



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Benjamin Wieczorek

Lean-menetelmän hyödyntäminen tuotantoprosessin kehittämisessä

Katsaus vaikutuksiin, menetelmiin, hyötyihin ja haasteisiin

Tekniikan ja innovaatiojohtami-
sen akateeminen yksikkö
Kandidaatintutkielma
Tuotantotalous

Vaasa 2026

VAASAN YLIOPISTO**Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö**

| | | | |
|--------------------------|---|-------------------|----|
| Tekijä: | Benjamin Wieczorek | | |
| Tutkielman nimi: | Lean-menetelmän hyödyntäminen tuotantoprosessin kehittämisessä: Katsaus vaikutuksiin, menetelmiin, hyötyihin ja haasteisiin | | |
| Tutkinto: | Tekniikan kandidaatti | | |
| Koulutusohjelma: | Energia- ja informaatiotekniikan ohjelma | | |
| Opintosuunta: | Tuotantotalous | | |
| Työn ohjaaja: | Tauno Kekäle | | |
| Valmistumisvuosi: | 2026 | Sivumäärä: | 39 |

TIIVISTELMÄ:

Tämä kandidaatintutkielma käsittelee Lean-menetelmän hyödyntämistä tuotannon kehittämisessä sekä sen vaikutuksia organisaation tehokkuuteen ja kilpailukykyyn. Lean on alun perin Japanin autoteollisuudessa kehitetty toimintamalli, jonka keskeisenä tavoitteena on hukkan vähentäminen, prosessien sujuvoittaminen sekä asiakasarvon maksimoiminen.

Keskityn tutkimuksessa tarkastelemaan Lean-menetelmiä, niiden keskeisiä työkaluja sekä niiden soveltuvuutta erilaisiin tuotantoympäristöihin. Lisäksi työssä analysoidaan Lean-ajattelun käyttöönottoon liittyviä haasteita ja edellytyksiä. Tutkimuksen tavoitteena on syventää ymmärrystä Lean-ajattelusta ja sen merkityksestä tuotannon kehittämisessä ja organisaation kilpailukykyyn parantamisessa. Tutkimus on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, jossa hyödynnetään alan keskeisiä tutkimuksia ja julkaisuja.

Työssä käsitellään keskeisiä Lean-työkaluja, kuten 5S-menetelmää, arvovirtakartoitusta (VSM), kokonaisvaltaista tuottavaa kunnossapitoa (TPM) sekä jatkuvan parantamisen periaatetta (Kaizen). Näiden työkalujen avulla voidaan tunnistaa ja poistaa prosesseissa esiintyvää hukkaa sekä parantaa tuotannon laatua ja tehokkuutta.

Tulokset osoittavat, että Lean-ajattelu voi merkittävästi parantaa organisaation suorituskykyä, mutta sen onnistunut käyttöönotto edellyttää johdon sitoutumista, henkilöstön osallistamista sekä organisaatiokulttuurin muutosta. Erityisesti systemaattinen käyttöönotto ja jatkuva kehittäminen ovat keskeisiä onnistumisen tekijöitä.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Lean-menetelmä tarjoaa tehokkaita ja sovellettavia työkaluja tuotantoprosessien kehittämiseen. Lean-menetelmän keskeinen arvo ei ole yksittäisissä työkaluissa, vaan sen kyvyssä yhdistää operatiivinen tehokkuus, jatkuva oppiminen ja organisaatiokulttuurin kehittäminen yhdeksi kokonaisuudeksi. Lean-menetelmän hyödyt realisoituvat vain, mikäli sitä sovelletaan johdonmukaisesti ja pitkäjänteisesti osana organisaation toimintaa.

AVAINSANAT: Lean, Lean-työkalut, Lean-menetelmät, tuotannon kehittäminen, jatkuva parantaminen, tuotannon tehokkuus, hukkan eliminointi, suorituskyky

Sisällys

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto | 5 |
| 1.1 | Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset | 6 |
| 1.2 | Tutkimusmenetelmät ja aiheen rajaus | 6 |
| 1.3 | Tutkimuksen rakenne | 8 |
| 2 | Lean-filosofia ja sen menetelmät | 9 |
| 2.1 | Lean-menetelmän periaatteet ja merkitys tuotannossa | 9 |
| 2.2 | Operatiiviset menetelmät ja kunnossapitostrategiat | 10 |
| 2.3 | Lean-työkalut ja niiden hyödyt | 11 |
| 2.4 | Lean-menetelmän vaikutukset tuotannon suorituskykyyn | 14 |
| 2.5 | Työntekijän rooli Lean-ajattelussa | 15 |
| 3 | Lean-menetelmän soveltuvuus eri tuotantoympäristöissä ja teollisuudenaloilla | 17 |
| 3.1 | Toimialakohtaiset painotukset Lean-menetelmän soveltamisessa | 17 |
| 3.1.1 | Lean-menetelmä maataloudessa | 18 |
| 3.1.2 | Lean-menetelmä prosessiteollisuudessa ja palveluympäristöissä | 19 |
| 3.2 | Kestävyys ja taloudellinen suorituskyky | 21 |
| 4 | Lean-menetelmät tuotantoprosessin kehittämisessä | 22 |
| 4.1 | Lean-menetelmän soveltuvuus nykyaikaisessa teollisuudessa | 22 |
| 4.2 | Henkilöstön rooli ja jatkuva parantaminen | 23 |
| 4.3 | Vaikutukset läpimenoaikoihin, laatuun ja taloudelliseen suorituskykyyn | 25 |
| 4.4 | Lean-menetelmän hyödyt ja haasteet | 26 |
| 4.5 | Onnistumisen edellytyksiä ja rajoittavat tekijät | 27 |
| 5 | Yhteenveto | 30 |
| 5.1 | Tutkielman rajoitteet | 33 |
| 5.2 | Tulevaisuuden kehityssuunnat ja jatkotutkimusaiheet | 33 |
| | Lähteet | 35 |

Kuvat

| | |
|---|----|
| Kuva 1. 5S-menetelmä (mukaihen Lean Lion, ei päiväystä). | 12 |
| Kuva 2. PDCA-syklän toiminta (tekijän oma kuva). | 14 |

Lyhenteet

5S – Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke; sortteeraus, systematisointi, siivous, standardisointi, seuranta

AM – Autonomous Maintenance, autonominen kunnossapito

FBD – Fishbone Diagram, kalanruotokaavio

IoT – Internet of Things, esineiden internet

JIT – Just-In-Time, juuri oikeaan aikaan

KPI – Key Performance Indicator, keskeinen suorituskykymittari

LPS – Last Planner System, tahtituotannon ohjausmenetelmä

PA – Pareto Analysis, Pareto-analyysi

PDCA – Plan–Do–Check–Act, suunnittele–toteuta–tarkista–toimi

TPS – Toyota Production System, Toyotan tuotantojärjestelmä

TPM – Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito

VSM – Value Stream Mapping, arvovirtakartoitus

1 Johdanto

Nykyajan teollisuus toimii osana toimintaympäristöä, jossa kiihtyvä globaali kilpailu, digitalisaatio ja kasvavat vaatimukset kestävän toiminnan ympärillä ovat suuressa roolissa. Eri organisaatioiden on kyettävä tehostamaan toimintaansa pysyäkseen kilpailukykyisenä tämän päivän toimintaympäristössä. Lean-ajattelu on yksi vakiintuneimmista ja merkittävimmistä tuotantoprosessien kehittämisen menetelmistä. Sen päätavoite on arvon luominen asiakkaalle mahdollisimman vähäisillä resursseilla.

Toyotan kehittämä tuotantojärjestelmä (eng. Toyota Production System, TPS) on Lean-menetelmän kulmakivi (Liker, 2021, s. 4). Se on lähtöisin Japanin valmistusteollisuudesta. Likerin (2021, s. 19–20) mukaan toisen maailmansodan jälkeen resurssit Japanin tuotannossa olivat tiukat, mikä pakotti Toyotan insinöörit poistamaan tuotantoprosessista kaiken mikä ei tuottanut arvoa loppuasiakkaalle. Tämän kehitystyön seurauksena syntyi Lean-filosofia, jonka keskeisenä periaatteena on hukan systemaattinen eliminointi.

Alun perin Japanin autoteollisuuden kehitetty Lean on nykypäivään mennessä levinnyt kaikille teollisuuden aloille. Leanin merkitys ei ole vähentynyt teollisten vallankumouksien myötä, vaan se on toiminut työkaluna digitalisaation kehityksessä (Kumar ja muut, 2022, s. 1188). Kumar ja muut (2022, s. 1189) toteavat Leanin merkityksen tuotannossa perustuvan sen kykyyn vähentää läpimenoaikoja ja kustannuksia sekä parantaa laatua samanaikaisesti.

Tutkimuksen aihe valikoitui oman kiinnostuksen pohjalta. Lean-filosofiaa on tutkittu laajasti jo aiemmin. Aiemmat tutkimukset keskittyvät usein yksittäisiin työkaluihin, toimialoihin tai suorituskykymittareihin. Kokonaisvaltainen tarkastelu, jossa yhdistetään menetelmät, vaikutukset, hyödyt ja haasteet tuotantoprosessin kehittämisen näkökulmasta jää usein hajanaiseksi. Tämän vuoksi tässä kandidaatintutkielmassa Lean-menetelmää tarkastellaan kokonaisuutena kirjallisuuskatsauksen avulla.

1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän kirjallisuustutkimuksen tavoitteena on muodostaa ymmärrettävä kokonaisvaltainen kuva Lean-menetelmän hyödyntämisestä tuotantoprosessin kehittämisessä. Tutkimuksessa selvitetään, kuinka Lean-filosofialla ja sen eri työkaluilla saavutetaan tuloksia tuotantoprosessin kehittämisessä. Tavoitteena on myös tunnistaa tekijät ja menetelmät, jotka toimivat rajoittavina tai edistävinä tekijöinä tuotantoprosessin kehittämisessä.

Tutkimuksen tavoitteet on tiivistetty seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten Lean-menetelmää sovelletaan tuotantoprosessien tehostamiseen eri teollisuudenaloilla?
2. Mitkä ovat Lean-menetelmän keskeiset työkalut ja toimintatavat, ja miten ne vaikuttavat tuotantoprosessin suorituskykyyn?
3. Millaisia vaikutuksia Lean-menetelmän käyttöönotolla on organisaation henkilöstöön, prosesseihin sekä tuotannon tehokkuuteen, laatuun ja kustannuksiin?

