



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Jani Mäensivu

Just-in-Time & Just-in-Case toimintamallien yhdistäminen kokoonpanotuotannossa

Toimintamallien tehokas optimointi kokoonpanotuotannossa

Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö
Kauppatieteiden kandidaatin tutkielma
Tuotantotalous

Vaasa 2026

VAASAN YLIOPISTO**Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Jani Mäensivu		
Tutkielman nimi:	Just-in-Time & Just-in-Case toimintamallien yhdistäminen kokoontuotannossa : Toimintamallien tehokas optimointi kokoontuotannossa		
Tutkinto:	Kauppätieteiden kandidaatti		
Oppiaine:	Tuotantotalous		
Työn ohjaaja:	Tauno Kekäle		
Valmistumisvuosi:	2026	Sivumäärä:	34

TIIVISTELMÄ:

Tämän tutkielman aiheena on Just-in-Time (JIT) ja Just-in-Case (JIC) -toimintamallien yhdistäminen kokoonpanoteollisuudessa. Työn tarkoituksena on tutkia, miten näiden kahden mallin synergiaa voidaan hyödyntää toimitusketjun hallinnan tehokkuuden ja resilienssin parantamiseksi. Erityistä huomiota kiinnitetään kriittisten komponenttien hallintaan ja toimintamallien strategiseen yhteensovittamiseen, jotka ovat keskeisiä kokoonpanoteollisuuden globaalissa liiketoimintaympäristössä.

Tutkielma toteutetaan kirjallisuuskatsauksena, ja tutkimusaineisto koostuu vertaisarvioituista tieteellisistä artikkeleista, alan julkaisuista ja empiirisistä tapaustutkimuksista. Näitä lähteitä analysoimalla pyritään selvittämään JIT- ja JIC-mallien vahvuudet ja heikkoudet sekä parhaita käytäntöjä niiden yhdistämiseen kokoonpanoteollisuudessa.

AVAINSANAT: Just-in-Time, Just-in-Case, riskienhallinta, resilienssi, toimitusketjut

Sisällys

1	Johdanto	5
1.1	Taustaa: Just-in-Time & Just-in-Case	5
1.2	Tutkielman tavoitteet ja rakenne	6
2	Just-in-Time (JIT) – toimintamalli kokoonpanoteollisuudessa	7
2.1	JIT-mallin peruskäsitteet ja -periaatteet	7
2.2	Edut ja haasteet JIT-menetelmässä	7
2.3	JIT-mallin soveltaminen nykypäivän toimitusketjuissa	8
2.4	Prosessien standardointi	8
2.5	Toimittajien vahva yhteistyö ja luotettavuus	10
2.6	Pienet tuotantoerät	11
2.7	Reaaliaikainen tiedonvaihto	12
2.8	Jatkuva parantaminen (Kaizen-periaate)	13
2.9	Esimerkki Toyotasta	14
2.10	Haavoittuvuuden analyysi ja tarpeet puskurivarastoille	15
3	Just-in-Case (JIC) – toimintamalli kokoonpanoteollisuudessa	17
3.1	JIC-mallin peruskäsitteet ja -periaatteet	17
3.2	JIC-mallin hyödyt ja mahdolliset riskit	17
3.3	JIC-mallin merkitys häiriötilanteissa ja ennaltaehkäisevässä varastoinnissa	18
3.4	Puskurivarastojen tyypit ja täydennysjärjestelmät	18
3.4.1	Kanban-järjestelmä	19
3.4.2	Kaksilaatikkojärjestelmä	19
3.5	Toyota	20
3.6	Analyysi JIC-mallin roolista kriittisten osien hallinnassa	20
4	Synergia ja yhteistoiminta JIT- ja JIC-mallien välillä	22
4.1	ABC-analyysin rooli materiaalien luokittelussa	23
4.2	Tapaustutkimus Toyotasta	24
4.3	Synergia ja parhaat käytännöt	25
5	Johtopäätökset	27

1 Johdanto

1.1 Taustaa: Just-in-Time & Just-in-Case

Just-In-Time (JIT) ja Just-In-Case (JIC) ovat olennaisia toimintamalleja nykyaikaisessa toimitusketjujen hallinnassa, eritoten kokoonpanoteollisuudessa. JIT-malli pyrkii vähentämään varastointikustannuksia ja tehostamaan tuotantoa tilausten mukaan, mikä on kriittistä tuotantoyksiköissä, joissa komponenttien täsmällinen saatavuus on tuotantolinjan sujuvuuden edellytys (Danese ja muut, 2012). JIC-mallilla taas pyritään varmistamaan tuotteiden saatavuus ennaltaehkäisevän varastoinnin avulla, mikä voi olla välttämätöntä, jotta yritys kykenee estämään tuotantokatkokset odottamattomissa häiriötilanteissa, kuten toimittajaketjun viivästyksissä (Yu ja muut, 2024). Näiden mallien yhdistäminen on erityisen merkityksellistä kokoonpanoteollisuuden kaltaisilla toimialoilla, joissa tuotteiden valmistus edellyttää monimutkaista eri osien ja komponenttien hallintaa.

Nykyisessä globaalissa liiketoimintaympäristössä, jossa kokoonpanoteollisuuden toimitusketjut ulottuvat maailmanlaajuisesti, on keskeisessä roolissa löytää tasapaino joustavuuden ja kustannustehokkuuden välillä. JIT-mallin strategiana on vähentää kustannuksia ja lisätä tuotannon tehokkuutta, mutta se altistaa yritykset riskeille, kuten toimitushäiriöille. JIC-mallin strategiana on puolestaan tarjota resilienssiä pitämällä kriittisiä komponentteja varastossa, mutta tämä voi lisätä kustannuksia. Kokoonpanoteollisuudessa, kuten moottorien valmistuksessa, tämä tasapaino on ratkaisevan tärkeä, sillä komponenttien kuten kampiakselien tai moottorilohkojen saatavuuden häiriöt voivat pysäyttää koko tuotannon. Tässä kontekstissa JIT-mallin ja JIC-mallin optimaalinen yhdistäminen voi lisätä toimitusketjun resilienssiä ja parantaa yrityksen kykyä reagoida markkinoiden muutoksiin, ja samalla pitää kulurakenteen mahdollisimman optimaalisena (Yu ja muut, 2024). Tutkielmassa tarkastellaan JIT- ja JIC-toimintamallien synergiaa kokoonpanoteollisuudessa, niihin liittyviä haasteita sekä

mahdollisuuksia. Tutkielman tavoitteena on löytää kestävä käytännöt näiden toimintamallien tehokkaaseen yhdistämiseen.

1.2 Tutkielman tavoitteet ja rakenne

Tämä kirjallisuuskatsaus pyrkii syventämään ymmärrystä JIT- ja JIC-toimintamalleista ja niiden yhteistoiminnasta kokoonpanoteollisuudessa. Tavoitteena on koota yhteen olemassa olevaa tietoa ja tutkimuksia, jotka käsittelevät näitä malleja kokoonpanotuotannossa, mallien soveltuvuutta eri tilanteisiin, sekä mahdollisia haasteita. Kirjallisuuskatsauksessa keskitytään tutkimuksiin, jotka käsittelevät erityisesti kokoonpanolinjojen materiaalivirtojen hallintaa ja toimitusketjujen resilienssin parantamista. Tavoitteena on tarjota kattava näkemys siitä, miten JIT- ja JIC-toimintamallit voidaan yhteensovittaa tehokkaasti, ottaen huomioon kokoonpanoteollisuuden erityispiirteet ja vaatimukset.

2 Just-in-Time (JIT) – toimintamalli kokoonpanoteollisuudessa

2.1 JIT-mallin peruskäsitteet ja -periaatteet

Just-in-Time (JIT) on toimintamalli, joka keskittyy tuotteiden ja resurssien toimittamiseen juuri oikeaan aikaan, minimoiden varastointikustannukset ja tehostaen tuotantoa. Alun perin Japanista lähtöisin oleva filosofia korostaa prosessien virtaviivaistamista, jolloin hukkaa ja ylimääräisiä varastoja voidaan välttää. Keskittyessään asiakastarpeisiin ja tilausten tarkkaan ajoitukseen, JIT-malli pyrkii optimoimaan tuotannon ja toimitusketjun yhteensovittamisen, jotta resurssit käytetään mahdollisimman tehokkaasti (Danese ja muut, 2012).

