



**VARASTOON SITOUTUNEEN PÄÄOMAN PIENENTÄMINEN VARAOSA- JA
PALVELULIIKETOIMINNAN VARASTOARTIKKELEIDEN
LUOKITTELMALLILLA**

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

TUOTANTOTALOUDEN KOULUTUSOHJELMA

Diplomityö

2024

Aaro Kukkurainen

Tarkastaja: Dosentti Petri Niemi

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Teknis-luonnontieteellinen

Tuotantotalous

Aaro Kukkurainen

Varastoon sitoutuneen pääoman pienentäminen varaosa- ja palveluliiketoiminnan varaostoartikkeleiden luokittelumallilla

Tuotantotalouden diplomityö

2024

81 sivua, 19 kuvaa, 8 taulukkoa

Tarkastaja: Dosentti Petri Niemi

Avainsanat: varastointi, varaosaliiketoiminta, varastoanalyysi, varaston kategorisointi

Globaalit poikkeusolot ovat aiheuttaneet toimitusketjuille ongelmia, joita on osin torjuttu pitämällä suuria materiaalivarastoja. Tilanteen normalisoituessa on varaosa- ja palveluliiketoiminnan varastojen läpikäynnin ja tarkastelun aika.

Tässä työssä käydään läpi konepajateollisuudessa toimivan yrityksen varaosa- ja huoltopalveluliiketoiminnan varaston nykytila, etsitään ja tunnistetaan sieltä poikkeamia ja kehityskohteita sekä käydään varastonohjauseriaatteita läpi. Varastolle luodaan analyysin perusteella uusi kategorinen luokittelu ja luokille ohjaus, tavoitteena varaston arvon pudotus pääomatehokkuuden parantamiseksi kuitenkin tinkimättä kriittisestä palvelutekijästä, toimitusvarmuudesta, sekä tunnistetaan jatkokehityskohteita.

Työn tuloksena on varastonohjausta parantava materiaalien luokittelumalli, joka ohjaa materiaalien hallintaperiaatteita, sekä yksinkertainen KPI-mittaristo tehokkuusvaatimuksen seuraamiseksi. Työssä löydettiin jatkokehityskohteita luokittelumallin käyttöön, kehittämiseen ja ylläpitoon.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

LUT School of Engineering Science

Industrial Engineering and Management

Aaro Kukkurainen

Reducing capital tied in inventory of a spare parts and maintenance service company's warehouse with a classification model

Master's thesis

2024

81 pages, 19 figures, 8 tables

Examiners: Associate professor Petri Niemi

Keywords: warehousing, spare parts, warehouse analysis

Exceptional global circumstances have caused issues to production chains, which have been countered by keeping larger than normal warehouse stocks. As the situation normalizes, a need to go through the warehouse of a spare parts and maintenance service department of an industrial manufacturing company is at hand.

This thesis is a study on an industrial manufacturing company's maintenance department's warehouse to get a clear understanding of its present state, find anomalies, topics to improve and principals of control. An analysis is done for the warehouse stock, a new spare parts categorizing is built with a goal to reduce warehouse value without compromising a critical competitive trait, service rate, and to recognize any further development topics.

The result of this study is a categorization method for spare parts in stock, simple metering system to keep it on track and further improvement research topics for future study.

KIITOKSET

Kiitän kaikkia opiskelutovereita ja yliopiston henkilökuntaa opettavaisesta ja hauskaasta matkasta opintojen parissa. Kiitän myös oman organisaationi henkilöstöä vaivannäöstä tämän opiskelun tukemisessa. Kiitän läheisiä joustamisesta arjessa näiden opintojen ajalta.

Aaro Kukkurainen

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

CS	Cycle stock, kiertovarasto
DOS	Days of supply, varaston riitto päivinä
EOQ	Economic order quantity, taloudellinen tilauseräkoko
ERP	Enterprise resource planner, (toiminnan) tuotannonohjausjärjestelmä
FIFO	First in, first out, periaate materiaalin käsittelylle, jossa ensin tullut käytetään ensin
KPI	Key performance indicator, toiminnan mittaamiseen tarkoitettu muuttuja, suorituskvyn indikaattori
ROI	Return of investment, sijoitetun pääoman tuotto prosentti
SS	Safety stock, varmuusvarasto
WACC	Weighted-average cost of capital, painotettu pääomakustannus
WMS	Warehouse management system, varastohallintajärjestelmä
QESH	Quality, environment, health and safety, eli laatu- turvallisuus- ja ympäristöasiat

Sisällysluettelo

Symboli- ja lyhenneluettelo

Kuvaluettelo

Taulukkuuettelo

1	Johdanto.....	10
1.1	Työn tausta	10
1.2	Tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaukset	11
1.3	Tutkimusmenetelmät ja käytettävä aineisto	12
1.4	Työn rakenne.....	13
2	Varastointi teollisuudessa.....	15
2.1	Varastot ja niiden tarpeellisuus teollisuusyrityksissä.....	15
2.1.1	Varastonpidon tavoitteet	16
2.1.2	Varastointi huolto- ja palveluorganisaation näkökulmasta.....	17
2.1.3	Varasto- ja materiaalityypit konepajateollisuudessa.....	18
2.2	Varastoinnin pääprosessit.....	18
2.3	Varastoinnin kustannukset	22
3	Varastojen hallinta ja ohjaus teollisuusyrityksissä	25
3.1	Varastointiin liittyvät tunnusluvut ja määreet	25
3.2	Varaston jakautuminen kierto- ja varmuusvarastoon ja varaston täydentäminen.....	28
3.3	ABC-analyysi ja materiaalinimikkeiden jaottelut	34
3.4	Varastojen ja kustannusten merkitys asiakaskentän palvelunäkökulmasta	37
3.5	Varaosamateriaalien kriittisyysnäkökulma	41
4	Varaston nykytila kohdeyrityksessä	43
4.1	Kohdeyrityksen varastot.....	43
4.1.1	Varastot fyysisesti.....	44
4.1.2	Varastot nimiketasolla	44
4.2	Kohdeyrityksen varaston ohjaus	49
5	Analyysin tulokset	53
5.1	Varaston nimikkeistö tarkasteluhetkellä	53
5.2	ABC-analyysin tulokset	56

5.2.1	Varastoidun materiaalin kierto ja riitto	56
5.2.2	Poikkeustapaukset ja erityisasiakkaat	58
5.3	Palvelutaso, hitaan kierron varastot ja asiakkuuksien kannattavuus.....	59
6	Materiaalin kategorisointi ja uudet ohjausperiaatteet.....	62
6.1	Kategorisointi	62
6.2	Jaotteluperusteet	63
6.3	Tarkasteluhetken varasto uuden jaotteluperusteen mukaisesti	64
6.4	Jaottelukategorioiden ohjaaminen.....	65
6.5	Suorituskyvyn seuranta	71
7	Johtopäätökset ja jatkotutkimuskohteet.....	74
7.1	Tutkimuskysymysten ratkaisut ja tutkimuksen onnistuminen	74
7.2	Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet.....	76
8	Yhteenveto.....	79
	Lähteet	80

Kuvaluettelo

Kuva 1. Työn rakenne Input-Output-kaaviossa

Kuva 2. Varastokustannusten käänteinen riippuvuussuhde palvelukykyyn

Kuva 3. Varastoprosessi esimerkkikaaviona

Kuva 4. Varastonpitokustannusten jakautuminen

Kuva 5. Varastoprosessi esimerkkikaaviona

Kuva 6. Normaalijakauman graafinen esimerkki

Kuva 7. Varaston profiili kierto- ja varmuusvarastolla

Kuva 8. Esimerkki eräkoon vaikutuksesta kokonaiskustannuksiin

Kuva 9. Tilauspistejärjestelmän esimerkki

Kuva 10. Vakiotilausvälijärjestelmän esimerkki

Kuva 11. Varastodynamiikka

Kuva 12. ABC-analyysin jaotteluesimerkki

Kuva 13. Fyysisen tuotteen markkinointikolmio

Kuva 14. Palvelun markkinointikolmio

Kuva 15. Asiakkaan kokema kokonaislaatu

Kuva 16. 150-varaston materiaalin jakautuminen ABC-luokittelussa

Kuva 17. 151- ja 152-varastojen materiaalin jakautuminen ABC-luokittelussa

Kuva 18. 158-varaston jakautuminen ABC-luokittelussa

Kuva 19. Varastonimikkeiden kulutus 150-varastosta

Taulukkuuettelo

Taulukko 1. Varaston perusprosessi

Taulukko 2. Palveluaste ja standardipoikkeama

Taulukko 3. Varastoartikkelijakauma ABC-analyysin mukaan ERP:ssä

Taulukko 4. Luokittelumatriisi

Taulukko 5. Materiaalin jakautuminen 12 kk myynnistä ja varaston arvosta

Taulukko 6. Palvelutasot kategorioittain

Taulukko 7. Varastonimikkeitten luokittelu

Taulukko 8. KPI-mittaristo

1 Johdanto

Teollisuuden palvelu- ja varaosaliiketoiminnassa on jatkuvasti tasapainoiltava kriittisen palvelutason ja nopeuden sekä pääomatehokkuuden välillä. Kiristynyt kilpailutilanne ja kasvavat tehokkuusvaatimukset vaativat tasapainoilua. Varastointi on kriittinen osa toimitusketjua ja teollisuuden huoltoliiketoiminnassa erittäin suuri pääomaa sitova tekijä. Kohdeyrityksen palveltava asiakaskenttä on pääosin vanhoja, suuria yrityksiä, joilla on käytössä valtava määrä eri-ikäisiä laitteita eri versioina, jolloin palveltava laitekanta vaatii varsin laajan varaosavaraston. Tyypillisillä nimikkeillä voi olla hyvin pitkiä ja epävarmoja toimitusaikoja, jolloin ennakointi ja varaston ohjauksen päivittäminen korostuvat entuudestaan. Jokainen yritys pyrkii minimoimaan omiin varastoihinsa sitoutuneen pääoman menettämättä palvelukykyä. Varastoinnilla on kriittinen merkitys sekä varaosamyynti- että huoltoliiketoiminnan kannalta, sekä palvelun kautta kilpailukyvyn määrittäjänä.

1.1 Työn tausta

Viime vuosina useat poikkeustilanteet ovat vaikeuttaneet monen yrityksen toimitusketjujen toimintaa. Pääosin suuria, metallirunkoisia koneita valmistavat, huoltavat ja korjaavat yritykset ovat kamppailleet konttipulan, globaalien, mutta erityisen vakavasti paljon alihankintaa ja osatoimitusta tuottavaa Aasiaa haitanneen Covid19-pandemian, sekä Ukrainan sodan aiheuttamien kustannus- ja saatavuusshokkien kanssa. Monessa yrityksessä on ajaututtu tilanteeseen, jossa normaalit toimintamallit, toimitusketjut ja toimitusvarmuus ovat lakanneet toimimasta luotettavasti. Moni yritys on yrittänyt ylläpitää toimitusvarmuuttaan nostamalla tilapäisesti varastotasojä sekä käyttämään epänormaaleja varastointi- ja hankintamääriä vain taatakseen jonkun asteisen tuotanto- ja palvelukyvyn. Näin ei kuitenkaan voida pitkään toimia, pääomakustannusten kasvu ei kompensoidu kilpailuedulla ja toimitusvarmuuden hinnaksi voi muodostua kestävämmän suuret pääomakustannukset, etenkin pörssiyrityksissä. Varastojen analyysi ja varastointistrategian katselmointi on ajankohtaista, kun pahimmat ongelmatilanteet ovat takana.

Työ tehdään kansainväliseen konserniin kuuluvalla liiketoimintayksiköllä, jonka toimialana on prosessiteollisuuden laitteiden valmistus ja huolto, erityisesti pumppujen,

kemikaalimiksereiden, sekoittimien ja suurnopeuskompressoreiden. Työn painopisteenä on huoltoliiketoiminta, jonka varastointi eroaa oleellisesti uuslaitetuotannon varastoinnista. Uuslaitepuolella toimitusaikavaraus mahdollistaa lyhytaikaisen varastoinnin ja materiaalin hankinnan JIT-periaatteen (Just in time, juuri oikeaan aikaan) mukaisesti vasta vain hetkeä ennen todellista tarvetta, kun taas huoltoliiketoiminta on tyypillisesti reaktiivista ja varastoinnilla joudutaan varautumaan joskus jopa hyvin vaikeasti ennakoitavaan tulevaisuuden tarpeeseen. Osa kulutusjakaumista on ennustettavia ja tasaisia, osa täysin satunnaisia.

Organisaation toiminnalle on tyypillistä asiakkaan aikataulujen kriittisyys ja organisaation toimitusvarmuuden pitäminen erittäin korkealla, palvelun nopeus ja saatavuus ovat kriittiset kilpailutekijät. Liiketoiminnan yhteistyökentässä suurimmat kulut ovat usein asiakkaan tuotantotappiot, joten nopea vasteaika niin varastoartikkeleilla kuin palveluillakin on kriittistä niin palvelutuottajalle kuin asiakkaallekin. Nämä toiminnan erityispiirteet vaikuttavat osaltaan varastoihin ja niiden hallintaan. Tässä työssä perehdytään kohdeorganisaation varastointiin tunnuslukujen ja teorian valossa sekä selvitetään teoriasta poikkeavia tapauksia, niiden hallintaan liittyviä näkökulmia ja kehityskohteita.

1.2 Tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaukset

Tämän työn tavoitteena on saavuttaa kattava kuva organisaation varastojen nykytilasta, laatia nykytila-analyysi, löytää selviä kehityskohteita sekä tunnistaa poikkeuksia, jotka eivät voi noudattaa yleistä ohjausta, kuten esimerkiksi mahdollisesti erikseen sovitut sopimuksella varastoitavat nimikkeet. Työn tavoitteena on tunnistaa varastossa turhaan sidottua pääomaa ja tehottomia tai vanhentuneita toimintamalleja. Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

- Mikä on varaston nykytila analyysin ja selvitysten perusteella?
- Ovatko varastotasot ja ohjaus hallinnassa ja palveleeko varastostrategia luotettavuutta ja kustannustehokkuutta?
- Miten mahdolliset epäkohdat korjataan ja mitä parannuksia varastostrategiaan voidaan tuoda?

Tämän työn ulkopuolelle rajataan hankinnan osuus, koska huolto-organisaatio nojaa uuslaitetuotannon hankintaan sekä globaaliin, keskitettyyn hankintaan varastomateriaalissa. Huollon varastoista keskitytään varastossa pidettävään osaan, sillä tilausohjautuvan materiaalin kohdalla varastokustannukset jäävät pienemmäksi. Hankinta toteuttaa omaa työtään itsenäisesti tarpeiden mukaan hyödyntäen globaaleja verkostoja. Työ ei ota huomioon uuslaitetuotannon omia varastoja, koska niiden ohjausperiaate noudattaa eri logiikkaa eivätkä varastot ole vapaasti ristiin käytettävissä.

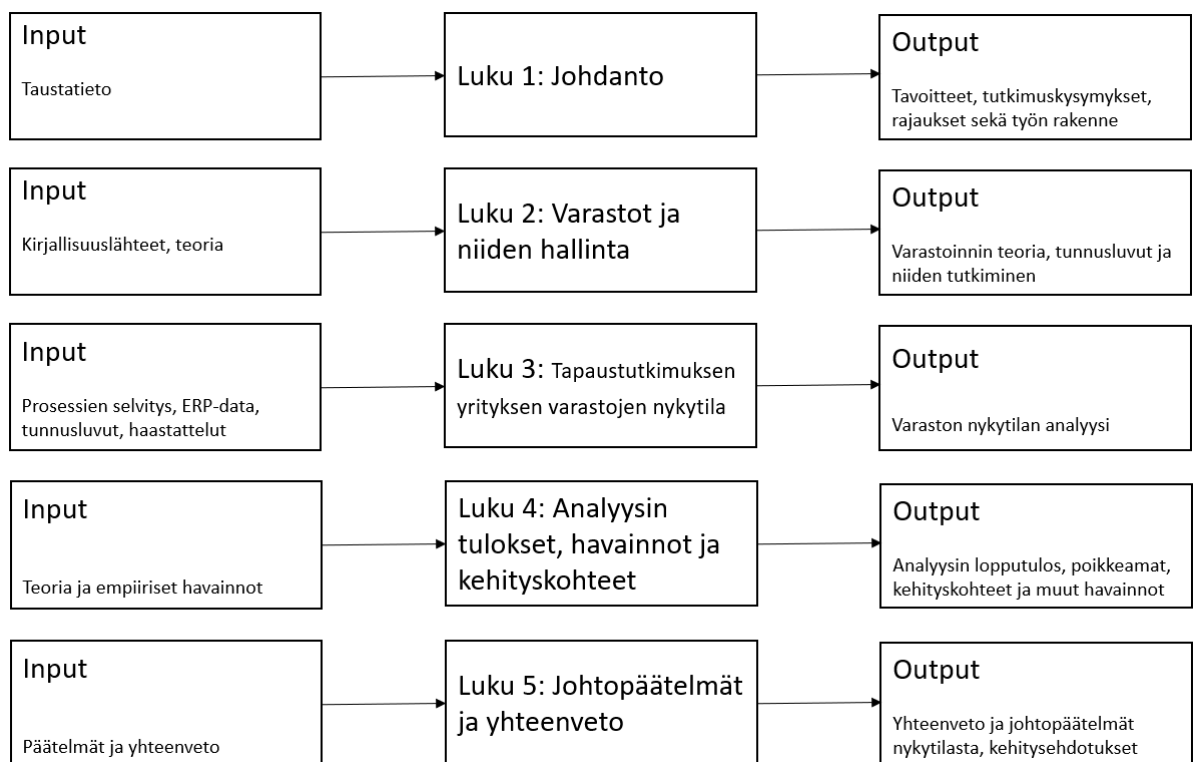
1.3 Tutkimusmenetelmät ja käytettävä aineisto

Työ on tapaustutkimus, jossa tarkastellaan erään yrityksen yksittäistä tilannetta. Tutkimuksessa hyödynnetään sekä kvalitatiivisia (laadullisia menetelmiä, kuten haastattelut ja kyselyt sekä osallistuminen prosesseihin) että kvantitatiivisia menetelmiä (ERP-data, numeerinen tieto). Menetelmät täydentävät toisiaan hyvin koska kyseisessä yrityksessä on sekä tehotonta varastointia että kohteita, joiden ohjaamiseen ei voida käyttää yleisiä teorian mukaisia tunnuslukuja niiden erityispiirteiden takia. Haastatteluun saadaan myös kerättyä ns. hiljaista tietoa, joka voi muuten jäädä puuttumaan ja saada selitys poikkeamille normaalista toiminnasta, esimerkiksi syyn täysin olemattomalla kierrolla olevan sekä halvan nimikkeen pitämiseen varastossa.

Kvantitatiivinen data saadaan tuotannonohjausjärjestelmästä sekä raportointityökaluista. Tietolähteenä moderni ERP (Enterprise resource planner, tuotannonohjausjärjestelmä) on hyödyllinen, sillä sieltä saadaan yleensä tarkasti yksityiskohtaista tietoa ja usein jo halutusti rajattuna. Tämä parantaa tutkimuksen laatua muun muassa vähentämällä laskentavirheitä. Yrityksessä on käytössä moderni tuotannonohjausjärjestelmä SAP. Kvalitatiivinen data kerätään haastattelemalla asiantuntijoita, esimerkiksi puolistrukturoiduilla haastatteluilla. Haastattelun kohteina ovat varaston johto, varaosa- ja huoltomyynti sekä yksikön tuotantopäällikkö sekä huollon asiantuntijat. Myös omia havaintoja asiakasrajapinnasta hyödynnetään. Koska ERP-data ja varaston tila elää jatkuvasti, on datana käytetty vain yhden hetken koko varaston tietokantaotetta.

1.4 Työn rakenne

Työn alussa käsitellään johdannossa työn rakenne, tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaukset sekä määritellään tapaustutkimuksen kulku. Työssä hyödynnetään varastoteoriaa, tehokkaita malleja ja laskennallisia tunnuslukuja ja luokitteluja, joihin pohjataan analyysissä kvantitatiivisesta datasta, sekä omaa työkokemusta kyseisessä yrityksessä. Kvantitatiivista dataa kerätään tuotannonohjausjärjestelmästä. Kvalitatiivisella tutkimuksella kartoitetaan yrityksen nykytilan prosessit sekä sellaiset täydentävät osuudet, joihin ei voida paneutua suoraan tai pelkästään kvantitatiivisen datan pohjalta. Kun tarvittava data on kerätty, tehdään niiden pohjalta lopulliset analyysit. Analyysien tulosten perusteella kartoitetaan kehityskohteet, joita voidaan jatkossa parantaa. Löydösten perusteella voidaan toteuttaa lisähaastatteluja ja -analyysijä. Työn viimeisenä osuutena on yhteenveto ja johtopäätökset sekä mahdolliset jatkotutkimuskohteet. Työn rakenne on esitettynä Input-Output-kaaviona kuvassa 1.



Kuva 1. Työn rakenne Input-Output-kaaviossa

Kuvassa 1 on esitetty yleinen, viisiportainen input-output-kaavio, jota työn rakenne mukailee. Työn alussa, teoriaosassa on paneuduttu varastointiin ja varastoihin, varaosiin ja niiden erityispiirteisiin teorialähteitä hyödyntäen. Työn empiirisessä osassa, analyysivaiheessa on käyty läpi yrityksen ERP-järjestelmästä saatua numeerista dataa kvantitatiivisen analyysin osalta, työn lopussa havaintojen ja kehityskohteiden vaiheessa tietolähteenä on enemmän kvalitatiivista haastatteludataa kohdeyrityksen ammattilaisilta. Prosessikirjoittamisen periaatteitten mukaisesti kirjoitusjärjestys poikkeaa työn esitysjärjestyksestä.

2 Varastointi teollisuudessa

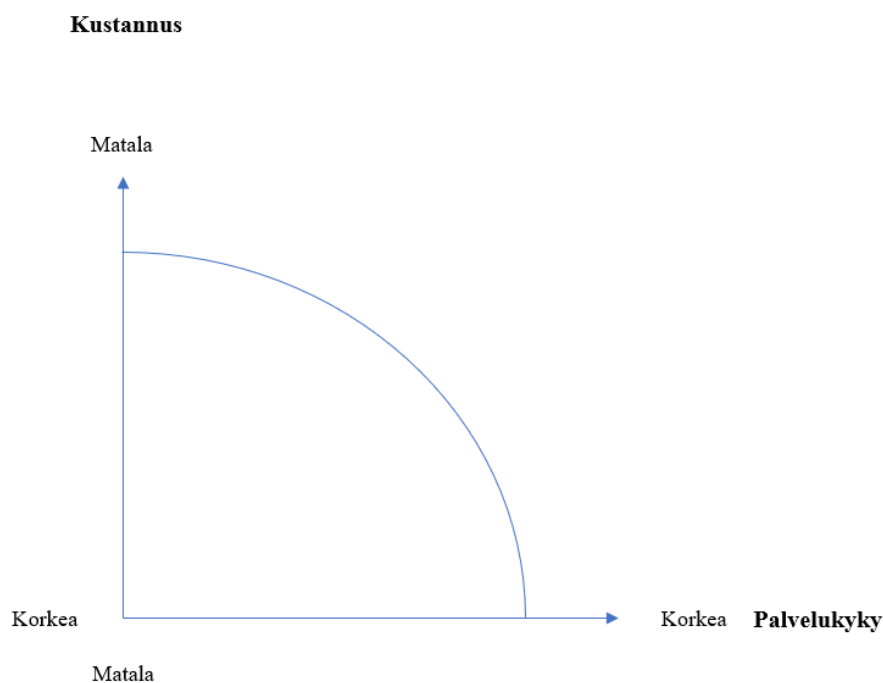
Tässä pääluvussa käsitellään varastointia yrityksissä yleisesti sekä varastoinnin ja varastonpidon erityispiirteitä konepajateollisuudessa. Luvussa käydään läpi varastoinnin tarkoitusta, varaston vaikutuksia yritysten toimintaan, varastoitavan materiaalin vaatimuksia sekä varastojen vaatimuksia sekä varastojen aiheuttamia kustannuksia.

2.1 Varastot ja niiden tarpeellisuus teollisuusyrityksissä

Erilaisten raaka-aineiden, puolivalmiiden kokonaisuuksien ja -jalosteiden ja valmiiden kokonaisuuksien varastoiminen on arkipäivää monella teollisuuden alalla. Varastoilla on perinteisesti varauduttu niin tilausten kuin toimitusten vaihteluun ja viiveisiin kuin tuotannon varmuuden mahdollistamiseenkin. Valmistavalla konepajateollisuudella varastojen rooli on muuttunut 1970-luvulta puhtaasta pakollisista kustannuspaikoista, raaka-aine- ja tuotetoimitusvarastosta 1980-luvun jakelukeskus-, 1990-luvun jakeluverkko- ja 2000-luvun jakeluketjuajattelusta nykyisimpään näkemykseen varastosta monikanavaisesta, tietoa jakavasta asiakasta palvelevaksi dynaamiseksi kilpailukykytekijäksi. Entisajan varastoon tuottamisen ja työntöohjauksen sijaan toimitusketjut varastoineen ovat hyvin dynaamisia imuohjautuvia ketjuja (Richards 2022, 8–10; Ross 2015 s. 314). Varastoinnin kustannukset näyttelevät merkittävää osaa yritysten kokonaiskustannuksista. Vaikka alakohtaisia vaihteluita on paljon, ja esimerkiksi informaatioalojen varastointitarve voi olla hyvin vähäinen, perinteinen fyysisiä tuotteita ja niihin kohdistuvia palveluita tuottava yritys voi käyttää logistiikkaansa ja varastoihinsa jopa 20–25 % varastonpitokuluja varaston arvosta (Richards 2022 s. 373) ja varastot voivat edustaa 20:stä jopa 60:neen prosenttia yrityksen omaisuudesta. (Arnold, Chapman ja Clive 2008 s.254). Kustannuksista huolimatta varastointi on monella liiketoiminnan alalla elinehto ja siksi sen toimintaan ja kustannustehokkuuteen kiinnitetään paljon huomiota.

