

Varastonhallinnan kypsyyssmallin suunnittelu ja validointi

Toimitusketjujen johtamisen
pro gradu -tutkielma

Laatija: Joni Häggblom

Ohjaaja:
Harri Lorentz

21.12.2025

Turku

Turun yliopiston laatu järjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Pro gradu -tutkielma

Oppiaine: Toimitusketjujen johtaminen

Tekijä: Joni Häggblom

Otsikko: Varastohallinnan kypsyysmallin suunnittelu ja validointi

Ohjaaja: Professori Harri Lorentz

Sivumäärä: 69 sivua + liitteet 2 sivua

Päivämäärä: 21.12.2025

Toimiva varastohallinta auttaa yrityksiä järjestämään tuotteensa asiakkaan saataville erilaisten epävarmuuksien vallitessa. Kysynnän, tuotannon ja vasteaikojen muutoksiin voidaan varautua varastoimalla raaka-aineita, välituotteita tai lopputuotteita. Mitä korkeammat varastotasot ovat, sitä korkeampaa palvelutasoa voidaan yleisesti ylläpitää. Korkeat varastotasot sitovat kuitenkin paljon pääomaa, ja varastointi voi vaatia paljon fyysistä tilaa. Varastohallinnalla pyritään löytämään toimivia ratkaisuja keskenään ristiriitaisten tavoitteiden; mahdollisimman hyvän asiakaspalvelun ja mahdollisimman matalien kustannusten, välille.

Kypsyysmalleilla pyritään kuvaamaan organisaation tai prosessien eri kypsyiden tasoja. Kypsyystasolta seuraavalle nouseminen tuo mukanaan parannuksia laatuun ja tehokkuuteen, mutta se vaatii myös investointeja ja opettelua.

Tässä tutkielmassa luodaan kypsyysmalli varastohallinnan kontekstiin. Kypsyysmalli esitetään ruudukon muodossa, ja se koostuu kahdesta akselista; rivejä ovat varastohallinnan osa-alueet ja sarakkeita kypsyystasot. Kypsyysmallin suunnittelu pohjautuu akateemiseen tutkimustietoon varastohallinnan ja kypsyysajattelun aloilta. Varastohallinnan kypsyysmalli syntyy näiden yhdistämisestä, sovittamalla varastohallinnan prosessit kypsyystasoille. Lopuksi malli validoidaan asiantuntijahaastatteluiden avulla luotettavuuden ja relevanttiuden varmistamiseksi.

Kehitetty malli voi auttaa organisaatioita hahmottamaan omien varastohallinnan prosessiensa kypsyyttä, levittämään tietoa, sekä tarjoamaan loogisen polun kypsyystasolta seuraavalle etene- misessä.

Avainsanat: Kypsyysmalli, maturiteetti, varastohallinta, toimitusketjustrategia

SISÄLLYS

1	Johdanto	7
2	Varastonhallinta	9
	2.1 Varastonhallinnan vaikutus kustannuksiin	10
	2.2 Varastonhallinnan yhteys toimitusketjustrategiaan	12
	2.3 Varastonhallinnan tutkimus	15
	2.4 Varastonhallinnan keskeiset osa-alueet	16
	2.4.1 Varastotasojen seuranta	16
	2.4.2 Varastonimikkeiden luokittelu	17
	2.4.3 Kysyntäennusteiden laatiminen	19
	2.4.4 Informaation jakaminen	22
3	Kypsyysmallit	25
	3.1 Kypsyysmallien kehityshistoria	25
	3.2 Kypsyiden tulkinnat	27
	3.3 Kypsyysmallin suunnittelu	29
4	Kehitettävä varastonhallinnan kypsyysmalli	31
	4.1 Suunnittelun periaatteet	31
	4.2 Kypsyysmallin ulottuvuudet	33
	4.3 Kypsyysmallin tasot	35
	4.3.1 Lähtötaso	35
	4.3.2 Toistettavissa oleva taso	36
	4.3.3 Määritetty taso	37
	4.3.4 Johdettu taso	37
	4.3.5 Optimoiva taso	38
	4.4 Kirjallisuuskatsauksen pohjalta koostettu kypsyysmalli	38
5	Tutkimusmenetelmät	41
	5.1 Tutkimusasetelma	41
	5.2 Haastatteluiden toteutus ja analysointi	42
6	Varastonhallinnan kypsyysmallin validointi	45
	6.1 Varastonhallinnan strateginen merkitys	45

6.2	Kypsyysmallin läpikäynti	54
6.3	Muokattu kypsyysmalli	56
7	Johtopäätökset	60
7.1	Havainnot ja yhteenveto	60
7.2	Tutkimuksen laadun arviointi	61
7.3	Ehdotukset tulevalle tutkimukselle	62
	Lähteet	64
	Liitteet	70
	Liite 1. Haastattelukysymykset	70
	Liite 2. Muokattu varastonhallinnan kypsyysmalli ilman korostuksia	71

KUVIOT

Kuvio 1 Kypsyyden ominaisuudet (Fraser ym. 2002, mukailten)	28
Kuvio 2 Haastatteluaineiston teemat	53

TAULUKOT

Taulukko 1 Varastonhallinnan kehittämisen ulottuvuudet (Garcia, 2008 mukailten)	15
Taulukko 2 CMMI:n mukaiset kyvykkyytavoitteet (Mutafelija & Stromberg, 2003, 88–98 mukailten)	27
Taulukko 3 Kirjallisuuskatsauksen pohjalta luotu kypsyyssmalli	39
Taulukko 4 Haastateltavien taustat	43
Taulukko 5 Varastonhallinnan haasteet haastatteluaineiston perusteella	46
Taulukko 6 Validoinnin perusteella muokattu kypsyyssmalli	57
Taulukko 7 Yhteenveto muutoksista kypsyyssmalliin	59

1 Johdanto

Varastohallinnalla tarkoitetaan yrityksessä niitä toimenpiteitä, joilla järjestetään tuotteet asiakkaan saataville. Varastohallinta koordinoi hankinnan, valmistuksen ja jakelun toimintoja. Varastot mahdollistavat asiakkaan palvelemisen silloin, kun hankinta ja tuotanto eivät yksinään riitä vastaamaan kysyntään. (Wild, 2018.) Tässä tutkielmassa varastoilla voidaan tarkoittaa niin raaka-aineiden tai komponenttien, välituotteiden kuin lopputuotteiden varastoja.

Varastohallinnan tekniikoiden käyttöönotto yrityksissä tapahtuu asteittain tiedon karttamisen myötä. Kaikkia parhaita käytäntöjä ei ole välttämättä mahdollista omaksua kerralla, joten on luonnollista, että se tapahtuu vaiheittain kypsyiden eri tasoilla. Kypsyysmallit voivat myös tarjota systemaattisia ohjeita jatkuvalla oppimiselle ja kehitykselle organisaatioissa. (Niemi, Huiskonen & Kärkkäinen, 2009, 162.)

Erilaisia organisaation prosessikypsyttä mittaavia malleja ja tekniikoita on kehitetty paljon. Osa on luonteeltaan yleisempiä ja osa tarkemmin tiettyyn käyttötarkoitukseen tai toimialaan rajattuja, esimerkiksi ohjelmistokehitykseen. Erityisesti varastohallinnan kypsyiden arviointiin tarkoitettuja työkaluja löytyy kuitenkin rajallisesti. Kun halutaan lisätä suoraan yksittäisen prosessin tuottamaa lisäarvoa, kypsyiden tarkastelu työntekijätasolla on liian yksityiskohtaista ja organisaatiotasolla puolestaan liian yleistä. Tällaisten prosessien kypsyysmalleille on tarvetta, ja tiedon karttumista juuri varastohallinnan kontekstissa on tutkittu vähän. (Niemi ym. 2009, 162.)

Hankintatoimi ja varastohallinta ovat tukitoimia yrityksessä. Parhaita toimintatapoja omaksumalla ja toiminnan kypsyttä parantamalla, voidaan säästää toimitusketjun kustannuksissa, tunnistaa ja ottaa käyttöön uusi teknologioita ja kehittää uusia prosesseja. Hyvä varastohallinta ei kuitenkaan korvaa hyviä tuotteita, toimivia jakelustrategioita tai oikeasuhtaista varojen allokointia. Positiiviset vaikutukset, esimerkiksi kustannusten pieneneminen, eivät välttämättä myöskään näy välittömästi, vaan strategisten muutosten konkretisoitumisessa voi kestää. Parhaita toimintatapoja omaksuessa tulee myös integroida muutokset koko organisaation tasolla, jotta paras mahdollinen tieto ei siiloudu vain varastohallinnan käyttöön. (Ellram ym. 2002, 14.)

Tässä tutkielmassa tutkitaan, mitkä tekijät keskeisesti vaikuttavat varastohallinnan kypsyteen, sekä luodaan kypsyysmalli, joka kuvaa varastohallinnan osa-alueiden piirteitä

eri kypsyyden tasoilla. Tutkielma pyrkii vastaamaan kysymykseen: *Mitkä ovat keskeiset varastohallinnan kypsyyteen vaikuttavat tekijät?* Itse tutkimuskysymys on subjektiivinen, eikä siihen ole yksiselitteistä oikeaa vastausta. Kysymystä lähestytään kypsyydshallinnallisen muodossa, joka kehitetään tieteellisten artikkeleiden ja kirjallisuuden pohjalta koostetun synteetin perusteella. Malli muodostuu kahdesta ulottuvuudesta: varastohallinnan osa-alueet muodostavat mallin rivit ja kypsyydet muodostavat mallin sarakkeet. Myös artikkelit ja kirjallisuus, joiden pohjalta malli on koostettu, edustavat näitä kahta ulottuvuutta. Kirjallisuuskatsauksen ensimmäinen vaihe käsittelee varastohallintaa, jota on käsitelty useissa liiketalouden ja tuotannon johtamisen julkaisuissa sekä oppikirjoissa. Toinen puoli kirjallisuuskatsausta käsittelee kypsyydetajattelua ja kypsyydshallinnallisen suunnitteluprosessia. Tutkielmassa kehitettävän kypsyydshallinnallisen kehityksessä yhdistetään kypsyydshallinnallisen suunnittelun periaatteita ja sovelletaan niitä varastohallinnan kontekstiin.

Alkuperäistä suunnitteluvaihetta seuraa iteratiivinen vaihe, jossa kypsyydshallinnallista validoidaan asiantuntijahaastatteluiden avulla. Haastatteluissa kartoitetaan asiantuntijoiden käytännön näkemyksiä varastohallinnasta, sekä kerätään suoraa palautetta kehitettyyn kypsyydshallinnalliseen. Tämän jälkeen mallia muokataan ja täydennetään haastatteluaineiston pohjalta. Mallin on tarkoitus olla looginen, helposti tulkittavissa ja sen on tarkoitus toimia havainnollistavana työkaluna organisaation varastohallinnan kypsyyden arvioimisessa ja kehityssaskeleiden suunnittelussa.

2 Varastonhallinta

Varastoja ylläpidetään muun muassa hyvän asiakaspalvelun takaamiseksi, tuotannon jatkumisen varmistamiseksi, mahdollisimman edullisten ostojen tai massa-alennusten hyödyntämiseksi. Varastonhallinnan strategia pohjautuu yrityksen määrittämiin tavoitteisiin. Kuten muissakin yrityksen toiminnoissa, varastonhallinnan tarkoitus on osaltaan palvella koko yrityksen parasta. Varastonhallinnan tavoitteina on yleisesti parantaa asiakaspalvelun laatua ja samalla laskea operatiivisia- ja varastointikustannuksia. Taloudellisesti tuottavin strategia ei kuitenkaan ole optimoida yhtä näistä osa-alueista kahden muun kustannuksella. (Wild, 2018.)

Varastonhallinnasta kertova kirjallisuus pohjautuu lähes aina maksimaalisen tuloksen tai mahdollisimman matalien kustannusten tavoitteluun. Optimaalisen varastonhallinnan tavoitteena siis pidetään parasta mahdollista taloudellista tulosta, niin että asiakkaiden vaatimukset pystytään täyttämään. Kysymystä siitä, kuinka suurta varastoa yritysten kannattaa ylläpitää, on tutkittu paljon. Liian suuret varastot vaativat paljon fyysistä tilaa, aiheuttavat taloudellista taakkaa ja lisäävät riskiä varastoitavien tuotteiden vahingoittumiselle tai pilaantumiselle. Eksessiiviset varastotasot voivat myös olla seurausta puutteellisista ennusteista ja muista prosesseista, tehottomasta johtamisesta tai kehnosta aikataulutuksesta, joita kompensoidaan tarpeettoman suurilla varastoilla. (Koumanakos, 2008, 356.)

Yksinkertaisimmillaan, keskittymättä tuotannollisiin, tai toimitusketjun logistisiin kysymyksiin varastonhallinta vastaa tuotenimiketasolla kolmeen keskeiseen kysymykseen (Silver, 1981, 629):

1. Kuinka usein varastosaldo tarkistetaan?
2. Milloin täydennystilaus tulisi tehdä?
3. Kuinka suuri tulee täydennystilauksen olla?

Vaikka varastonhallintaan liittyvää teoreettista tietoa on olemassa paljon, yritysten varastonhallinnan tekniikat käytännössä ovat usein hyvin alkeellisia. Syitä tälle voivat olla se, että varastonhallintatekniikoiden hyödyt eivät ole yrityksillä selkeitä, ja näiden tekniikoiden vaikeaksi koettu sovellettavuus. (Niemi ym. 2009, 160.)

2.1 Varastonhallinnan vaikutus kustannuksiin

Vaikka suoraa yhteyttä varastonhallinnan ja yrityksen taloudellisen tuloksen yhteyttä voi olla vaikeaa osoittaa suoraan, pitkällä aikatahtämellä hyvällä varastonhallinnalla on positiivinen yhteys tulokseen. Lisäksi hyvillä varastonhallinnan menetelmillä on yhteys hyvien johtamistapojen implementointiin myös yrityksen muilla osa-alueilla. Yritykset myös oppivan enemmän kontakteiltaan, kuin esimerkiksi johtamiskirjallisuuden kautta. (Vastag & Whybark, 2005.) Syntetosin ym. (2010) mukaan varastonhallinnan käytännön toimenpiteet yrityksissä eivät aina vastaa teoreettisia lähestymistapoja. Jalkauttamalla teorian näkökulmasta suhteellisen yksinkertaisia ratkaisuja yrityksen varastonhallintaan, voidaan kuitenkin saavuttaa huomattavia rahallisia säästöjä. (Syntetos, Babai, Davies & Stephenson, 2010.)

Tuotteiden valmistaminen ja kuljettaminen vaatii pääomaa ja työvoimaa. Rahavarat, laitokset, välineet, rekat ja muu omaisuus ovat pääomaa. Pääoman ja työvoiman kapasiteetti on rajallinen ja valmistaminen ja kuljettaminen vievät aikaa. Keskeistä on hyödyntää olemassa olevaa kapasiteettia niin, että maksimoidaan sen tuottama hyöty, joka voi olla esimerkiksi tuotteen laadun tai vasteajan funktio. Kapasiteetin tehokas hyödyntäminen on taktisen ja operatiivisen suunnittelun kysymys, mutta päätökset kapasiteettitasoista ovat strategisempia ja niihin vaikutetaan investoinneilla. (Song, van Houtum & van Mieghem, 2020, 37–38.)

Varastonhallinnan tarkoituksena on tukea operatiivista toimintaa ohjaamalla, kuinka paljon ja kuinka usein eri varastonimikkeitä (*Stock keeping unit, SKU*), tai niiden muodostamiseen tarvittavia materiaaleja tilataan. Varastotasojen oikea-aikaiseen täydentämiseen käytetään organisaatioissa Material Requirements Planning (*MRP*) -prosesseja. Yksinkertaisimmillaan varastonhallinnassa hyödynnetään menetelmiä, joilla pyritään minimoimaan tilaamisen ja varastonhallinnan kustannukset, kuten taloudellisen eräkoon malli (*Economic Order Quantity, EOQ*). Varastonhallinnassa on otettava huomioon myös erilaisia rajoitteita, kuten että palvelutason on yllettävä tiettyyn minimitasoon. (Goltsos, Syntetos, Glock & Ioannou, 2021, 397.)

Wildin (2018) mukaan varastonhallinnan tarkoitus ei ole ainoastaan ajoissa tapahtuvien toimitusten takaaminen, vaan koko toimitusketjun taloudellisen tuloksen parantaminen. Varastonhallinta ei ole erillinen ongelmansa, vaan se liittyy suoraan logistiikkaan ja jakeluun sekä tavarantoimittajiin ja asiakkaisiin. Vaikka varastonhallinnan onnistumista

mitataankin koko toimitusketjun tuloksenteon osana, tavoitteina on silti parempi asiakaspalvelu, alemmat operatiiviset kustannukset ja pienemmät varastotasot.

Jos varastotapahtumien kirjanpidolle ei ole johdonmukaisia käytäntöjä, yksikkökustannusten, kuljetuskustannusten ja laskujen maksupäivien vaihtelu voi lisääntyä. Varastojen vääränlainen arvioiminen ja arvostus voi aiheuttaa vajeita, mikä estää tilausten toteuttamista ja pienentää myyntiä. Ylijäämäinen varasto lisää tuotteiden vanhentumisen riskiä ja pääomakuluja. Puutteellinen varastonhallinta heikentää siis operatiivista toimintaa, kun varaston kysynnän ja tarjonnan välillä on epäsuhta. (Feng, Li, McVay & Skaife, 2015, 530.) Fengin ym. (2015, 554) mukaan yrityksillä, joiden varaston kontrollointi on heikkoa, on hitaampi varaston kiertonopeus ja varaston arvonalentumiset ovat todennäköisempiä ja vaikutukseltaan suurempia. Korjaamalla varaston kontrolloinnin heikkouksia, varaston kierto, myynti ja operatiivinen kassavirta paranevat.

Ylimääräisen käyttöpääoman karsiminen lisää yrityksen taloudellista joustavuutta lyhyellä aikavälillä vapauttamalla tarpeettomasti sitoutuneita varoja ja pitkällä aikavälillä vähentämällä päivittäisen operatiivisen toiminnan vaatimaa rahoitusta. Tämä lisää mahdollisuuksia tehdä uusia investointeja tuottavaan toimintaan. Yritykset, joiden käyttöpääoman aste on liian alhainen puolestaan hyötyvät lisäinvestoinneista käyttöpääomaan. Käyttöpääoma on usein pienin yrityksissä, jotka ovat kooltaan pieniä, ja joiden kehityksenot ovat suuria ja myynti volatiilia. Kun tällaiset yritykset pystyvät kasvattamaan käyttöpääomaansa, ne usein myös investoivat enemmän pysyvään omaisuuteen. (Aktas, Croci & Petmezas, 2015, 107–108.)

Hukan karsiminen prosesseista on ominaista niin kutsulle lean-ajattelulle. Leanissa jokaisen organisaation sisäiset prosessit nähdään osana arvoketjua loppuasiakkaalle asti. Erilaisilla arvovirtakuvauksilla voidaan tunnistaa prosessien ongelmia organisaatiotasolla. Operatiivisella tasolla voidaan käyttää erilaisia työpanoksen ja ajankäytön analyyseja. Leaniin kuuluu joukko analyyttisiä työkaluja, joilla pyritään Just-in-time (JIT) -tuotantoon. (Pettersen, 2009, 134–136.)

JIT:ssä yrityksellä on vain muutamia luotettavia toimittajia, ja sen tavoitteena on kehittää kevyempi valmistussysteemi, joka minimoi varastotasoja. Toimiva JIT-järjestelmä perustuu imuohjaukseen, jossa tuotteita valmistetaan asiakkaille toteutuvan kysynnän mukaan. JIT-järjestelmien on todettu johtavan keskimäärin lyhyempiin vasteaikoihin, matalampiin varastointikustannuksiin ja parantuneeseen tuottavuuteen. (Kros ym. 2006, 225, 227.)

2.2 Varastonhallinnan yhteys toimitusketjustrategiaan

Niin sanotuissa make-to-order-toimitusketjustrategioissa, joissa tuotteita valmistetaan vasta tilauksesta eikä varastoitavaksi, JIT pystyy parhaiten vastaamaan raaka-aineiden kysynnän vaihteluun. (Sukosyah, Koestiono, Dewi & Rusli, 2023.) Make-to-order-strategia (MTO) voi kuitenkin johtaa pitkiin vasteaikoihin. Jos asiakkaita halutaan palvella nopeammin, käytetäänkin siis useimmin jonkinlaista make-to-stock-mallia (MTS), jossa valmiita tuotteita varastoidaan vasteajan lyhentämiseksi. Molemmissa tavoissa on hyvät ja heikot puolensa. MTO pystyy luomaan kustomoituja tuotteita, mutta MTS hyödyntää skaalaetuja ja säästää näin ollen kustannuksia nopeamman reagoinnin lisäksi. Näin ollen tuotannossa hyödynnetäänkin usein jonkinlaista MTO:n ja MTS:n hybridimallia. (Zhang, Zheng, Fang & Zhang, 2015, 239.)

Eräs tapa soveltaa JIT:iä on Kanban. Sillä tarkoitetaan Toyota Production Systemiin kuuluva alajärjestelmää, joka luotiin kontrolloimaan tuotantoa, varastotasoa ja raaka-aineiden ja puolivalmisteiden saatavuutta. Kanbanissa tavaravirtoja ja tuotantoa kommunikoidaan korteilla, mutta laveamman käsityksen mukaan voidaan sanoa, että suurin osa yrityksistä käyttää tämän kaltaista järjestelmää. Työvuorolistat, materiaalilistat ym. ovat tällaisia kortteja, ja kanbanista puhuessa saatetaankin tarkoittaa näitä kortteja, tai itse järjestelmää. Kanban luotiin vastaamaan Toyotan ominaisiin tarpeisiin, tietyille tuotannon ja markkinoiden oletuksille. Kanban ei välttämättä ole tehokas työkalu, kun kysyntä on epävarmaa ja tuotannon prosessit eivät ole standardoituja. (Lage & Godinho, 2010, 13.) Kanban on käytetyimpiä JIT-työkaluja ja se voi olla hyödyllinen myös varastonhallintajärjestelmien tehostamisessa, parantamalla ennustettavuutta ja vakautta. Kanban auttaa osana yrityksen lean-prosesseja tuotannossa ja voi pienentää varastotasoa. (Berhan, Kitaw, Gobachew & Haasis, 2021, 64.)