JIT-mallin periaatteisiin kuuluu olennaisena osana tiivis yhteistyö toimittajien kanssa, mikä mahdollistaa lyhyemmät toimitusajat ja paremman laadunvalvonnan. Tämä tiivis yhteistyöperustainen lähestymistapa vaatii avointa kommunikaatiota ja luottamusta toimittajaverkoston sisällä. Olennaista on kuitenkin ymmärtää, tunnistaa ja hallita JIT menetelmään liittyvät riskit, kuten toimitushäiriöt tai ylituotannon seuraukset (Shnaiderman & Ben-Baruch, 2016).

2.2 Edut ja haasteet JIT-menetelmässä

JIT-mallin merkittävin etu on kustannussäästöjen aikaansaaminen vähentämällä varastointiin ja ylituotantoon liittyviä kustannuksia. Kun varastot pienenevät, pääoma vapautuu muuhun käyttöön, ja tuotanto voidaan skaalata vastaamaan suoraan nykyistä kysyntää. Lisäksi JIT-malli voi parantaa laatua, koska pienemmät erät mahdollistavat nopeamman ja tiiviimmän laadunvalvonnan. Haasteita JIT-mallissa taas on riippuvuus toimittajista, riski katkoksista sekä jatkuva tarve tarkalle suunnittelulle ja ennustamiselle. Lisäksi toimitusketjun häiriöt tai muutokset voivat vaikuttaa merkittävästi tuotantoon, jos JIT-mallia ei ole suunniteltu tai toteutettu tehokkaasti (Alcaraz ja muut, 2016).

JIT-menetelmä voi parantaa tuotannon tehokkuutta, mutta se kuitenkin vaatii tarkkaa ennustamista, mikä on usein haastavaa epävakaisissa markkinaolosuhteissa. Lisäksi JIT edellyttää korkeaa luottamusta toimittajiin ja tiukkaa, osin joustamatontakin aikataulutusta, mikä voi altistaa yritykset riskeille, kuten toimituskatkoksille tai tuotantopuutteille. Onkin tärkeää, että yritykset tunnistavat ja hallitsevat näitä haasteita JIT:n onnistuneen toteutuksen varmistamiseksi (Ye ja muut, 2022).

2.3 JIT-mallin soveltaminen nykypäivän toimitusketjuissa

Nykypäivän monimutkaisissa ja globaaleissa toimitusketjuissa JIT-mallin soveltaminen vaatii harkittua strategiaa. Teknologian kehittyminen, kuten edistyneet ennustamisjärjestelmät ja reaaliaikainen seuranta, on mahdollistanut JIT-menetelmän tehokkaamman toteutuksen. Tämä on erityisen tärkeää, kun otetaan huomioon markkinoiden dynaamisuus ja kuluttajien vaihtelevat odotukset. Kuitenkin, vaikka JIT-malli tarjoaa lukuisia etuja, yritysten on oltava valmiita kohtaamaan epävarmuustekijöitä, kuten toimituskatkoja, ja varmistettava, että heillä on kyvykyys reagoida muuttuviin olosuhteisiin (Ivanov & Dolgui, 2020).

Alati kehittyvän teknologian tuomat lisääntyvät mahdollisuudet tuovat kuitenkin mukanaan myös haasteita. Digitaalisten järjestelmien ja tietoverkkojen haavoittuvuus sekä toimitusketjun ulkoiset häiriöt, kuten luonnonkatastrofit tai poliittiset kriisit, ovat isossa roolissa siinä, kuinka tehokkaasti JIT-menetelmää voidaan hyödyntää. Yrityksille kriittisen tärkeässä roolissa onkin resilienssin ja joustavuuden jatkuva kehittäminen toimitusketjussaan, jotta mahdollisiin häiriöihin ja muuttuviin olosuhteisiin kyetään sopeutumaan ja reagoimaan mahdollisimman tehokkaasti (Qasim ja muut, 2020).

2.4 Prosessien standardointi

Prosessien standardointi on keskeinen edellytys toimitusketjun tehokkuudelle ja erityisesti JIT-mallin onnistuneelle toteuttamiselle. Standardoinnilla viitataan yrityksen tuotanto- ja logistiikkaprosessien yhtenäistämiseen ja niiden suorituskyvyn

yhdenmukaistamiseen. Tavoitteena tällä on vähentää vaihtelua prosessien välillä, mikä luo edellytykset paremmalle ennustettavuudelle, hukan vähentämiselle sekä tuotannon sujuvalle etenemiselle. JIT-mallin yhteydessä prosessien standardointi mahdollistaa komponenttien täsmällisen toimittamisen juuri oikeaan aikaan ja komponenttien kokoonpanon ilman tarpeettomia viivästyksiä tai varastointitarpeita (Liker, 2007).

Standardointi kattaa eri osa-alueita, kuten tuotantolinjan toimintaperiaatteet, työprosessien ohjeistukset ja alihankkijoiden kanssa sovitut toimitusstandardit. Esimerkiksi Toyotan tuotantojärjestelmässä prosessien standardointi on ulottunut koko toimitusketjuun. Jokainen prosessi on tarkasti määritelty, ja siihen liittyvät tehtävät ja toiminnot ovat dokumentoituja. Tämä ei ainoastaan paranna tehokkuutta, vaan myös luo selkeän viitekehyksen jatkuvalle parantamiselle (Kaizen) ja virheiden korjaamiselle mahdollisimman tehokkaasti (Liker, 2007).

Prosessien standardoinnin etuna on myös tiedonvaihdon ja yhteistyön jatkuva kehittyminen eri toimitusketjun osapuolten välillä. Kokoonpanoteollisuudessa, kuten juuri moottorien valmistuksessa, tarkasti määritellyt prosessit varmistavat, että jokainen komponentti toimitetaan ja asennetaan oikeassa järjestyksessä ja määrääjassa. Standardoinnin avulla voidaan lisäksi vähentää prosesseihin liittyvää epävarmuutta ja varmistaa, että laatu pysyy tasaisena riippumatta tuotannon volyymin vaihteluista (Phan ja muut, 2019).

Standardoinnin onnistunut toteuttaminen vaatii yritykseltä eritoten sitoutumista ja resursseja. Standardointiprosessi ei saa olla liian kankea, vaan sen täytyy mahdollistaa joustavuus muuttuviin markkinaolosuhteisiin ja asiakastarpeisiin vastaamiseksi. Tässä kontekstissa JIC-malli voi täydentää JIT-mallia tarjoamalla varmuutta odottamattomiin tilanteisiin, joissa standardoitua prosessia ei voida täysin noudattaa. Näin standardointi toimiikin perustana toimitusketjun tehokkuudelle ja resilienssille (Phan ja muut, 2019).

2.5 Toimittajien vahva yhteistyö ja luotettavuus

Toimittajien vahva yhteistyö ja luotettavuus on keskeinen edellytys tehokkaalle toimitusketjun hallinnalle, erityisesti JIT-toimintamallin yhteydessä. JIT-menetelmässä varastointikustannukset pyritään minimoimaan ja tuotannon tehokkuutta lisätään toimittamalla komponentit ja materiaalit tarkasti oikeaan aikaan ja paikkaan. Tämä edellyttää toimitusketjun osapuolilta jatkuvaa tiivistä yhteistyötä, joka perustuu avoimeen tiedonvaihtoon, pitkäaikaisiin kumppanuuksiin ja molemminpuoliseen luottamukseen (Bratt ja muut, 2021).

Yhteistyön onnistumisen avaintekijöitä ovat ennustettavuus, toimitusvarmuus ja yhteinen sitoutuminen laadun ja kustannustehokkuuden ylläpitämiseen. Kokoonpanoteollisuudessa toimittajien on kyettävä reagoimaan nopeasti muuttuviin tilausmääriin ja toimittamaan komponentit tarkasti kokoonpanolinjan tarpeiden mukaisesti. Toyotan tuotantojärjestelmä on esimerkki JIT-mallin ja toimittajayhteistyön saumattomasta yhteensovittamisesta. Toyota toimiikin läheisessä yhteistyössä toimittajiensa kanssa tarjoten heille esimerkiksi teknistä tukea ja koulutusta, mikä varmistaa toimittajien kapasiteetin ja kyvykkyyden täyttää JIT-mallin vaatimukset (Liker, 2007).

Toimittajien luotettavuus ei tarkoita pelkästään toimitusten täsmällisyyttä, vaan myös heidän kykyään sopeutua odottamattomiin muutoksiin toimitusketjussa. Esimerkiksi häiriötilanteissa, kuten COVID-19-pandemian aikana, monet yritykset havaitsivat JIT-mallin haavoittuvuuden johtuvan toimittajien kyvyttömyydestä reagoida nopeisiin muutoksiin toimitusketjussa. Tällaisissa tilanteissa JIT-mallin elementit, eritoten kriittisten komponenttien puskurivarastointi, ovat tärkeässä roolissa JIT-mallin tukemisessa. Tämä korostaa, että vahva yhteistyö toimittajien kanssa ei ole vain operatiivinen, vaan myös strateginen tekijä toimitusketjun resilienssin ja jatkuvuuden varmistamisessa (Christopher & Holweg, 2011).