2.1.1 Varastonpidon tavoitteet

Varastoinnin perimmäinen tarkoitus teollisuudessa on mahdollistaa tuotanto ja palvelu. Varastoinnilla on tämän lisäksi paljon tehokkuus- ja kustannustekijöitä, joihin se vaikuttaa. Varastoinnin ydintavoite on mahdollistaa materiaalin, tuotteen sekä niistä riippuvaisen palvelun oikea-aikainen saatavuus oikeissa määrin, oikeassa kunnossa ja oikeassa paikassa. Tämän yksinkertaisen perustavoitteen lisäksi varastoinnin strategialla voidaan vaikuttaa moneen tuotannon varmuus- ja kustannustekijään: puskurina saatavuus- ja toimitusongelmien ja epävarmuuksien välillä, toimituserän taloudellisuuden mahdollistajana ja tuotantoprosessin sujuvoittajana ja varmistajana. Lean-periaatteen mukaisesti tosin varastot voidaan nähdä yhtenä hukkan muotona. (Ross 2015 s. 315–316) Varastonpidon tavoitteet ovat osin ristiriitaisia. Samaan aikaan pitäisi taata erinomainen palveluaste mutta olla sekä kustannustehokas että välttää varastoihin sitoutunutta pääomaa ja varastonpitokustannuksia.



Kuva 2. Varastokustannusten käännteinen riippuvuussuhde palvelukykyyn (mukailten Chopra 2019 s. 40)

Näiden ristiriitaisten tavoitteiden välistä kompromissia haetaan yrityksissä koko ajan. Kustannukset ovat kääntäen verrannollisia korkeaan palvelukykyyn ja niiden välinen suhde riippuu hyvin paljon yritystoiminnan alasta, mutta pääpiirteittäin riippuvuussuhde on esitetty kuvassa 2. Korkea palveluaste aiheuttaa väistämättä kuluja, ja mitä korkeampaa palveluastetta tavoitellaan, sitä suhteessa suuremmiksi kasvavat kulut.

2.1.2 Varastointi huolto- ja palveluorganisaation näkökulmasta

Varastojen merkitys huolto- ja palveluliiketoiminnan kannalta on hyvin erilainen kuin perinteisellä valmistavalla uuslaitetuotannolla. Yleisesti uusia laitteita valmistettaessa on käytössä enemmän tai vähemmän vakiot toimitusajat, jonka viiveen ajan asiakas joutuu odottamaan kiireistäkin tilausta ja yleisesti käytetty MTO-tuotannonohjausperiaate (Make to order, valmistetaan tilausohjautuvasti) antaa hallittavan varastointi- ja säilytystarpeen. Tämä antaa tuotannolle ikään kuin automaattisen varoajan ennen toimituksen määrättyä päivää ja antaa myös varaston käsittelylle mahdollisuuden toteuttaa materiaalarvelaskentaa ja hankintaa tuotannon LEAN-filosofian JIT-periaatteen (Just in time, juuri oikeaan aikaan) mukaisesti, eli varastointiaika pidetään mahdollisimman lyhyenä ja luotetaan toimitusketjun kykyyn palvella tarpeita. Huoltoliiketoiminnassa tämän kaltaista automaattista toimitusviivettä ei voida pitää. Ala on raskaasti kilpailtu, ja asiakkaan kokema yllättävä tuotantolaitteiston vikaantuminen voi aiheuttaa huomattavia tuotantotappioita. Tuotantotappiot voivat olla tyypillisillä suurteollisuusasiakkailta jopa useita kymmeniä tuhansia euroja per tunti, kohoten jopa miljooniin euroihin.

Varaosatarve on usein harvemmin esiintyvää, epäsäännöllisempää ja vaikeasti ennustettavaa (Rintala ja Huiskonen 2015 s. 3). Huolto- ja palveluliiketoiminnassa korostuukin varmuusvarastojen ja toimitusaikalupausten tarkkuus. Puhtaasti huoltoliiketoiminnan kannalta suuret ja maantieteellisesti hajautetut varastot ovatkin houkutteleva kilpailuvaltti kilpailukykyyn näkökulmasta, mutta juuri niistä seuraavat suuret varastonpitokustannukset ja pääomatehokkuuden lasku.

2.1.3 Varasto- ja materiaalityypit konepajateollisuudessa

Yksinkertaisimmillaan varastona voi toimia piha-alue, lattiapaikka hallissa tai hyllystö konepajan sisätiloissa. Metalliteollisuuden varastoinnissa tarvitaan hyvin harvoin erikoisvarastoja, kuten elintarviketeollisuudesta tuttuja kypsytysvarastoja, kylmävarastoja tai kosteussäänneiltyjä varastoja, joskin jotkut materiaalit vaativat tarkemmat varastointiolosuhteet kuin toiset. Yleisimmät materiaaliavarastot ovat raaka-ainevarastot, keskeneräisen tuotannon varastot ja lähetystä odottavat valmiin materiaalin varastot. Suuri osa teollisuuden materiaaleista ei yleensä pilaannu helposti vaan säilyvät hyvin pitkiä varastointiaikoja, kuten erilaiset metalliosat. Elastomeereilla ja tiivistemateriaaleilla saattaa olla tiukemmin määritellyt hyllyiät, mutta valtaosin varastojen kierto ja materiaalien käyttö FIFO-periaatteella (first in, first out) pitää varaston materiaalit kuranttina (Arnold et al. 2008 s. 283). Korroosiolle alttiit osat tulee joko suojata tai varastoida lyhytaikaisesti kuivissa olosuhteissa. Monet materiaalit varastoidaan aihioina, jolloin pinnat viimeistellään mittoihin vasta ennen toimitusta. Valmistavassa teollisuudessa käytetään myös erilaisia apuaineita ja tarvikkeita, kuten liimoja, maaleja, puhdistuskemikaaleja yms., mutta niitä ei käsitellä tämän työn puitteissa. Ylivoimaisesti yleisin varastointitapa on säilyttää suurempaa materiaalia lattiapaikoilla tai kiskohyllyissä niin kutsutuilla FIN- tai EUROLavoilla, jotka eroavat toisistaan kooltaan. Yleisesti käytetty Euroopan standardilava on 800 mm x 1200 mm, kun taas FIN-lava vastaa UK-pallettia, 1000 mm x 1200 mm (Richards 2022. s. 96). Suuria kappaleita säilytetään myös suoraan lattiapaikoilla, pienempi kappaletavara yleensä erilaisissa laatikostoissa. Materiaalien ohella varastoidaan myös dataa, niin materiaaleihin itseensä, kuin sisäiseen ja ulkoiseen logistiikkaan liittyen. Modernit ERP- ja WMS-järjestelmät (Warehouse management system, varastohallintajärjestelmä) mahdollistavat tämän tiedon säilyttämisen ja käytön tehokkaasti, mutta myös perinteinen paperiarkisto on mahdollinen, jos liiketoiminta on pienimuotoista. Tietojen varastointi ja arkistointi on kustannuksiltaan vähäisempää, eikä sitä käsitellä tämän tutkimuksen puitteissa.

2.2 Varastoinnin pääprosessit

Varastoitavasta tavarasta riippumatta on varastoilla tietyt pääprosessit, joita varastot seuraavat. Varaston toiminnot voidaan jakaa karkeasti kolmeen pääosaan, vastaanottoon,

itse varastointiin ja säilytyksen aikaisiin toimintoihin sekä varsinaiseen toimitukseen, eli keräilyyn, pakkaamiseen ja lähetystoimintoihin. Tämä pätee niin ulkoisten kuin sisäisten asiakkaidenkin kohdalla. Itse fyysisen materiaalivirran lisäksi varastotoiminta käsittelee myös paljon dataa. Vastaanotto prosessi sisältää yleensä ennakkotiedon saapuvasta tavarasta sähköisesti. Näin vastaanotto tietää varautua materiaalin vastaanottoon, saapumistarkastukseen (fyysinen materiaalin tarkastelu sekä materiaaliin liittyvän datan, kuten rahtikirjojen ja erilaisten laatu- ja määräysten mukaisuustodistusten tarkastaminen). Vastaanotto prosessissa materiaali otetaan varaston hallintaan ja siirretään yleensä ennalta määrätylle, joskus satunnaiselle varastopaikalle ja kirjataan saldoon joko ERP- tai WMS-järjestelmään.

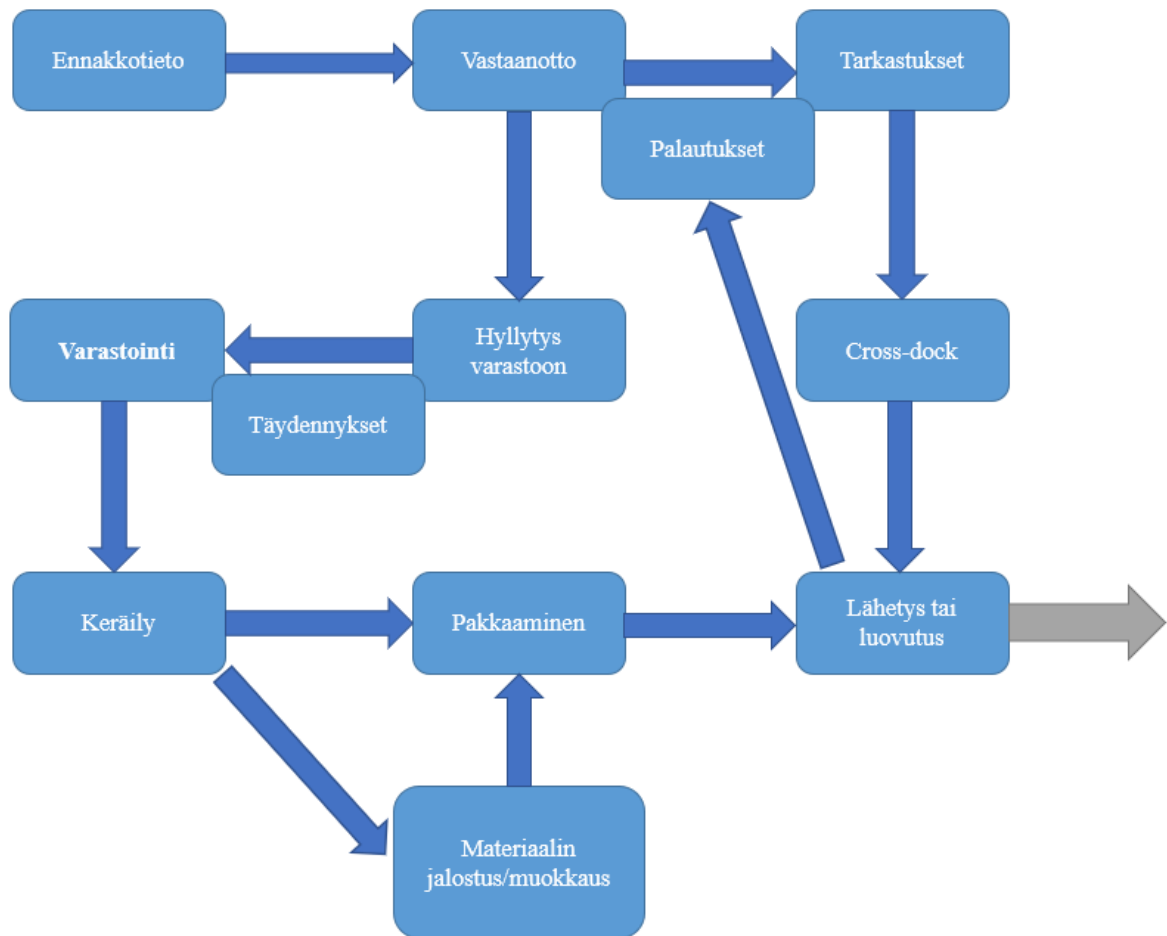
Varastoinnin aikaiset prosessit voivat pitää sisällään tarkastuksia, huoltoa ja kunnossapitoa tai joissain tapauksissa jalostusta. Myös niin kutsuttu Cross-docking, eli läpivirtaustoiminta voi tulla kysymykseen. Tässä tapauksessa materiaalia ei varsinaisesti varastoida, vaan se virtaa varaston vastaanoton ja lähettämön läpi suoraan loppuasiakkaalle.

Taulukko 1. Varaston perusprosessi

1. Tavarahan vastaanotto	Varasto saa ennakkotiedon ja tavaroiden saapuessa tekee vastaanoton tuovalta logistiikalta. Materiaali kuitataan haltuun otetuksi seuraavin vaihein:
	a. Tarkastetaan tavarat pakkalistaan verrattuna
	b. Tarkastetaan määrät
	c. Tarkastetaan toimitus vaurioiden varalta
	d. Suoritetaan materiaalin tarkempi tarkastus, jos tarpeellista
2. Tunnistetaan vastaanotettu materiaali	Materiaalit tunnistetaan oikein ja oikealla määrällä, esimerkiksi SKU tai osanumero. Kirjataan saapuminen tietojärjestelmään.
3. Toimituksen siirto varastoon	Materiaali lajitellaan ja varastoidaan.
4. Varastossapitoaika	Materiaalia pidetään säilössä, kunnes sitä tarvitaan.
5. Keräily	Tarvittavat materiaalit keräillään varastosta, joko sisäiselle asiakkaalle tai pakkaamoon lähetystä varten.
6. Materiaalien pakkaus lähetystä varten	Tilausta vastaavat materiaalit kerätään ja laaditaan lähetyksdokumentaatio.
7. Lähetys	Tilaus pakataan, täydennetään dokumentaatio ja luovutetaan kuljetukseen.
8. Käytetään tietojärjestelmiä	Kaikesta saapuvasta, varastoidusta ja lähtevästä materiaalista on pidettävä kirjaa. Laadut, varastopaikat, määrät, hävikki jne. on pidettävä seurannassa. Järjestelmä voi olla mitä vain hyvin yksinkertaisen ja erittäin kehittyneen tietokonejärjestelmän väliltä varaston tarpeen mukaan.

Taulukossa 1 on kuvattu tavanomaisen varaston pääprosessi (Arnold et al. 2008. s. 349). Varastolla voi olla myös sisäisiä asiakkaita, jolloin materiaalia jalostetaan yrityksen sisällä ennen lähettämistä. Yleensä tämä tapahtuu vaiheiden 3 ja 5 välillä, aikataulutuksesta riippuen. Joissain tapauksissa materiaalia ei voida esivalmistella ennen asiakkaan vahvistettua tilausta, jolloin lähetettävää materiaalia, kuten esimerkiksi koneen osaa, joudutaan vielä koneistamaan ennen toimitusta. Nämä eivät ole sinänsä varaston prosessin osia, mutta ne vaikuttavat varaston ohjaukseen.

Varastotoiminta voidaan ajatella myös virtauskaaviona. Varasto on voitu järjestää myös fyysisesti palvelemaan tätä virtauskaavaa. Varaston pääprosessin esimerkki kaaviona on esitetty kuvassa 3.



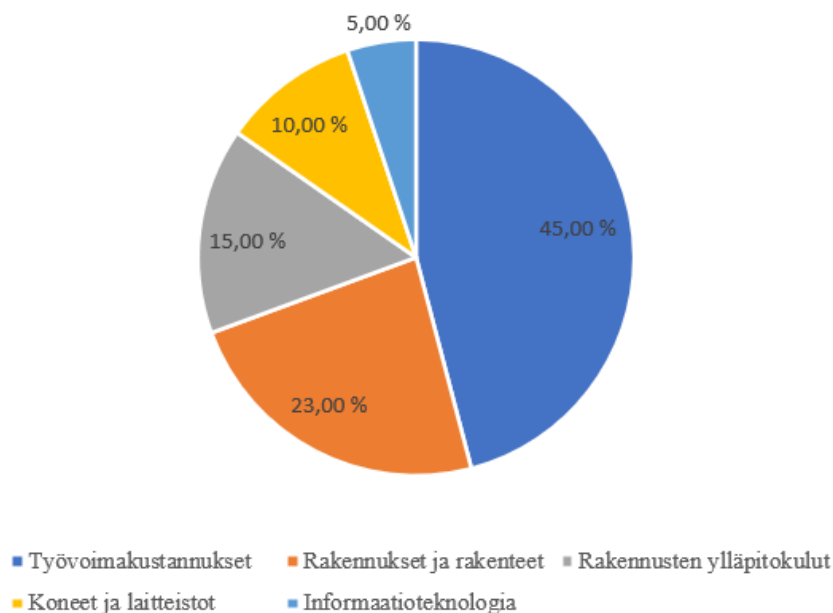
Kuva 3. Varastoprosessi esimerkkikaaviona (mukaillen Richards 2022 s. 91)

Varaston materiaalin virtauksessa kuvassa 3 nähdään myös takaisinpäin kulkevaa materiaaliliikennettä, kuten palautukset. Varastolla voi olla myös muita sisäisiä prosesseja, kuten erilaiset tarkastukset ja inventaariot. Näillä toimenpiteillä varmennetaan varastoitavan materiaalin kuranntius ja varastoidut määrät. Joillain varastoitavilla materiaaleilla voi olla omia erityisiä toimenpiteitään, kuten elintarvikkeiden kypsytyt, mutta nämä harvoin koskevat konepajateollisuuden varastoja. Joskus rautametallit joudutaan suojaamaan korroosion varalta.

2.3 Varastoinnin kustannukset

Kaikesta varastoinnista aiheutuu kustannuksia. Varastoinnin ja varastonpidon kustannukset esitetään yleensä prosentteina materiaalin arvosta. Varastojen kokonaiskustannus muodostuu varastotoiminnoista ja varaston pääomakustannuksista. Joskus koko varastoinnin kustannuksiin lasketaan myös puutekustannukset, vaikka ne voivat olla vaikea määrittää. Varastoinnista ja varastoista aiheutuvat kustannukset ovat tyypillisesti 1–5 % materiaalin myyntiarvosta. Vaikka eri materiaaleilla variaatiot ovat suuria, keskimäärin varastointi vie 20–30 % kaikista logistiikkakustannuksista, varastonpitokustannusten ollen noin 20–25 % myynnistä. Varastonpitokustannukset vaihtelevat varastotyypeittäin ja automaatioasteittain, mutta jakautuvat tyypillisesti kuvan 4 mukaisesti. (Richards 2022 s. 373)

Varastonpitokustannusten jakautuminen



Kuva 4. Varastonpitokustannusten jakautuminen (mukaillen Richards 2022 s. 373)

Varastoinnista aiheutuu suoria kustannuksia niin varastojen fyysisistä rakennuksista, lämmityksestä, IT-järjestelmistä, henkilökunnasta, koneista ja laitteista, automaatiosta,

kunnossapidosta kuin kirjanpidostakin. Nämä varastonpitokustannukset on mahdollista jyvittää materiaaleille jollakin tarkkuudella.

On huomattava, että tavoiteltaessa korkeaa palveluastetta pitämällä suurta varastoa, ei vain sidota pääomaa varastoon, vaan lähes aina myös nostetaan näitä varastoinnista johtuvia kuluja. Vaikka konepajateollisuudessa ja prosessilaitteiden palveluliiketoiminnassa ei juuri jouduta käyttämään sähköä kuluttavia kylmävarastoja ja epäkuranttiusriski on keskimääräistä pienempi, aiheutuu kaikesta yksinkertaisestakin materiaalin varastoinnista silti monenlaisia kustannuksia.

Varastoinnin pääomakustannus voidaan laskea tavaralle, jonka epäkuranttiusriski on pieni, käyttämällä laskukaavaa WACC (weighted-average cost of capital, painotettu pääomakustannus). Kaava ottaa huomioon myös yrityksen velan. WACC:n laskenta on esitelty kaavana 1. (Chopra 2019 s. 282) Yksinkertaisempi ja yleisempi tapa laskea on käyttää tunnuslukuna tuottoa sidotulle pääomalle, ROI (return of investment), joka kuvaa sidotun pääoman tuottoprosenttia. ROI saadaan jakamalla voittoprosentti pääoman kiertonopeudella, joka taas on liikevaihto jaettuna liiketoiminnan sitomalla pääomalla, jota muun muassa varastot ovat (Neilimo ja Uusi-Rauva 2014 s. 279; Richards 2022 s. 376).

$$WACC = \frac{E}{D+E} (Rf + B * MRP) + \frac{D}{D+E} Rb(1 - t) \quad (1)$$

jossa E on oma pääoma (equity), D on velka (debt), Rf on riskitön tuotto (Risk-free rate of return), B on yrityksen osakkeen volatilitteetti (Beta), MRP on markkinariskipreemio (Market risk premium), Rb on yrityksen lainoituksen korkoprosentti (rate at which the company can borrow money) ja t on veroprosentti (tax rate). Yrityksen ei kannata sitoa pääomaansa varastoihin nostaakseen palveluastetta, jos kustannus on huomattavan korkea verrattuna hyötyyn. Kaikki sidottu pääoma on myös pois esimerkiksi investoinneista.

Varastoinnin kokonaiskustannus on merkittävä tekijä ja alasta riippuen jopa yli puolet pääomasta voi olla kiinni varastoissa. Tuoton vaatiminen varaston sitomalle pääomalle on terve periaate kaikille yrityksille, ja periaatteessa on helppoa parantaa pääomakustannustehokkuutta pienentämällä varastoihin sitoutuneen pääoman määrää. Tästä seuraa käytännössä samalla myös varastoinnin kustannusten laskua. (Ross 2015. s. 328)

Varastonpidon kustannukset eivät aina ole suoraviivaisia ja kaavamaisia, ja jos esimerkiksi työvoimaa ei kuormiteta täysin mutta heidät pidetään täydellä palkalla, voivat kapasiteetin muutoksen kulut poiketa kaavamaisesta laskennasta. Etenkin vajaakäytön poistaminen voi näyttäytyä huomattavan huokeana. Taas osa hyvin halvan materiaalin kustannuksista ei ole yksinomaan pääomapuolen varastonpitokustannusta, vaan kaikkea materiaalia on yleensä käsiteltävä, liikuteltava ja inventoitava aika-ajoin, jolloin halvankin materiaalin kustannusvaikutus ylimääräisenä työnä voi olla piilevä mutta merkittävä.

3 Varastojen hallinta ja ohjaus teollisuusyrityksissä

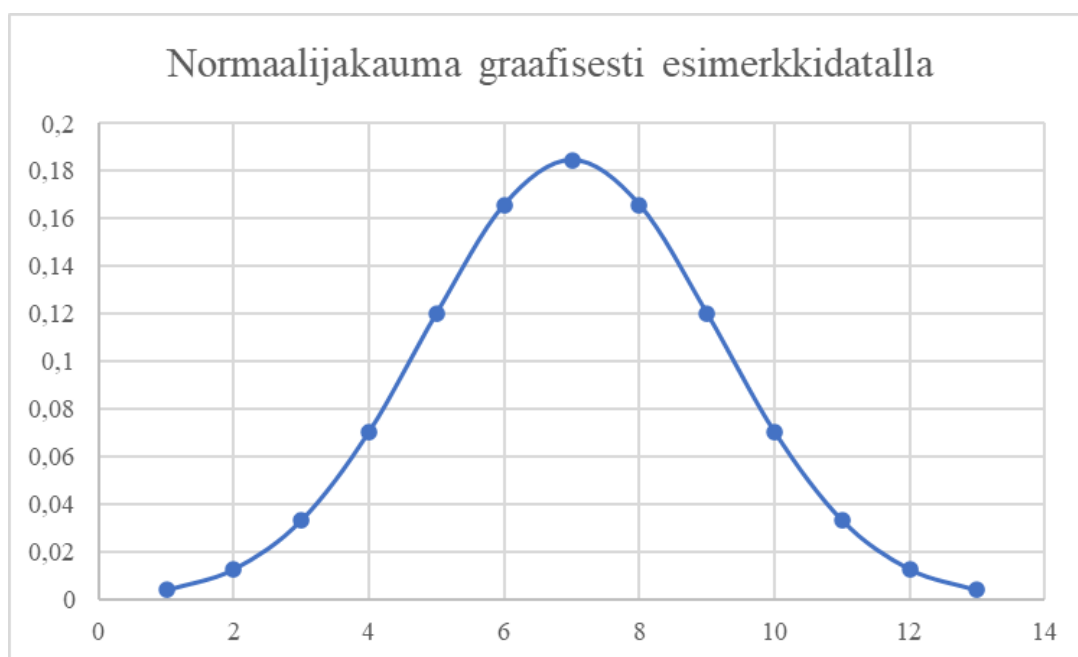
Tässä pääluvussa käsitellään varastojen hallintaan ja varastointiin liittyviä tunnuslukuja ja yleisesti käytettyjä määreitä. Tässä luvussa käsitellään myös hyvin yleisesti käytetty varastoanalyysi, ABC-analyysi. Kirjanpidollisesti ja raportointiväleinä liike-elämässä on pidetty perinteisesti kalenterivuotta, joten monet analyysit perustuvat laskentaan vuosissa ja tyypilliset vertailuarvot on laskettu samalla tavalla vuoden aikajaksoille jaoteltuina. Erikoistapauksissa nämä eivät aina päde ja palveluliiketoiminnassa voidaan päättää ohjauksesta hyvin tapauskohtaisesti ja näitä näkökulmia käsitellään luvun loppupuolella.