Imuohjauksen vastakohta puolestaan on työntöohjaus. Työntöohjauksessa taloudellinen riski kasvaa, kun keskeneräisten ja valmiiden tuotteiden arvo vähenee päivä päivältä tuotteiden elinkaaren vanhetessa. Mitä pidempää tuotteet ovat varastossa, sitä hitaampaa on myös kassankierto. Työntöohjauksessa riskiä voidaan yrittää minimoida viivästämillä tuotteiden lopullista kokoonpanoa mahdollisimman alavirtaan toimitusketjussa. (Kros ym. 2006, 225.) Eri kohdissa toimitusketjua sijaitsevien varastojen kyky reagoida asiakkaan vaatimukseen toimitusajoista eroavat toisistaan. Viivästäminen voi aiheuttaa hidastuneita vasteaikoja, joka johtaa menetettyihin myyntituloihin, jos se saa asiakkaat

vaihtamaan toimittajaa. Välituotteita varastoimalla voidaan vähentää saatavuusongelmia, kun paikalliset jakelijat voivat viimeistellä tuotteen komponenteista. (Kros ym. 206, 225–226.) Viivästämisstrategia on tehokas toimialoilla, joissa tuotteilla on korkea differaatio. JIT pienentää valmiiden tuotteiden varastoja ja helpottaa ennusteiden tekemistä. Esteenä viivästämisstrategian omaksumiselle voi olla tuotannon uudelleensuunnittelun korkeat kustannukset. (Li, Cheng & Wang, 2006, 31.) Viivästämiseen liittyy läheisesti komponenttien modularisaatio. Siinä monimutkaisia tuotteita ja prosessia järjestellään tehokkaasti, pilkkomalla niitä pienemmiksi kokonaisuuksiksi. Modularisaatiossa siis erilaiset komponentit ovat yhteensovittavissa erilaisiksi välituotteiksi niiden standardisoinnin vuoksi. Komponentteja voi käyttää erilaisissa konfiguraatioissa tuotteen toiminnallisuuden kärsimättä. Modularisaation tarjoamia hyötyjä ovat muun muassa hallittavien tuotteenimikkeiden määrän väheneminen, lyhentynyt tuotekehitykseen kuluva aika ja mahdollinen tuotannon tehokkuuden lisääntyminen automaation avulla. Modularisaatio voi mahdollistaa myös niin sanotun massakustomoinnin, jossa asiakkaille voidaan muodostaa uniikkeja tuotteita erilaisilla komponenttien kokoonpanoilla. Massakustomoinnilla voidaan saavuttaa laaja tuotevalikoima ja samalla hyödyntää mittakaavaetuja. (Hsuan Mikola & Skjøtt-Larsen, 2004.)

Volatiili kysyntä ja lyhyet tuotteiden elinkaaret vaativat nopeaa reagointia toimitusketjuilta. (Tarafdar & Qrunfleh, 2016, 925.) Siinä missä lean-ajattelussa halutaan tuottaa mahdollisimman paljon mahdollisimman vähästä minimoimalla hukkaa, ketterät toimitusketjut pyrkivät vastaamaan uniikkeihin asiakastarpeisiin mahdollisimman joustavasti ja tehokkaasti. Tuotannon tulee pystyä vaihtelevaan esimerkiksi suurten ja pienten eräkokojen valmistuksen välillä mahdollisimman pienin haitoin. Tuotteet tulisi pystyä suunnittelemaan niin, että materiaalit voidaan helposti ja nopeasti jalostaa lopputuotteiksi. Tuokeakseen näitä tavoitteita, koko toimitusketjun on toimittava ketterästi (*agile*). Valmistaja reagoi ketterässä toimitusketjussa suoraan loppuasiakkaan kysyntäsignaaleihin. Lean- ja agile-ajattelulle on yhteistä asiakastarpeiden tyydyttäminen mahdollisimman alhaisin kustannuksin. (Goldsby, Griffis & Roath, 2006, 60.) Ketterät toimitusketjut pystyvät reagoimaan muuttuvaan ja vaikeasti ennustettavaan kysyntään hyödyntämällä vaihtoehtoisia varastoja tai muita resursseja toimitusketjussa (Lee, 2002, 114).

Varastotason kontrollointi on tasapainottelua yrityksen ristiriitaisten tavoitteiden välillä. Yrityksen pitkän tähtäimen kannattavuus pitää muuntaa operatiivisiksi ja taloudellisiksi tavoitteiksi. Varaston kontrolloinnilla halutaan samanaikaisesti optimoida kolmea eri

asiaa: asiakaspalvelua, varastointikustannuksia ja operatiivisia kustannuksia. (Wild, 1997, 4–6.) Kapasiteetin käyttöä voidaan tehostaa ja kysyntään voida reagoida nopeammin pitämällä valmiita tuotteita varastossa. Tällöin tuotantokapasiteettia ikään kuin varastoidaan, kuten akkuihin voidaan varastoida energiaa. Raaka-ainevarastoilla taas pyritään välttämään tuotannon seisomista. Raaka-ainevarastot ovat siis tuotannon komplementteja ja valmiiden tuotteiden varastot sen substituuotteja. (Song ym., 2020, 38.)

Kysynnän ja tarjontakyvyn epävarmuuksien tasapainottamiseksi ylläpidetään yleensä varmuusvarastoja. Palvelutasotavoite on kriittinen parametri varmuusvaraston suuruuden määrittämisessä. Palvelutaso voidaan määrittää prosenttiosuutena, kuinka usein kysyntään pystytään vastaamaan käytössä olevilla varastoilla. Tarvetta varmuusvarastoille selittävät useat epävarmuustekijät tai riskit kysynnän epävarmuuden lisäksi, kuten vasteaikojen, tuotteiden hintojen ja tuotteiden laadun vaihtelu, toimittajien tuotannon viiveet, tai muut odottamattomat syyt, kuten viiveet tullauksessa, luonnonkatastrofit ja niin edelleen. (Barros, Cortez & Sameiro Carvalho, 2021, 1–4.)

Varmuusvarastojen sijoittamisessa toimitusketjussa on Gravesin & Willemsin (2003) mukaan kaksi vaihtoehtoista lähestymistapaa, taatun palvelun malli (*Guaranteed Service Model, GSM*) ja stokastisen palvelun malli (*Stochastic-service Model, SSM*). GSM:ssä myyvä osapuoli takaa alavirtaan ostajalle palvelua määritetyssä ajassa. Mallin taustalla on oletus, että kysyntä ei ylitä tasoa, jonka puitteissa palveluaika on määritetty. Kun kysyntä ja palveluaika ovat tiedossa, voidaan 100 % palvelutasoon päästä rajallisilla varastoilla. SSM:ssä toimijat ylläpitävät toimitusketjun kaikilla tasoilla varmuusvarastoja, joiden avulla saavutetaan haluttu palvelutaso. Mallissa oletetaan, että toimitus- tai palveluaika vaihtelee materiaalien saatavuuden mukaan. Vasteajoissa huomioidaan, että ylävirrassa oleva toimija ei välttämättä pysty aina vastaamaan kysyntään halutussa ajassa. Koska jokaisella tasolla toimitusketjussa tapahtuu joskus viiveitä tuotteiden saamisessa, vasteajat ovat luonteeltaan stokastisia. (Graves & Willems, 2003, 98.)

Kun kysynnän varianssi poikkeaa oletetusta, palvelutaso voi laskea (Zhang, 2007). Kysynnän epävarmuuden aiheuttaman varianssin tai tuotannon häiriöiden kattamiseksi ylläpidetään usein varmuusvarastoja. Siihen, kuinka suurta varmuusvarastoa organisaatio ylläpitää, vaikuttaa kolme toisistaan riippumatonta seikkaa: kuinka suurta on kysynnän varianssi, kuinka hyvä on toimittajien toimitusvarmuus ja kuinka luotettavaa on kuljetusten ajanmukaisuus. (Wild, 2018, 98.)

Toimitusketjun toimintaa voidaan tarkastella karkeasti kolmelta tasolta: strategiselta, taktiselta ja operatiiviselta tasolta. Strateginen ulottuvuus käsittää toiminnot, jotka tehdään pitkällä, yleensä vähintään vuoden aikatahtimella. Taktinen ulottuvuus käsittää sitä lyhyemmällä aikavälillä suoritettavat toiminnot, ja operatiivinen ulottuvuus käsittää päivittäin tehtävät toiminnot. Garcian (2008) tutkimuksessa esitetään asiantuntijaneelin näkemyksiä siitä, millä tavoin prosesseja voidaan strategisella, taktisella ja operatiivisella ulottuvuudella kehittää varastohallinnan näkökulmasta.

Alla olevassa taulukossa on esitetty miten lähtötasolla oleva yritys voi nousta korkeammalle kypsyystasolle varastohallinnan prosesseissaan. Lähtötasolla oleva yritys toimii enemmän reagoimalla ympäristöönsä kuin aktiivisesti suunnittelemalla, eikä sillä ole suunnitelmaa pitkän aikavälin kehitykselle. Tällä tasolla yrityksellä on usein ongelmia asiakkaiden odotusten täyttämässä. (Garcia, 2008, 95–96.)

Taulukko 1 Varastohallinnan kehittämisen ulottuvuudet (Garcia, 2008 mukailten)

Strateginen taso	Taktinen taso	Operatiivinen taso
<ul style="list-style-type: none"> • Muodostetaan master scheduling plan • Varastohallinnan konseptien jalkauttaminen 	<ul style="list-style-type: none"> • Määritetään logistiset prosessit raaka-aineiden vastaanotamisesta ja sijoittamisesta • Määritetään ROP • Bill-of-materials-dokumentointi 	<ul style="list-style-type: none"> • Varmistetaan raaka-aineiden riittävä ja oikea-aikainen saataavuus • Tunnistetaan avaintekijät tulevan raaka-ainetarpeen ennustamiseksi

Hyödyllisiä työkaluja yllä olevien prosessien kehittämiseen ovat tavanomaiset office-ohjelmat, joilla voidaan käsitellä kysyntään ja toimituksiin liittyvää dataa, 5S-menetelmä, lajittelu tuotetyyppeihin ja kysynnän mukaan ja varastoinnin dokumentointiin ja standardointiin liittyvien prosessien kehittäminen (Garcia, 2008, 82–83).

2.3 Varastohallinnan tutkimus

Varastohallintaan liittyen on julkaistu paljon akateemisia artikkeleita. Viimeisten vuosikymmenten saatossa tutkimuksessa on ollut havaittavia trendejä. Perinteisestä varastojen kontrolloinnista on siirrytty tutkimaan integroituun näkökulmaan, jossa huomioidaan myös logistiset toiminnot. Logistiikan tutkimus on muun muassa täydentänyt alkuperäistä (Q, r) -mallia, huomioimalla paremmin esimerkiksi kuljetukset ja niiden vasteajat,

laatunäkökohdat ja poikkeustilanteet alkuperäisiä varastonhallintamalleja paremmin. Lisäksi esiin ovat vahvasti nousseet kollaboratiiviset näkökulmat, joissa toimittajat voivat esimerkiksi täydentää tilaajan varastotasoa automaattisesti. Kollaboratiiviset mallit perustuvat vahvasti tiedon jakamiseen toimitusketjussa. Kysyntä- ja varastotasotiedon jakamisen tärkeys osoittaa, että kysyntä ei ole lähtökohtaisesti ennalta tiedettyä, vaan stokastista. (Williams & Tokar, 2008.) Myös akateeminen tutkimus on ollut paljon kiinnostuneempi stokastisista malleista. Determinististen mallien etuna on niiden helppous, ja ne voivatkin olla usein lähtöpisteenä varastonhallintamallin soveltamiselle. (Williams & Tokar, 2008, 222.)

Operaatioanalyysin julkaisuissa on perinteisesti tarkasteltu varastonhallinnan toimia kustannusten minimoinnin näkökulmasta (Silver, 1981 ym). Vaikka varastonhallinta vaikuttaa yrityksen tulokseen myös muilla tavoin, voidaan todeta kustannusten minimoinnin olevan yksi varastonhallinnan olennaisista tavoitteista. Varastosta aiheutuvat kustannukset voi jakaa neljään luokkaan: tilauskustannuksiin (sisältäen itse ostettavat tuotteet tai palvelut), sidotun pääoman kustannuksiin, vaihtoehtokustannuksiin kun kysyntään ei pystytä vastaamaan sekä järjestelmäkustannuksiin. (Silver, 1981, 630–631.)

2.4 Varastonhallinnan keskeiset osa-alueet

Tämän luvun alaluvuissa jaotellaan varastonhallinta eri osa-alueisiin ja tarkastellaan niiden merkitystä ja piirteitä.

2.4.1 Varastotasojen seuranta

Puutteet varastotasojen seurannassa voivat johtaa liian pieniin tai suuriin täydennystilauksiin, mikä johtaa puutteellisiin tai ylisuuriin varastoihin. (Wild, 2018, 6.) Heikko saataavuus voi johtaa menetettyihin myyntituloihin, ja ylisuuret varastot taas sitovat turhaan pääomaa.

Varastosaldojen epätarkkuus onkin yleinen ongelma toimitusketjujen hallinnassa. Epätarkkuutta voivat aiheuttaa viiveet tiedonkulussa, väärin mittayksiköiden käyttäminen, fyysisten tavaroiden laskuvirheet tai varastaminen. (Thiel, Hovelaque, Le Hoa, 2010.)

Klassisessa EOQ-mallissa organisaatio tekee Q:n kokoisen täydennystilauksen, kun varastotaso on saavuttanut uudelleentilauspisteen R. Vaihtoehtoinen tapa jatkuvalla varastoseurannalle on jaksoittainen malli, jossa tehdään täydennystilaus, joka tuo

varastotason tasolle S, aina kun aikaväli T on kulunut. (Williams & Tokar, 2008, 219.) Mallit perustuvat siis säännölliseen varaston seurantaan, mutta erona on, seurataanko varastoja jatkuvasti, vai tarkistetaanko varastosaldot aina tietyin aikaväleihin.

Yrityksillä on usein käytössään järjestelmiä, jotka pystyvät seuraamaan varastotasoa reaaliaikaisesti, mutta on todennäköisesti epäkäytännöllistä tai taloudellisesti kannattamatonta tehdä täydennystilaus millä tahansa hetkellä. Minimitilausmäärät, kuljetusjärjestelyt ja pakkauskoot toimivat tässä tilanteessa rajoitteina. (Williams & Tokar, 2008, 227.)

2.4.2 Varastonimikkeiden luokittelu

Varastoitavat tuotteet jaetaan tavanomaisesti useisiin ryhmiin. Jo keskisuudessa organisaatiossa voi olla tuhansia varastoitavia nimikkeitä, jotka vaikuttavat tulokseen eri tavoin. Varastonimikkeitä on tällöin tyypillistä yhdistellä suuremmiksi kategorioiksi. ABC-luokittelu perustuu pareto-periaatteeseen, jonka mukaan 20 % syistä aiheuttaa 80 % -seurauksista. ABC-luokittelu ryhmä A voi esimerkiksi muodostaa 70 % yrityksen liikevaihdosta, mutta muodostaa vain 10 % varastoitavista tuotenimikkeistä. B-ryhmä muodostaa noin 20 % liikevaihdosta sekä nimikkeiden määrästä ja C-ryhmä voi muodostaa vain noin 10 % liikevaihdosta mutta jopa 70 % nimikkeistä. A-ryhmä on yrityksen toiminnan kannalta kriittisin. (Ng, 2006, 344–345.) Pareto-periaatteen ymmärtäminen voi auttaa tunnistamaan turhia varastoja. Niitä voivat olla kaikki ne nimikkeet, joille ei ole näköpiirissä havaittavaa kysyntää. Nimikkeet voivat olla vanhentuneita, todella hitaasti kiertäviä, tai tasaisen kysynnän nimikkeitä, joita on tilattu varastoon tarpeettoman suuri määrä. Ostojärjestelmien tulee olla tietoisia siitä, jos joidenkin nimikkeiden tilaamisesta tulee tarpeetonta. Varastosaldon madaltuminen saattaa esimerkiksi laukaista automaattisen ostotilauksen. (Wild, 2018, 58–60.)

ABC-luokittelu on yrityksissä melko yleisessä käytössä, mutta se tehdään usein yrityksen sisäisten käytäntöjen, tai peukalosääntöjen enemmän kuin tieteellisen analyysin perusteella. Tällainen ad hoc-luokittelu ei välttämättä ole optimaalinen. (Martin & Stanford, 2007.) Liikkeenjohdon mielenkiinto kohdistuu ennen kaikkea varaston kiertoon, joka lsketaan jakamalla vuotuinen myynti varaston keskimääräisellä arvolla. Optimaalista kiertomäärää varastolle ei kuitenkaan ole yksiselitteistä määrittää. Jos ajatellaan varaston koostuvan vain yhdestä varastoitavasta nimikkeestä, yhteenlasketut tilaus- ja varastointikustannukset voidaan ilmaista yhden kontrolloitavan muuttujan funktiona, joko tilauksen eräkoon tai tilausten välisen aikavälin funktiona. Kun varastoitavia tuotteita on hyvin

suuri määrä, on vaikeaa määrittää jokaiselle tuotteelle erillinen täydennysmenetelmä. Tällöin varastonimikkeitä yhdistellään usein varastointiluokiksi esimerkiksi niihin käytetyn vuosittaisen rahamäärän mukaisesti. (Martin & Stanford, 2006, 225–226.) Varastoitavien nimikkeiden jakaminen kategorioihin kysynnän mukaan on hyvin tärkeää varaston hallitsemisen ja materiaalitarpeen suunnittelun näkökulmasta (Scholz-Reiter, Heger, Meinecke & Bergmann 2012.)

Syntetos ym. (2010, 105–106) tutkivat varastohallinnan tehokkuutta tukkukauppaa harjoittavassa kohdeyrityksessä. He keräsivät tutkimustaan varten mm. yrityksen kysyntä- ja myyntidataa, dataa vasteajoista, tiedot todellisista varastosaldoista viikkotasolla ja hintatiedot varastonimikkeistä. Kohdeyrityksessä huomattiin, että yli 2000 varastonimikkeen joukosta, vain 11 nimikettä muodosti 20 % myyntituotoista. Hieman yli 200 nimikettä muodosti jo 80 % tuotoista. Suurin osa nimikkeistä vaikuttaa siis vain hyvin vähän suoraan tulokseen. Havainnon jälkeen yritys alkoi aggressiivisesti myymään varastojaan näiden vähäpätöisten tuotteiden osalta pois. (Syntetos ym. 2010, 105–106.) Tapaus toimii hyvänä käytännön esimerkkinä pareto-vaikutuksesta. Vaikka raaka-aine- tai väliotuetevarastoja ei voi suoraan verrata tukkukaupan varastoihin, esimerkki osoittaa kuinka vähäistä arvoa tuottavat nimikkeet voivat aiheuttaa suuren osan varastointitarpeesta ja näin ollen myös varastoinnin kustannuksista.

Luokittelussa ei ole suurta merkitystä käytetäänkö yksikköhintoina keskimääräisiä vai viimeisimpiä hintoja, kunhan menetelmä on johdonmukainen. ABC-analyysin tarkoitus on tarjota palvelua pienimmällä mahdollisella vaivalla ja kustannuksilla. Koska A-luokan tuotteet ovat arvokkaimpia, niiden hallinnassa tarvitaan tarkkaa dataa ja ennusteita, sekä jatkuvaa monitorointia. B-luokan tuotteiden ohjauksessa halutaan tyypillisesti käyttää lean-ajattelua ja varmuusvarastojen laskennallista määrittelyä. C-luokan tuotteet muodostavat pienen osan liikevaihdosta, mutta valtaosan varastoitavista nimikkeistä. C-luokan tuotteiden kontrolloinnissa ja tilaamisessa käytetään yksinkertaisia tai jopa automatisoituja prosesseja. (Wild, 1997, 32–33.) Tiukat budjettirajoitteet ohjaavat tarkempaan tuotteiden kategorisointiin, mutta yleisempi määrittely voi tulla kyseeseen, jos varoja ei tarvitse allokoida kovin tarkasti. Rajallisten resurssien kohdentaminen optimaalisesti on kuitenkin tärkeää kovan kilpailun vallitessa. (Millstein, Yang & Li, 2014, 80)

ABC-analyysia voidaan syventää lisäämällä siihen XYZ-akseli, joka kertoo, kuinka paljon vaihtelua tuotteen kysynnässä on. X-luokan tuotteiden kysyntä on säännöllistä ja

jatkuvaa, kun taas Z-luokan tuotteiden kysyntä on erittäin epäsäännöllistä (Errasti, Chakelson & Poler, 2010, 131). XYZ-analyysissä käytetään variaatiokerrointa kysynnän variaation mittarina. Variaatiokerroin on tietyn aikajakson kysynnän keskihajonnan ja keskimääräisen kysynnän suhde. ABC-analyysia käytetään yleisesti pääsääntöisenä luokittelumallina sen laajan soveltuvuuden vuoksi ja XYZ-analyysillä voidaan tukea sitä. Lopputuloksena saadaan (AX, BX, CX, AY, BY, CY, AZ, BZ, CZ) luokittelumatriisi. (Scholz-Reiter ym. 2012, 445–445.)

Scholz-Reiterin ym. (2012, 447–450) tutkimuksen mukaan ABC-XYZ-analyysi kannattaa toteuttaa kuukausittain, sillä ennusteiden tarkkuus laskee huomattavasti pidemmillä aikaväleillä. Esimerkiksi 12 kuukauden välein toistettava ABC-analyysi luokittelee tuotteet huomattavasti todennäköisemmin eri kategorioihin peräkkäisissä analyysissä, kuin kuukauden välein tehdyt analyysit.

Trubchenkon ym. tutkimuksessa varastoinnin kustannukset kohdeyrityksessä laskivat 20 %, kun ABC-XYZ-allokointi otettiin käyttöön. Tutkimuksessa vain yhdeksän eri nimikettä muodosti 96 % myynnistä ja jäljelle jääneet 34 nimikettä muodostivat vain loput 4 %. Seurauksena suurin osa BZ- ja CZ-kategorian tuotteista päätettiin poistaa kokonaan valikoimasta. (Trubchenko, Kiseleva, Loshchilova, Dreval, Ryzhakina & Shaftelskaya, 2020.) ABC-XYZ-tyylinen luokittelu voi siis auttaa tunnistamaan toiminnan kannalta kriittiset ja toisaalta vähemmän merkitykselliset nimikkeet. Nimikkeiden vähentäminen taas laskee sitoutuneen pääoman kustannuksia.

2.4.3 Kysyntäennusteiden laatiminen

Koska kysynnän tarkkaa määrää ei yleensä voida etukäteen tietää, joudutaan turvautumaan ennusteisiin. Ennuste on tarkin mahdollinen arvio kunkin varastonimikkeen, eli SKU:n kysynnästä. Ennusteiden laatiminen on usein kuitenkin sivuutettu kustannusten minimointiin tähtäävissä laskelmissa. Varsinkin aikaisimmissa varastohallinnan julkaisuissa sisäänrakennettuna oletuksena oli, että kysyntä ja sen parametrit ovat tiedossa ja vakioita. Toisaalta myös ennusteita on kirjallisuudessa kohdeltu itsetarkoituksena, eikä niiden merkitystä budjetoinnin, aikataulutuksen tai varastohallinnan kannalta ole aina tunnistettu. (Goltsos ym. 2021, 398.)

Siitä, kuinka ennustemenetelmä tulee valita ei vallitse täyttä yksimielisyyttä. Hyvin valittu ennuste voi kuitenkin parantaa palvelutasoa huomattavasti. Ennusteen tarkkuus

vaikuttaa suoraan riskiin, että myytävien lopputuotteiden varasto ei kykene vastaamaan kysyntään. Esimerkiksi uudelleentilauuspiste R määritetään tietyn aikajakson kysyntäennustetta käyttäen. Jos kysynnässä on vaihtelua, uudelleentilauuspiste ja tilauksen eräkkö vääristyvät ilman oikeansuuntaisia ennusteita. (Gardner, 1990.)