Pitkäaikaiset kumppanuudet voi tuoda mukanaan myös riskejä, jotka voivat esimerkiksi johtaa riippuvuuteen toimittajasta, mikä voi tuoda yritykselle riskejä ja rajoittaa joustavuutta yrityksen toimitusketjun hallinnassa. Tämän välttämiseksi yritysten tulisi soveltaa monilähdepolitiikkaa ja ylläpitää vaihtoehtoisia toimittajia samalla, kun ne syventävät keskeisten kumppanien kanssa tehtävää yhteistyötä. Näin toimitusketju pysyy mahdollisimman joustavana, vaikka yksittäinen toimittaja kohtaisi haasteita (Christopher & Holweg, 2011). Toimittajien vahvan yhteistyön ja luotettavuuden kehittäminen on siis keskeinen osa JIT-mallin onnistumista ja toimitusketjun hallinnan pitkäaikaista tehokkuutta. Tämä yhteistyö yhdistää operatiivisen suorituskyvyn strategiseen kumppanuuteen, mikä mahdollistaa sekä kustannustehokkuuden että toimitusketjun häiriöihin sopeutumisen (Liker, 2007; Christopher & Holweg, 2011).

2.6 Pienet tuotantoerät

Pienet tuotantoerät ovat keskeinen elementti nykyaikaisessa toimitusketjun hallinnassa, erityisesti JIT-mallissa. Ne edistävät joustavuutta, kustannustehokkuutta ja resurssien optimaalista käyttöä. Pienten erien tuotanto mahdollistaa yrityksille nopeamman reagoinnin muuttuviin asiakastarpeisiin ja markkinatilanteisiin vähentäen samalla ylijäämävaraston riskiä. Lisäksi pienemmät tuotantoerät vähentävät virheiden leviämistä tuotantoprosessin aikana, koska laatuongelmat rajautuvat pienempiin eriin, ja voidaan havaita ja korjata nopeammin (Khan & Sarker, 2002).

Pienten tuotantoerien soveltaminen tuo kuitenkin mukanaan vaatimuksia. Prosessien on oltava äärimmäisen joustavia, ja tuotantolinjojen vaihtoajat on optimoitava, jotta pienet erät eivät aiheuta yritykselle tarpeettomia viiveitä tai lisäkustannuksia. Kokoonpanoteollisuudessa, jossa komponenttien yhteen liittäminen vaatii tarkkuutta ja laadunvarmistusta, tällä on iso merkitys. Näitä haasteita voidaan minimoida esimerkiksi käyttämällä kehittyneitä ennustemalleja, jotka optimoivat tuotantoerien koon ja ajoituksen dynaamisesti markkinoiden kysynnän perusteella (Chopra & Meindl, 2021).

Pienet tuotantoerät eivät pelkästään tue JIT-mallin tavoitteita, vaan ne ovat myös yhteensopivia JIC-mallin kanssa. Pienet erät voivat vähentää varastointitarpeita, mutta samalla kriittiset komponentit voidaan säilyttää puskurivarastoissa ennaltaehkäisevän varautumisen varmistamiseksi. Tämä yhdistelmä mahdollistaa kustannustehokkaan, mutta joustavan lähestymistavan, joka parantaa toimitusketjun resilienssiä odottamattomissa tilanteissa, kuten esimerkiksi pandemian tai geopolittisten häiriöiden aikana (Ivanov & Dolgui, 2020).

Uudet teknologiat, kuten reaaliaikainen data-analytiikka, koneoppiminen ja automatisoidut tuotantolinjat, ovat tehneet pienten tuotantoerien hallinnasta entistä tehokkaampaa. Esimerkiksi IoT-laitteet (Internet of Things) ja jatkuvasti kehittyvä tekoäly (AI) tukevat tuotannon suunnittelua ja mahdollistavat optimaalisten tuotantoerien määrittämisen reaaliajassa. Tämä yhdistää JIT- ja JIC-mallien peruseräperiaatteet tavalla, joka mahdollistaa sekä kustannustehokkuuden että riskienhallinnan (Thürer ja muut, 2019).

2.7 Reaaliaikainen tiedonvaihto

Reaaliaikainen tiedonvaihto on noussut merkittäväksi tekijäksi toimitusketjun hallinnan tehokkuudessa, erityisesti JIT-mallissa, jossa tarkka ajoitus ja virheetön koordinointi ovat olennaisia. Reaaliaikaisella tiedonvaihdolla viitataan järjestelemään, jossa toimitusketjun osapuolet jakavat jatkuvasti ajantasaista tilannetietoa esimerkiksi varastotilanteesta, toimitusaikatauluista ja kysynnän muutoksista. Tämän tavoitteen saavuttamisessa teknologiat, kuten IoT ja AI, ovat keskeisessä roolissa (Mourtzis, 2019).

Reaaliaikaisen tiedonvaihdon hyödyt näkyvät erityisesti kokoonpanoteollisuudessa, jossa yhden pienenkin komponentin saatavuuden viiveet voivat pysäyttää koko tuotannon. Esimerkiksi älykkäät sensorit ja IoT-laitteet mahdollistavat tarkkojen varastotasojen ja toimitusreittien seurannan reaaliajassa. Näiden tietojen avulla yritykset voivat optimoida toimitusten ajoituksen, minimoida viiveet ja parantaa toimitusketjun kokonaistehokkuutta (Thürer ja muut, 2019). Lisäksi tekoälyyn perustuvat

ennustemallit voivat analysoida reaaliaikaista dataa ja tarjota ratkaisuja jo ennen kuin toimitusketju kohtaa merkittäviä häiriöitä.

Toimivan reaaliaikaisen tiedonvaihdon perustana on avoimuus ja yhteistyö toimitusketjun osapuolten välillä. Tämä on erityisen tärkeää JIT-mallissa, jossa toimittajien on kyettävä reagoimaan tehokkaasti muuttuviin tuotantotarpeisiin. Esimerkiksi pilvipohjaiset alustat voivat tarjota yrityksille alustan reaaliaikaiselle kommunikoinnille toimittajien, valmistajien ja jakelijoiden välillä, mahdollistaen tehokkaan tiedonjaon ja päätöksenteon. Esimerkiksi Amazon Web Services (AWS) -pohjaiset ratkaisut ovat mahdollistaneet useille yrityksille joustavamman ja skaalautuvamman tiedonhallinnan (Ivanov ja muut, 2021).

Teknologiset järjestelmät ovat kuitenkin alttiita kyberturvallisuushille, ja yritysten onkin investoitava merkittävästi tietoturvaan ja infrastruktuuriin. Tiedonvaihdon luotettavuus riippuu myös toimitusketjun osapuolten välisestä luottamuksesta ja avoimuudesta, mikä voi olla haastavaa globaalien ja monimutkaisten toimitusverkostojen yhteydessä (Rezaeinejad ja muut, 2025). Näistä tunnistetuista haasteista huolimatta reaaliaikaisen tiedonvaihdon merkitys kasvaa jatkuvasti, erityisesti pandemioiden tai geopoliittisten kriisien aiheuttamien häiriöiden hallinnassa. Reaaliaikainen tiedonvaihto ei pelkästään tue JIT-mallin tehokkuutta, vaan se mahdollistaa myös JIC-mallin integroitumisen toimitusketjun resilienssin parantamiseksi. Tällä tavoin yritykset voivat hyödyntää sekä kustannustehokkaita että joustavia toimintamalleja kilpailukykyensä ylläpitämiseksi.

2.8 Jatkuva parantaminen (Kaizen-periaate)

Jatkuva parantaminen, tunnetaan myös japanilaisella termillä Kaizen, on keskeinen periaate toimitusketjun hallinnassa, erityisesti JIT-mallin yhteydessä. Kaizen korostaa prosessien jatkuvaa arviointia ja parantamista pienin askelin, mikä johtaa ajan myötä merkittäviin tehokkuusparannuksiin. Tämä lähestymistapa yhdistää työntekijät, johtajat ja kaikki toimitusketjun osapuolet yhteiseen tavoitteeseen, eli hukan minimointiin ja tuotettavan arvon maksimointiin (Antony ja muut, 2023).

