



**TURUN
YLIOPISTO**
Kauppakorkeakoulu

Tehokkuuden ja resilienssin tasapainottaminen toimitusketjussa

Toimitusketjujen johtamisen
kandidaatintutkielma

Laatija:
Sampsa Valjus

Ohjaaja:
KTT Sini Laari

28.4.2025
Turku

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

Kandidaatintutkielma

Oppiaine: Toimitusketjujen johtaminen

Tekijä: Sampsu Valjus

Otsikko: Tehokkuuden ja resilienssin tasapainottaminen toimitusketjussa

Ohjaaja: KTT Sini Laari

Sivumäärä: 48 sivua

Päivämäärä: 28.4.2025

Toimitusketjun tehokkuus ja resilienssi ovat molemmat tärkeitä tavoitteita yrityksille. Tehokkuuteen panostaminen mahdollistaa alhaisemmat kustannukset normaalien olosuhteiden alla, jolloin kilpailukyky ja kannattavuus paranevat. Resilienssiin panostamalla toimitusketjut selviävät häiriöistä, jolloin toiminnan jatkuvuus voidaan taata epävakaassa ympäristössä. Toimitusketjun tehokkuus ja resilienssi nähdään kuitenkin usein ristiriitaisina tavoitteina. Toimitusketjujensa tehostaessaan yritykset ovat voineet lisätä toimitusketjujensa haavoittuvaisuutta häiriöille. Yleiset keinot parantaa toimitusketjun resilienssiä ovat taas kasvattaneet toimitusketjujen kustannuksia ja heikentäneet tehokkuutta. Tehokkuuden ja resilienssin tärkeän roolin takia keinoista, joilla nämä voitaisiin sovittaa yhteen olisi hyötyä yrityksille.

Tämän tutkielman tavoitteena on kirjallisuuden perusteella löytää keinoja, joilla toimitusketjun tehokkuus ja resilienssi voitaisiin sovittaa paremmin yhteen. Tutkimuskysymys on siis: ”Miten toimitusketjun resilienssiä voidaan kasvattaa tekemättä merkittäviä uhrauksia toimitusketjun tehokkuudessa?” Tutkielmassa syvennyttään kirjallisuuden perusteella toimitusketjun tehokkuuteen ja resilienssiin sekä näitä parantaviin keinoihin. Tutkielmassa myös syvennyttään seikkoihin, jotka aiheuttavat ristiriitaa toimitusketjun tehokkuuden ja resilienssin välille. Lopuksi esitetään keinoja, joilla toimitusketjun tehokkuus ja resilienssi voidaan sovittaa yhteen paremmin.

Tehokkuuden parantaminen globaalien hankintojen, yhden toimittajan käyttämisen ja leanin periaatteiden mukaisen hukan eliminoinnin kautta on nähty lisäävän toimitusketjujen altistumista häiriöille. Resilienssin parantaminen varastojen kasvattamisen, toimittajien lisäämisen ja joustavuuteen panostamisen kautta on puolestaan lisännyt toimitusketjujen kustannuksia. Toimitusketjun tehokkuudella ja resilienssillä voi nähdä olevan myös yhdistäviä tekijöitä. Toimitusketjuyhteistyöllä on nähty olevan kirjallisuudessa positiivisia vaikutuksia sekä tehokkuuteen että resilienssiin. Leanilla ja ulkoistamisella voi nähdä olevan myös positiivisia vaikutuksia resilienssiin, vaikka nämä usein nähdään resilienssin kannalta negatiivisina. Keskeinen keino, jolla resilienssin tehokkuutta voidaan parantaa, on resilienssiominaisuuksien aktiivinen hyödyntäminen päivittäisessä liiketoiminnassa. Varmuusvarastojen ja useamman toimittajan aktiivinen käyttäminen ovat kustannustehokkaampia vaihtoehtoja kuin riskinhallintavarastot ja varatoimittajat. Joustavuutta voidaan pyrkiä parantamaan erilaisilla tehokkailla ratkaisulla kuten ketjuttamisella, viivästyttämällä, massaräätälöinnillä ja 3D-tulostamisella. Yrityksestä riippuen näillä joustavilla ratkaisulla voi olla merkittävää hyötyä normaaleissakin olosuhteissa. Tärkeä keino on myös tehokkaiden ja resilienssien keinojen tai strategioiden yhdistäminen ja sovittaminen oikeaan toimitusketjusegmenttiin. Tällaisia keinoja ovat esimerkiksi leagile-strategia, joustavan ja ei-joustavan kapasiteetin yhdistäminen sekä globaalien ja paikallisten hankintojen yhdistäminen. Näilläkin keinoilla joudutaan tekemään joitakin uhrauksia tehokkuudessa. Tehokkuus tulisi tasapainottaa resilienssin kanssa, jotta häiriönkin realisoituessa toimitusketju pystyy toteuttamaan tehtävänsä.

Avainsanat: toimitusketjun tehokkuus, toimitusketjun resilienssi

SISÄLLYS

1	Johdanto	6
2	Toimitusketjun tehokkuus	8
2.1	Ulkoistaminen ja toimitusketjujen globalisaatio	8
2.2	Toimitusketjuyhteistyö ja toimittajakannan supistaminen	9
2.3	Tehokkuutta leanin avulla	11
2.3.1	Leanin juuret	12
2.3.2	Lean-toimitusketjut	14
2.3.3	Leagile-strategia	15
3	Toimitusketjun resilienssi	17
3.1	Resilienssin rakentaminen	18
3.2	Kaksi näkökulmaa resilienssiin	21
4	Tehokkuuden ja resilienssin yhdistäminen	23
4.1	Tehokkaan toimitusketjun haavoittuvaisuus	23
4.2	Resilienssin kustannukset	25
4.3	Tehokkuuden ja resilienssin ristiriidan yli	27
4.3.1	Resilienssin ymmärtäminen sosiaaliekologisesta näkökulmasta	27
4.3.2	Leanin yhteensovittaminen resilienssiin	28
4.3.3	Tehokkaat joustavuusratkaisut	29
5	Yhteenveto ja johtopäätökset	34
	Lähteet	37

KUVIOT

Kuvio 1 Toimitusketjun riskienhallinnan, resilienssin ja haavoittuvaisuuden suhde (Jüttner & Maklan 2011)	18
Kuvio 2 Prosessijoustavuus ketjuttamisen kautta (Jordan & Graves 1995)	32
Kuvio 3 Toimitusketjun tehokkuuden ja resilienssin yhteensovittaminen	34

TAULUKOT

Taulukko 1 Leanin kehitys (Hines ym. 2004)	13
Taulukko 2 Leanin ja ketteryyden ominaisuudet ja niiden tärkeys Naylor ym. (1999)	15

1 Johdanto

Toimitusketjun resilienssi ja tehokkuus on usein nähty olevan ristiriidassa keskenään (Ivanov & Dolgui 2019, 5120). Parempaa kilpailukykyä tavoitellessa yritykset ovat implementoineet keinoja, jotka ovat lisänneet toimitusketjun alttiutta häiriöille (Tang 2006b, 33). Näillä häiriöillä on ollut realisoituessa merkittäviä negatiivisia vaikutuksia yrityksen taloudelliseen tilanteeseen ja osakkeen arvoon (Hendricks & Singhal 2003; 2005). Nämä vaikutukset ovat korostaneet häiriöiden vaikutusten minimoimisen tärkeyttä toimitusketjun resilienssin kautta (Tukamuhabwa ym. 2015, 5592). Toimitusketjun resilienssi korostaa häiriöihin valmistautumista, reagoimista ja häiriöstä palautumista mahdollisesti sitä edeltävää parempaan tilaan (Ponomarov & Holcomb 2009, 124).

Resilienssin kasvattaminen ei ole kuitenkaan ongelmaton. Varastojen kasvattaminen, varakapasiteetti ja varatoimittajat lisäävät toimitusketjujen kustannuksia, joilla on merkitystä yrityksille (Chopra & Sodhi 2014, 73). Kustannukset vaikuttavat suoraan yrityksen kannattavuuteen, minkä takia niillä on merkittävä vaikutus päätöksentekoon. Toimitusketjunsä tehokkuutta parantaessaan yritykset pyrkivät saavuttamaan alhaisemmat kustannukset, jotta voitot voidaan maksimoida (Lücker ym. 2024, 2). Resilienssiin liittyvät kustannukset voivat selittää yritysten haluttomuutta investoida siihen (Tang 2006b, 34). Katteiden ollessa alhaiset, pienikin nousu toimitusketjun kustannuksissa voi vaikuttaa merkittävästi kannattavuuteen (Lücker ym. 2024, 2). Tästä huolimatta resilienssiä käsittelevässä kirjallisuudessa tämä ongelma on saanut vähemmän huomiota. Tukamuhabwan ym. (2015) mukaan toimitusketjun resilienssin määritelmät usein jättävät kustannusnäkökulman huomioimatta. Tehokkuus ja resilienssi ovat molemmat yrityksille merkittäviä tavoitteita, jolloin toisesta luopuminen ei ole ratkaisu. Keinoilla, joilla voidaan saavuttaa sekä toimitusketjun tehokkuus että resilienssi, olisi siis hyötyä yrityksille. Resilienssin parempaa yhteensovittamista tehokkuuden kanssa tulee siis tutkia lisää.

Tämän tutkielman tarkoituksena on syventyä kirjallisuuden avulla toimitusketjun tehokkuuteen ja toimitusketjun resilienssiin sekä näiden väliseen suhteeseen. Tutkielman tavoitteena on löytää keinoja, joilla voidaan tasapainottaa tehokkuus ja resilienssi toimitusketjussa. Tutkielman tutkimuskysymys on siis:

- Miten toimitusketjun resilienssiä voidaan kasvattaa tekemättä merkittäviä uhrauksia toimitusketjun tehokkuudessa?

Tutkielman rakenne koostuu viidestä kappaleesta. Ensiksi tutkielmassa syvennyttään tehokkuuteen käsitteenä toimitusketjuissa sekä keinoihin, joilla toimitusketjuja on tehostettu. Tämän jälkeen

käsitellään toimitusketjun resilienssiä, sen rakentamista ja uusia nousevia näkemyksiä. Neljännen kappaleen kahdessa ensimmäisessä alaluvussa käsitellään toimitusketjun tehokkuuden ja resilienssin ristiriitaa aiheuttavia tekijöitä, eli tehokkaan toimitusketjun haavoittuvaisuutta ja resilientin toimitusketjun kustannuksia. Neljännen kappaleen viimeisessä alaluvussa käsitellään keinoja, joilla toimitusketjujen resilienssiä voidaan parantaa kustannustehokkaasti. Viides kappale vetää tutkielman yhteen ja sisältää johtopäätökset.

2 Toimitusketjun tehokkuus

Tehokkuus (engl. efficiency) on monelle yritykselle keskeinen tavoite (Monostori 2021, 372). Yritystoiminnassa tehokkuudella yleensä tavoitellaan alhaisempia kustannuksia (Ohno 1982, 94; Mouzas 2006, 1125). Kustannusten alentamisen kautta yritykset voivat laskea hintojaan ja saavuttaa kilpailuetua tai parantaa kannattavuuttaan ja maksimoida tuotot (Li ym. 2006, 111; Mouzas 2006). Alempia kustannuksia tavoitellessa yritykset ovat huomanneet yrityksen rajojen ylittävän yhteistyön hyödyt ja pyrkineet tehostamaan koko toimitusketjua (Fisher 1997, 110; Iida 2012, 180). Tehokkuutta tavoitellessa yritykset ovat ulkoistaneet toimintonsa, lisänneet hankintoja ulkomailta, pienentäneet toimittajakantojaan, kehittäneet yhteistyötään toimittajien kanssa ja soveltaneet leania (Tang 2006b, 33; Christopher & Holweg 2011, 64; Iida 2012; Monostori 2021, 372).

Tehokkuus on käsitteenä laaja. Usein tehokkuus mielletään teknillisenä tehokkuutena eli tuotosten ja panosten välisenä suhteena (Farrell 1957). Yritys on siis tehokas, kun se pystyy tekemään mahdollisimman paljon tuotoksia mahdollisimman pienellä panosten määrällä. Tehokkuus tulee erottaa vaikuttavuudesta (engl. effectiveness), jolla tarkoitetaan kykyä päästä haluttuun lopputulokseen (Price 1972, 3). Myös toimitusketjukirjallisuudessa tehokkuus nousee useasti esille, mutta sille annetaan harvemmin määritelmä. Lücker ym. (2024) määrittelevät toimitusketjun tehokkuuden yrityksen kyvyksi käyttää resursseja, teknologiaa sekä asiantuntemusta logistiikan ja valmistamisen kustannusten minimoimiseksi ja tuottojen maksimoimiseksi. Fisherin (1997) mukaan tehokkaan toimitusketjun ensisijainen tavoite on vastata kysyntään kustannukset minimoiden. Toimitusketjukirjallisuudessa tehokkuudessa keskitytään siis sen lopputulokseen, eli alhaisempiin kustannuksiin ja toimitusketjun nähdään olevan tehokas, kun se minimoi kustannukset. Kustannukset ovatkin Farrellin (1957) mukaan ilmeisin keino mitata yrityksen tehokkuutta. Vaikuttavuus taas yhdistetään toimitusketjukirjallisuudessa yleensä korkean asiakaspalvelutason saavuttamiseen (Langley & Holcomb 1992, 7; Mentzer ym. 2001, 15).

2.1 Ulkoistaminen ja toimitusketjujen globalisaatio

Ulkoistaminen on ollut merkittävä trendi liiketoiminnassa. Ulkoistamisella tarkoitetaan aikaisemmin yrityksen sisällä toteutetun aktiviteetin kuten tuotannon tai palvelun siirtämistä ulkopuoliselle toimittajalle (Gylling ym. 2015, 93). Ulkoistamista on perusteltu kustannussäästöillä ja ydinosaamiseen keskittymisellä. Ulkoistettu toiminto voi vaatia vähemmän pääomaa kuin jos se toteutettaisiin yrityksen sisällä. Ulkoisella toimijalla voi olla myös tietoa, jonka myötä tämä pystyy toteuttamaan toiminnon paremmin ja tehokkaammin. Palveluntarjoajalla on yleensä useampi

asiakas, jolloin tämä saa mittakaavaetuja, joihin yksittäisellä asiakkaalla ei olisi mahdollisuutta. Ulkoistamalla toimintojaan yritys voi kohdistaa resurssejaan ydintoimintoihin, joissa sillä on merkittävää tietämystä. Tämän seurauksena yritys voi alentaa toimintakulujaan ja yleiskustannuksiaan. (Heikkilä & Cordon 2002, 185–186; Jiang & Qureshi 2006, 49; Dolgui & Proth 2013, 6771, 6772.) Merkittävä trendi ulkoistamisessa on ollut offshore-ulkoistaminen, eli aikaisemmin yrityksen sisällä toteutettujen toimintojen siirtäminen ulkomaiselle palveluntarjoajalle. Tuotannon siirtämistä ulkomaille on motivoinut alhaisemmat kustannukset kehittyvien maiden alhaisemman palkkatason ja alhaisempien valmistuskustannusten kautta. (Gylling ym. 2015, 92.)

Offshore-ulkoistamisen lisäksi globaalit hankinnat ovat tehneet toimitusketjuista entistä kansainvälisimpiä. Globaaleilla hankinnoilla tarkoitetaan tavaroiden tai palveluiden ostamista ulkomaiselta toimittajalta. Se on nähty keinona parantaa yrityksen kansainvälistä kilpailukykyä. (Monczka & Trent 1991, 3.) Alhaisemmat materiaalikustannukset ovat yksi merkittävimmistä motivaatioista globaaleille hankinnoille (Nassimbeni 2006, 697). Alhaisempi työvoimakustannus ja alhaiset logistiikkakustannukset ovat myös lisänneet globaalien hankintojen houkuttelevuutta. Hankinnat ulkomailta eivät ole kuitenkaan riskittömiä ja saavutettavat kustannussäästöt eivät ole välttämättä niin suuret kuin on toivottu, sillä globaaleihin hankintoihin liittyy kustannuksia, joita ei välttämättä oteta huomioon päätöksenteossa. Kasvava läpimenoaika kasvattaa tarvetta varastoille ja lisää varaston vanhentumisen riskiä. Volatiili kysyntä voi vaikeuttaa palvelutason ylläpitämistä, jolloin yritykselle voi tulla lisäkustannuksia kalliimman kuljetusmuodon käytöstä. Myös valuuttakurssimuutoksilla on vaikutusta globaalien hankintojen ja offshore-ulkoistamisen kannattavuuteen. (Holweg ym. 2011, 335; Gylling ym. 2015, 97.)