Kysynnän ennustamiseen tulee käyttää luotettavaa ja tarkoituksenmukaista dataa. Ennusteissa käytetään joko historiallista kysyntädataa, tai niissä pyritään ennakoimaan tulevaa kysyntää. Historiallinen kysyntädata on numeerista, mutta tulevaisuuteen katsovat mallit ovat luonteeltaan enemmän kvalitatiivisia. Esimerkiksi myynninedistämiskampanjan voidaan arvioida lisäävään kysyntää, mutta ei tiedetä tarkkaan, kuinka paljon. Ennusteissa voidaan käyttää sekä sisäistä, että ulkoista dataa. Sisäinen data tulee yritykseltä itseltään, kun taas ulkoinen data on esimerkiksi markkinainformaatiota tai -tilastoja. (Wild, 1997, 135–136.) Eräs yleinen virhe on käyttää dataa toteutuneista toimituksista kysynnän ennustamisessa. Todellinen kysyntä on voinut olla suurempaa, kuin mihin yritys on pystynyt vastaamaan. Jos yrityksen kapasiteetti toimittaa tuotteita on loppunut kesken, kuljetusdata voi virheellisesti muuttua käsitykseksi todellisesta kysynnästä. (Moon, Mentzer, Smith & Garver, 1998, 47.)

Kysyntä voi olla luonteeltaan hyvin erilaista eri varastonimikkeille saman yrityksenkin sisällä. Syntetosin ym. (2006) mukaan varastonhallinnan tulisi aina olla kestävää kaikkien nimikkeiden tasolla sen sijaan, että se olisi optimaalista tiettyjen nimikkeiden osalta, ja puutteellista toisten osalta. Jos koko varaston hallintaan sovelletaan yhtä tiettyä menetelmää, tulisi ensisijaisen tavoitteen olla mieluummin riittävien varastotasojen varmistaminen. Yksittäisen ennuste- ja varastonhallintamenetelmän käyttö on yleisempää pienissä ja keskisuurissa yrityksissä, jotka pyrkivät automatisoimaan varastonhallintaansa. (Syntetos, Boylan & Croston, 2006.)

Integroitujen varastoennusteiden tarkoitus on johtaa optimaaliset parametrit varastonhallintaan, ilman että joudutaan nojautumaan epämääräisiin oletuksiin kysynnän varianssista. Monet tutkimukset ovat sivuuttaneet normaalijakaumaoletuksen aiheuttamia ongelmia keskittymällä suoraan kriittisten fraktiilien laskentaan. Niin sanotun ydinestimoinnin (*kernel density estimation*) on havaittu tehostavan varastonhallintaa lyhyiden vasteaikojen ja normaalijakautuneen kysynnän vallitessa, kun taas GARCH (*generalized autoregressive conditional heteroskedasticity*) on hyödyllisempi, kun vasteajat ovat pidempiä ja kysynnässä näkyy heteroskedastisuutta. (Goltsos ym. 2021, 408.) Kysynnän ja

vasteaikojen varianssin analysointi ovat edistyksellisiä varastonhallinnan piirteitä, jotka voivat tuoda kilpailuetua (Panigrahi, Shrivastava & Kapur, 2024, 1952).

Yksinkertaisin ennustemenetelmä on liukuva keskiarvo, jossa kysyntä edeltävillä periodeilla jaetaan periodien määrällä. Liukuvassa keskiarvossa jokaiselle periodille annetaan ennusteessa yhtä suuri painoarvo. Uudempi data saattaa olla hyödyllisempää, joten viimeisimpien periodien kysyntää saatetaan haluta painottaa enemmän. Eksponentiaalisen tasoituksen menetelmässä käytetään sekä viimeisimmän periodin ennustetta että toteutunutta kysyntää, joiden painotuksessa käytetään tasoitustekijää α . (Wild, 1997, 149–153.) Goltsovin ym. (2021) tutkimuksessa analysoiduissa artikkeleissa eksponentiaalinen tasoitus oli käytetyistä ennustemenetelmistä suosituin, ja sitä seurasivat liukuvaan keskiarvoon perustuvat menetelmät sekä ARIMA (autoregressive integrated moving average).

Yksi merkittävimpiä stokastisia varastonhallintamalleja on (Q, R) -malli. Q tarkoittaa tässä tilattavaa kappalemäärää, kun varastossa on jäljellä R kappaletta tuotteita. Käytännössä Q määritetään taloudellisen eräkoon (EOQ) kaavan mukaisesti. R:n määrittämisessä puolestaan halutaan tavallisesti ylittää johonkin tiettyyn palvelutasoon. (Eppen & Martin, 1988, 1380.) Tavanomaisessa ratkaisumallissa oletetaan yleensä keskeiseen rajarvolauseeseen nojaten, että kysyntä vasteajalla on normaalijakautunutta. Välttämättä ei kuitenkaan aina tiedetä, mitä jakaumaa vasteajat ja kysyntä noudattavat. Historiallisesta datasta voidaan kuitenkin arvioida vasteajan kysynnän jakauma kohtuullisen hyvällä luotettavuudella. (Eppen & Martin, 1988, 1382–1384.)

Kysynnän luonne vaikuttaa sopivan ennustemenetelmän valintaan. Tasaisen kysynnän tuotteissa (x-luokka) voidaan käyttää liukuvaa keskiarvoa, mutta jos kysynnässä on kausittaista tai trendivaihtelua (y-luokka), on perusteltua käyttää eksponentiaalista tasoitusta, jossa huomioidaan vaihtelun vaikutus. (Errasti, Chackelson & Poler, 2010, 134.) Syntetosin ym. (2010, 105) mukaan varastonhallinnasta vastaavat henkilöt yrityksissä nojautuvat usein yksinkertaisimpiin menetelmiin, kuten uudelleentilauspisteisiin, missä kontrolliarvot saattavat kuitenkin olla keinotekoisesti määriteltäviä.

Siinä missä Q,R-malli perustuu varaston jatkuvaan valvontaan, order-up-to (T,S) -mallissa varastosaldot tarkistetaan säännöllisin väliajoin. Yksi luontainen syy keskittyä jaksottaiseen varastonvalvontaan on, että jatkuvassakin valvonnassa ennusteet perustuvat jaksoihin. Tarkastusväli voi olla esimerkiksi yksi päivä, tunti tai minuutti. T,S-mallissa

tilaukset tehdään aina tiettyinä ajankohtana. Tällöin ei ole tarkoitus optimoida tilausten välistä aikaväliä, vaan pelkästään tasoa, jolle varaston halutaan yltävän. Malli on yksinkertaisimmillaan siis ns. kauppamatkustajan ongelma, joka tarjoaa tavoitetason palvelusteelle. (Goltsos ym., 2021)

Historiallinen trendi toimitusketjuissa on ollut sijoittaa varastoja ylävirtaan. Ylävirrassa tuotteiden jalostusaste on matalampi ja näin ollen varastoinnin kustannus on pienempi. (Randall & Farris, 2009, 676.) Vaikka lopputuotteiden kysyntä kuluttajamarkkinoilla olisi hyvinkin tasaista, käsitys todellisesta kysynnästä voi vääristyä toimitusketjun ylävirrassa. Varianssin kasvamista toimitusketjun sisällä kutsutaan ”piiskavaikutukseksi” (*bullwhip effect*) ja se on ilmiönä hyvin tunnettu. Mitä pidemmälle ylävirtaan toimitusketjussa edetään, sitä epävarmemmaksi kysynnän ennustaminen muuttuu. Ylireagointi kysyntäsignaaleihin, myynnin edistämiskampanjat ja tilausten yhdistely voivat aiheuttaa suurta vaihtelua tilauskokoihin. (Lee, 2002, 107–108.) Piiskavaikutus syntyy toimitusketjun sisäisen koordinaation puutteesta. Epävarman kysynnän kysyntäpiikeiltä pyritään joskus suojautumaan pitämällä varastotasot koko ajan hyvin korkeina. (Costantino, Di Gravio, Shaban & Tronci, 2014, 292–293.) Varmuusvarastojen kasvattaminen parantaa palvelutasoa paikallisesti ja toimitusketjussa alavirrassa sijaitsevilla toimijoilla. Sillä voi kuitenkin olla päinvastainen vaikutus toimitusketjun ylävirtaan edettäessä, koska tavarantoimittajien kohtaamassa kysynnässä on tällöin enemmän varianssia, mikä puolestaan kiihdyttää piiskavaikutusta ja laskee täten palvelutasoa. (Costantino ym. 2014, 302–304.)

Goltsos ym. (2021) tunnistavat aiemmista tutkimuksista varastokustannusten minimoinnin ja kysyntäennusteiden integraatiossa useita kypsyiden tasoja. Alimmilla tasoilla varastohallinnan menetelmät ovat täysin irrallaan ennusteiden tekemisestä ja kysynnän arvioimisessa käytetään yksinkertaisia oletuksia. Keskitasoilla ennusteiden merkitys varastohallinnassa tunnustetaan ja kysyntää ei oteta annettuna. Korkeammilla tasoilla varastohallinnan ja ennusteiden onnistumista arvioidaan tarkastelemalla niitä yhdessä, eikä kumpaakin osa-aluetta erikseen. (Goltsos ym., 2021, 400.) Korkean kypsyiden tasoilla organisaation prosessit ovat keskenään integroituvia ja ne toimivat työkaluina koko organisaation tavoitteiden saavuttamisessa.

2.4.4 Informaation jakaminen

Joskus organisaatio saattaa omalla toiminnallaan aiheuttaa sen, että varastoissa on käytökkelvottomia nimikkeitä. Puutteellinen tiedonjakaminen esimerkiksi myynnin tai

markkinoinnin ja varastonhallinnan välillä saattaa aiheuttaa tällaisia tilanteita. Markkinointiosasto saattaa esimerkiksi käynnistää myyntikampanjan, jossa tuotteita myydään alennettuun hintaan. Jos ostajat eivät ole tietoisia kampanjasta, he saattavat tulkita kasvaneen kysynnän signaalina täydentää varastoja kyseisen tuotteen osalta. Kampanjan päätyttyä kysyntä laskee, mutta varastosaldot kasvavat. Lisäksi asiakkaat ovat saattaneet tehdä tavallista suurempia tilauksia halpojen hintojen vuoksi, eivätkä he näin olleen tilaa tuotetta jatkossa yhtä paljon. Yrityksessä saatetaan myös korvata vanha tuote uudemmalla. Mikäli osto-osasto ei ole ajoissa saanut tietoa siitä, että vanhan tuotteen myyminen lopetetaan, saattaa varastoon jäädä suuri määrä vanhentuvia tuotteita, joita asiakkaat eivät enää halua ostaa. (Wild, 2018.)

Informaation jakamiseen on syytä myös laajemmalla tasolla. Ennusteiden parantuminen auttaa hillitsemään piiskavaikutusta, mutta suurin teho on silti kysyntäinformaation jakamisessa läpi toimitusketjun. Jokaisella eri tasolla tehdyt päätökset heijastuvat ylä- ja alavirtaan toimitusketjussa. Laadukkaiden ennusteiden tuottaminen voi parantaa yksittäisen yrityksen suorituskykyä, mutta piiskavaikutus voi nopeasti mitätöidä hyödyt. Kysyntätiedon läpinäkymättömyys johtaa eksponentiaaliseen piiskavaikutukseen ja keskimääräisen palvelutason laskuun toimitusketjun ylävirtaan edettäessä. Vähittäismyyjä, joka on suorassa yhteydessä loppuasiakkaaseen, voi vaikuttaa eniten piiskavaikutuksen ennaltaehkäisemiseen. Mitä alemmalla toimitusketjussa informaatiota jaetaan, sitä paremmin piiskavaikutukselta voidaan välttyä. Koska toimitusketjun alavirrassa olevilla varmuusvarastoilla on suuri vaikutus, informaation jakamisen tavoitteena tulisi olla halutun palvelutason saavuttaminen mahdollisimman pienin varmuusvarastoin. Kysyntäinformaation jakamisen lisäksi varaston kontrolloinnin, kuten varmuusvarastotasojen ja ennusteiden käytön, koordinointi toimitusketjussa vähentää toimitusketjun varastotasojen varianssia. (Costantino ym. 2014, 305.)

Toimitusketjun osapuolten välisen luottamuksen puute voi estää informaation jakamista toimitusketjun sisällä. Luottamusta voidaan kuitenkin rakentaa jakamalla toimitusketjun riskejä ja tuottoja tasaisemmin. Yhteiset investoinnit ja ostositoumukset voivat vähentää osapuolten epävarmuutta ja haavoittuvaisuutta. Suora informaation jakaminen on usein myös tehokkain tapa hillitä opportunistista käytöstä. (Özer & Zheng, 2017, 308–309.)

Viime vuosikymmeninä kehittynyt teknologia on helpottanut informaation jakamista. Niiden ympärille on kehittynyt uudenlaisia työkaluja toimitusketjujen johtamiseen.

Kollaboratiivinen suunnittelu ja ennusteet, automaattinen varastontäydennys ja varastonohjauksen ulkoistaminen, tai VMI (*Vendor Managed Inventory*) ovat uudelleenjärjestelleet toimitusketjujen toimintaa ja johtaneet parannuksiin yritysten suorituskyvyssä. EDI (*Electronic Data Interchange*) ja internet ovat mahdollistaneet reaaliaikaisen informaation jakamisen. Kun toimitusketjun ylävirrassa nähdään kysynnän taso loppuasiakkaan taholta, saadaan parempi käsitys todellisesta tilaus- ja tuotantotarpeesta. (Yao & Dresner, 2006, 361–362.)

Turhan suurista varastosaldoista on haittaa erityisesti silloin, kun varastoitavat tuotteet ovat pilaantuvia, tai muuten nopeasti käytöstä pois vanhentuvia. Varastotasojen läpinäkyvyys on tällöin erityisen tärkeää. (Stanger, Yates, Wilding & Cotton, 2012).

3 Kypsyysmallit

Prosessin kypsyiden voidaan ajatella olevan elinkaari, joka ilmenee erilaisissa kehityksen vaiheissa. Se missä kohtaa kypsyiden elinkaarta yritys sijaitsee, riippuu siitä, miten hyvin eri prosessit on määritetty, mitattu, kontrolloitu ja hallittu. (Niemi ym. 2009, 164.) Kypsyiden visualisointiin käytetään usein ruudukon muodossa esitettävää kypsyysmallia.

3.1 Kypsyysmallien kehityshistoria

Prosessikypsyiden konseptin voidaan ajatella olevan lähtöisin TQM:stä (*Total Quality Management*). TQM osoitti, että prosessin kypsyiden parantaminen tilastollisen prosessinohjauksen avulla voi vähentää prosessille ominaista varianssia. (Maier, 2012, 145.) Prosessien tai kyvykkyyden kypsyysmalleja käytetään organisaatioissa laajasti sekä arvioinnin keinona, että työkaluna kehitykselle. Organisaation kypsyyttä voidaan hahmotella ruudukossa tai matriisissa, jossa esitellään eri kypsyiden tasoja. Jokaisella tasolla voidaan kuvailla muutamalla lauseella organisaation tyypillistä käyttäytymistä tutkimusalueella kyseisellä kypsyystasolla. Kypsyysmatriisi muistuttaa hieman Likert-asteikkoa, mutta Likert-asteikossa on nimetty yksi äärimmäinen taso, ja asteikko muodostuu esimerkiksi ”täysin samaa mieltä” ja ”täysin eri mieltä” välille. (Fraser, Moultrie & Gregory, 2002, 244.)

Kypsyysajattelun juuret ovat laadunhallinnassa. Eräs aikaisimmista kypsyysmalleista on Philip Crosby'n *Quality Management Maturity Grid* (QMMG). Siinä kuusi laadunhallinnan elementtiä asetetaan ruudukkoon, jossa y-akselilla on viisi kypsyiden tasoa. QMMG:stä on ehkä tunnetuimpana johdettu *Capability Maturity Model* (CMM). Mallissa määritetään viisi eri organisaation prosessien kypsyiden tasoa ja identifioidaan avainprosessialueita. Avainprosessialueilla suoriutumisen perusteella arvioidaan kypsyiden taso kussakin prosessissa. Avainprosessialueet on jaettu yleiset piirteet -sektioihin, jotka muodostuvat yksittäisistä avainprosesseista. CMM:n kompleksisuuden vuoksi, monet kypsyysmallit on kehitetty Crosby'n ruudukkolähestymistavasta. Kypsyiden tasojen lukumäärä on jossain määrin mielivaltainen, QMMG:ssä ja CMM:ssä tasoja on perinteisesti viisi. Tasojen kuvaaminen yksityiskohtaisesti muuttuu nopeasti vaikeaksi tasojen määrän kasvaessa. (Fraser ym. 2002, 245.)

Kypsyysmallit voivat kuvata tiettyjen prosessien, kuten ohjelmistojen tai hankintojen johtamisen kypsyyttä vertaamalla niitä parhaisiin käytäntöihin, tai ne voivat kuvata yleisemmin menestystekijöitä, joiden tulisi jokaisessa prosessissa, tai laajemmin organisaatiossa. Monet CMM-mallit ovat standardimuotoisia ja kansainvälisesti tunnistettuja, toisin sanoen, niitä voidaan käyttää sertifikaattina suorituskyvystä. Kypsyysruudukkoa voidaan kuitenkin käyttää yrityksen sisäisiin kehittämistarkoituksiin, joko yksistään tai osana laajempaa kehittämisfilosofiaa. (Maier, Moultrie & Clarkson, 2012, 138–139.)

Vaikka lukuisia erilaisia kypsyysmalleja on kehitetty, yhteistä niille on useiden eri ulottuvuuksien tai prosessien määrittely ja kuvaukset niistä eri kypsyyden tasoilla. Likertasteikon kaltaisessa mallissa otetaan tarkasteltavaksi jokin hyvä, tai kypsä toimintatapa ja vastaaja arvioi suhdeasteikolla kuinka hyvin kyseinen toimintatapa organisaatiossa toteutuu. CMM:ssä käytetään seuraavia viittä kypsyyden tasoa: initial (alkutilanne), repeatable (toistettavissa oleva), defined (määritetty), managed (johdettu) ja optimizing (optimoiva). (Fraser ym. 2002, 247.)

Alkuperäistä CMM-mallia seurasi monta eri organisaation prosessikypsyttä mittaavaa mallia, joista monet oli suunniteltu lähinnä ohjelmistokehitysprojekteja varten. Seuraavaksi olemassa olleet kyvykkyys- ja kypsyysmallit integroitiin yhteen CMMI-malliksi (Capability Maturity Model Integration). Erilaisten tavoitteiden vuoksi mallista tehtiin kaksi esittämistapaa; jatkuva ja jaksottainen. (Huang & Han, 2006, 297–298.)

CMMI-mallia voidaan noudattaa joko tasottaisena tai jatkuvana. Tasottainen versio tarkastelee organisaation prosessikypsyttä ja jatkuva versio keskittyy yksittäisten prosessien osa-alueiden kyvykkyuden mittaamiseen. (Mutafelija & Stromberg, 2003, 81–85.)

CMMI-malliin kuuluu yleisiä ja prosessialuekohtaisia tavoitteita. Kypsyystaso 0 tarkoittaa, että prosessi on puutteellinen, tai sitä ei suoriteta. Ensimmäiset tavoitteet ovat siis tasolla 1, jolloin prosessin täytyy olla kokonaan suoritettu. Yleiset tavoitteet kuuluvat kaikille prosessialueille. Kun niitä sovelletaan eri prosessialueille, ne lisäävät prosessien vakautta ja mahdollistavat kehittymisen läpi koko organisaation. (Mutafelija & Stromberg, 2003, 81–85.)

Prosessialueita voidaan tarkastella CMMI-mallissa niin jaksottaisessa kuin jatkuvassa esitysmuodossa. Prosessialue on toisiinsa liittyvistä toiminnoista muodostuva klusteri, jotka yhdessä suoritettuna auttavat jonkin kehittymisen kannalta keskeisen tavoitteen

saavuttamisessa. (Huang & Han, 2006, 299.) Keskeisenä erona esitysmuodoissa on, että jatkuvassa esitysmuodossa prosessialueet eivät kohdistu yksille tietyille kypsyystasoille. Prosessialueet on ryhmitetty kategorioihin, ja organisaatiot voivat näistä itse valita missä järjestyksessä haluavat prosessialueita kehittää. (Huang & Han, 2006, 300.)

Alla oleva taulukko kuvaa CMMI:n mukaiset yleiset kyvykkyystavoitteet:

Taulukko 2 CMMI:n mukaiset kyvykkyystavoitteet (Mutafelija & Stromberg, 2003, 88–98 mukailen)

Yleinen tavoite	Kuvaus
1. Saavuta spesifit tavoitteet	Prosessi tukee ja mahdollistaa prosessialuespesifien tavoitteiden saavuttamisen, muuttaen tuotannontekijät
2. Institutionalisoit hallittu prosessi	Hallittu prosessi: <ul style="list-style-type: none"> • Toteutetaan suunnitellusti • Hyödyntää osaavaa henkilökuntaa ja riittäviä resursseja • Osallistaa asiaankuuluvat sidosryhmät • On valvottu, kontrolloitu ja tarkastettu • Noudattaa prosessikuvausta
3. Institutionalisoit määritelty prosessi	Prosessi on juurrutettu organisaatioon määrittelyksi prosessiksi <ul style="list-style-type: none"> • Prosessin tehokkuus on kvalitatiivisesti enustettavissa
4. Institutionalisoit kvantitatiivisesti määritelty prosessi	Määriteltyä prosessia kontrolloidaan tilastollisin ja muin kvantitatiiviin menetelmin. <ul style="list-style-type: none"> • Prosessin tehokkuus on kvantitatiivisesti enustettavissa
5. Institutionalisoit optimoitu prosessi	Optimoitu prosessi on kvantitatiivisesti määritelty, ja sitä muokataan ja muutetaan sekä inkrementaalisesti että innovatiivisesti liiketoimintatavoitteiden mukaisesti. Syyt prosessin variaatioille tunnistetaan ja eliminoidaan.

3.2 Kypsyyden tulkinnat

Fraser ym. (2002) kuvaavat kypsyyttä eräänlaisena pyramidina, jossa korkeammat kypsyys tasot rakentuvat alempien päälle. Tunnusomaista alimman tason kypsyydelle on

ad hoc-toiminta. Kypsyiden kehittyessä prosesseista tulee paremmin määriteltyjä ja säännöllisesti toteutettuja. Korkeimmalla tasolla prosessit ovat juurtuneet organisaatioon, ja niistä on tullut osa organisaatiokulttuuria. Tällä tasolla voidaan ajatella, että prosesseille ei ole enää tarvetta, vaikka niitä noudatetaan.



Kuvio 1 Kypsyiden ominaisuudet (Fraser ym. 2002, mukaillen)

Pyramidikuvio havainnollistaa sitä, kuinka kypsyiden voidaan ajatella rakentuvan asteittain olemassa olevan tiedon ja omaksuttujen käytäntöjen päälle.

Organisaatioiden tulisi kehittyessään lähtökohtaisesti siirtyä alemmilta kypsyiden tasoilta korkeammille. Tietyn kypsyistason yltäminen vaatii tasolle tyypillisten ominaisuuksien tehokasta toteuttamista. Suuressa enemmistössä kypsyismalleista on käytössä neljä tai viisi kypsyiden tasoa ja pienessä osassa malleja tasoa voi olla kolme tai jopa kuusi. Garcian (2008) kehittämässä toimitusketjun suorituskyvyn kypsyismallissa on käytetty viittä kypsyiden tasoa. Tasolla yksi on puutteita indikaattoreiden ja menettelytapojen määrittämisessä, yrityksen osastojen välisessä kommunikaatiossa, prosessien hallinnassa ja kustannusten hallinnassa. Toisessa ääripäässä tasolla viisi työkuultuuri organisaatiossa on selkeästi määriteltyjä, tuotteiden jakelu ja hankinnat ovat jatkuvasti optimoituja, relevantti informaatio on laajasti käytössä ja helposti saavutettavissa ja organisaatio on keskittynyt ydinosaamiseensa ja ulkoistanut tarvittaessa muut prosessinsa.