1.2 Tutkimusmenetelmät ja aiheen rajaus

Tutkimus toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Tutkimuksen tavoitteena ei ole tarkastella yhden organisaation toimintaa empiirisesti, vaan muodostaa aiemman kirjallisuuden pohjalta kokonaiskuva Lean-menetelmän hyödyntämisestä tuotantoprosessin kehittämisessä. Tutkimusaineisto koostuu vertaisarvioituista tieteellisistä artikkeleista ja keskeisistä teoksista. Aineistovalinnoissa painotettiin tuoreita julkaisuja, jotta Lean-menetelmän tarkastelu vastaisi nykyisen teollisuusympäristön kehitystä.

Tutkimuksen rajaus kohdistettiin organisaation sisäisten tuotantoprosessien kehittämiseen Lean-menetelmän näkökulmasta. Lähteitä rajattiin erityisesti siten, että ne käsitelivät Lean-menetelmän soveltamista eri tuotantoympäristöissä, keskeisiä työkaluja, vaikutuksia tuotannon suorituskykyyn sekä käyttöönoton hyötyjä, haasteita ja onnistumisi-

sen edellytyksiä. Lähteitä rajattiin niin, että ne vastaisivat mahdollisimman hyvin tutkimuskysymysten teemoja. Etusijalle asetettiin mahdollisimman tuoreet julkaisut, jotta tarkastelu kuvaisi mahdollisimman hyvin nykyaikaista teollisuusympäristöä.

Tutkimusaineiston ulkopuolelle rajattiin lähteet, jotka keskittyivät ensisijaisesti esimerkiksi toimitusketjun hallintaan, hankintalogistiikkaan tai muihin teemoihin, jotka eivät liittyneet suoraan organisaation sisäisten tuotantoprosessien kehittämiseen. Lisäksi pois jätettiin sellaiset lähteet, joiden yhteys tutkimuskysymyksiin jäi heikoksi tai jotka käsitelivät Lean-ajattelua liian yleisellä tasolla ilman yhteyttä tuotantoprosesseihin.

Aineiston hankinta suoritettiin monista eri tietokannoista monessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa haettiin Lean-menetelmää yleisesti käsitteleviä lähteitä. Tavoitteena oli löytää aineistot, jotka selittävät Lean-menetelmän keskeiset periaatteet ja työkalut. Toisessa vaiheessa hakua tarkennettiin tuotantoprosessien kehittämiseen, suorituskykyvaihteluihin, henkilöstön rooliin ja eri toimialojen sovelluksiin. Kolmannessa vaiheessa etsittiin käyttöönottoon liittyviä haasteita ja rajoitteita sekä onnistumisen edellytyksiä. Aineistoja haettiin muun muassa seuraavista palveluista: Google Scholar, ScienceDirect ja ABI Inform Collection. Hakulauseissa yhdistettiin Lean-filosofiaa kuvaavia käsitteitä ja tutkimuskysymysten teemoja käyttäen apuna AND-operaattoria. Englanninkielisinä hakulauseina käytettiin muun muassa "lean manufacturing" AND "impact", "lean manufacturing" AND "process improvement", "lean" AND "efficiency" AND "production", "Toyota Production System", "lean philosophy" ja "lean management".

Tutkielmanprosessin tekemisen apuna on hyödynnetty tekoälyä. Tekoälyä on käytetty idean jalostamisessa, hakulauseiden ideoinnissa, sisällysluettelon tekemisessä ja tiedonhaun tukena lähteiden validoinnissa. Kirjoitusprosessin aikana tekoälyä on käytetty apuna rakenteiden tarkastamisessa sekä parantamisessa ja kielellisessä muotoilussa. Näiden lisäksi tekoälyä on hyödynnetty aineistojen kääntämisessä suomeksi ja varmistamisessa, että lähdeaineistojen tulkinta on oikein.

1.3 Tutkimuksen rakenne

Tutkielma koostuu viidestä pääluvusta. Tutkielmassa edetään tutkimusaiheen taustoituksesta teoreettiseen tarkasteluun. Tutkielman loppupuolella syvennyttään tutkimuskysymysten analysointiin ja lopulta johtopäätöksiin. Rakenteen tarkoituksena on muodostaa johdonmukainen kokonaisuus, jossa Lean-menetelmän hyödyntämistä tuotantoprosessin kehittämässä tarkastellaan sekä teoreettisesta että käytännöllisestä näkökulmasta.

Ensimmäisessä luvussa esitellään tutkimuksen tausta, tavoitteet, tutkimuskysymykset, tutkimusmenetelmä sekä aiheen rajausta. Luvun tehtävänä on perustella tutkimusaiheen ajankohtaisuus ja merkitys. Aluksi määritellään, millaisesta näkökulmasta Lean-menetelmää tässä tutkielmassa tarkastellaan. Toisessa luvussa muodostetaan tutkielman teoreettinen perusta käsittelemällä Lean-ajattelun keskeisiä periaatteita, työkaluja ja toimintatapoja. Toisessa luvussa tarkastellaan myös Lean-menetelmän vaikutuksia tuotannon suorituskykyyn sekä henkilöstön roolia osana jatkuvaa parantamista ja tuotantoprosessien kehittämistä. Kolmannessa luvussa syvennyttään Lean-menetelmän soveltamiseen eri teollisuudenaloilla ja erilaisissa tuotantoympäristöissä. Tarkastelun kohteena ovat erityisesti toimialakohtaiset painotukset, käytännön soveltamismahdollisuudet sekä Lean-ajattelun yhteydet kestäväyyteen ja taloudelliseen suorituskykyyn. Neljännessä luvussa vastataan tutkimuskysymyksiin aiemman kirjallisuuden pohjalta ja esitetään tutkielman keskeiset johtopäätökset. Luvussa arvioidaan muun muassa Lean-menetelmän soveltuvuutta nykyaikaisessa teollisuudessa ja onnistuneen käyttöönoton edellytyksiä. Lisäksi tarkastellaan Lean-menetelmän vaikutuksia tuotannon tehokkuuteen, laatuun, kustannuksiin ja henkilöstöön. Viidennessä luvussa kootaan yhteen tutkielman keskeiset havainnot, arvioidaan työn rajoitteita ja esitetään mahdollisia jatkotutkimusaiheita.

2 Lean-filosofia ja sen menetelmät

Lean-ajattelu tunnetaan kirjallisuudessa useilla eri nimikkeillä, kuten Lean-valmistus, Lean-tuotanto ja Lean Management (Munro ja muut, 2022). Lean-menetelmän tavoitteena on minimoida hukka (muda) eli tuottamaton toiminta tuotantoprosessissa sekä maksimoida tuotettava arvo asiakkaalle (Liker, 2021, s. 14). Kumarin ja muiden (2022, s. 1188) mukaan kyseessä on tekniikka, jolla pyritään poistamaan tuottamaton toiminta ja tehostamaan valmistusprosessia.

Likerin (2021, s. 12) mukaan Lean-ajattelu pohjautuu Toyotan kehittämään tuotantojärjestelmään. Garcia-Buendian ja muiden (2021, s. 406) mukaan Lean-menetelmä voidaan ymmärtää tuotantoympäristöissä sovellettavana johtamisjärjestelmänä, joka koostuu erilaisista käytännöistä ja työkaluista. Nykypäivään mennessä Lean on kehittynyt laajasti käytetyksi johtamisjärjestelmäksi (Gil-Vilda ja muut, 2021).

Lean-menetelmä keskittyy virtaustehokkuuteen, prosessien standardointiin ja jatkuvaan parantamiseen (Womack & Jones, 2003). Kumar ja muut (2022, s. 1188) puolestaan määrittelevät Lean-menetelmän keskittyvän tuotteen laatuun alhaisin kustannuksiin ja asiakkaiden tyytyväisyyteen. Liker (2021, s. 14) kertoo, että Leanin ytimessä on arvon maksimointi asiakkaalle minimoimalla hukka. Lean-menetelmän avulla organisaatiot pystyvät parantamaan tuotteiden laatua, lyhentämään läpimenoaikoja sekä hallitsemaan resursseja sekä kustannuksia (Liker, 2021, s. 13).

2.1 Lean-menetelmän periaatteet ja merkitys tuotannossa

Womackin ja Jonesin (2003) mukaan Lean-menetelmä pohjautuu viiteen peruseriaatteen: arvoon, virtaukseen, arvovirtakartoitukseen, imuohjaukseen ja täydellisuuden tavoitteluun. Arvon määrittäminen aloitetaan loppuasiakkaan tarpeista, minkä mukaan ohjataan koko tuotannon toimintaa (Womack & Jones, 2003). Virtaus-periaate varmistaa,

että tuotantoprosessi etenee ilman keskeytyksiä eikä sisällä turhia välivarastoja (Womack & Jones, 2003). Kumar ja muut (2022, s. 1190) kertovat, että arvovirtakartoituksen avulla tunnistetaan ja eliminoidaan prosessista ne vaiheet, jotka eivät tuota lisäarvoa tuotteelle. Imuohjaus tarkoittaa Kumarin ja muiden (2022) mukaan tuotannon käynnistämistä vasta kun on todellista kysyntää. Täydellisyyden tavoittelu eli Kaizen tarkoittaa jatkuvaa parantamista (Kumar ja muut, 2022, s. 1189).

Tuotantoprosessin kehittämisessä ja tehostamisessa Leanin merkitys nousee esiin hukan tunnistamisessa ja poistamisessa (Tayal & Kalsi, 2021, s. 1983). Munron ja muiden (2022) mukaan työvaihe katsotaan arvoa tuottavaksi vain, jos asiakas tunnistaa sen arvon, vaihe muuttaa fyysisesti tuotetta ja se suoritetaan oikein ensimmäisellä kerralla. Kaikki muu toiminta tuotteen parissa luokitellaan heidän mukaansa hukaksi.

Klein ja muut (2021, s. 2–3) jakavat hukan seitsemään tai kahdeksaan kategoriaan, joita ovat muun muassa ylituotanto, odottaminen, kuljetus ja virheelliset tuotteet. Tayal ja Kalsi (2021, s. 1983) toteavat, että tuotannon hukkia pystytään vähentämään ja hallitsemaan oikean lähestymistavan valinnan myötä. On päätettävä, keskitytäänkö prosessin laadun, ajan vai kustannusten hallintaan (Tayal & Kalsi, 2021, s. 1983).

2.2 Operatiiviset menetelmät ja kunnossapitostrategiat

Lean-johtamisfilosofian keskeinen osa-alue on kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito (eng. Total Productive Maintenance, TPM), jonka tavoitteena on parantaa tuotannon suorituskykyä, luotettavuutta ja kapasiteetin käyttöä (Tayal & Kalsi, 2021, s. 1984). Tayal ja Kalsi (2021, s. 1984) kirjoittavat, että TPM pyrkii muuttamaan organisaatiokulttuuria niin laadun, ylläpidettävyyden kuin tiimityöskentelyn osalta. Nelivaiheinen prosessi sisältää valmistelun, esittelyn, toteutuksen ja vakiinnuttamisen (Tayal & Kalsi, 2021, s. 1985).