3.1 Varastointiin liittyvät tunnusluvut ja määreet

Varastojen tehokasta hallintaa varten on tunnettava tiettyjä varastonpitoon liittyviä tunnuslukuja ja määreitä. Varaston hallinnan suunnittelu vaatii varaston tuntemista. Perustermeinä toimivat varaston nimikemäärät ja niiden oletettu, ennustettu tai historiallinen kysyntä. Kysyntä on tavallisesti pääosin normaalisti jakautunutta. Tähän määritelmään palataan myöhemmin tässä kappaleessa. Varastoa täydennetään tavallisesti tietyllä erällä materiaalia, jota kutsutaan täydennyseräksi Q. Tavallisesti yritysten varastot jakautuvat niin kutsuttuihin varmuus- ja kiertovarastoihin. Kiertovarastolla tarkoitetaan sitä osaa varastosta, jonka oletetaan kuluvan varaston hallittavan täydennysvälin aikana. Varmuusvarastoksi SS (safety stock) kutsutaan sitä varaston osaa, jonka ei oleteta kuluvan kokonaan varastotäydennysten aikana. Taloudellinen erä koko, jolla varastoa täydennetään, EOQ (Economic order quantity), voidaan määrittellä matemaattisesti. Muita yleisiä varastoon liittyviä tunnuslukuja on varmuuskerroin ja palveluaste, jotka kuvaavat kuinka luotettavasti materiaalia on saatavilla tarvittaessa, sekä riitto DOS (days of supply, riitto päivinä), joka kertoo monenko päivän kulutusta vastaava määrä materiaalia, on varastossa, sekä kiertonopeus v , joka kertoo kuinka tehokkaasti varasto kiertää vuositason. Kiertonopeus on eräs varaston yleisimmistä KPI-mittarista (Key Performance Indicator, suorituskyvyn mittari, eli laskennallinen verrattava suure, joka kuvaa toimintaa jollakin tietyllä skaalalla). Riitto lasketaan yksinkertaisesti jakamalla varaston määrä kulutuksella, yleensä päivätasolla. Kiertonopeus lasketaan jakamalla vuosikysyntä keskimääräisellä varastotasolla ja kuvataan

yleensä varaston kiertomäärinä vuodessa. Nopealla kierrolla tavoitellaan pääomatehokkuutta, sillä tiheästi kiertävä materiaali ei seiso varastossa turhaan. Mitään täydellistä tavoitearvoa kiertonopeudelle ei voida osoittaa, mutta tyypillisesti marketti- ja kuluttajamarkkinoilla toimivilla yrityksillä kierto voi olla viiden luokkaa, kun taas öljynjalostamot ja kokoonpanolaitokset voivat saavuttaa jopa 50:n kiertonopeuksia (Ross 2015 s. 348). Alalla yleisesti tavoitellaan nopeampaa kiertoa, jolloin sidottu pääoma pysyy matalampana.

Varaston ohjaukseen liittyy olennaisesti kulutuksen jakauma. Yleensä kulutuksen voidaan olettaa olevan tasaisesti jakautunutta. Jos kulutus on täysin satunnaista, muuttuu varastoinnin optimointi hyvin vaikeaksi ja erittäin todennäköisesti joudutaan palveluastetta tiputtamaan verrattuna tasaisemmin jakautuneeseen kulutukseen kustannusten muodostuessa sietämättömiksi. Normaalijakauma muistuttaa koordinaatistossa kelloa. Normaalijakaumasta on esitetty esimerkkikuvaaja kuvassa 6.



Kuva 6. Normaalijakauman graafinen esimerkki

Kysynnän voidaan melko usein suurilla volyyymeillä olettaa olevan normaalisti jakautunutta, vaikka varaosaliiketoiminnassa ei tyypillisesti aina näin ole. Jos asiakaskenttä on tarpeeksi laaja, tasaa asiakasmäärä myös raskaassa teollisuudessa kysyntää kohti normaalimpaa

jakautumista. Tämä tarkoittaa, että kysynnän vaihtelut määrätyle ajanjaksolle tulevat suurella todennäköisyydellä pysymään vaihteluvälillä, joka ei yllätä, vaan on ainakin kohtuullisesti ennustettavissa tai arvioitavissa. Yleisimmän laitekannan yleisimmissä kuluissa osissa kulutus on tasaisinta, harvinaisten laitteiden ja harvoin tarvittujen varastoartikkeleiden kohdalla satunnaisuus kasvaa. Normaalisti jakautuneesta kulutuksesta keskiarvosta poikkeamisen todennäköisyys pienenee, eli tasaisesti jakautuneella kysynnällä hyvin pienet tai hyvin suuret tarpeet keskimääräiseen verrattuna ovat epätodennäköisiä. Normaalijakaumaa voidaan siis käyttää kulutuksen kohtuulliseen ennustamiseen ja varmuusvaraston koon määrittämiseen yleisimmissä tapauksissa. Varmuusvaraston koon määrittämiseen käytetään palveluastetta, jonka kaava 2 on seuraava:

$$SS = Z * \sqrt{L} * \sigma D \quad (2)$$

jossa SS on varmuusvarasto, Z on halutun palveluasteen standardipoikkeama joko laskemalla tai taulukkoarvona ja σD on kysynnän keskihajonta, L on toimitusviive.

Matemaattisia taulukkoarvoja voidaan käyttää laskemaan palveluastetta, eli kuinka todennäköisesti varastosta saadaan tarvittava materiaali aina tarvittaessa. Yleisiä palveluasteiden arvoja on esitetty taulukossa 2. (Ross 2015 s. 400; Chopra 2019. s. 339)

Taulukko 2. Palveluaste ja standardipoikkeama

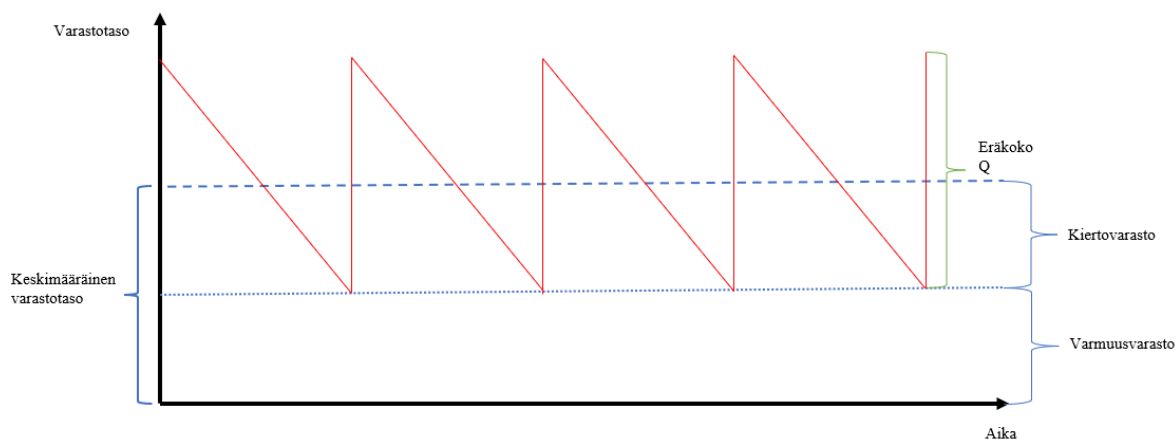
Palveluaste, %	Standardipoikkeama, Z	Palveluaste, %	Standardipoikkeama, Z
50,0 %	0,00	96,0 %	1,75
75,0 %	0,67	97,0 %	1,88
80,0 %	0,84	98,0 %	2,05
84,1 %	1,00	99,0 %	2,33
85,0 %	1,04	99,5 %	2,57
89,4 %	1,25	99,6 %	2,65
90,0 %	1,28	99,7 %	2,75
93,3 %	1,50	99,8 %	2,88
94,0 %	1,56	99,90 %	3,09
95,0 %	1,65	99,93 %	3,20
		99,99 %	4,00

Palveluasteen pitäminen korkealla nostaa nopeasti varastoitavaa materiaalmäärää. Palveluliiketoiminnassa varaston palvelukyky on kriittinen kilpailutekijä, mutta se ei voi olla sitä hinnalla millä hyvänsä, ylivarastoinnin ja harvojen varastotäydennysten kustannus voi muodostua hyvin suureksi. Täydellisen palveluasteen tavoittelemisen on erittäin teoreettista, eikä täydellinen 100 prosentin palveluaste ole yleensä realistinen eikä kustannuksiltaan järkevä.

3.2 Varaston jakautuminen kierto- ja varmuusvarastoon ja varaston täydentäminen

Varasto jakautuu yleensä kierto- ja varmuusvarastoon. Kiertovarasto CS (cycle stock) muodostuu täydennettäessä varastoa suuremmissa erissä. Varasto ikään kuin jakaantuu osaan, joka on aina varalla kulutus- ja toimitusvaihtelun ääripäitä varten ja kiertovarastoon, joka muodostaa normaalin täydennysajan syklin aikaisen kulutuksen. Tämä jako ei ole kirjaimellinen, esimerkiksi säilytettävyyden ja hyllyiän takia usein käytetään FIFO-periaatetta kappaletavaraissa materiaalissa, jauhe- ja nestemäisiä materiaaliavarantoja voidaan esimerkiksi sekoittaa varastotoimintona. Kiertovaraston osuus on tilauserä koko

jaettuna kahdella, $Q/2$. Varaston profiilia kierto- ja varmuusvaraston ja täydennyserän kesken on esitetty kuvassa 7. (Chopra 2019 s. 326)



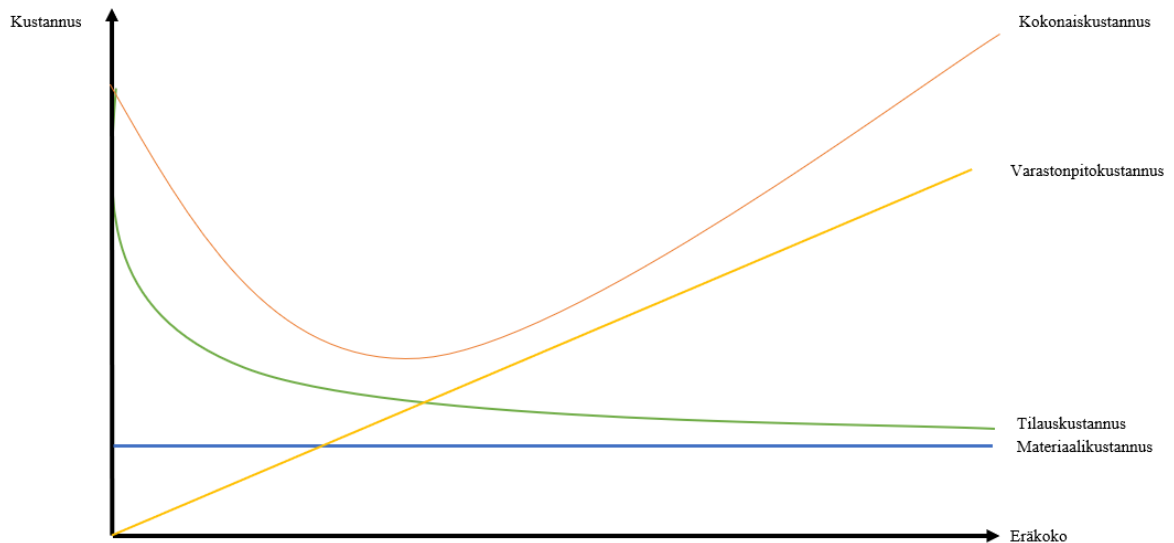
Kuva 7. Varaston profiili kierto- ja varmuusvarastolla (mukaiillen Chopra 2019 s. 326)

Varaston artikkeleiden eräkoon optimointi määrittelee käytännön tasapainon, jolla kokonaiskustannuksia pyritään minimoimaan. Sopiva eräkkö riippuu täysin materiaalista, kulutuksesta, säilyvyydestä, toimituserän kustannuksista ja varastonpitokustannuksista. Usein laskennan antamaa eräkköä ei ole järkevää käyttää, vaan valitaan joku optimia lähellä oleva toimituseräkkö, esimerkiksi täysinä paketteina, kokonaisina pakkauksina tai lavoina. Taloudellisen täydennyseräkoon EOQ (economic order quantity) määrittäminen tapahtuu kaavalla 3.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{hC}} \quad (3)$$

jossa D on vuotuinen kysyntä (demand), S on kiinteä täydennyseräkustannus (order cost), h on varastonpitokustannus prosentteina vuodessa (holding cost) ja C on yksikkökustannus (unit cost). Kaavalla saadaan yksittäisen nimikkeen matemaattinen optimieräkkö. Tätä erää ei kuitenkaan yleensä voida noudattaa orjallisesti vaan on otettava huomioon käytännön rajoitteita varastoinnissa ja materiaalinkäsittelyssä. Myös samalta toimittajalta voi olla kokonaiskustannustehokkainta tilata samaan aikaan useampaa materiaalia samaan toimitukseen. Näitä olosuhteita ei voida laskea kaavamaisesti, mutta myöskään tuhansien

yksittäisten nimikkeiden kannalta ei välttämättä kannata käyttää aikaa optimointiin, joka on hyvin materiaalikohtaista. Kaava myös olettaa kulutustietoa vuodessa, jota ei esimerkiksi täysin uusilla ole luotettavasti arvioitavissa. Eräkoon hakeutuminen optimialueelle on kuvattu kuvassa 8. (Chopra 2019 s. 285)

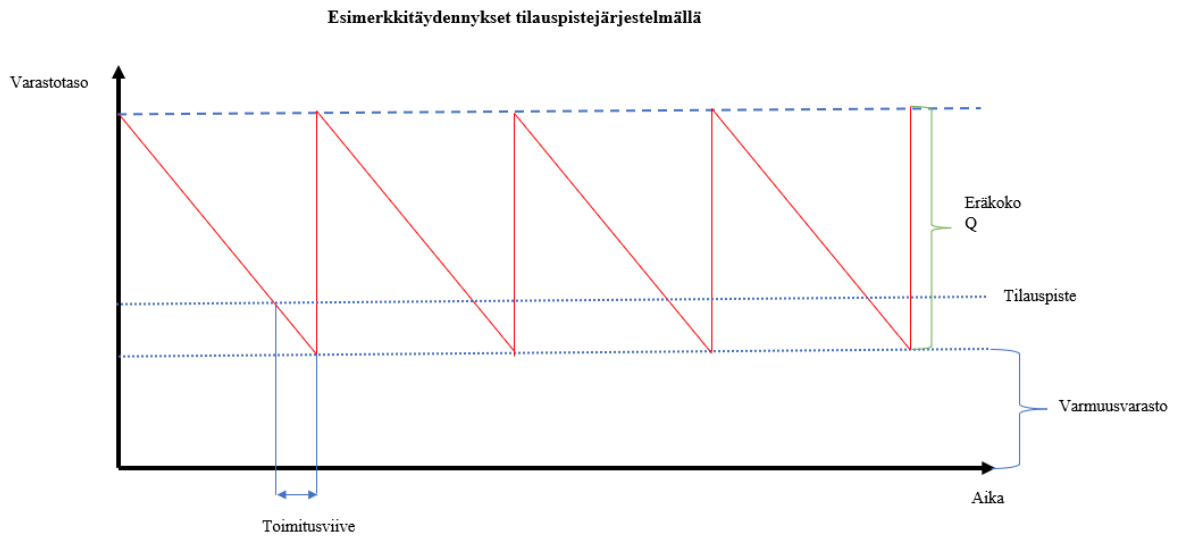


Kuva 8. Esimerkki eräkoon vaikutuksesta kokonaiskustannuksiin (mukaillen Chopra 2019, s. 285)

Esimerkkikuvaajan mukaista matalimman kokonaiskustannuksen tilauseräkkoa ei aina voida valita. Usein on tyydyttävä johonkin lähellä olevaan, käytännölliseen eräkokoon. Joskus myös paljousalennukset ja erilaiset kampanjat voivat vaikuttaa oikeasti kannattavimpaan tilauseräkkokoon, samoin kuin tuotteitten kausiluonteisuus, saatavuuden vaihtelut ja niin edelleen. Vaikka varaston täydentämisen yksityiskohtia voi jalostaa loppumattomiin, on usein hyödyllistä pidättäytyä jossain hyväksi havaitun mallin mukaisessa valinnassa.

Varastojen täydentämiseen on kaksi hyvin yleisesti käytettyä menetelmää, tilauspiste- ja jaksottainen vakiotilausvälin järjestelmä, sekä näiden yhdistelmiä. Tilauspistejärjestelmässä otetaan huomioon toimitusviiveen ajan kulutus, ja tilataan aina tilauspisteen alittaessa taloudellinen erä materiaalia. Vakiotilausvälin järjestelmässä taas tilataan määräajoin erä,

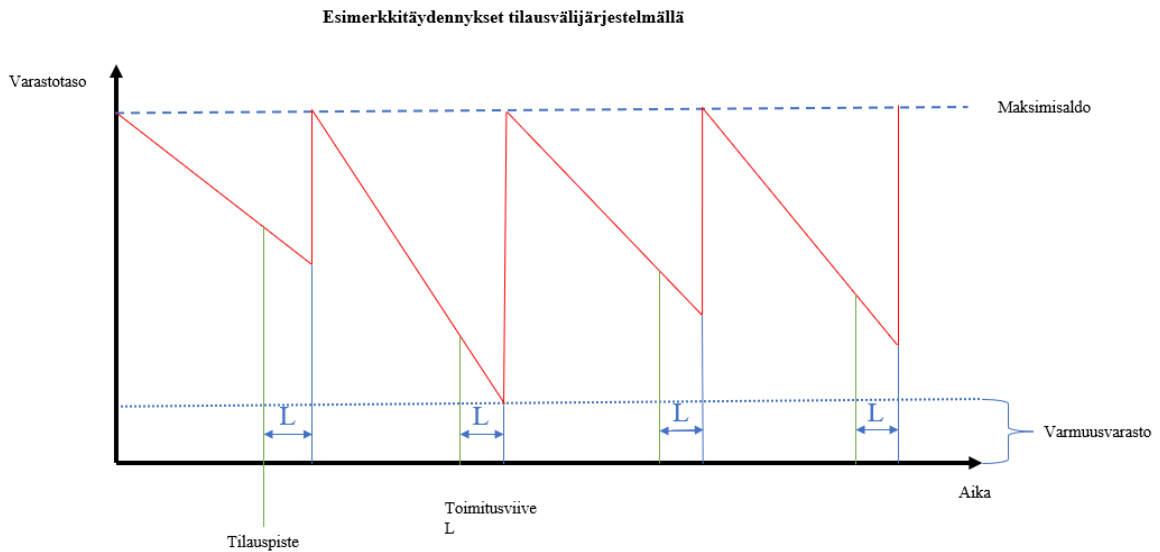
joka täyttää varaston haluttuun tasoon, tai joskus vain vakioerä, jolloin saldoksi jää mitä erän saapuessa sattuu jäämään. Näiden järjestelmien periaatteita on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Tilauspistejärjestelmän esimerkki

Kuvan 9 esimerkissä toimitusviive on vakio ja toimituserä vakio. Näin varastoa täydennetään aina tilauspisteen kohdalla siten, ettei varmuusvaraston taso alitu. Näin voidaan hallita yksinkertaisella tavalla kysyntää, joka on varsin tasaista ja toimitusajan viive on hyvin luotettavasti tiedossa. Järjestelmä sopii hyvin erittäin tasaiseen kysyntään ja luotettaviin toimituksiin, ja tätä käyttämällä voidaan helposti hakea tasapainoa varmuusvaraston riittävyyden ja tiheän mutta edullisen tilausvälin ja -erän kesken. Teoriassa tiheä ja tuotettava tilausväli matalin varastosaldoin pitää pääomakustannukset matalina. (Arnold et al. 2008. s. 306)

Täydennysjärjestelmä, joka tilaa vakiomääräajoin aina joko ennalta sovitun kokoisen erän täydentää varastoa hieman eri tavalla. Vakiotilausvälijärjestelmän käyttöä on esitelty kuvassa 10.

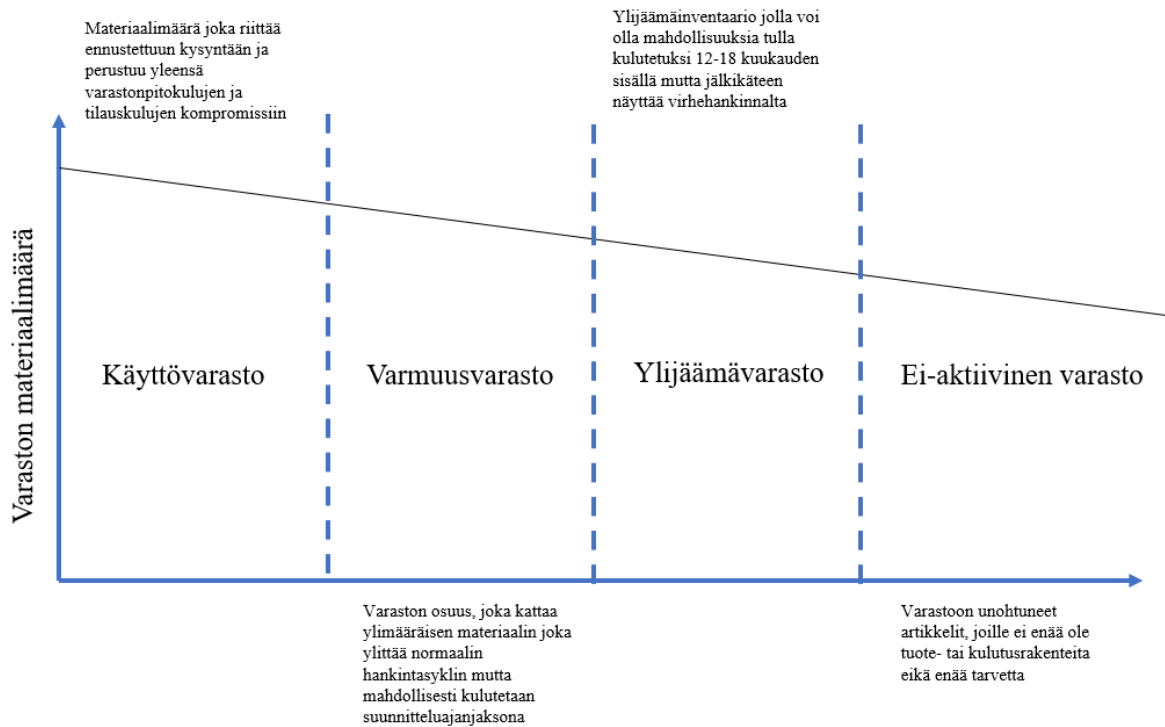


Kuva 10. Vakiotilausvälijärjestelmän esimerkki

Vakiotilausvälijärjestelmä tilaa yleensä aina tarkasteluhetkellä olevan saldon perusteella ennalta määriteltyyn maksimisaldoon. Tämä menetelmä on tehokas silloin, jos toimituserä on tarkasti määritettävissä tietyn kokoiseksi. Silloin tilausväli voidaan sovittaa siten, että varmuusvarasto riittää poikkeamatilanteissakin. Kuten tilauspistejärjestelmässäkin, on toimitusviive L otettava huomioon, jotta tilaus tehdään tarpeeksi aikaisin, eikä poikkeustilanteissakaan päädytä varaston tyhjenemiseen ennen varastotäydennystä (Arnold et al. 2008. s. 320). Yleisesti varaston täydentämiseen tulee valita menetelmä, joka on kompromissi taloudellisimman eräkoon, varaston kustannusten ja varastoon sitoutuneen pääoman väliltä. Kuinka pitkälle tilausjärjestelyä kannattaa analysoida ja optimoida, on hyvin tapauskohtaista. Tuhansien nimikkeiden varastossa kannattaa harvoin optimoida rivi riviltä edes kaikkia ABC-analyyseissä tärkeimmiksi havaittuja nimikkeitä, kun taas joskus jonkun erityisen hankalan materiaalin täydentämiseen voidaan laatia täysin ainutlaatuinen protokolla. Suurissa varastoissa, joita täydennetään monilta eri toimittajilta, voi myös olla kaikkia täydennysmalleja käytössä.

Varastossa, jossa eri materiaaleja voi olla tuhansia, voi muodostua helposti väärin ohjattuja materiaalityyppejä. Kysyntäprofiili voi muuttua tai olla arvaamattomasti jakautunutta. Palveluliiketoiminnassa jää helposti liiketoiminnalle ja palvelulle tärkeitä materiaaleja varastoon siten, etteivät ne enää noudata mitään yleistä ohjausperiaatetta ja menekki voi muodostua erittäin epätasaisesti jakautuneeksi. Prosessiteollisuudessa on tyypillistä, että

jopa vuosikymmeniä sitten valmistuksesta poistettuihin tuotteisiin tarjotaan varaosia. Tällaisten laiteiden kohdalla joudutaan varastojen ohjauksessa tekemään epätavallisia ratkaisuja. Varaston dynamiikkaa on esitetty kuvassa 11.