Ensimmäisen tason kypsyydessä ollaan käytännössä lähtötilanteessa ja viidennen tason kypsyyden toimii benchmarkina muille yrityksille. (Garcia, 2008.)

Kypsyyden tulkinnoissa voi kuitenkin olla eroavaisuuksia, ja kypsyydshallien kehityksen historiassa on ollut erilaisia näkemyksiä. Kypsyyttä on voitu ajatella elinkaarena, jota on mitattu prosessialueittain eri tasoilla, niin että vasta viimeinen askel on ollut ”kypsyyden”. Crosby’n QMMG puolestaan perustui viiteen kypsyydentasoon, josta viimeinen on ”varmuus” (certainty). Crosby’n mallissa ei siis ajateltu kypsyyttä väistämättömänä elinkaarena, vaan se osoitti korkeampien kypsyydentasojen hyödyt ja käyttäjän harkintaan jäi, halutaanko korkeampaan kypsyyteen pyrkiä. Valtaosa kehitettävistä kypsyydshallista noudattaa jälkimmäistä näkemystä. Molemmat vaihtoehdot voivat auttaa organisaation johtoa kehittämään prosesseja kohti ihannetasoa, mutta Crosby’n kaltaiset potentiaalisen suorituskyvyn mallit keskittyvät jokaisen kehitysaskeleen ominaisuuksiin yhden ainoan tavoitetason sijasta. (Wendler, 2012, 1318.)

3.3 Kypsyydshallin suunnittelu

Maier ym. (2012) ovat laatineet ohjeistuksen kypsyydshallien kehittämiseksi. He tunnistavat hyvän kypsyydshallin suunnittelussa neljä erillistä vaihetta; suunnittelu, kehitys, arviointi ja ylläpito. Vaiheet saattavat olla iteratiivisia ja aiempiin vaiheisiin voi olla perusteltua palata uudestaan. Suunnitteluvaiheessa pohjustetaan syyt kypsyydshallin kehittämiseksi, rajataan sovellettavuusalue ja päätetään onnistumisen kriteerit. Suunnitteluvaiheessa tehdään päätökset arvioitavista prosessialueista, kypsyydentasojen määrästä ja laadusta sekä datan keräämistavoista. Arviointivaiheeseen siirtyminen voi tapahtua asteittain, sillä mallit saattavat kehittyä ajan myötä. Kun mallia käytetään ja siitä kerätään palautetta, voidaan mallia muokata arvioida uudestaan iteratiivisesti. Ensimmäisessä ja toisessa vaiheessa malliin tehtyjä päätöksiä voidaan arvioida kriittisesti ja hakea varmistustasolle, että mallin laatijoilla ja vastaajilla on yhteinen ymmärrys saaduista tuloksista. Jos mallin halutaan toimivan benchmarkina, tulosten yleistettävyyden on varmistuttava. Mallin ylläpitovaihe on luonteeltaan jatkuvaa. Kun tietoa mallin aihealueelta saadaan lisää ja teknologia kehittyy, alan parhaat toimintatavat muuttuvat. Mikäli kypsyydentasojen kuvauksissa on käytetty sanatarikkoja ilmauksia, kuten sallittuja hiilidioksidipäästöjä, tekstejä voidaan joutua päivittämään esimerkiksi lainsäädännön muuttuessa. Mikäli ylläpitovaiheessa tehdään suuria muutoksia malliin, on syytä palata uudestaan arviointivaiheeseen. (Maier ym. 2012, 149–152.)

Myös Röglinger ym. (2012) ovat määrittäneet periaatteita kypsyysmallin suunnittelulle. Mallin käytännön sovellusalue ja soveltamisen edellytykset ja rajoitteet tulisi tuoda ilmi. Myös mallin kohdeyleisöön ja siihen missä määrin malli on validoitu empiirisesti, tulisi ottaa kantaa. Keskeisimmät kypsyysmallin liittyvät teoreettiset käsitteet, mukaan lukien miten kypsyys itse mallissa käsitetään, tarkasteltavat osa-alueet ja mahdolliset kypsyystason nostamisen polut tulee selittää. Myös itse sovellusalan keskeinen termistö, tässä tapauksessa varastonhallinnan, tulee selittää ja tulokset dokumentoida kohdeyleisölle tarkoituksenmukaisella tavalla.

Kypsyysmalleja voidaan kuvailla Röglingerin, Pöppelbußin ja Beckerin (2012) mukaan deskriptiiviseksi (descriptive), jos se kuvailee olemassa olevaa kypsyysmallin tasoa, preskriptiiviseksi (prescriptive), jos se auttaa tunnistamaan tulevia, haluttavia kypsyysmallin tasoja sekä ohjeistaa kehitystoimenpiteisiin, ja komparatiiviseksi (comparative), jos se mahdollistaa ulkoisen tai sisäisen benchmarkauksen.

4 Kehitettävä varastonhallinnan kypsyysmalli

Tutkielmassa kehitetään alan kirjallisuuden ja vertaisarvioitujen kausijulkaisujen pohjalta teoreettinen viitekehys, siitä mistä piirteistä edistyksellinen varastotason hallinta koostuu. Malli esitetään monien aiempien kypsyystyökalujen mukaisesti matriisin muodossa, jossa mitattavat varastonhallinnan ulottuvuudet muodostavat matriisin vertikaalisen tason, ja kypsyysasteikko horisontaalisen tason. Mallin kohdeyleisöä ovat varastonhallinnan ammattilaiset, jotka voivat hyödyntää mallia organisaationsa varastonhallinnan kypseyden arvioinnissa ja kehittämisessä.

4.1 Suunnittelun periaatteet

Korkeita kypsyystasoja määrittävien tavoitteiden muodostamisessa käytetään alan kirjallisuuden ja akateemisten julkaisujen tunnistamia parhaita toimintatapoja (best practice). Parhaiden toimintatapojen omaksuminen on suosittu tapa yrityksissä pyrkiä parantamaan taloudellista suoritusta. Oletuksena on, että menestyvillä yrityksillä on toimintatapoja tai prosesseja, joita muut pystyvät omaksumaan. (Ellram, Zsidisin, Siferd & Stanly, 2002, 4–5.) Benchmarking on metodi, jossa identifioidaan organisaation toiminnan aspekteja, ja vertaillaan niitä muiden relevanttien organisaatioiden toimintaan, tavoitteena löytää kehityskohteita. Dataa muista organisaatioista ja niiden avainprosesseista hyödynnetään sen jälkeen muutosten implementoinnissa. (Francis & Holloway, 2007, 172–173.)

Määrittämättömältä tai 0-kypsyystasolta nouseminenkin tarjoaa kuitenkin jo merkittäviä hyötyjä. Tasot 2 ja 3 välttävät katastrofeja ja auttavat kontrolloimaan operatiivista toimintaa. Ne eivät kuitenkaan keskity laatu- tai suorituskykytavoitteisiin, kuten korkeammat tasot 4 ja 5. Korkeammilla kypsyystasoilla koko organisaatio edistää yhteisiä liiketoiminnan tavoitteita, ja toimintaa muokataan tavoitteisiin yltämiseksi. (Grossi, Calvo-Manzano & San Feliu, 2014, 815–816.)

Benchmarking-kirjallisuudessa onkin usein sisäänrakennettuna ajatus, että kaikki organisaatiot haluavat olla ”parhaita”. Lähtökohta, että kaikkien tavoitteena olisi parhaat mahdolliset prosessit, suurin mahdollinen tuotto omistajille jne. ei kuitenkaan usein todellisuudessa pidä paikkaansa. Liikkeenjohtavat ovat yleensä pragmaattisempia sen suhteen mitä on realistista tavoitella. (Francis & Holloway, 2007.) Tämän vuoksi on järkevää luoda välivaiheita sisältävä kartta prosessikypseyden parantamiseksi. Maierin (2012,

151) mukaan toimiva menetelmä on määritellä ensin molemmat kypsyiden ääripäät, ja edetä sen jälkeen keskimmäisten tasojen piirteiden kuvauksiin.

Tässä tutkielmassa kehitettävään malliin on otettu piirteitä aiemmista kypsyismalleista kypsyiden tasojen määrässä ja tasojen nimityksissä. Eri lähteistä kootusta asiantuntijatie-dosta on tunnistettu varastonhallinnan keskeisimpiä osa-alueita matriisin vertikaaliseen akseliin. Horisontaalisella akselilla on kypsyiden tasot. Yhdessä näistä tasoista muodostuu matriisi. Matriisin solut kuvaavat siis varastonhallinnan eri osa-alueita eri kypsyistasoilla. Jokaisessa solussa on kuvaus varastonhallinnan osa-alueen piirteistä tietyllä kypsyistatasolla. Kypsyistatoot ovat lähtötaso, toistettavissa oleva-, määritetty-, johdettu- ja optimoiva taso. Kypsyistatoot rakentuvat toistensa päälle, eli esimerkiksi määritellyllä tasolla tulee toteutua lähtötason ja toistettavissa olevan tason vaatimukset ja niin edelleen. Mallin käytännön sovellutuksessa kypsyiden tasoksi määritellään siis se taso, jossa kaikki sen ja alempien tasojen vaatimukset täyttyvät. Vaikka siis arvioinnin kohteen toiminnassa olisi joitain optimoidun tason piirteitä, mutta kaikki optimoidun ja johdetun tason kriteerit eivät täyty, kypsyys asettuu tällöin esimerkiksi määritellylle tasolle.

Koska tässä tutkimuksessa halutaan rakentaa kehikko varastonhallinnan osa-alueiden kypsyiden arvioimiseen, mukaillaan CMMI-mallin jatkuvaa esitysmuotoa. Varastonhallinnan osa-alueiden kohdalla voitaisiin siis puhua myös ”kyvykkyyden” arvioimisesta. Esitysasultaan laadittava malli mukailee QMMG-mallin ruudukkoa.

Kypsyismallit pohjautuvat usein aiemmin julkaistuissa tutkimuksissa tunnistettuihin hyviin toimintatapoihin (Fraser ym. 2002). Hansali, Elrhanimi & El Abbadi (2022) vertailivat tutkimuksessaan toimitusketjujen hallinnan kypsyismalleja. Heidän mukaansa malleissa ei kuitenkaan usein ole selkeitä ohjeita siitä, miten kypsyistatolta seuraavalle voidaan nousta. Mallit saattavat olla kehitettyjä tietyn organisaation tai toimialan tarpeisiin ja näin ollen niitä ei välttämättä voi soveltaa kaikissa yhteyksissä. Tässä tutkimuksessa kehitettävä malli pyrkii olemaan selkeä ja sovellettavissa erilaisiin toimialoihin.

Tässä tutkimuksessa käytetään viiteen kypsyistatsoon perustuvaa kypsyiruudukkoa. Viisi tasoa tarjoaa riittävän monipuolisen luokittelun organisaation prosesseille, ilman että kypsyistatolle ominaisten piirteiden kuvailu ja tasojen erottelu muuttuu liian monimutkaiseksi. (Fraser, 2002.) Toimitusketjujen johtamiseen kehitetyissä kypsyismalleissa vuosien 1990 ja 2021 välillä yleisin kypsyistatooten määrä oli viisi (46 % malleista). Seuraavaksi yleisimmät määrät olivat neljä (36 %), kolme (10 %) ja vain harvoissa oli

käytössä kuusi tasoa (8 %). Tätä enempää tasoja ei ollut käytössä missään katsauksessa löydetyistä malleista. (Hansali, Elrhanimi & El Abbadi, 2022.) Myös Schielen (2007) mukaan varastonhallintaan läheisesti liittyvän hankintatoimen kypsyyismalleissa tasojen lukumäärä on yleisesti kolmen ja viiden välillä.

Kehitettävän mallin ensimmäisen version ulottuvuuksien määrittämisessä käytetään heuristista metodia. Heuristiikka on intuitiivinen lähestymistapa ongelman ratkaisemiseen, jossa päättelemällä voidaan tulkita ja ratkaista ongelma tyydyttävällä tavalla. Heuristiikkaa voidaan käyttää osana iteratiivista prosessia, jossa halutaan luoda jokin toimiva alkuratkaisu. (Silver, Vidal & de Werra, 1981.) Tässä tutkimuksessa hyödynnetään heuristiikkaa kypsyyismatriisin alkuperäisen mallin tasojen, ulottuvuuksien ja solukuvausten kehittämisessä.

4.2 Kypsyyismallin ulottuvuudet

Kypsyyismallin ulottuvuuksiksi on valittu kirjallisuuskatsauksen perusteella keskeisiä varastonhallinnan ominaisuuksia. Kypsyyismallin alkuperäiset ulottuvuuksien määrittämiseen voidaan Maierin (2012) mukaan käyttää synteisiä keskeisimmistä ja useimmin mainituista konsepteista alan kirjallisuudessa. Valittujen varastonhallinnan ulottuvuuksien teoreettista merkitystä on tarkemmin kuvattu alaluvussa 2.4.

Varastojen optimoinnin kannalta keskeisiä konsepteja ovat olleet kysynnän ennustaminen ja siitä johtuen tilauskoon määrittäminen. Yleisimpiä tutkittuja menetelmiä ovat ABC-luokittelu, EOQ ja ROP. Paljon tutkimusta on tehty myös EOQ:n mallin soveltamisen helpottamisesta. Myös kehittyvä varastonhallinnan teknologia nousee esiin tutkimuksissa. (Yong & Yuanqin, 2018.) Teknologiaa sovelletaan ennusteiden tekemisessä, varaston kontrolloinnissa, informaation jakamisessa ja niin edelleen. Näin ollen käytössä olevaa teknologiaa ei valita omaksi ulottuvuudekseen, vaan se vaikuttaa muiden ulottuvuuksien taustalla.

Jotta varastoa voidaan hallita, tulee varaston kulloinenkin taso olla tiedossa. Varastotasojen seuranta voi olla jatkuvaa tai jaksottaista. Organisaatiossa tulisi kulloinkin olla tiedossa paljonko mitäkin tuotenumikkeita on varastossa, sillä puuttuvat tiedot johtavat ylisuuriin tai liian pieniin täydennystilauksiin. Riippumatta siitä, jätetäänkö optimaalisen kokoinen tilaus Q , kun varastotaso saavuttaa uudelleentilauspisteen, vai täydennetäänkö varasto tietylle tasolle S säännöllisin väliajoin, tulee varastosaldo olla tiedossa. Erot

kirjatuissa ja todellisissa varastotasoissa on yrityksissä yleinen ja taloudellisesti merkittävä ongelma (mm. Thiel ym. 2010, Hofstra, Spiliotopoulou & de Leeuw, 2022). Saata-villa olevan datan tarkkuuden parantaminen ERP-järjestelmässä ja RFID-tekniikka ovat keinoja kehittää varastonvalvonnan kyvykkyyttä (Hofstra ym. 2022).

Varastonimikkeiden luokittelu ja pareto-periaatteen ymmärtäminen voi auttaa turhan va-raston karsimisessa. Varastoitavia nimikkeitä voi olla jo keskisuudessa yrityksessä tuhan-sia (Ng, 2006). Tällöin varastossa olevien tuotteiden luokittelu esim. niihin kohdistuvan kysynnän ja taloudellisen vaikutuksen mukaan on hyödyllistä (mm. Syntetos ym. 2010 & Scholz-Reiter ym. 2012).

Koska kysyntä ei yleensä ole ennalta tunnettua, vaan stokastista (Williams & Tokar, 2008), on laadukkailla kysyntäennusteilla tärkeä vaikutus, kun päätetään ylläpidettävistä varastotasoista. ”Forecasting” ja ”demand forecasting” nousee myös Panigrahin ym. (2024) katsauksessa varastonhallinnan tutkimuksen käytetyimpien avainsanojen jouk-koon. Luotettavia kysyntäennusteita tarvitaan myös palvelutasotavoitteen määrittä-miseksi.

Toteutuneen palvelutason seuraaminen on yleisimpiä tapoja varastonhallinnan suoritus-kyvyn mittaamiseen (mm. de Kok, Grob, Laumanns, Minner, Ramba & Schade, 2018, Svoboda, Minner & Yao, 2020). Epävarman kysynnän ja vasteaikojen vallitessa tarvitaan myös palvelutasotavoite, jotta varmuusvaraston taso voidaan mitoittaa oikein (Graves & Willems, 2003). Vaikka monet perinteiset varastonhallintamenetelmät, kuten EOQ olet-tavat, että tyydyttämättömään kysyntään voidaan vastata, kun tuotetta on jälleen saata-villa, todellisuudessa kysyntä siirtyy usein muualle. Tällöin liian pieni varasto johtaa me-netettyihin myyntituloihin. (Williams & Tokar, 2008, 224.) Liian suuret varastot taas si-tovat turhaan pääomaa, kuten aiemmin on todettu. Täten oikean palvelutasotavoitteen asettaminen kullekin tuoteryhmälle on tärkeää.

Akateeminen kirjallisuus operaatioanalyysin alalla on ollut myös vahvasti kiinnostunut kollaboratiivisesti toimivista toimitusketjuista. Kollaboraatio taas perustuu informaation jakamiseen. (Williams & Tokar, 2008.) Informaation jakamisen merkitystä toimitusket-jun toiminnan kannalta korostaa myös Panigrahin ym. (2024) koostama tutkimuskatsaus. Informaation jakamisen on myös useasti todistettu mahdollistavan pienemmät varastota-sot (Yao & Dresner, 2006). Pienemmät varastotasot vapauttavat sidottua pääomaa, mikä parantaa taloudellista tulosta. Informaation jakamisella voidaan ehkäistä myös

piiskavaikutuksen syntyä. Näin ollen informaation jakamisella on selkeä yhteys taloudelliseen tulokseen, joten se valitaan mallin ulottuvuudeksi.

Koska varastonhallinta on yrityksen tukitoiminto, ja yritysten perimmäinen tarkoitus on tuottaa voittoa, ei varastonhallinnan onnistumista voi tarkastella huomioimatta taloudellisia vaikutuksia. Myös alan kirjallisuudessa varastonhallinnan toimivuutta on perinteisesti arvioitu kustannusten minimoinnin kautta. Klassinen EOQ on laajasti käytetty keino minimoida tilaamisen ja varaston ylläpidon yhteenlaskettuja kustannuksia (Silver, 1981). Yhä edelleen valtaosassa tutkimusta indikaattorina varastonhallinnan onnistumisesta pidetään kustannusten säästämistä (de Kok ym., 2018).

Kirjallisuuskatsauksen perusteella kootun varastonhallinnan kypsyyssmallin ulottuvuudet ovat siis:

- Varastotasojen seuranta
- Varastonimikkeiden luokittelu
- Kysyntäennusteiden laatiminen
- Palvelutason määrittäminen ja seuranta
- Informaation jakaminen
- Kustannusten hallinta

Valitut ulottuvuudet muodostavat kypsyyssmallin rivit.

4.3 Kypsyyssmallin tasot

Tutkimuksessa päädyttiin luomaan kypsyyssmalli, jossa on viisi kypsyyden tasoa. Kypsyyssyasot muodostavat kypsyyssmatriisin vertikaalisen tason, eli matriisin sarakkeet. Valitut tasot ovat: lähtötaso (1), toistettavissa oleva taso (2), määritetty taso (3), johdettu taso (4) ja optimoiva taso (5).

4.3.1 Lähtötaso

Kypsyydessä lähtötasolla olevat prosessit eivät ole tilastollisesti kontrollissa. Merkittävää kehitystä lopputuloksissa ei kuitenkaan voi tapahtua, ennen kuin tilastollinen kontrolli saavutetaan. (Humphrey, 1988.) Prosessi, joka on tilastollisesti kontrollissa, ei

välttämättä toimi silti hyvin. Tilastollinen kontrolli on yksinkertaisesti vakaa ja ennustettavissa, ja siinä tapahtuu vain satunnaista, ei systemaattista vaihtelua. Prosessissa, joka ei ole tilastollisesti kontrollissa, esiintyy sekä sattumasta johtuvaa vaihtelua, että menetelmissä olevista virheistä johtuvaa vaihtelua. (Stapenhurst, 2005.)

Lähtötasolla organisaation toiminnassa ei tyypillisesti ole määriteltyjä toimintatapoja, projektisuunnitelmia tai kustannusten arviointia. Käytössä olevia työkaluja ei ole integroitu prosessiin, ja johdolla on vähäinen ymmärrys mahdollisista ongelmakohtista. Vaikka joitain menetelmiä prosessien kontrollointiin on ehkä tunnistettu, käytössä ei ole mekanismeja, joilla varmistetaan niiden käyttö. Syynä jopa kaoottiselle toiminnalle voi olla se, että organisaatiossa ei ole riittävää käsitystä tällaisen toiminnan seurauksista. (Humphrey, 1988.) Myös Fraserin ym. (2002, kuva 1) mukaan alimmilla organisaation kypsyystasoilla prosessit eivät ole määriteltyjä, ja niistä saatavat hyödyt ovat epäselviä.

4.3.2 Toistettavissa oleva taso

Toistettavissa olevalla tasolla edistystä alempaan tasoon verrattuna kertyy kokemuksesta. Tällä tasolla uudenlaiset tilanteet aiheuttavat kuitenkin ongelmia. Myös uusia menetelmiä ja työkaluja on haastavaa ottaa käyttöön prosesseissa. Uusien tuotteiden suunnittelussa ja valmistuksessa on vain rajallista hyötyä organisaation olemassa olevasta osaamisesta. (Humphrey, 1988.) Toistettavissa olevalla tasolla prosessi on tilastollisesti kontrollissa, eli siinä tulisi lähtökohtaisesti esiintyä vain satunnaista vaihtelua. Uudet työntekijät, koneet, tai menetelmät voivat kuitenkin sekoittaa prosessin, ja tuoda prosessiin myös ei-satunnaista vaihtelua. Tällaisen vaihtelun syyn pitäisi olla tunnistettavissa, sillä se ei tapahdu sattumalta, vaan johtuu virheestä prosessissa. (Stapenhurst, 2005.)

Toistettavissa olevalla tasolla prosessit ovat asianmukaisesti suunniteltuja, toteutettuja, dokumentoituja, valvottuja ja hallittuja (Thomas, Saleeshya & Suresh, 2021, 1102). Nieminen ym. (2009) mallissa lähtötasoa seuraavaa kypsyystasoa kuvaavat kyky ymmärtää perustason syy-seuraussuhteita kvalitatiivisella tasolla, sekä prosessien kyvykkyyden seuraamista yleisellä tasolla. Eri toimintojen siiloutuminen ja joskus ristiriitaiset tavoitteet vaikeuttavat kuitenkin toimintaa. (Lockamy & McCormack, 2004, 275.)

4.3.3 Määritetty taso

Määritetyllä tasolla organisaatio on saavuttanut perustan jatkuvan kehityksen mahdollistamiselle. Häiriön tai kriisitilanteen sattuessa määritetyllä tasolla pystytään jatkamaan tavanomaisten prosessien suorittamista. Tällä tasolla on kuitenkin edelleen vain vähän käytävissä olevaa dataa, siitä kuinka hyvin prosessi toimii. Kehitys johdetulle tasolle voi tapahtua mm. mittaamalla kustannus- ja laatuparametrit prosessin eri vaiheille. (Humphrey, 1988.)