Yksi TPM-strategian tärkeimmistä pilareista on autonominen kunnossapito (eng. Autonomous Maintenance, AM). Tayalin ja Kalsin (2021, s. 1986) mukaan se on toimintamalli, jossa koneen operaattorit suorittavat perushuoltoja ja ennaltaehkäiseviä tarkastuksia. Tämä vaikuttaa huoltohenkilöstön määrään, vasteaikoihin ja laitteiden käyttöasteeseen (Tayal & Kalsi, 2021, s. 1986).

Kunnossapitostrategiaan kytkeytyy vahvasti 5S-menetelmä. 5S-menetelmä on eräs Lean-menetelmistä ja se on saanut nimensä viidestä japaninkielisestä sanasta: seiri (sortteeraus), seiton (systematisointi), seiso (siivous), seiketsu (standardointi) ja shitsuke (seuranta) (Tayal & Kalsi, 2021, s. 1985–1986). Tayalin ja Kalsin (2021, s. 1986) kertovat menetelmän avulla organisaation voivan vähentää varastoja, minimoida hukan määrää ja parantaa toiminnan taloudellisuutta luomalla järjestelmällisen ja turvallisen työympäristön.

Ongelmien juurisyiden selvittämiseen ja ratkaisemiseen käytetään usein kalanruotokaaviota (eng. Fishbone Diagram, FBD) (Tayal & Kalsi, 2021, s. 1986). Se tunnetaan myös kehittäjänsä nimen mukaan Ishikawa-kaaviona. Tayalin ja Kalsin (2021, s. 1986) mukaan työkalu on visuaalinen syy-seuraus-analyysi, joka mallintaa ongelman pääsyyt ja niiden alahaarat paljastaen häiriöiden alkuperän ja niiden vaikutukset.

Päätöksenteon tueksi ja kehityskohteiden priorisointiin hyödynnetään Pareto-analyysia (PA), joka pohjautuu niin kutsuttuun 80/20-periaatteeseen (Cravener, 1993). Cravener (1993) mukaan analyysin teoreettisena perustana on havainto siitä, että tyypillisesti 80 prosenttia tuotannon ongelmista tai laatuvirheistä johtuu vain 20 prosentista kriittisistä syistä.

2.3 Lean-työkalut ja niiden hyödyt

5S-menetelmä on viidestä erilaisesta vaiheesta koostuva organisointimenetelmä, joka tehostaa operaatioiden hallintaa (Munro ja muut, 2022). Se on eräs Lean-menetelmän

työkalu. 5S-menetelmä on havainnollistettu kuvassa 1. Sen ensisijainen vaikutus suorituskykyyn on hukka-ajan vähentäminen, kun työntekijöiden ei tarvitse etsiä työkaluja tai materiaaleja (Munro ja muut, 2022). Lisäksi 5S-järjestelmä parantaa työturvallisuutta, vähentää vaaratekijöitä ja auttaa havaitsemaan poikkeamat prosessissa välittömästi järjestelmällisen tuotantoympäristön vuoksi (Tayal & Kalsi, 2021, s. 1985–1986).



Kuva 1. 5S-menetelmä (mukaillen Lean Lion, ei päiväystä).

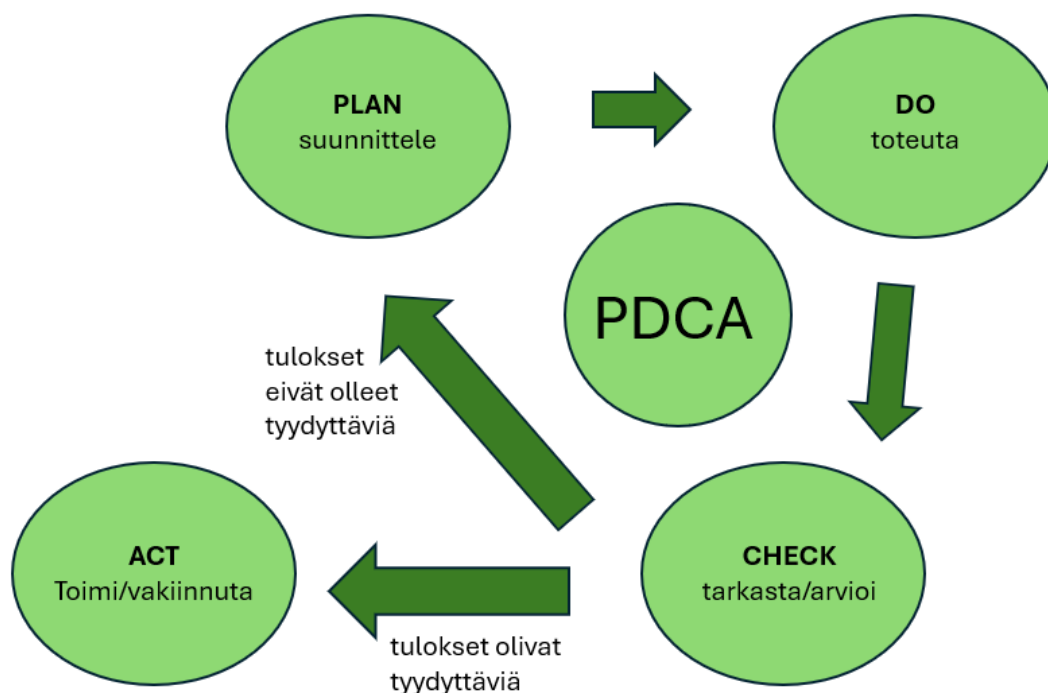
Just-In-Time (JIT) on Toyotan kehittämä tuotantostrategia, jonka tavoitteena on parantaa tuottoa minimoimalla varasto ja siihen liittyvät kustannukset (Munro ja muut, 2022). Guptan ja Jainin (2013, s. 244) mukaan Just-In-Timen perusajatuksena on toimittaa jokaiselle prosessivaiheelle yksi osa kerrallaan juuri silloin kun sitä tarvitaan. Kanban-järjestelmää hyödynnetään usein Just-In-Time-strategian toteuttamisessa. Kanban-järjestelmä on imuohjausjärjestelmä, joka esimerkiksi säätelee materiaali- ja tietovirtoja (Munro ja muut, 2022). Järjestelmän periaate on, että edeltävä vaihe toimittaa osia vain tarpeeseen, mikä ehkäisee osien tarpeetonta varastointia tuotantoalueella (Gupta & Jain, 2013, s. 245–246). Singhin ja Kumarin (2020, s. 469) korostavat LPS-menetelmää (eng. Last Planner System), joka parantaa työn etenemisen luotettavuutta ja vähentää erilaisen muuttujien aiheuttamaa stressiä, vaihtelua ja kuormittavia tekijöitä projektin eri osapuolille.

Arvovirtakartoitus (eng. Value Stream Mapping, VSM) on graafinen menetelmä, jolla visualisoidaan ja analysoidaan organisaation virtausta (Kumar ja muut, 2022). Arvovirtakartoitus koostuu kaikista toiminnoista, joita tarvitaan tuotteen tai palvelun toimittamiseksi asiakkaalle alkaen tuotteen tilauksesta ja päättyen toimitukseen (Munro ja muut, 2022, s. 46–48). Sen tavoitteena on tunnistaa arvovirrassa esiintyvä näkyvä ja piilevä

hukka sekä erotella arvoa tuottavat toiminnot arvoa tuottamattomista (Gupta & Jain, 2013, s. 245–246).

Kaizen on japanilainen termi jatkuvalle parantamiselle (Gupta & Jain, 2013, s. 245–246). Se perustuu ajatukseen, että jatkuva kehitystyö on ainoa keino saavuttaa täydellisyys ja poistaa hukka prosessista (Kumar ja muut, 2022, s. 1191). Kaizenin tavoitteena on tuottavuuden parantamisen lisäksi lisätä työntekijöiden osallistumista ja innovointia.

PDCA-sykli (eng. Plan–Do–Check–Act) on nelivaiheinen jatkuvan parantamisen malli, jota hyödynnetään laajasti Lean-ajattelussa prosessien systemaattiseen kehittämiseen. Kuvassa 2 on esitetty PDCA-syklin vaiheet. PDCA-sykli voi toimia tärkeänä mekanismina Lean-ympäristössä, koska se tukee prosessien systemaattista kehittämistä ja jatkuvaa oppimista (Jelenc ja muut, 2020, s. 11). Mallissa muutoksia suunnitellaan ja toteutetaan kokeellisesti, minkä jälkeen niiden toimivuutta arvioidaan ja soveltuvat ratkaisut vakiinnutetaan osaksi organisaation käytäntöjä. Ensimmäinen vaihe, suunnittele (eng. Plan), sisältää ongelman analysoinnin sekä toimintasuunnitelman laatimisen (Jelenc ja muut, 2020, s. 12–13). Tämän jälkeen kuvan 2. mukaisesti toteutusvaiheessa, toimi (eng. Do), suunnitelma viedään käytäntöön (Jelenc ja muut, 2020, s. 13–16). Jelenc ja muut (2020, s. 13–16) kertovat, että toteutus tehdään usein pienimuotoisina kokeiluina, hallittavuuden parantamiseksi, riskien minimoimiseksi ja uuden oppimiseksi sekä kehittämiseksi. Kolmannessa vaiheessa, tarkista ja arvioi (eng. Check), analysoidaan ja arvioidaan kerättyjä tuloksia suhteessa asetettuihin tavoitteisiin (Prashar, 2017, s. 285). Viimeisessä vaiheessa, toimi ja vakiinnuta (eng. Act), toimiviksi osoittautuneet ratkaisut standardoidaan (Prashar, 2017, s. 285–286). Jos arvioinnin tulokset eivät täytä tavoitteita, sykliä jatketaan palaamalla uudelleen suunnitteluvaiheeseen (Jelenc ja muut, 2020, s. 15). Näin PDCA-sykli muodostaa toistuvan silmukan, jonka avulla organisaatiot voivat kehittää toimintaansa systemaattisesti, vähentää hukkaa ja saavuttaa mitattavia parannuksia prosesseissaan.



Kuva 2. PDCA-syklin toiminta (tekijän oma kuva).