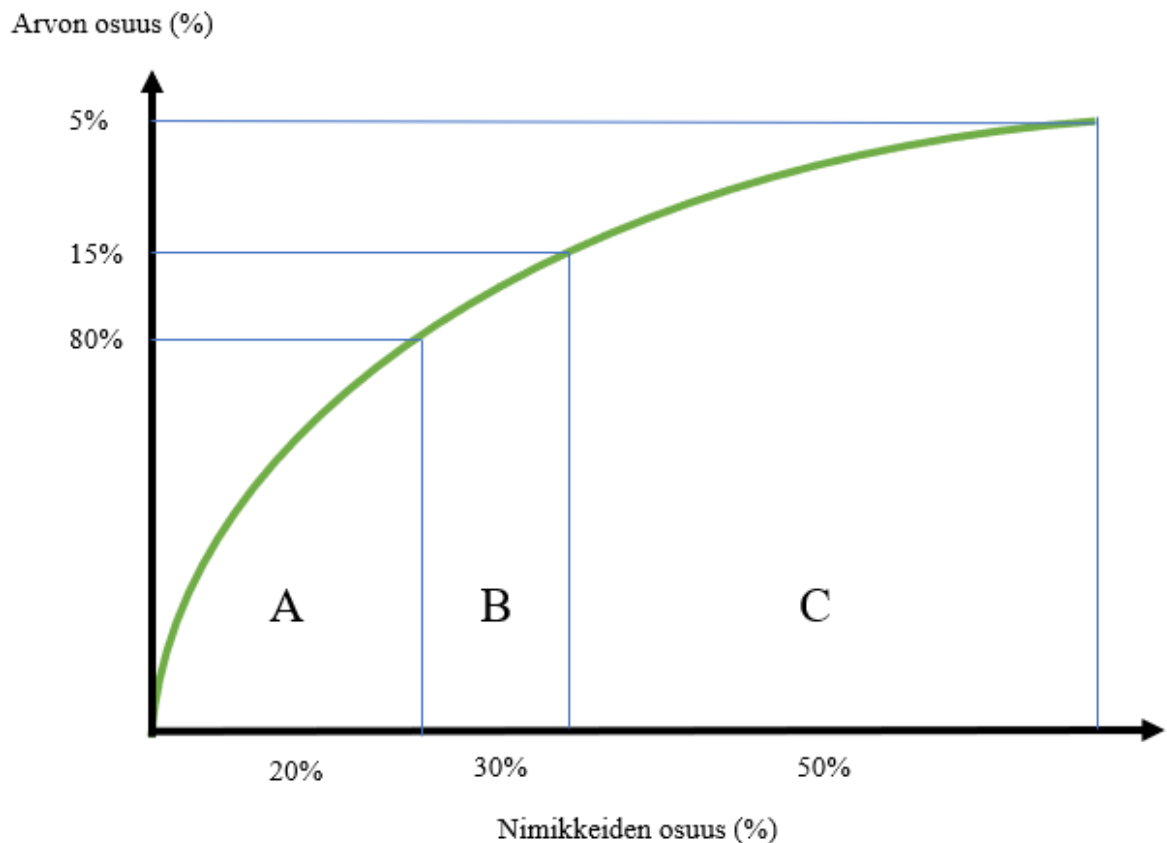
Kuva 11. Varastodynamiikka (mukaiillen Ross 2015 s. 345)

Varaston hallinnassa tulisi kyetä tunnistamaan analyysillä ja ennusteilla ne osat varastoa, joille ei uskota olevan tulevaisuudessa menekkiä. Teollisuuden palveluliiketoiminnassa voidaan joutua pitämään hyvin hitaasti kiertäviä ja perusanalyysien perusteella huomattavan epäedullista materiaalia, esimerkiksi kilpailun palvelutekijänä. Tasapainoilu palvelun ja varastonpidon kustannuksen ja pääomatehokkuuden välillä joudutaan päättämään pahimmillaan asiakas- ja materiaalikohtaisesti. Oman hankaluutensa varastohallintaan tuovat uutuustuotteet, joilla ei ole kulutushistoriaa mutta joiden tarpeeseen tulee varautua arviopohjalta.

3.3 ABC-analyysi ja materiaalinimikkeiden jaottelut

Yrityksillä on helposti tuhansia eri nimikkeitä varastoissaan. Hyvin yleisesti käytetty ABC-analyysi jaottelee nämä varastoartikkelit kriteerien mukaan tärkeysluokkiin, yleensä esimerkiksi kokonaismyynnin mukaan. Tämä jaottelu perustuu italialaisen Vilfredo Pareton havaintoon, jossa tilastollisesta otannasta 20 prosenttia edustaa 80 prosenttia kertymästä, alun perin italialaisten varakkuuden jakautumisesta. Samaa 20/80 jakoa on voitu soveltaa hyvin moniin esimerkkitapauksiin, kuten olettamalla että Pareton jakauma pätee varastoitavassa suuressa nimikemäärässä, eli 20 prosenttia materiaalista muodostaa 80 prosenttia materiaalin kustannuksesta, tai myynnistä. (Ross 2015 s. 361–363)

ABC-analyysillä voidaan siis jakaa kaikki nimikkeet luokittain, jolloin ne asettuvat luokkiin kuten kuvassa 12 esitetään. Kuvan jako on yleisesti käytetty, mutta periaatteessa jakorajoja voidaan muuttaa sopimaan tarkasteltavaa materiaalia. Esimerkiksi ABC-analyysissä usein on lisätty luokaksi D, joka edustaa täysin kiertämätöntä, liiketoiminnan kannalta merkityksetöntä osaa inventaariosta. Jaotteluluokkia voi periaatteessa olla kuinka monta tahansa, mutta yleisimmin analyysissä jaetaan koko varasto kolmeen tai neljään pääluokkaan. Jaottelu siis auttaa tunnistamaan yrityksen liiketoiminnalle tärkeimmät materiaalit, joiden ohjaamiseen luonnollisesti kannattaa panostaa.



Kuva 12. ABC-analyysin jaotteluesimerkki

Luokittelussa nimikkeet jaotellaan esimerkiksi myynnin osalta suuruusjärjestykseen, jolloin tärkein 20 prosenttia saa kategorisoinnin A, seuraava 10 prosenttia kategorisoinnin B ja tämän jälkeen loput kategorisoinnin C. Tämän jaottelun jälkeen voidaan tarkentaa artikkeleiden ohjausta varastossa esimerkiksi seuraavasti.

- A-artikkelit ovat joko kalliita tai hyvin liikkuvia artikkeleita, jotka luovat pääosan yrityksen liiketoiminnasta materiaalien puolesta. Näiden artikkeleiden riittävyys ja toimitusvarmuus on tärkeä asia ja esimerkiksi varastotasoihin tulee kiinnittää huomiota tarkasti, puutekustannusta tulee välttää. Materiaalinohjaus ja varastointi vaatii aktiivista seuranta ja optimointia.
- B-artikkelit ovat suurempi joukko, joka on edelleen kiertävää ja haluttua, mutta ei edusta niin tärkeää osaa varastoitavista materiaaleista. Usein B-artikkelit ovat automaatiojärjestelmän hallinnassa eikä näitä seurata erikseen, vain säännölliset tarkastukset riittävät.

- C-artikkelit ovat varastossa pidettäviä bulkkimateriaaleja, yleensä melko halpoja tai harvoin tarvittavia. Ohjaukseen ei kannata kiinnittää liikaa huomiota, esimerkiksi kaksilaatikkojärjestelmä voi olla riittävä ohjausmenetelmä.

Mikäli luokittelua halutaan syventää, voidaan ottaa erittelyyn vielä D-luokka, eli esimerkiksi poistettavat tai vain erityisistä syistä pidettävät nimikkeet. Näillä ei joko ole kysyntää juuri ollenkaan ja ne ovat halpoja, tai ne voivat olla jopa rahallisesti negatiivisia tuotteita, joiden välittäminen ei ole edes kannattavaa. Joissain olosuhteissa taas jopa D-luokiteltu, matemaattisesti haitallinen nimike voi olla erikoistilanteissa liiketoiminnalle palvelutekijänä kriittisen tärkeä. Koska ABC-analyysi on matemaattinen analyysi, tulee yleensä kriittiseksi tulkitut nimikkeet tarkastella erikseen. ABC-analyysi on tilastollinen analyysi, joten se on syytä päivittää säännöllisesti. (Ross 2015. s. 361–363). Vaikka analyysi on erittäin yleinen, se perustuu jonkun verran jakauman ja materiaalin kiertojen oletukseen eikä täten ole mikään matemaattinen yksiselitteinen totuus. Varsin moni liikeyritys kuitenkin käyttää jakoa ja se soveltuu hyvin monelle alalle, se on helppo tehdä ja käyttäjilleen ymmärrettävä.

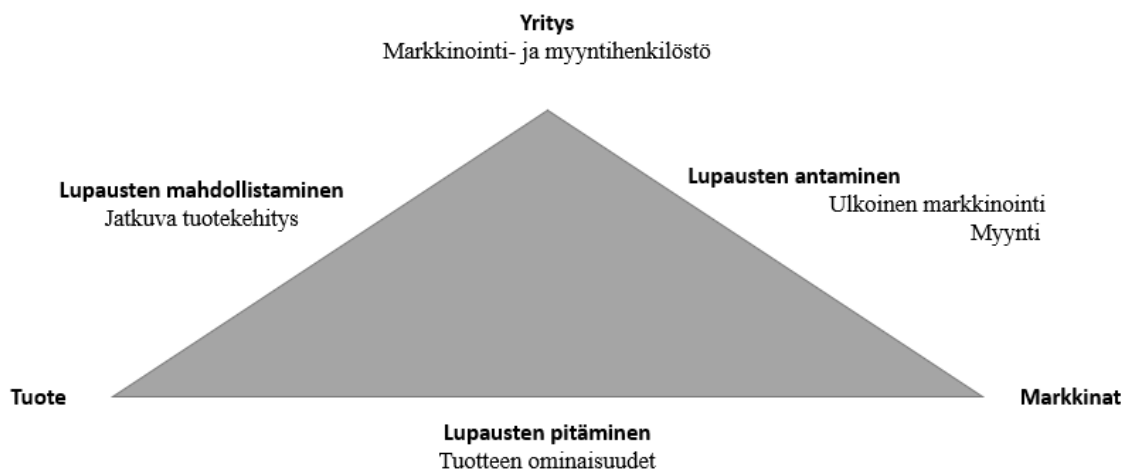
ABC-analyysiä voidaan syventää lisäämällä ulottuvuus XYZ, joka ottaa huomioon esimerkiksi varastosta tapahtuvien ottojen määrän ja satunnaisuuden, eli jaottelee kulutuksen ennustettavuuden mukaan. Tässä ulottuvuudessa X-kategoriolla on tasainen kysyntä, Y-kategoriolla suurempaa vaihtelua ja Z-kategoriolla hyvin vähän tai ei ollenkaan kulutusta tai se on erittäin satunnaista. Kulutusanalyyseissä käytetään yleisimmin variaatiokerrointa, vaikka se ei aina suoriudu paremmin kuin historiatrendin käyttö. Ottojen määrää käytettäessä tätä jaottelua on kutsuttu myös FNS-jaotteluksi sen englanninkielisten lyhenteiden mukaan, Fast eli nopeasti liikkuvat, Slow eli hitaasti liikkuvat ja Non-moving eli varastossa seisovat materiaalit. Jaottelujen raja-arvoille ei ole yksiselitteisesti oikeita tai vääriä raameja, vaan ne tulee määrittää tapauskohtaisesti ja analyysiä tulee ylläpitää säännöllisesti.

Vaikka ABC-analyysiä käytetään paljon, se ei yksin riitä varaosaliiketoiminnan varastoitavien materiaalien ohjaamiseen. Huiskosen (2001 s. 129) mukaan yksiulotteinen ABC-analyysi ei ota huomioon tarpeeksi ohjausparametreja erityyppisille materiaaleille. Materiaalien luokittelussa luokkarajat tulee valita siten, että saavutetaan selkeitä, erottuvia luokkia, jotta jaottelusta on konkreettista hyötyä. (Happonen, A. s. 46 2011; Scholz-Reiter, B. et al. 2012 s. 446; Kourentzes, N. 2016; Pem Vrat 2014 s. 67)

3.4 Varastojen ja kustannusten merkitys asiakaskentän palvelunäkökulmasta

Varastointi hahmotetaan pakolliseksi pahaksi liiketoiminnassa, mutta toimitusketjuja ei olisi ilman varastointia. Palveluliiketoiminnassa joudutaan ottamaan huomioon myös asiakaspalvelun ja asiakkaiden toiveiden ja vaateiden näkökulma voimakkaasti. Kun jokainen linkki ketjussa pyrkii minimoimaan kustannuksiaan, joutuu toisia palveleva yritys pohtimaan varastonpitokustannuksiaan pelkkien tunnuslukujen lisäksi myös asiakkaan kokeman palvelun laadun näkökulmasta. Huolto- ja varaosapalveluja tuottavan yrityksen osa toimitusketjussa on monimutkaisempi kuin perinteisen valmiita tuotteita välittävän yrityksen. Koska uudet laitteet ovat huomattavan arvokas investointi, otetaan hankinnassa myös varaosa- ja huoltopalvelu sekä niiden luotettavuus huomioon. Tämä alkuperäisvalmistajan asiakaskentän palvelu linkittyy uusien laitteiden myyntiin: jos jälkimarkkinoiden hoito koetaan riskiksi, ei uusiakaan laitteita osteta sellaiselta valmistajalta tai toimittajalta. Saatavuuden kriittisyysnäkökulma otetaan huomioon asiakaskentässä. Erityisesti matalan kriittisyysasteen mutta kalliin hinnan materiaaleilla moni yritys yrittää pitää toimitusketjussa varastoa toimittajalla eikä itsellään (Huiskonen 2001 s. 132).

Perinteisten, fyysisten tuotteitten markkinoinnissa korostuu kolme tärkeää osaa, itse yritys, tuote ja markkinat. Perinteistä markkinoinnin jakoa esitetään kuvassa 13.



Kuva 13. Fyysisen tuotteen markkinointikolmio (mukaillen Grönroos 2001. s. 90)

Kuvan 13 markkinakolmion osana myynti ja markkinointi antavat asiakkaalle lupauksen tuotteen ominaisuuksista. Asiakkaalle tuotteen arvo tulee fyysisen tuotteen ostajalle sopivista ominaisuuksista, pidetystä lupauksesta. Kilpailutekijänä tuotetta tulee kehittää, jotta voidaan tarjota asiakkaalle jatkossakin arvoltaan ja ominaisuuksiltaan haluttavat tuotteet. Palveluliiketoiminnassa, jossa usein osa tai jopa kaikki arvonmuodostus tapahtuu yhteistyössä tai prosessissa asiakkaan kanssa, ei arvo muodostu pelkän fyysisen tuotteen kautta. Palveluliiketoiminnan asiakaspalveluprosessissa voivat tarpeet ja toiveet (vrt. tuotteen ominaisuudet) olla osin määrittelemättä. Aina ei esimerkiksi ennalta tiedetä, kuinka monimutkaista palvelua tarvitaan, tarvitaanko paljon fyysisiä materiaaleja tai kuinka pitkään palvelun prosessi jatkuu. Tätä palveluluiden markkinointimallia esitetään kuvassa 14.



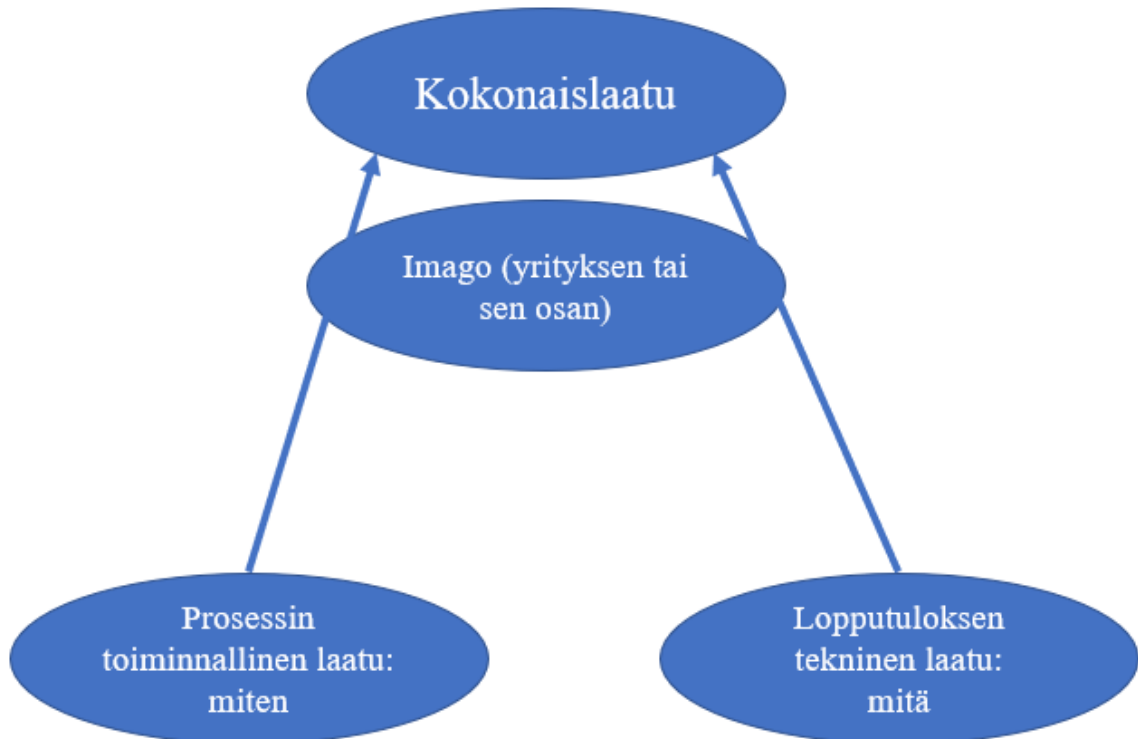
Kuva 14. Palvelun markkinointikolmio (mukaiillen Grönroos 2001 s. 91)

Kuvan 14 markkinointikolmiossa esitetään palvelun markkinointikolmion vaikuttavat näkökulmat. Erona pelkän fyysisen tuotteen markkinakolmioon on huomattavasti monitahoisempi ero lupauksen pitämisessä ja asiakkaan kokemassa arvossa. Teollisuuden huoltopalveluliiketoiminnassa fyysiset tuotteet liittyvät usein palveluihin, joten molemmat näkökulmat on otettava huomioon. Kuvaajassa esitetyt osa-aikaiset markkinoijat voidaan mieltää asiakaspalvelijoina, jotka ikään kuin myyvät yrityksen palvelua sitä suorittaessaan. Nämä henkilöt voivat olla esimerkiksi asentajia, jotka suorittavat fyysisen työn asiakkaan luona. Teollisuuden asiakkaat tarvitsevat tyypillisesti molempia materiaalia ja palvelua, ja

niiden laatu ja saatavuus linkittyvät toisiinsa tärkeinä kilpailutekijöinä. (Grönroos 2001 s. 89–93).

Varaosilla on myös markkinointinäkökulmasta erilainen asema kuin tavallisilla kuluttajatuotteilla. Varaosien hankintatarve on hyvin suoraviivainen eikä siihen voida juuri vaikuttaa kampanjoilla, mainostamisella tai tunnepohjaisilla menetelmillä. Asiakas hankkii varaosia vain tarpeeseensa, eikä sesonkeja tai kausivaihteluita esiinny. Tämä omalla tavallaan yksinkertaistaa materiaalien hallintaa, koska tuotteiden ja palvelujen vetovoima asiakkaalle on puhtaan utilitaristista. Samaan aikaan voi olla sekä helposti ohjattavia volyymituotteita, että hyvin satunnaisesti käyttäytyviä materiaaleja. Esimerkiksi Perez jakaa toimitusketjut arkkityyppeihin, joista palvelu- ja varaosatoimittaja mukautuu useampaan samaan aikaan, tasapainoillen sekä palvelun että tehokkuuden välillä, mikä aiheuttaa ristiriitaisia tavoitteita toimitusketjulle (Perez 2013).

Kilpailutekijänä asiakkaan kokema palvelun kokonaislaatu on avainasemassa hyvin kilpaillulla palvelukentällä. Asiakkaan vertaillessa palvelutoimittajia on laatutekijä yhä tärkeämpi osa menestyvää liiketoimintaa. Asiakas ei valitse montaa kertaa yritystä, jonka palvelun heikko taso ei vastannut odotuksia. Erityisen suurta riskiä asiakasyrityksille aiheuttaa tuotantotappio palvelun viivästymisen tai heikon laadun takia. Sama pätee myös pelkkiin fyysisiin tuotteisiin. Jos luvattua materiaalia ei saada ajoissa, voi viivytys maksaa tuotantotappioiden moninkertaisesti kalliinkin palvelun ja materiaalin hinnan. Saatavuus on siis yksi kriittisistä palvelun kilpailutekijöistä. Asiakkaan kokema laatu muodostuu kahdesta pääosista, siitä, mitä saatiin ja siitä, miten se saatiin. Asiakkaan kokeman laadun kokonaiskuvaa on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15. Asiakkaan kokema kokonaislaatu (mukaillen Grönroos 2001 s. 102)

Esitettynä kuvassa 15 asiakkaan kokema kokonaislaatu muodostuu asiakkaan odotuksista, teknisestä eli lopputulosulottuvuudesta ja toiminnallisesta ulottuvuudesta eli prosessiulottuvuudesta. Asiakkaan kokema laatukokonaisuus koostuu omien odotusten täyttymisestä, täyttämättä jäämisestä tai ylittämisestä. Hyvin hoidettu reklamaatioprosessikin voidaan kokea positiivisena asiana, vaikka alun perin jotain on mennyt pieleen. Kilpailussa pärjääminen vaatii asiakkaan odotusten täyttämistä sitä sääntillisemmin mitä kilpaillumpaa alalla on. Koska kaiken kaikkiaan korkea laatu muodostuu asiakkaan kokemuksesta, on tärkeä ylläpitää kykyä täyttää asiakkaan tarpeet siten, että koettu laadukkuus täsmää odotuksiin. (Grönroos 2001 s. 102–104)

Varaston osa asiakaskentän palvelussa on pitkälti mahdollistaa nopea ja luotettava vaste asiakkaan tarpeisiin. Suuret asiakkaat ovat hyvin vaativia ja palvelun erinomaista saatavuutta pidetään lähes itsestään selvänä. Asiakkaiden vaatimus erinomaiseen palveluasteeseen antaa painetta nostaa varastojen tasoa. Osin tätä ilmiötä voidaan hallita tekemällä palvelusopimuksia, joissa suurasiakkaiden eri laitosten kesken perustetaan yhteisvarasto, jota palveluna hallitaan taaten ennalta sovittujen materiaalien saatavuus maksua vastaan. On

kuitenkin mahdotonta kyetä sopimuksin hallitsemaan kaikkea asennettua laitekantaa, jota varastolla palvellaan. Suurten volyymien asiakkaiden kanssa varastossa seisova materiaali on helpommin perusteltua kuin pienten, satunnaisten asiakkaiden.

On kuitenkin muistettava, että ilman analyysiä asiakkaiden kannattavuudesta ei ole takeita, että suuretkaan asiakkaat ovat aina kannattavia asiakkaita. On arvioitu, että jopa 30 % asiakkaista on kannattamattomia. Kuitenkin kilpailutilanteessa kilpailijat kohdistavat resurssinsa juuri kannattavimpien asiakkaiden hankintaan. Jos ei tiedetä asiakkuuksien todellista kustannusta ja tuottoa, voidaan päätyä ylipalvelemaan kannattamattomia asiakkaita. Pitkälle viety analyysi voi kattaa jopa koko asiakkuuden elinkaaren arvon. (Grönroos 2001 s. 210) On helppo unohtua ylipalvelemaan vanhaa suurta asiakasta, jolla on jo pitkälle neuvotellut alennukset ja samaan aikaan kova laatuvaatimus, jolloin sidotaan heikosti kannattavaan asiakkuuteen huomattava määrä resursseja.

3.5 Varaosamateriaalien kriittisyysnäkökulma

Varaosat ovat määritelmältään usein hieman poikkeavia perinteisestä varastoitavasta materiaalista sen erityisen kohteen ja tarpeen vuoksi. Varaosat ovat materiaalia, jota tarvitaan pitämään tuotantolaitteistot, ajoneuvot ja järjestelmät toimintakunnossa ja turvallisina. Varaosien jaottelu on perinteisesti tehty joko korjattaviin tai uusittaviin osiin (Fortuin ja Martin 1999 s. 950). Tämän tutkimuksen kohteena olevan yritysten asiakkailla on pääsääntöisesti tarve nopeaan huoltoon tai korjaukseen, joten korjattavat osat usein ensin korvataan uusilla ja sitten kunnostetaan vaurioitunut vanha osa, mikäli se on taloudellista. Asiakkaat myös tekevät omat varastointisuunnitelmansa, kuten keskitettyjä varastoja saman konsernin tehtaiden kesken, ja laativat omat kriittisyysanalyysinsä, jotka pääosin näkyvät vain nimikkeiden myyntitilastoina tutkimuksen kohdeyritykselle, joten näillä suurasiakkailla on kulutusta osin tasaava vaikutus tutkimuskohteen kannalta.