2.2 Toimitusketjuyhteistyö ja toimittajakannan supistaminen

Globalisaatio ja tiukka kilpailu ovat myös korostaneet toimitusketjuyhteistyön tärkeyttä. Toimitusketjuyhteistyöllä (engl. supply chain collaboration, SCC) tarkoitetaan kahden tai useamman yrityksen yhteistyötä toimitusketjuoperaatioiden suunnittelussa ja toteuttamisessa paremmalla menestyksellä kuin jos ne toteuttaisivat ne yksin. Toimitusketjuyhteistyötä motivoi tavoite vastata loppuasiakkaan tarpeisiin alhaisin kustannuksin. (Simatupang & Sridharan 2002, 19; 2005, 259.) Minin ym. (2005) toteuttamassa kysely- ja haastattelututkimuksessa toimitusketjuammattilaiset nostivat parantuneen tehokkuuden, vaikuttavuuden ja tuloksen toimitusketjuyhteistyön seurauksiksi. Tehokkuus tarkoitti tässä yhteydessä kustannusten vähentymistä, varaston vähenemistä, lyhentyneitä läpimenoaikoja ja virtaviivaistettuja

toimitusketjuprosesseja. Vaikuttavuus taas näkyi muun muassa parantuneena asiakaspalveluna ja kasvaneena markkinaosuutena.

Toimitusketjuyhteistyötä käsittelevässä kirjallisuudessa ei ole yhtenäistä käsitystä sille mitä yhteistyön tulisi sisältää, mutta yleensä tiedon jakaminen, kannustimien ja tavoitteiden yhteinen linjaaminen sekä yhteinen päätöksenteko nousevat esille (Simatupang & Sridharan 2002; 2005; Cao ym. 2010). Tiedon jakaminen ja yhteinen päätöksenteko ovat keskeisiä toimitusketjun tehokkuuden kannalta. Tiedon jakaminen mahdollistaa toimitusketjun tehokkuuden paremman päätöksenteon kautta (Min ym. 2005, 239, 245). Tiedon jakamisella voidaan vähentää kysynnän epävarmuutta, jolloin varastotasojä voidaan alentaa (Ellram & Cooper 1990, 2). Tiedon jakaminen liittyy myös keskeisesti yhteiseen päätöksentekoon ja on sen mahdollistaja (Min ym. 2005, 246). Yhteisen päätöksenteon tavoitteena on synkronoida toimitusketjusuunnitelmat ja -operaatiot, jotta kysyntä saadaan täsmäämään tarjonnan kanssa. Tämä voi koskea päätöksiä esimerkiksi varastoista, varaston täytöistä, tilausten tekemisestä ja kuljetuksista. Tämäkin johtaa yleensä parempaan suorituskykyyn ja varastointikustannuksien alenemiseen. (Simatupang & Sridharan 2005, 264.)

Parempi yhteistyö on myös keino parantaa laatua. Ostaja voi kouluttaa toimittajia ja implementoida laatu- ja ongelmanratkaisutyökaluja. (Noshad & Awasthi 2015, 472, 474.) Laadun parantamisella voi nähdä olevan positiivinen vaikutus kustannuksiin, sillä oikein tehty tuote vähentää uudelleen käsittelystä ja romusta syntyviä kustannuksia (Treleven 1987, 22). Ostaja-toimittaja-suhteen kautta voidaan saavuttaa myös kustannussäästöjä ottamalla toimittaja mukaan uuden tuotteen kehittämiseen. Jopa 80 % tuotteen kokonaiskustannuksista voi lukkiutua jo tuotteen kehitysvaiheessa. Alkuvaiheen päätöksillä on merkittävä vaikutus tuotteen laatuun, läpimenoaikaan ja kustannuksiin. Tuotteen designin muuttaminen myöhemmin on vaikeampaa ja kalliimpaa. (Handfield ym. 1999, 63.) Toimittaja voi tuoda arvokasta tietämystään tuotekehitykseen ja nostaa esille mahdollisia ongelmia designissa, jolloin ne voidaan selvittää yhdessä ennen kuin tuotteen ominaisuudet on viimeistely (Wasti & Liker 1999, 451; Petersen ym. 2005, 383).

Pienen toimittajakannan on nähty olevan edellytys pitkäaikaisten toimittaja-ostajasuhteiden kehittämiseen (Sarkar & Mohapatra 2006, 157). Toimittajien kehittäminen on kallista, pienemmällä määrällä toimittajia on helpompaa luoda läheisempiä ja toimivampia suhteita sekä ostajan liiketoiminnalla voidaan palkita vain osa toimittajista (Dowlatsahi 2000, 117). Äärimmillään toimittajien karsiminen on johtanut vain yhden toimittajan käyttämiseen (engl. single sourcing). Yhden toimittajan käyttäminen tarkoittaa, että yritys valitsee omasta tahdostaan yhden toimittajan ostotarpeidensa tyydyttämiseen. Tämä tulee erottaa ainoan toimittajan käytöstä eli sole sourcingista,

jossa päädytään käyttämään yhtä toimittajaa sillä muita vaihtoehtoja ei ole olemassa. (Treleven 1987, 19.) Yhteistyön parantamisen lisäksi yhden toimittajan käyttämisestä on perusteltu kokonaiskustannusten (engl. total cost of ownership) alentamisella sekä laadun parantamisella (Larson & Kulchitsky 1998).

Kuten toimitusketjuyhteistyössä, tiedon jakaminen on keskeinen osa myös yhden toimittajan käyttöä. Ostaja jakaa tuotantosuunnitelmansa toimittajalle ja toimittaja voi jakaa tietoa kustannuksistaan ja tuotantoprosessistaan. Parempi näkyvyys ostajan tuotantosuunnitelmaan voi alentaa toimittajan myyntitilausprosessin kustannuksia ja kuljetuskustannuksia. Toimittaja voi myös investoida kalustoon, joka on suunniteltu nimenomaisesti käsittelemään ostajan haluamia tuotteita, jolloin materiaalinkäsittely tehostuu ja kustannukset alenevat. (Treleven 1987, 21–22.) Kun toimittaja jakaa tietoa kustannuksistaan, voi ostaja osallistua kustannussäästöjen löytämiseen ja toimittajan kustannusrakenteen parantamiseen. Toimittajan kustannusrakenteella on merkittävä vaikutus hintoihin, joten siihen vaikuttamalla ostaja voi saavuttaa alhaisemman ostohinnan. (Hahn ym. 1986, 7.) Yhden toimittajan käyttämiseen liittyvä pitkäaikainen suhde toimittajan kanssa mahdollistaa toimittajan oppimisen, mikä johtaa kustannusten alenemiseen (Heese 2015, 126). Yhtä toimittajaa käyttämällä voidaan saavuttaa alhainen hinta myös hyödyntämällä suurta tilausvolyymia alennuksista neuvotellessa (Bozarth ym. 1998, 244). Yhden toimittajan käyttö myös alentaa hallinnollisia kustannuksia sillä ostajan ei tarvitse hallita useampaa sopimusta samanaikaisesti (Costantino & Pellegrino 2010, 28).

2.3 Tehokkuutta leanin avulla

Lean on keskeinen keino, jolla yritykset pyrkivät tehostamaan toimintaansa. Leanin implementointi auttaa yritystä saavuttamaan kilpailuetua alhaisempien kustannusten, parantuneen tuottavuuden ja laadun kautta (Bhamu & Singh Sangwan 2014, 877). Lean-valmistus on moniulotteinen lähestymistapa, joka sisältää monia johtamiskäytäntöjä. Sen tavoitteena on luoda virtaviivaistettu ja korkealaatuinen systeemi, joka valmistaa tuotteita asiakaskysynnän tahdissa ilman hukkaa tai hyvin vähällä hukalla (Shah & Ward 2003, 129). Lean on kehittynyt pelkästä tuotantoa käsittelevästä konseptista muille aloille ja usein puhutaan lean-ajattelusta, jonka tarkoituksena on asiakasarvon kasvattaminen tuhlaavien aktiiviteettien eliminoinnin tai/ja palvelun tai tuotteen ominaisuuksien kasvattamisen kautta (Hines ym. 2004, 995).

2.3.1 Leanin juuret

Leanin juuret on toisen maailmansodan jälkeisessä Japanissa. Resurssien puute ja tiukka kilpailu johtivat innovaatioihin japanilaisessa autoteollisuudessa. Erityisesti japanilaista autovalmistajaa Toyotaa pidetään leanin pioneerina ja sen insinöörien luomaa TPS:ää (Toyota Production System) pidetään leanin alkuna. (Hines ym. 2004, 994; Bhamu & Singh Sangwan 2014, 876.) TPS:n ydin ajatuksena on hukkaa aiheuttavien toimintojen eliminointi. TPS:ssä hukkaa nähdään luovan: ylituotanto, odottaminen, kuljettaminen, turha prosessointi, tarpeettomat varastot, tarpeettomat liikkeet ja viat, joista ylituotanto nähdään suurimpana hukan lähteenä. TPS:ssä näiden hukkien eliminointiin pyritään kahden periaatteen kautta: JIT (just-in-time) ja automaatio. JIT:n ideana on, että valmistuksessa tarvittavat osat toimitetaan tuotantolinjalle juuri kun niitä tarvitaan oikeassa määrässä. Tämän avulla varastot voidaan minimoida. Toyotassa tämä saavutettiin kanbanin, eli vetojärjestelmän avulla. Vetojärjestelmässä alavirta, eli esimerkiksi tuotantolinjan viimeinen vaihe, signaloi ylävirralle, kuinka paljon tulee tuottaa ja milloin. Automaatio kattaa automatisoidut koneet, jotka pysähtyvät, jos tuotannossa tapahtuu poikkeama, jotta viallisia osia ei tuoteta. Näin konetta ei tarvitse vahtia koko aikaa ja yksittäinen henkilö voi olla vastuussa useammasta koneesta. Tätä sovellettiin Toyotassa myös manuaalisen työn tuotantolinjoille, jolloin työntekijän havaitessa poikkeaman tämä pysäyttää tuotantolinjan. Näin poikkeamat tulevat johdon tietoon ja niiden juurisyyt voidaan selvittää. Myös jatkuva parantaminen, osaava työvoima ja osaavat johtajat ovat keskeinen osa TPS:ää. (Ohno 1982, 87–91; Hines & Rich 1997, 47–48.)

Lean on käsite, joka on syntynyt länsimaissa yrityksestä ymmärtää ja jäljentää Toyotan menestyksestä tuotantojärjestelmää, eli TPS:ää (Hines ym. 2004, 994; Bhamu & Singh Sangwan 2014, 877). Lean on konseptina ja käsitteenä kehittynyt ajan myötä. Taulukko 1 havainnollistaa Hinesin ym. (2004) näkemystä leanin kehityksestä. Vaiheesta huolimatta kustannukset ovat olleet aina mukana leanin fokuksessa. Tuotteiden valmistaminen mahdollisimman alhaisin kustannuksin ja niin nopeasti kun asiakas vaatii, on yksi keskeinen syy leanin implementoinnille (Bhamu & Singh Sangwan 2014, 876). TPS:n kehittämisen taustalla oli tavoite parantaa tehokkuutta, jotta alhaisempi kustannustaso voitaisiin saavuttaa (Ohno 1982, 94). Hines ym. (2004) korostavat kuitenkin, että leanin päätarkoitus on asiakasarvon kasvattaminen, joka ei ole sama asia kuin kustannusten vähentäminen. Heidän mukaansa parempi asiakasarvo voidaan saavuttaa joko hukan vähentämisellä ja tätä kautta kustannusten alentumisella tai tuotteen ominaisuuksien lisäämisellä tai tarjoamalla lisäpalveluita.

Taulukko 1 Leanin kehitys (Hines ym. 2004)

Vaihe	1980–1990 Tietoisuus	1990–1990 puoliväli Laatu	1990 puoliväli – 2000 Laatu, kustannukset, toimitukset	2000+ Arvo systeemi
Kirjallisuuden teema	Tuotantokäytäntöjen levittäminen	Parhaat käytännöt, vertaamisen kautta kohti jäljittelyä	Arvovirta ajattelu, lean yritys, yhteistyö toimitusketjussa	Suorituskyky järjestelmän tasolla
Fokus	JIT-tekniikat, kustannukset	Kustannukset, koulutus ja tukeminen, TQM, prosessien uudelleen suunnittelu	Kustannukset, prosessipohjaisuus virtauksen tukemiseksi	Arvo ja kustannukset, taktiselta tasolta strategiselle tasolle, integroitu toimitusketjuun
Avain prosessit	Valmistus, vain tehdastilat	Valmistus ja materiaalinhallinta	Tilausten täyttäminen	Integroidut prosessit kuten tilausten täyttäminen ja uuden tuotteen kehitys
Ala	Autoteollisuus – ajoneuvojen kokoaminen	Autoteollisuus – ajoneuvojen ja komponenttien kokoaminen	Valmistus yleisesti – yleensä keskittyen toistuvaan valmistukseen	Korkean ja matalan volyymin valmistus, laajentuminen palvelualueille

Lean on olemassa kahdella tasolla, strategisella ja operatiivisella. Strateginen taso tarkoittaa asiakaskeskeistä strategista ajattelua. Operatiivinen taso kattaa käytäntöjä, joilla pyritään vähentämään hukkaa. (Hines ym. 2004, 1006.) Näitä operatiivisen tason käytäntöjä on monia, jotka Shah ja Ward (2003) ryhmittelevät JIT:n (just-in-time), TQM:n (total quality management), TPM:n (total preventive maintenance) ja HRM:n (human resource management) alle. JIT sisältää eräkokojen pienentämisen, läpimenoajan lyhentämisen, nopean siirtymisen tekniikat, solutuotannon käytön, tuotantoprosessien uudelleensuunnittelun ja pullonkaulojen poistamisen. TQM sisältää laadunhallintaohjelmat, jatkuvan parantamisen ohjelmat ja prosessin kyvykkyyden mittaamisen. TPM sisältää ennakoivat ja ennaltaehkäisevät huollot sekä huollon optimointi tekniikoiden käytön, jotta laitteiston käyttöaika voidaan maksimoida. HRM kattaa joustavat monialaiset tiimit ja itseohjautuvat työtiimit.

2.3.2 Lean-toimitusketjut

Lean on kehittynyt pelkästä organisaation rajojen sisäisten prosessien hallinasta koko toimitusketjun tai arvoketjun kattavaksi, sillä leanin soveltamisella pelkästään organisaation sisällä on rajoitetut hyödyt (Hines ym. 2004). Paikallisessa optimoinnissa on se haitta, että kustannussäästöt yhdessä toimitusketjun vaiheissa voivat kasvattaa kustannuksia muissa vaiheissa (Whicker ym. 2009, 648). Leanin soveltaminen voi johtaa varastojen siirtymiseen toimittajille ja asiakkaille. Tällöin varastointikustannukset voivat olla koko toimitusketjun kannalta epäoptimaalisia varsinkin, jos varastoa on paljon jälleenmyyjillä, sillä valmiiden tuotteiden varastointi on kalleinta. (Christopher & Gattorna 2005, 116.) Autoteollisuudessa, missä leanin soveltaminen on ollut hyvin yleistä, on nähty usein suuria lopputuotteiden varastoja (Fisher 1997, 112). Tähän on vaikuttanut yritysten pyrkimys parantaa tehokkuuttaan paikallisilla keinoilla ja valmistuksen perustuminen ennusteisiin. Tämän ylitsepääseminen vaatii holistisen näkökulman toimitusketjuun ja build-to-order-strategian soveltamista, eli valmistuksen perustumista asiakaskysyntään. (Holweg & Pil 2001.)

Lean-toimitusketjun johtaminen tarkoittaa lean-käytäntöjen soveltamista toimitusketjuprosesseissa tilausten tekemisestä valmiiden tuotteiden kuljettamiseen, jotta kaikki prosessit voidaan optimoida loppuasiakkaan näkökulmasta (Moyano-Fuentes ym. 2020, 64). Kuten lean-johtamisessa yleensäkin, ei lean-toimitusketjun johtamisessa ole yhtenäistä käsitystä siitä mitä käytäntöjä sen tulisi sisältää (Jasti & Kodali 2015, 1058). Jasti ja Kodali (2015) kehittivät aikaisemman kirjallisuuden pohjalta lean-toimitusketjun johtamisen viitekehysten, joka sisältää ylimmän johdon sitoutumisen, toimittajasuhteen hallinnan, asiakassuhteen hallinnan, tietojärjestelmien hallinnan, JIT-tuotannon, hukan eliminoinnin, jatkuvan parantamisen ja logistiikan hallinnan. Tämän viitekehityksen perusteella Tortorella ym. (2017) ryhmittelivät lean-toimitusketjun johtamisen käytännöt neljään ryhmään: asiakas-toimittajasuhteen hallinta, logistiikan hallinta, hukan eliminointi ja jatkuva parantaminen sekä ylimmän johdon sitoutuminen. Näistä asiakas-toimittajasuhteen hallinnalla, logistiikan hallinnalla ja ylimmän johdon sitoutumisella nähtiin olevan merkittävä positiivinen vaikutus toimitusketjun suorituskykyyn.