Kaizen-periaatteen merkitys korostuu juuri kokoonpanoteollisuudessa, jossa tuotantoprosessit ovat monimutkaisia ja koostuvat lukuisista eri vaiheista. Jokaisen vaiheen tarkastelu ja kehittäminen voi vähentää tuotantohäiriöiden riskiä, parantaa laatua ja optimoida resurssien käyttöä. Esimerkiksi Lean-tuotannon yhteydessä Kaizen tukee standardointia ja pienten tuotantoerien hallintaa, jotka ovat JIT-mallin peruspilareita. Esimerkiksi Toyotan tuotantojärjestelmässä Kaizen näkyy jokapäiväisenä käytäntönä, jossa työntekijät osallistuvat aktiivisesti prosessien kehittämiseen ja laadunvalvontaan (Kumar ja muut, 2018).

Haasteena Kaizenissa on usein sen jatkuvuuden ylläpitäminen, erityisesti globaalissa alati muuttuvassa liiketoimintaympäristössä, jossa toiminnan häiriöt voivat keskeyttää parannusprosesseja. Lisäksi Kaizen voi vaatia merkittäviä alkuinvestointeja työntekijöiden koulutukseen ja infrastruktuuriin, mikä voi olla haaste erityisesti pienille yrityksille. Näistä haasteista huolimatta Kaizenin hyödyt ovat kiistattomia, se ei vain tue JIT-mallia, vaan myös parantaa oikein toteutettuna toimitusketjun resilienssiä ja valmiutta reagoida muuttuviin markkinaolosuhteisiin (Carnerud ja muut, 2018).

Jatkuvan parantamisen periaate toimii myös siltana JIT- ja JIC-mallien välillä. Molemmat toimintamallit hyötyvät parannusprosessista, JIT-malli virtaviivaistaa tuotantoa, kun taas JIC-malli voi hyödyntää Kaizenia kriittisten komponenttien hallintaan liittyvien prosessien optimoimisessa. Näin Kaizen luo tehokkaan perustan pitkäjänteiselle ja kestäväälle toimitusketjun hallinnalle (Kumar ja muut, 2018).

2.9 Esimerkki Toyotasta

Toyota on ollut edelläkävijä JIT-mallin soveltamisessa osana laajempaa Toyota Production System (TPS) -järjestelmäänsä. JIT-mallin ytimessä on komponenttien ja materiaalien toimittaminen täsmällisesti tarpeen mukaan, mikä minimoi varastoinnin kustannuksia ja vähentää tuotantohävikkiä. Toyotan innovatiivisuus perustuu myös sen kykyyn yhdistää JIT-strategia Kaizen-periaatteeseen, jossa jatkuva parantaminen on

keskeinen osa kaikkia toimitusketjun ja tuotannon prosesseja (Chiarini ja muut, 2018; Choi ja muut, 2023).

COVID-19-pandemia kuitenkin paljasti JIT-mallin haavoittuvuuden, kun toimitusketjut kohtasivat merkittäviä haasteita globaalien häiriöiden vuoksi. Toyota on vastannut tähän haasteeseen sisällyttämällä strategiaansa elementtejä JIC-mallista. Esimerkiksi tietyt kriittiset komponentit, kuten puolijohteet, varastoidaan suuremmassa määrin toimituskatkosten välttämiseksi. Tämä muutos osoittaa, että jopa markkinajohtajat, kuten Toyota, ovat alkaneet entistä tehokkaammin yhdistää JIT- ja JIC-malleja parantaakseen toimitusketjunsä resilienssiä (Yu ja muut, 2024).

Nämä esimerkit osoittavat, että vaikka JIT-malli on keskeinen tekijä tuotannon kustannustehokkuuden ja virtaviivaistamisen kannalta, sen yhdistäminen JIC-mallin periaatteisiin on usein tarpeellista globaalien toimitusketjujen monimutkaisuuden ja epävarmuuden vuoksi. Innovatiivisten teknologioiden, kuten reaaliaikaisen tiedonvaihdon ja tekoälyyn perustuvien ennustemallien hyödyntäminen mahdollistaakin JIT ja JIC synergian tehokkaan hallinnan (Chiarini ja muut, 2018; Yu ja muut, 2024).

2.10 Haavoittuvuuden analyysi ja tarpeet puskurivarastoille

JIT-malli on tunnettu kustannustehokkuudestaan ja varastohukan minimoinnista, mutta se on myös altis toimitusketjun häiriöille, kuten globaalien toimitusviiveiden tai luonnonkatastrofien vaikutuksille. Tämä haavoittuvuus korostuu erityisesti kokoonpanoteollisuudessa, jossa yksittäisenkin komponentin puuttuminen voi pysäyttää koko tuotantoprosessin. Esimerkiksi COVID-19-pandemia ja puolijohdepula ovat osoittaneet, että toimitusketjun resilienssiin tarvitaan ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä ja ratkaisuja, kuten puskurivarastoja eritoten kriittisille komponenteille (Ivanov & Dolgui, 2020).

Puskurivarastojen päätarkoitus on toimia puskurina odottamattomia häiriöitä vastaan, ja niiden oikea mitoitus onkin keskeistä toimitusketjun tasapainon säilyttämiseksi.

Kriittisille komponenteille, kuten kokoonpanolinjoilla käytettäville ainutlaatuisille osille, varastojen ylläpitäminen voi estää tuotannon keskeytyksiä ja säilyttää suunnitellun tuotantoaikataulun, joka auttaa yritystä säilyttämään asiakastytyvyyden. Puskuri varastointi onkin strategiana merkittävässä roolissa, kun toimitusketjujen monimutkaisuus tekee reaaliaikaisesta reagoinnista haastavaa (Noal ja muut, 2025).

Puskurivarastojen tarpeellisuus korostuu erityisesti silloin, kun JIT-mallin luottamus toimittajien täsmällisyyteen ei riitä kattamaan riskejä. Hybridimallit, joissa JIT ja JIC yhdistetään, tarjoavat ratkaisuja varautumalla odottamattomiin tapahtumiin. Tällaiset mallit voivat hyödyntää ennustepohjaisia työkaluja, kuten tekoälyyn ja analytiikkaan perustuvia järjestelmiä puskurivarastojen tehokkaaseen hallintaan. Tämä strategia mahdollistaa varastojen optimoinnin siten, että kustannukset ja riskit minimoidaan kuitenkin ilman tarpeetonta varastoitavien materiaalien lisäämistä (Yu ja muut, 2024).

Vaikka puskurivarastot lisäävät kustannuksia, niiden tuoma resilienssi voi pitkällä aikavälillä vähentää liiketoiminnan keskeytyksistä aiheutuvia menetyksiä. Esimerkiksi Toyotan strategia varastoinnissa on osoittanut, että tarkasti hallitut puskurivarastot voivat toimia tehokkaana työkaluna riskienhallinnassa ja toimitusketjun vakauden säilyttämisessä. Näin ollen haavoittuvuuden analyysi ja oikein suunnitellut puskurivarastot ovat keskeisiä elementtejä modernissa toimitusketjun hallinnassa, erityisesti epävarmoissa globaaleissa ympäristöissä (Noal ja muut, 2025).

3 Just-in-Case (JIC) – toimintamalli kokoonpanoteollisuudessa

3.1 JIC-mallin peruskäsitteet ja -periaatteet

Just-in-Case (JIC) -toimintamalli keskittyy ennaltaehkäisevään varastointiin ja resurssien saatavuuteen, kun toimitusketju kohtaa ennustamattomia häiriöitä. JIC-mallin taustalla on ajatus siitä, että ennakointi ja varastointi kriittisille resursseille varmistavat liiketoiminnan jatkuvuuden, vaikka toimitusketjussa tapahtuisi katkoksia. JIC-malli perustuu riskienhallintaan ja valmiussuunnitteluun, jolla pyritään tunnistamaan ja arvioimaan potentiaaliset riskitekijät proaktiivisesti, ja implementoimaan tarvittavat toimenpiteet häiriöiden vaikutusten minimoimiseksi (Yu ja muut, 2024).

JIC-mallin periaatteisiin kuuluu olennaisesti kustannustehokkuuden ja tuotannon tehokkuuden ylläpitäminen. Vaikka ennaltaehkäisevä varastointi saattaa lisätä ainakin varastointikustannuksia, pitkällä aikavälillä sen avulla voidaan säästää merkittäviä summia minimoimalla tuotantokatkokset. JIC-mallin soveltaminen perustuu tarkkaan analyysiin ja strategiseen suunnitteluun, jonka avulla voidaan tunnistaa kriittiset resurssit ja määrittää optimaaliset varastotasot erilaisille komponenteille (Yu ja muut, 2024).