Kriittisyysluokittelut ovat hyvin tapauskohtaisia asennetun laitekannan, tuotantoprosessin, käytön, logistiikan tason yms. takia. Kriittisyysluokittelu tulee tehdä asiantuntijatasolla ja tapauskohtaisesti olosuhteet huomioiden. Kriittisyysluokittelun perustana on kyseisen materiaalin puutteen sietäminen: voidaanko materiaalin puutetta sietää lyhyitä aikoja vai onko se ehdottomasti oltava käsillä tuotannon välineistön tuotantokunnon palauttamiseksi. Tästä saadaan jako vähintään kriittisiin ja ei-kriittisiin osiin. Määräviä huomioon otettavia

asioita ovat ainakin kulutusvolyymi ja ennustettavuus, korjattavuus, hankinnan ja oston viiveet, toimitusaika tilauksesta, suunnitteluhorisontti, toiminnallinen ehdottomuus, hankintahinta, varastointikustannus ja nykyaikana turvallisuustekijät. Kriittisyysluokittelun laatiminen on hyvin vaikeaa etenkin suurelle määrälle nimikkeitä, joiden kulutushistoria tai -ennuste on hyvin niukka, esimerkiksi vain muutama havainto historiassa. Kun havaintopisteitä on alle viisi, on havaintomäärä hyvin epävarma ja ennustettavuus heikkoa (Rintala, A. & Huiskonen, J., s. 17 2015). Tämä myös pätee erityisesti uusien laitteiden tai varaosien puuttuvaan historiaan, joissa voidaan lähinnä ennustaa kulutusprofiilin vastaavan muita tyypillisiä tuotteita. Myös hyvin vanhat laitteet ovat tyypillisesti poistuvasta päästä laitekantaa, joten kulutus yleensä harvenee mutta ei täysin lopu. Vaikka asiakaskunta yrittää myös pitää kriittisimmät varaosat luotettavasti saatavilla, koskevat samat säästöpainet ja luokittelun arviointivaikeudet kaikkia. Etenkin jos loppuasiakkaan varastointi pettää, tulee palveluliiketoiminnassa toimivan yrityksen puolelle mahdollisuus paikata tilanne. Kriittisyysnäkökulmaa asiakkaan laitteiston kannalta ei kuitenkaan voi tarkasti tietää, ja palvelutoimittajan näkökulmasta kriittisyys tarkastellaan ensisijaisesti oman toiminnan kannalta. Asiakkaan puutekustannusten ja hyvin satunnaisen kulutuksen yhdistelmä on vaikea varaosien varastoinnin suunnittelun kannalta. (Huiskonen 2001 s. 125–126; Fortuin ja Martin 1999 s. 959; Huiskonen 2001 s. 129)

Vaikka asiakkaat loppukäyttäjinä tekevät omat tarkemmat kriittisyysanalyysinsä, voidaan palveluliiketoiminnassa mukana olevan yrityksen katsoa osallistuvan toimitusketjun varmuuteen ja yhteistyön houkutelavuuteen varautumalla loppukäyttäjän tekemiin virhearvioihin ja kokemuksiin vastoinkäymisiin. Etenkin kalliissa, harvoin tarvittavissa osissa on loppukäyttäjillä painetta siirtää varastointi palvelu- ja laitetoimittajan kontolle. Tässä ristipaineessa pääomakustannusten jakautumisessa voidaan pitää suurta omaa varastoa palvelunäkökulman kannalta kriittisenä johonkin pisteeseen saakka, mutta jossain vaiheessa on toimitusketjun pitkän tähtäimen toimivuuden kannalta parempi syventää yhteistyötä, lisätä läpinäkyvyyttä esimerkiksi osien saatavuuden kohdalla. Myös erilaiset palveluvarastot ja sopimusvarastot tulevat kysymykseen, kun halutaan pienentää kokonaisriskiä ja hallita kustannuksia.

4 Varaston nykytila kohdeyrityksessä

Tässä pääluvussa käsitellään kohdeyrityksen varastojen järjestäytyminen ja käsitellään varastojen nykytila. Kappaleen alussa esitellään varaston pääpiirteet ja miten varastot on jaoteltu sekä kappaleen lopussa esitellään materiaalien hallintaa ja täydentämistä.

4.1 Kohdeyrityksen varastot

Kohdeyrityksen varastot sijaitsevat fyysisesti huoltokeskusten yhteydessä. Pääosa huollon varastosta on suurimmassa huoltokeskuksessa Karhulassa, käytännön syistä pieniä määriä materiaalia varastoidaan myös muihin keskuksiin, lisäksi palvelun tuotossa tarvittavia apumateriaaleja (puhdistusaineita, liimoja jne.) säilytetään kaikilla toimipisteillä. Näiden materiaalien merkitys on kokonaisuudessa vähäinen ja tämän työn ulkopuolella. Tämän työn kannalta oleellinen varasto on juuri Karhulan 150-tunnuksella oleva varasto, josta palvelee sekä suoraan asiakkaita että omaa huoltoliiketoimintaa. Myös uuslaitetuotannolla on omat varastonsa, joita täydennetään pääosin tilausohjautuvasti uuslaitetoimitusten suunnittelun mukaan. Nämä varastot eivät ole normaalisti ristiin käytettävissä, vaikka erityistapauksissa voidaan materiaalia toimitusaikojen puitteissa lainata toiselta varastolta. Näitä uuslaitetuotantojen tarvelaskennan alaisia varastoja ei käsitellä tässä tutkimuksessa.

Huoltoliiketoiminnan varastot on jaettu numerotunnuksin. Huoltoliiketoiminnan käytössä olevat varastot on nimetty päätunnuksen 150 alle. Yhtiön sisäisessä tunnusmerkistössä uuslaitetuotantotehtaan oma varasto on 110 ja niin kutsuttu toimituskeskus on tunnukseltaan 140, joka palvelee uuslaitetuotantoa ja huoltoliiketoimintaa globaalien hankinnan läpivirtausvarastona. Tässä työssä ei käsitellä näitä uuslaitetuotantoon liittyviä varastoja.

150-varasto on jaettu osiin. Päävarasto 150 Karhulan huoltokeskuksessa palvelee varaosavarastona niin varaosatoimituksia kuin huolto- ja korjausliiketoimintaa. Mäntän huoltokeskuksen varasto on tunnukselta 151, Oulun huoltokeskus on tunnukseltaan 152, 153 on Karhulassa sijaitseva kierrätettyjen laitteiden varasto, niin kutsuttu 2nd hand-varasto, jossa säilytetään asiakkailta palautuneita tai takaisin ostettuja, kunnostusta odottavia laitteita. Sopimusvarasto 158 sijaitsee myös Karhulassa ja siinä säilytetään sopimuksella

asiakkaille varastoituja kokoonpanoja ja laitteita, kuten lähiasiakkaitaan palvelevat 151 Mäntässä ja 152 Oulussa. Varastot sijaitsevat huoltokeskusten tiloissa.

4.1.1 Varastot fyysisesti

Suurimmat varastot sijaitsevat huoltokeskuksessa Karhulassa. Varastot 150, 151 ja 152 sisältävät osin samoja artikkeleita. Koska maan sisäinen logistiikka toimii hyvin, voidaan suurinta osaa materiaaleista pitää keskitettynä Karhulan 150-varastoon ja jättää vain nopeimmin tarvittavat sopimusvarastoartikkelit fyysisesti hajautetuiksi lähemmäs kuluttajia. Palveluliiketoiminnan luonteen mukaisesti tavaratoimituksia hoidetaan joskus jopa suoralla rahti- tai taksikuljetuksella, joten tasapaino hajautetun ja keskitetyn varaston välillä on palveluvarmuustekijä. Varastot 150, 151 ja 152 ovat lämpimiä hyllyvarastoja, joiden kokonaisvetoisuus on noin 900 lavapaikkaa (noin 800 varaston saldo-ohjatuille materiaaleille ja noin 100 tilausohjatuville materiaaleille). Lisäksi takaisinostovarasto 153 on kylmää varastotilaa katetussa peltihallissa ja varastolaanilla Karhulassa. Sopimusvarasto 158 on niin ikään lämmintä varastotilaa ja sijaitsee huoltokeskuksessa. 150-varastosta toimitetaan vuosittain yli 12500 toimitusta ja varastossa on noin 100000 erillistä yksittäistä kappaletta tai kokoonpanoa, muodostettuna noin 9140 yksittäisestä erillisestä materiaalista.

4.1.2 Varastot nimiketasolla

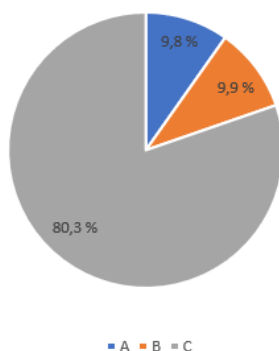
Kohdeyrityksen ERP-järjestelmästä löytyi kaikkiaan 65024 eri nimikettä. Nimikkeiden joukossa oli jo tosiasiallisesti käytöstä poistuneita, mutta järjestelmään historiatiedon vuoksi jääneitä artikkeleita. Näistä materiaaleista tilausohjautuvien osuus on noin 77 %. Koska tilausohjautuva materiaali on pääsääntöisesti hankittu JIT-periaatteen (Just in time, juuri oikeaan aikaan) mukaisesti, ei sen pääomakustannusvaikutus ole yhtä suuri kuin jatkuvasti saldoissa pidettävän materiaalin, joskin kaikki materiaalinkäsittely aiheuttaa kustannuksia eikä sitä voi täysin ohittaa. Analyysissä myöhemmin käsitellään tilausohjautuvan materiaalin viipymistä varastossa.

Suurimmassa 150-varastossa on kaikkiaan 54000 eri nimikettä, joista saldossa tarkasteluhetkellä 9142 erillistä varastoitavaa nimikettä, paikallista ja toimittajan varastoista varauksessa olevaa saldoa. ERP-järjestelmässä on siis huomattavasti historiallista

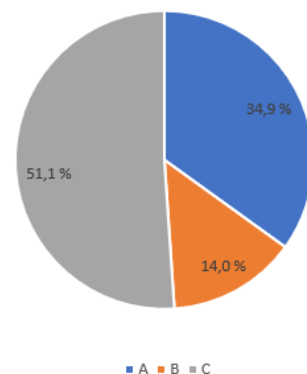
materiaalia, jota ei enää käytetä, tilata tai pidetä hyllyssä. Nämä ei-aktiiviset tuotteet on saatettu pysyvästi korvata jollain toisella tai niitä ei yksinkertaisesti ole enää saatavilla, kuten myrkyllisiä yhdisteitä sisältävät tiivistemateriaalit. Materiaalinimikkeiden on kuitenkin löydyttävä järjestelmästä koska vanhat tuoterakenteet tarvitsevat tätä historiatietoa. Itse materiaaleja on luokiteltu monella teknisellä tasolla, esimerkiksi tuoteperheiden mukaan (eri laitteet tai rakenneosat, kuten eri tuoteperheiden valuosat) sekä materiaalin tyypin mukaan (kiinnitysosat, yleiset vierintälaakerit). Tällä luokituksella ei ole varsinaista varastonpidollista merkitystä.

150-varasto Karhulan huoltokeskuksessa on huoltoliiketoiminnan päävarasto. Tähän lämpimään hylly- ja lattiapaikkavarastoon on varastoitu valtaosa huollon myymistä varaosista. Tarkasteluhetkellä varastossa oli 9104 erillistä nimikettä, paikallisvarastossa 6214 nimikettä, yhteensä noin 175000 yksittäistä kappaletta tai kokoonpanoa. Suurimmat kappalesaldot ovat erilaisilla pienillä kiinnityskappaleilla, kuten ruuveilla, aluslevyillä ja muttereilla. Tämä varasto vastaa yksikkönä suurinta osaa kiertävästä materiaalista nimiketasolla. Materiaalin jakautuminen ABC-luokkiin on esitetty kuvassa 16.

150-varaston jakautuminen nimikkeittäin, prosentteina kappaleista



150-varaston jakautuminen nimikkeittäin, prosentteina arvosta



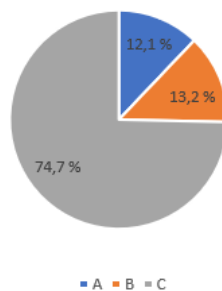
Kuva 16. 150-varaston materiaalin jakautuminen ABC-luokittelussa

Nykytila vastaa kohtuullisesti perinteistä jakoa ABC-jaoteltujen artikkeleiden kesken. C-artikkelien suurta määrää selittää osin tuoterakenne, normaaleihin toimitettaviin kokoonpanoihin kuluu paljon pieniä ja halpoja kiinnitysosia. Varaston rakenteessa yksi materiaalinimike voi olla sentin arvoinen osa, tai kymmenien tuhansien arvoinen

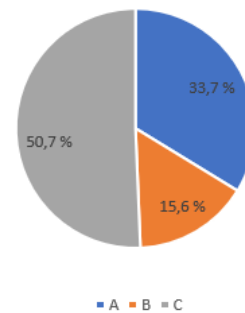
kokonaisuus. Varaston arvoltaan suurimman yksittäisen artikkelin ja halvimman yksittäisen artikkelin hintaero on varsin suuri senteistä tuhansiin euroihin, samaten tiettyjen nimikkeiden varastossa oleva yhteisarvo. Jakauma on melko tyypillisesti jaottunut, mutta ei täysin vastaa oppikirjaesimerkkiä 20/80-jakauman mukaisesta, niin kutsutusta Pareto-periaatteesta.

151-varastolla, eli Mäntän huoltokeskuksen varastolla, oli 1889 erillistä nimikettä tarkasteluhetkellä varastoituna. Materiaalia 152-varastossa, eli Oulun huoltokeskuksen varastolla, oli saldossa 3008 eri nimikettä. 151- ja 152-varastojen artikkeleiden jakautuminen ABC-analyysin jaottelussa on esitetty kuvassa 17.

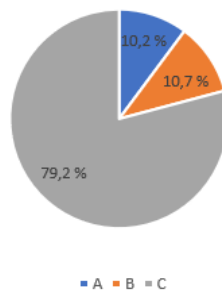
151-varaston jakautuminen nimikkeittäin, prosentteina kappaleista



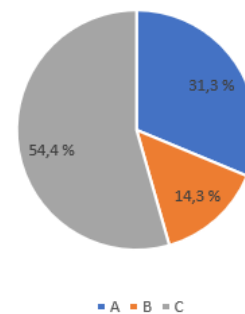
151-varaston jakautuminen nimikkeittäin, prosentteina arvosta



152-varaston jakautuminen nimikkeittäin, prosentteina kappaleista



152-varaston jakautuminen nimikkeittäin, prosentteina arvosta



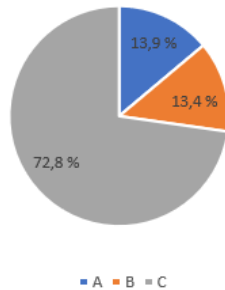
Kuva 17. 151- ja 152-varastojen materiaalin jakautuminen ABC-luokittelussa

Kuvasta 17 käy ilmi melko tyypillinen artikkeleiden määrän ja arvon jakautuminen. Molemmat varastot edustavat melko samankaltaista jakaumaa, vain maantieteellisesti hajautettuna lähemmäs palveltavia asiakkaita. Jakautuminen ei silti ole aivan arkkityypillinen eikä noudata 20/80-jaon mukaista Pareto-periaatetta.

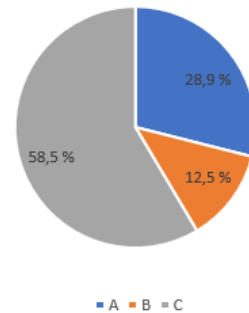
153-varastossa eli takaisinostettujen laitteiden varastossa oli kaikki luokiteltu C-kategoriaan paitsi yksi A-luokiteltu kokoonpano. Varastoa ei ohjata millään säännönmukaisella tavalla, vaan sieltä hyödynnetään kokoonpanoja tai osia laitteista tarpeen mukaan. Hankinnat varastoon päätetään tapauskohtaisesti eikä mitään säännöllistä täydennysmenettelyä ole. Varastossa oli 188 laitetta tarkasteluhetkellä, ja vaikka kierrätys- ja palvelunäkökulma puoltaa materiaalin pitoa, on osa laitteista seissyt jopa 9 vuotta ilman käyttötarkoitusta ja noin 40 % on ollut varastoituna yli 5 vuotta. Tämän varaston nimikkeet ovat uniikkeja, koska ne ovat valmistenumeroisia kappaleita, joten varaston ohjaaminen tunnusluvuin ei ole mahdollista, vaikka ne sinänsä komponenttitasolla koostuvatkin yleisesti varastoitavista materiaaleista. Varaston erityispiirteenä on palvelunäkökulmasta mahdollisuus saada uutta vastaava laite räätälöimällä se vanhoista kierrätysosista nopeammin kuin kokonaan uusi laite valmistuisi uuslaitetuotannon puolella, ja matalampaan kustannustasoon. Tätä varastoa voi pitää ennemmin asiakaspalvelun kannalta tärkeänä varastona, eikä sen ohjaamiseen ole mahdollista saada käytännöllisiä raameja varastollisista tunnusluvuista. Puhtaasti komponenttivarastona pitäminen vaatisi mittavat toimet ennen materiaalin kirjaamista varastoon, eikä materiaaliin haluta sitoa aikaa ja vaivaa ennen kuin on tieto sen menekistä. Näin ollen laitteita ja komponentteja ei voida sellaisenaan pitää varaosina. Varaston ohjaus jää arvioiden ja harkinnan varaiseksi, eikä siihen ole valmista kaavaa. Materiaalin kierrätyksen kannalta varasto perustelee laajuutensa, sillä esimerkiksi valumateriaalit tiedetään tarkkaan ja ovat hyvin kierrätettävissä. Kirjanpidollisesti laitteille on niiden kunnosta ja kunnostuskustannustiedon puutteen takia hankala määritellä muuta kuin takaisinlunastusarvo, mikä voi olla nolla euroa, joten varaston ohjaaminen kaavamaisesti ei helposti onnistuisi.

158-varasto eli Karhulan palvelusopimusvarasto piti sisällään 2387 eri nimikettä, joilla oli saldoa tarkasteluhetkellä. Varasto koostuu sopimuksella asiakkaalle varastoitua materiaalia. Sopimuksen puitteissa asiakkaille on annettu palvelulupaus lyhyellä vasteajalla siten, että kun monelle asiakkaalle käy sama varaosakokoonpano, ei kaikkien tarvitse pitää omia kappaleita ja tilastollisesti kaikki eivät tarvitse samaa varaosaa samalla hetkellä, vaan sopimusvarastoa ehditään täydentää. Tällä varastolla on erityisen korkea sopimuspohjainen palvelutasovaatimus, mikä ei erotu suurena A-luokiteltujen materiaalien määränä, kuten perinteisessä varastossa erottuisi. 158-varaston ABC-jakautuminen nykyisessä ERP:ssä esitetään graafeina kuvassa 18.

158-varaston jakautuminen nimikkeittäin, prosentteina kappaleista



158-varaston jakautuminen nimikkeittäin, prosentteina arvosta



Kuva 18. 158-varaston jakautuminen ABC-luokittelussa

Materiaalin jakautumisessa kuvastuu tyypillinen A-materiaalien suhteessa määräänsä suurempi osuus arvosta. On huomattava, että monet materiaalinimikkeet, joka on kirjattu 150-varastoon, on samaa tai samoja materiaaleja kuin 151-, 152- ja 158-varastoissakin, ne on vain korvamerkitty sopimuskäyttöön, joten teoriassa samoja artikkeleita on eri varastoissa eri kierroilla. Koska sopimusvarastojen sisältö perustuu asiakaskentän varautumiseen varsinaisesti huoltoliiketoiminnan omaan normaaliin menekkiin, sisältyi siihen myös paljon tilausohjautuvaa materiaalia, jota ei normaalisti varastoitaisi tunnuslukujen perusteella. Täten ABC-analyysi on mielenkiintoisinta juuri päävaraston, 150-varaston kohdalla. ABC-jako noudattaa karkeasti tyypillistä analyysin jakoa, mutta ei täysin osu kirjallisuudessa nähtyyn jaotteluun. C-luokiteltujen artikkeleiden määrä ja kokonaisarvo ylittää yleisten jaotteluiden osuudet.

Kauttaaltaan varastojen koostumus kohdeyrityksessä tarkasteluhetkenä on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Varastonimikejakauma ABC-analyysin mukaan ERP:ssä

Varastonimikkeet, joilla saldoa tarkasteluhetkellä

	Nimikkeet	Saldossa	A	B	C
150-varasto	kpl josta	6214	608	617	4899
	% kpl		9,8 %	9,9 %	80,3 %
	% eur		34,9 %	14,0 %	51,1 %
151-varasto	kpl josta	1887	229	250	1410
	EUR				
	% kpl		12,1 %	13,2 %	74,6 %
	% eur		33,7 %	15,6 %	50,7 %
152-varasto	kpl josta	3008	307	321	2380
	EUR				
	% kpl		10,2 %	10,7 %	79,1 %
	% kpl		31,3 %	14,3 %	54,4 %
158-varasto	kpl josta	2387	332	319	1736
	EUR				
	% kpl		13,9 %	13,3 %	72,8 %
	% eur		28,9 %	12,5 %	58,6 %

Taulukossa 3 nähdään varastojen nimikejakauma nykyisen ERP-järjestelmän pitämän ABC-jakauman mukaisena sekä kappaleina kokonaisnimikemäärän osuudesta että arvona koko varaston materiaalin osuudesta. Tarkastelussa ovat mukana ne nimikkeet, jolla on saldoa tarkasteluhetkellä.

4.2 Kohdeyrityksen varaston ohjaus

Varastoja hallitaan ERP-järjestelmällä. Järjestelmää käytetään läpi koko varastoprosessin saapumiskirjauksista hyllytykseen, keräilyyn ja lähetykseen. Käytössä on moderni järjestelmä, mutta erillistä varastonhallintajärjestelmää ei ole käytössä huoltoliiketoiminnan organisaation puolella. Uuslaitetuotannon projektina on menossa kehittyneen WMS-järjestelmän (Warehouse management system) käyttöönotto ja huoltoliiketoiminta seurannee perässä. Tilausohjautuvat materiaalit syötetään ERP-järjestelmään käsin aina

tarpeen mukaan, tilaukset käsitellään keskitetysti osto-osastolla hyödyntäen globaalia hankintaverkostoa. Tilauspisteohjautuvat materiaalit hoituvat automaattisesti, kun järjestelmästä on tehty tarpeeksi ottoja ja varauksia ja kunkin materiaalin saldo laskee tilauspisteeseen. Varastoa inventoidaan säännöllisesti ja varmuusvarastojen rajoja voidaan muuttaa vastaamaan poikkeavia tilanteita. Huoltoliiketoiminta saa päättää omatoimisesti tiettyjen materiaalien romutuksesta, koskien erityisesti varastoa 153. Kohdeyritys käyttää pääsääntöisesti tilauspistejärjestelmää ja ERP-järjestelmä tekee automaattitilauksia suurimmasta osasta materiaaleista. ERP-järjestelmässä on käytössä ABC-luokitus saldossa pidettäville osille, mutta luokitusta ei ole pidetty ajan tasalla. Käytössä on myös kaksilaatikkajärjestelmä halvoille ja yleisille kiinnitysosille, kuten ruuvit ja mutterit, jota täydennetään periaatteella, jossa tyhjä laatikko siirretään hyllyllä täyden taakse ja toimii indikaationa tilaustarpeelle. Tilausmäärä on laatikolle ennalta määrätty. Tämä kevyt ja yksinkertainen, visuaalinen menetelmä sopii hyvin helpon, nopean ja varman saatavuuden materiaaleille, kuten pienosille. Kaksilaatikkajärjestelmään kuuluvia materiaaleja ei käsitellä tarkemmin tässä työssä.

Tilauspistemallia on toimitusvaikeuksien takia jonkun verran muokattu varmistamaan materiaalien saatavuus, mikä on osaltaan johtanut paisuneisiin varastosaldoihin ja sitä kautta sitoutuneeseen pääomaan. Tämä käy helposti myös silloin, kun virallisen tilausjärjestelmän ohi tilataan erikseen jotain materiaalia, jota voidaan saada hyvin suuri määrä kerralla kulutukseen tai tarpeeseen nähden. Normaalisti saldot tasataan määräaikaissa inventoinneissa, ja jatkuvasti kulutuksen alaisia materiaaleja ei yleensä ole syytä hävittää erikseen. Toisaalta jos materiaalin kulutus tyrehtyy täysin, voi saldoihin jäädä suuria määriä materiaalia, jonka kulutukselle ei ole tulevaisuudessa odotettavissa parannusta. Tällaiset materiaalit on tunnistettava ja käsiteltävä. Tilanteissa, joissa materiaalilla ei ole kulutushistoriaa, saldot perustetaan henkilöstön arvioiden perusteella tai käytetään samankaltaisten tuotteitten varaosarakenteita. Näin käy, kun esimerkiksi lanseerataan uusi tuote, tai tuote tulee teknologiasiirron tai yrityskaupan myötä yksikön vastattavaksi.