2.4 Lean-menetelmän vaikutukset tuotannon suorituskykyyn

Tayalin ja Kalsin (2021, s. 1985–1986) mukaan Lean-työkalujen, kuten 5S-menetelmän ja autonomisen kunnossapidon (AM) implementointi eli käytännön toteutus voi parantaa tuotannon suorituskykyä ja johtaa parannuksiin myös tuotannon järjestelmien hallinnassa. Tämä perustuu hukan hallinnan tehostumiseen. Kun etsimiseen kuluva aika ja odottamattomat konepysähdykset minimoidaan sekä kunnossapidon perustoimet siirretään operaattoreille, prosessin kokonaistehokkuus kasvaa (Tayal & Kalsi, 2021, s. 1985–1987). Kumar ja muut (2022, s. 1191) kertovat esimerkkinä tuotannon tuottavuuden parantumisen ja hukan vähentymisen. Nämä johtavat läpimenoaikojen lyhenemiseen ja virhetasojen laskuun. Diesten ja muiden (2021, s. 116–120) mukaan Lean-valmistuksella on havaittu positiivinen yhteys yrityksen kannattavuuteen. Dieste ja muut (2021, s. 115) ko-

rostavat Lean-menetelmien hyötyjen näkyvän usein vasta keskipitkällä tai pitkällä aikavälillä. Puolestaan implementointiin liittyvät investoinnit voivat heikentää taloudellisia tuloksia lyhyellä aikavälillä (Dieste ja muut, 2021, s. 115).

Diesten ja muiden (2021, s. 112–115) mukaan Lean-valmistuksella on havaittu positiivinen yhteys yrityksen taloudelliseen suorituskäyttöön, etenkin myyntiin ja voitollisuuteen liittyvien mittareiden osalta. Singhin ja Kumar (2020, s. 469) korostavat, että onnistunut prosessikehitys edellyttää muutakin kuin vain pelkkien Lean-työkalujen käyttöönottoa tai hyödyntämistä. Tuotannon koko arvoketjun optimointi ja eri osapuolten tiivis yhteistyö on avain onnistuneeseen prosessikehitykseen (Singh & Kumar 2020, s. 469).

2.5 Työntekijän rooli Lean-ajattelussa

Vaikka Lean usein nähdään pelkkänä hukan poistamisen työkalustona, se edellyttää myös organisaatiokulttuurin muuttamista sellaiseksi, että se edistää jatkuvaa parantamista ja kaikkien työntekijöiden osaamisen kehittämistä (Munro ja muut, 2022, s. 32). Singhin ja Kumarin (2020, s.468) mukaan suurimpia syitä, miksi tuotantoprosessi ei kehity, ovat juurtuneet toimintatavat, sitoutumisen puute ja puutteellinen koulutus.

Müller ja Leyer (2025, s. 2076) korostavat, että työntekijän yksilöllinen kokemus tuotantoprosessin toimivuudesta on erittäin tärkeä tekijä tuotantoprosessin kehittämisessä. Kun työntekijä kokee organisaation käyttävän Lean-menetelmiä oikein esimerkiksi standardoitujen työmenetelmien tai selkeän varastonhallinnan kautta, kokee työntekijä voivansa hyvin. Tämä kokemus voi lisätä työntekijän sitoutumista työmenetelmiin ja niiden johdonmukaiseen noudattamiseen (Müller & Leyer, 2025, s. 2075–2085).

Nykyaikaisessa tuotannossa työntekijöiden rooli on muuttunut suorittavasta portaasta aktiiviseksi innovoijiksi. Työntekijälähtöinen innovointi tarkoittaa prosessia, jossa työntekijä

kijät itse tunnistavat tuotannon pullonkauloja ja kehittävät ratkaisuja niiden korjaamiseksi (Müller & Leyer, 2025, s. 2077). Singh ja Kumar (2020, s. 468–469) toteavat, että visuaalinen hallinta ja työntekijöiden välinen parantunut viestintä ovat avainasemassa hukan poistamisessa sekä työn että prosessin kehittämisessä.

3 Lean-menetelmän soveltuvuus eri tuotantoympäristöissä ja teollisuudenaloilla

Lean-filosofian juuret ovat autoteollisuudessa kokoonpanoprosesseissa, mutta nykyään sen perusajatusta eli hukan poistamista toteutetaan lähes kaikilla teollisuuden aloilla. Gupta ja Jain (2013, s. 241–242) kertovat Leanin olevan laajasti sovellettu valmistusfilosofia eri teollisuudenaloilla. Soveltamistavat ja painotukset vaihtelevat eri teollisuudenaloilla riippuen tuotannon volyymista, tuotevariaatioiden määrästä ja itse prosessin luonteesta.

Valmet oli yksi ensimmäisistä suomalaisyrityksistä, joka onnistui parantamaan kilpailukykyään siirtymällä tiimipohjaiseen organisaatioon ja lyhentämällä läpimenoaikoja. ABB osoitti Lean-periaatteiden soveltuvan myös monimutkaisten ja räätälöityjen teknisten tuotteiden valmistukseen etenkin odotusaikojen suhteen. ABB:n Suomen yksiköt ovat olleet edelläkävijöitä tilaus- ja toimitusketjun läpimenoaikojen puolittamisessa Lean-menetelmää hyväksikäyttäen. (Kajaste ja Liuko, 1994)

Singh ja Kumar (2020) kertovat tutkimuksessaan rakennusalan tuotantoprosessissa hukka-ajan osuuden olevan jopa 57 %, kun taas valmistavassa teollisuudessa hukka-aika on vain 12 %. Juurtuneet toimintatavat, puutteellinen koulutus, johdon vähäinen sitoutuminen sekä myös asiakkaiden alhaiset vaatimukset ovat keskeisiä tekijöitä suureen hukka-aikaan rakennusalalla (Singh ja Kumar, 2020, s. 468). Nämä ovat yleisiä syitä suureen hukkaan myös muilla teollisuuden aloilla.

3.1 Toimialakohtaiset painotukset Lean-menetelmän soveltamisessa

Valmistavassa teollisuudessa, kuten kokoonpanoteollisuudessa, Lean keskittyy tyypillisesti tuotantoprosessin virtauksen parantamiseen ja välivarastojen minimointiin JIT- tai Kanban-ohjauksen avulla (Munro ja muut, 2022, s. 38). Belekoukias ja muiden (2014, s.

5357–5362) mukaan kaikkiin valmistavan teollisuuden organisaatioihin tehdyn tutkimuksen perusteella JIT-ohjaus vaikutti suorituskyvyn paranemiseen huomattavasti paremmin kuin kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito (TPM), Kaizen tai arvovirtakartoitus (VSM).

Belekoukias ja muut (2014, s. 5346) toteavat, että Lean-menetelmien vaikutus nykyaikaisen valmistavan teollisuuden operatiiviseen suorituskykyyn näkyy erityisesti kustannusten, nopeuden, toimitusvarmuuden, laadun ja joustavuuden kehityksessä. Terveystieteiden huollossa Lean puolestaan yhdistyy useammin prosessien sujuvuuteen, potilasvirtojen hallintaan ja palvelun laatuun (Wang ja muut, 2025).

Kumar ja muut (2022, s. 1190) muistuttavat, että eri työtehtävien standardointi on kriittistä eri vaiheiden vaihtelun minimoinnin kannalta. Nykyaikaisessa teollisuudessa kokonaisvaltainen ymmärrys ja eri työkalujen käyttö ovat tärkeitä (Kumar ja muut, 2022, s. 1192). Lean ei ole yksittäinen valmis ratkaisu, vaan toimialaan ja tuotantoympäristöön sovitettava kokonaisuus. Kumar ja muut (2022, s. 1192) korostavat eri teollisuudenalojen käyttävän ja painottavan eri Lean-työkaluja, esimerkiksi autoteollisuudessa hyödynnetään JIT-ohjausta ja lääketieteellisuudessa standardointiin ja laadunvarmistukseen keskitytään enemmän.

3.1.1 Lean-menetelmä maataloudessa

Lean-menetelmän soveltamista on tutkittu myös maataloudessa, jossa tuotantoympäristö poikkeaa olennaisesti valmistavasta teollisuudesta. Monet tunnetut Lean-menetelmän työkalut on alun perin suunniteltu muita tuotantosektoreita varten, joten niitä ei voida siirtää käytettäväksi suoraan maatalousympäristöön (Carrijo ja muut, 2024, s. 1445). Carrijo ja muut (2024, s. 1444–1445) toteavat, että Lean-menetelmillä on kuitenkin potentiaalia maataloussektorilla, mutta sen työkalujen käyttö edellyttää toimialakohtaista mukauttamista.

Carrijo ja muut (2024, s. 1444) tarkastelivat erityisesti arvovirtakartoituksen (VSM) soveltamista kahvitilalla ja osoittivat, että työkalua voidaan hyödyntää myös maataloustuotannon johtamisessa. Arvovirtakartoitus on visuaalinen, helposti ymmärrettävä ja käytännön johtamistyötä tukeva menetelmä. Se soveltuu käytettäväksi myös maataloudessa. Tutkimuksen mukaan arvovirtakartoitus voi auttaa maataloudessa tuotantoprosessien näkyväksi tekemisessä, pullonkaulojen tunnistamisessa sekä tuottavuuden ja kilpailukykyyn parantamisessa.

Valmistavan teollisuuden ja maatalouden välillä Lean-menetelmän soveltaminen eroaa erityisesti prosessien hallittavuuden ja ennakoitavuuden näkökulmasta. Valmistavassa teollisuudessa Lean nojaa usein standardoituihin työvaiheisiin, tasaisempaan materiaa-
livirtaan ja esimerkiksi Just-In-Time-ohjaukseen, mitkä mahdollistavat hukan tehokkaan vähentämisen ja virtauksen optimoinnin (Belekoukias ja muut, 2014). Maataloudessa Lean-ajattelun soveltaminen on sen sijaan sidoksissa biologisiin tuotantoprosesseihin, sääolosuhteisiin, kausivaihteluun ja muihin ulkoisiin epävarmuustekijöihin, minkä vuoksi Lean-työkaluja ei voida siirtää sinne suoraan valmistavan teollisuuden logiikalla (Carrijo ja muut, 2024). Lean-menetelmän soveltaminen ei ole yksinkertaista, vaan sen onnistuminen riippuu vahvasti tuotantoympäristön ennakoitavuudesta ja prosessien standardoitavuudesta.

3.1.2 Lean-menetelmä prosessiteollisuudessa ja palveluympäristöissä

Lean-menetelmän soveltaminen näyttää erilaiselta myös prosessiteollisuudessa, jossa tuotanto on usein jatkuvaa, teknisesti sidottua ja vähemmän joustavaa kuin kokoonpanoteollisuudessa. Lean-ajattelun onnistuminen prosessiteollisuudessa riippuu vahvasti myös organisaation sisäisistä tekijöistä. Kleszczin (2018, s. 49) mukaan esimerkiksi henkilöstön osaaminen, johdon sitoutuminen, tiedonkulku, suunnittelukyky ja yrityksen koko vaikuttavat siihen, kuinka hyvin Lean-menetelmiä voidaan ottaa käyttöön. Talero-Sarmienton ja muiden (2024) mukaan myös terveydenhuollossa käytettävien Lean-menetelmien onnistuminen on vahvasti sidoksissa organisaatiokulttuuriin, johtamiseen ja

henkilöstön sitoutumiseen. Akmal ja muut (2020) kuitenkin huomauttavat, että terveydenhuollossa Lean-toteutukset jäävät usein osastokohtaisiksi ja työkalukeskeisiksi, jolloin Lean-ajattelun alkuperäinen kokonaisvaltainen järjestelmälähtöisyys ei toteudu käytännössä.