Leanin soveltaminen toimitusketjuun ei ole kuitenkaan helppoa. Organisaation rajojen sisällä päätöksentekijöillä on hyvin tietoa saatavilla prosesseista, kun taas toimitusketjukontekstiin siirryttäessä tiedon saanti on hankalampaa, jolloin hukan vähentäminen vaikeutuu. Toimitusketjun eri vaiheissa päätöksentekijöillä voi olla myös erilaisia tavoitteita, jotka hankaloittavat integroitua päätöksentekoa. (Liu ym. 2013, 2123.) Takeda-Bergerin ym. (2021) mukaan vakavimmat esteet leanin implementoinnille toimitusketjuun ovat erikoistuneiden tiimien kehittämisen puute,

hankaluudet kulttuurisessa muutoksessa, alhainen tiedon jakaminen toimitusketjukumppaneiden kanssa, volatiili kysyntä ja puute luottamuksessa toimitusketjukumppaneiden välillä. Yhteistyö toimitusketjussa on siis merkittävää lean-toimitusketjun johtamisen onnistumiselle (Adamides ym. 2008, 36).

2.3.3 Leagile-strategia

Leania on kritisoitu sen kykenemättömyydestä vastata volatiiliin kysyntään (Hines ym. 2004, 1000). Tarve olla joustavampi ja responsiivisempi asiakkaiden tarpeisiin johti agile eli ketterän valmistuksen kehittämiseen (Gunasekaran 1999, 88). Naylor ym. (1999) määrittelevät ketteryyden kyvyksi hyödyntää volatiileilla markkinoilla esiintyviä mahdollisuuksia markkinatiedon ja virtuaalisen yrityksen avulla. Virtuaalinen yritys on useamman yksittäisen yrityksen väliaikainen ryhmittäminen tietyn tavoitteen saavuttamiseksi (Mezgár ym. 2000, 38). Naylor ym. (1999) tosin täydentävät, että virtuaalinen yritys, arvovirta ja integroitu toimitusketju ovat perusolemukseltaan samanlaisia ja että näiden tarkoituksena on poistaa yritysten väliset rajat materiaalien, rahan, resurssien ja informaation virtaamisen edistämiseksi. Ketterä valmistus vaatii kyvyn tuottaa laaja valikoima erilaisia tuotteita tehokkaasti ja kyvyn uudelleenkonfigurointiin, jotta valmistus voi mukautua muutoksiin tuotemixissä ja tuotedesignissa (Gunasekaran 1999, 91). Ketteryyden painottaa korkeaa palvelua tuotteen erilaistamisen kautta, kun taas lean painottaa tuotteen kustannusten alentamista eliminoimalla kaikki ei-arvoa lisäävät toiminnot (Naylor ym. 1999, 111). Taulukko 2 havainnollistaa eri ominaisuuksien tärkeyttä leanissa ja ketteryydessä.

Taulukko 2 Leanin ja ketteryyden ominaisuudet ja niiden tärkeys Naylor ym. (1999)

	Lean	Ketteryyden
Markkinatiedon käyttäminen	ooo	ooo
Virtuaalinen yritys/arvo virtaus/integroitu toimitusketju	ooo	ooo
Läpimenoajan lyhentäminen	ooo	ooo
Hukan eliminointi	ooo	oo
Nopea uudelleenkonfigurointi	oo	ooo
Robustisuus	o	ooo
Tasainen kysyntä	ooo	o
ooo = välttämätön	oo = toivottu	o = ei kriittinen

Naylor ym. (1999) haastoivat näkemyksen siitä, että leanin ja ketteryyden tulisi olla toisensa poissulkevia ja näkivät, että ne voivat olla toisiaan täydentäviä. Tästä ajatuksesta syntyi leagile-toimitusketjustrategia, joka yhdistää leanin ja ketteryyden. Lean valmistusta sovelletaan toimitusketjun kohtaan, joka perustuu ennusteiden pohjalta suunniteltuun tuotantoon ja ketterää

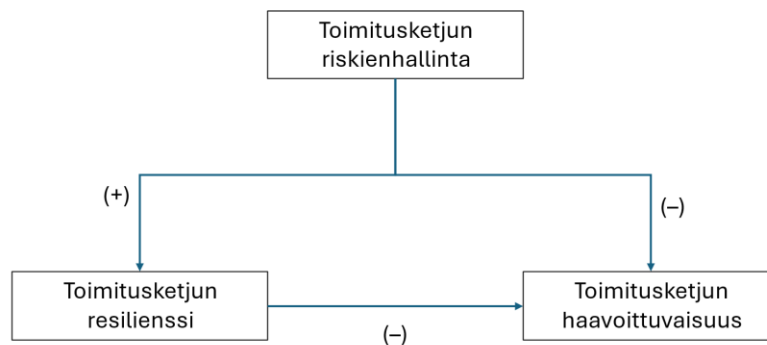
valmistusta kohtaan, joka perustuu todelliseen asiakaskysyntään. Leanin ja ketteryyden erottaa irtikytkentäpiste (engl. decoupling point), jossa pidetään strategista varastoa suojaamaan vaihtelevalta kysynnältä ja jonka jälkeen tuotteen kustomointi tapahtuu. Leagilityn avulla pyritään saavuttamaan leanin ja ketteryyden parhaat puolet ja kehittämään toimitusketjuista sekä responsiivisia että kustannustehokkaita (Van Hoek 2000, 197).

3 Toimitusketjun resilienssi

Toimitusketjut ovat luonteeltaan riskisiä. Ennen tai myöhemmin jokainen toimitusketju kohtaa jonkinlaisen odottamattoman tapahtuman, joka aiheuttaa häiriötä tavaran ja materiaalien virtaukselle. (Craighead ym. 2007, 150.) Luonnonkatastrofit, talouskriisit, epidemiat, pandemiat, lakot ja terroriteot ovat aiheuttaneet häiriötä toimitusketjuille. Näillä häiriöillä on ollut negatiivisia vaikutuksia yritysten lyhyen aikavälin operatiiviseen suorituskykyyn ja pitkän aikavälin taloudelliseen suorituskykyyn. (Tang 2006a, 452.) Toimitusketjuhäiriöiden on havaittu alentavan liiketulosta, liikevoittoprosenttia, kokonaispääoman tuottoa ja osakkeen arvoa (Hendricks & Singhal 2003; 2005). Pahimmassa tapauksessa toimitusketju ei palaudu häiriöstä (Tang 2006b, 34).

Häiriöiden merkittävät vaikutukset ovat korostaneet toimitusketjun resilienssin tärkeyttä. Christopher ja Peck (2004) olivat ensimmäisten joukossa määrittelemässä resilienssiä toimitusketjukontekstissa ja he määrittelivät sen toimitusketjun kyvyksi palautua normaaliin tilaan tai sitä parempaan tilaan häiriön jälkeen. Tämän jälkeen toimitusketjun resilienssiä on tutkittu laajasti ja se on saanut monia määritelmiä (Tukamuhabwa ym. 2015). Tukamuhabwan ym. (2015) mukaan resilienssi voidaan jakaa neljään osaan: häiriöön valmistautuminen, häiriöön vastaaminen, häiriöstä palautuminen ja kasvu tai kilpailullinen etu häiriön jälkeen.

Toimitusketjun riskienhallinta yhdistetään usein toimitusketjun resilienssiin ja se nähdään keinona parantaa resilienssiä (Jüttner & Maklan 2011, 249). Toimitusketjun riskienhallinta tarkoittaa toimitusketjun riskien identifioimista ja hallitsemista yhdessä toimitusketjun jäsenten kanssa toimitusketjun haavoittuvaisuuden alentamiseksi. Toimitusketjuriski on tapahtuma, joka voi estää tai vaikeuttaa tiedon, materiaalin, tai tuotteiden virtaamista toimittajilta loppuasiakkaille. (Jüttner ym. 2003, 200–201.) Toimitusketjun haavoittuvaisuus tarkoittaa ketjun merkittävää altistumista häiriöille (Christopher & Peck 2004, 3). Häiriö on tahaton ja odottamaton tilanne, joka johtaa riskin realisoitumiseen (Wagner & Bode 2006, 303). Mitä haavoittuvaisempi toimitusketju on, sitä todennäköisempi on häiriötilanteen toteutuminen ja vakavammat sen seuraukset (Jüttner & Maklan 2011, 248). Kuvio 1 havainnollistaa toimitusketjun riskienhallinnan, resilienssin ja haavoittuvaisuuden välistä suhdetta.



Kuvio 1 Toimitusketjun riskienhallinnan, resilienssin ja haavoittuvaisuuden suhde (Jüttner & Maklan 2011)

Toimitusketjujen riskienhallinta siis kattaa resilienssistä Tukamuhabwan ym. (2015) jaottelun mukaisesti häiriöihin valmistautumisen. Häiriöihin valmistaudutaan yrittämällä ennustaa niitä yleensä historiallisen datan ja tietämyksen perusteella ja kehittämällä toimenpiteitä näiden häiriöiden varalta (Ivanov 2024, 4033). Toimitusketjun resilienssiin liittyy olennaisesti myös kyky selviytyä odottamattomista tapahtumista. Toimitusketjun resilienssi ei siis ole vain ennalta ennustetuilta häiriöiltä suojautumista, vaan siihen liittyy olennaisesti myös kyky mukautua, eli muuntaa toimitusketjun elementtejä häiriöön vastaamiseksi. (Tukamuhabwa ym. 2015, 5599–5600.)

3.1 Resilienssin rakentaminen

Tukamuhabwan ym. (2015) mukaan joustavuus, redundanssi, toimitusketjuysteistyö ja ketteruus ovat keskeisimmät keinot toimitusketjun resilienssin rakentamiseen kirjallisuudessa.

Joustavuus tarkoittaa kykyä muovautua uusiin, erilaisiin tai muuttuviin vaatimuksiin (Skipper & Hanna 2009, 408). Se on kyky, jonka avulla voidaan kohdata, selvitä ja jopa hyötyä odottamattomista tapahtumista (Jüttner & Maklan 2011, 247). Hankintojen joustavuus (tai tarjontajoustavuus), tuotejoustavuus, prosessijoustavuus ja kuljetusjoustavuus ovat strategioita, joilla joustavuutta on pyritty lisäämään (Roberta Pereira ym. 2014, 631). Swafford ym. (2006) määrittelevät hankintojen joustavuuden useamman vaihtoehdon tehokkaaksi hyödyntämiseksi

vastattaessa ostettavien tuotteiden vaatimuksien muutoksiin. Hankintojen joustavuutta voidaan lisätä juostavalla toimittajakannalla, joka mahdollistaa tilausten siirtämisen nopeasti toimittajalta toiselle (Tang 2006b, 39). Hankintojen joustavuus vaatii siis useamman hankintavaihtoehdon sekä kyvyn hyödyntää näitä vaivattomasti (Swafford ym. 2006, 181). Chiang ym. (2012) määrittelevät tuotejoustavuuden systeemin kyvyksi kehittää uusia tuotteita, tehdä pieniä muutoksia tuotteen designiin ja muuttaa tuotevalikoimaa nopeasti ja kustannustehokkaasti. Viivästyttäminen (engl. postponement) on keskeinen keino lisätä tuotteen joustavuutta. Viivästyttämissstrategiassa tuotteen erilaistamisen ajankohtaa viivästytetään. Tällöin yritys voi valmistaa ensin geneerisiä tuotteita kokonaiskysynnän ennusteen perusteella ja kustomoida tuotteet myöhemmin. (Tang 2006b, 38.) Prosessijoustavuus tarkoittaa kykyä tuottaa erilaisia tuotteita samassa tehtaassa tai samalla tuotantolinjalla. Se mahdollistaa kysynnän muutoksiin vastaamisen muuttamalla tuotantomääriä tuotteiden välillä. (Jordan & Graves 1995, 577–578.) Prosessijoustavuutta voidaan parantaa moniosaavalla työvoimalla ja monikäyttöisillä koneilla (Tukamuhabwa 2015, 5604). Kuljetusjoustavuus voidaan saavuttaa eri kuljetusmuotojen ja useamman rahdinkuljettajan käytön sekä usean kuljetusreitit kautta. Jos jossain kuljetusmuodossa on häiriöitä, voidaan häiriö estää vaihtamalla kuljetusmuotoa toiseen. Useamman rahdinkuljettajan käyttö voi suojata poliittisilta riskeiltä kuten lakoilta. Vaihtoehtoiset kuljetusreitit voivat vähentää liikenneuhkien tai satamien ruuhkautumisen riskiä. (Tang 2006b, 40–41.)

Resilienssiä voidaan parantaa myös redundanssin kautta. Ylimääräisen kapasiteetin tai varaston sijoittaminen kriittiseen kohtaan voi parantaa resilienssiä merkittävästi, sillä tämä ylimäärä auttaa reagoimaan odottamattomiin muutoksiin. (Christopher & Peck 2004, 8.) Yleisimmät redundanssin muodot ovat varastot, useamman toimittajan käyttäminen ja tarkoituksellinen alhainen kapasiteetin käyttöaste (Sheffi & Rice 2005, 44). Resilienssiä voidaan kasvattaa varaston kautta eri tavoin. Sheffin (2001) mukaan strateginen hätävarasto tulisi erottaa varmuusvarastosta ja käyttää vain äärimmäisen häiriön sattuessa. Lücker ja Seifert (2017) nimittävät tällaista varastoa riskinhallintavarastoksi (engl. risk management inventory) ja kuvaavat sen tarkoituksen olevan kysyntään vastaamisen turvaaminen häiriön alla. Varmuusvaraston tarkoitus on taas suojata kysynnän epävarmuudelta (Sheffi 2001, 3; Lücker ym. 2019, 1238). Riskinhallintavarasto koostuu materiaaleista, puolivalmisteista tai tuotteista joita tarvitaan alavirran seuraavassa vaiheessa (Lücker ym. 2021, 941). Myös varmuusvarasto voi lisätä toimitusketjun resilienssiä, sillä sekin luo puskurin, joka helpottaa heilahteluihin reagoimista (Christopher & Peck 2004, 8). Tosin voi olla mahdollista, että varmuusvarasto ei ole saatavilla tai sen taso on hyvin alhainen häiriön ilmetessä, jos kysyntä on ollut poikkeuksellisen suurta ennen häiriötä (Lücker ym. 2024, 4). Varaston kasvattaminen on tosin

kallista, sillä se sisältää varastonpidonkustannukset ja riskin varaston vanhentumisesta, joten ylimääräiset toimittajat tai ylimääräinen kapasiteetti voivat olla järkevämpi vaihtoehto (Chopra & Sodhi 2004, 56). Varasto voi myös koostua valmiista tuotteista jolloin se on vähemmän joustava vaihtoehto kuin ylimääräinen kapasiteetti (Christopher & Peck 2004, 8).

Redundanssilla on nähty olevan positiivinen vaikutus joustavuuteen (Johnson ym. 2013, 329). Osa tutkijoista näkee redundanssin olevan enemmän yksi keino, jolla joustavuus voidaan saavuttaa kuin resilienssin osatekijä (ks. Jüttner & Maklan 2011). Esimerkiksi yllä mainittu hankintojen joustavuus vaatii redundanssia toimittajakannassa. Aiemmin käsitelty yhden toimittajan käyttö on nähty resilienssin kannalta haitallisena ja useamman toimittajan käyttäminen eri maista parantavan resilienssiä (Christopher & Peck 2004; Tang 2006a, 480). Redundanssia toimittajakannassa voidaan lisätä varatoimittajilla, eli toimittajilla joita käytetään vain kun päätoimittajan toiminnassa on häiriöitä (Kamalahmadi ym. 2022, 1996).