3.2 JIC-mallin hyödyt ja mahdolliset riskit

JIC-toimintamallin merkittävimmät hyödyt liittyvät yrityksen kykyyn reagoida nopeasti ja tehokkaasti toimitusketjun häiriöihin. Ennaltaehkäisevän varastoinnin avulla yritykset voivat minimoida tuotantokatkosten riskin ja varmistaa jatkuvuuden myös muuttuvissa tilanteissa. Lisäksi JIC tukee parempaa asiakaspalvelua ja -tyytyväisyyttä, kun yritys kykenee varautumalla toimittamaan tuotteet ja palvelut ajoissa, riippumatta ulkoisista häiriöistä (Piprani ja muut, 2022).

JIC-menetelmä tuo mukanaan myös riskejä. Ylimääräinen varastointi voi johtaa korkeisiin varastokustannuksiin ja sitoa pääomaa, mikä voi vaikuttaa yrityksen likviditeettiin ja

kannattavuuteen. Lisäksi väärin arvioidut varastotasot voivat johtaa vanhentuneiden tai hyllyssä olevien tuotteiden kertymiseen, mikä lisää kustannuksia ja vähentää tehokkuutta. Onkin tärkeää, että yritykset arvioivat tarkkaan JIC-menetelmän hyötyjä ja riskejä suhteessa omaan toimintaympäristöönsä ja -tarpeisiinsa (Besbes & Zolghadri, 2023).

3.3 JIC-mallin merkitys häiriötilanteissa ja ennaltaehkäisevässä varastoinnissa

Häiriötilanteissa JIC-toimintamalli osoittautuu korvaamattomaksi, sillä se mahdollistaa nopean reagoinnin ja toimitusketjun jatkuvuuden varmistamisen. Ennaltaehkäisevä varastointi antaa yrityksille kyvyn toimia tehokkaasti, vaikka toimitusketjussa esiintyisi ongelmia tai markkinoilla tapahtuisi häiriöitä. Tämä JIC:n luoma joustavuus tehostaa yrityksen resilienssiä ja auttaa välttämään liiketoimintariskejä (Brakman ja muut, 2020).

JIC toimii tehokkaana strategiana ennaltaehkäisevässä varastoinnissa, missä yritykset voivat tunnistaa kriittiset resurssit ja varastoida niitä strategisesti. Tällä yritys voi varmistaa, että heillä on tarvittavat resurssit saatavilla kysynnän kasvaessa tai markkinoilla tapahtuvien muutosten yllättäessä. Isossa roolissa on, että yritykset ymmärtävät varastoinnin kustannukset ja hyödyt sekä arvioivat säännöllisesti toimitusketjunsä haavoittuvuudet varmistaakseen JIC-menetelmän tehokkaan ja kustannustehokkaan soveltamisen (Brakman ja muut, 2020).

3.4 Puskurivarastojen tyypit ja täydennysjärjestelmät

Puskurivarastot ovat keskeinen osa toimitusketjun hallintaa erityisesti JIC-mallissa, jolla pyritään proaktiivisesti varautumaan kysynnän vaihteluihin ja toimitusketjun häiriöihin. Näiden varastojen tehokkuus riippuu pitkälti siitä, millaisia varastointijärjestelmiä käytetään. Kaksi yleisesti käytettyä menetelmää ovat Kanban-järjestelmä ja kaksilaatikkojärjestelmä (Two-bin system), jotka tukevat varastotasojen hallintaa dynaamisesti ja kustannustehokkaasti (Ghosh ja muut, 2015).

3.4.1 Kanban-järjestelmä

Kanban on visuaalinen järjestelmä, joka perustuu korttien, etikettien tai digitaalisten signaalien käyttöön varastojen täydennyksen ohjaamisessa. Kanban-järjestelmässä täydennys käynnistyy, kun varastotaso alittaa ennalta määritetyn rajan. Tämä järjestelmä on erityisen tehokas JIT-mallin yhteydessä, koska se minimoi ylituotannon ja varastohukan. Kanban mahdollistaa myös joustavan reagoinnin kysynnän muutoksiin ja tukee varastojen optimointia reaaliaikaisen tiedonvaihdon avulla (Chopra & Meindl, 2021).

3.4.2 Kaksilaatikkojärjestelmä

Kaksilaatikkojärjestelmä perustuu yksinkertaiseen varastokäytäntöön, jossa kaksi laatikkoa tai säiliötä sisältävät saman tuotteen saldoja. Ensimmäistä laatikkoa käytetään operatiivisesti, ja kun se tyhjenee, käynnistetään täydennysprosessi samalla kun toista laatikkoa käytetään tilapäisesti tuotannon jatkamiseen. Tämä järjestelmä on erityisen hyödyllinen pienille ja keskipitkän kysynnän tuotteille, joissa ennustettavuus on tärkeää, mutta kysyntä ei välttämättä ole täysin vakio (Ghosh ja muut, 2015).

Näiden järjestelmien yhdistäminen voi tuottaa lisäarvoa erityisesti kokoonpanoteollisuudessa, kun kriittisten osien saapuminen ajallaan on ratkaisevan tärkeää. Kanban voi hallita nopeasti kiertäviä tuotteita, kun taas kaksilaatikkomenetelmä varmistaa varastojen saatavuuden hitaammin kiertävillä tai kriittisillä komponenteilla. Nykyaikaisen teknologian tukemana voidaan entisestään parantaa näiden järjestelmien tehokkuutta, sillä ne tarjoavat reaaliaikaisen näkymän varastotasoihin ja ennustavat täydennystarpeita tarkasti (Ben-Daya ja muut, 2019).

Puskurivarastojen ja niiden täydennysjärjestelmien käyttö ei ainoastaan tue JIC-mallia, vaan voi myös täydentää JIT-toimintaa tarjoamalla joustavuutta ja resilienssiä. Näin ne

muodostavat keskeisen osan toimitusketjun strategista suunnittelua ja riskienhallintaa, erityisesti globaalien toimitusketjujen epävarmuuden aikana (Yu ja muut, 2024).

3.5 Toyota

Monet globaalit valmistajat, kuten Toyota, tarjoavat esimerkkejä siitä, miten JIT- ja JIC-malleja voidaan hyödyntää menestyksekkäästi monimutkaisissa toimitusketjuissa. Toyotan käytännöt ovat osoittaneet, kuinka erilaiset toimintamallit voivat tukea toimitusketjun tehokkuutta ja resilienssiä nykypäivän haastavassa liiketoimintaympäristössä (Chiarini ja muut, 2018).

Toyota onkin JIT-mallin uranuurtaja. Yritys käyttää tarkasti ajoitettua toimitusprosessia, jossa komponentit saapuvat juuri ajoissa tuotantolinjalle. Tämä vähentää varastointikustannuksia ja hukan määrää. Kuitenkin globaalien toimitusketjujen häiriöt, kuten luonnonkatastrofit ja pandemiat, ovat pakottaneet Toyotan mukauttamaan strategiaansa. Toyota on sisällyttänyt JIC-komponentteja, kuten kriittisten osien puskurivarastoja, puolijohdepuolan aikana säilyttääkseen tuotannon jatkuvuuden (Holweg, 2007).

3.6 Analyysi JIC-mallin roolista kriittisten osien hallinnassa

JIC-malli on tärkeä osa toimitusketjun hallintaa, eritoten kriittisten komponenttien saatavuuden varmistamisessa. JIC-mallissa yritykset pitävät varastoissa strategisesti valittuja komponentteja, joiden puute voisi aiheuttaa merkittäviä häiriöitä tuotantoon tai liiketoiminnan jatkuvuuteen. Kriittisten osien hallinta on erityisen tärkeää kokoonpanoteollisuudessa, jossa komponenttien monimutkainen yhteensovittaminen ja korkea lisäarvo edellyttävät jatkuvaa saatavuutta. Tämä strategia onkin saanut lisää huomiota globaalien toimitusketjujen epävarmuuden lisääntyessä pandemioiden, geopoliittisten jännitteiden ja luonnonkatastrofien seurauksena (Ivanov & Dolgui, 2020).

JIC-mallin ydin kriittisten osien tehokkaassa hallinnassa on riskien hajauttaminen ja tuotannon häiriöiden minimoiminen. Yritykset voivat pitää varastoissa esimerkiksi harvinaisia raaka-aineita tai teknisesti monimutkaisia osia, joiden valmistus- tai toimitusajat ovat pitkiä. Näin voidaan ennaltaehkäistä tilanteet, joissa näiden komponenttien puute pysäyttäisi koko tuotannon mahdollisesti pitkäksi aikaa. Esimerkiksi elektroniikkateollisuudessa sirupula on ajanut yritykset varastoimaan puolijohteita proaktiivisesti tuotannon jatkuvan etenemän varmistamiseksi (Fan ja muut, 2015).