Niemen ym. (2009) kehittämässä organisaation tiedon kertymisen kypsyyksmallissa keskimäinen kypsyyden taso on nimetty ”established”. Tällä tasolla on vähintään perustason ymmärrystä varastonhallinnan kontrollimuuttujien laskemisesta, kuten varmuusvarastoista ja tilausten eräkoista. Organisaatiossa on jaettu selkeät vastuut operaatioiden toteuttamisesta.

Määritetyllä tasolla organisaation prosessit eivät toteudu siilomaisesti, vaan koko organisaation tasolla on kehitetty infrastruktuuri, jota käytetään yhteisesti eri prosesseissa. Henkilöstön tietojen ja taitojen kehittymiseen panostetaan myös kouluttamalla heitä. (Pault, Curtis & Chrissis, 1993.)

4.3.4 Johdettu taso

Kun prosessi on edennyt alkuperäiseltä lähtötasolta määritetylle tasolle, laadussa on tapahtunut merkittäviä parannuksia. Johdetulla tasolla käytössä on monipuolista dataa prosessin käyttämistä resursseista. (Humphrey, 1988.) Johdetulla tasolla on käytössä dataa prosesseista organisaation laajuisesti. Organisaatio asettaa prosesseille ja tuotteille kvantitatiivisia laatutavoitteita. Prosesseista pyritään tunnistamaan mikä variaatio johtuu sattumasta, ja muun kuin sattumasta johtuvan variaation takana ovat virheet pyritään poistamaan. Variaatiota hallitaan niin, että se pysyy hyväksyttävissä rajoissa. Riskit prosessin muutoksissa on huomioitu ja kontrolloitu. Kun odottamatonta variaatiota tapahtuu, organisaatiossa pystytään tunnistamaan ja korjaamaan tilanne. (Pault ym. 1993.)

Prosessien suorituskyky on toiseksi korkeimmalla kypsyyden tasolla hyvin luotettavaa, ja tavoitteisiin ylletään säännöllisesti. Myös prosessien kehittämiseksi asetetaan tavoitteita. (Lockamy & McCormack, 2004, 276.)

Jos sattumasta johtunutta variaatiota pyritään virheellisesti parantamaan, saatetaan prosessiin kuitenkin tehdä muutoksia, joilla ei tosi asiassa ole mitään tekemistä prosessin toimivuuden kannalta. Prosessiin saatetaan tällöin tehdä jopa haitallisia muutoksia. Tilastollista kontrollia ei kuitenkaan voida saavuttaa, niin kauan kuin virheistä johtuvaa variaatiota syntyy. Sattumasta ja virheestä johtuvan variaation erottaminen toisistaan on siis tärkeää. (Stapenhurst, 2005, 11–14.)

4.3.5 Optimoiva taso

Optimoivalla tasolla koko yritys on sitoutunut prosessien jatkuvaan kehittämiseen. Heikoudet prosesseissa pystytään tunnistamaan ja ongelmien syntymistä ennaltaehkäistään. Prosesseista suoritetaan kustannus-hyötyanalyyskejä kehittämisen tueksi. Optimoivalla tasolla toimiessaan yritys pyrkii kaiken mahdollisen hukan prosesseistaan. Tehottomuuden syyt tunnistetaan ja niitä eliminoidaan organisoidusti. Prosessien kehittäminen perustuu sekä inkrementaalisiin parannuksiin että uusiin innovaatioihin. (Paulk ym. 1993.) Alemmilla kypsyyden tasoilla yritykset keräävät ja analysoivat lähinnä dataa, joka liittyy suoraan tuotekehitykseen, mutta optimoivalla tasolla pyritään kehittämään itse prosesseja. (Humphrey, 1988.)

4.4 Kirjallisuuskatsauksen pohjalta koostettu kypsyydsmalli

Varastonhallinnan kypsyydsmallin ulottuvuudet ja tasot on nyt määritelty kirjallisuuskatsauksen perusteella, ja näistä muodostuu ruudukko. Seuraava vaihe on laatia solukuvaukset jokaiselle prosessialueelle kypsyydstatasoin. Tässä sovelletaan Maierin (2012) esittämää lähestymistapaa, jossa aluksi täytetään ruudukon molemmat ääripäät, eli tässä tapauksessa ”lähtötason” ja ”optimoivan tason” ominaisuudet, ja edetään sen jälkeen keskimmäisiin kypsyydstatasoihin. Soluissa olevan kuvauksen tulisi täytyä, jotta kyseinen kypsyydstataso saavutetaan kyseisellä prosessialueella.

Kypsyydstatasojen määritelmät ovat kumulatiivisia, eli yltääkseen tietylle kypsyyden tasolle, arvioitavan on täytettävä myös edellisten kypsyydstatasojen edellytykset. Näin ollen tietyn kypsyydstatason täyttymisen edellytysten arvioimiseksi on järkevää lukea myös edeltävien kypsyydstatasojen määritelmät.

Taulukko 3 Kirjallisuuskatsauksen pohjalta luotu kypsyyssmalli

	Lähtötaso	Toistettavissa oleva taso	Määritetty taso
Varastota- sojen seuranta	Varastotasoa ei seurata johdonmukaisesti. Varastossa saatava olla epäkurantteja tuotteita, tai tuotteita, joita ei enää myydä. Kirjatuissa ja todellisissa varastotasossa on virheitä, tai varastosaldoja ei ole saatavilla kaikkien tuotemerkkeiden osalta.	Varastotasoa seurataan epäsystemmattomasti, mutta riittävän usein, jotta suuremmilla häiriöillä vältytään. Todelliset varastotasot vastaavat lähtökohteisesti kirjattuja. Virheitä pystytään huomamaan ja korjaamaan.	Satunnaiset häiriöt eivät estä normaalia toimintaa. Varastotasojen seuramiseen ja virheiden korjaamiseen on määritetyt toimintatavat Varaston kiertoa seurataan.
Varastonimikkeiden luokittelu	Varastonimikkeitä ei ole luokiteltu. Kaikkien nimikkeiden kysynnästä tai käytöstä ei ole tarkkaa tietoa.	Eri varastonimikkeiden kysynnän tasosta ja tulosoikutuksesta on sisäistettyä tietoa. Liiketoiminnan kannalta merkittävien tuotteiden saatavuutta priorisoidaan vähemmän merkittävyyksiin verrattuna.	Tuotemimikkeitä on luokiteltu esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmissä ostomäärien mukaan. Pareto-periaate ymmärretään ja jonkinasteinen ABC-analyysi voi olla käytössä.
Kysyntäennusteiden laadittaminen	Kysynnän otetaan annettuna, tai täydennystilauksen suunnun arvioinnissa. Käytetään dataa toimitetuista tilauksista. Muutoksien tai trendeihin kysynnässä reagoidaan hitaasti.	Kysynnän muutoksiin suhtaudutaan enemmän reaktiivisesti kuin proaktiivisesti. Kaupittaisissa kysynnän muutoksia osataan ennakoida. Aikaisempaa kokemusta pystytään hyödyntämään ennusteiden tekemisessä.	Ennusteiden merkitys varastohallinnassa on tunnistettu. Kysynnän ennusteita laaditaan menneeseen kysyntään perustuen. Laadittujen kysyntäennusteiden omistamista seurataan. Ennusteiden laadinnassa hyödynnetään tietoja organisaation eri toimimodulilta.
Palvelutason määrittäminen ja seuranta	Palvelutasotavoitetta ei ole määritelty, eikä toteutunutta palvelutasoa seurata.	Varastohallinnan merkitys asiakaspalvelun laadun on ymmärretty. Käytössä on jonkinlaisia keinoja reagoida yllättäviin tuotteiden saatavuuteen vaikuttaviin tilanteisiin.	Organisaatiossa kyetään ainakin perustasolla suunnittelemaan varmuusvarastoja organisaation strategiaan perustuen. Toteutunutta palvelutasoa tai toimitusvarmuutta seurataan.
Informaation jakaminen	Informaatio organisaation sisällä on siloutunutta, eivätkä tiedot eri osastojen tilaustarpeista välity tehokkaasti. Informaatiota ei jaeta toimitusketjun sisällä, jokainen tahoo tekeä täydennystilaukset täysin itsenäisesti.	Organisaation tasolla on osastojen välillä läpinäkyvyys tilaustarpeista ja jätetyistä täydennystilauksista.	Yhteydenpito tavaramittajien kanssa on tiivistä, ja tulevista tilaustarpeista informoidaan etukäteen. Toimintatavat, kuten säännöllinen vuoropuhelu toimittajien kanssa on olemainen osa toimintaa.
Kustannusten hallinta	Varastohallinnan kustannukset otetaan arvioituna. Käytössä ei ole keinoja varastoinnista aiheutuvien kustannusten mittaamiseen tai suunnitteluun.	Varastohallinnan kustannukset ovat suunniteltuja, seurattuja ja hallittuja.	Varastohallinnan kustannuksiin pyritään vaikuttamaan esimerkiksi eräkokojen suunnittelulla. Organisaatiossa on ymmärrettyä kustannuksiin vaikuttavista muuttujista ja budjetti, joka ohjaa varastohallintaa.

	Johdettu taso	Optimoiva taso
Varastotasojen seuranta	Systemaattiset virheet varastonkontrolloinnissa pysyvään tunnistamaan ja eliminoidaan. Riskit mahdollisissa muutoksissa seurantaprosessiin pysyvään tunnistamaan ja ennaltaehkäisemään.	Varastotasoa seurataan reaaliaikaisesti edistyneitä teknologioita hyödyntäen. RFID:n tai muun teknologian avulla varmistetaan varastotietojen oikeellisuudesta. Tiedot kulkevat eri ohjelmistojen välillä mahdollisimman automaattisesti.
Varastonimikkeiden luokittelu	Varastonimikkeiden luokittelu tehdään luotettavaan ja tarpeeksi monipuoliseen dataan perustuen. Mahdolliset virheet luokituksissa huomataan ja korjataan. Varastonimikkeille asetettuihin saataavuustavoitteisiin yllätään luotettavalla tasolla.	Varastonimikkeet on luokiteltu edistyneesti eri parametrien mukaan (esim. ABC-XYZ) ja eri luokille on erilliset, suunnitellut toimintatavat tilaamista ja varastointia varten. Luokittelun vaikuttavat parametrit tarkistetaan säännöllisesti.
Kysyntäennustusten laa- timinen	Kysyntäennusteet eivät perustu ainoastaan menneeseen kysyntään. Kysyntäennusteissa käytetään sekä sisäisiä että ulkoista dataa. Kysyntäennusteisiin vaikuttavia parametreja seurataan ja päivitetään säännöllisesti.	Kysyntäennusteita sovelletaan laajasti ja niihin vaikuttavat parametrit tarkastetaan usein. Kysyntäennusteiden ja varastonhallinnan onnistumista arvioidaan kokonaisuuksena, eikä toisistaan riippumattomina prosesseina. Ennusteissa käytetään sisäisiä ja ulkoista dataa.
Palvelutason määrittäminen ja seuranta	Organisaatiolla on ainakin yleisellä tasolla jokin tavoite palvelutasolle. Varastonhallintaan kohdistuvat vaatimukset palvelutasotavoitteeseen ylläpitämiseksi on sisäistetty ja systemaattiset virheet varmuusvarstojen mitoituksessa pyritään eliminoidaan.	Palvelutaso on suunniteltu vastaamaan tuoteryhmästrategiaa, ja sen toteutumista seurataan. Varmuusvarastot on suunniteltu palvelutasotavoitteen pohjalta. Palvelutason strategien merkitys tunnustetaan. Palvelutasotavoitteisiin yllätään karvasmallilla silti hukkaa.
Informaation jakaminen	Piisakvaikutuksella pyritään aktiivisesti suojautumaan ja käytössä on teknologiaa, kuten EDI, joka mahdollistaa saumattoman informaation jakamisen tavaramerkintäjien kanssa. Puutteet informaation jakamisessa huomataan ja niitä korjataan.	Informaatio varastotasosta ja täydennystilauksista on läpinäkyvää toimintaketjun tasolla ja organisaation sisäisesti eri toimintojen välillä. Varastotasot pidetään mahdollisimman pieninä aktiivisen ja reaaliaikaisen kollaboraation avulla.
Kustannusten hallinta	Ylläpitäville kustannuksilla pyritään välttämään tarkalla taloudellisella suunnittelulla. Kustannusäästöjä pysyvään löydetään, ilman että varastonhallinnan suorituskyky heikkenee. Johdolla on tarkkaa tietoa käytettävistä resursseista ja lean-tekniikoita sovelletaan.	Varastoimien kokonaiskustannuksia seurataan ja optimoidaan säännöllisesti. Säätötavoitteisiin pysyvään yllätään prosesseja optimoimalla.

Yllä oleva taulukko esittää alkuperäisen, kirjallisuuskatsauksen pohjalta luodun kypsyyssmallin. Mallille haetaan validaatiota asiantuntijahaastattelusta ja sitä muokataan iteratiivisesti haastatteluista saadun palautteen pohjalta.

5 Tutkimusmenetelmät

5.1 Tutkimusasetelma

Tutkimus on luonteeltaan kvalitatiivinen ja tutkimusotteeltaan konstruktiiivinen. Kvalitatiivinen data tarjoaa yksityiskohtaisia kuvauksia ja syvyyttä tutkittavaan ilmiöön. Kvalitatiivinen tutkimusstrategia on induktiivinen, sillä tutkija tavoittelee ymmärrystä aiheesta, antamatta olemassa olevien odotustensa vaikuttaa tutkimusasetelmaan. (Patton, 1980, 22,40.) Konstruktiiivisessa tutkimuksessa pyritään luomaan uusi konstruktio, tässä tapauksessa kypsyysmalli. Teoreettisia esimerkkejä konstruktioista ovat esimerkiksi matematiikassa erilaiset kaavat, lääketieteessä uudet lääkkeet tai hoitotavat, tai laskentatoimissa uusi budjetoitijärjestelmä. (Kasanen, Lukka & Siitonen, 1993, 245.) Tässä tutkimuksessa kehitettävä konstruktio on uusi varastonhallinnan kypsyysmalli. Kypsyysmallin tulee olla käytännönläheinen, helposti ymmärrettävä, sekä mahdollisimman objektiivinen.

Onnistunut konstruktiiivinen tutkimus on sovellettua tiedettä ja sen lopputulos on käytännöllinen ja helposti ymmärrettävä. Käytännön toimivuus osoittaa myös konstruktion toimivuuden. Perinteisesti tieteellisessä tutkimuksessa tulosten yleistettävyyden on yksi lähtökohdista, mutta konstruktiiivisen tutkimuksen tapauksessa asetelma on ikään kuin kääntynyt. Tavoitteena on ennen kaikkea luoda toimiva konstruktio, ja jälkepäin voidaan tutkia mitä yleistettäviä piirteitä se tuo näkyviin. (Kasanen ym. 1993, 261.)

Triangulaatiolla tarkoitetaan tieteellisessä tutkimuksessa tapaa, jossa hyödynnetään kahta tai useampaa tietolähdettä. Tämän tutkimuksen tapauksessa on kyse metodologisesta triangulaatiosta, sillä tutkimuksessa käytetään akateemisten ja kirjallisten lähteiden lisäksi asiantuntijahaastattelua tiedonkeruumenetelmänä. (Thurmond, 2001, 253–254.) Metodien välisessä triangulaatiossa on haasteena mahdolliset ristiriidat eri tutkimusmuotojen välillä. Valitun metodin ja tutkijan teoreettisen näkökulman välillä on vahva yhteys, joten riskinä on yhteisen tutkimusongelman menettäminen. (McFee, 1992.) Tämän tutkimuksen tarkoituksena on täydentää tutkielman laatijan tekemää alkuperäistä raakaa mallia asiantuntijahaastatteluiden perusteella, joten molemmat aineistonkeruumenetelmät palvelevat samaa tarkoitusta.

Konstruktiiiviseen tutkimukseen kuuluu Kasasen ym. (1993, 246–247) mainitsema luoma osuus. Tutkimuksen innovaatiovaihe on luonteeltaan heuristinen, eikä sitä niinkään perustella tiukan teoreettisesti. Syynä on konstruktiiivisen tutkimuksen perimmäinen tarkoitus, eli luoda uusia ratkaisuita tai konstruktioita.

Tutkimuksen innovatiiviseen vaiheeseen kuuluu heuristiikan soveltaminen. Heuristisen ratkaisun tulisi muun muassa olla helposti ymmärrettävä ja intuitiivisesti selitettävissä. Todennäköisyyden hyvin huonolle ratkaisulle tulisi myös olla matala. (Silver ym. 1981, 155.) Alkuperäinen täytetty kypsyysmatriisi perustuu yleisesti hyväksi todettuihin toimintatapoihin, joiden relevanttiuden osoittaa myös akateeminen kirjallisuus. Matriisi on myös intuitiivisesti ymmärrettävissä.

Kasasen ym. (1993, 246) mukaan konstruktiiivisen tutkimuksen tekoon kuuluu karkeasti kuusi eri vaihetta. Tutkimus alkaa määrittelemällä käytännön kannalta relevantin ongelman, jolla on myös tutkimusarvoa. Tämän jälkeen tutkittavaan aiheeseen on hankittava yleinen ja kattava ymmärrys. Ongelmaan innovoidaan tämän jälkeen ratkaisu ja osoitetaan sen toimivuus. Yhteydet aiheen teoreettiseen tietoon sekä suoritettu kontribuutio aiheen tutkimukseen osoitetaan. Lopuksi kuvataan missä laajuudessa kehitettyä ratkaisua voidaan soveltaa käytäntöön.

5.2 Haastatteluiden toteutus ja analysointi

Tutkimuksen toinen osa koostuu haastatteluaineaineiston keräämisestä. Asiantuntijahaastatteluita toteutetaan, jotta voidaan luoda uutta tietoa hyödyntämällä asiantuntijoiden erityistietämystä tutkittavasta aiheesta. Asiantuntijahaastattelu on usein puolistrukturoidun haastattelun muunnelma. (Hyvärinen, Nikander, Ruusuvoori & Aho, 2017.) Haastattelut haluttiin pitää keskustelunomaisina, jotta haastateltavien näkemyksiä päästiin kuulemaan mahdollisimman laajasti. Kaikki haastateltavat olivat työskennelleet varastonhallinnan parissa.

Asiantuntijahaastatteluilla pyritään laajentamaan käsitystä siitä, mitä piirteitä edistykseelliseen varastonhallintaan kuuluu, sekä arvioimaan kirjallisuuskatsauksen pohjalta luodon kypsyysmallin validiteettia. Haastattelu muodostui kahdesta osasta. I osa toimii taustatietona haastateltavan asiantuntijan ammatilliseen taustaan ja näkemyksiin varastonhallinnan keskeisimmistä haasteista ja tärkeimmistä toimintatavoista. II osassa arvioidaan suoraan kypsyysmallin validiteettia.

Haastatteluita toteutettiin yhteensä viisi. Kaikki haastateltavat edustivat eri organisaatioita. Alla olevassa taulukossa esitellään haastateltavien henkilöiden ammatillinen rooli, kokemusvuosien määrä ja toimiala, jolla he työskentelevät tai ovat viimeksi työskennelleet.

Taulukko 4 Haastateltavien taustat

Haastateltavan rooli	Kokemusvuodet	Toimiala
Supply Chain Manager	8+ vuotta	Tukku- ja vähittäiskauppa
Planning and Logistics Manager	20+ vuotta	Konepajateollisuus
Sourcing & Project Manager	15+ vuotta	Pakkaukset
Sales, Inventory & Operations Planning Manager	6+ vuotta	Televiestintä
Toimitusketjujen hallinnan asiantuntija	10+ vuotta	Valmistava teollisuus

Kaikki haastattelut toteutettiin Zoom-sovelluksen avulla. Tutkielmantekijä litteroi suoritettut haastattelut itse. Litteroinnin apuna ei käytetty tekoälyä, tai automaattisia litterointiohjelmia. Yhden haastattelun taltiointi epäonnistui, mutta haastatellun henkilön kanssa käytiin sähköpostinvaihto, jossa pystyttiin varmistamaan käydyn haastattelun sisältö ja haastatellun mielipiteet ja näkemykset. Haastatteluaineiston litteroinnissa ja analysoinnissa käytettiin NVIVO15-ohjelmistoa. Datastruktuurin visualisointiin käytettiin Microsoftin Visio-ohjelmaa.

Aineiston koodauksessa on mietittävä millaista analyttistä tehtävää aineistokooste täyttää, ja mihin tutkimuskysymykseen se pyrkii vastaamaan. Aineiston läpikäynti ja analysointi tuovat uudenlaisen kuvan ja uusia käsitteitä tutkittavasta ilmiöstä. Koosteiden tekemisessä eteen voi tulla havaintoja, jotka eivät sovi mihinkään ennalta mietittyyn luokkaan. Analysoitavat ilmiöt jäsentyvät entistä selkeämmäksi, kun niitä aletaan hahmotella alustaviin luokkiin. Näiden luokkien tulisi olla keskenään mielekkäitä. (Rusuuvuori, Nikander & Hyvärinen, 2010). Haastatteluaineisto saattaa tuoda esiin alaluokkia ja varastonhallinnan osa-alueita, joita tutkielman laatija ei ole itse osannut ottaa huomioon. Tämä on jopa haastatteluiden yksi tarkoitus, sillä on epätodennäköistä, että laatija olisi pystynyt lähestymään aihetta kaikista mahdollisista näkökulmista. Asiantuntijoiden näkemykset

pyritään ottamaan laajasti huomioon, jotta mallin luotettavuus olisi mahdollisimman korkea.

6 Varastohallinnan kypsyysmallin validointi

Kolmas vaihe kypsyysmallin kehittämisessä suunnittelun ja kehityksen jälkeen on Mairin (2012) mukaan arviointi. Tässä tutkimuksessa arviointi tehdään, kuten aiemmin on todettu, asiantuntijahaastatteluiden perusteella.

Haastatteluilla haluttiin paitsi kerätä konkreettista palautetta kehitetystä kypsyysmallista, myös kerätä laajemmin asiantuntijoiden näkemyksiä varastohallinnan rooleihin, haasteisiin, toimintatapoihin ja ratkaisuihin, sekä mahdollisiin tulevaisuuden kehityssuuntiin liittyen.

Haastattelun ensimmäisellä osiolla kerättiin epäsuorasti palautetta myös kehitettävään kypsyysmalliin. Malliin valittujen varastohallinnan osa-alueiden relevanssia voidaan testata sillä, kuinka olennaisesti aiheet esiintyivät haastateltavien puheessa. Haastatteluaineisto koodattiin ja aineistosta pystyttiin erottamaan kirjallisuuskatsauksesta koottuja varastohallinnan osa-alueita.

6.1 Varastohallinnan strateginen merkitys

Haastateltavien kokemien varastohallintaan liittyvien haasteiden läpikäynti oli tärkeää, jotta varmistuttaisiin, että kypsyysruudukkoon valitut varastohallinnan osa-alueet olisivat käytännön kannalta relevantteja. Huomionarvoista on toki, että organisaatiot ovat todennäköisesti eri osa-alueilla keskenään eri kypsyytasoilla ja niiden kohtaamat olennaisimmat haasteet voivat erota tästä syystä. Monet haasteet koskettavat kuitenkin organisaatioita kypsyyden tasosta huolimatta, mutta ratkaisut voivat vaihdella prosessin kypseyden mukaan.

Haastattelukysymykset ovat tutkielman lopussa liitteenä. Haastatteluaineisto koodattiin ja siitä tunnistettiin seuraavat teemat: *Haasteet, Toimintatavat ja ratkaisut, sekä Trendit*.