Kleszczin (2018, s. 48) tutkimuksen mukaan keramiikkateollisuudessa Lean-ajattelun käyttöönottoa tulee tarkastella toimialan omista erityispiirteistä käsin, sillä tuotannon rakenne, teknologia, resurssit ja asiakasvaatimukset vaikuttavat merkittävästi siihen, miten Lean voidaan käytännössä toteuttaa. Samansuuntaisesti myös Spagnol ja muut (2013) tuovat esiin, että Lean-menetelmien käyttöönottoon terveydenhuollossa liittyy huomattavia organisatorisia ja kulttuurisia esteitä. Lean-ajattelun suurimpia mahdollisuuksia prosessiteollisuuden toimialalla ovat kilpailukyvyn parantaminen sekä asiakkaiden laatu- ja kustannusodotuksiin vastaaminen entistä tehokkaammin (Kleszcz, 2018, s. 48).

Puu- ja huonekaluteollisuutta koskeva tutkimus osoittaa, että Lean-implementointia rajoittavat erityisesti osaamiseen, resursseihin sekä organisaatiokulttuuriin liittyvät tekijät. Tutkimuksen mukaan merkittävimpiä esteitä ovat työntekijöiden sitoutumisen puute, johdon vähäinen tuki sekä koulutuksen ja Lean-osaamisen puutteet, jotka heikentävät Lean-menetelmien tehokasta käyttöönottoa. (Abu ja muut, 2022, s. 103–104)

Keramiikkateollisuuden erityispiirteet kuitenkin vaikeuttavat joidenkin Lean-työkalujen käyttöä. Kleszczin (2018, s. 49–50) mukaan merkittäviä haasteita ovat muun muassa tuotannon jatkuvatoimisuus, varastojen muodostuminen, kysynnän kausivaihtelut, tuotannon pullonkaulat sekä laaja tuotevalikoima. Esimerkiksi jatkuvatoimiset lämpökäsittelyprosessit, kuten uunien käyttö, rajoittavat tuotannon pysäyttämistä ja uudelleenkäynnistämistä. Tämä hankaloittaa imuohjauksen ja pienten eräkokojen hyödyntämistä käytännössä. Vaihteleva kysyntä voi johtaa siihen, että yrityksen on ylläpidettävä varastoja toimitusvarmuuden varmistamiseksi, vaikka Lean-filosofian peruseriaatteisiin kuuluu varastojen minimointi (Kleszcz, 2018, s. 50).

3.2 Kestävyys ja taloudellinen suorituskyky

Bertagnollin ja muiden (2021) mukaan Lean-menetelmät, kuten arvovirtakarttoitus ja Just-In-Time, voivat tukea resurssitehokkuutta ja vähentää ympäristölle haitallista hukkaa. Tämä osoittaa, että Lean on sovellettavissa strategisena työkaluna, joka yhdistää ekologiset tavoitteet ja operatiivisen tehokkuuden (Bertagnolli ja muut, 2021). Queiroz ja muut (2023) nostavat esiin, että Lean-ajattelulla voi olla yhteys ympäristövastuullisempaan toimintaan. Bertagnollin ja muiden (2021) mukaan Lean-menetelmien käyttö prosessien kehittämisessä voi johtaa merkittäviin positiivisiin vaikutuksiin niin prosessien virtauksessa kuin resurssien käytön optimoinnissa.

Leanin hyödyntämisen vaikutukset eri aloilla näkyvät lopulta yritysten taloudellisessa menestyksessä. Diesten ja muiden (2021, s. 118–120) analyysi osoittaa, että Lean-valmistuksella on positiivinen vaikutus yrityksen kustannustehokkuuteen ja tuottavuuden kasvuun. Vaikka taloudelliset vaikutukset voivat vaihdella toimialoittain alkuinvestointien ja implementointitapojen mukaan, pitkän aikavälin tulokset puoltavat Leanin käyttöä keskeisenä kilpailukykytekijänä (Dieste ja muut, 2021, s. 115). Riippumatta teollisuudenalasta onnistunut Lean-hyödyntäminen vaatii tasapainoilua operatiivisten työkalujen, henkilöstön osallistamisen ja taloudellisten tavoitteiden välillä.

4 Lean-menetelmät tuotantoprosessin kehittämisessä

Tuotantoprosessien kehittämisessä painopiste on siirtynyt yksittäisten Lean-työkalujen käyttämisestä kohti kokonaisvaltaista hyödyntämistä. Lean-menetelmien toimivuus riippuu yhä enemmän siitä, miten käytetyt Lean-työkalut integroituvat osaksi organisaation johtamista ja jatkuvaa oppimista.

Medeirosin ja muiden (2025, s. 4590–4591) mukaan työntekijöiden osallistuminen ei ole Leanissa vain tukeva elementti, vaan yksi sen onnistumisen keskeisistä edellytyksistä. Viimeaikaisten tutkimusten mukaan Lean-filosofian ja digitalisaation välinen suhde on vahvistunut. Buerin ja muut (2021) toteavat Leanin ja digitalisaation yhteisvaikutuksen voivan parantaa operatiivista suorituskykyä enemmän kuin kumpikaan lähestymistapa yksinään. Barclayn ja muiden (2022, s. 818–819) mukaan Lean-siirtymä onnistuu paremmin silloin, kun organisaatio kykenee arvioimaan realistisesti oman lähtötilanteensa ja valmiutensa muutokseen.

Lean-menetelmä muodostaa teoreettisen ja käytännöllisen viitekehyksen tuotantoprosessien kehittämiselle. Tutkimuksen kirjallisuus korostaa sekä operatiivisten työkalujen että organisaatiokulttuurin merkitystä, mutta niiden välinen painotus vaihtelee tutkimuksittain. Tämä viittaa siihen, että Lean-menetelmän vaikuttavuus ei perustu yksittäisiin menetelmiin, vaan niiden kokonaisvaltaiseen soveltamiseen.

4.1 Lean-menetelmän soveltuvuus nykyaikaisessa teollisuudessa

Lean-menetelmän soveltuvuutta nykyaikaisessa teollisuudessa voidaan tarkastella erityisesti sen kyvyn kautta mukautua eri toimintaympäristöihin. Lean-filosofia nähdään yhä relevanttina lähestymistapana, koska sen peruseriaatteet eivät ole sidottuja tiettyyn kontekstiin (Van Assen, 2018, s. 1312–1313). Habek ja muut (2023, s. 311–312) kertovat Leanin roolin muuttuneen osittain alustaksi, jonka päälle rakennetaan uusia teknologi-

oita luoden edellytyksiä digitaalisten ratkaisujen hyödyntämiselle tuotantoprosessin kehittämässä. Lean soveltuu edelleen hyvin nykyaikaiseen teollisuuteen, jossa kilpailukyky rakentuu tehokkuuden lisäksi myös joustavuudesta, oppimisesta ja kyvystä kehittää prosesseja jatkuvasti (Barclay ja muut, 2022, s. 818–819).

Digitaalisten ratkaisujen avulla tuotannosta voidaan kerätä ja hyödyntää tarkempaa sekä ajantasaisempaa tietoa, mikä tukee hukan tunnistamista ja prosessien jatkuvaa parantamista (Buer ja muut, 2018, s. 2925–2926). Digitaaliset valmistusteknologiat voivat parantaa tuotannon suorituskykyä erityisesti joustavuuden, laadun, toimituskyvyn ja tuotekehityksen näkökulmasta (Gillani ja muut, 2020, s. 1–5). Bertagnollin ja muiden (2021) mukaan resurssitehokkuuden parantamisessa arvovirtakarttoitus (VSM) ja Just-In-Time (JIT) ovat keskeisessä roolissa tehden Lean-menetelmästä strategisen välineen myös kestävän kehityksen tavoitteiden saavuttamiseen.

Kumar ja muut (2022, s. 1188) huomauttavat Leanin peruseriaatteiden pysyvän keskiössä, vaikka digitalisaatio ja teollisuuden neljäs vallankumous tuovat uusia työkaluja. Lean-ajattelu ja Teollisuus 4.0 voivat täydentää toisiaan tuotannon kehittämisessä. Buerin ja muiden (2018, s. 2925–2926) mukaan Teollisuus 4.0 -työkalut voivat tukea Leanin keskeisiä periaatteita, esimerkiksi esineiden internetin (IoT) ja reaaliaikaisen datan kaltaiset ratkaisut tehostavat perinteistä hukan tunnistamista ja Just-In-Time-ohjausta entistään.

4.2 Henkilöstön rooli ja jatkuva parantaminen

Henkilöstön rooli on Lean-ajattelussa ehdoton edellytys järjestelmän toimivuudelle, sillä menetelmä ei kykene tuottamaan kestäviä tuloksia ilman työntekijöiden aktiivista osallistumista ja valtuuttamista. Medeirosin ja muiden (2025, s. 4590–4591) mukaan työntekijöiden osallistuminen on yksi Lean-järjestelmän onnistumisen keskeisistä edellytyksistä, koska jatkuva parantaminen perustuu työntekijöiden kykyyn tunnistaa ongelmia ja osallistua niiden ratkaisemiseen.

Tayal ja Kalsi (2021, s. 1986) korostavat, että esimerkiksi autonominen kunnossapito ja päivittäinen ongelmanratkaisu siirtävät vastuun prosessin laadusta suoraan operaattoreille, mikä vaatii työntekijöiltä uudenlaista sitoutumista ja vastuuta tuotantovälineiden kunnosta. Tätä näkemystä syventävät Munro ja muut (2022, s. 32), joiden mukaan aito Lean-kulttuuri edellyttää organisaatiolta kykyä kehittää kaikkien työntekijöiden potentiaalia sen sijaan, että keskityttäisiin vain mekaaniseen hukan poistamiseen. Erityisen kriittiseksi nousee Kleinin ja muiden (2021, s. 2–3) esille nostama kahdeksas hukka, joka liittyy työntekijöiden osaamisen, taitojen ja luovuuden hyödyntämättä jättämiseen. Heidän mukaansa organisaatiot, jotka onnistuvat integroimaan henkilöstön osaamisen osaksi jatkuvaa parantamista (Kaizen), kykenevät tunnistamaan ja eliminoimaan piileviä hukkia huomattavasti tehokkaammin kuin pelkkään johdon ohjaukseen luottavat yritykset. Näin ollen henkilöstö ei ole vain Lean-prosessin kohde, vaan sen aktiivinen moottori, jonka osaaminen ja motivointi määrittelevät kehitystyön pitkäaikaisen onnistumisen. Van Assenin (2018, s. 1312–1313) mukaan Lean-johtaminen liittyy vahvasti työntekijöiden valtuuttamiseen, koulutukseen ja osallistumiseen jatkuvan parantamisen käytäntöihin. Ilman työntekijöiden osaamisen, havaintojen ja osallistumisen hyödyntämistä jatkuva parantaminen jää helposti pinnalliseksi eikä juurru osaksi organisaation arkea (Medeiros ja muut, 2025, s. 4590–4591).