Kriittisten osien hallintaan liittyy taloudellisia ja operatiivisia haasteita. Varastointi lisää kustannuksia ja sitoo pääomaa, mikä saattaa olla haastavaa erityisesti pienille ja keskisuurille yrityksille. Varastoitavat komponentit voivat myös vanhentua tai muuttua tarpeettomiksi, jos markkinoiden vaatimukset tai yrityksen implementoimat muutokset kokoonpanoihin muuttuvat. Näiden ongelmien ratkaisemiseksi yritykset voivat hyödyntää moderneja työkaluja, kuten tekoälypohjaisia varastonhallintajärjestelmiä ja data-analytiikkaa, jotka optimoivat varastotasoa ja parantavat päätöksentekoa reaaliaikaisesti (Kumar & Khedlekar, 2026).

JIC-mallin rooli kriittisten osien hallinnassa ei rajoitu pelkästään tuotantoprosesseihin, vaan sillä on myös strateginen merkitys. Se voi parhaimmillaan lisätä yrityksen kykyä reagoida nopeisiin markkinamuutoksiin ja parantaa asiakastytyvyyttä, kun toimitukset ovat luotettavia ja asiakkaiden kanssa sovitut toimitusajat pitävät. Tämä korostaa JIC-mallin merkitystä paitsi operatiivisena myös kilpailuetua tukevana strategiana. JIC-malli onkin olennainen osa nykyaikaisia toimitusketjuja, erityisesti nykyajan monimutkaisissa ja globaalisti hajautetuissa tuotantoverkostoissa (Yu ja muut, 2024).

4 Synergia ja yhteistoiminta JIT- ja JIC-mallien välillä

JIT- ja JIC-mallien yhdistäminen on saanut kasvavaa huomiota kokoonpanoteollisuudessa, jossa toimitusketjujen häiriöt voivat aiheuttaa merkittäviä tuotannon katkoja ja taloudellisia menetyksiä. JIT-mallin avulla yritykset voivat vähentää varastointikustannuksia ja parantaa tuotannon sujuvuutta toimittamalla komponentit täsmällisesti oikeaan aikaan. JIT-malli on kuitenkin altis toimituskatkoksille tai muille häiriöille, mikä korostaakin JIC-mallin merkitystä tuotannon jatkuvuuden turvaamisessa. JIC-mallin avulla yritykset voivat ylläpitää kriittisten osien varastoja, mikä mahdollistaa joustavan reagoinnin odottamattomiin häiriöihin (Blackhurst ja muut, 2021).

Eryteisesti kokoonpanoteollisuudessa JIT- ja JIC-mallien synergia on tarpeen. Kriittiset komponentit, kuten tärkeät moottorin osat (mm. lohkot ja kampiakselit) tai ohjauselektronikka, voidaan varastoida JIC-periaatteella toimitusvarmuuden takaamiseksi, samalla kun muut vähemmän kriittiset komponentit (mm. pultit ja mutterit) toimitetaan JIT-periaatteiden mukaisesti. Tämän yhdistelmän tehokas implementointi vähentää sekä varastohukkaa että tuotantoon liittyviä riskejä. Lisäksi toimittajien kanssa tehtävä tiivis yhteistyö on olennaista molempien mallien onnistumiselle, sillä toimitusaikojen luotettavuus ja ennakoitavuus ovat ratkaisevia tekijöitä tuotannon sujuvuuden varmistamisessa (Gurty & Johny, 2021).

Alati kehittyvät teknologiat mahdollistavat JIT- ja JIC-strategioiden entistä tehokkaamman yhteensovittamisen. Esimerkiksi erinäiset ennustemallit voivat analysoida kysyntää ja optimoida varastotasot dynaamisesti tämän tiedon pohjalta, mikä vähentää riskejä ilman että kustannukset kasvavat merkittävästi. Lisäksi reaaliaikaiset tiedonvaihtojärjestelmät antavat toimitusketjun toimijoille läpinäkyvyyttä ja kyvyn reagoida nopeammin muutoksiin. Näiden teknologioiden käyttö kokoonpanoteollisuudessa on osoittautunut erityisen tärkeäksi globaalien toimitusketjujen häiriöiden, kuten COVID-19 pandemian tai geopoliittisten kriisien aikana (Shishodia ja muut, 2021).

Näiden toimintamallien yhdistäminen vaatii kuitenkin huolellista ja tarkkaa suunnittelua. Yritysten on määriteltävä tarkasti mitkä komponentit ovat niin kriittisiä, että ne vaativat puskurivarastointia, ja mitä komponentteja taas voidaan ohjata JIT-mallin mukaisesti. Tällainen lähestymistapa parantaa toimitusketjun resilienssiä ja kustannustehokkuutta, mikä tekee siitä erityisen mielenkiintoisen kokoonpanoteollisuuden kilpailuympäristössä (Gurty, & Johny, 2021).

4.1 ABC-analyysin rooli materiaalien luokittelussa

ABC-analyysi on tunnettu ja laajasti hyödynnetty menetelmä komponenttien luokittelussa toimitusketjun hallinnassa. ABC-analyysi perustuu Pareto-periaatteeseen, jonka mukaan pieni osa komponenteista (noin 20 %) on usein vastuussa suurimmasta osasta varaston arvosta (noin 80 %). Tämän periaatteen perusteella komponentit jaetaan kolmeen luokkaan: A, B ja C. A-luokituksen komponentit ovat arvokkaimpia ja tuotannon kannalta kriittisimpiä, ja niiden hallintaan ja seurantaan keskitytään eniten, kun taas C-luokituksen komponentit ovat vähäarvoisempia ja tuotannon kannalta vähemmän kriittisessä roolissa, joten niiden hallinta voi olla yksinkertaisempaa. Tämän tyylinen luokittelu mahdollistaa resurssien tehokkaamman kohdentamisen ja parantaa varastonhallinnan kokonaisvaltaista suorituskykyä (Douissa & Jabeur, 2020).

ABC-analyysillä onkin merkittävä vaikutus JIT- ja JIC-mallien yhteensovittamisessa. JIT-strategia soveltuu usein parhaiten A-luokituksen materiaaleille, jotka vaativat tarkkaa toimitusajanhallintaa ja laadunvalvontaa. A-luokituksen materiaalien puskurivarastointi JIC-periaatteen mukaisesti voi kuitenkin olla myös kriittisessä roolissa. Samaan aikaan kun JIC-malli voi olla tarkoituksenmukainen B- ja C-luokituksen komponenteille, joiden varastointi ei aiheuta merkittäviä kustannuksia mutta lisää toimitusketjun resilienssiä, voi näiden vähemmän kriittisten komponenttien ohjaaminen JIT-periaatteiden mukaisesti olla myös järkevää. Tämän yhdistelmästrategian tehokas käyttö voi auttaa yrityksiä varmistamaan toimitusketjun jatkuvuuden samalla, kun varastointikustannuksia pyritään pitämään mahdollisimman maltillisella tasolla (Wan, 2007).

Nykyteknologia ja jatkuva teknologinen kehitys on tehostanut ABC-analyysin toimivuutta. Esimerkiksi tekoälypohjaiset varastohallintajärjestelmät voivat automaattisesti päivittää ABC-luokitteluja reaaliaikaisesti kysynnän, toimitusaikojen ja kustannusten perusteella. Tämä reaaliaikainen seuranta mahdollistaa nopean reagoinnin markkinoiden muutoksiin ja vähentää inhimillisten virheiden riskiä. Esimerkiksi elektroniikkateollisuudessa, jossa komponenttien elinkaaret voivat olla lyhyitä, ABC-analyysi yhdistettynä dynaamiseen tiedonhallintaan on erityisen hyödyllinen varaston optimoinnissa ja tuotannon häiriöiden minimoimisessa (Yuan ja muut, 2024).