Alla olevassa matriisissa on esitetty keskeisimpiä varastohallinnan haasteita haastatteluaineiston perusteella sekä niiden esiintymisfrekvenssi haastatteluissa. Vasemmanpuoleisessa sarakkeessa ovat varastohallinnan haasteet ja oikeanpuoleinen sarake osoittaa, kuinka monessa haastattelussa kyseinen haaste tuli mainituksi. Haastatteluja oli yhteensä viisi.

Taulukko 5 Varastonhallinnan haasteet haastatteluaineiston perusteella

Varastonhallinnan haasteet	Haastatteluiden määrä, joissa haaste mainittiin
Kysynnän ennustamisen vaikeus	5
Pitkät vasteajat tai heikko saatavuus	5
Puutteellinen tiedonkulku	4
Vanhentuvat tuotteet	3
Eräkokojen suunnittelu	3
Epätarkat varastosaldot tai virheet tuotteiden parametreissa	2

Jokainen haastateltava korosti laadukkaiden kysyntäennusteiden tärkeyttä varastonhallinnan kannalta. Toisaalta ennusteiden laatiminen koettiin kuitenkin haastavaksi. Keskeisin tekijä varastointitarpeen arvioinnissa on kysynnän volatiliteetti. Toimialasta ja asiakaskunnasta riippuen kysynnän määrä ja kohde voi vaihdella rajusti. Asiakaskunta saattaa muodostua esimerkiksi muutamasta suuresta yrityksestä, joiden tilaustarpeet ovat suuria. Mikäli tällainen yritys poistuu markkinoilta, tai korvaa tarvitsemansa tuotteet uudella toimittajalla, muuttuu todellisen kysynnän ja varastointitarpeen määrä luonnollisesti merkittävästi. Eräs haastateltava mainitsi tilanteen, jossa suuri yritys tarvitsi melko lyhyen ajan sisään suuren määrän heidän tuotteitaan, mutta kysyntä tuotteille lopahti, kun tuotteita oli juuri kerätty puskuriksi varastoon. Kysyntään varautuminen voi olla haastavaa myös, kun noudatetaan make-to-order-toimitusketjustrategiaa. Tällöinen jokainen tuote valmistetaan vasta tilauksesta.

Koska mahdollisimman tarkat kysyntäennusteet koetaan keskeisen tärkeiksi, niihin myös panostetaan paljon. Kysyntäennusteita laaditaan usein yhteistyönä myynnin ja tuotannon kanssa. Ennusteissa tiedostettiin, että ne voivat ylittyä tai alittua, mutta niiden roolia parhaana mahdollisena arviona pidettiin kaikkien haastateltavien osalta hyvin tärkeänä. Myös toimitusketjun alavirrasta tulevia kysyntäennusteita pidetään tärkeinä, sillä se vaikuttaa suoraan ylävirran kohtaamaan kysyntään.

Useassa haastattelussa korostuu ennen kaikkea hyvän saatavuuden, eli toisin sanoen korkea palvelutason ylläpitämisen tärkeys. Korkeammat sitoutuneen pääoman kustannukset ja suuremmat fyysiset varastot ollaan valmiita hyväksymään, jotta asiakkaan kysyntätarpeisiin voidaan reagoida nopeasti.

Kuten eräs haastateltava kuvaa varmuusvaraston tärkeyttä:

Niin tämmönen varmuusvarasto on oikeastaan elinehto, että meidän on pakko ylläpitää varmuusvarastoa, jotta me pystyttäis edes toimimaan tässä markkinasegmentissä.

Haastateltava kuvasi tilannetta, jossa asiakkaiden kysyntään halutaan vastata nopeasti, vaikka omien toimittajien vasteajat toimitusketjussa ylävirtaan ovat hyvin pitkiä. Varmuusvarastot ovatkin yleinen tapa varautua esimerkiksi kysynnän tai toimitusaikojen vaihteluun (mm. Barros ym. 2021, Wild, 2018).

Sama haastateltava korostaa myös aikaisen reagoinnin merkitystä:

Mehän pyöritään aika vahvastikin sen tiedon perusteella, että mitä kauppoja on mahdollisesti tulossa, niin meidänhän on pakko reagoida jo siinä vaiheessa, että okei nää on ehkä tulossa.

Näkökulma osoittaa, miten tärkeää korkea palvelutaso voi olla kilpailluilla markkinoilla. Varastoinnin kustannusten laskennassa onkin tärkeää huomioida mahdolliset vaihtoehtokustannukset, joita saattaa syntyä pitkästä toimitusajasta johtuvasta myyntitulojen menetyksestä (mm. Silver, 1981). Erityisesti kuluttajamarkkinoilla se, että tuotetta ei ole saatavilla johtaa useimmiten menetettyyn myyntiin, sen sijaan että asiakas jää odottamaan, että tuote tulee jälleen saataville (Williams & Tokar, 2008, 224).

Toinen haastateltava kuvailee samaa tilannetta:

Vähän väkisinkin, jollet luota 100-prosenttisesti ennusteeseesi ja haluat ylläpitää ne lyhyet toimitusajat, niin sit täytyy varmuusvarastoida enemmän, tai sitte siirtyä pidempiin asiakastoimitusaikoihin.

Lainaus kuvaa hyvin, miten nopea kysyntään reagointi vaatii yleensä suurempia investointeja varastointiin, tai vaihtoehtona on luvata asiakkaalle maltillisempia toimitusajkoja. Haastatteluissa toistui myös tähän liittyen pitkittyneiden vasteaikojen haasteellisuus. Edellä oleva haastateltava puhuukin leadtime gapista, jolla tarkoitetaan yllä mainittua tilannetta, jossa komponenttien saaminen käyttöön on hidasta, mutta asiakas haluaa saada valmiin tuotteen haltuunsa lyhyen ajan sisällä tilaushetkestä. Erityisen hankala on tilanne, jossa prosessi tuotteen valmistamiseksi on pitkä, mutta loppuasiakkaan kysyntä on epävarmaa sesonki- tai kampanjaluontoisuuden vuoksi.

Haastateltava kuvailee tilannetta kuluttajamarkkinoilta:

Mutta sit nää kaikki tämmöset niinku sesonkikuontosuus tietysti aiheuttaa haasteita, esimerkiksi on vaikka joulusesonki, johon voi joutuu valmistautumaan kuukausia ja kuukausia etukäteen, koska niist tuotantolaitoksista ei tuu vaan ulos, niinku riittävä määrä tavaraa lyhyellä aikavälillä—

Vasteaikojen pidentyminen vaikuttaa olevan suorastaan paradigman muutos. Kävi ilmi, että monen organisaation kohdalla tuotteita, joita aikaisemmin saatiin viikkojen sisällä, on jouduttu tyytymään useiden kuukausien toimitusaikoihin. Toimitusketjujen toimintaan on selvästi tullut useita sokkeja 2020-luvulla, jotka ovat vaikeuttaneet raaka-aineiden ja komponenttien saamista.

Tiedonkulku nähtiin selkeästi olennaisena haasteena niin organisaation sisäisesti, kuin organisaation ulkopuolella koko toimitusketjun tasollakin. Yrityksen sisäisestäkin kommunikoinnista saattaa tulla yllättävän haastavaa, kun on kyse kansainvälisestä yrityksestä, jolla on toimintoja ympäri maailmaa. Informaation jakamista tapahtuu myös muiden toimitusketjun toimijoiden kanssa ylä- ja alavirtaan. Läheiset asiakas-toimittajasuhteet eivät kuitenkaan välttämättä johda kaiken relevantin tiedon jakamiseen.

Haastateltava kommentoi informaation jakamista toimitusketjun alavirtaan:

..On tosii hyvii suhteita käytännös tosi monen meidän asiakkaan kanssa, mut se ei välttämättä välity tähän tiedonjakoon ja ennusteiden jakamiseen. Se ei ihan sinne saakka tahdo mennä.

Haasteltava kertoo myös, että välit saattavat olla läheiset esimerkiksi jostain tietystä projektista vastaaviin henkilöihin, mutta yhteys suoraan toimittajan hankintaosastoon saattaa puuttua.

Informaation jakaminen koettiin kuitenkin tärkeäksi keinoksi tukea varastointitarpeiden arviointia. Edeltävä haasteltava kertoo, että toimittajat arvostavat, kun saavat myyntienusteita toimitusketjun alavirrasta.

Ainakin yksi haastateltava huomaa myös piiskavaikutuksen tapahtuvan:

--Kun kaikki varautuu niihin ennusteen heikkouteen tai vaihteluvuuteen jollain tavalla, kyl se signaali sit siel jossain kohtaa lähtee piiskaantumaan sitten.

-- ihan vaan sen takia, että se loppuasiakas itessään niin ei välttämättä tiedä mitä tulee tekemään kahden viikon päästä, niin se kyl näkyy tommosena piiskana siel loppupäässä.

Varsinkin lähellä kuluttajarajapintaa operoivien toimijoiden voi olla vaikeaa arvioida tulevaa kysyntää. On siis ymmärrettävää, että kysyntään varaudutaan spekulatiivisesti kertymällä varmuusvarastoa. Haastatellut pitivät korkeaa palvelutasoa myös erittäin tärkeänä kilpailukyvyn kannalta. Tällöin toimitusketjussa todennäköisesti enemmän ylivaudutaan, kuin riskeerataan tilausten menettäminen. Toinenkin haastateltava kertoo helposti syntyvän osaoptimointia, joka ei parhaalla mahdollisella tavalla palvele koko toimitusketjua.

Yhdessä haastattelussa nousi esiin myös näkökulmia kysyntätiedon salaisesta luonteesta. Toimialasta ja asiakkaasta riippuen yrityksen omaa tilauskantaa ei välttämättä haluta, tai voida jakaa ulkopuolisille.

Eräkokojen suunnittelussa voidaan haastattelujen pohjalta huomata useita haastavia piirteitä. Joskus jotain tiettyä raaka-ainetta tai komponenttia tarvittaisiin vain pieni määrä, esimerkiksi jonkin spesifin tuotteen valmistamiseksi, mutta toimittaja ei suostu toimittamaan näin pientä erää. Toiseksi tarve saattaa olla mahdollisimman nopealle toimitukselle, jolloin ollaan valmiita tilaamaan nimike kalliimmalla yksikköhinnalla. Eräkokojen suunnittelulla on siis selkeä yhteys kustannusten hallintaan. Yhteenlasketut tilaamisen ja varastoinnin kustannukset minimoiva tilauskoko on EOQ, mutta tästä voidaan joutua poikkeamaan esimerkiksi juuri nopeamman toimitusaikataulun takia.

Kysynnän ennustamisen haasteet näkyvät hankintatoimen kautta suoraan myös varastonhallinnassa. Kun joudutaan tekemään spekulatiivisia ostotilauksia ennen kysynnän tason realisoitumista, joudutaan arvioimaan yli- ja aliennustamisen riskejä. Ylisuuret ennusteet aiheuttavat riskin sille, että varastoon kertyy nimikkeitä, joilla ei enää ole kysyntää, tai joiden kysyntä merkittävästi laskee. Tilanne voi toteutua esimerkiksi sesonkituotteiden kohdalla. Tuotteet voidaan joutua myymään alennettuun hintaan, tai pahimmassa tapauksessa ne joudutaan hävittämään. Ylisuuri varautuminen sitoo myös enemmän pääomaa ja voi aiheuttaa lisäksi muita suorja tai epäsuoria varastointikustannuksia. Aliennusteiden riskinä taas on menetetyt myyntitulot, kun kaikkea kysyntää ei pystytty tyydyttämään. Mikäli kysynnän määrä oletetaan annettuna, tilausten eräkokoko ja tilausten välinen aika määrittävät varaston keskimääräisen tason. Näin ollen tilausmäärät vaikuttavat suoraan myös toteutuvaan palvelutasoon.

Kahdella haastateltavalla oli kokemusta tuotteen elinkaaren loppuvaiheen hallitsemisesta. Tuotteen ”ramp down” -vaihe vaatii koordinoitua eri toimintojen välillä, sillä tuotteita ei

haluta turhaan jäävän varastoon, kun kysyntä niille lakkaa. Myynti havaitsee haastateltavan mukaan ensimmäisenä signaalit tuotteen laskevasta kysynnästä. Elinkaaren hallintaan ja yli- tai alivarautumisen riskiin vaikuttaa onko tuotteella ennusteperiodin jälkeistä jäännösarvoa.

ABC(-XYZ) -tyylinen varastonimikkeiden luokittelu ei ollut haastateltavien kokemusten mukaan kovin yleisessä käytössä. Eräs haasteltava näki kuitenkin kehittämisen varaa organisaation tuotenimikkeiden suuren määrän hallinnassa.

Haastateltava kommentoi:

Enemmän pitäis niinkun standardisoida myös niinkun asioita, että jokainen myyjä ei kehitä omaa tuotetta vaan käytäis olemassa olevia tuotteita läpi, että pystytään vähentämään artikkeleiden määrää varastossa, se on kans yks iso kehityskohde.

Tuotteiden mahdollinen modularisointi voisi mahdollisesti vähentää varastonimikkeiden määrää ja auttaa tuotteiden massakustomoinnissa. Haastateltavan mukaan suuren nimikemäärän kontrollointi on myös haastavaa, sillä tarkkoja materiaaliluetteloja (*Bill of Materials*) ei välttämättä ole. Kuitenkin oli selkeää, että joidenkin nimikkeiden puuttuminen on vakavampaa kuin toisten.

Haastateltava kuvaa:

Et on niinku niinku tää kustannuspuoli ja sit on ihan vaan se niinku toiminnan keskeytymisriskipuoli, et miten jos materiaaleja ei olekaan. Se saattaa hyvin olla joku halpakin nimike sillan.

Kriittisimpiä nimikkeitä eivät siis välttämättä ole aina suurivolyymisimmät tai eniten liikevaihtoa tuovat. Valmistavassa teollisuudessa edullinenkin puuttuva komponentti voi estää tuotteen valmistumisen ajallaan ja toimittamisen asiakkaalle.

Suuri varastonimikkeiden määrä lisää myös ylläpidettävän datan määrää. Tilattavista nimikkeistä voi olla tiedot fyysisten ulottuvuuksien lisäksi esimerkiksi tuotteen vasteajasta, kuljetusmuodosta ja -ajasta, kysyntätarpeesta ja minimi tilausmäärästä. Haastattelussa korostui, miten näiden tietojen oikeellisuus ja ylläpito on tärkeää, mutta vaatii usein kuitenkin paljon manuaalista työtä.

Eräs haastateltava kuvailee haastetta:

Et okei, meillä on kymmeniä tuhansia nimikkeitä mitkä pyörii varaston kautta, miten me voidaan olla varmoja siitä, että jokasella nimikeellä on oikea parametri, jotta se triggeröi oikein ERP-puolella sitten..

Useimmissa organisaatioissa on käytössä toiminnanohjausjärjestelmä, joka laatii ostosuosituksia, mutta suositukset voivat olla vääriä, jos tiedot, joiden pohjalta ne on luotu ovat vääriä tai epätarkkoja. Haasteita voi lisätä informaation jakamisen puute toimitusketjun osapuolten välillä. Lisäksi yleinen syy epätarkkaan dataan varastonimikkeistä vaikuttaisi olevan keskenään integroimattomat järjestelmät. Varastosaldo saatetaan päivittää esimerkiksi suoraan toiminnanohjausjärjestelmään, kun varastohyllystä otetaan tai allokoidaan tavaraa, mutta varsinaista tuotannosuunnittelua tai kysyntäennusteiden laatimista tehdään erillisessä järjestelmässä, jonne tieto ei automaattisesti päivity. Varastonhallintaa voidaan käytännössä lähestyä aikaisemmin esiteltyjen jatkuvan tai jaksottaisen seuraamisen mukaan. Todellisuudessa seuranta ei ole aina näin järjestelmällistä, vaan varastosaldoja saatetaan tarkastaa ad hoc-tyylisesti tai täysin satunnaisin väliajoin. Huolimatta varastotasojen seurannan tiivyydestä, tulisi tietojen pitää kuitenkin paikkansa.

Tiedon jakamista ja suunnittelua vaikeuttaa tiedon pirstaloituminen eri järjestelmiin. Edistyksellisistäkin työkaluista ei myöskään välttämättä saada parasta hyötyä, mikäli käytössä saattaa olla esimerkiksi erillinen tilausjärjestelmä, tai työntekijöiden henkilökohtaisia Excel-taulukkoita.

Eräs haastateltava kuvailee huomaamaansa tilannetta:

..On semmosiakin tapoja sit tietysti, et vaikka on se erppi olemassa niin, niin suunnittelu saatetaan silti tehdä excelissä ja sitä erppiä ei laiteta linjaan sen excelin kanssa, et se erppi pyörii siellä omaa elämäänsä ja sitten kuitenkin tehdään jotain muuta, kuin mitä erpin mielestä täytyis..

Toimitusketjun hallintaa ja varastointitarpeiden suunnittelua on voinut hankaloittaa myös esimerkiksi toimittajien poistuminen markkinoilta. Uuden, luotettavan toimittajan löytäminen ja yhteistyön kehittäminen ei ole aina yksinkertaista. Korkeasti erikoistuneille toimialoilla voi olla vain vähän mahdollisia toimittajia, jotka täyttävät esimerkiksi tiukat laatuvaatimukset.

Kehityssuuntien arvioiminen on spekulatiivista ja jossain määrin epämielikästä suppean aineiston perusteella. Haastattelun yhtenä teemana oli kuitenkin kartoittaa haastateltavien näkemyksiä trendeistä, joita he havaitsevat omassa työnkuvassaan tai yleisemmällä tasolla varastonhallintaan liittyen. Erityisesti uusien teknologisten innovaatioiden, kuten

kehittyvän automaation ja tekoälyn uskottiin vaikuttavan varastohallinnan toimintatapoihin. Tekoälyn uskottiin tuovan apua muun muassa tarkempien kysyntäennusteiden laatimiseen ja erilaisten simulaatioiden toteuttamiseen. Automaation nähtiin lisäävän tehokkuutta ja poistavan manuaalista työtä. Automaation uskottiin myös poistavan virheitä varastosaldossa organisaatioissa, joissa varastodataa on aiemmin jouduttu syöttämään pitkälti manuaalisesti.

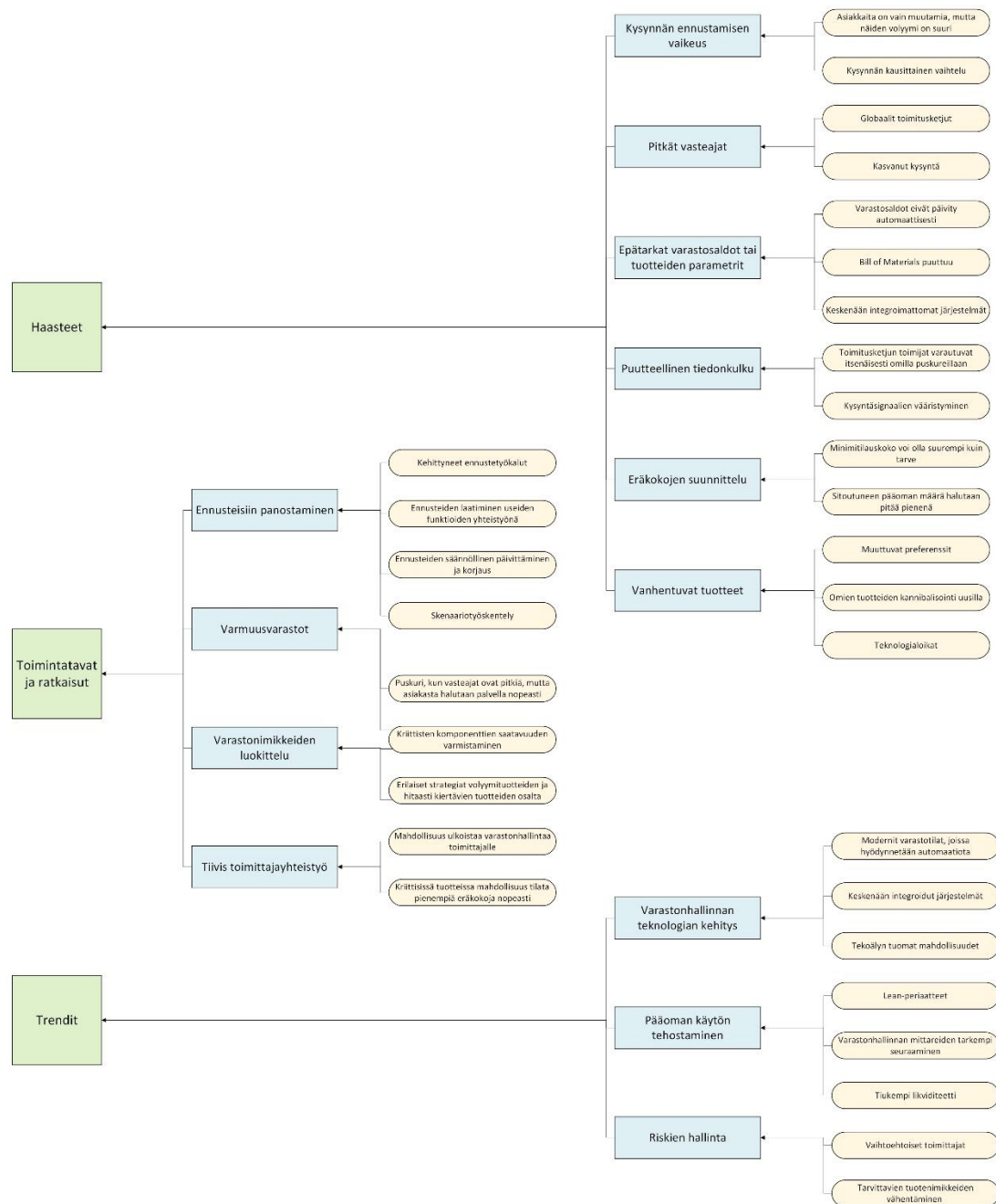
Monissa haastatteluissa nousi esiin useiden tietojärjestelmien käyttö, jotka eivät kommunikoineet keskenään. Niin työtavoissa kuin tarjolla olevissa ohjelmistoissa uskottiin tapahtuvan siirtymää kohti virtaviivaisempia ja keskenään integroituja järjestelmiä. Sen sijaan, että eri toiminnot suoritettaisiin eri järjestelmissä, joiden rinnalla käytetään henkilökohtaisia taulukkolaskelmia, voitaisiin kaikki suunnittelu mahdollisesti suorittaa jatkossa paremmin esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmässä.

Kiristynvä kilpailu pakottaa yritykset todennäköisesti myös seuraamaan tarkemmin varastohallinnan eri mittareita ja sitoutuneen pääoman määrää. Yritykset kuitenkin eroavat tavoitteidensa ja strategioidensa osalta, ja kaikkien kohdalla esimerkiksi varastotasojen pienentäminen ei ole tärkein prioriteetti. Kuitenkin esimerkiksi EOQ:n perustuva varastohallinta voi auttaa karsimaan vältettävissä olevia kustannuksia varmistaen samalla, että palvelutasotavoitteisiin yllätään. Haastateltavat näkevät myös jossain määrin painetta varastotasojen alentamiselle kustannussäästöjen saavuttamiseksi kilpailuilla markkinoilla.