Oman osansa tekee käytettyjen laitteiden varasto, 153-varasto, jolla ei ole mitään varsinaista varastonohjausjärjestelyä. Tähän varastoon ostetaan käytettyjä laitteita, tai niitä saattaa palautua asiakkaalta modernisoinnin yhteydessä. Näiden materiaalien kierto ei noudata mitään varsinaista kaavaa, vaan on hyvin sattumanvaraista. Tästä varastosta romutetaan materiaalia kokemuseräisesti määräajoin. Varaston arvo on myös vaikea määrittää, joten

sinä pidetään artikkelitasolla sisäänostohintaa. Osa materiaalista on siis hyvin halpaa tai jopa kirjanpidollisesti arvotonta.

Koska käytössä oleva ERP-järjestelmä ei kykene kovin joustavaan materiaalien hallintaan, on tehtävä selvä jako varastossa pidettäviin, yleensä tilauspisteohjautuviin nimikkeisiin ja niihin nimikkeisiin, jotka ovat tilausohjautuvia. Jos tulee tilanne, jossa jonkin materiaalin menekki pienenee tai loppuu, joudutaan ERP:n ominaisuuksien takia pitämään sellaisia nimikkeitä tilauspistejärjestelmässä mutta määritellyllä varmuusvarastolla nolla kappaletta. Mikäli materiaalilla ei ole varastossa tilauspistettä, ei järjestelmä osaa sitä kuluttaa saldoista normaalia ottomenettelyä käyttäen. Materiaaleilla on siis ikään kuin kolme ohjaustapaa: tilauspisteen perusteella tapahtuvaa automaattista täydennystä, vain tilausohjautuvaa, materiaaltarpeen perusteista täydentämistä, sekä nollean tähtäävää, materiaalia vain poistavaa nollatäydennyksen tilauspisteohjausta. Nämä materiaalit aiheuttavat ongelmia analyyseissä, sillä niillä on täysin poikkeava toimintatapa muihin normaalisti varastoitaviin nimikkeisiin verrattuna. Tämä poistoprosessi romuttamatta on myös täysin manuaalinen, joten sinne voi jäädä virheellisesti väärin ohjattuja materiaaleja.

Kaikkein suoraviivaisin tapa materiaalin poistoon varastosta on romutuskierrokset. Ne ovat täysin harkinnan varaisesti tehtäviä katsontoja, joilla yleensä on kriteerinä esimerkiksi hiipunut kierto ja kysyntä. Pääosaa materiaalista ei tarvitse koko ajan seurata aktiivisesti, mutta poikkeavan kalliit ja suuret kappaleet voivat vaatia tapauskohtaista harkintaa. Usein karkea kriteeri, kuten pieni kappalemäärä ja olematon kysyntä riittää päätöksen tekoon romuttaa materiaali ja siirtää se tilausohjautuvaksi. Järjestelmän tapa käsitellä historiatietoa vaatii, ettei mitään materiaalinimikettä hävitetä järjestelmästä, ei edes myyntikiellossa olevia haitallisia materiaaleja, niitä vain ei tilata eikä toimiteta. Koska asiakkailla on laitteita, joiden tuoterakenteen osina on esimerkiksi alun perin asbestia sisältäviä tiivisteitä, joudutaan nimikkeet pitämään järjestelmässä nollasaldoisina. Asiakkaan laitteen osaluettelot päivitetään aina huoltojen yhteydessä näissä tapauksissa.

Tietyt materiaalinimikkeet eivät koskaan lähde varastosta suoraan asiakkaille, vaan vaativat aina jatkojalostusta, kuten erilaiset määrämittaan koneistettavat osat. Sisäisen käytön osina on myös valuaihioita, joita ei voi sellaisenaan käyttää. Nämä käsittelyä vaativat osat ovat varastossa omina nimikkeinään ja saldoillaan, vaikka niille on usein myös valmiit kappaleversiot. Toisinaan samasta aiheesta voidaan valmistaa useita valmiita nimikkeitä, jolloin puolivalmiste toimii lähtöraaka-aineena usealle loppujalosteelle. Näiden määriä on

myös vaikea optimoida, koska valukappaleiden ja -aihioiden toimituksessa on eniten epävarmuutta. Voi olla turvallista pitää varmuusvarastossa paljon aihioita ja muutamia valmiita kappaleita, koska aihion lopputuotteiden menekki voi olla keskenään epäsuhtaista. Valuaihioiden muokkaaminen valmiiksi osiksi on usein hyvin aikaa vievää eikä sovellu nopeisiin toimituksiin tai kiiretilanteisiin.

5 Analyysin tulokset

Tässä kappaleessa käydään läpi kohdeyrityksen nykytila-analyysin tulokset ja verrataan niitä teorian perusteella yleisesti hyvinä pidettyihin vertailukohtiin. Analyysin keskiössä on 150-varasto, huoltoliiketoiminnan päävarasto. 151- ja 152-varastot noudattavat melko pitkälle samaa koostumusta.

5.1 Varaston nimikkeistö tarkasteluhetkellä

150-varastossa oli sellaisia artikkeleja, joiden safety stock, eli varmuusvaraston määrä on normaalisti nolla, eli ei varastossa pidettäviä tai poistoon ohjautuvia, oli tarkasteluhetkellä kaikkiaan 1438:aa nimikettä, eli noin 23,5 %:a nimikemäärästä. Tämä materiaali edusti varaston arvosta 18,1 %:a tarkasteluhetkellä. Kategorisoituna tilausohjautuvia nimikkeitä oli 419 kappaletta ja tilauspisteohjautuvia 4280 nimikettä.

Keskeneräisen tuotannon, tilausohjautuvan materiaalin sekä sellaisen materiaalin, joka on poistettu aktiivikierrosta, on huomattava. Nämä materiaalit eivät kuitenkaan tyypillisesti jää makaamaan varastoihin vaan lähes kaikki tilausohjautuva materiaali poistuu melko lyhyellä viiveellä. Arvottomia mutta saldossa olevia nimikkeitä ei ollut kuin 40 kappaletta. Nämä nimikkeet ovat pitkälti palautuneita ja vanhentuneiksi versioiksi jääneitä kappaleita, jotka todennäköisesti kannattaisi romuttaa. Muutamalla oli vielä ERP-järjestelmässä tilauspiste, mutta tapaukset ovat todennäköisesti satunnaisia virheitä. Järjestelmästä löytyi myös muutamia artikkeleita, joiden arvoksi oli kirjattu negatiivinen luku. Tämä voi johtua virhekirjauksista tai korjauksista. Määränä tätä materiaalia oli erittäin vähän, joten sen vaikutus analyysiin jäi hyvin pieneksi, kokoluokka arvossa on promilleluokkaa. Kyseessä oli yleisimmin tilausohjautuva tuote, joka on palautunut varastoon jostain syystä, mutta ei vielä poistettu, esimerkiksi minimitoimituserä on ylittänyt tarpeen. Tilastohäiriöitä aiheuttivat myös materiaalit, joita ei ollut ERP-seurannan mukaan käytetty kertaakaan viiden vuoden sisällä, mutta joita oli lisätty varastoon jostain syystä, esimerkiksi yksittäistä toimitusta varten. Jos joku erä materiaalia päätyy mistä tahansa syystä saldoihin, vääristää se helposti analyysimateriaaleja. Nämä ovat kuitenkin melko harvinaisia tapauksia ja peittyvät yksittäisinä numeropohjaisessa analyysissä eikä kaikkea satunnaismateriaalia

päädy hyllytettäväksi, vaan useimmiten hajamateriaali päädytään romuttamaan. Joskus esimerkiksi inventointivirheen korjautuminen voi palauttaa saldoon materiaalia, jolla ei ole ollut kulutusta pitkään aikaan.

Varastosta löytyi myös sellaista materiaalia, jonka ohjaustapana on tilauspiste, mutta varmuusvaraston määräksi määritelty nolla, yhteensä 752 artikkelia. Näistä noin 80 nimikkeen, lähes 10 %:n, kohdalla kuitenkin kierto oli suurempi kuin yksi, eli materiaalille olisi jonkun verran kysyntää. Taas tilausohjautuvia artikkeleita, joita ei siis normaalisti varastoida, löytyi 335 sellaista nimikettä, joiden käyttö viimeisen 12 kuukauden aikana on ollut nolla kappaletta. Osassa näistä on voinut toki olla toimituserän minimikoko suurempi kuin yksittäisen toimituksen kulutus ja täten materiaalia on jäänyt saldoihin, mutta samaa materiaalia seiso i käyttämättä vielä 228 nimikettä 24:n kuukauden kohdalla. Koko varaston arvosta tällainen seisova materiaali edusti rahallisesti varaston arvosta noin 6,5 %. Voi olla, että osa toimituksista on vain erityisen hitaita tai viivästyneitä projekteja, jotka ylittävät tarkastelurajat, mutta sellaista materiaalia, jota ei pidetä varmuusvarastossa, eikä ole käytetty lainkaan viimeiseen 12 kuukauteen, oli vielä 912 eri nimikettä, joka edusti 13,8 % koko varaston arvosta. Näiden toimitushäntien hallintaan tulisi kiinnittää huomiota.

Muiden varastojen kohdalla ei perinteistä numeraalista tulkintaa välttämättä kannata orjallisesti tehdä, sillä sopimusvarastojen pitämisestä hyllyssä asiakkaat maksavat sopimusten mukaan mikä kompensoi pääoma- ja varastonpitokuluja. Koska tämä toimii keskitettynä varastona asiakkaiden silmissä, kompensoituvat perinteiset varastonpitokulut ja sopimusperuste selittää hyvin hitaat, joskus lähes olemattomat kierrot. Osa komponenteista on maksanut itsensä vuosien varrella sekä rahallisesti että kilpailu- ja toimitusvarmuustekijänä, joten tämän sopimusvaraston kohdalla ei ole ajankohtaista tehdä kuin ylläpitävää tarkastelua.

Tulkinnassa ei voitu selvittää hyvin uusien, eli alle 12 kuukauden aikana varaston valikoimaan lisättyjen materiaalinimikkeiden määrää, esimerkiksi uutuusosia ja muualta siirtyneiden konsernin laitteiden varaosavastuusiirtoja varastoon. Tämän takia niin uudet nimikkeet, joilla ei vielä ole kiertoa, mutta joita on jo hankittu varastoon, näyttäytyvät kaikissa kiertämättömissä, eli 12 kuukauden, 24 kuukauden ja 5 vuoden kategorioissa. Hitaasti kiertävän materiaalin osuus on kuitenkin merkittävä. Materiaalinimikkeiden jakautuminen on esitetty kuvassa 19.



Kuva 19. Varastonimikkeiden kulutus 150-varastosta

Kuvasta 19 voidaan havaita varastossa huomattava hitaasti kiertävän materiaalin osuus. Sellaisia materiaalinimikkeitä, joilla ei ole varmuusvarastoa eikä niitä pidetä normaalisti hyllyssä, mutta löytyi varastosta ilman kulutusta 5 vuoden sisään, oli vain 155 nimikettä. Nämä edustavat käsiin jääneitä toimituseriä ja yksittäisiä kappaleita. Materiaali, jota on hankittu varastoon, mutta ei vielä kulutettu, voi häiritä ERP:n kategorisointia. Hyvin uusien nimikkeiden kohdalla hyödyttäisiin modernimmasta WMS-järjestelmästä, josta voitaisiin suodattaa pois numeraaliseen analyysiin häiriöitä aiheuttavia artikkeleita helpommin.

Näin hidas nimikkeistön kierto ja kaikkien ABC-jaoteltujen nimikkeitten täysin hajanainen jakautuminen ei ole kovin yleistä edes hitaasti kiertävämmälle teolliselle materiaalille. Materiaalien nopea kierto olisi suotavaa, koska se pitää pääomakulut matalalla. Selvästi materiaali, joka ei liiku edes kerran kahdessa vuodessa mutta edustaa huomattavaa osaa materiaalinimikkeistä ja varaston sitomasta arvosta. Tähän analyysiin liittyy epävarmuustekijä, joka on ERP-datan muodon takia otettava huomioon. Materiaalinimikkeillä on joskus ERP:n mukaan negatiivista kulutusta, eli palautuksia ja inventointikorjauksia, jotka vääristävät sekä kappalemääriä, arvomääriä ja jakaumaa, etenkin jonkun nimikkeen kohdalla, jota tarkastellaan yli viiden vuoden taakse ja hyvin vähällä kierrolla. Tarkkuus on parempi artikkeleilla, jotka ovat yleisesti käytössä ja kiertävät. Materiaali, joka seisoo varastossa vuosia, voi olla alttiimpaa saldovirheille inventoidessa. Virheen suuruutta on mahdotonta arvioida käytettävässä olevasta datasta, mutta sitä voidaan pitää pienenä mutta havaittavana virheenä. Analyysin kokonaiskuvaan sillä ei todennäköisesti ole merkitystä.

Varastossa oli 150 nimikettä, joille ei löytynyt mitään kulutustietoa, mutta rahallisesti varaston kokonaisarvosta nämä edustivat vain marginaalista osaa, eivätkä täten juuri vaikuttaneet analyysiin. Analyysi ei voi mennä yksittäiselle nimiketasolle ajankäytön ja datan epätarkkuuden takia, mutta selvät anomaliat voidaan tarkastella erikseen, esimerkiksi kirjanpidollisen arvon perusteella.

5.2 ABC-analyysin tulokset

Materiaalin jakautuminen ERP-järjestelmän luokituksissa A-, B- ja C-luokan materiaaleihin on tehty joskus menneisyydessä, eikä sen päivityksestä ole tietoa. Sinänsä ABC-jaottelu ei ole absoluuttisten rajojen vetoa, vaan jaottelun jako voi poiketa yleisimmistä jaottelutavoista. ERP-järjestelmän jako noudatti sikäli totuttua yleistä jakoa, että A-artikkelit edustivat määrällisesti pientä, noin 10–15 %:n osuutta materiaalmäärästä, mutta melko suurta, noin 30–40 % osuutta arvosta. Koska ABC-analyysi on melko geneerinen, voidaan yrityksen käyttämää jakaumaa pitää lähtökohtaisesti oikeanlaisena, vaikka arvollisesti jako ei ole ihan tyypillinen. Myös C-kategorisoitujen materiaalinimikkeiden määrä oli varsin suuri, johtuen muun muassa tuoterakenteiden tarvitsemista kiinnitys- ja pienosista ja suuresta määrästä samojen osien variaatioista. Silti, tyypillisessä ABC-analyysissä C-luokitellun materiaalin arvo ei ole yhtä suuri kuin analyysin perusteella varastoissa nyt oli, ja tulos jättää pohdittavaksi, onko kategorisointi ajan tasalla. Mitään selvää järjestelmästä löytyvää jaottelurajaa ei löydetty A-, B- ja C-nimikkeiden välillä, vaan ajan saatossa analyysin jako on vanhentunut selvästi. Uusi kategorisointi tulee laatia modernin kulutusdatan pohjalta.

5.2.1 Varastoidun materiaalin kierto ja riitto

Varastonimikkeiden kiertonopeus saatiin ERP-järjestelmästä kohtuullisella tarkkuudella. Tässäkin pitkään varastossa seisovien materiaalien, ja niiden nimikkeiden, joiden saldoihin kohdistuu palautuksia ja korjauksia, tilastot ovat osin epätarkat, mutta pääosaan materiaalista voidaan käyttää yleisiä laskentatapoja. Negatiivisen riiton laskenta-arvon saa tilastoon esimerkiksi, kun tarkastelujaksolla ei ole yhtään ottoa harvinaisesta osasta mutta asiakkaan romutetun laitteen purkuosia on kunnostettu ja lisätty varastosaldoon. Alan kirjallisuudessa

tyypillisinä pidetyt vähittäistavaramyynnin ja kuluttajaelektroniikan matalien kiertonopeuksien sijaan on teollisessa kokoonpanossa oletuksena korkeammat kiertonopeudet. Viiden tai sitä suuremman varaston kiertonopeuden saavutti vain 546 sellaista nimikettä, jolla oli tarkasteluhetkellä saldoa. Yli kymmenen kiertonopeuteen ylsi vain 179 nimikettä. Valtaosan kiertonopeus on hyvin matala verrattuna oletettuun. Kerran tai alle vuodessa kiertäviä nimikkeitä oli 3688 kappaletta. Varasto siis kiertää poikkeuksellisen hitaasti. Tämä ilmiö oli havaittavissa myös jaottelussa kulutusmääriin, josta havaitaan nimikkeitä, joille ei ole tarvetta 12 kuukauden, 24 kuukauden tai peräti 5 vuoden aikana kertaakaan. Tyypillisesti A-kategorian artikkelit kiertävät nopeammin kuin B- ja C-artikkelit, mutta tämän varaston kierto on tunnuslukujen valossa poikkeuksellisen hidasta ja varastoon siis sitoutuu huomattavasti pääomaa. Suurta varastoa on pidetty palvelutekijänä mutta kierto on ERP-datan perusteella hyvin hidasta.

Kirjallisuudessa yleisesti esitettyjen viitteellisten tavoitteellisten kiertonopeuksien suhteen materiaalin jakautuminen materiaaliluokkien kesken jäsentyy A-luokiteltujen nopeampaan kiertoon ja tarkempaan ohjaukseen, C-materiaalien hitaampaan kiertoon ja vähemmän tarkkaan ohjaukseen ja B-materiaalit jäävät sille välille, esimerkiksi kiertonopeuksin 16:8:4-jaolla, eli A-materiaali kiertää noin 16 kertaa vuodessa, B-materiaali noin 8 kertaa vuodessa ja C-materiaali noin 4 kertaa vuodessa. Materiaalien suhteellinen kiertoero ei ole kovin oleellinen, vaan se, että kallis ja tärkeä materiaali kiertää eikä seiso varastossa. Jakoa ja rajoja voidaan säätää kokemusten perusteella. Valmistavassa teollisuudessa tyypilliset noin viiden kiertoa voi pitää karkeana nyrkkisääntönä. On huomattava, että yksittäisillä artikkeleilla voi kiertonopeus olla melkein mitä tahansa, jos se aidosti palvelee liiketoimintaa. Vaikka kiertonopeus yleensä kertoo pääomatehokkuudesta, ei sen nostaminen ole yksiselitteisesti ongelmatonta vaan tulee tapahtua harkiten, jotta ei ajauduta ongelmiin esimerkiksi kasvavien täydennyseräkustannusten tai toimittajien epävarmuuden kanssa.

A-luokiteltuja nimikkeitä oli varastossa tarkasteluhetkellä 608 kappaletta, joiden kierron keskiarvo oli 4,64 ja vaihteluväli 0,0012–833,25. Vain noin 20 %: nimikkeistä pääsi edes yli viiden kiertoon. A-luokitelluilla nimikkeillä tulisi olla suhteessa nopein kierto. Kaikkiaan vain 29 % kaikista nimikkeistä kiertää edes yhden tunnusluvulla.

B-luokiteltuja nimikkeillä oli 617 kappaletta. Kierron keskiarvo oli 4,01 ja vaihteluväli negatiivisesta 833,25:een. Vain noin 18 % pääsi edes neljän kiertoon. C-luokiteltuja oli 4991

kappaletta ja kierron keskiarvo 5,79 ja vaihteluväli negatiivisesta 833,25:een. C-nimikkeistä vain noin 9 % pääsi edes neljän kiertoon. Negatiivinen kierto johtuu todennäköisesti tarkasteluvälin aikana tapahtuneesta saldokorjauksesta tai poikkeavasta palautuksesta varastoon ja negatiivisen arvon se voi saada koska kierto on laskennallinen suhdeluku. Kaikkiaan ERP-järjestelmän negatiivisina pitämää kiertoa esiintyi vain 160 nimikkeellä, joten sen vaikutus muuhun analyysiin voidaan jättää huomioimatta tässä tutkimuksessa.

Nimikkeiden kierrot eivät siis noudata yleisesti totuttuja jaottelun ja ohjauksen periaatteita, jossa A-nimikkeiden kierto on usein moninkertaista vähemmän tärkeiden B- ja C-nimikkeiden kiertoon verrattuna. Tyypillisiä kierron suhteita on ollut esimerkiksi A-nimikkeiden nelinkertainen kierto C-nimikkeisiin verrattuna. Nyt ABC-analyysin jaon mukaista kiertoeroa ei havaita ERP-materiaalista. Vaikka negatiiviset kierrot ovat vain tarkasteluajanjakson aikana näyttäytyviä anomaliaita, on materiaalien luokittelu kulutuksen puitteissa melko poikkeava kirjallisuudessa esiintyviin lukuihin. Myös materiaaleilla, joilla on erityisen hajanainen ja harva kysyntä, ei voida välttämättä saada numeerisella analyysillä helposti yleistettäviä tuloksia. Hyvin hitaasti ja hyvin satunnaisesti kuluvien nimikkeiden kohdalla analyysi ja tunnusluvut poikkeavat rajusti nopeasti kuluvasta ja normaalisti jakautuneen kulutuksen materiaalien helpommin analysoitavista tunnusluvuista.

Kaikkiaan alle yhden suhdeluvulla kiertävät nimikkeet muodostivat varaston nimikemäärästä 58,7 % ja varaston arvosta 58,6 %. Lukemat ovat huomattavan konservatiivisia ja sitoutuneesta arvosta voitaisiin todennäköisesti säästää. Mikäli varastosaldojen pitäminen poikkeuksellisen suurena johtuu pääosin oman hankintaketjun tehottomuudesta ja epävarmuudesta, tulee sen toimintaan panostaa. Kaiken kaikkiaan vanha jaottelu ei näytä täsmävän nykytilanteeseen ja se kannattaa ehdottomasti päivittää.

5.2.2 Poikkeustapaukset ja erityisasiakkaat

Suuren valmistajan huolto-organisaationa joudutaan usein tilanteeseen, jossa asiakas on merkityksellisempi kokonaiskuvassa yritykselle kuin vain varastonpidon tunnuslukujen varjossa. Tiettyjen hyvin suurten asiakkaiden kohdalla voidaan tehdä poikkeusjärjestelyjä, joissa tavanomainen asiakkuussuhteen kustannus ei päde. Samoin tietyt toimialat voivat olla erityisen haluttuja referenssejä, kuten esimerkiksi vaativimmat petrokemian prosessit, hiilivetyjen jalostustoiminta kuten öljynjalostamot ja nesteytetyn maakaasun LNG-

terminaalit, sekä ydinvoimalaitokset. Näiden suurten ja vaativien asiakkaiden kohdalla ei yleensä voida käyttää täysin rutiininomaisia varastonohjausmenetelmiä. Erityisesti vaativimpien, kuten ydinvoimalaitosten vaatimien laatutodistusten, tarkastusten ja materiaalikoe-erien käsittely poikkeaa huomattavasti rutiininomaisesta ohjauksesta. Samaten kehitysyhteistyökumppanien kanssa voidaan joutua pitämään poikkeuksellisia, prototyyppeihin ja tuotekehitykseen liittyviä varaosia ja varaosakokonaisuuksia, jotka eivät noudata mitään varsinaista varastosaldojen ohjausta. Näiden asiakkuuksien ja yhteistöiden kohdalla on avainasemassa huolto- ja varaosamyynnin asiakas- ja laitetuntemus sekä tuotannonohjausjärjestelmän asiakkuuteen ja materiaaliluetteloon perustuva menettely. Kun erittäin vaativan materiaalin asiakas, kuten ydinvoimalaitos, pyytää tarjouspyynnön varaosista, menee pyyntö erikseen varaosamyynnin tarkastukseen. Näissä tapauksissa materiaalien ja varaston ohjausta tehdään tilausohjautuvina osina. Samoja materiaaleja voi olla vähemmän vaativilla osilla omalla osanumerolla, jota järjestelmä ei anna varastosta ilman lisämääreiden määrittämisistä, kuten esimerkiksi materiaalitarkastukset. Vastaava osan osanumero vaativan asiakkaan puolella vaatii aina lisäyöttöä myyntitapahtumassa, taas tavanomaisen laitteen varaosat eivät erikseen pysäytä varaosan myyntiprosessia. Samoja materiaaleja siis toimitetaan sekä suoraan varastosaldosta että tilausohjautuvina asiakkaan tarpeen mukaan.

Niin kutsutun palveluvaraston, eli sopimusvaraston, käyttöä on kannattava laajentaa. Tällöin voidaan rahoittaa yhä suurempi osa materiaalikustannuksista sopimuksellisesti suoraan asiakkailta ja uusien laitosten liittäminen sopimuksen tehostaa varaston kustannustehokkuutta entuudestaan. Tämä menettely tosin koskee vain suuria laitoksia ja suuria asiakkaita eikä auta perusmateriaalivaraston kohdalla.

5.3 Palvelutaso, hitaan kierron varastot ja asiakkuuksien kannattavuus

Yrityksen sisäinen tavoite on pitää toimitusvarmuus kauttaaltaan vähintään 92 %:ssa mitattuna luvatus palvelun, on se laitteen asennus, huolto omissa tiloissa, huolto asiakkaan tiloissa tai varaosatoimitus. Kokonaistoimitusvarmuutta mitataan tarkasti ja se on yksi toiminnan päämittareista. Varaosa- ja palveluliiketoiminnan luonteeseen kuuluu vaikeasti ennustettavan kysynnän oleminen mukana toiminnassa. Kokonaisuutena kaikkea ei voida siirtää tilausohjautuvaksi, vaikka se olisi kustannustehokkainta paperilla.