Ketteryys resilienssikontekstissa koostuu nopeudesta ja näkyvyydestä. Näkyvyys tarkoittaa kykyä nähdä koko toimitusketjun läpi. (Christopher & Peck 2004, 10.) Näkyvyyden avulla voidaan saada selkeä kuva toimitusketjusta, jolloin häiriöt voidaan havaita hyvissä ajoin (Tukamuhabwa ym. 2015, 5605). Näkyvyys kertoo toimitusketjussa liikkuvien entiteettien identiteetin, sijainnin ja statuksen. Entiteetti voi olla tavara, pakkaus, asiakastilaus, kuljetuserä tai kuljetusväline. (Francis 2008, 182.) Parempi toimitusketjun näkyvyys luo luottamusta, jonka avulla voidaan välttää tehottomat päätökset, kuten turhat varastojen kasvattamiset (Christopher & Lee 2004, 389). Näkyvyys myös mahdollistaa riskitapahtumaan reagoivien toimien paremman ajoittamisen (Jüttner & Maklan 2011, 254). Nopeus viittaa siihen kuinka pikaisesti toimitusketju voi reagoida muutoksiin. Nopeutta voidaan parantaa virtaviivaistetuilla prosesseilla, hukkaa aiheuttavan ajan minimoinnilla ja lyhentämällä toimittajan läpimenoaikaa. (Christopher & Peck 2004, 10.) Nopeus vaikuttaa siihen kuinka nopeasti toimitusketju voi selvitä häiriöstä (Jüttner & Maklan 2011, 248).

Koska toimitusketjun resilienssi on koko ketjun kattava ja organisaation rajojen ylittävä konsepti, on toimitusketjuyhteistyöllä merkittävä rooli resilienssin rakentamisessa (Christopher & Peck 2004, 9; Jüttner & Maklan 2011, 248). Scholten ja Schilder (2015) osoittivat, että yhteistyöllä on positiivinen vaikutus joustavuuteen, näkyvyyteen ja nopeuteen. Kuten luvussa 2.1 todettiin, tiedon jakaminen on keskeinen osa toimitusketjuyhteistyön hyötyjä. Varastojen vähentämisen lisäksi tiedon jakamisen tuoma epävarmuuden vähentäminen parantaa toimitusketjun resilienssiä (Christopher & Peck 2004, 9). Yhteistyö myös nähdään liimana, joka pitää organisaatiot yhdessä kriisin aikana (Richey 2009, 623). Yhteistyö vaikuttaa häiriön luoman piiskavaikutuksen

kasvamiseen. Piiskavaikutus tarkoittaa ilmiötä, jossa kysynnän vääristymä kasvaa ketjun ylävirtaa kohti. Piiskavaikutus kasvaa, jos toimitusketjun jäsenet tekevät itsenäisiä vain itseään hyödyttäviä päätöksiä. Jos ketjun jäsenet taas tekevät päätöksiä yhdessä ja jakavat riskiä, piiskavaikutus pienenee. (Lee ym. 1997, 546; Jüttner & Maklan 2011, 255.)

3.2 Kaksi näkökulmaa resilienssiin

Resilienssi on monitieteellinen käsite, jonka juuret on ekologiassa ja sosiaalitieteissä (Ponomarov & Holcomb 2009). Ekologiassa Holling (1973) esitti, että systeemin käyttäytyminen koostuu kahdesta ominaisuudesta: resilienssistä ja stabiilisuudesta. Resilienssin Holling määritteli systeemin kyvyksi absorboida muutoksia ja säilyttää toimintansa ja stabiilisuuden taas systeemin kyvyksi palautua tasapainotilaan hetkellisen häiriön jälkeen. Mitä nopeammin järjestelmä palautuu tasapainotilaan, sitä stabiilimpi se on. Myöhemmin Holling (1996) jakoi nämä ekologiseen resilienssiin ja insinöörimäiseen resilienssiin. Insinöörimäinen resilienssi tavoittelee stabiilisuutta, eli tasapainotilassa pysymistä ja siihen nopeaa palautumista. Ekologinen resilienssi taas käsittää jatkuvuuden muuntautumisen kautta. Toimitusketjukontekstissa resilienssi on usein ymmärretty insinöörimäisenä resilienssinä (Wieland & Durach 2021; Ivanov 2024).

Insinöörimäisen resilienssin painotusta voi selittää toimitusketjun johtamisen juuret insinööritieteissä. Tämän seurauksena toimitusketju on nähty suunniteltavana ja muokattavana järjestelmänä, joka voidaan optimoida. Insinöörinäkemys toimitusketjuihin on myös nähnyt ne suljettuina systeeminä, eli ympäristöstään erillisinä. (Wieland & Durach 2021, 317.) Toimitusketju on kuitenkin todellisuudessa yhteydessä muuhun maailmaan. Esimerkiksi maailman poliittis-taloudellinen tilanne ja sosiokulttuuriset muutokset vaikuttavat toimitusketjuihin. Toimitusketjun voi siis nähdä olevan avoin systeemi, eli ympäristönsä vaikutuksen alainen, jonka toiminta on arvaamatonta, ja näin sillä on samanlaisia piirteitä ekologisen systeemin kanssa. Tällaisen avoimen systeemin insinöörimäinen hallinta alati muuttuvassa maailmassa on hyvin hankalaa. (Wieland 2021, 60; Wieland & Durach 2021, 319.)

Insinöörimäinen resilienssi pyrkii varautumaan häiriöihin ennustamalla niitä ja kehittämällä vastareaktion niihin, kuten pitämällä varatoimittajia ja riskinhallintavarastoja (Ivanov 2024, 4033). Ekologiseen resilienssiin perustuva johtaminen taas hyväksyy tietämättömyyden ja perustuu systeemeihin, jotka voivat absorboida ja mukautua odottamattomiin tapahtumiin (Holling 1973, 21). Wieland ja Durach (2021) korostavat toimitusketjun näkemistä sosiaaliekologisena systeeminä, sillä toimitusketju sisältää myös sosiaalisia tekijöitä ja määrittelevät resilienssin tässä kontekstissa toimitusketjun kyvyksi kestää, adaptoitua tai mukautua muutoksen alla. Insinöörimäisessä

resilienssissä vastareaktion laukaisee suunnitellusta suorituskyvystä poikkeaminen ja se pyrkii palauttamaan suorituskyvyn nopeasti tähän haluttuun tilaan. Tällöin resilienssi nähdään passiivisena ominaisuutena, joka odottaa häiriön ilmaantumista. Sosiaaliekologista resilienssiä ajaa taas tarve selviytyä ja toimitusketjulla ei nähdä olevan yhtä optimitilaa, johon tulisi palata.

Sosiaaliekologisessa lähestymisessä resilienssi on rakennettu sisään toimitusketjuun, jolloin resilienssiominaisuuksia käytetään päivittäisessä toiminnassa. (Wieland & Durach 2021; Ivanov 2024.)

4 Tehokkuuden ja resilienssin yhdistäminen

4.1 Tehokkaan toimitusketjun haavoittuvaisuus

Toimitusketjun tehostamisen kautta yritykset ovat saavuttaneet merkittäviä kustannussäästöjä, mutta myös samanaikaisesti lisänneet toimitusketjuihensa haavoittuvaisuutta (Tang 2006b, 33). Toimitusketjujen globalisaation lisääntymisen, yhden toimittajan käyttämisen ja leanin soveltamisen on nähty lisäävän toimitusketjujen alttiutta häiriöille (Christopher & Peck 2004, 12; Tukamuhabwa ym. 2015, 5592).

Globaalit hankinnat on nähty yhtenä toimitusketjun haavoittuvaisuuden lisääjänä, sillä ne kasvattavat epävarmuutta ja heikentävät toimitusketjun näkyvyyttä sekä johtavat pidempiin ja kompleksisimpiin toimitusketjuihin (Christopher & Peck 2004, 12; Wagner & Bode 2006, 306). Bozarth ym. (2009) määrittelevät toimitusketjun kompleksisuuden yksityiskohtaisen kompleksisuuden (engl. detail complexity) ja dynaamisen kompleksisuuden tasoksi toimitusketjussa. Yksityiskohtaisella kompleksisuudella he tarkoittavat systeemin muodostavien osien tai komponenttien määrää ja dynaamisella kompleksisuudella systeemin arvaamatonta reaktiota annettuihin syötteisiin. Toimitusketjun kompleksisuuden on nähty lisäävän merkittävästi toimitusketjun alttiutta häiriöille. Mitä enemmän toimitusketjussa on solmukohtia, eli mitä suurempi sen yksityiskohtainen kompleksisuus on, sitä suurempi on riski häiriöiden leviämiseksi toimitusketjussa. (Craighead ym. 2007, 141.) Globaaleissa toimitusketjuissa näiden solmukohtien määrä on suurempi kuin paikallisissa toimitusketjuissa, ja nämä solmukohdat ovat alttiimpia häiriöille ja riskeille (Manuj & Mentzer 2008b, 192). Globaalissa ympäristössä toimiminen tuo epävarmuuksia liittyen tulleihin, veroihin, valuuttakursseihin, kauppasaartoihin ja pidempiin toimitusaikoihin (Goetschalckx ym. 2002, 1; Tang & Musa 2011, 29). Tämä lisää toimitusketjun dynaamista kompleksisuutta, mikä on haitallista sillä se tekee toimitusketjuista arvaamattomampia ja näin vaikeuttaa toimitusketjun onnistunutta johtamista (Bozarth ym. 2009, 82–83).

Gloaalien hankintojen ja offshore-ulkoistamisen luomiin globaaleihin ja kompleksisiin toimitusketjuihin on nähty liittyvän useita riskejä. Manuj ja Mentzer (2008b) jaottelevat nämä riskit hankintariskiin, kysyntäriskiin ja toimintariskiin. Hankintariski on tapahtuma, joka vaikuttaa negatiivisesti tavaran sisään virtaamiseen ja vaikeuttaa yrityksen kykyä vastata asiakaskysyntään (Manuj & Mentzer 2008b, 197). Yhden toimittajan käyttäminen, toimittajan epäluotettavuus, puutteet hankintojen joustavuudessa ja laatuongelmat voivat lisätä hankintariskiä (Manuj & Mentzer 2008a, 138; Tang & Musa 2011, 27). Kysyntäriski on lähtevään tavaravirtaan vaikuttava

tapahtuma, joka voi vaikuttaa asiakkaan todennäköisyyteen tehdä tilaus yritykselle ja aiheuttaa vaihtelevuutta asiakkaan haluamassa valikoimassa ja volyymissa (Manuj & Mentzer 2008b, 198). Kysyntäriskiä voi kasvattaa volatiili kysyntä, uuden tuotteen epäonnistunut lanseeraus sekä kysynnän ja tarjonnan epätasapaino (Manuj & Mentzer 2008a, 139; Tang & Musa 2011, 29). Toimintariski on tapahtuma, joka vaikuttaa yrityksen sisäiseen kykyyn tuottaa tuotteita ja palveluita, tuotannon laatuun ja oikea-aikaisuuteen sekä kannattavuuteen (Manuj & Mentzer 2008b, 198). Toimintariskiin voi vaikuttaa kykenemättömyys hallita muutoksia tuotteessa tai prosesseissa, kapasiteetin riittämättömyys ja häiriöt toimintaympäristössä (Tang & Musa 2011, 29). Toimitusketjuissa riskit ovat kytköksissä toisiinsa ja yksi riski voi johtaa toiseen tai vaikuttaa muiden riskien lopputulemiin. Globaalien toimitusketjujen kompleksisuus lisää näiden kytköksien vaikutuksia ja ennakoimattomuutta. (Manuj & Mentzer 2008b, 198.)

Toimittajakannan karsiminen ja äärimmilleen vietyä yhden toimittajan käyttäminen ovat myös lisänneet toimitusketjun haavoittuvaisuutta (Wagner & Bode 2006, 305). Yhden toimittajan käyttäminen lisää ostavan yrityksen hankintariskiä (Burke ym. 2007, 96). Jos toimittajan toiminnassa ilmenee ongelmia, voi se aiheuttaa merkittäviä vaikeuksia ostajalle, sillä tällä ei ole mahdollisuutta siirtää ostotarpeitaan muille toimittajille (Treleven 1987, 21; Wagner & Bode 2006, 306). Varsinkin jos ostavan yrityksen hankkimat komponentit ovat tietystä tuotannontekijästä riippuvaisia, voi uuden toimittajan löytäminen nopeasti olla hyvin hankalaa (Costantino & Pellegrino 2010, 28). Yhden toimittajan käyttäminen myös lisää toimittajan opportunistin riskiä (Wagner & Bode 2006, 306; Burke ym. 2007, 97). Yhtä toimittajaa käyttäessä ostajan neuvotteluvoima on alhaisempi kuin jos toimittajia olisi useampi (Burke ym. 2007, 97). Tällöin häiriö- ja puutetilanteissa toimittaja voi pyrkiä hyötymään ostajan kustannuksella (Treleven 1987, 21). Myöskään normaalissa häiriöttömässä tilassa ostaja ei välttämättä pääse hyötymään yhden toimittajan käyttämisen tuomasta kustannushyödyistä kokonaisuudessaan, sillä toimittajan kasvanut neuvotteluvoima voi johtaa siihen, että suurin osa hyödyistä jää toimittajalle (Heese 2015, 132).

Leaniin liittyvä hukan eliminointi on alentanut varastotasoa, mikä lisää toimitusketjun haavoittuvaisuutta, sillä alhaiset varastotasot vaikeuttavat toimitusketjun kykyä reagoida odottamattomiin häiriöihin (Yu ym. 2009, 789; Ruiz-Benítez ym. 2018, 192). Suurempien varastojen avulla yritys pystyy vastaamaan kysyntään häiriönkin alla (Tomlin & Wang 2011, 82). Alemmat varastotasot taas lisäävät yrityksen riippuvaisuutta toimittajistaan kasvattaen ostavan yrityksen hankintariskiä (Whitney ym. 2014; Ye ym. 2022). Erityisesti JIT-johtamistyökalu on nähty keinona, jonka avulla varastoja ja niihin liittyviä kustannuksia voidaan minimoida (Yu ym. 2024, 1). JIT:n on kuitenkin hankalaa tuoda nämä hyödyt epävarmassa ympäristössä. Epävarmuus

toimituksissa sekä komponenttien ja materiaalien saatavuudessa vaikeuttavat synkronoitujen JIT-tuotantoprosessien ylläpitämistä. Epävarmuuteen usein vastataan varastoja kasvattamalla, mikä lisää piiskavaikutuksen riskiä, jolloin tuotantoa ei enää ohjaa kysynnän veto. (Choi ym. 2023, 2336; Yu ym. 2024, 4.) JIT:n liittyy myös supistunut toimittajakanta ja yhden toimittajan käyttäminen, jotta useat toimitukset pienissä erissä voidaan taata. JIT:iä soveltava yritys voi siis olla alhaisen varastotason lisäksi myös altistunut yllä käsitellyille yhden toimittajan käytön riskeille. (Ye ym. 2022, 1669.)

4.2 Resilienssin kustannukset

Resilienssin rakentaminen toimitusketjuun on usein johtanut kalliisiin ratkaisuihin (Ivanov & Dolgui 2019, 5119). Redundanssin ja joustavuuden parantaminen ei tule ilman kustannuksia, sillä varastojen, kapasiteetin ja toimittajakannan kasvattaminen lisäävät kustannuksia (Spiegler ym. 2012, 6164; Chopra & Sodhi 2014, 73). Osa resilienssiominaisuuksista on myös passiivisia, eli ne odottavat jonkin häiriön realisoitumista, jolloin ne eivät luo arvoa normaalissa häiriöttömässä ympäristössä (Ivanov 2022, 1197–1198). Esimerkiksi riskinhallintavarasto auttaa yritystä vastaamaan kysyntään häiriön alla, mutta ei tuo merkittäviä hyötyjä häiriöttömissä tilanteissa (Lücker ym. 2024, 4).