Haastatteluissa korostui miten toimitusketjujen kompleksisuus ja epävarmuus on kasvanut viimeisten vuosien aikana. Kaikki osallistujat kommentoivat miten, toimitusajat ovat yleisesti pidentyneet muun muassa koronapandemian, Ukrainan sodan ja komponenttikriisin vaikutuksesta. Epävarmuuteen on pyritty haastateltujen mukaan varautumaan esimerkiksi kartoittamalla vaihtoehtoisia toimittajia sekä ylläpitämällä varmuusvarastoja. Kompleksisuutta ja toisaalta sitoutuneen pääoman kustannuksia voisi olla mahdollista vähentää modularisoinnilla tai massakustomoinnilla.

Eräs haastateltu kertoi, että myytävän tuotteen kokoonpanoa oli muutettu pahimman komponenttikriisin aikana, jolloin sitä pystyttiin valmistamaan korvaavista nimikkeistä. Myös suuren nimikkeistön aiheuttaman datamassan hallitsemista pidettiin vaikeana, minkä vuoksi uskottiin tulevaisuudessa kehityssuunnan olevan kohti pienempiä nimikkeistömääriä.

Alla on esitetty koodatusta haastatteluaineistosta abstrahoidut teemat.



Kuvio 2 Haastatteluaineiston teemat

Datastrukturi havainnollistaa teemojen: haasteiden, toimintatapojen ja ratkaisuiden sekä trendien sisällä olevat osa-alueet, jotka on koostettu haastateltujen kommentteista.

6.2 Kypsyysmallin läpikäynti

Kypsyysmalli sai haastateltavilta pääosin hyvin myönteistä palautetta. Mallin tulkitseminen vaikutti olevan helppoa haastateltaville. Eräs haasteltava kuvaili mallin olevan ”oikeaa elämää”. Tutkielmantekijä myönsi joitain haasteita olleen sanaston kääntämisessä suomeksi. Suomen kielen käyttöön suhtauduttiin kuitenkin myönteisesti ja eräs haastateltava usko sen parantavan mallin ymmärrettävyyttä ja käytäntöön sovellusta.

Kypsyystasojen määrää pidettiin yleisesti sopivana. Haastateltavat olivat yksimielisiä siitä, että kypsyystasojen määrää ei ole syytä ainakaan lisätä. Kypsyystasojen lisäämistä vastaan esitettiin näkemyksiä, kuten että ruudukon helppolukuisuus voisi kärsiä sarakkeiden lisäämisestä ja että mikäli kypsyystasojen määrää vielä lisättäisiin, voisi tasojen välille olla hyvin hankalaa löytää järkeviä eroja.

Eräs haastateltava kommentoi:

.. Sit mun mielestä se vois kärsii siitä, että sun on vaikee tunnistaa, että kumpaan nyt näistä kahdesta, jos on joku optimoiva taso ja hyvin todella optimoiva taso, niin miten sä nyt sit erottelet. Kyl mä luulen et toi viis on itse asias ihan hyvä.

Vaikka tutkielman tai haastatteluiden aihepiirin ei kuulunut minkään yksittäisen organisaation kypsyysarviointi, monet haastateltavat alkoivat haastattelun aikana pohtia oman organisaationsa sijaintia kypsyysmallissa. Malli vaikuttaisi siis tästä näkökulmasta toimivalta, sillä osallistujat pystyivät melko nopeasti sisäistämään mallin tarjoaman informaation ja olivat kiinnostuneita soveltamaan sitä käytännössä.

Mallin nähtiin olevan käyttökelpoinen työkalu:

.. Jos mietitään että lähetään perustaan uutta yritystä, niin eihän se muuta, kun raksi ruutuun et mihin pyritään, ja sen mukaan lähetään rakentaa varastotoimintaa sitten.

Maierin (2012, 150) mukaan tärkeä ominaisuus kypsyysmalleissa on, että kypsyystasot ovat selkeästi toisistaan erottuvia ja hyvin määriteltyjä, ja että ne muodostavat loogisen polun tasolta seuraavalle.

Toinen haastateltava piti mallin esittämää kypsyystasojen loogista polkua selkeänä:

..Tavallaan, et jos mä menin ensin johonkin tohon "määritetty" -tasolle ja sit mä katoen, et "no kyl me tämmönen ollaan" ja sit "johdettu taso", no ehkä me

tähän johdettuun jäädään, käytännös näin. Et kyl se mun mielest oli ainakin niinku se oikee suunta siin ihan selvä.

Kaiken kaikkiaan mallin muodostamaa kokonaisuutta riveineen, sarakkeineen ja soluteksteineen pidettiin loogisena.

Kolmas haastateltava kommentoi mallia näin:

Et joo tunnistin kyl niinku jokaisen tämmösen ruudun, että mitä sillä haetaan ja näin, et oli silleen niinku selkee ja looginen omasta mielestä.

Yleinen vastaanotto mallille oli positiivinen, eikä haastatelluilla ollut radikaaleja parannusehdotuksia. Kuitenkin myös joitakin parannusideoita ja vaihtoehtoisia ratkaisuja ehdotettiin.

Laadukkaan johtamisen ja toiminnan selkeyttä pidettiin haastatteluissa tärkeänä ja sitä toivottiin näkyvämmäksi malliin. Mikäli tavoitteet eivät ole organisaatiossa kaikille selkeät, syntyy osaoptimointia ja prosessien hajonta lisääntyy. Johdon vastuulla on myös määrittää toimintatavat ja strategia, joiden mukaan kypsyyksimallin muita ulottuvuuksia toteutetaan. Organisaation henkilöstöön liittyen, puheeksi nousi joissain haastatteluissa myös henkilöstön osaaminen. Edistyneemmät varastohallinnan työskentelytavat ja teknologiat vaativat myös henkilöstöltä laajempaa osaamista.

Myös konkreettisia ominaisuuksia varastoista fyysisenä tilana mainittiin. Esiin nousi muun muassa näkökulmia varastojen suojaamisesta ulkopuolisilta henkilöiltä. Erityistä haastetta saattoi muodostaa myös varastoitavien tuotteiden vaatima suuri fyysinen tila. Lisäksi toiminnassa tulee mahdollisesti noudattaa laatu- tai ympäristöstandardeja. Esimerkiksi eräs haastateltava kertoi, että konkreettista työtä varastossa ohjaa ympäristöjohtamisen ISO 14000-standardi. Standardin noudattaminen saattaa olla edellytyksenä tiettyille asiakassuhteille. Vaatimustenmukaisesti toimiminen voidaan nähdä osana organisaation riskienhallintaa.

Haastateltava kuvailee turvatoimenpiteitä:

Puhutaan, niinkun turvallisuudesta yleensä, se voi olla tietoturva, se voi olla järjestelmäturvallisuus, se voi olla toimitilaturvallisuus. Et meillä, me ollaan esimerkiks laitettu kaikki ovet lukkoon. Jotta sä pääset varastoon sun pitää näyttää tämmöstä elektronista avainta ja siitä jää sit jälki että tämä kaveri meni varastoon.

Haastateltava korosti myös, miten varastonhallintaan liittyvät kiinteät kustannukset voivat olla huomattavasti muuttuvia kustannuksia suurempia, kun huomioidaan varastoihin tehtävät investoinnit. Mikäli palvelutasoa halutaan entisestään korottaa, mutta nykyisten varastojen fyysiset rajat tulevat vastaan, joudutaan rakentamaan tai vuokraamaan lisää varastotilaa. Näin ollen palvelutason määrittäminen varmuusvarastojen avulla ei ole ainoastaan päätös hankkia ja sitoa enemmän pääomaa varastoon, vaan myös mahdollisesti investointikysymys.

Kypsyysmallista huomioitiin myös puute liittyen kriittisiin komponentteihin. Malli on lähestynyt varastonimikkeiden luokittelua erityisesti ABC-tyylisen ja siihen mahdollisesti lisättävän XYZ-ulottuvuuden kautta. Malli ei ehkä nykyisellään huomioi, että toiminta saattaa pahimmassa tapauksessa keskeytyä myös suhteellisesti edullisen, tai hitaasti kiertävän nimikkeen puuttuessa.

6.3 Muokattu kypsyysmalli

Kypsyysmallin validoimiseen on kerätty dataa kahdella tapaa: epäsuorasti haastatteluiden I osassa ja eksplisiittisesti II osassa. I osassa on tarkasteltu varastonhallinnan strategista merkitystä ja kartoitettu asiantuntijoiden näkemyksiä käytännön tasolta varastonhallintaan liittyvistä olennaisimmista haasteista, toimintatavoista ja ratkaisuksista, sekä trendeistä. Näin toimimalla on varmistettu, että mallin teoreettiset oletukset vastaavat käytännön todellisuutta. II osassa on suoraan validoitu kypsyysmallin rivien, sarakkeiden ja niiden muodostamien solujen loogisuutta.

Kuten mainittua, Maierin (2012) mukaan täytetty ruudukko tulee testata relevanssin ja oikeellisuuden osalta. On siis osoitettava, että tutkielman tekijän tekemät havainnot vastaavat osallistuneiden asiantuntijoiden ymmärrystä. Laajuuden ja käsiteltyjen prosessi-alueiden suhteen tulisi löytyä yhteisymmärrys asiantuntijoiden välillä, ottaen huomioon tehtävän haastavuus ja subjektiivisuus. (Maier, 2012, 152.)

Edellisessä luvussa osoitettiin, että osallistujat olivat kaiken kaikkiaan hyvin tyytyväisiä malliin ja parannusehdotukset koskivat enimmäkseen yksittäisiä soluja, tai elementtejä, joita joihinkin riveihin voisi lisätä. Haastatteluissa nousi kuitenkin esiin johtamiseen, työn organisointiin, sekä varastotilojen ympäristö- ja laatuasioihin liittyviä huomioita, jotka vaikuttavat käytännön tasolla varastonhallinnan prosesseihin merkittävästi, mutta joita olisi vaikeaa sovittaa mallin olemassa olleisiin ulottuvuuksiin. Näitä elementtejä varten

luotiin vielä yksi uusi ulottuvuus, eli kypsyysmallin uusi, alin rivi: *Johtaminen ja vaatimustenmukaisuus*. Uusi rivi sitoo yhteen useita pehmeitä keinoja, jotka vaikuttavat varastohallinnan käytännön toteutumiseen, mutta jotka eivät itsessään ole osana muita aiemmin määriteltyjä ulottuvuuksia.

Alla on haastatteluiden pohjalta muokattu kypsyysmalli kokonaisuudessaan:

Taulukko 6 Validoinnin perusteella muokattu kypsyysmalli

	Lähtötaso	Toistettavissa oleva taso	Määritelty taso
Varastotietojen seuranta	Varastotietoja ei seurata johdonmukaisesti. Varastossa saatava olla epäkuvaranteja tuotteita, tai tuotteita, joita ei enää myydä. Kirjatuissa ja todellisissa varastotietoisissa on virheitä, tai varastosaldoja ei ole saatavilla kaikkien tuotennimikkeiden osalta.	Varastotietoja seurataan epäsystemaattisesti, mutta riittävän usein, jotta suuremmilla häiriöillä vällytään. Todelliset varastotiedot vastaavat lähtökohdittain kirjattuja. Virheitä pysyvään huomauttamaan ja korjaamaan.	Satunnaiset häiriöt eivät estä normaalia toimintaa. Varastotietojen seuraamiseen ja virheiden korjaamiseen on määritelty toimintatavat. Varaston kiertoa seurataan.
Varastotunnuskeiden luokittelu	Varastotunnuskeita ei ole luokiteltu. Kaikkien nimikkeiden kysymistä tai käytöstä ei ole tarkkaa tietoa.	Eri varastotunnuskeiden kysymän tasosta ja tulostavuuksista on sisäistetty tietoa. Liiketoiminnan kannalta merkittävien tuotteiden saatavuutta priorisoidaan vähemmän merkityksellisiin verrattuna.	Tuotennimikkeitä on luokiteltu esimerkiksi toiminnanohjausjärjestelmässä ostomäärän mukaan. Parempia ymmärrettäviä ja johntavien ABC-analyysi voi olla käytössä. Toiminnan kannalta kriittisimmät nimikkeet tunnetaan ja niiden saatavuus turvataan strategisilla ja taktisilla näkökulilla.
Kysyntäennusteiden laadittaminen	Kysynnän oletetaan annettuna, tai täydennystilauksen suunnitelmassa käytetään dataa toimittajien tilauksista. Muutoksia tai trendejä kysynnässä reagoitetaan hitaasti.	Kysynnän muutoksiin suhtaudutaan enemmän reaktiivisesti kuin proaktiivisesti. Kausittaisia kysynnän muutoksia osataan ennakoita. Alkaisempaa kokemusta pysyvään hyödyntämisen ennusteiden tekemisessä.	Ennusteiden merkitys varastohallinnassa on tunnistettu. Kysynnän ennusteita laaditaan menneeseen kysyntään perustuen. Laadittujen kysyntäennusteiden omistamista seurataan. Ennusteiden laatimisessa hyödynnetään tietoja organisaation eri toimintaloilla.
Palvelutason määrittäminen ja seuranta	Palvelutasotavoitetta ei ole määritelty, eikä toteutunutta palvelutasoa seurata.	Varastohallinnan merkitys asiakaspalvelun laadun on ymmärretty. Käytössä on jonkinlaisia keinoja reagoitaa yllättäviin tuotteiden saatavuuteen vaikuttaviin tilanteisiin.	Organisaatiossa kyetään ainakin perustasolla suunnittelemaan varmuusarvoja organisaation strategian perustuen. Toteutunutta palvelutasoa tai toimitusvarmuutta seurataan.
Informaation jakaminen	Informaatio organisaation sisällä on sillointunutta, eikä kaikki tiedot eri osastojen tilausarpeista vällytölkkaasi. Informaatiota ei jaeta toimintakäytön sisällä, jokainen tahon tekee täydennystilaukset täysin itsenäisesti.	Organisaation tasolla on osastojen välillä läpinäkyvyys tilausarpeista ja jätetyistä täydennystilauksista.	Yhteydenpito tavaran toimittajien kanssa on tiivistä, ja tulevista tilausarpeista informoidaan etukäteen. Toimintatavat, kuten säännöllinen vuoropuhelu toimittajien kanssa on oleellinen osa toimintaa.
Kustannusten hallinta	Varastohallinnan kustannukset oletetaan annettuna. Käytössä ei ole keinoja varastotunnuskeiden kustannusten mittaamiseen tai suunnitteluun.	Varastohallinnan kustannukset ovat suunniteltuja, seurattuja ja hallittuja.	Varastohallinnan kustannuksiin pyritään vaikuttamaan esimerkiksi eräkojojen suunnittelulla. Organisaatiossa on ymmärretty kustannuksiin vaikuttavista muuttujista ja budjetit, jotka ohjaa varastohallintaa.
Johtaminen ja vaatimustenmukaisuus	Organisaatiossa ei ole määritelty varastohallinnan toimintatapoja. Johdolla ei ole kattavaa käsitystä ongelmakohtista, eikä mekaanisista prosessien kontrollointiin soveltavaa.	Prosessien omistajien on määritelty selkeästi. Henkilöstölle kertyneitä kokemuskeskeisiä apua prosessien suorittamisessa. Prosessit ovat asiantuntemuksellisesti suunniteltuja ja valvottuja. Varastotietojen asiantuntemuksella suojattua ulkopuolista vahingolta ja pilantumiselta.	Johto on asettanut tavoitteet varastohallinnan mittaritavoille. Varastot on asiantuntemuksella suojattu ulkopuolisilta häiriöiltä ja pilantumiselta. Työntekijöille tarjotaan koulutusta ja mahdollisuuksien osamisen päivittämiseen. Prosessit täydentävät asiantuntemuksella laadustandardit.

	Johdettu taso	Optimoiva taso
Varastota-sojen seuranta	Systemaattiset virheet varastonkontrollonmissa pysyvään tunnistamaan ja eliminointaan. Riskit mahdollisissa muutoksissa seurantaprosessiin pysyvään tunnistamaan ja ennallaehkäisemään.	Varastotaseja seurataan reaaliaikaisesti edistyneitä teknologiaa hyödyntäen. RFID:n tai muun teknologian avulla varmistetaan varastotodan oikeellisuudesta. Tiedot kulkevat eri ohjelmistojen välillä mahdollisimman automaattisesti.
Varastonimikkeiden luokittelu	Varastonimikkeiden luokittelu tehdään luotettavaan ja tarpeeksi monipuoliseen dataan perustuen. Mahdolliset virheet luokituksissa huomataan ja korjataan. Varastonimikkeille asetettiin saatavuusvaatimuksia ylläpidetään luotettavalla tasolla.	Varastonimikkeet on luokiteltu edistyneesti eri parametrein mukaan (esim. ABC-XYZ) ja eri luokille on erilliset, suunnitellut toimintatavat tilaamista ja varastointia varten. Luokitellun vaikuttavat parametrit tarkistetaan säännöllisesti.
Kysyntäen-musteiden laa-timinen	Kysyntäennusteet eivät perustu ainoastaan menneeseen kysyntään. Kysyntäennusteissa käytetään sekä sisäisiä että ulkoisia dataa. Kysyntäennusteisiin vaikuttavia parametreja seurataan ja päivitetään säännöllisesti.	Kysyntäennusteita sovelletaan laajasti ja niihin vaikuttavat parametrit tarkastetaan usein. Kysyntäen-musteiden ja varastohallinnan omistumista arvioidaan kokonaisutena, eikä toistetaan riippumattomina prosesseina. Ennusteissa käytetään sisäisiä ja ulkoisia dataa.
Palvelutason määritytminen ja seuranta	Organisaatiolla on ainakin yleisellä tasolla jokin tavoite palvelutasolle. Varastohallintaan kohdistuvat vaatimukset palvelutasovoitteeseen ylläpitämiseksi on sisäistetty ja systemaattiset virheet varmuusvarustojen mitoituksessa pyritään eliminointaan.	Palvelutaso on suunniteltu vastaamaan tuoteryhmästrategiaa, ja sen toteutumista seurataan. Varmuusvarastot on suunniteltu palvelutasovaitteen pohjalta. Palvelutason strategien merkitys tunnistetaan. Palvelutasovaitteisiin ylläpidetään kansimalla silti huikkaa.
Informaation jakaminen	Pitkävaikeuksista pyritään aktiivisesti suojaantumaa ja käytössä on teknologiaa, kuten EDI, joka mahdollistaa saunatomman informaation jakamisen tavaranomittajien kanssa. Puutteet informaation jakamisessa huomataan ja niitä korjataan.	Informaatio varastotaseista ja täydennytilauksista on läpinäkyvää toimintakehityksen tasolla ja organisaation sisäisesti eri toimintojen välillä. Varastotaseot pidetään mahdollisimman pieninä ja reaaliaikaisena koollaboration avulla.
Kustannusten hallinta	Ylläpitäviä kustannuksia pyritään vähentämään tarkalla taloudellisella suunnittelulla. Kustannuslaskentaa pysyvään ylläpitämiseen, jnan että varastohallinnan suorituskyky heikkenee. Johdolla on tarkkaa tietoa käytettävistä resursseista ja lean-tekniikoita sovelletaan. Varastoinvestointien kustannukset huomioidaan laskelmissa.	Varastoinnin kokonaiskustannuksia seurataan ja optimoidaan säännöllisesti. Säästötavoitteisiin pyritään ylläpidetään prosesseja optimoimalla. Varastoinvestoinnit suunnitellaan ja toteutetaan huolellisesti ja investointien vaikutukset käyttökuukausiin ja tehokkuuteen arvioidaan.
Johdaminen ja vaatimusten-mukaisuus	Prosesseja johdetaan kvantitatiivisin tavoittein. Johto pysyy tunnistamaan systemaattisen vartantion prosesseissa ja toteuttamaan toimenpiteet sen poistamiseksi.	Johto pysyy jalkauttamaan inkrementaalisia muutoksia ja uusiainnovaatioita prosesseihin. Prosesseihin on omaksuttu jatkava kehittämisen ja hukan poistamisen.

Tehdyt muutokset on korostettu mallissa vihreällä selkeyden vuoksi. Versio lopullisesta mallista ilman korostuksia on tutkielman lopussa liitteenä. Mallissa on muutosten jälkekin tavoiteltu selkeää ja helposti ymmärrettävää ulkoasua, joka sai haastateltavilta yksimielisesti positiivista palautetta. Rivien lisääminen ei saanut haastatelluilta lainkaan kannatusta. Myöskään ulottuvuuksien otsikoiden alaisille väliotsikoille ei nähty tarvetta.

Kokonaisvaltaisen harkinnan jälkeen päädyttiin alla oleviin muutoksiin, jotka eivät kuitenkaan olennaisesti muuta mallin periaatteita. Muutoksilla on pyritty saavuttamaan konsensus niin haastateltujen esittämien mielipiteiden, kuin tutkielman teoreettisen taustan välille. Jotkut huomioidut eivät tarjonneet suoria parannusehdotuksia, vaan tarkennusta tai jonkinasteista opponointia nimityksiin, tai soluteksteihin liittyen. Vastajaat eivät luonnollisesti voi myöskään olla yksimielisiä kaikesta. Kaikki mahdolliset muutosehdotukset eivät siis voineet päätyä lopulliseen malliin. Osa vastaajista saattoi haluta pitää esimerkiksi tietyn rivin sellaisenaan, ja toinen ehdottaa siihen jotakin muutosta. Tällöin tutkielman

laatijan on pitänyt arvioida kumpi näkökulma on kokonaisuutta arvioiden toimivampi. Kaiken kaikkiaan mallille saatiin kuitenkin selkeä validaatio ja samalla pienet muutokset olivat kuitenkin perusteltuja.

Alla on yhteenvetona taulukko tehdyistä muutoksista malliin.

Taulukko 7 Yhteenveto muutoksista kypsyysmalliin

Tehty muutos	Sijainti mallissa
Lisätty investointien vaikutus varastoinnin kokonaiskustannuksiin	Rivi: Kustannusten hallinta Sarake: Johtava ja optimoiva taso
Muokattu sisältämään kriittisten nimikkeiden tunnistaminen	Rivi: Varastonimikkeiden luokittelu Sarake: Määritetty taso
Lisätty rivi: Johtaminen ja vaatimustenmukaisuus	Uusi rivi

Maierin (2012) laatimassa ohjeistuksessa kypsyysmallien suunnittelulle viimeinen vaihe on ylläpito. Ensimmäinen vaihe mallin ylläpidosta on esitetty yllä mallin muokkaamisen muodossa. Ylläpito on kuitenkin luonteeltaan jatkuvaa ja sillä varmistetaan mallin relevanssi ja tarkkuus ajan kuluessa. Mallin päivittäminen voi olla välttämätöntä, kun alan tietopohja laajenee tai aikaisemmat parhaat toimintatavat vanhenevat esimerkiksi teknologisen kehityksen vuoksi. Varsinkin preskriptiivisissä malleissa, joissa viitataan suoraan lainsäädäntöön tai tiettyihin standardeihin, on päivittäminen luonnollisesti erityisen tärkeää. Olennaisten muutosten tekeminen malliin validaation jälkeen voi kuitenkin haitata mallin validiteettia. Mallin ylläpitoon kuuluu myös tehtyjen muutosten dokumentointi ja asianmukainen kommunikointi suunnitteluprosessista ja tuloksista. Tässä tutkielmassa on dokumentoitu mallin ensimmäinen ylläpitovaihe.

7 Johtopäätökset

7.1 Havainnot ja yhteenveto

Tässä tutkielmassa on kehitetty kypsyyssmalli, joka pyrkii esittämään loogisen polun varastohallinnan prosessien kypsymisestä.