Johdon rooli on keskeinen, koska Lean-menetelmien käyttäminen vaatii pitkäjänteistä sitoutumista ja kehitystyötä organisaation sisällä. Belhadin ja muiden (2019, s. 808–809) mukaan erityisesti johdon osallistuminen, selkeät tavoitteet ja strateginen linjaus ovat Lean-implemtoinnin tärkeimpiä kriittisiä menestystekijöitä.

Käyttöönoton onnistuminen edellyttää myös riittävää osaamista. Abu ja muut (2019, s. 662–663) osoittavat, että Lean-implemtoinnin alkuvaiheessa keskeisiä haasteita ovat usein teknisen tiedon puute, koulutuksen riittämättömyys ja resurssirajoitteet. Tämän vuoksi onnistunut käyttöönotto ei rakennu vain työkalujen käyttämiselle, vaan myös

yhteisen ymmärryksen luomiselle siitä, miksi Lean-ajattelua organisaatiossa sovelletaan ja mitä sillä tavoitellaan (Abu ja muut, 2019, s. 662–663).

4.3 Vaikutukset läpimenoaikoihin, laatuun ja taloudelliseen suorituskykyyn

Abu ja muut (2019, s. 660–661) toteavat, että Lean-ajattelun käyttöönoton keskeisiä tavoitteita ovat tehokkuuden lisääminen, työympäristön järjestelmällisyyden parantaminen ja tuotannon toimivuuden vahvistaminen. Tehokkuuden lisäämisellä saadaan aikaan läpimenoaikojen lyhentymistä, mikä puolestaan vaikuttaa materiaalin ja työn virtaukseen positiivisesti parantaen toimitusvarmuutta ja tuotannon reagointikykyä (Van Assen, 2018, s. 1313).

Lean-ajattelussa tuotannon läpimenoaikoja voidaan lyhentää poistamalla arvovirrasta odotuksia, turhia siirtoja ja ylimääräisiä varastoja, jolloin prosessin virtaus tehostuu (Womack & Jones, 2003). Tätä operatiivista tehokkuutta tukee Guptan ja Jainin (2013, s. 245) korostama "kerralla oikein" -periaate (eng. first-time-right), joka parantaa tuotannon laatua vähentämällä viallisten tuotteiden määrää ja niistä aiheutuvaa uudelleentyöstöä. Habekin ja muiden (2023, s. 311–312) tutkimus osoittaa, että Lean-käytännöillä oli myönteinen yhteys sekä prosessien että tuotteiden laadun paranemiseen. Laadun paraneminen ja prosessien vakiointi johtavat suoraan kustannussäästöihin, kun materiaalihukka ja resurssien turha käyttö minimoituvat. Taloudellisesta näkökulmasta Diesten ja muut (2021, s. 118–120) toteavatkin, että Lean-valmistuksella on positiivinen korrelaatio yrityksen kannattavuuteen parantuneella pääoman kiertonopeudella ja sijoitetun pääoman tuotolla. On kuitenkin huomioitava Diesten ja muiden (2021, s. 115–120) havainto siitä, että optimaaliset taloudelliset hyödyt edellyttävät pitkäjänteistä sitoutumista, sillä alkuvaiheen implementointikustannukset voivat hetkellisesti rasittaa tulosta ennen kuin tehostuneen toiminnan tuomat säästöt realisoituvat täysimääräisesti.

Taloudellisen suorituskyvyn näkökulmasta Lean voi vahvistaa kannattavuutta erityisesti silloin, kun tehokkuusparannukset, laadun paraneminen ja resurssien parempi käyttö realisoituvat pysyviksi toimintatavoiksi. Tällaiset vaikutukset eivät kuitenkaan yleensä synny välittömästi, vaan edellyttävät järjestelmällistä ja pitkäjänteistä toteutusta. (Barclay ja muut, 2022, s. 818–819)

4.4 Lean-menetelmän hyödyt ja haasteet

Lean-menetelmän hyödyntäminen tarjoaa organisaatiolle merkittäviä operatiivisia ja strategisia etuja, mutta niiden saavuttaminen edellyttää monimutkaisten haasteiden hallintaa. Abu ja muut (2019, s. 660–661) toteavat, että Lean-implementoinnin tärkeimpiä motiiveja ovat tehokkuuden lisääminen, työympäristön järjestäminen ja tilankäytön tehostaminen. Diesten ja muiden (2021, s. 118–120) mukaan keskeisimmät hyödyt realisoituvat tehostuneena resurssien käyttöasteena ja parantuneena taloudellisena suorituskyvynä, mikä perustuu suoraan hukkan eliminointiin ja prosessien virtauksen optimointiin. Tätä tukee Bertagnollin ja muiden (2021) havainto siitä, että Lean toimii nykyaikaisessa teollisuudessa myös kestävyuden moottorina vähentäen materiaalihukkaa ja energiankulutusta.

Diesten ja muiden (2021, s. 113–116) mukaan Lean-menetelmän taloudelliset hyödyt eivät ole automaattisia, vaan niitä voivat heikentää puutteellinen implementointi, lyhyen aikavälin kustannukset tai Leanin epäjohdonmukainen ja ei-kokonaisvaltainen toteutus. Haasteena on erityisesti implementoinnin alkuvaiheen kustannusrakenne; siirtymä Lean-toimintamalliin vaatii investointeja koulutukseen ja uusiin ohjausjärjestelmiin, mikä voi Diesten ja muiden (2021, s. 113) mukaan aiheuttaa lyhytaikaista suorituskyvyn laskua ennen kuin järjestelmän tuottavuushyödyt alkavat näkyä. Lisäksi Munron ja muiden (2022, s. 36) korostama ylläpitämisen vaikeus osoittaa, että suurin haaste ei ole työkalujen tekninen hallinta, vaan kurinalaisuuden säilyttäminen pitkällä aikavälillä. Abu ja muut (2019, s. 662–663) korostavat myös erityisesti työntekijäresurssien puutetta, osaamisvajetta, muutosvastarintaa ja toteutustiedon puutteita keskeisinä käyttöönoton esteinä.

Haasteet liittyvät usein myös siihen, että Lean ymmärretään liian kapeasti vain tehokkuuden välineenä. Van Assenin (2018, s. 1312–1313) mukaan Lean-työkalut eivät yksin riitä, vaan niiden rinnalle tarvitaan jatkuvan parantamisen kulttuuria ja johtamista, joka tukee muutosta. Tämän vuoksi Lean-menetelmän hyödyt eivät ole automaattisia, vaan ne riippuvat olennaisesti siitä, miten organisaatio kykenee hallitsemaan muutoksen käytännön toteutuksen. Bhadun ja muiden (2022, s. 3607) mukaan erityisesti pienissä ja keskisuurissa yrityksissä resurssien puute ja epävarmuus Lean-menetelmien hyödyistä vaikuttavat negatiivisesti onnistumiseen ja kehitykseen. Menetelmän suurimmat haasteet liittyvät usein juuri siihen, että kehitystyötä ei onnistuta ylläpitämään alkuvaiheen jälkeen osana arjen toimintaa (Habek ja muut, 2023, s. 311–312). Onnistunut Lean-johdaminen vaatii kirjallisuuden perusteella jatkuvaa tasapainoilua välittömien tehostamistoimien ja pitkäjänteisen kulttuurisen sitoutumisen välillä.

4.5 Onnistumisen edellytyksiä ja rajoittavat tekijät

Lean-menetelmän onnistunut implementointi eli käytännön jalkauttaminen organisaatioon edellyttää huomattavasti laajempaa muutosta kuin pelkkää uusien teknisten työkalujen käyttöönottoa. Belhadin ja muiden (2019, s. 803–804) mukaan erityisesti johtaminen, osaaminen, organisaatiokulttuuri ja käytännön toteutus vaikuttavat ratkaisevasti siihen, missä määrin Lean saadaan juurtumaan osaksi toimintaa.

Liker (2021, s. 39–41) korostaa, että Leanin ydin perustuu pitkän aikavälin ajatteluun, joka asettaa filosofiset tavoitteet lyhyen aikavälin taloudellisten voittojen edelle. Likerin (2021) mukaan menestyksekkäs muutos vaatii johdolta kykyä muokata organisaatiokulttuuria sellaiseksi, että jokainen työntekijä sitoutuu jatkuvaan parantamiseen osana päivittäistä työtään. Moni hanke epäonnistuu siinä vaiheessa, kun johto ei kykene ylläpitämään tarvittavaa tukea, resursseja ja sitoutumista muutosvastarinnan tai teknisten haasteiden ilmetessä (Dora ja muut, 2016).

Lean-menetelmän menestyksellä hyödyntäminen ei ole sattumanvaraista, vaan se on kytköksissä tarkasti määriteltyihin onnistumisen edellytyksiin ja organisaation kykyyn hallita rajoittavia tekijöitä. Lean-menetelmän onnistuminen ei riipu vain menetelmän teknisestä soveltamisesta, vaan siitä, miten hyvin organisaatio kykenee rakentamaan muutosta tukevan johtamisen, osaamisen ja osallistumisen kokonaisuuden (Barclay ja muut, 2022, s. 818–819). Keskeisin onnistumisen edellytys on johdon aito sitoutuminen, joka Likerin (2021, s. 39–41) mukaan tarkoittaa lyhyen aikavälin tulostavoitteiden alistaamista pitkän aikavälin filosofiselle kehitystyölle. Ilman tätä strategista selkänjojaa Lean-aloitteet jäävät usein pelkiksi irrallisiksi kokeiluiksi (Liker, 2021, s. 15–16). Dora ja muut (2016) täydentävät tätä huomioimalla, että johdon on kyettävä tarjoamaan jatkuvaa tukea ja resursseja myös silloin, kun alkuvaiheen implementointi aiheuttaa hämmennystä tai tilapäistä tuottavuuden laskua. Belhadin ja muiden (2019, s. 808–809) mukaan Lean-implemointi vaatii pitkän aikavälin ajattelua, koska muutoksen vaikutukset eivät aina näy nopeasti, vaikka kehittämistyö olisi oikeansuuntaista.