Varastointikustannuksen nähdään yleensä koostuvan pääomakustannuksista ja varaston ylläpitoon liittyvistä kustannuksista (Berling 2008, 829; La Londe & Lambert 1975, 56; Raturi & Singhal 1990, 408). Pääomakustannus on varastoon investoidun pääoman kustannus, joka yleensä nähdään vaihtoehtokustannuksena (Raturi & Singhal 1990, 408; Berling 2008, 829). Pääoman vaihtoehtokustannus on tuotto, jonka yritys voi saada varojensa vaihtoehtoisesta parhaasta käytöstä (Grubbström 1980, 261). Varastoon sitoutuu pääomaa, joka voisi olla investoitu muualle. Tällöin varastoa pitäessä yritys menettää muista investoinneista mahdollisesti saatavan tuoton. (La Londe & Lambert 1975, 59.) Varaston ylläpitämiseen liittyy monia kustannuksia kuten varaston vuokra ja ylläpitokustannukset, tavarankäsittelykustannukset ja vakuutusmaksut. Näiden lisäksi varastoihin liittyy kustannuksia, jotka eivät ole yhtä ilmeisiä kuten varaston vanheneminen ja tavaran vahingoittuminen. (Azzi ym. 2014, 115–116.) Kun tuote vanhenee, yritys joutuu hankkiutumaan siitä eroon tappiolla (La Londe & Lambert 1975, 60). Vaihtoehtoisesti yritys voi uudelleen valmistaa tuotteen luoden lisäkustannuksia (Azzi ym. 2014, 116).

Häiriöttömässä tilanteessa yhden toimittajan käyttäminen on lähtökohtaisesti toimitusketjun kustannusten kannalta optimaalisin strategia (Heese 2015). Yritys joutuu maksamaan lisäkustannuksia useamman toimittajan tuomasta joustavuudesta. Tällaisia lisäkustannuksia ovat

suuremman toimittajakannan tuomat transaktiokustannukset, toimittajien veloittamat vaihtelevat hinnat, hajautettujen tilausten takia menetetyt määrälennukset ja kasvaneet logistiset kustannukset. (Costantino & Pellegrino 2010, 29.) Transaktiokustannuksia syntyy tilauksen valmistelusta ja tekemisestä, tilauksen seurannasta, vastaanottamisesta, tilauksen tarkastamisesta ja laskun maksamisesta (Ellram 1993, 7).

Toimittajakannan kasvattaminen lisää kompleksisuutta ylävirrassa sillä informaatiovirtojen ja fyysisten virtojen sekä hallittavien suhteiden määrä kasvavat (Bozarth ym. 2009, 81). Tämä toimittajakannan kompleksisuus (tai ylävirran kompleksisuus) koostuu useasta tekijästä: toimittajakantaan kuuluvien toimittajien määrä, toimittajien väliset erot ja keskinäiset suhteet, toimittajien läpimenoaika sekä toimittajien globaalisuus (Choi & Krause 2006, 641; Bozarth ym. 2009, 81–82). Toimittajien määrästä johtuva toimittajakannan kompleksisuus lisää suunnittelu-, osto- ja materiaalinhallinta-aktiviteetteja, mikä lisää kustannuksia (Bozarth ym. 2009, 82). Kustannusten kasvamisen lisäksi toimittajakannan kompleksisuus on yhdistetty hankintariskeihin (Choi & Krause 2006; Brandon-Jones ym. 2015). Vaikka yhden toimittajan käyttämisen on nähty lisäävän yrityksen hankintariskiä ja useamman toimittajan käyttämisen olevan keino parantaa resilienssiä, voi toimittajien määrän kasvattaminen myös lisätä hankintariskiä. Toimitusongelmien todennäköisyys kasvaa, sillä toimittajien hallinta hankaloituu toimittajakannan kasvaessa. Lisäksi toimittajien väliset erot ja keskinäiset suhteet vaikeuttavat koordinoitua ja lisäävät ei-toivottujen tapahtumien todennäköisyyksiä. (Choi & Krause 2006, 645.) Toimittajakannan pienentämisen lisäksi näitä negatiivisia vaikutuksia voidaan yrittää lieventää lisäämällä redundantteja resursseja, kuten pitämällä ylimääräisiä varastoja ja ylimääräistä kapasiteettia ja parantamalla toimitusketjun näkyvyyttä (Bozarth ym. 2009, 82; Brandon-Jones ym. 2015). Varastojen kasvattaminen lisää varastointikustannuksia ja ylimääräinen kapasiteetti vaatii investointeja ja sitoo käyttöpääomaa (Brandon-Jones ym. 2015, 6906).

Stevenson ja Spring (2007) nostavat esille, että toimitusketjun joustavuudella on luultavasti raja, jonka jälkeen joustavuus vaikuttaa negatiivisesti tehokkuuteen, ja että tulevaisuudessa toimitusketjun joustavuutta koskevissa tutkimuksissa tulisi ottaa tämä negatiivinen puoli huomioon. Tästä huolimatta joustavuus nähdään toimitusketjukirjallisuudessa enimmäkseen positiivisena, vaikka yritykset harkitsevat siihen liittyviä kustannuksia (Manders ym. 2016). Strategiakirjallisuuden puolella joustavuuden ja tehokkuuden välillä on nähty olevan ristiriitoja esimerkiksi byrokratiassa, organisaation hierarkiassa ja tuotannon standardoinnissa (Kortmann ym. 2014, 477). Joustavuuteen keskittyessä yritys menettää muut tuotontekotavat, kuten mittakaavaeduista hyötymisen (Grewal & Tansuhaj 2001, 72). Joustavuudella voi olla negatiivinen vaikutus yrityksen lyhytaikaiseen

taloudelliseen tulokseen (Johnson ym. 2003, 84). Toimitusketjustrategialla on siis vaikutus joustavuuden kannattavuuteen (Fantazy ym. 2009). Prosessijoustavuudessa kustannukset kasvavat yleensä sen mukaan, kuinka monta eri tuotetta tuotantolaitos pystyy valmistamaan. Tällöin täysin joustava tuotantolaitos, joka kykenee tuottamaan kaikkia tuotteita, tulisi hyvin kalliiksi. (Garavelli 2003, 143.) Joustavuus valmistuksessa vaatii yleensä yleiskäyttöistä kalustoa, monitaitoisia työntekijöitä, kehittyneitä toimittajia ja hyvin palkattuja työntekijöitä, jotka eivät ole suoraan tekemisissä tuotannon kanssa (Skinner 1996, 12). Joustavan kapasiteetin yksikkökustannus on myös yleensä korkeampi kuin ei-joustavan kapasiteetin (Chopra ym. 2021, 824).

4.3 Tehokkuuden ja resilienssin ristiriidan yli

Toimitusketjun tehokkuus ja resilienssi ovat siis osittain ristiriidassa. Resilienssin kannalta tärkeät redundanssi ja joustavuus voivat alentaa toimitusketjun tehokkuutta korkeampien kustannusten kautta (Kortmann ym. 2014, 475; Chopra & Sodhi 2014, 73). Toisaalta toimitusketjun tehokkuuden parantaminen toimittajien karsimisen, varastotasojen alentamisen tai globalisaation kautta lisäävät toimitusketjun haavoittuvaisuutta (Wagner & Bode 2006, 305–306; Ruiz-Benítez ym. 2018, 192). Toimitusketjun toimintaa voidaan tosin tehostaa monella tavalla eikä kaikki näistä ole ristiriidassa resilienssin kanssa. Yhteistyöllä on merkittävä rooli toimitusketjuissa ja se on nähty sekä keinona parantaa tehokkuutta että resilienssiä (De Arquer ym. 2022, 1308). Keskeinen osa toimitusketjuyhteistyötä on tiedon jakaminen (Min ym. 2005, 245). Paremmalla tiedon jakamisella voidaan tehdä tehokkaampia päätöksiä niin häiriöttömässä tilanteessa kuin häiriönkin alla (Simatupang & Sridharan 2002, 24; Christopher & Peck 2004, 9). Parempi tiedon jakaminen edesauttaa toimitusketjun resilienssiä myös paremman näkyvyyden ja nopeamman häiriön palautumisen kautta (Scholten & Schilder 2015, 478).

4.3.1 Resilienssin ymmärtäminen sosiaaliekologisesta näkökulmasta

Resilienssin kustannuksiin voi myös vaikuttaa sen lähestymistapa. Insinöörimäinen resilienssi pohjautuu vahvasti riskien arvioimiseen, niiden hallintaan sekä tarkkailuun. Varautumissuunnitelmilla yritykset analysoivat toimitusketjujensa riskejä, arvioivat mahdollisten häiriöiden vaikutuksia ja kehittävät erilaisia reagointitapoja. (Adobor & McMullen 2018, 1455, 1465.) Tällöin redundanssia ja häiriöstä palautumiskeinoja rakennetaan jonkin tietyn odotetun häiriön varalta, jolloin ne ovat hyvin passiivisia (Ivanov 2022, 1211). Toimitusketjut voidaan nähdä komplekseina systeeminä, jolloin kaikkien mahdollisten riskien arvioiminen on hankalaa (Wieland & Durach 2021, 315). Varautumissuunnitelmasta on tällaisten odottamattomien riskien

realisoituessa vähän hyötyä (Ivanov 2024, 4033). Insinöörimäinen tapa pyrkiä palauttamaan toimitusketju optimitilaansa mahdollisimman nopeasti ei myöskään ole aina kannattava, sillä muuttuneet olosuhteet ovat voineet tehdä häiriötä edeltävästä optimitilasta kannattamattoman (Wieland & Durach 2021, 317).

Sosiaaliekologinen näkemys toimitusketjun resilienssiin hyväksyy tietämättömyyden ja korostaa toimitusketjun kykyä mukautua (Holling 1973, 21; Wieland & Durach 2021, 320). Tällöin tarve ennustaa tiettyjä riskejä ja suojautua niiltä vähenee (Ivanov & Dolgui 2019, 5128). Ivanovin & Dolguin (2019) mukaan suurin osa häiriönhallinnan kustannuksista syntyy häiriöiden ennustamisesta ja niihin varautumisesta rakentamalla redundanssia sekä palautumiskeinoja. He esittävät ongelman ratkaisuksi toimitusketjun kyvyn toimia suunnitellulla tavalla ympäristön muutoksista huolimatta. Resilienssi on tällöin toimitusketjuun sisäänrakennettu, eli resilienssiominaisuudet perustuvat päivittäisen liiketoiminnan operaatioihin. Tätä voidaan pyrkiä saavuttamaan verkoston rakenteellisella monimuotoisuudella, tehokkaalla redundanssilla ja prosessijoustavuudella. (Ivanov 2024, 4035.) Resilienssi toisi näin arvoa myös normaalissa häiriöttömässä tilanteessa eikä olisi vain passiivinen ominaisuus, joka suojaa harvinaisilta ja vakavilta häiriöiltä (Ivanov 2022, 1211).

4.3.2 Leanin yhteensovittaminen resilienssiin

Osiossa 4.1 käytiin läpi kuinka leaniin liittyvä alhainen varastontaso erityisesti JIT:n soveltamisen kautta lisää toimitusketjun haavoittuvaisuutta. Leanin vaikutus resilienssiin kokonaisuudessaan jakaa kuitenkin tutkijoita: osa näkee leanin heikentävän resilienssiä ja osa näkee leanin tukevan sitä (Birkie 2016, 190). Loftin ja Saghirin (2018) toteuttama tutkimus osoitti, että lean auttaa toimitusketjua palautumaan häiriöstä nopeammin. Christopherin ja Peckin (2004) mukaan virtaviivaistetut prosessit, sisään tulevan tavaran läpimenoajan lyhentäminen ja ei arvoa lisäävän ajan eliminointi ovat keinoja joilla resilienssiä voidaan parantaa toimitusketjun nopeuden kautta. Virtaviivaistaminen, ajan lyhentäminen ja hukan eliminointi ovat keskeinen osa leania (Shah & Ward 2003). Birkie (2016) osoitti, että leanin ja resilienssin välinen suhde on enemmän synerginen kuin toisensa poissulkeva. Tosin JIT:n ja TPM:n nähtiin vaikuttavan negatiivisesti resilienssiin.

Choi ym. (2023) korostavat puskureiden, kuten varastojen, ylimääräisen kapasiteettien ja jaettujen resurssien tärkeyttä JIT:n sovittamisessa epävarmaan toimitusketjuympäristöön. Tällaiset puskurit auttavat suojaamaan toimitusketjun ylävirtaa alavirran volatiilisuudelta. Nämä puskurit tulisi asettaa toimitusketjun kohtiin, joissa epävarmuudelle altis toimitusketjusegmentti alkaa. JIT:ia perinteisessä mielessä tulisi soveltaa vain kohtiin, joissa tarjonnan epävarmuus on alhainen ja kysyntä vakaa.

(Choi ym. 2023, 2335–2336.) Choin ym. (2023) esittämässä strategiassa on hyvin paljon samaa kuin Naylorin ym. (1999) esittämässä leagile-strategiassa. Leagilessa leania sovelletaan tasaisen kysynnän toimitusketjusegmenttiin ja ketteryyttä vaihtelevan kysynnän segmenttiin ja nämä erotetaan toisistaan puskurivarastolla (Naylor ym. 1999). Ketteryys mahdollistaa nopean reagoinnin muutoksiin ja on läheisesti kytköksissä resilienssiin (Gligor & Holcomb 2012; Gligor ym. 2019). Leanin ja ketteryyden yhdistämisellä voidaan hyötyä leanin tuomista kustannussäästöistä ja nopeasta häiriöstä palautumisesta sekä ketteryyden tuomasta kyvystä mukautua muuttuviin olosuhteisiin.

Ylimääräisiä resursseja pitämällä, kuten varastolla, voidaan myös parantaa leanin ja JIT:n häiriöalttiutta. Myös Toyotan toimitusketjuissa ilmenee varastoja, joiden avulla yritys suojautuu häiriöiltä (Choi ym. 2023, 2336). Redundanssien resurssien kustannuksia voidaan pyrkiä lieventämään käyttämällä niitä myös normaalissa päivittäisessä toiminnassa (Ivanov & Dolgui 2019, 5129). Esimerkiksi varmuusvarasto on riskinhallintavarasto kustannustehokkaampi vaihtoehto, koska sille on käyttöä häiriöttömissäkin tilanteissa. Koska varmuusvarastoa voidaan käyttää myös normaaleissa tilanteissa, varmuusvaraston kierto on nopeampi kuin riskinhallintavaraston, mikä pienentää varastonvanhentumisen kustannuksia. (Liu ym. 2016, 1746; Lücker ym. 2024, 2.) Varaston kustannuksia voidaan myös alentaa varastojen yhdistämisellä (engl. stock pooling) (Chopra ym. 2021, 828). Varastojen yhdistäminen tarkoittaa useamman eri sijainnissa olevan varaston hallitsemista kuin se olisi yksi ja sama varasto. Tällöin tilaus voidaan toimittaa saatavilla olevasta varastosta, riippumatta sen sijainnista. (Benjaafar ym. 2005, 548–549.) Goldsbyn ym. (2006) mallintaminen osoitti leanissa olevan ketterää ja leagilea korkeampi varastotaso, sillä lean perustui suunniteltuun tuotantoon, kun taas muut strategiat perustuivat todelliseen asiakaskysyntään. Tästä huolimatta lean-strategian kokonaiskustannukset olivat mallissa alhaisimmat. Lean voi siis tuoda merkittäviä kustannushyötyjä, vaikka varastotasot olisivat korkeammalla. Leanissa asiakkaan tulisi määrittää, mikä on hukkaa ja mikä ei (Hines ym. 2004, 997). Toimitusketjuympäristössä, jossa esiintyy monia epävarmuustekijöitä, varaston voisi nähdä tuovan asiakkaalle arvoa.

4.3.3 Tehokkaat joustavuusratkaisut

Hankintojen joustavuus on keino parantaa toimitusketjun resilienssiä, mutta ei ilman kustannuksia (Tang 2006b, 39; Wagner ym. 2018, 332). Toimittajakannan kasvattaminen lisää kustannuksia ja myös toimitusketjun kompleksisuutta (Choi & Krause 2006). Mutta toisaalta yhden toimittajan käyttäminen lisää merkittävästi häiriön riskiä, joten sen soveltaminen ei ole kannattavaa resilienssin

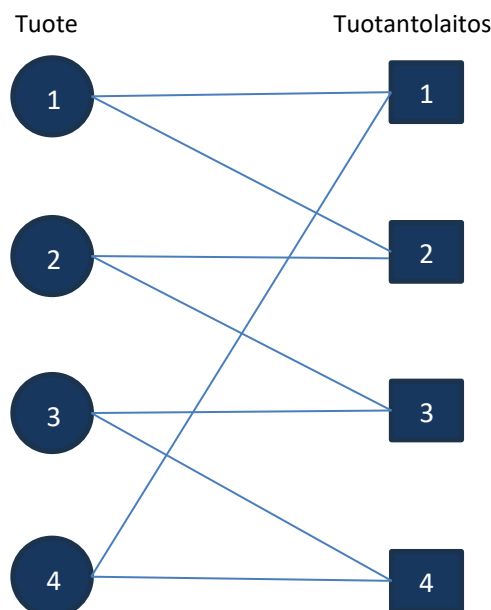
näkökulmasta (Christopher & Peck 2004, 8; Namdar ym. 2018, 2334). Toimittajien määrää ei kuitenkaan tarvitse kasvattaa merkittävästi, jotta resilienssiä voitaisiin parantaa. Mikäli yrityksellä on useita tuotantolinjoja, resilienssiä voidaan parantaa käyttämällä yhtä toimittajaa per tuotantolinja. Tällöin yhden toimittajan häiriöt rajoittuvat vain yhteen tuotantolinjaan. Toisen linjan toimittaja voisi myös toimia toisen linjan varatoimittajana. (Christopher & Peck 2004, 8; Ivanov & Dolgui 2019, 5128.) Saman toimittajan pidempiaikainen käyttö mahdollistaa toimittajan oppimisen, mikä alentaa kustannuksia (Heese 2015, 132). Toimittajan aktiivisempi käyttäminen myös integroi toimittajan vahvemmin toimitusketjuun, mikä voi edesauttaa kommunikointia häiriön alla (Ivanov 2022, 1203). Useamman toimittajan hallintaan liittyviä kustannuksia voidaan alentaa verkkopohjaisilla hankintatyökaluilla (Burke ym. 2007, 96).