Vaikka palvelutason pitäminen on kilpailuvaltina kriittisen tärkeä, tulisi tiettyjen artikkeleiden varastointia pohtia pääomatehokkuuden kannalta. Hyvin harvoin kiertävien nimikkeiden siirtäminen suoraan tilausohjautuviksi voi olla joskus kannattava valinta silloinkin, kun toimitusajat venyvät pitkiksi. Koska esimerkiksi määrättyjen uniikkien valuosien valmistuskustannus ja toimitusaikaviive voi olla erittäin suuri, tulisi miettiä määrättyjen, aktiivisesta valmistuksesta pois jääneiden tuotteitten varaosatuennan pituutta. Tuttujen suurasiakkaiden kanssa yritetään solmia palveluvarastosopimus, joka osin auttaa pitämään varastonpidon kustannuksia hallinnassa, eikä sopimusvaraston hidas kierto ole varsinaisesti suuri ongelma pääomakustannusmielessä, kuten kiertämätön perusvarasto on.

Koska asiakkaat eivät suoraan paljasta paljonko palvelun, varaosien tai niihin liittyvän työn, puutekustannus on heidän prosessissaan, joudutaan palvelukokemusta kartoittamaan erilaisin kyselyin ja palaverein. Kokemus on, että asiakkaat ovat erittäin vaativia ja ovat tottuneet saumattomaan yhteistyöhön ja tätä korkeaa palvelua ja sen laatua on pidetty yllä. ”*Laatu on mitä tahansa asiakkaat sen sanovat olevan*” (Grönroos 2001 s. 99). Suurilla asiakkailla minimivaatimustaso on erittäin korkea ja huonosta toimitusvarmuudesta tai heikoksi koetusta palvelusta pääsee hyvin nopeasti selittämään asian laitaa paikan päälle. Suurimmat asiakkaat toki usein varmistavat prosessiensa toimivuuden liittymällä sopimusasiakkaiksi palveluvarastoon, mutta kaiken laitekannan liittäminen ei olisi mahdollista. Kaiken kaikkiaan asiakaspalvelun laadun ja saatavuuden, pääomakustannusten ja asiakkaiden kannattavuuden muodostama kompromissi on vaikea optimointitehtävä.

Koska varaosaliiketoimintaa ei ole ilman asennettua laitekantaa, on asiakkuuden hankinta erilaista kuin esimerkiksi kulutustavaraliiketoiminnassa. Asiakkuuksia ei varsinaisesti voida saada omien uusilaiteasiakkaiden ulkopuolelta varasto- ja varaosamielessä, vaikka huolto- ja korjauspalveluja voidaan toki tarjota myös kilpailijoiden laitteisiin. Omien osien ja laitteiden kannalta kilpailuasetelma on enemmän asiakkuuksista kiinni pitävä ja niitä takaisin voittava, sillä kilpailevat yritykset tarjoavat vastaavia palveluja kuin alkuperäislaitevalmistajakin (original equipment manufacturer, OEM-valmistaja). Liiketoiminnan luonteen mukaisesti huolto- ja varaosatoiminnan markkinointi ei näyttele yhtä suurta osaa kuin kuluttajatarvikkeiden kohdalla, vaan keskittyy prosessiteollisuuden laitteiden käyttäjiin. Asiakkuuksien kannattavuus on pikemminkin myytyjen huoltojen kannalta merkityksellistä, sillä hyvin harvoin varaosamyyntiä itsessään tehdään negatiivisella katteella, huolto- tai asennuspalvelu voidaan hinnoitella pieleen helpommin. Periaatteessa kaikki asiakkuudet

ovat siis kannattavia, eikä kannattamatonta liiketoimintaa juuri esiinny, pois lukien yksittäiset palvelutapahtumat, kuten pieleen mennyt urakkahinnoittelu.

Vaikka materiaalivarannossa oli hyvin hitaasti kiertävissä nimikkeissä myös melko vähäarvoisia materiaaleja, ei minkään materiaalin varastointikustannus ole täysin merkityksetön, ja vähäarvoisen kiertämättömän materiaalin siirtelystä, inventoinneista ja tarkastuksista voi muodostua pitkän varastoinnin aikana enemmän kuluja kuin koko materiaalin liiketoiminnallisesta hyödystä saadaan. Erittäin tehottomasti kiertävän materiaalin pitäminen voi helposti painua ylipalvelemisen puolelle ja kaupallisesti jäädä vain vahingolliseksi toiminnaksi eikä enää palvelun laatutekijäksi. Nämä tapaukset voivat olla vaikea tunnistaa massasta.

6 Materiaalin kategorisointi ja uudet ohjausperiaatteet

Tässä kappaleessa käsitellään materiaaleille luodut päivitettyt kategorisoinnit ja varastohallintaperiaatteet. Kappaleessa on myös esitelty malli kategorisoinnin ylläpitämiseksi jatkossa.

6.1 Kategorisointi

Yrityksen ERP-järjestelmän datan perusteella käytössä ollut ABC-jaottelu on jäänyt jälkeen todellisesta varastointitarpeesta. Varastoinnin tehokkuuden parantamiseksi laadittiin uudet kategorisoinnit, joiden avulla saadaan jatkossa varasto vastaamaan paremmin nykyistä kulutusprofiilia ottaen kuitenkin huomioon liiketoiminnan omat erityispiirteet. Koska liiketoiminnan asiakkaita on paljon, eikä varsinaisia kulutusennusteita voida tehdä kuin katsomalla historiaa ja olettamalla myös tulevaisuus lyhyellä aikavälillä normaalisti jakautuneena kuten historiadatassa, voitiin riittävän tarkka luokittelu silti laatia. Asiakaskentän tarpeet kyllä muuttuvat, mutta niihin on normaalioloissa aikaa mukautua esimerkiksi vuosittaisella seurannalla. Materiaalit, joiden kulutus on tilastollisesti äärimmäisen satunnaista, ovat erityisen vaikeita hallita. Näissä tarkastelua tulee tehdä tarkemmin, mikäli niitä halutaan pitää varastoituna.

Varaston suuri koko ja hyvin hitaasti kiertävän materiaalin määrän takia ei kategorisointia tehty pelkästään tyypillisen yhden vuoden tarkastelujakson perusteella, sillä kulutusprofiilissa on suuri osa nimikkeitä, joiden kierto jää alle yhteen vuodessa. Samaten varaston hidas kokonaiskierto ei saa epävarmuustekijöiden takia pudota erittäin alas, satunnaisten kulutuspoikkeamien takia. Kategorisoinnin pohjana on perinteinen ABC-jaottelu varastossa pidettävälle materiaalille vuoden tarkasteluvälillä sekä syventävä jako kahden vuoden hitaasti kiertävän materiaalin kulutustarkastelusyklillä XYZ. Luokkien ohjaamiseksi määriteltiin erilliset säännöt.

6.2 Jaotteluperusteet

Yrityksen käytössä olevan oman sisäisen laatukäsikirjaohjeistuksen mukaan käytettäessä yksinkertaista ABC-jaottelua tulisi osuuksien jakautua perinteisemmin kuin nyt, A-nimikkeet 70 % varastonimikkeiden kulutusarvosta, B-nimikkeet 20 % kulutusarvosta ja C-nimikkeet 10 % kulutusarvosta, joten tämä jako otettiin ohjenuoraksi kategorisoinnissa. Yrityksen sisäinen laatukäsikirja ohjeisti myös pitämään varastoissa maksimissaan kahden vuoden kulutusta vastaavia varastotasoja poikkeuksellisen hitaille kierroille, tämä ohjeistus otettiin myös huomioon. Perustelluista syistä näistä ohjeista saa poiketa, ja huoltoliiketoiminnassa on perusteltua pitää jonkin verran suurempaa varastoa palveluvarmuustekijänä.

Lisäksi ottojen tiheyttä kuvattiin XYZ-jaottelussa kahden vuoden syklissä tavanomaisemmin käytetyn yhden vuoden syklin sijaan, koska hyvin hitaasti kiertävän materiaalin osuus tiedetään suureksi. Näin saadaan yhdistelmänä matriisi, joka kuvaa varastoitavien artikkelien jakautumista nimikkeistönä varastossa, ja jonka perusteella voidaan määritellä materiaalin hallinnan periaatteet tarkemmin. Kulutuksen vaihtelun tarkan datan puuttumisen sekä suuren epävarmuuden vuoksi jaotteluperiaatteeksi valittiin historian varasto-otot, X-luokalle yli 60 kappaletta (kaikkien varastossa pidettävien artikkeleiden kahden vuoden keskiarvoa 30 % korkeampi kulutusmäärä), Y-luokalle alle 60 mutta vähintään viisi ja Z-luokalle alle neljä mutta kuitenkin ainakin yksi kahden vuoden syklissä. Luokitteluun jätettiin poistoluokka P, johon materiaali siirretään, mikäli yhtään ottoa ei ole tehty kahteen vuoteen. Yleisempiä korrelaatiokertoimien käyttämistä XYZ-jaottelussa esti hyvin vähäinen kulutus suuressa osaa artikkeleista, joten päädyttiin käyttämään pitemmän ajan varasto-ottoja. Jaottelukriteereinä toimi siis yleisesti hyväksi havaittu jako tärkeysjärjestyksessä sekä otannassa valittiin helposti seurattavat ja ymmärrettävät rajat, joilla luotiin selvästi erottuvia luokkia.

Mikäli materiaali päätyy kategoriaan P, se siirretään tilausohjautuvaksi materiaaliksi ja pois normaalista varastosta. Kategorian P materiaalit tulee kuitenkin katselmoida myynnin toimesta sillä hyvin hitaasti liikkuvan materiaalin joukosta voi helposti tippua pois nimikkeitä, joita halutaan kuitenkin varastoida esimerkiksi referenssiasiakkaan palvelutekijänä.

6.3 Tarkasteluhetken varasto uuden jaotteluperusteen mukaisesti

Uuden jaon lähdemateriaaliksi valittiin kaikki saldossa pidettävä varastomateriaali, eli myös ne, joilla ei ollut tarkasteluhetkellä saldoa. Samoin luokitteluun jätettiin myös materiaalia, jolla oli negatiivista kulutusta ja jotka tutkimuksen aiemmassa vaiheessa poistettiin tutkimusmateriaalista aiheuttamasta epätarkkuutta laskentaan. Tässä materiaalilistassa oli kaikkiaan 8317 eri nimikettä. Nimikkeistö jakautuu jaon perusteella taulukossa 4 esitetyn matriisin mukaan.

Taulukko 4. Luokittelumatriisi

ABC	A	B	C
XYZ	70 %	20 %	10 %
X >60	AX	BX	CX
Y 5-60	AY	BY	CY
Z 1-4	AZ	BX	CZ
P <1	AP	BP	CP

	A	B	C
X	1,9 %	1,6 %	8,0 %
Y	4,4 %	6,8 %	24,0 %
Z	0,3 %	1,2 %	11,0 %
P	0,2 %	0,3 %	40,4 %

A-luokituksen sai 568 nimikettä, B-luokituksen 819 nimikettä ja C-luokituksen 6932 nimikettä. Jako varaston kulutuksen mukaan tuotti luokituksiksi 960 X-nimikettä, 2932 Y-nimikettä, 1036 Z-nimikettä ja poistettaviksi hyvin pienen kulutuksen takia 3392 P-nimikettä. Poistettavien nimikkeiden määräksi nousi yllättävän suuri osa materiaalia mutta arvoltaan siellä oli 3357 kappaletta CP-nimikettä, eli yrityksen rahavirtojen kautta lähes merkityksetöntä materiaalia. Näistä 1398:lla CP-nimikkeellä oli vielä saldoa, muilla oli saldo nollassa, eli olivat jo poistoon ohjautuvaa materiaalia. Vain yksittäisiä AP- ja BP-nimikkeitä löytyi, ja näiden kohdalla voidaan tehdä poikkeuspäätös, jos ne halutaan pitää varastoitavina. Nimikkeistön jakautuminen matriisin uuden jaon perusteella 12 kuukauden myynnin eli varastosta oton sekä varaston arvon perusteella on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Materiaalin jakautuminen 12 kk myynnistä ja varaston arvosta

Materiaalin jakautuminen prosenttiosuuksina 12 kk kulutuksen arvosta				Materiaalin jakautuminen prosenttiosuuksina varaston arvosta			
	A	B	C		A	B	C
X	27,8 %	3,3 %	2,1 %	X	12,9 %	1,9 %	1,7 %
Y	37,5 %	14,0 %	5,5 %	Y	17,5 %	12,0 %	10,6 %
Z	2,3 %	2,3 %	1,8 %	Z	2,0 %	3,5 %	8,0 %
P	2,3 %	0,5 %	0,6 %	P	0,9 %	0,6 %	28,2 %

Taulukon 5 erottelusta nähdään, että materiaalien jakautuminen on hyvin voimakkaasti keskittynyt AX- ja AY-materiaaleihin, jotka ovat vastanneet puolesta ottojen arvosta, kun taas vähän liikkuvat Z-osat ja etenkin P-osat ovat ongelmallisia. Heikon ja rahallisesti merkityksettömän CP-luokan osuus oli yllättävän suuri.

6.4 Jaottelukategorioiden ohjaaminen

Jaoteltujen materiaalien hallintaan laadittiin tarkempi ohjeistus. Jaottelun perusteeksi otettiin kannattamattoman varaston rajua leikkaus ja tärkeiden luokkien varma palvelu. Huoltoliiketoiminnan toimitusten kokonaistoimitusvarmuudeksi on määritelty tavoiteasetannassa 92 %, sisältäen organisaation toimittamat varaosat, kenttähuollot sekä huollot verstaalla. Tätä korkeaa tavoitetta vastaan laadittiin matriisiin palveluasteet, joille laskettiin halutut varmuusvarastotasot. Tärkeimmässä AX- ja AY-luokassa varmuusvarastoa jopa hieman kasvatettiin, mutta kokonaisuudessa varaston laskennallista arvoa tiputettiin huomattavasti pudottamalla pienivolyymiset ja vähäarvoiset osat tilausohjautuviin (AP-, BP- ja CP-luokitus) sekä pudottamalla palveluastetta lukumääräisesti suurella mutta kaupallisesti hyvin vähämerkityksellisellä CZ-luokituksella.

Koska muutos on melko kattava, kannattaa ensimmäisessä jaottelussa olla hieman konservatiivinen. Kun varaston ohjaus on saatu paremmin alkuun uusilla kategorioilla, voidaan palveluasterajoja hienosäätää esimerkiksi kuuden kuukauden tai vuoden välein. On myös huomioitava, että uudelleen kategorisoitaessa nimikkeitä on otettava huomioon alle tarkasteluhistorian aikana perustetut uudet nimikkeet. Mikäli alle vuoden käytössä olleita

nimikkeitä ei rajata tarkastelun ulkopuolelle, on vaarana, että vajaa kulutushistoria sotkee uusien osien varmuusvarastot ja aiheuttaa puutekustannuksia. Kategorisoinnin palveluasteet on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. Palvelutasot kategorioittain

Palveluasteiden määrittäminen varmuusvarastoja varten

	A	B	C
X	95,0 %	92,0 %	85,0 %
Y	95,0 %	85,0 %	85,0 %
Z	92,0 %	85,0 %	50,0 %
P	*	*	*

Uuden palveluasteen mukaisessa jaottelussa varastosta saadaan vapautettua tarkasteluhetkeen verrattuna varmuusvarastojen osalta kaikkiaan noin 24,9 % varaston sitomasta pääomasta, huomattava säästö palvelutason juuri kärsimättä. Varastoon sitoutuneen pääoman pudotus varmuusvaraston osalta prosentteina euromäärästä on eritelty taulukossa 7.

Taulukko 7. Varmuusvarastojen arvon pudotus

Varaston arvon muutos uuden jaottelun perusteella

	A	B	C
X	5,2 %	0,2 %	-0,1 %
Y	-8,2 %	-5,6 %	-4,2 %
Z	-0,5 %	-1,5 %	-3,2 %
P	-0,1 %	-0,2 %	-6,3 %

Varmuusvarastojen tasojen pudotuksella on pääomatehokkuutta parantava vaikutus, etenkin kun varastotasojen pudotus on tehty pääosin hyvin heikosti kiertävästä materiaalista. Koska jaottelu on puhtaan matemaattinen, tulee se päivittää määräajoin, kun sen käyttämä historiadata muuttuu, esimerkiksi puolivuositain tai vuosittain. Mikäli jaottelua ei ylläpidetä

ja tarvittaessa hienosäädettä, on vaarana varastotasojen turha kasvu tai asiakastarpeen kehittymisen laiminlyönti.

Kokonaistavoiteriittoja ja –kiertoja ei tässä tutkimuksessa asetettu, sillä materiaalin kierto poikkesi huomattavasti kirjallisuuden tapaustutkimuksista ja verrokeista. Hyvin hitaasti kiertävän materiaalin osalla kierrot jäävät edelleen hyvin hitaiksi, kulutuksen osalta jopa vain kerran kahteen vuoteen, mikä on tyypillistä hyvin vähäisen menekin materiaalille. Tämän kaltaista materiaalia on kuitenkin pitkään varastoitu, joten täydelliseen hävittämisen sisältyy toiminnallinen riski. Myös asiakaskuntaa ei todennäköisesti saada aktivoitua harvoin tarvittavan materiaalin lisäämiseksi omiin varastoihinsa, ja palvelunäkökulmasta tullaan pitämään myös poikkeuksellisen hitaasti kiertävää materiaalia erittäin todennäköisesti vielä pitkään.

Varaston artikkelit jakaantuvat kahteen pääjaotteluun, tilausohjautuvaan materiaaliin, ja tämän tutkimuksen kohteena olevaan varastoitavaan materiaaliin. Koska jaottelu muuttaa näiden kahden rajoja, on myös tilausohjautuva materiaali otettu myöhemmin työssä esitetyssä taulukossa 7 huomioon. Itse uusi kategorisointi tehtiin saldossa pidettävälle varastolle, josta osa tippuu tilausohjautuvaksi materiaaliksi. Teoriassa myös tilausohjautuva materiaali voitaisiin ottaa varastossa pidettäväksi, mikäli menekki tai muut erikoispiirteet sen perustelevat. Käytännössä suunta on kuitenkin aktiivivarastosta tilausohjautuvaan materiaaliin ja uusien nimikkeiden lisääminen aktiivisesti varastossa pidettäviin nimikkeisiin. Varastossa pidettävästä materiaalista siirto tilausohjautuvaan materiaaliin kannattaa tehdä yleensä määrittelemällä varmuusvarastoksi nolla ja poistamalla tilauspiste kokonaan materiaalinhallintajärjestelmästä. Näin osien kulutus syö rauhallisesti materiaalin saldon nolnaan, minkä jälkeen järjestelmä ei tilaa uutta, ellei se kohdistu tilausnumerolle, eli materiaalista tulee tilausohjautuvaa. Kyseistä menettelyä on käytetty jo nyt asettamalla manuaalisesti materiaalin ohjauksen parametrit esimerkiksi inventaarion havaintojen perusteella. Nyt laadittu ja luokittelussa käytetty jaottelu on esitetty taulukossa 7. Jotta luokittelu pysyy ajan tasalla, tulisi se päivittää tai ainakin katselmoida vähintään vuosittain.

Taulukko 7. Varastonimikkeitten luokittelu

		Luokitus ABC-XYZ	Osuus varaston arvosta	Osuus varaston kappalemäärästä	Viitteellinen riittotavoite	Ohjausmenetelmä
1.	Business- kriittinen	AX, AY	65,30 %	30,44 %	6 kk	Tarkka automaattinen ohjaus, materiaalinhallinta ja säännöllinen seuranta, päivityksen 6kk välein
2.	Business- tärkeä	BX, AZ	5,60 %	3,92 %	6 kk	Tarkka automaattinen ohjaus, materiaalinhallinta ja säännöllinen seuranta, päivityksen 6kk välein
3.	Business- tukeva	BY, BZ, CX, CY	23,90 %	27,91 %	12 kk	Tarkka automaattinen ohjaus, materiaalinhallinta ja säännöllinen seuranta, päivityksen 6kk välein
4.	Varastoitava	CZ	1,80 %	7,99 %	24 kk	Tilataan taloudellisen eräkoon mukaan, seurattava, ei tärkeä.
5.	Tilaustuote- erikois	*	*	-	-	Esimerkiksi erityislaatuvaatimusten alaiset toimitukset, vaativien asiakkaitten erikoistarkastukset. Tilausohjauskäsittely.
6.	Tilaustuote- saatavilla	AP, BP, CP	3,40 %	29,74 %	-	Tilausohjattava materiaali. Saatavilla, ei pidetä hyllyssä, toimitusaika materiaalin saatavuuden mukaan.
7.	Tilaustuote- poistettu	*	-	-	-	Tilausohjattava, saatavilla erityisjärjestelyin, esimerkiksi hyvin vanhat valuosat, joihin ei ole valumalleja valmiina.

Taulukossa jaotellaan materiaalit seitsemään kategoriaan, joista varastossa pidettäväksi jäävät business-kriittiset, business-tärkeät ja business-tukevat sekä kategorisesti varastoitavat artikkelit. Analyysi siirtää tilausohjautuviksi materiaaleiksi ne, joilla ei ole ollut tarpeeksi tapahtumia. Tilausohjautuviksi määritellään myös ne erikoisnimikkeet, joilta vaaditaan esimerkiksi laboratoriotestejä, materiaalianalyysejä ja koevalujen kokeita. Tämän kaltaisen materiaalin pitäminen saldossa on mahdotonta, vaikka samankaltainen osa voi olla omalla nimikkeellään ilman vaatimuksia varastossa pidettävänä. Tästä esimerkkinä ovat mm. ydinvoimalaitosten tiettyihin laitteisiin kuuluvat osat. Jaottelun on tehty nimiketasolla, joten se ei vaadi erillistä ohjausta, eli erityisvaatimusten alaiset nimikkeet ovat tilausohjautuvia tai päätyvät sellaisiksi viimeistään menekkinsä takia.

Jaottelun päivityksessä mukaan ei oteta sellaisia nimikkeitä, joilla on kulutusdataa alle vuodelta. Sellaisten materiaalien, kuten uusien tuotteitten varaosien tai teknologia- tai tuotevastuusiirroista johtuvien uusien artikkeleiden, saldot perustetaan arvioimalla vastaavan tuotteen kulutusprofiilin mukainen varastosaldo. Vaikka tämä ei ole kovin tarkka menetelmä ensimmäisellä kerralla, tasaantuu kulutusprofiili näillä osilla, kun ne päätyvät säännöllisen tarkastelun piiriin ja mahdollinen ylimitoitus hoituu, kun materiaali löytää ohjauskategoriansa.

Luokittelun osiot 1 ja 2, business-kriittiset ja business-tärkeät, ovat varastonohjauksen kannalta tärkeimmät. Ne edustavat eniten kiertävää ja kaupallisesti merkittävintä osuutta varastosta, ja niiden hallintaan tulee panostaa. Varastoa täydennetään tilauspistejärjestelmällä ja seurataan säännöllisesti, esimerkiksi kuuden kuukauden välin. Koska tällä luokalla on vakaa kysyntä, voidaan varaston täydentäminen automatisoida. Tässä luokassa varastoa on suurin optimointipotentiaali sen kaupallisen arvon takia, joten sen kohdalla tähdätään korkeampaan varaston kiertoon, jotta sidottu pääoma jää pieneksi. Toimitusvarmuus on ensisijaista, joten tämän luokan varaosien toimitusvarmuutta pitää seurata erityisesti.

Luokittelun osiot 3 ja 4, business-tukeva ja varastoitava, ovat liiketoiminnan kannalta oleellisia, mutta eivät kriittisiä varastoitavia materiaaleja. Niiden menekki on kohtuullista ja varastojen täydennys voidaan automatisoida tilauspistejärjestelmän mukaan, Näiden selvästi kategoriaa 1 ja 2 pienemmän arvon takia varastojen kierto ei ole niin oleellinen asia pääomahokkuuden kannalta, ylivietyyn optimointiin ei ole syytä. Näistä kategorioista on materiaaleilla riski tippua kokonaan tilausohjautuvan materiaalin puolelle, mutta tämän

varaston osion seuranta ei ole kriittisen tärkeää. Täydennyksessä voidaan painottaa taloudellista eräkokoja ja varaston kierto voi olla melko hidasta pienen sitoutuneen pääoman takia.

Luokassa 5 on erikseen sinne määritellyt materiaalit, kuten erityisvaatimuksilla olevat materiaalit. Tällaisia voivat olla esimerkiksi ydinvoima-alan käyttämät materiaalit, joissa vaaditaan hyvin tarkat kemialliset koostumukset, tarkastusprotokollat tai vastaavuustodistukset. Sama osa voi olla eri nimikenumeraalla tavallisen varasto-ohjauksen puolella, mutta koska vaatimuksenmukaisuudet seuraavat tarkimmillaan jopa yksittäisiä valueriä, ei osia voi sekoittaa. Näiden menekki on volyyminä pientä, vaikka arvo on huomattava lisäkustannusten takia. Toisaalta erikoisasiakkaat suunnittelevat tarpeensa hyvin pitkälle tulevaisuuteen materiaalien erikoisluontoisuuden takia, joten tämä materiaaliluokka ei yleensä aiheuta ohjauksellisia erikoistoimenpiteitä eikä ole mitenkään erityisen vaikea hallita.

Luokassa 6 on tilausohjautuva materiaali. Tämä materiaali on menekiltään ja liiketoiminnalliselta arvoltaan niin pientä, ettei sitä kannata varastoida. Materiaali on saatavilla, kunhan hyväksyy toimitusviiveen. Materiaalinohjauksen kannalta nämä ovat helppoja materiaaleja, ja niitä tilataan tarpeen mukaan. Tämän luokan kohdalla ainut seurattava asia on toimittajien tarjoama saatavuus, osa materiaalista voi olla hyvin heikosti saatavaa ja jatkossa jopa mahdotonta.