Tayalin ja Kalsin (2021, s. 1985–1986) mukaan onnistuminen Lean-työkalujen käyttöönotossa edellyttää vastuun siirtämistä prosessin laadusta ja kehittämisestä suoraan työntekijöille, mikä vaatii investointeja jatkuvaan koulutukseen ja osaamisen kehittämiseen. Koulutuksen ja osaamisen puute voi muodostua merkittäväksi esteeksi. Abu ja muut (2019, s. 662–663) osoittavat, että puutteellinen tietotaito ja heikko ymmärrys Lean-ajattelun käytännön toteutuksesta vaikeuttavat muutoksen etenemistä erityisesti alkuvaiheessa.

Rajoittavat tekijät liittyvät usein organisaation sisäiseen muutosvastarintaan ja resursien puutteeseen. Maware ja Parsley (2022, s. 5–13) toteavat, että jos työntekijät kokevat Leanin pelkästään työkuormaa lisäävänä kontrollimekanismina, muutosprosessi voi kohdata vastarintaa ja vaikeuttaa kehitystä. Rajoitteena toimii myös Munron ja muiden (2022, s. 36) esiin nostama kurinalaisuuden puute. Monet organisaatiot saavuttavat no-

peita tuloksia 5S-menetelmän alkujärjestelyillä, mutta epäonnistuvat tulosten ylläpitämisessä ja vakiinnuttamisessa. Lisäksi teknologinen osaamisvaje voi muodostua rajoitteeksi modernissa ympäristössä, missä Lean-prosessit integroituvat digitaalisiin järjestelmiin (Sony & Naik, 2020, s. 1–7). Onnistuminen vaatii kykyä tunnistaa nämä rajoitteet ennalta ja vastata niihin systemaattisella muutosjohtamisella ja avoimella viestinnällä.

5 Yhteenveto

Tämän tutkielman tavoitteena oli selvittää Lean-menetelmän soveltuvuutta, hyödyntämistä ja vaikutuksia tuotantoympäristöissä ja niiden kehittämisessä. Kirjallisuustutkielman perusteella voidaan todeta Lean-filosofian olevan dynaaminen johtamisfilosofia eikä pelkästään historiallinen autoteollisuuden työkalu. Lean-filosofia pystyy mukautumaan monen eri teollisuusalan ja -ympäristön vaatimuksiin. Lean-menetelmien avulla pystytään parantamaan tuottavuutta, tehostamaan toimintaa ja vähentämään hukkaa esimerkiksi standardoinnin, virtauksen hallinnan ja jatkuvan parantamisen kautta.

Tutkielman tulokset osoittavat, että Leanin vaikuttavuus perustuu operatiivisten työkalujen, kuten 5S-menetelmän, arvovirtakartoituksen (VSM) ja autonomisen kunnossapidon (AM) saumattomaan integrointiin osaksi organisaation toimintatapoja. Lean-menetelmän keskeinen arvo ei ole siis yksittäisissä työkaluissa tai menetelmän toteuttamisessa, vaan sen kyvyssä yhdistää operatiivinen tehokkuus, jatkuva oppiminen ja organisaatiokulttuurin kehittäminen yhdeksi kokonaisuudeksi.

Lean-ajattelussa systemaattinen hukan eliminointi ja prosessien vakiointi voivat parantaa tuotannon tehokkuutta ja laatua (Gupta & Jain, 2013, s. 242–245). Lisäksi ”kerralla oikein” -periaate vähentää virheiden syntymistä ja niistä aiheutuvaa uudelleentyöstön tarvetta (Powell ja muut, 2022, s. 3400–3402). Nämä operatiiviset onnistumiset muodostavat perustan sille positiiviselle vaikutukselle, joka on havaittavissa yrityksen taloudellisissa tunnusluvuissa. Diesten ja muiden (2021) kirjallisuuskatsaus viittaa siihen, että Lean-toimintatavalla on myönteinen yhteys yrityksen taloudelliseen suorituskykyyn. Vaikka Lean-menetelmät parantavat operatiivista suorituskykyä useissa tutkimuksissa, niiden vaikutus ei ole yhtenäinen eri toimialoilla. Yksittäisten työkalujen tehokkuus riippuu sovelluskontekstista.

Lean-filosofiaa hyödynnetään eri teollisuuden aloilla eri painotuksin. Yhteinen tavoite kuitenkin säilyy samana: prosessin virtauksen parantaminen, resurssien tehokkaampi

käyttö ja arvoa tuottamattoman toiminnan poistaminen tai vähentäminen. Kirjallisuuden perusteella voidaan todeta Leanin periaatteiden olevan siirrettävissä moneen eri toimialaan, mikä tekee Leanista laajasti sovellettavan menetelmän.

Lean-menetelmän soveltuvuus vaihtelee kuitenkin merkittävästi eri tuotantoympäristöissä. Valmistavassa teollisuudessa Lean hyötyy standardoiduista prosesseista ja ennakoitavasta materiaalivirrasta, kun taas esimerkiksi maataloudessa ja prosessiteollisuudessa ulkoiset tekijät ja tekniset rajoitteet vaikeuttavat sen suoraa soveltamista. Lean-menetelmän onnistuminen näyttää riippuvan erityisesti kolmesta tekijästä: prosessien ennakoitavuudesta, organisaation kyvystä mukauttaa menetelmiä sekä henkilöstön ja johdon sitoutumisesta. Lean ei ole kuitenkaan yksinkertainen yleistettävä ratkaisu, vaan kontekstisidonnainen lähestymistapa, jonka tehokkuus riippuu soveltamistavasta.

Lean-menetelmän keskeisiä työkaluja ovat muun muassa 5S-menetelmä, arvovirtakartoitus, Kaizen, PDCA-sykli, Just-In-Time ja Kanban. Näiden työkalujen avulla tuotantoprosessista voidaan tunnistaa hukka ja vaikuttaa sen vähentämiseen. Työkalut vähentävät myös virheitä, tukevat vakioitua toimintaa ja parantavat prosessin läpinäkyvyyttä. Lean-menetelmien vahvuus piilee siinä, että yhdessä käytettynä ne luovat toisiaan tukevan kokonaisuuden, mikä toimii paremmin kuin vain yksittäinen menetelmä. Esimerkiksi 5S-menetelmä luo perustan standardoinnille, arvovirtakartoitus (VSM) auttaa tunnistamaan hukkaa ja Just-In-Time sekä Kanban tukevat virtauksen hallintaa.

Lean-menetelmän käyttöönotolla on merkittäviä vaikutuksia organisaation henkilöstöön, prosesseihin ja taloudelliseen suorituskykyyn. Henkilöstön näkökulmasta tämä voi näkyä työmotivaation nousuna ja työtehtävien muuttumisena. Lean-ympäristössä työntekijä ei ole vain suorittaja, vaan kehittäjä ja havainnoija. Tutkimus osoittaa, että ilman henkilöstön sitoutumista, osaamisen kehittämistä ja jatkuvaa oppimista Lean-menetelmä ei toimi tehokkaasti. Monet artikkelit korostivat myös johdon sitoutumisen merkitystä. Prosessitasolla vaikutukset näkyvät lyhyempinä läpimenoaikoina, vähentyneenä materiaalihukana, parempana laatuna ja tehokkaampana tuotannon virtauksena. Lean-menetelmät

vaikuttavat myös organisaation kannattavuuteen. Menetelmien käytön hyödyt eivät välttämättä näy heti, kuten useissa tutkimuksissa korostettiin. Lean-ajattelun todellinen arvo realisoituu keskipitkällä tai pitkällä aikavälillä, kun toimintamallit ovat ehtineet vakiintua osaksi organisaation arkea.

Kirjallisuuden perusteella Lean-menetelmä toimii parhaiten tuotantoympäristöissä, joissa prosessit ovat ennakoitavia, standardoituja, toistuvia, vaiheittain eteneviä ja joissa hukkaa voidaan tunnistaa suhteellisen selkeästi. Tällaisia tuotantoympäristöjä ovat esimerkiksi valmistava teollisuus, kokoonpanotuotanto sekä standardoidut tuotantojärjestelmät. Lean-menetelmä soveltuu kuitenkin myös monimutkaisempiin ja vaihtelevampiin ympäristöihin. Lean-työkalujen suora soveltaminen on kuitenkin paljon haastavampaa, jos ympäristössä esiintyy suurta vaihtelua, epävarmuutta tai ulkoisia tekijöitä. Rakennusala, projektituotanto tai räätälöity valmistus ovat esimerkkejä vaihtelevista ympäristöistä. Näissä ympäristöissä korostuu erityisesti visuaalinen hallinta, suunnittelun luotettavuus ja henkilöstön osallistaminen jatkuvaan parantamiseen. Leanin toimivuus riippuu ennen kaikkea siitä, kuinka hyvin organisaatio kykenee sovittamaan menetelmän periaatteet omaan toimintaympäristöön.

Lean-menetelmä säilyttää merkityksensä myös nykyaikaisessa ja digitalisoituvassa teollisuudessa. Uudet teknologiat eivät korvaa Lean-ajattelua, vaan päinvastoin vahvistavat sitä ja parantavat saavutettavia tuloksia. Digitaalisten ratkaisujen avulla voidaan esimerkiksi mitata prosessin toimintaa paremmin, ennakoida häiriöitä ja tunnistaa hukka.

Kokonaisuutena kirjallisuustutkimuksen perusteella voidaan päätellä, että Lean-menetelmä on käyttökelpoinen lähestymistapa tuotantoprosessin kehittämisessä. Sen vahvuus perustuu kykyyn yhdistää operatiivinen tehokkuus, laadun parantaminen, henkilöstön osallistaminen ja pitkän aikavälin kilpailukyky yhdeksi toimintamalliksi. Organisaation on kuitenkin kyettävä muuttumaan ja ylläpitämään muutoksia onnistuneiden tulosten saavuttamiseksi.

5.1 Tutkielman rajoitteet

Tutkielman keskeisenä rajoitteena on kirjallisuuskatsaus menetelmänä. Tulokset perustuvat tieteelliseen kirjallisuuteen ja aiempaan tutkimustietoon, eivätkä empiiriseen aineistonkeruuseen. Tämä tarkoittaa, että Lean-menetelmän arviointi perustuu ainoastaan olemassa olevaan tutkimusnäyttöön. Käytetyt artikkelit ovat kuitenkin pääosin tuoreita ja edustavat laajasti eri teollisuudenaloja, mikä parantaa tulosten validiteettia.