Toimittajakannan kasvattamisesta voi olla hyötyä muustakin kuin resilienssin näkökulmasta. Useamman toimittajan käyttäminen kasvattaa ostajan neuvotteluvoimaa, jolloin voi olla mahdollista saavuttaa alhaisempi ostohinta (Heese 2015). Yritys voi hankkia vakaan kysynnän tuotteet matalan kustannusten maista ei-responsiivisilta toimittajilta ja volatiilisen kysynnän tuotteet lähempää responsiivisemmilta mutta kalliimmilta toimittajilta. Tämän strategian ajurina on yleensä ollut kustannukset, sillä hankintalähteen responsiivisuuden sovittaminen kysynnän epävarmuuteen mahdollistaa kokonaiskustannusten minimoimisen. Globaalien ja paikallisten hankintojen yhdistäminen myös lisää resilienssiä vaikka se ei olisi ollut päätöksenteon taustalla, sillä on epätodennäköistä, että paikalliset toimittajat ja ulkomailla sijaitsevat toimittajat kokisivat häiriötä samaan aikaan. (Chopra & Sodhi 2014, 75; Chopra ym. 2021, 822.) Tällöin toimitusketjun tiheys siis vähenee. Toimitusketjun tiheys tarkoittaa toimitusketjun solmukohtien maantieteellistä läheisyyttä, ja sillä on positiivinen suhde toimitusketjuhäiriön vakavuuden kanssa (Craighead ym. 2007, 139). Osa vaatimusten hankkimisesta matalan kustannusten maista ja osa lähempää mahdollistaa globaaleista hankinnoista hyötymisen, mutta myös vähentää ostavan yrityksen altistumista globaaleille riskeille (Manuj & Mentzer 2008b, 208). Mahdollisuus siirtää tilauksia kustannustehokkaille toimittajille myös auttoi yrityksiä selviämään finanssikriisin jälkeisestä lamasta (Jüttner & Maklan 2011, 254).

Viivästyttäminen on nähty keinona parantaa tuotejoustavuutta (Tang 2006b, 39). Viivästyttämisessä tuotteen kustomointi siirretään lähemmäs loppuasiakasta, mikä parantaa toimitusketjun tehokkuutta (Naylor ym. 1999, 108). Tuotteen kustomointia viivästyttämällä varastossa ei tarvitse kantaa kaikkia tuotevariaatioita (Yang ym. 2004, 1057). Viivästyttäminen siis mahdollistaa kustomoinnin ja tukee joustavuutta ilman korkeita varastotasoja (Jafari ym. 2016, 459). Kustomoinnin viivästyttäminen (eli tuotannon viivästyttäminen) on vain yksi viivästyttämiskeino. Van Hoekin

(2001) mukaan viivästyttämisessä tiettyä toimitusketjun toimintoa ei tehdä kunnes asiakastilaus on vastaanotettu. Yang ym. (2004) jakavat viivästyttämisen tuotteen kehittämiseen, ostamiseen, valmistamiseen ja logistiikkaan. Viivästyttäminen vähentää tilauksen vaatimukseen liittyvää epävarmuutta ja on kustannustehokas tapa hallita kysynnän heiluntaa normaaleissa olosuhteissa (Van Hoek 2001, 162; Tang 2006b, 38). Tangin (2006b) mukaan tuotteen kustomoinnin viivästyttäminen on myös kustannustehokas varautumissuunnitelma, joka auttaa tarjontahäiriöstä selviytymisessä tuotteen uudelleenkonfiguroinnin kautta. Al-Hakimi ym. (2022) osoittivat, että viivästyttämisellä on merkittävä positiivinen vaikutus toimitusketjun resilienssiin. Carbonara & Pellegrino (2018) havaitsivat viivästyttämisstrategialla olevan hyötyä tarjonta- ja kysyntähäiriöiden lieventämisessä, mutta hyöty oli todennäköisempi kysyntähäiriöiden lieventämisessä. Manujin & Mentzerin (2008b) mukaan viivästyttäminen voi olla myös keino hallita globaalien toimitusketjujen riskejä.

Täysin joustava prosessi, eli jokainen tuotantolaitos tai kone pystyy tuottamaan kaikkia tuotteita, olisi hyvin kallista (Tang & Tomlin 2008, 16). Jordan ja Graves (1995) osoittivat, että vain pienellä prosessijoustavuuden lisäyksellä voidaan saavuttaa merkittäviä joustavuuden hyötyjä. Tämä voidaan saavuttaa rakentamalla yksittäinen suljettu ketju, jossa tuotantolaitos tai -kone pystyy tuottamaan kaksi eri tuotetta. Ensimmäisen tuotantolaitoksen ja viimeisen tuotteen linkittäminen sulkee ketjun, jonka sisällä kapasiteettia voidaan vaihdella tuotteiden välillä kysynnän muutosten mukaan. (Jordan & Graves 1995, 580–581.) Kuvio 2 havainnollistaa miten ketjuttaminen toimii. Kuten toimittajissakin, myös kapasiteetissa voitaisiin pyrkiä hyötymään sekä halvemmasta ei-joustavasta kapasiteetista vakaamman kysynnän tuotteissa ja kalliimmasta joustavasta kapasiteetista epävakaa kysynnän tuotteissa (Chopra ym. 2021, 824). Joustavuutta voitaisiin pyrkiä lisäämään tehokkaasti myös massaräätälöinnin kautta, joka tarkoittaa kyvykkyyttä vastata asiakastarpeisiin nopean tuotteen suunnittelun, valmistamisen ja kuljettamisen kautta lähes massatuotannon hinnalla (Tu ym. 2001, 202; Kortmann ym. 2014, 483). Massaräätälöinti saavutetaan yleensä modulaarisen tuote- tai palveludesignin, joustavien prosessien ja toimitusketjun jäsenten integraation kautta (Fogliatto ym. 2012, 15).



Kuvio 2 Prosessijoustavuus ketjuttamisen kautta (Jordan & Graves 1995)

Viivat osoittavat mitä tuotetta tuotantolaitos pystyy tuottamaan.

3D-tulostaminen on nähty keinona parantaa toimitusketjun joustavuutta sekä parantaa toimitusketjun resilienssiä tehokkaasti (Ivanov & Dolgui 2019, 5128; Delic & Eysers 2020; Belhadi ym. 2022). 3D-tulostus on prosessi, jossa yhdistetään materiaalia rakentaen tuote kerroksittain annetun digitaalisen 3D-mallin mukaisesti (Dwivedi ym. 2017, 971). 3D-tulostuksen on nähty voivan alentaa varastotasoja ja kuljetuskustannuksia yksinkertaistamalla toimitusketjuja kapeamman raaka-aine vaatimuksen kautta (Durach ym. 2017, 966). 3D-tulostus luo laajemman mahdollisuuden tuotantoaktiviteettien sijoittamiselle toimitusketjussa siirtäen nämä lähemmäs asiakasta, jopa mahdollisesti jälleenmyyjälle (Katsaliaki ym. 2022, 982). 3D-tulostamisen avulla voitaisiin mahdollisesti vähentää riskinhallintavarastojen, varakapasiteetin ja varatoimittajien tarvetta (Ivanov & Dolgui 2019, 5128–5129). 3D-tulostamisen käyttäminen perinteisten valmistusjärjestelmien kanssa voisi olla kannattavaa, sillä 3D-tulostukseen perustuva valmistus on tehokkaampi pieniin eriin ja tarpeen vaatiwaan perustuvassa valmistuksessa kuin perinteiset valmistusjärjestelmät (Sasson & Johnson 2016; Belhadi ym. 2022, 4). 3D-tulostamisen saama huomio on kasvanut, mutta sitä käsittelevä tutkimus on vielä enimmäkseen rajoittunut ennustamaan sen vaikutuksia (Durach ym. 2017, 955).

Kirjallisuudessa ulkoistamisen on nähty voivan sekä parantaa joustavuutta että heikentää sitä (Scherrer-Rathje ym. 2014, 1213). Yrityksen sisäiset resurssit voivat olla hyvin rajallisia, jolloin

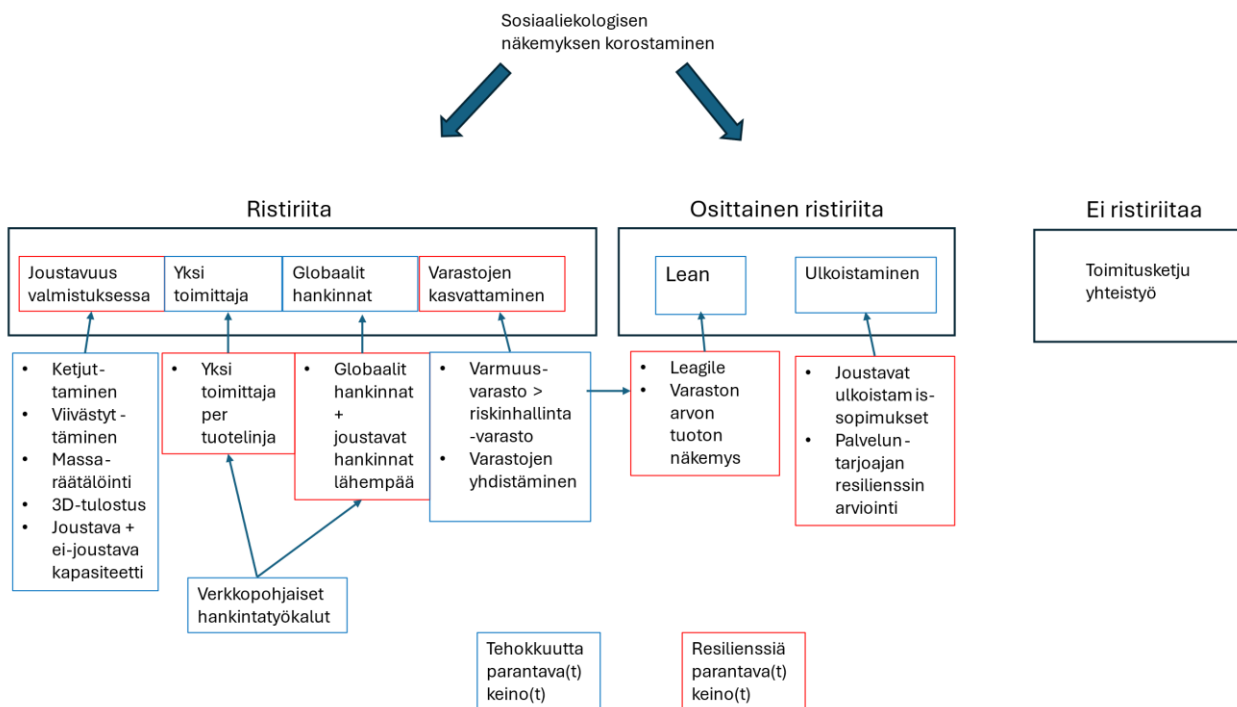
kysynnän äkillisiin muutoksiin on hankalaa reagoida (Beaumont & Sohal 2004, 692).

Ulkoistamisen kautta ulkoistava yritys pääsee käsiksi suurempaan kapasiteettiin, sillä palveluntarjoajalla on useampi asiakas, jolloin tämä pystyy ylläpitämään suurempaa kapasiteettia. Tämä suurempi kapasiteetti auttaa kysyntäpiikkeihin vastaamisessa. (Scherrer-Rathje ym. 2014, 1215.) Yritys voi saavuttaa joustavuutta myös ulkoistamissopimusten kautta, jotka mahdollistavat tuotannon laajentamisen, alas skaalaamisen tai kokonaan keskeyttämisen. Tällöin yritys voi pienentää negatiivisia riskejä, kuten kysynnän romahtamista, mutta myös säilyttää mahdollisuuden hyötyä positiivisista muutoksista markkinoilla. (Choi ym. 2018, 356–357.) Christopherin ja Holwegin (2011) mukaan ulkoistaminen – sopimusvalmistajalle tai kolmannen osapuolen logistiikkayritykselle – on yksi keino jolla voidaan parantaa toimitusketjun rakenteellista joustavuutta, eli toimitusketjun kyvykkyyttä reagoida merkittäviin muutoksiin liiketoimintaympäristössä. Chopran ym. (2021) mukaan kolmannen osapuolen logistiikkapalvelujen tarjoamat tavara- ja informaatiovirtoihin liittyvät palvelut voivat mahdollistaa tehokkaan toiminnan normaalissa tilanteessa ja parantaa resilienssiä häiriöiden alla. Heidän mukaansa COVID-19-pandemian alla kolmannen osapuolen palveluntarjoajat mahdollistivat vaihtoehtoisten tavara- ja informaatiovirtojen rakentamisen jolloin liiketoimintaa pystyttiin jatkamaan, vaikka tietty kanava koki häiriötä.

Logistiikan ulkoistaminen asettaa palveluntarjoajat strategisesti tärkeään asemaan erityisesti häiriötilanteissa (König & Spinler 2016, 123). Heroldin ym. (2021) mukaan logistiikkapalveluntarjoajan resilienssi vaikuttaa toimitusketjun resilienssiin, ja resilientti palveluntarjoaja parantaa toimitusketjun resilienssiä. Laari ym. (2024) havaitsivat, että toimitusketjun responsiivisuuden ja resilienssin välinen positiivinen yhteys heikkenee logistiikan ulkoistamisen tason kasvaessa. Logistiikan ulkoistamisella voi siis nähdä olevan sekä negatiivisia että positiivisia vaikutuksia (König & Spinler 2016, 130). Logistiikan ulkoistaminen voi vaikeuttaa muutoksiin reagoimista toimitusketjun menetetyin kontrollin ja näkyvyyden takia. Ulkoistaminen voi myös vaikuttaa negatiivisesti joustavuuteen, jos ulkoistamissopimus on hyvin pitkä eikä se sisällä joustavuutta. (Beaumont & Sohal 2004, 693; Laari ym. 2024, 78.) Valmistamisen ulkoistamisessa palveluntarjoajan suuri kapasiteetti ei myöskään automaattisesti tuo joustavuutta, sillä palveluntarjoajalla on useampi asiakas, jolloin ulkoistava yritys joutuu kilpailemaan palveluntarjoajan kapasiteetista muiden ulkoistavien yritysten kanssa (Scherrer-Rathje ym. 2014, 1233).

5 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä tutkielmassa on käsitelty toimitusketjun tehokkuuden ja resilienssin välistä suhdetta sekä keinoja, joilla nämä voitaisiin sovittaa yhteen paremmin. Toimitusketjun tehostamiskeinoissa keskityttiin ulkoistamiseen, globaaleihin hankintoihin, yhteistyöhön, toimittajakannan supistamiseen ja yhden toimittajan käyttämiseen sekä leanin soveltamiseen. Resilienssistä käsiteltiin keskeisiä strategioita sen parantamiseen sekä uusi nouseva näkemys toimitusketjun resilienssiin, eli resilienssin näkeminen sosiaaliekoologisesta näkökulmasta. Tutkielman tutkimuskysymyksenä on toiminut: ”Miten toimitusketjun resilienssiä voidaan kasvattaa tekemättä merkittäviä uhrauksia toimitusketjun tehokkuudessa?”, jota motivoi resilienssin ja tehokkuuden näkeminen yleensä ristiriitaisina. Globaalien hankintojen, toimittajakannan supistamisen ja leanin soveltamisen on usein nähty kirjallisuudessa lisäävän toimitusketjujen haavoittuvaisuutta häiriöille. Varastojen kasvattaminen, toimittajien määrän kasvattaminen ja joustavuuteen panostaminen ovat taas lisänneet toimitusketjujen kustannuksia. Kuvio 3 havainnollistaa ja tiivistää tutkielman keskeiset tutkimustulokset.