Tutkimus pyrki vastaamaan kysymykseen:

1. Mitkä ovat keskeiset varastohallinnan kypsyyttä määrittävät tekijät?

Kysymys on melko laaja ja ainakin osittain subjektiivinen, mutta tässä tutkielmassa pyrittiin antamaan siihen ainakin eräs käypä ratkaisu. Keskeisimpinä varastohallinnan kypsymyksen vaikuttavina tekijöinä voidaan tutkielman mukaan pitää seuraavia: *varastotason seuranta, varastonimikkeiden luokittelu, kysyntäennusteiden laatiminen, palvelutason määrittäminen ja seuranta, informaation jakaminen, kustannusten hallinta ja johtaminen ja vaatimustenmukaisuus*. Myös muunlainen luokittelu voisi olla perusteltua, mutta kyseinen esitysmuoto on perusteltu akateemisen tutkimuksen ja käytännön validoinnin kautta.

Varastohallinnan tulevaisuuden trendeihin haettiin viitteitä tutkimuskatsauksista, joissa selvitettiin varastohallinnan tutkimuksen kehityssuuntia. Yleinen kiinnostus akateemisessa yhteisössä vaikuttaa kohdistuvan ainakin ennustemenetelmien tutkimukseen ja kollaboratiivisiin toimitusketjuihin, joissa kysyntätietoa jaetaan läpi toimitusketjun (mm. Williams & Tokar, 2008, Panigrahi 2024). Myös tähän tutkielmaan kerätty haastatteluaineisto tukee käsitystä, että nämä aiheet ovat varastohallinnan onnistumisen kannalta erityisen kriittisiä.

Kilpailluilla markkinoilla yritysten on alati ylläpidettävä kilpailukykyään, ja tämä voi yksinkertaistaen tapahtua joko kustannuksia karsimalla tai kasvattamalla tuloja. Varastohallinnalla on mahdollista vaikuttaa molempiin tavoitteisiin. Hyvin suunniteltuna ja toteutettuna varastohallinta toimii puskurina, jolla varmistetaan hyvä palvelutaso ilman, että suorat ja epäsuorat kustannukset kasvavat liian suuriksi. Globaalit toimitusketjut ovat 2020-luvulla kokeneet useita häiriöitä, ja selkeästi myös varautumisen merkitys on korostunut. Varautumiseen sisältyy kuitenkin varastohallinnan kannalta riskejä, jos toimitusketjun eri osapuolet eivät kommunikoi keskenään. Mahdollinen seuraus on

piiskavaikutus, jossa pienetkin muutokset tilausko'issa toimitusketjun alavirrassa kertaantuvat, ja saavat aikaan suuria muutoksia varastosaldossa toimitusketjun ylävirrassa.

Tämä tutkielma vastaa käytännön ja teorian aukkoon varastohallinnan kypsyyden arvioimisessa. Tutkielman kontribuutiona on ennen kaikkea uusi varastohallintaan räätälöity kypsyyssmalli, joka voi toimia sekä tiedonlisäämisen, että päätöksenteon työkaluna organisaatioissa. Varastohallinnalla on tiivis yhteys hankintaan, myyntiin ja tuotantoon, ja sen tehtävänä on varmistaa, että tuotteet ovat asiakkaan saatavilla halutun palvelutason mukaisesti. Toimitusketjustrategia vaikuttaa ylläpidettävään varaston määrään, ja valintoihin siitä, minkä nimikkeiden saatavuutta priorisoidaan. Vaikka teknologinen kehitys ja tiedon karttuminen parantavat varastohallinnan käytössä olevia työkaluja, samat klassiset ongelmat varastotasojen suunnittelusta ja täydennyssyklistä, joita jo mm. Silver (1981) kuvasi, ovat edelleen relevantteja.

Kypsyyssmallien tavoitteena ei ole asettaa organisaatioita paremmuusjärjestykseen. On luonnollista, että organisaatiot ovat toimintansa alkuvaiheessa prosesseissaan kypsyysskaalan alkupäässä. Organisaation koko, resurssit ja toiminnan luonne voivat myös asettaa rajoitteita kypsyytasoissa nousemiselle. Kypsyyssmallista tulisikin ennemmin valita organisaatiolle sopiva tavoitetaso ja pyrkiä sitä kohden realiteetit huomioon ottaen.

7.2 Tutkimuksen laadun arviointi

Kvalitatiiviseen tutkimukseen kuuluu jatkuva itsetutkiskelu ja koko tutkimusprosessin reflektointi. Laadulliseen tutkimukseen kuuluu, että tutkijan henkilökohtaiset ominaisuudet ja näkökulmat vaikuttavat tutkimusprosessiin. (Priscilla, 2003.) Tutkimuksen tekijän teoreettiset valinnat ja tulkinnat kuuluvat aineiston keräykseen, jäsentelyyn ja kuvailuun (Ruusuvoori ym. 2010). Täyttä objektiivisuutta on mahdotonta siis saavuttaa. Tämänkin tutkielman asetelmaa, laajuutta, aineiston keräämisen menetelmiä ja esitystapaa ohjaavat tutkielman laatijan henkilökohtaiset käsitykset ja asenteet.

Tutkielmassa on koostettu varastohallinnan ulottuvuuksia kuvaava kypsyyssruudukko alan kirjallisuuden ja tieteellisten tutkimusten pohjalta, mutta valinnat siitä mitkä ulottuvuudet ruudukkoon on valittu, perustuvat tutkielmantekijän omaan harkintaan. Tutkielmantekijän oma suhteellisen rajallinen asiantuntemus varastohallinnasta perustuu yliopisto-opintoihin, sekä opiskeluajalta karttuneeseen työkokemukseen. Kypsyyssruudukon validiteettia ja luotettavuutta pyrittiin lisäämään haastattelemalla viittä varastohallinnan

parissa työskentelevää ammattilaista. Haastatelluilla henkilöillä oli huomattavaa työkokemusta ja he edustivat eri toimialan ja kokoluokan yrityksiä. Haastateltujen joukossa oli sekä miehiä että naisia.

On mahdotonta määrittää, kuinka monen tutkimukseen osallistujan tulee olla yhtä mieltä jostain, jotta näkemystä voidaan pitää pätevänä. Vaikka enemmistö pienen kvalitatiivisen tutkimuksen vastaajista olisi yksimielisiä jostain, ei voida kuitenkaan luotettavasti väittää tämän edustavan laajempaa populaatiota. (Priscilla, 2003.) Tämän tutkielman suhteellisen pieni laadullinen aineisto tarjoaa kuitenkin merkityksellisiä näkökulmia varastohallinnan käytäntöön vaikuttavista näkemyksistä ja toimintatavoista.

Kasasen ym. (1993) mukaan konstruktivisen tutkimuksen ensisijainen tavoite ei ole mahdollisimman laaja yleistettävyyys, vaan konstruktion toimivuus. Tutkielmassa luodun konstruktion, eli varastohallinnan kypsyysmallin, on kuitenkin tarkoitus olla sovellettavissa erilaisten organisaatioiden käyttöön, joilla on fyysisiä raaka-aine, välituote- tai lopputuoteverastoja. Kaikki organisaatiot eivät kuitenkaan välttämättä ole yhtä hyvin sovellettavissa kypsyysmalliin, tai niiden mallin käytöstä saama hyöty voi olla hyvin rajallinen. Esimerkiksi organisaation hyvin pieni koko voi estää mallin mielekkään soveltamisen. Haastatteluissa pyrittiin kuitenkin keräämään näkökulmia mahdollisimman laajasti eri toimialoilta ja organisaatioiden, joilla haastatelluista oli kokemusta, kokoluokka vaihteli pk-yrityksistä suuriin yrityksiin.

Kypsyysmallin käytännön soveltaminen rajattiin tutkielman aihealueen ulkopuolelle. Mallin suunnittelun iteratiivista vaihetta voitaisiin kuitenkin jatkaa, päivittämällä mallia jälleen uusien validointikierrosten jälkeen. Ilman mallin empiiristä testaamista, ei myöskään voida olla varmoja mallin todellisesta toimivuudesta. Mallin luotettavuutta lisäisi, jos voitaisiin osoittaa sen soveltamisesta olevan organisaatioille konkreettista hyötyä. Liiketalouden tutkimukset on usein laadittu oikeiden yritysten tarpeita varten, ja myös tämän tutkielman laatua voisi parhaiten arvioida sillä, miten siinä luotu konstruktio, tässä tapauksessa kypsyysmalli, toimii.

7.3 Ehdotukset tulevalle tutkimukselle

Kypsyysajattelulla ja sitä havainnollistavilla kypsyys- ja kyvykkyysmalleilla on jo pitkä historia. Tässä tutkielmassa kehitetyn kaltaisia, varastohallinnan kontekstiin räätälöityjä malleja ei kuitenkaan juuri ole. Myös yleisellä tasolla varastohallinnan tekniikat eivät

välttämättä ole kovin tuttuja yritystasolla. Tämä tutkielma on luonteeltaan kvalitatiivinen, eli saadut tulokset eivät ole laajasti yleistettävissä. Laajemmat kvantitatiiviset tutkimukset voisivat lisätä tietoa keskeisimmistä varastonhallinnan haasteista ja ratkaisuista yritysmaailmassa. Lisäksi tiedon karttuminen ja teknologiset innovaatiot voivat haitata tässä tutkielmassa luodun mallin käypyyttä tulevaisuudessa. Täten uuden mallin, ja uusien näkökulmien kerääminen myöhemmin voi olla tarpeen.

Tämä tutkielma perustuu varastonhallinnan kypsyyssmallin suunnitteluun ja validointiin. Kypsyyssmallien soveltamisen vaikutuksista kaivattaisiin myös lisää empiiristä tutkimusta. Varsinkaan erityisesti varastonhallinnan kypsyyden arvioimiseen suunniteltuja malleja ei ole paljon, ja niiden tuomasta lisäarvosta niitä soveltaville organisaatioille olisi hyvä saada lisää näyttöä.

Lähteet

- Aktas, Croci & Petmezas (2015) *Is working capital management value-enhancing? Evidence from firm performance and investments*. *Journal of corporate finance* (Amsterdam, Netherlands) 30.1 (2015): 98–113. Web.
- Barros, Cortez & Sameiro Carvalho (2021) *A systematic literature review about dimensioning safety stock under uncertainties and risks in the procurement process*. *Operations Research Perspectives* 8 (2021) 100192.
- Berhan, Kitaw, Gobachew & Haasis (2021) *ABC/XYZ Analysis for Kanban System Implementation in Pharmaceutical Supply Chain: A Case of Ethiopian Pharmaceutical Supply Agency*. *International journal of information systems and supply chain management* 14.3 (2021): 63–78. Web.
- Costantino, Di Gravio, Shaban & Tronci (2014) *The impact of information sharing and inventory control coordination on supply chain performances*. *Computers & industrial engineering*, 2014-10, Vol.76, p.292-306 Web.
- de Kok, Grob, Laumanns, Minner, Rambau & Schade (2018) *A typology and literature review on stochastic multi-echelon inventory models*. *European Journal of Operational Research* 269 (2018) 955–98.
- Ellram, Zsidisin, Siferd & Stanly (2002) *The Impact of Purchasing and Supply Management Activities on Corporate Success*. *The journal of supply chain management* 38.4 (2002): 4–17. Web.
- Eppen & Martin (1988) *Determining Safety Stock In The Presence Of Stochastic Lead Time And Demand*. *Management science* 34.11 (1988): 1380–1390. Web.
- Errasti, Chackelson & Poler (2010) *An Expert System for Inventory Replenishment Optimization*. *Balanced Automation Systems For Future Manufacturing Networks*. Vol. 322. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010. 129–136. Web.
- Feng, Li, McVay & Skaife (2015) *Does Ineffective Internal Control over Financial Reporting affect a Firm's Operations? Evidence from Firms' Inventory Management*. *The Accounting review* 90.2 (2015): 529–557. Web.
- Francis & Holloway (2007) *The Constructive Approach in Management Accounting Research*. *International Journal of Management Reviews*.

- Fraser, Moultrie & Gregory (2002) *The Use of Maturity Models/grids as a Tool in Assessing Product Development Capability*. IEEE International Engineering Management Conference. Vol. 1. IEEE, 2002. 244–249 vol.1. Web.
- Garcia (2008) *A Capability Maturity Model to Assess Supply Chain Performance*. FIU Electronic Theses and Dissertations. 191.
- Gardner (1990) *Evaluating Forecast Performance in an Inventory Control System*. Management science 36.4 (1990): 490–499. Web.
- Goldsby, Griffis & Roath (2006) *Modeling Lean, Agile, And Leagile Supply Chain Strategies*. Journal of business logistics 27.1 (2006): 57–80. Web.
- Goltsos, Syntetos, Glock & Ioannou (2021) *Inventory – forecasting: Mind the gap*.
- Graves & Willems (2003) *Supply Chain Design: Safety Stock Placement and Supply Chain Configuration*. A.G. de Kok and S.C. Graves, Eds., Handbooks in OR & MS, Vol. 11
- Grossi, Calvo-Manzano & San Feliu (2014) *High-maturity levels: achieving CMMI ML-5 in a consultancy company*. Journal Of Software: Evolution And Process. Softw. Evol. and Proc. 2014; 26:808–817.
- Hansali, Elrhanimi & El Abbadi (2022) *Supply Chain Maturity Models: A Comparative Review*. LogForum (Poznań, Poland) 18.4 (2022): 435–450. Web.
- Hansali, Elrhanimi & El Abbadi (2022) *Supply Chain Maturity Models: a Comparative Review*. LogForum (Poznań, Poland), 2022–01, Vol.18 (4), p.435–450.
- Hofstra, Spiliotopoulou & de Leeuw (2022) *Ordering decisions under supply uncertainty and inventory record inaccuracy: An experimental investigation*. Decision Sciences. 2024; 55:303–318.
- Hsuan Mikkola & Skjøtt-Larsen (2004) *Supply-chain integration: implications for mass customization, modularization and postponement strategies*. Production Planning & Control, 15:4, 352-361, DOI: 10.1080/0953728042000238845.
- Huang & Han (2006) *Selection priority of process areas based on CMMI continuous representation*. Information & Management 43 (2006) 297–307.
- Humphrey, Watts S. (1988) *Characterizing the Software Process: A Maturity Framework*. IEEE software 5.2 (1988): 73–79. Web.
- Hyvärinen, Nikander, Ruusuvuori & Aho (2017) *Tutkimushaastattelun käsikirja*. Vastapaino, Tampere.
- International journal of production economics 93–94.1 (2005): 129–138. Web.

- Kasanen, Lukka, & Siitonen (1993) *The Constructive Approach in Management Accounting Research*. Journal of management accounting research, 1993-10, Vol.5.
- Koumanakos, Dimitros (2008) *The effect of inventory management on firm performance*. International journal of productivity and performance management 57.5 (2008): 355–369. Web.
- Kros, Falasca, & Nadler (2006) *Impact of Just-in-Time Inventory Systems on OEM Suppliers*. Industrial management + data systems 106.2 (2006): 224–241. Web.
- Lage & Godinho (2010) *Variations of the Kanban System: Literature Review and Classification*. International journal of production economics 125.1 (2010): 13–21. Web.
- Lee, Hau L. (2002) *Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties*. California management review 44.3 (2002): 105–119. Web.
- Li, Cheng & Wang (2006) *Analysis of Postponement Strategy for Perishable Items by EOQ-Based Models*. International journal of production economics 107.1 (2007): 31–38. Web.
- Lockamy & McCormack (2004) *The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation*. Supply Chain Management: An International Journal Volume 9 · Number 4 · 2004 · pp. 272–278.
- Maier, Moultrie & Clarkson (2012) *Assessing Organizational Capabilities: Reviewing and Guiding the Development of Maturity Grids*. IEEE transactions on engineering management 59.1 (2012): 138–159. Web.
- McFee (1992) *Triangulation in research: two confusions*. Educational research (Windsor), 1992, Vol.34 (3), p.215-219
- Millstein, Yang & Li (2014) *Optimizing ABC Inventory Grouping Decisions*. International journal of production economics 148 (2014): 71–80. Web.
- Moon, Mentzer, Smith & Garver (1998) *Seven Keys to Better Forecasting*. Business horizons 41.5 (1998): 44–52. Web.
- Mutafelija & Stromberg (2003) *Systematic Process Improvement Using ISO 9001:2000 and CMMI*. Artech House.
- Ng, Wan Lung (2006) *A simple classifier for multiple criteria ABC analysis*. European Journal of Operational Research 177 (2007) 344–353.

- Niemi, Huiskonen & Kärkkäinen (2009) *Understanding the Knowledge Accumulation Process—Implications for the Adoption of Inventory Management Techniques*. International journal of production economics 118.1 (2009): 160–167. Web.
- Özer & Zheng (2017) *Establishing Trust and Trustworthiness for Supply Chain Information Sharing*. Handbook of Information Exchange in Supply Chain Management. Vol. 5. Cham: Springer International Publishing, 2017. 287–312. Web.
- Panigrahi, Shrivastava & Kapur (2024) *Impact of inventory management practices on the operational performances of SMEs: review and future research directions*. Int J Syst Assur Eng Manag (May 2024) 15(5):1934–1955.
- Patton (1980) *Qualitative Evaluation Methods*. Beverly Hills: Sage. Print
- Paulk, Curtis & Chrissis (1993) *Capability Maturity Model, Version 1.1*. IEEE software 10.4 (1993): 18–27. Web.
- Pettersen (2009) *Defining lean production: some conceptual and practical issues*. The TQM Journal Vol. 21 No. 2, 2009.
- Priscilla (2003) *Validation of Qualitative Research in the “Real World”*. Qualitative health research, 2003–10, Vol.13 (8), p.1170–1179.
- Randall & Farris (2009) *Supply chain financing: using cash-to-cash variables to strengthen the supply chain*. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management Vol. 39 No. 8, 2009
- Röglinger, Pöppelbuß & Becker (2012) *Maturity models in business process management*. Business Process Management Journal.
- Ruusuvuori, Nikander & Hyvärinen (2010) *Haastattelun analyysi*. Vastapaino, Tampere.
- Schiele (2007) *Supply-management maturity, cost savings and purchasing absorptive capacity: Testing the procurement–performance link*. Journal of Purchasing & Supply Management 13 (2007) 274–293.
- Scholz-Reiter, Heger, Meinecke & Bergmann (2012) *Integration of demand forecasts in ABC-XYZ analysis: practical investigation at an industrial company*. International journal of productivity and performance management, 2012, Vol.61 (4), p.445-451.
- Silver (1981) *Operations Research in Inventory Management: A Review and Critique*. Operations Research.
- Silver, Vidal & de Werra (1980) *A tutorial on heuristic methods*. European Journal of Operations Research 5 (1980) 153-162.

- Song, van Houtum & Van Mieghem (2020) *Capacity and Inventory Management: Review, Trends, and Projections*. Manufacturing & service operations management 22.1 (2020): 36–46. Web.
- Stanger, Yates, Wilding & Cotton (2012) *What drives perishable inventory management performance? Lessons learnt from the UK blood supply chain*. Supply Chain Management: An International Journal 17/2 (2012) 107–123.
- Stapenhurst, Tim (2005) *Mastering Statistical Process Control: A Handbook for Performance Improvement Using Cases*. Amsterdam; Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Sukosyah, Koestiono, Dewi & Rusli (2023) *Analysis of Coffee Raw Material Inventory Control Using the EOQ (Economic Order Quantity) Method in SME Sido Luhur*. HABITAT, 34 (1), 2023,96-104.
- Svoboda, Minner & Yao (2020) *Typology and literature review on multiple supplier inventory control models*. European Journal of Operational Research 293 (2021) 1–23.
- Syntetos, Babai, Dvies & Stephenson (2010) *Forecasting and Stock Control: A Study in a Wholesaling Context*. International journal of production economics 127.1 (2010): 103–111. Web
- Syntetos, Boylan & Croston (2006) *A Note on the Categorization of Demand Patterns - Reply to Kostenko and Hyndman*. The Journal of the Operational Research Society 57.10 (2006): 1257–1258. Web.
- Tarafdar & Qrunleh (2016) *Agile supply chain strategy and supply chain performance: complementary roles of supply chain practices and information systems capability for agility*. International Journal of Production Research, 2017, Vol. 55, No. 4, 925–938.
- Thiel, Hovelaque & Le Hoa (2010) *Impact of Inventory Inaccuracy on Service-Level Quality in (Q,R) Continuous-Review Lost-Sales Inventory Models*. International journal of production economics 123: 301–311. Print.
- Thomas, Saleeshya & Suresh (2021) *Assessment of CMMI level of manufacturing industry using fuzzy logic approach: a case study*. Journal of Modelling in Management Vol. 17 No. 4, 2022 pp. 1098–1125.
- Thurmond (2001) *The Point of Triangulation*. Journal of nursing scholarship, 2001-09, Vol.33 (3), p.253-258.

- Trubchenko, Kiseleva, Loshchilova, Dreval, Ryzhakina & Shaftelskaya (2020) *Application of ABC and XYZ Analysis to Inventory Optimization at a Commercial Enterprise*. SHS Web of Conferences 80 (2020): 1007–. Web.
- Vastag & Whybark (2005) *Inventory Management: Is There a Knock-on Effect?*
- Wendler (2012) *The maturity of maturity model research: A systematic mapping study*. Information and Software Technology 54 (2012) 1317–1339.
- Wild, Antony (2018) *Best practice in inventory management*. 3rd ed. New York: Routledge.
- Wild, Tony (1997) *Best Practice in Inventory Management*. John Wiley & Sons, Inc.
- Williams & Tokar (2008) *A review of inventory management research in major logistics journals: Themes and future directions*. The International Journal of Logistics Management Vol. 19 No. 2, 2008 pp. 212-232.
- Yao & Dresner (2006) *The inventory value of information sharing, continuous replenishment, and vendor-managed inventory*. Transportation Research Part E 44 (2008) 361–378.
- Yong & Yuanqin (2018) *A bibliometric analysis of inventory management research based on knowledge mapping*. The Electronic Library Vol. 37 No. 1, 2019.
- Zhang, Xiaolong (2007) *Inventory control under temporal demand heteroscedasticity*. European journal of operational research 182.1 (2007): 127–144. Web.
- Zhang, Zheng, Fang & Zhang (2015) *Multi-level inventory matching and order planning under the hybrid Make-To-Order/Make-To-Stock production environment for steel plants via Particle Swarm Optimization*. Computers & Industrial Engineering.

Liitteet

Liite 1. Haastattelukysymykset

Osa I:

1. Mikä on tämänhetkinen työnkuvasi? Kuinka pitkään olet työskennellyt vastaavallisissa tehtävissä?
2. Millaisia rooleja organisaatiossanne kuuluu varastonhallintaan?
3. Millaisena näet varastonhallinnan strategisen merkityksen organisaatiossanne?
4. Millaisia varastonhallintaan liittyviä haasteita huomaat organisaatiossanne?
5. Millaisia keinoja tai työkaluja niiden ratkaisemiseksi käytätte?
6. Uskotko, että organisaatiossanne tapahtuu jatkossa muutoksia käytössä oleviin varastonhallinnan toimintatapoihin tai työkaluihin? Jos, millaisia?

Osa II:

1. Ovatko kypsyysruudukon ulottuvuudet (rivit) mielestäsi loogiset? Muuttaisitko jotain?
2. Ovatko kypsyystasot (sarakkeet) mielestäsi loogisesti nimetyt? Muuttaisitko jotain?
3. Ovatko solutekstit mielestäsi loogiset? Muuttaisitko jotain?