Luokassa 7 ovat poistetut tuotteet ja materiaalit. Tämän luokan osat voivat olla esimerkiksi asbestipitoisia tiivisteitä, jotka on jo korvattu vaarattomilla materiaaleilla, tai hyvin vanhan laitekannan valuosat. Tätä luokkaa pidetään yllä lähinnä tuoterakennepohjaisesta tarpeesta. Vaarallisia materiaaleja ei toimiteta, vaan ne korvataan tapauskohtaisesti moderneilla, jopa uusi nimike luoden, ja asiakkaan osaluettelot päivitetään vastaavasti tapaus kerrallaan. Tässä kategoriassa ovat myös ne osat, joita ei ole toimitettu todella pitkiin aikoihin, ja joiden toimittaminen on teoreettista saatavuuden puolesta. Tähän kategoriaan päätyvät periaatteessa kaikki materiaalit pitkän ajan saatossa. Saatavuus on hyvin heikkoa ja kallista, eikä tämän kategorian ylläpitoon kannata panostaa, vaan tarpeet hoidetaan tapauskohtaisesti.

6.5 Suorituskyvyn seuranta

Kuten muitakin organisaation osia, materiaalinohjauksen ja varastoinnin suorituskykyä tulee seurata ja varaston materiaalista tehdä säännöllisesti analyysit. Osin juuri seurannan ja analyysien jääminen tekemättä on johtanut nykytilanteeseen, joskin se on ollut tietoinen valinta poikkeusaikojen takia. Jotta asia ei pääse unohtumaan, kannattaa materiaalien käsittely nostaa mukaan suorituskykymittaukseen omana luokkanaan.

Käytössä olevia KPI-mittareita tulisi täydentää ja päivittää varaston ohjausta tehostavilla mittareilla. Mitattaviksi suureiksi voi ottaa esimerkiksi etenkin kategorian 1 ja 2 varastojen kierrot ja toimitusvarmuuden, sekä varaston kokonaisarvon. Koska varaston nykytila on varsin hitaasti kiertävä ja kaukana optimista, voi ensimmäisten mittareiden ja tavoitetasojen asettaminen olla haastavaa. Mittaristo kannattaa kuitenkin laatia ja sitä tulee päivittää sitä mukaa kun varaston hallinta tarkentuu. Mittaristoa ei saa unohtaa paikoilleen, vaan sitä tulee aktiivisesti uudelleen tarkastella ja päivittää tilanteen kehittyessä.

Alkutason varaston lisämittareiksi on ehdotettu taulukon 8 mukaista mittaristoa. Koska eri asiakkailta voi olla eri hinta eri materiaaleille, ei katteeseen perustuvaa mittaristoa ole mahdollista toteuttaa. Kate olisi muuten hyvä mittari materiaalin varastossa pitämisen perusteeksi. Nyt käytetään perinteistä tehokkuuden mittaristoa. Katetta voisi käyttää kyllä asiakkuuksien kannattavuuden mittaamiseen, jotta ei ajauduttaisi tilanteeseen, jossa ylialvellaan kannattamatonta liiketoimintaa.

Taulukko 8. KPI-mittaristo

KPI numero		Kuvaus	Skaala	Tavoite
1	Toimitusvarmuus (sisäinen)	Kuinka monta prosenttia materiaalista saatiin käyttöön suunnitellussa ajassa	0–100 %	92 %
2	Toimitusvarmuus (ulkoinen)	Kuinka monta prosenttia toimituksista päätyi ajallaan asiakkaalle	0–100 %	92 %
3	Varaston kiertonopeus, kategoriat 1 ja 2	Kuinka hyvin varaston kiertävä osa todellisuudessa kiertää	-	Kiertonopeus yli 2
4	Varaston kiertonopeus, kategoriat 3 ja 4	Kuinka hyvin varaston kiertävä osa todellisuudessa kiertää	-	Kiertonopeus yli 4

Neljä päämittaria, toimitusvarmuus sisäisille asiakkuuksille, toimitusvarmuus ulkoisille asiakkuuksille, varastokategorioiden 1 ja 2 kiertonopeudet, sekä kategorioiden 2 ja 4 kiertonopeudet, mittaavat omalta osaltaan varastoon sidotun materiaalin ja varastoinnin toimintojen tehokkuutta. toimitusvarmuus sisäisille asiakkuuksille eli liiketoiminnan sisäiset tarpeet, ulkoinen toimitusvarmuus eli asiakkaiden palvelukyky mittaavat varaston kykyä vastata tarpeeseen. Mittarit varastojen kiertonopeudelle kertovat varastojen tehokkaasta käytöstä ja pääomatehokkuudesta, mutta niiden skaalaus on erittäin tapauskohtaista. Oletetut arvot kiertonopeudelle, 2 ja 4, ovat vain lähtökohdat, ja kuten kaikkia mittaristoja, tulee tätä tarkastella aika-ajoin historiatiedon tarkentuessa.

Lisää mittareita voidaan lisätä myöhemmin, ja mittaristojen tavoitearvoja tarkentaa kokemuksen lisääntyessä. Mittareiden laadinta on melko vapaata, kunhan ne palvelevat yritystä ja liiketoimintaa. Mittareiden tärkeinä perusohjeina toimivat kriteerit ovat tarkkuus,

mitattavuus, saavutettavuus, relevanttius liiketoiminnan kannalta ja ajantasaisuus (Richards 2022 s. 401). Mittareita asetettaessa on ymmärrettävä liiketoiminta ja sen strategia, tavoitteet ja seurantaomenteet. KPI:t eivät ole kiveen hakattuja, vaan niitä tulee tarkentaa ja kehittää. Organisaation suorituskyvyn parantuessa voidaan mittaristoa säätää palvelemaan uusia tavoitteita.

Mittaristolle tulee määritellä myös toimenpiderajat, eli jos jotain mittaria ei saavuteta, mitä asialle aitoaan tehdä? Vähintään mittariston osoittamat epäkohdat tulee analysoida ja tarvittaessa tarkentaa ohjausta tai jopa päivittää luokittelukategorioita. Pelkkä mittaaminen ei riitä, ellei se aidosti vaikuta toimintaan. Tästä vastuu on yrityksen johdolla, eli mittarit pitää sitoa toimenpiteisiin, tai ainakin valtuuttaa henkilöt muuttamaan toimintamalleja ja rajoja.

7 Johtopäätökset ja jatkotutkimuskohteet

Tässä luvussa kootaan yhteen tärkeimmät havainnot työstä ja sen tekemisestä. Luku esittelee johtopäätökset, tutkimuskysymysten täyttymisen ja tutkimuksen onnistumisen sekä jatkotutkimus ja -kehityskohteet.

7.1 Tutkimuskysymysten ratkaisut ja tutkimuksen onnistuminen

Tutkimuskysymyksiin vastaaminen edellyttää hyvälaatuista dataa tutkimuskohteesta. ERP-datan vaihteleva taso vaikeutti jonkun verran tutkimuksen tekemistä ja vaati datan muokkaamista käsin. Datasta poistettiin käsin esimerkiksi negatiivisia arvoja sellaisilta muuttujilta, jolla ainut oikea vaihtoehto on positiivinen luku tai nolla. Onneksi näitä anomalioita oli varsin vähäinen määrä, ja muutaman promillen tietuevirheet voitiin suodattaa aineistosta pois.

Tutkimuskysymyksistä ensimmäiseen, mikä on varaston nykytila, saatiin tutkimuksessa melko hyvin vastattua. Varasto on kattava mutta hitaasti kiertävä ja ERP-datan analyysin perusteella rahalliselta arvoltaan ja nimikesaldoiltaan varsin suuri, ja verrokkeihin nähden hyvin hitaasti kiertävä. Suuri osa äärimmäisen harvoin kiertävästä materiaalista on jo jätetty täysin nimikkeistön ulkopuolelle ja se on saatavissa vain poikkeustapauksissa, ja tämän vanhentuneen nimikkeistön kulutus on olematonta. Jatkuvasti varastossa pidettävä materiaali on keskittynyt palveltavan asiakaskentän tarpeisiin.

Varastojen analyysissä havaittiin, että varastotasot on pidetty varsin turvallisella tasolla ja toimitusvarmuus prioriteettina, etenkin kiertojen varjossa materiaalia seisoo todella paljon ja pitkään hyllyssä. Tällä tavalla varasto kyllä pitää palvelutasoa korkealla, mutta pääomakustannusten osuus voi nousta kohtuuttomaksi. Varastointia voidaan varmasti tehostaa menettämättä palvelukykyä liian paljon vastapainoksi pääomasäästöille.

Haastatteleamalla varaosamyyntiä havaittiin myös vanhassa jaottelussa tilausohjautuvaan materiaaliin ja varastossa pidettävään materiaaliin joitain epäkohtia. Esimerkiksi vanhanaikaisen laitteen perushuoltoon tarvittavista osista osa pidettiin varastossa pienellä saldolla, osa oli aina tilattava erikseen. Tämä kertoo vanhan jaottelun osittaisesta

epäonnistumisesta, mahdollisesti epätarkka jaottelun ylläpito ei ole havainnut jaotella osia joko vähäisen, vakiokulutuksen mukaan varastoitaviksi tai kokonaisuudessaan, tilausohjautuvaksi materiaaliksi. Lähdedatassa oli myös melko paljon inventoinnin korjauksista johtuneita laskennallisia tunnuslukuvirheitä, joita järjestelmä ei erotellut korjauksiksi ja todelliseksi kulutukseksi tai täydennykseksi, mistä johtui tunnusluvuissa negatiivista kulutusta. Näiden rahallinen osuus oli kuitenkin pieni, ja ERP-dataan pystyi pääosin luottamaan.

Tutkimuskysymyksistä toiseen, ovatko varastotasot ja ohjaus hallinnassa ja palveleeko varastostrategia luotettavuutta ja kustannustehokkutta, saatiin melko selvä ja kattava vastaus. Varastotasot ja varastoidun materiaalin määrä oli varsin kattava, ja varastossa seisoa paljon materiaalia, jota hädin tuskin tarvittiin. Asiakaspalvelun eteen on varastoitu paljon materiaalia, jota puhtaan pääomatehokkaasti ajatellen ei olisi kannattanut pitää. Palvelun ja tehokkuuden vastakkainasettelussa oli selvästi valittu asiakkaan tarpeet ja kilpailukyky. Varastotasoissa on paljon kevennettävää, ilman että palvelun taso merkittävästi muuttuu. Varastosta tunnistettiin myös ylipalvelun riski, eli materiaalin pitäminen vain oletusten pohjalta, ei todellisen kulutustiedon. Varasto vaatii vielä numeerista analyysiä tarkemman läpikäynnin asiakaskentän kanssa työskentelevien ihmisten kanssa, etenkin tilausohjautuvaksi siirrettävien mutta kohtuullisen arvokkaiden ja vaikeasti saatavien artikkeleiden osalta. Osa nimikkeistä voidaan määrittää uudelleen joko ABC-analyysissä, tai jos myyntidata voidaan mukauttaa tarkentamaan analyysiä, voidaan luokittelussa käyttää myös menekkiä tarkemmin. Sellaiset varastonimikkeet, joihin ei voida soveltaa mitään yksinkertaista geneeristä ohjaustapaa, tulee selvittää asiakasrajapinnassa toimivien ammattilaisten kanssa esimerkiksi haastatteleamalla myyntiä ja materiaalinkäsittelijöitä. Vaikka valtaosa varastosta voidaan ohjata perinteisin menetelmin, varsin monta tuotekehitys- ja avainasiakasprojektia tunnistettiin. Näiden osien ohjaamisessa on vain siedettävä epävarmuutta ja käsikirjanpitoa toistaiseksi.

Kolmanteen tutkimuskysymykseen, eli miten mahdolliset epäkohdat korjataan ja mitä parannuksia varastostrategiaan voidaan tuoda, saatiin myös jonkinlainen vastaus tässä tutkimuksessa. Varastointia voidaan tehostaa pääomakustannusten puolelta kiertämättömän varaston osalta ja toiminnan tehokkuuden vähimmäismittarit tulee ottaa käyttöön. Yleisesti varastotasoja tulee tiputtaa alaspäin ja tunnistaa paremmin ne nimikkeet, joille on todellista tarvetta, joko menekkiä tai avainasiakkuuksien tuomaa arvoa. Erityisten asiakkaiden tarpeet

tulee selvittää asiakasrajapinnassa työskentelevien henkilöiden kanssa. Osa nimikkeistä voi olla valittu lähes hyväntekeväisyysperustein, mikäli niiden nähdään epäsuorasti edistävän liiketoimintaa. Kuinka tärkeitä nämä erikseen saldoissa pidettävät materiaalit todellisuudessa ovat, on varmasti tapauskohtaista ja mahdollisesti väärin arvioitua. Ylipalvelemista tulee välttää, vaikka erinomainen palvelualltius onkin oma kilpailuvalttinsa. Palvelun ja asiakkaan palvelukokemuksen syventäminen voidaan saavuttaa lisäämällä läpinäkyvyyttä toimitusketjussa.

7.2 Johtopäätökset ja jatkotutkimusaiheet

Varaston nykytila-analyysin perusteella varastoissa on paljon materiaalia, jonka varastotasojä voidaan tarkastella kriittisesti. Varastoissa seisoo ERP-järjestelmän datan perusteella paljon materiaalia, jonka määrä on suuri verrattuna kulutuksen historiaan. Varastot eivät kierrä tehokkaasti, vaikka alan erityispiirteet ajavatkin varastojen toimitusvarmuuden optimointiin jonkun verran pääomatehokkuuden varjolla. Koska ERP-data sisälsi ristiriitoja ja epätarkkuuksia, ja materiaalin kulutus ei välttämättä ole aina riittävän normaalijakautunutta, tulee numeerisen analyysin perusteella merkityksettömät, mutta asiakasprofiililtaan avainmateriaalit tarkastella erikseen. Jatkotutkimuksissa hyödytään ERP-datan esilajittelun tarkkuudesta ja suodatuksesta, jolloin ne yksittäiset virheet ja anomaliat, jotka on helppo korjata käsin, muutetaan ja ne, joihin ei saada selitystä mutta jäävät painoarvoltaan pieniksi, poistetaan datasta. Osa hyllyyn jäävästä materiaalista selittyi toimittajien käyttämästä tilauksen artikkelien minimieräkoosta, jossa pieneen tarpeeseen tilattu materiaali jää hyllyyn pitkäksi ajaksi satunnaisen kulutuksen hitaasti vähentämäksi tai joissain tapauksissa jopa vasta romutuskierröksellä hävitettäväksi. Osalla materiaaleista voidaan saavuttaa pääomakustannusten säästöä varaston kierron ollessa huomattavan hidas yksinkertaisesti poistamalla varastointi kokonaan ja siirtämällä materiaalia suoraan tilausohjautuvaksi. Osalla materiaaleista puutekustannus ei muodostu tutkimuskohteena olevalle yritykselle itselleen sellaisenaan, vaan asiakaskentälle, aiheuttaen välillisesti kilpailukyvyv heikentymistä ennemmin kuin suoraa kustannusta. Jos materiaali on numeroiden valossa heikosti kannattavaa, mutta kilpailu- tai sopimusteknisesti kriittistä, tulee nämä materiaalit pyrkiä tunnistamaan ja hallita niitä eri säännöin kuin puhtaasti numeraalisen analyysin perusteella tehtävillä jakolinjoilla. Tutkimuksessa siis löydettiin

selvää optimointipotentiaalia kohtuullisen helposti toteutettavin keinoin jo ensimmäisessä iteraatiossa, mikä vastasi oletusta tyypilliseen tilanteeseen.

Kohdeyritys hyötyisi varaston ohjauksen ja hallinnan kannalta tehtävään todennäköisesti soveltuvamman WMS-järjestelmän, joka on jo yrityksen sisällä käytössä muissa yksiköissä, pikaisesta käyttöönotosta. Täten saataisiin varastot parempaan ja tarkempaan seurantaan ja hallintaan ja monipuolisemman automaattisen analyysin mahdollistamaan tarkempaan ohjaukseen. Tutkimuksen kaltainen laaja analyysi on kerralla tehtäväksi varsin raskas, ja datan muokkaaminen analyysiä palvelemaan muotoon on osin työlästä. Valmiin analyysin päivittäminen on kevyempi tehtävä, mutta nykyaikaisten varastonohjausjärjestelmien mahdollistamat automaattiset luokittelut ja työkalut helpottaisivat työtä entuudestaan jatkossa.

Liiketoimintakentän erityispiirteiden takia ei voida nojata vain matemaattiseen optimiin vaan tulee selvittää ammattilaisten kanssa yhteistyössä kriittisten materiaalien ja erittäin tärkeitten asiakkaitten erityisvaateet ja -tarpeet. Asiakaskentässä toimivien henkilöiden kokemukset ja näkemykset voi selvittää kvalitatiivisen tutkimuksen keinoin, esimerkiksi haastatteluin. Haastatteluin voidaan löytää ne näkökulmat ja rajoitukset, jotka on otettava huomioon, jos varaston ohjausta muutetaan. Toimitusketjun yhteistyötä ja läpinäkyvyyttä voi korostaa suurasiakkaiden kanssa neuvotellessa. Tässä työssä haastateltiin huoltoliiketoiminnan johtajaa, huoltopäällikköä, huoltomyyjä, QESH- eli laatu-, ympäristö- turvallisuuspäällikköä sekä varaston henkilökuntaa. Asiakaspalvelukentän näkemyksessä korostui juuri asiakaspalvelua suorittavien myyjien kokemus. Tulevaisuudessakaan luokittelua ja optimointia ei voida tehdä tehokkaasti vain numeeriseen dataan nojaten, vaan suorittajalla tulee olla ymmärrys taustasyistä esimerkiksi poikkeamille.

Jatkotutkimuksen aiheiksi jäävät kulutustiedon tarkkuuden arvioiminen, romutuskäytäntöjen tarkentaminen sekä kriittisten nimikkeitten, laitteiden ja varaosien systemaattisemman ohjaustavan hahmottaminen. Nyt ERP-jaottelu ei palvele sellaisenaan tehokkaasti normaalimpaan maailmanaikaan siirtyvää toimitusketjua, vaan varmuusvarastot vaikuttavat seisovan turhaan ja pääoma makaa tekemättä työtä. Myös asiakkaiden kannattavuusanalyysin päivittäminen kannattamattoman ylipalvelun välttämiseksi voi tulla kyseeseen. Asiakkaille voisi kohdistaa tiedotuskampanjan, jossa kerrotaan nykyisen tuen muuttuvan määrättyihin, varastoinnin kannalta vaikeisiin, vanhoihin tuotteisiin muutaman vuoden sisällä sekä varoittaa asiakasta pitenevistä toimitusviiveistä ja hinnasta. Näin ollen

voitaisiin määritellä menettelyt, joilla siirretään osa epävarman kulutuksen varastosta suoraan vain tilausohjautuvaksi ja kustannuksia ja riskejä asiakkaille. Samalla vanhenevan laitekannan hitaasti heikkenevä tuki voi tukea yrityksen uuslaitemyyntiä modernisointien kautta. Yrityksen yhteistyö uuslaitemyynnin ja huollon osalta voi avata mahdollisuuksia syventää asiakkaan palvelua myös vanhan laitekannan puolesta. Toimitusketjun läpinäkyvyys ylittää palvelisi kaikkia osapuolia. Koska asiakaskentässä on paljon laitekantaa jopa vuosikymmenien takaa, tulisi asiakaskentän kanssa jatkuvasti pitää esillä huoltovarmuutta ja palvelun kustannustehokkuutta. Vaikka suurasiakkaiden modernisoinnit perustuvat enemmän kapasiteetti- kuin huoltotarpeeseen, voidaan vanhalla laitekannalla toimivia asiakkaita tiedottaa varaosta- ja huoltopalvelun kokonaistehokkuudesta.

Vaikka tutkimus on tehty yksittäisen yrityksen varasto-, varaosa- ja asiakasprofiilille, voidaan sen löydöksiä hyödyntää periaatetasolla muissa vastaavissa yrityksissä. Tämän tutkimuksen runko analyyseineen ja luokitteluneen voidaan muokata sopivaksi raamiksi vastaaville tilanteille muissa yrityksissä. Koska varastointi on hyvin universaalia, sopivat ratkaisun periaatteet hyvin moneen tilanteeseen pohjaksi, mutta koska jokaisen yrityksen toimintaympäristö, asiakkaat ja tarpeet ovat ainutlaatuisia, ei sellaisenaan mitään voida kopioida universaaliksi valmiiksi malliksi. Etenkään kun liiketoimintaympäristön tilanteet eivät pysy staattisena, vaan tämänkin työn lopputulos tulee säännöllisesti tarkastella ja päivittää.

8 Yhteenveto

Tämän tutkimuksen perusteena oli yrityksen tiedostama varaston tila ja tarve käydä varastonohjauksen ohjausperiaatteita läpi. Koska ala on kärsinyt toimitusketjujen epävarmuuksista, on varastoja käytetty osin varmuuspuskurina pääomatehokkuuden kustannuksella. Poikkeusaikojen aiheuttama varaston paisuminen aiheutti tehotonta pääoman sitoutumista, ylimääräisiä kuluja sekä työtä, ja haluttiin selvittää, miten varaston pääomaa voidaan vapauttaa heikentämättä avainkilpailukykytekijää, toimitusvarmuutta. Turhasta varastotilasta tuli luopua, joten ylimääräiset kiertämättömät materiaalit haluttiin tunnistaa ja tarvittaessa poistaa. Tutkimuksessa perehdyttiin varastojen teoriaan ja yleisesti käytössä oleviin analyyseihin ja ohjaustapoihin ja -periaatteisiin. Yrityksen käyttämän ERP-järjestelmästä kerättiin numeerista tietoa sekä haastateltiin huoltomyynnin henkilöstöä varaston toimituskykyyn liittyen. Yrityksen sisäisen laatukäsikirjan ohjeisiin paneuduttiin ohjeellisten raja-arvojen saamiseksi. Ristiriitaisuuksien ja virheiden takia ERP-dataa muokattiin käsin, jotta se saatiin sopimaan numeeriseen massa-analyysiin. Yrityksen huoltoliiketoiminnan varastoille tehtiin nykytila-analyysi ja havaittiin, että varastojen kierto on hyvin hidasta teollisuuden tyypillisiin kiertoihin verrattuna. Analyysin tulosten ja henkilöstön haastattelun perusteella luotiin uusi kulutushistoriaan perustuva kategorisointimalli, joka painottui pitämään palveluasteen vaadittavan korkealla, mutta säästämään sitoutunutta pääomaa siellä, mistä sen vähentäminen arvioitiin vaikutukseltaan pieneksi toimitusvarmuuden ja asiakaspalvelun kannalta. Mallin pohjana oli yrityksen sisäinen ohjeistus raja-arvoista sekä palveluliiketoiminnan kilpailutekijät. Analyysissä kerätylle datalle tehtiin tämä uusi luokittelu, ja luokittelun perusteella saatiin poistettua datasta huomattava määrä kiertämättömään materiaaliin sitoutunutta pääomaa. Uuden luokittelun seurantaan laadittiin yksinkertaiset KPI-mittarit, joiden avulla voidaan seurata varaston kriittistä tehtävää, toimitusvarmuuden ylläpitoa. Jatkokehityskohteita tunnistettiin varastonohjauksen ylläpitoon ja asiakasrajapinnan yhteisyyöhön liittyen.

Lähteet

Arnold, J. R. T., Chapman, S. N. & Clive, L. M. 2008. Introduction to materials management. 6th ed. Upper Saddle River (NJ): Pearson/Prentice Hall.

Chopra, Meind 2019. Supply Chain Management – Strategy, Planning and Operation.

Grönroos, C. 2001. Palveluiden johtaminen ja markkinointi.

Happonen, A. (2011) Muuttuvaan kysyntään sopeutuva varastonohjausmalli. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.

Hernán David Perez. (2013) Supply chain strategies: Which one hits the mark? <https://www.supplychainquarterly.com/articles/720-supply-chain-strategies-which-one-hits-the-mark> [Online] [viitattu 01.01.2024]

Huiskonen, J. (2001) Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices. International journal of production economics. [Online] 71 (1), 125–133.

Fortuin, L. & Martin, H. (1999) Control of service parts. International journal of operations & production management. [Online] 19 (9), 950–971.

Kourentzes, N. 2016. ABC-XYZ analysis for forecasting. [Verkkodokumentti]. [Viitattu: 03.06.2022] Saatavilla: <https://kourentzes.com/forecasting/2016/10/15/abc-xyz-analysis-for-forecasting/>

Molenaers, A. et al. (2012) Criticality classification of spare parts: A case study. *International journal of production economics*. [Online] 140 (2), 570–578.

Neilimo K., Uusi-Rauva E. 2014. *Johdon laskentatoimi*.

Prem Vrat (2014) *Materials Management An Integrated Systems Approach*. [Online]. New Delhi: Springer India.

Richards, G. 2022. *Warehouse management 4th edition. The definitive guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*

Ross, D. 2015. *Distribution planning and control e-book*

Rintala, A. & Huiskonen, J. (2015) Revising inventory management policies for spare parts: a case study.

Scholz-Reiter, B. et al. (2012) Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company. *International journal of productivity and performance management*. [Online] 61 (4), 445–451.