Kuvio 3 Toimitusketjun tehokkuuden ja resilienssin yhteensovittaminen

Kaikki tehokkuutta ja resilienssiä parantavat keinot eivät ole ainakaan täysin ristiriitaisia. Toimitusketjuyhteistyö on keskeinen keino parantaa sekä toimitusketjun tehokkuutta että resilienssiä (De Arquer ym. 2022, 1308). Leanilla ja ulkoistamisella voi nähdä olevan resilienssiä parantavia sekä

heikentäviä ominaisuuksia. Lean edesauttaa häiriöstä nopeampaa palautumista (Lotfi & Saghiri 2018, 186), mutta hukan eliminoinnista seuraavat alhaiset varastotasot ja korkea kapasiteetin käyttöaste vaikeuttavat odottamattomaan reagoimista (Ruiz-Benítez ym. 2018, 192). Logistiikan tai valmistamisen ulkoistaminen voi parantaa joustavuutta (Scherrer-Rathje ym. 2014, 1233; Chopra ym. 2021, 821), muttei riskittömästi. Pitkät ulkoistamissopimukset voivat olla joustamattomia ja ulkoistaessa menetetään toimitusketjun kontrollia (Laari ym. 2024, 78). Keinoja, joilla resilienssin ja tehokkuuden välisiä ristiriitoja voitaisiin lieventää ovat: resilienssin sosiaaliekologisen näkemyksen korostaminen, tehokkaiden joustavuus teknologioiden ja strategioiden soveltaminen kuten ketjuttaminen, viivästyttäminen ja 3D-tulostaminen sekä kalliimpien joustavimpien ja kustannustehokkaampien vähemmän joustavien ratkaisujen yhdistäminen ja sovittaminen oikeaan toimitusketjusegmenttiin. Näilläkin keinoilla resilienssin kasvattaminen vaatii joitakin uhrauksia tehokkuudessa. Toimittajien määrän lisäämisen ja jonkintasoisen redundanssin pitämisen voi nähdä kannattavana resilienssin kannalta. Nämä uhraukset voi tosin nähdä perusteltuina toimitusketjuhäiriöiden aiheuttamien taloudellisten seurausten takia. Resilienssi ja tehokkuus tulisi siis pyrkiä tasapainottamaan toimitusketjussa, jotta resilienssin kustannukset eivät syö voittoja liiallisesti normaaleissa olosuhteissa, ja jotta toimitusketju pystyy selviämään häiriöistä.

Resilienssiä parantavien ominaisuuksien aktiivinen käyttäminen on keino parantaa resilienssiominaisuuksien tehokkuutta. Tällöin resilienssi ei ole vain passiivinen ominaisuus, joka odottaa että jokin häiriö realisoituisi (Ivanov 2022, 1211). Sosiaaliekologinen näkemys resilienssiin korostaa resilienssiominaisuuksien aktiivisuutta sisään rakentamalla ne toimitusketjuun (Ivanov 2024, 4035). Redundanssin ylläpitämisen nähdään olevan yksi keino parantaa toimitusketjun resilienssiä ja redundanssista nähdään olevan myös hyötyä sosiaaliekologisissa sovelluksissa (Tukamuhabwa ym. 2015, 5604; Ivanov 2024, 4035). Vaikka redundanssi tarkoittaa ylimäärää, voi sen käyttäminen olla tehokkaampaa. Varmuusvarastoilla voidaan parantaa kykyä reagoida yllättäviin muutoksiin, ja niiden käyttäminen päivittäisessä liiketoiminnassa mahdollistaa nopeamman varastonkierron kuin riskinhallintavarastot (Christopher & Peck 2004, 8; Liu ym. 2016, 1746). Redundanssin kasvattaminen tulisi olla strategista (Christopher & Peck 2004, 8). Toimitusketjuyhteistyön avulla varastot voidaan sijoittaa optimaalisimpaan sijainteihin toimitusketjussa (Ellram & Cooper 1990, 3). Useamman toimittajan aktiivinen käyttäminen mahdollistaa redundanssin ja joustavuuden hankinnoissa kustannustehokkaammin kuin varatoimittajien käyttäminen. Useamman toimittajan aktiivisella käyttämisellä voi nähdä olevan useita etuja passiivisten varatoimittajien käyttämisen sijaan. Se mahdollistaa toimittajan paremman integroimisen toimitusketjuun ja toimittajan oppimisen (Heese 2015, 132; Ivanov 2022, 1203).

On yrityksestä riippuvaa, mitkä resilienssiominaisuuksista tuovat arvoa myös normaaleissa olosuhteissa (Lücker ym. 2024, 4). Joustavuudesta on hyötyä yrityksille, jotka panostavat toimitusketjuissaan asiakaslähtöisyyteen (Fantazy ym. 2009). Tässä tutkielmassa esitetyillä joustavilla ratkaisuilla, kuten viivästyttämällä ja ketjuttamisella, yritykset voivat vastata kustannustehokkaasti erilaisiin asiakastarpeisiin ja parantaa resilienssiään samanaikaisesti. Mikäli yritys tarjoaa useita tuotteita, jotka ovat luonteeltaan erilaisia, kustannustehokkaiden ominaisuuksien ja resilienssiä parantavien joustavien ominaisuuksien yhdistäminen voi olla hyvin kannattavaa. Espanjalainen vaateyhtiö Zara on hyödyntänyt hankinnoissaan matalan kustannuksen globaaleja hankintoja ja paikallisia responsiivisia hankintoja, jotta yritys pystyy olemaan responsiivinen kannattavasti (Chopra & Sodhi 2014, 75). Lean ja ketterä strategia voidaan myös yhdistää leagile-strategiaksi, jolloin voidaan hyötyä leanin tuomista laatu ja kustannus hyödyistä, mutta myös ylläpitää kykyä reagoida muutoksiin. Ulkoistaminen voi olla tehokas ratkaisu yrityksille, joille joustavuus ei tuo merkittävää hyötyä normaaleissa olosuhteissa tai yrityksille, jotka eivät pysty investoimaan joustavuuteen. Toimintoja ulkoistaessa tulisi ottaa huomioon ulkoistamissopimuksen joustavuus, sekä pyrkiä arvioimaan palveluntarjoajan resilienssiä.

Toimitusketjun tehokkuuden ja resilienssin parempi yhteensovittaminen on alkanut saada kirjallisuudessa enemmän huomiota COVID-19-pandemian jälkeen. Suurin osa tutkimuksista on kuitenkin vielä teoreettisia ja kirjallisuuteen perustuvia. Aihe vaatisi siis empiiristä tutkimusta kirjallisuudessa esitettyjen näkemysten testaamiseksi. Jatkotutkimuksena olisi myös hyödyllistä tutkia miten yritykset hallitsevat toimitusketjunsä resilienssiin liittyviä kustannuksia.

Lähteet

- Adamides, E. D. – Karacapilidis, N. – Pylarinou, H. – Koumanakos, D. (2008) Supporting collaboration in the development and management of lean supply networks. *Production Planning & Control*, 19(1), 35–52.
- Adobor, H. – McMullen, R. S. (2018) Supply chain resilience: A dynamic and multidimensional approach. *The International Journal of Logistics Management*, 29(4), 1451–1471.
- Al-Hakimi, M. A. – Borade, D. B. – Saleh, M. H. – Nasr, M. A. A. (2022) The moderating role of supplier relationship on the effect of postponement on supply chain resilience under different levels of environmental uncertainty. *Production & Manufacturing Research*, 10(1), 383–409.
- Azzi, A. – Battini, D. – Faccio, M. – Persona, A. – Sgarbossa, F. (2014) Inventory holding costs measurement: A multi-case study. *The International Journal of Logistics Management*, 25(1), 109–132.
- Beaumont, N. – Sohal, A. (2004) Outsourcing in Australia. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(7), 688–700.
- Belhadi, A. – Kamble, S. S. – Venkatesh, M. – Chiappetta Jabbour, C. J. – Benkhati, I. (2022) Building supply chain resilience and efficiency through additive manufacturing: An ambidextrous perspective on the dynamic capability view. *International Journal of Production Economics*, 249, 108516.
- Benjaafar, S. – Cooper, W. L. – Kim, J.-S. (2005) On the Benefits of Pooling in Production-Inventory Systems. *Management Science*, 51(4), 548–565.
- Berling, P. (2008) Holding cost determination: An activity-based cost approach. *International Journal of Production Economics*, 112(2), 829–840.
- Bhamu, J. – Singh Sangwan, K. (2014) Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876–940.
- Birkie, S. E. (2016) Operational resilience and lean: In search of synergies and trade-offs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(2), 185–207.
- Bozarth, C. C. – Warsing, D. P. – Flynn, B. B. – Flynn, E. J. (2009) The impact of supply chain complexity on manufacturing plant performance. *Journal of Operations Management*, 27(1), 78–93.
- Bozarth, C. – Handfield, R. – Das, A. (1998) Stages of global sourcing strategy evolution: An exploratory study. *Journal of Operations Management*, 16(2–3), 241–255.

- Brandon-Jones, E. – Squire, B. – Van Rossenberg, Y. G. T. (2015) The impact of supply base complexity on disruptions and performance: The moderating effects of slack and visibility. *International Journal of Production Research*, 53(22), 6903–6918.
- Burke, G. J. – Carrillo, J. E. – Vakharia, A. J. (2007) Single versus multiple supplier sourcing strategies. *European Journal of Operational Research*, 182(1), 95–112.
- Cao, M. – Vonderembse, M. A. – Zhang, Q. – Ragu-Nathan, T. S. (2010) Supply chain collaboration: Conceptualisation and instrument development. *International Journal of Production Research*, 48(22), 6613–6635.
- Carbonara, N. – Pellegrino, R. (2018) Real options approach to evaluate postponement as supply chain disruptions mitigation strategy. *International Journal of Production Research*, 56(15), 5249–5271.
- Chiang, C. – Kocabasoglu-Hillmer, C. – Suresh, N. (2012) An empirical investigation of the impact of strategic sourcing and flexibility on firm's supply chain agility. *International Journal of Operations & Production Management*, 32(1), 49–78.
- Choi, J. J. – Ju, M. – Kotabe, M. – Trigeorgis, L. – Zhang, X. T. (2018) Flexibility as firm value driver: Evidence from offshore outsourcing. *Global Strategy Journal*, 8(2), 351–376.
- Choi, T. Y. – Krause, D. R. (2006) The supply base and its complexity: Implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation. *Journal of Operations Management*, 24(5), 637–652.
- Choi, T. Y. – Netland, T. H. – Sanders, N. – Sodhi, M. S. – Wagner, S. M. (2023) Just-in-time for supply chains in turbulent times. *Production and Operations Management*, 32(7), 2331–2340.
- Chopra, S. – Sodhi, M. – Lücker, F. (2021) Achieving supply chain efficiency and resilience by using multi-level commons. *Decision Sciences*, 52(4), 817–832.
- Chopra, S. – Sodhi, M. S. (2004) Managing risk to avoid Supply-chain breakdown. *MIT Sloan management review*, 46(1), 53–87.
- Chopra, S. – Sodhi, M. S. (2014) Reducing the risk of supply chain disruptions. *MIT Sloan management review*, 55(3), 73–80.
- Christopher, M. – Gattorna, J. (2005) Supply chain cost management and value-based pricing. *Industrial Marketing Management*, 34(2), 115–121.
- Christopher, M. – Holweg, M. (2011) “Supply Chain 2.0”: Managing supply chains in the era of turbulence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(1), 63–82.

- Christopher, M. – Lee, H. (2004) Mitigating supply chain risk through improved confidence. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(5), 388–396.
- Christopher, M. – Peck, H. (2004) Building the Resilient Supply Chain. *The international journal of logistics management*, 15(2), 1–14.
- Costantino, N. – Pellegrino, R. (2010) Choosing between single and multiple sourcing based on supplier default risk: A real options approach. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 16(1), 27–40.
- Craighead, C. W. – Blackhurst, J. – Rungtusanatham, M. J. – Handfield, R. B. (2007) The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation Capabilities. *Decision Sciences*, 38(1), 131–156.
- De Arquer, M. – Ponte, B. – Pino, R. (2022) Examining the balance between efficiency and resilience in closed-loop supply chains. *Central European Journal of Operations Research*, 30(4), 1307–1336.
- Delic, M. – Eyers, D. R. (2020) The effect of additive manufacturing adoption on supply chain flexibility and performance: An empirical analysis from the automotive industry. *International Journal of Production Economics*, 228, 107689.
- Dolgui, A. – Proth, J.-M. (2013) Outsourcing: Definitions and analysis. *International Journal of Production Research*, 51(23–24), 6769–6777.
- Dowlatshahi, S. (2000) Designer–buyer–supplier interface: Theory versus practice. *International Journal of Production Economics*, 63(2), 111–130.
- Durach, C. F. – Kurpjuweit, S. – Wagner, S. M. (2017) The impact of additive manufacturing on supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47(10), 954–971.
- Dwivedi, G. – Srivastava, S. K. – Srivastava, R. K. (2017) Analysis of barriers to implement additive manufacturing technology in the Indian automotive sector. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 47(10), 972–991.
- Ellram, L. (1993) Total Cost of Ownership: Elements and Implementation. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 29(3), 2–11.
- Ellram, L. M. – Cooper, M. C. (1990) Supply Chain Management, Partnership, and the Shipper - Third Party Relationship. *The International Journal of Logistics Management*, 1(2), 1–10.
- Fantazy, K. – Kumar, V. – Kumar, U. (2009) An empirical study of the relationships among strategy, flexibility, and performance in the supply chain context. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(3), 177–188.

- Farrell, M. J. (1957) The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253.
- Fisher, M. L. (1997) What Is the Right Supply Chain for Your Product? *Harvard business review*, 75(2), 105–117.
- Fogliatto, F. S. – Da Silveira, G. J. C. – Borenstein, D. (2012) The mass customization decade: An updated review of the literature. *International Journal of Production Economics*, 138(1), 14–25.
- Francis, V. (2008) Supply chain visibility: Lost in translation? *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(3), 180–184.
- Garavelli, A. C. (2003) Flexibility configurations for the supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 85(2), 141–153.
- Richey, R. (2009) The supply chain crisis and disaster pyramid: A theoretical framework for understanding preparedness and recovery. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(7), 619–628.
- Gligor, D. – Gligor, N. – Holcomb, M. – Bozkurt, S. (2019) Distinguishing between the concepts of supply chain agility and resilience: A multidisciplinary literature review. *The International Journal of Logistics Management*, 30(2), 467–487.
- Gligor, D. M. – Holcomb, M. C. (2012) Understanding the role of logistics capabilities in achieving supply chain agility: A systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, 17(4), 438–453.
- Goetschalckx, M. – Vidal, C. J. – Dogan, K. (2002) Modeling and design of global logistics systems: A review of integrated strategic and tactical models and design algorithms. *European Journal of Operational Research*, 143(1), 1–18.
- Goldsby, T. J. – Griffis, S. E. – Roath, A. S. (2006) Modeling lean, agile, and leagile supply chain strategies. *Journal of Business Logistics*, 27(1), 57–80.
- Grewal, R. – Tansuhaj, P. (2001) Building Organizational Capabilities for Managing Economic Crisis: The Role of Market Orientation and Strategic Flexibility. *Journal of Marketing*, 65(2), 67–80.
- Grubbström, R. W. (1980) A principle for determining the correct capital costs of work-in-progress and inventory. *International Journal of Production Research*, 18(2), 259–271.
- Gunasekaran, A. (1999) Agile manufacturing: A framework for research and development. *International Journal of Production Economics*, 62(1–2), 87–105.