Vaikka ABC-analyysi tarjoaa tehokkaan työkalun materiaalien luokitteluun, sen soveltamisessa on myös omat haasteensa. Luokittelu voi jäädä epärelevantiksi, jos sitä ei päivitetä ja seurata säännöllisin väliajoin, mikä voi johtaa epätarkkuuksiin varastohallinnassa. Lisäksi analyysi keskittyy monesti pääasiassa taloudellisiin arvoihin, eikä se välttämättä huomioi muita kriittisiä tekijöitä, kuten komponenttien toimitusaikojen luotettavuutta tai strategista merkitystä toimitusketjulle. Näiden haasteiden hallinta vaatii, että ABC-analyysi yhdistetään muihin menetelmiin, kuten kriittisyysanalyysiin tai riskienhallintatyökaluihin, jotka täydentävät sen antamaa tietoa (Yuan ja muut, 2024).

4.2 Tapaustutkimus Toyotasta

Kokoonpanoteollisuus on yksi toimitusketjun hallinnan keskeisimmistä alueista, jossa JIT- ja JIC-mallien yhdistäminen korostuu erityisesti monimutkaisissa tuotantoprosesseissa. Toyota on hyvä esimerkki siitä, miten he ovat menestyksekkäästi hyödyntäneet näitä malleja kustannustehokkuuden, tuotantojoustavuuden ja resilienssin parantamiseksi. Kokoonpanoteollisuudelle kun on ominaista, että yksittäisten komponenttien luotettavuus ja täsmällinen toimitus ovat kriittisiä koko tuotantoketjun toiminnalle (Gurtu & Johny, 2021).

Toyota onkin kokoonpanoteollisuuden tunnetuin esimerkki JIT-mallin onnistuneesta strategisesta hyödyntämisestä. Toyota käyttää Kanban-järjestelmää hallitakseen materiaalivirtoja ja vähentääkseen varastointikustannuksia. Moottorien ja ajoneuvojen kokoonpanolinjoilla osat toimitetaan juuri oikeaan aikaan tuotannon tarpeisiin, mikä mahdollistaa resurssien tehokkaan käytön. Viime vuosina Toyota on kuitenkin sisällyttänyt myös JIC-strategioita osana toimintaansa. Kriittisten osien, kuten puolijohteiden, strateginen varastointi on osoittautunut elintärkeäksi globaalien toimitushäiriöiden aikana (Ye ja muut, 2022).

Tapaustutkimus Toyotasta osoittaa, että JIT- ja JIC-mallien yhdistäminen on välttämätöntä kokoonpanoteollisuuden kilpailukykyisen toimintaympäristön varmistamiseksi nykyisessä globaalissa liiketoimintaympäristössä. Menestyksekkäs strategia vaatii toimitusketjun suunnittelun ja teknologian integrointia sekä jatkuvaa analysointia, jotta varmistetaan prosessien tehokkuus, toimitusvarmuus ja asiakastyytyväisyys.

4.3 Synergia ja parhaat käytännöt

JIT- ja JIC-mallien yhdistäminen luo yrityksille kyvykkyyden saavuttaa toimitusketjun optimaalinen tasapaino tehokkuuden ja resilienssin välillä. JIT-mallin kustannustehokkuus ja varastotasojen minimointi yhdistettynä JIC-mallin tarjoamaan varautumiseen häiriötilanteissa luovat synergian, joka ehostaa toimitusketjun suorituskykyä ja kykyä vastata nopeasti odottamattomiin muutoksiin. Tämä hybridistrategia on erityisen tärkeässä roolissa globaaleissa toimitusketjuissa, joissa häiriöiden mahdollisuus on jatkuvasti läsnä (Huo ja muut, 2020).

Parhaiden käytäntöjen kehittämisessä olennaista on teknologian hyödyntäminen. Esimerkiksi reaaliaikainen data-analytiikka ja tekoäly mahdollistavat sekä kysynnän että varastotasojen tarkemman ennustamisen ja optimoinnin. Teknologia auttaa yrityksiä luokittelemaan kriittiset komponentit JIC-varastointia varten ja toisaalta optimoimaan JIT-periaatteella hallittavien materiaalien ajoituksen. Lisäksi tehokkaat tietojärjestelmät,

kuten Enterprise Resource Planning -alustat (ERP), tukevat tiedon jakamista toimitusketjun toimitusketjujen sisällä, mikä parantaa koko järjestelmän joustavuutta ja resilienssiä (Hendricks ja muut, 2007).

Toimittajasuhteiden ylläpito on myös keskeisessä roolissa JIT- ja JIC-mallien synergian hyödyntämisessä. Luotettavien toimittajien kanssa tehtävä pitkäaikainen yhteistyö varmistaa toimitusten täsmällisyyden ja minimoi JIT-strategiaan liittyvät riskit. Samalla monitoimittajapolitiikka ja toimittajaverkoston hajauttaminen tukevat JIC-mallin tarjoamaa resilienssiä, kun toimitusketjun mahdollisten häiriöiden vaikutukset voidaan minimoida (Shen & Sun, 2023).

Tämän hybridistrategian menestyksekkäs implementointi vaatii yrityksiltä jatkuvaa arviointia ja sopeutumiskykyä. Toimitusketjun segmentointi on yksi parhaista käytännöistä, jossa eri tuotteet ja komponentit luokitellaan niiden kriittisyyden ja arvon perusteella. Näin JIT ja JIC-mallit voidaan kohdistaa strategisesti oikeisiin osiin toimitusketjua. Esimerkiksi korkean arvon ja kysynnän tuotteet voivat hyödyntää JIT-mallia, kun taas kriittiset komponentit voidaan varastoidaan JIC-periaatteella. Tällaiset käytännöt parantavat toimitusketjun tehokkuutta, asiakastyytyvääisyyttä ja kilpailukykyä (Ngo ja muut, 2024).

5 Johtopäätökset

JIT- ja JIC-toimintamallien strateginen yhteensovittaminen kokoonpanoteollisuudessa mahdollistaa merkittäviä hyötyjä, parantaen esimerkiksi toimitusketjun kustannustehokkuutta, joustavuutta ja resilienssiä. Onnistunut mallien yhteensovittaminen kuitenkin edellyttää tarkkaa suunnittelua ja strategisia päätöksiä, jotka ottavat huomioon eritoten kokoonpanoteollisuuden liitännäiset erityispiirteet. Ensinnäkin toimiva yhteensovittaminen vaatii yrityksiltä kykyä tunnistaa toimitusketjunsä kriittisimmät osa-alueet ja luokitella ne strategisen tärkeyden perusteella. Tämä luokittelu voidaan toteuttaa esimerkiksi ABC-analyysin ja riskienhallinnan menetelmiä hyödyntäen, jotta löydetään ratkaisu siihen, mitkä komponentit varastoidaan JIC-periaatteella ja mitä voidaan hallita JIT-mallin mukaisesti.

Toimittajayhteistyö on erittäin keskeinen tekijä mallien tehokkaassa yhteensovittamisessa. Yritysten on rakennettava vahvat ja luotettavat suhteet keskeisiin toimittajiinsa, jolla varmistetaan täsmälliset toimitukset ja materiaalien oikea-aikainen saatavuus. Toimittajaverkoston hajauttaminen ja vaihtoehtoisten toimittajien hyödyntäminen voivat myös lisätä toimitusketjun joustavuutta ja vähentää riippuvuutta yksittäisistä toimittajista. Reaaliaikaisen tiedonvaihdon ja ennusteteknologioiden hyödyntäminen voi lisäksi parantaa yritysten kykyä reagoida nopeasti kysynnän vaihteluihin ja toimituskatkoksiin.

Teknologisten ratkaisujen rooli on myös erityisen merkittävä JIT- ja JIC-mallien yhteensovittamisessa. Tekoälypohjaiset analytiikkajärjestelmät, IoT-laitteet ja ERP-alustat voivat tarjota parempaa näkyvyyttä koko toimitusketjuun ja mahdollistaa joustavaa päätöksentekoa. Näiden työkalujen avulla yritykset voivat optimoida varastotasojaan, ennakoida häiriöitä ja varmistaa, että kriittiset komponentit ovat aina oikeaan aikaan käytettävissä tuotantolinjoilla.

Yritysten tulisi ottaa huomioon toimitusketjun segmentointi osana strategista suunnittelua. Segmentointi mahdollistaa toimintamallien soveltamisen eri tavalla

toimitusketjun eri osiin, kun korkean arvon komponentit voivat hyödyntää JIT-mallia kustannusten minimoimiseksi, ja kriittiset osat, joilla on suuri vaikutus tuotannon jatkuvuuteen, pyritään puskurivarastoimaan JIC-periaatteella. Tämä lähestymistapa ei ainoastaan paranna toimitusketjun suorituskykyä, vaan myös auttaa yrityksiä säilyttämään kilpailuetuansa jatkuvasti muuttuvassa liiketoimintaympäristössä.