On kuitenkin huomioitava, että kirjallisuudessa painottuvat usein vain onnistuneet implementaatiot. Käytännön tasolla haasteet, kuten muutosvastarinta, ylläpidon vaikeus tai resurssipula, voivat rajoittaa tulosten saavuttamista merkittävästi enemmän kuin teoreettiset mallit antavat olettaa. Tutkielmassa ei tarkasteltu syvällisesti esimerkiksi hankintalogistiikkaa, toimittajaverkostoja, jakeluketjuja tai laajempaa toimitusketjun hallintaa, vaikka ne voivat vaikuttaa merkittävästi Lean-menetelmien onnistumiseen.

5.2 Tulevaisuuden kehityssuunnat ja jatkotutkimusaiheet

Kirjallisuuden perusteella Lean-ajattelu on tulevaisuudessa vahvasti sidoksissa digitalisaation, automaation ja älykkäiden tuotannonohjausjärjestelmien kehitykseen. Datapohjainen automaattinen laadunvalvonta ja ennakoiva huolto voivat muokata henkilöstön työnkuvaa entisestään ja vähentää fyysisten työtehtävien tarvetta siirtämällä työtehtävien painopisteen enemmän valvontaan, analysointiin ja kehitykseen.

Kiinnostava jatkotutkimusaihe liittyy siihen, miten tekoälyä voidaan hyödyntää Lean-menetelmän tukena ja millaisia vaikutuksia näiden yhdistämisellä on työntekijöihin. Jatkotutkimusaiheeksi ehdotan empiiristä tutkimusta, jossa selvitetäisiin Lean-menetelmien käyttämistä yhdessä tekoälyjärjestelmien kanssa. Jatkotutkimuksessa voisi tarkastella tarkemmin, miten tekoäly ja automaatio voivat tukea jatkuvaa parantamista sekä millaisia haasteita Lean-ajattelun ja älykkäiden järjestelmien yhteensovittamiseen voi liittyä.

Mielenkiintoista olisi myös nähdä millaisissa tilanteissa tekoälyjärjestelmä on ristiriidassa Lean-menetelmien kanssa.

Lähteet

- Abu, F., Gholami, H., Mat Saman, M. Z., Zakuan, N., & Streimikiene, D. (2019). The implementation of lean manufacturing in the furniture industry: A review and analysis on the motives, barriers, challenges, and the applications. *Journal of Cleaner Production*, 234, 660–680. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.279>
- Abu, F., Mat Saman, M. Z., Garza-Reyes, J. A., Gholami, H., & Zakuan, N. (2022). Challenges in the implementation of lean manufacturing in the wood and furniture industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(1), 103–123. <https://doi.org/10.1108/JMTM-01-2021-0029>
- Akmal, A., Greatbanks, R., & Foote, J. (2020). Lean thinking in healthcare: Findings from a systematic literature network and bibliometric analysis. *Health Policy*, 124(6), 615–627. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2020.04.008>
- Barclay, R. C., Cudney, E. A., Shetty, S., & Antony, J. (2022). Determining critical success factors for lean implementation. *Total Quality Management & Business Excellence*, 33(7–8), 818–832. <https://doi.org/10.1080/14783363.2021.1894919>
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5346–5366. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>
- Belhadi, A., Touriki, F. E., & Elfezazi, S. (2019). Evaluation of critical success factors (CSFs) to lean implementation in SMEs using AHP: A case study. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(3), 803–829. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2016-0078>
- Bertagnolli, F., Herrmann, K., Rittmann, I., & Viere, T. (2021). The application of lean methods in corporate sustainability—A systematic literature review. *Sustainability*, 13(22), 12786. <https://doi.org/10.3390/su132212786>
- Bhadu, J., Singh, D., & Bhamu, J. (2022). Analysis of Lean implementation barriers in Indian ceramic industries: Modeling through an interpretive ranking process. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 71(8), 3606–3635. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2020-0540>

- Buer, S. V., Semini, M., Strandhagen, J. O., & Sgarbossa, F. (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976–1992. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1790684>
- Buer, S.-V., Strandhagen, J. O., & Chan, F. T. S. (2018). The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: Mapping current research and establishing a research agenda. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2924–2940. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1442945>
- Carrijo, P. R. S., Rader, M. L. B., Batalha, M. O., & Godinho Filho, M. (2024). Lean manufacturing in agriculture: Adapting the value stream mapping approach for farm management. *Operations Management Research*, 17, 1444–1468. <https://doi.org/10.1007/s12063-024-00517-w>
- Cravener, T. L. (1993). Pareto assessment of quality control in poultry processing plants. *Journal of Applied Poultry Research*, 2(3), 297–302. <https://doi.org/10.1093/japr/2.3.297>
- Dieste, M., Panizzolo, R., Garza-Reyes, J. A., & Anosike, A. (2021). A systematic literature review regarding the influence of lean manufacturing on firms' financial performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(9), 101–121. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2020-0304>
- Dora, M., Kumar, M., & Gellynck, X. (2016). *Determinants and barriers to lean implementation in food-processing SMEs: A multiple case analysis*. *Production Planning & Control*, 27(1), 1–23. <https://doi.org/10.1080/09537287.2015.1050477>
- Garcia-Buendia, N., Moyano-Fuentes, J., Maqueira-Marín, J. M., & Cobo, M. J. (2021). Lean supply chain management and performance relationships: What has been done and what is left to do. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 32, 405–423. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2021.01.016>
- Gillani, F., Chatha, K. A., Jajja, M. S. S., & Farooq, S. (2020). Implementation of digital manufacturing technologies: Antecedents and consequences. *International Journal of Production Economics*, 229, 107748. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107748>

- Gil-Vilda, F., Yagüe-Fabra, J. A., Crespo Márquez, A., & Hernández, V. (2021). From Lean Production to Lean 4.0: A systematic literature review with a historical perspective. *Applied Sciences*, *11*(21), 10318. <https://doi.org/10.3390/app112110318>
- Gupta, S., & Jain, S. K. (2013). A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, *8*(4), 241–249. <https://doi.org/10.1080/17509653.2013.825074>
- Hąbek, P., Lavios, J. J., & Grzywa, A. (2023). Lean manufacturing practices assessment: Case study of automotive company. *Production Engineering Archives*, *29*(3), 311–318. <https://doi.org/10.30657/pea.2023.29.36>
- Jelenc, L., Lerner, S., & Knapić, V. (2020). Strategy deployment using PDCA cycle. In *Lean Spring Summit 2020 Conference Proceedings: 5th International Scientific Conference*, 11–17. SSRN. <https://ssrn.com/abstract=3955890>
- Kajaste, V., & Liukko, T. (1994). *Lean-toiminta: Suomalaisten yritysten kokemuksia*. Metalliteollisuuden Kustannus.
- Klein, L. L., Tonetto, M. S., Avila, L. V., & Moreira, R. (2021). Management of lean waste in a public higher education institution. *Journal of Cleaner Production*, *286*, 125386. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125386>
- Kleszcz, D. (2018). Barriers and opportunities in implementation of Lean Manufacturing tools in the ceramic industry. *Production Engineering Archives*, *19*, 48–52. <https://doi.org/10.30657/pea.2018.19.10>
- Kumar, N., Hasan, S. S., Srivastava, K., Akhtar, R., Yadav, R. K., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, *50*, 1187–1194. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>
- Lean Lion. (ei päivästä). *Miksi 5S?* Noudettu 2.4.2026 osoitteesta <https://www.lean-lion.com/miksi-5s>
- Liker, J. K. (2021). *The Toyota Way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer* (2. painos). McGraw-Hill Education.
- Maware, C., & Parsley, D. M. (2022). The challenges of lean transformation and implementation in the manufacturing sector. *Sustainability*, *14*(10), 6287. <https://doi.org/10.3390/su14106287>

- Medeiros, N. C. de, Godinho Filho, M., Callefi, M. H., Ganga, G. M. D., Silva, J. M. N. da, Thürer, M., Negrão, L. L. L., & Lizarelli, F. L. (2025). Measuring employee involvement in Lean Manufacturing efforts: Proposal of a robust scale. *International Journal of Production Research*, 63(12), 4590–4615. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2448767>
- Müller, W., & Leyer, M. (2025). Lean and employee-driven digital process innovation behaviour: The mediating role of how employees perceive the lean degree. *Production Planning & Control*, 36(15), 2075–2090. <https://doi.org/10.1080/09537287.2025.2453919>
- Munro, R. A., Maio, L. J., Mayer, A. P., & Rice, G. L. (2022). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A quick reference guide to nearly 100 tools for improving quality and speed*. McGraw-Hill Education.
- Powell, D., Magnanini, M. C., Colledani, M., & Myklebust, O. (2022). Advancing zero defect manufacturing: A state-of-the-art perspective and future research directions. *Computers in Industry*, 136, 103596. <https://doi.org/10.1016/j.com-pind.2021.103596>
- Prashar, A. (2017). Adopting PDCA (Plan–Do–Check–Act) cycle for energy optimization in energy-intensive SMEs. *Journal of Cleaner Production*, 145, 277–293. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.068>
- Queiroz, G. A., Delai, I., Alves Filho, A. G., Santa-Eulalia, L. A., & Torkomian, A. L. V. (2023). Synergies and trade-offs between lean-green practices from the perspective of operations strategy: A systematic literature review. *Sustainability*, 15(6), 5296. <https://doi.org/10.3390/su15065296>
- Singh, S., & Kumar, K. (2020). Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018). *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2), 465–471. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012>
- Sony, M., & Naik, S. (2020). Industry 4.0 integration with socio-technical systems theory: A systematic review and proposed theoretical model. *Technology in Society*, 61, 101248. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101248>

- Talero-Sarmiento, L. H., Escobar-Rodríguez, L. Y., Gómez-Ávila, F. L., & Parra-Sánchez, D. T. (2024). A literature review on Lean healthcare: Implementation strategies, challenges, and future research directions. *Cogent Engineering*, *11*(1), 2411857. <https://doi.org/10.1080/23311916.2024.2411857>
- Tayal, A., & Kalsi, N. S. (2021). Review on effectiveness improvement by application of the lean tool in an industry. *Materials Today: Proceedings*, *43*, 1983–1991. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.431>
- van Assen, M. F. (2018). Exploring the impact of higher management's leadership styles on Lean management. *Total Quality Management & Business Excellence*, *29*(11–12), 1312–1341. <https://doi.org/10.1080/14783363.2016.1254543>
- Wang, J., Lv, H., Chen, M., Liu, C., Ren, W., Jiang, H., & Zhang, L. (2025). A systematic review of lean implementation in hospitals: Impact on efficiency, quality, cost, and satisfaction. *International Journal of Health Policy and Management*, *14*(1), 1–17. <https://doi.org/10.34172/ijhpm.8974>
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation* (Uud. p.). Simon & Schuster.