- Gylling, M. – Heikkilä, J. – Jussila, K. – Saarinen, M. (2015) Making decisions on offshore outsourcing and backshoring: A case study in the bicycle industry. *International Journal of Production Economics*, 162, 92–100.
- Hahn, C. K. – Kim, K. H. – Kim, J. S. (1986) Costs of Competition: Implications for Purchasing Strategy. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 22(3), 2–7.
- Handfield, R. B. – Ragatz, G. L. – Petersen, K. J. – Monczka, R. M. (1999) Involving Suppliers in New Product Development. *California Management Review*, 42(1), 59–82.
- Heese, H. S. (2015) Single versus multiple sourcing and the evolution of bargaining positions. *Omega*, 54, 125–133.
- Heikkilä, J. – Cordon, C. (2002) Outsourcing: A core or non-core strategic management decision? *Strategic Change*, 11(4), 183–193.
- Hendricks, K. B. – Singhal, V. R. (2003) The effect of supply chain glitches on shareholder wealth. *Journal of Operations Management*, 21(5), 501–522.
- Hendricks, K. B. – Singhal, V. R. (2005) Association Between Supply Chain Glitches and Operating Performance. *Management Science*, 51(5), 695–711.
- Herold, D. M. – Nowicka, K. – Pluta-Zaremba, A. – Kummer, S. (2021) COVID-19 and the pursuit of supply chain resilience: Reactions and “lessons learned” from logistics service providers (LSPs) *Supply Chain Management: An International Journal*, 26(6), 702–714.
- Hines, P. – Holweg, M. – Rich, N. (2004) Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, 24(10), 994–1011.
- Hines, P. – Rich, N. (1997) The seven value stream mapping tools. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(1), 46–64.
- Holling, C. S. (1973) Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 1–23.
- Holling, C. S. (1996) Engineering resilience versus ecological resilience. In: *Engineering Within Ecological Constraints*, eds. Peter, Schulze, 31–44. National Academies Press, Washington, D.C.
- Holweg, M. – Pil, F. K. (2001) Successful build-to-order strategies start with the customer. *MIT Sloan Management Review*, 43(1), 74–83.
- Holweg, M. – Reichhart, A. – Hong, E. (2011) On risk and cost in global sourcing. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 333–341.
- Iida, T. (2012) Coordination of cooperative cost-reduction efforts in a supply chain partnership. *European Journal of Operational Research*, 222(2), 180–190.

- Ivanov, D. (2022) Lean resilience: AURA (Active Usage of Resilience Assets) framework for post-COVID-19 supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*, 33(4), 1196–1217.
- Ivanov, D. (2024) Two views of supply chain resilience. *International Journal of Production Research*, 62(11), 4031–4045.
- Ivanov, D. – Dolgui, A. (2019) Low-Certainty-Need (LCN) supply chains: A new perspective in managing disruption risks and resilience. *International Journal of Production Research*, 57(15–16), 5119–5136.
- Jafari, H. – Nyberg, A. – Hilletoft, P. (2016) Postponement and logistics flexibility in retailing: A multiple case study from Sweden. *Industrial Management & Data Systems*, 116(3), 445–465.
- Jasti, N. V. K. – Kodali, R. (2015) A critical review of lean supply chain management frameworks: Proposed framework. *Production Planning & Control*, 26(13), 1051–1068.
- Jiang, B. – Qureshi, A. (2006) Research on outsourcing results: Current literature and future opportunities. *Management Decision*, 44(1), 44–55.
- Johnson, J. L. – Lee, R. P.-W. – Saini, A. – Grohmann, B. (2003) Market-Focused Strategic Flexibility: Conceptual Advances and an Integrative Model. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 31(1), 74–89.
- Johnson, N. – Elliott, D. – Drake, P. (2013) Exploring the role of social capital in facilitating supply chain resilience. *Supply Chain Management: An International Journal*, 18(3), 324–336.
- Jordan, W. C. – Graves, S. C. (1995) Principles on the Benefits of Manufacturing Process Flexibility. *Management Science*, 41(4), 577–594.
- Jüttner, U. – Maklan, S. (2011) Supply chain resilience in the global financial crisis: An empirical study. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(4), 246–259.
- Jüttner, U. – Peck, H. – Christopher, M. (2003) Supply chain risk management: Outlining an agenda for future research. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 6(4), 197–210.
- Kamalahmadi, M. – Shekarian, M. – Mellat Parast, M. (2022) The impact of flexibility and redundancy on improving supply chain resilience to disruptions. *International Journal of Production Research*, 60(6), 1992–2020.
- Katsaliaki, K. – Galetsi, P. – Kumar, S. (2022) Supply chain disruptions and resilience: A major review and future research agenda. *Annals of Operations Research*, 319(1), 965–1002.

- Kortmann, S. – Gelhard, C. – Zimmermann, C. – Piller, F. T. (2014) Linking strategic flexibility and operational efficiency: The mediating role of ambidextrous operational capabilities. *Journal of Operations Management*, 32(7–8), 475–490.
- König, A. – Spinler, S. (2016) The effect of logistics outsourcing on the supply chain vulnerability of shippers: Development of a conceptual risk management framework. *The International Journal of Logistics Management*, 27(1), 122–141.
- La Londe, B. J. – Lambert, D. M. (1975) Inventory Carrying Costs: Significance, Components, Means, Functions. *International Journal of Physical Distribution*, 6(1), 51–63.
- Laari, S. – Rintala, O. – Töyli, J. – Solakivi, T. – Ojala, L. (2024) Evaluating firm resilience through responsiveness and logistics outsourcing in the COVID-19 era. *Supply Chain Management: An International Journal*, 29(7), 71–82.
- Langley, J. – Holcomb, M. C. (1992) Creating logistics customer value. *Journal of Business Logistics*, 13(2), 1–27.
- Larson, P. D. – Kulchitsky, J. D. (1998) Single Sourcing and Supplier Certification. *Industrial Marketing Management*, 27(1), 73–81.
- Lee, H. L. – Padmanabhan, V. – Whang, S. (1997) Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect. *Management Science*, 43(4), 546–558.
- Li, S. – Ragu-Nathan, B. – Ragu-Nathan, T. S. – Subba Rao, S. (2006) The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *Omega*, 34(2), 107–124.
- Liu, F. – Song, J. – Tong, J. D. (2016) Building Supply Chain Resilience through Virtual Stockpile Pooling. *Production and Operations Management*, 25(10), 1745–1762.
- Liu, S. – Leat, M. – Moizer, J. – Megicks, P. – Kasturiratne, D. (2013) A decision-focused knowledge management framework to support collaborative decision making for lean supply chain management. *International Journal of Production Research*, 51(7), 2123–2137.
- Lotfi, M. – Saghiri, S. (2018) Disentangling resilience, agility and leanness: Conceptual development and empirical analysis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(1), 168–197.
- Lücker, F. – Chopra, S. – Seifert, R. W. (2021) Mitigating Product Shortage Due to Disruptions in Multi-Stage Supply Chains. *Production and Operations Management*, 30(4), 941–964.
- Lücker, F. – Seifert, R. W. (2017) Building up Resilience in a Pharmaceutical Supply Chain through Inventory, Dual Sourcing and Agility Capacity. *Omega*, 73, 114–124.

- Lücker, F. – Seifert, R. W. – Biçer, I. (2019) Roles of inventory and reserve capacity in mitigating supply chain disruption risk. *International Journal of Production Research*, 57(4), 1238–1249.
- Lücker, F. – Timonina-Farkas, A. – Seifert, R. W. (2024) Balancing Resilience and Efficiency: A Literature Review on Overcoming Supply Chain Disruptions. *Production and Operations Management*, 1–17.
- Manders, J. H. M. – Caniëls, M. C. J. – Ghijssen, P. W. Th. (2016) Exploring supply chain flexibility in a FMCG food supply chain. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 22(3), 181–195.
- Manuj, I. – Mentzer, J. T. (2008a) Global supply chain risk management. *Journal of Business Logistics*, 29(1), 133–155.
- Manuj, I. – Mentzer, J. T. (2008b) Global supply chain risk management strategies. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(3), 192–223.
- Mentzer, J. T. – DeWitt, W. – Keebler, J. S. – Min, S. – Nix, N. W. – Smith, C. D. – Zacharia, Z. G. (2001) Defining supply chain management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1–25.
- Mezgár, I. – Kovács, G. L. – Paganelli, P. (2000) Co-operative production planning for small- and medium-sized enterprises. *International Journal of Production Economics*, 64(1–3), 37–48.
- Min, S. – Roath, A. S. – Daugherty, P. J. – Genchev, S. E. – Chen, H. – Arndt, A. D. – Glenn Richey, R. (2005) Supply chain collaboration: What's happening? *The International Journal of Logistics Management*, 16(2), 237–256.
- Monczka, R. M. – Trent, R. J. (1991) Global Sourcing: A Development Approach. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 27(2), 2–8.
- Monostori, J. (2021) Mitigation of the ripple effect in supply chains: Balancing the aspects of robustness, complexity and efficiency. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 32, 370–381.
- Mouzas, S. (2006) Efficiency versus effectiveness in business networks. *Journal of Business Research*, 59(10–11), 1124–1132.
- Moyano-Fuentes, J. – Maqueira-Marín, J. M. – Martínez-Jurado, P. J. – Sacristán-Díaz, M. (2020) Extending lean management along the supply chain: Impact on efficiency. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(1), 63–84.
- Namdar, J. – Li, X. – Sawhney, R. – Pradhan, N. (2018) Supply chain resilience for single and multiple sourcing in the presence of disruption risks. *International Journal of Production Research*, 56(6), 2339–2360.

- Nassimbeni, G. (2006) International sourcing: Empirical evidence from a sample of Italian firms. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 694–706.
- Naylor, J. – Naim, M. M. – Berry, D. (1999) Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain. *International Journal of Production Economics*, 62(1–2), 107–118.
- Noshad, K. – Awasthi, A. (2015) Supplier quality development: A review of literature and industry practices. *International Journal of Production Research*, 53(2), 466–487.
- Ohno, T. (1982) How the Toyota Production System was Created. *Japanese Economic Studies*, 10(4), 83–101.
- Petersen, K. J. – Handfield, R. B. – Ragatz, G. L. (2005) Supplier integration into new product development: Coordinating product, process and supply chain design. *Journal of Operations Management*, 23(3–4), 371–388.
- Ponomarov, S. Y. – Holcomb, M. C. (2009) Understanding the concept of supply chain resilience. *The International Journal of Logistics Management*, 20(1), 124–143.
- Price, J. L. (1972) The Study of Organizational Effectiveness. *The Sociological Quarterly*, 13(1), 3–15.
- Raturi, A. – Singhal, V. (1990) Estimating the opportunity cost of capital for inventory investments. *Omega*, 18(4), 407–413.
- Roberta Pereira, C. – Christopher, M. – Lago Da Silva, A. (2014) Achieving supply chain resilience: The role of procurement. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(5/6), 626–642.
- Ruiz-Benítez, R. – López, C. – Real, J. C. (2018) The lean and resilient management of the supply chain and its impact on performance. *International Journal of Production Economics*, 203, 190–202.
- Sarkar, A. – Mohapatra, P. K. J. (2006) Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12(3), 148–163.
- Sasson, A. – Johnson, J. C. (2016) The 3D printing order: Variability, supercenters and supply chain reconfigurations. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(1), 82–94.
- Scherrer-Rathje, M. – Deflorin, P. – Anand, G. (2014) Manufacturing flexibility through outsourcing: Effects of contingencies. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(9), 1210–1242.

- Scholten, K. – Schilder, S. (2015) The role of collaboration in supply chain resilience. *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(4), 471–484.
- Shah, R. – Ward, P. T. (2003) Lean manufacturing: Context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21(2), 129–149.
- Sheffi, Y. (2001) Supply Chain Management under the Threat of International Terrorism. *The International Journal of Logistics Management*, 12(2), 1–11.
- Sheffi, Y. – Rice, J. (2005) A supply chain view of the resilient enterprise. *MIT Sloan Management Review*, 47(1), 41–48.
- Simatupang, T. M. – Sridharan, R. (2002) The Collaborative Supply Chain. *The International Journal of Logistics Management*, 13(1), 15–30.
- Simatupang, T. M. – Sridharan, R. (2005) An integrative framework for supply chain collaboration. *The International Journal of Logistics Management*, 16(2), 257–274.
- Skinner, W. (1996) Manufacturing strategy on the “S” curve. *Production and Operations Management*, 5(1), 3–14.
- Skipper, J. B. – Hanna, J. B. (2009) Minimizing supply chain disruption risk through enhanced flexibility. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 39(5), 404–427.
- Spiegler, V. L. M. – Naim, M. M. – Wikner, J. (2012) A control engineering approach to the assessment of supply chain resilience. *International Journal of Production Research*, 50(21), 6162–6187.
- Stevenson, M. – Spring, M. (2007) Flexibility from a supply chain perspective: Definition and review. *International Journal of Operations & Production Management*, 27(7), 685–713.
- Swafford, P. M. – Ghosh, S. – Murthy, N. (2006) The antecedents of supply chain agility of a firm: Scale development and model testing. *Journal of Operations Management*, 24(2), 170–188.
- Takeda-Berger, S. L. – Tortorella, G. L. – Rodriguez, C. M. T. – Frazzon, E. M. – Yokoyama, T. T. – Oliveira, M. A. D. (2021) Analysis of the relationship between barriers and practices in the lean supply chain management. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(3), 607–626.
- Tang, C. S. (2006a) Perspectives in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 103(2), 451–488.
- Tang, C. S. (2006b) Robust strategies for mitigating supply chain disruptions. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 9(1), 33–45.
- Tang, C. – Tomlin, B. (2008) The power of flexibility for mitigating supply chain risks. *International Journal of Production Economics*, 116(1), 12–27.

- Tang, O. – Musa, S. N. (2011) Identifying risk issues and research advancements in supply chain risk management. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 25–34.
- Tomlin, B. – Wang, Y. (2011) Operational Strategies for Managing Supply Chain Disruption Risk. In: *The Handbook of Integrated Risk Management in Global Supply Chains*, eds. Panos Kouvelis – Lingxiu Dong – Onur Boyabatli, – Rong Li, 79–101, Wiley, Hoboken.
- Tortorella, G. L. – Miorando, R. – Marodin, G. (2017) Lean supply chain management: Empirical research on practices, contexts and performance. *International Journal of Production Economics*, 193, 98–112.
- Treleven, M. (1987) Single Sourcing: A Management Tool for the Quality Supplier. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 23(1), 19–24.
- Tu, Q. – Vonderembse, M. A. – Ragu-Nathan, T. S. (2001) The impact of time-based manufacturing practices on mass customization and value to customer. *Journal of Operations Management*, 19(2), 201–217.
- Tukamuhabwa, B. R. – Stevenson, M. – Busby, J. – Zorzini, M. (2015) Supply chain resilience: Definition, review and theoretical foundations for further study. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5592–5623.
- Van Hoek, R. I. (2000) The thesis of leagility revisited. *International Journal of Agile Management Systems*, 2(3), 196–201.
- Van Hoek, R. I. (2001) The rediscovery of postponement a literature review and directions for research. *Journal of Operations Management*, 19(2), 161–184.
- Wagner, S. M. – Bode, C. (2006) An empirical investigation into supply chain vulnerability. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12(6), 301–312.
- Wagner, S. M. – Grosse-Ruyken, P. T. – Erhun, F. (2018) Determinants of sourcing flexibility and its impact on performance. *International Journal of Production Economics*, 205, 329–341.
- Wasti, S. N. – Liker, J. K. (1999) Collaborating with suppliers in product development: A US and Japan comparative study. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 46(4), 444–460.
- Whicker, L. – Bernon, M. – Templar, S. – Mena, C. (2009) Understanding the relationships between time and cost to improve supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 121(2), 641–650.
- Whitney, D. E. – Luo, J. – Heller, D. A. (2014) The benefits and constraints of temporary sourcing diversification in supply chain disruption and recovery. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 20(4), 238–250.
- Wieland, A. (2021) Dancing the Supply Chain: Toward Transformative Supply Chain Management. *Journal of Supply Chain Management*, 57(1), 58–73.

- Wieland, A. – Durach, C. F. (2021) Two perspectives on supply chain resilience. *Journal of Business Logistics*, 42(3), 315–322.
- Yang, B. – Burns, N. D. – Backhouse, C. J. (2004) Management of uncertainty through postponement. *International Journal of Production Research*, 42(6), 1049–1064.
- Ye, Y. – Suleiman, M. A. – Huo, B. (2022) Impact of just-in-time (JIT) on supply chain disruption risk: The moderating role of supply chain centralization. *Industrial Management & Data Systems*, 122(7), 1665–1685.
- Yu, H. – Zeng, A. Z. – Zhao, L. (2009) Single or dual sourcing: Decision-making in the presence of supply chain disruption risks. *Omega*, 37(4), 788–800.
- Yu, W. – Wong, C. Y. – Jacobs, M. A. – Chavez, R. (2024) What are the right configurations of just-in-time and just-in-case when supply chain shocks increase? *International Journal of Production Economics*, 276, 109352.