Lähteet

Alcaraz, J.L.G., Macías, A.A.M., Luevano, D.J.P. et al. Main benefits obtained from a successful JIT implementation. *Int J Adv Manuf Technol* 86, 2711–2722 (2016). <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1007/s00170-016-8399-5>

Antony, J., Sony, M., McDermott, O., Swarnakar, V., Galli, B., Doulatabadi, M. and Kaul, R. (2023), "An empirical study into the reasons for failure of sustaining operational excellence initiatives in organizations", *The TQM Journal*, Vol. 35 No. 7, pp. 1569-1587. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1108/TQM-05-2022-0176>

Ben-Daya, M., Hassini, E., & Bahroun, Z. (2020). Internet of Things and supply chain management: A literature review. *International Journal of Production Research*, 58(5), 1181–1199. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1636321>

BESBES, M., & ZOLGHADRI, M. (2023). Inventory sizing of components at risk of obsolescence or shortage using genetic algorithm. *Procedia CIRP*, 120, 1630-1635. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2024.02.002>

Blackhurst, J., Rungtusanatham, M. J., Scheibe, K., & Ambulkar, S. (2018). Supply chain vulnerability assessment: A network-based visualization and clustering analysis approach. *Journal Name*, 24(1), 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2017.10.004>

Brakman, S., Garretsen, H., & van Witteloostuijn, A. (2020). The turn from just-in-time to just-in-case globalization in and after times of COVID-19: An essay on the risk re-appraisal of borders and buffers. *Social sciences & humanities open*, 2(1), 100034. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2020.100034>

Bratt, C., Sroufe, R., & Broman, G. (2021). Implementing Strategic Sustainable Supply Chain Management. *Sustainability*, 13(15), 8132. <https://doi.org/10.3390/su13158132>

Carnerud, D., Jaca, C. and Bäckström, I. (2018), "Kaizen and continuous improvement – trends and patterns over 30 years", *The TQM Journal*, Vol. 30 No. 4, pp. 371-390. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1108/TQM-03-2018-0037>

Chiarini, A., Baccarani, C. and Mascherpa, V. (2018), "Lean production, Toyota Production System and Kaizen philosophy: A conceptual analysis from the perspective of Zen Buddhism", *The TQM Journal*, Vol. 30 No. 4, pp. 425-438. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1108/TQM-12-2017-0178>

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. <https://doi.org/10.1111/poms.13979>

Chopra, S., & Meindl, P. (2021). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation* (8th ed.). Pearson Education. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2013.07.003>

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. <https://doi.org/10.1108/09600031111101439>

Danese, P., Romano, P., & Bortolotti, T. (2012). JIT production, JIT supply and performance: Investigating the moderating effects. *Industrial management + data systems*, 112(3), 441-465. <https://doi.org/10.1108/02635571211210068>

Douissa, M.R., Jabeur, K. A non-compensatory classification approach for multi-criteria ABC analysis. *Soft Comput* 24, 9525–9556 (2020). <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1007/s00500-019-04462-w>

Fan, Y., Heilig, L., & Voß, S. (2015). Supply chain risk management in the era of big data. https://doi.org/10.1007/978-3-319-20886-2_27

Fang, Y., Zhou, Q., Jiang, X., & Li, C. (2024). Unlocking the potential of inventory management: Integrating digital transformation with firm practices. *Economic modelling*, 139, 106841. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2024.10684>

Ghosh, S., Piplani, R. and Viswanathan, S. (2015), A New Two-Bin Policy for Inventory Systems with Differentiated Demand Classes. *Prod Oper Manag*, 24: 840-850. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1111/poms.12299>

Gurtu, A. Johny, J. Supply Chain Risk Management: Literature Review. (2021). *Risks*, 9(1), 16. <https://doi.org/10.3390/risks9010016>

Hendricks, K.B., Singhal, V.R. and Stratman, J.K. (2007), The impact of enterprise systems on corporate performance: A study of ERP, SCM, and CRM system implementations. *Journal of Operations Management*, 25: 65-82. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1016/j.jom.2006.02.002>

Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of operations management*, 25(2), 420-437. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.001>

Huo, B., Haq, M. Z. U., & Gu, M. (2020). The impact of information sharing on supply chain learning and flexibility performance. *International Journal of Production Research*, 59(5), 1411–1434. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824082>

Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 136, 101922. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101922>

Khan, L. R., & Sarker, R. A. (2002). An optimal batch size for a JIT manufacturing system. *Computers & industrial engineering*, 42(2), 127-136. [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(02\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(02)00009-8)

Kumar, L., & Khedlekar, U. K. (2026). A hybrid AI and blockchain framework for intelligent supply chain optimization with reinforcement learning-based inventory management, stochastic demand forecasting, and sustainable supplier selection. *Soft computing (Berlin, Germany)*, 30(1), 419-447. <https://doi.org/10.1007/s00500-025-10947-8>

Kumar, S., Dhingra, A. and Singh, B. (2018), "Lean-Kaizen implementation: A roadmap for identifying continuous improvement opportunities in Indian small and medium sized enterprise", *Journal of Engineering, Design and Technology*, Vol. 16 No. 1, pp. 143-160. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1108/JEDT-08-2017-0083>

Liker, J. K. (2007). The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota Way <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1080/00207540701223519>

Mourtzis, D. (2019). Simulation in the design and operation of manufacturing systems: state of the art and new trends. *International Journal of Production Research*, 58(7), 1927–1949. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1636321>

Ng, W. L. (2007). A simple classifier for multiple criteria ABC analysis. *European journal of operational research*, 177(1), 344-353. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.11.018>

Ngo, V. M., Quang, H. T., Hoang, T. G., & Binh, A. D. T. (2024). Sustainability-related supply chain risks and supply chain performances: The moderating effects of dynamic supply chain management practices. *Business Strategy and the Environment*, 33(2), 839–857. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1002/bse.3512>

Noal, L. C., Chaves, B. T., Lacerda, D. P., Motta Morandi, M. I., & Piran, F. A. S. (2025). When inventories are not financial losses: A comparative analysis between lean and theory of constraints concepts for production synchronisation. *International journal of production research*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2577156>

Phan, A. C., Nguyen, H. T., Nguyen, H. A., & Matsui, Y. (2019). Effect of Total Quality Management Practices and JIT Production Practices on Flexibility Performance: Empirical Evidence from International Manufacturing Plants. *Sustainability*, 11(11), 3093. <https://doi.org/10.3390/su11113093>

Piprani, A. Z., Jaafar, N. I., Ali, S. M., Mubarik, M. S., & Shahbaz, M. (2022). Multi-dimensional supply chain flexibility and supply chain resilience: The role of supply chain risks exposure. *Operations management research*, 15(1), 307-325. <https://doi.org/10.1007/s12063-021-00232-w>

Qasim, A. N., Haider, S., Ameer, I., Muhammad, S. H., Sonaina, S. G., & Usama, A. (2023). Sustainable supply chain management performance in post COVID-19 era in an emerging economy: A big data perspective. *International Journal of Emerging Markets*, 18(12), 5900-5920. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-12-2021-1807>

Rezaeinejad, S., Rayman, K., Sauser, B., & Ojha, D. (2025). How can Blockchain Contribute to Cyber Resilience? Supply Chain Analytics and Digitalization Benefits. *Information systems frontiers*. <https://doi.org/10.1007/s10796-025-10651-w>

Shen, Z. M., & Sun, Y. (2023). Strengthening supply chain resilience during COVID-19: A case study of JD.com. *Journal of Operations Management*, 69(3), 359–383. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1002/joom.1161>

Shishodia, A., Sharma, R., Rajesh, R. and Munim, Z.H. (2023), "Supply chain resilience: A review, conceptual framework and future research", *The International Journal of*

Logistics Management, Vol. 34 No. 4, pp. 879-908. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1108/IJLM-03-2021-0169>

Shnaiderman, M., & Ben-Baruch, L. (2016). Control and enforcement in order to increase supplier inventory in a JIT contract. *European journal of operational research*, 250(1), 143-154. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.10.047>

Thürer, M., Pan, Y. H., Qu, T., Luo, H., Li, C. D., & Huang, G. Q. (2019). Internet of Things (IoT) driven kanban system for reverse logistics: Solid waste collection. *Journal of intelligent manufacturing*, 30(7), 2621-2630. <https://doi.org/10.1007/s10845-016-1278-y>

Ye, Y., Suleiman, M.A. and 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*, Vol. 122 No. 7, pp. 1665-1685. <https://doi-org.proxy.uwasa.fi/10.1108/IMDS-09-2021-0552>

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*. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109352>

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. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109352>