

Antti Haavisto

**LEAN VALMISTAVAN
TEOLLISUUDEN
TUOTEKEHITYKSESSÄ**

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Kandidaatintyö
Toukokuu 2021

TIIVISTELMÄ

Antti Haavisto: Lean valmistavan teollisuuden tuotekehityksessä
Kandidaatintyö
Tampereen yliopisto
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Toukokuu 2021

Työn tavoite on selvittää, miten leania on implementoitu valmistavan teollisuuden tuotekehityksessä, mitä leaniin tuotekehitykseen kuuluu ja missä olosuhteissa leaniin tuotekehitykseen kannattaa siirtyä. Aikaisempaa suomenkielistä tutkimusta ei ole tehty riittävästi ja kansainvälisten tutkimusten tulokset ovat keskenään jokseenkin ristiriitaisia.

Työn tutkimusmenetelmänä käytettiin kirjallisuusselvitystä. Työssä tutkittiin leanin tuotekehityksen viitatuimpia teoksia ja tutkimuksia, joissa arvioitiin monia viitattuja teoksia keskenään. Tutkimuksen aineistossa on sekä teoreettisia että käytännönläheisiä lähteitä, jotta mahdollisimman laaja ymmärrys leanista tuotekehityksestä saavutetaan.

Tässä työssä leani tuotekehitys määritellään leanin periaatteiden mukaan toimivaksi kokonaisuudeksi toimintoja markkinatilaisuudesta tuotteen lopettamiseen, ja sekä välillisen että välittömän hukan ja arvon määrittelystä hukan poistoon ja arvon toteutukseen. Tämän määritelmän lisäksi työssä selvisi, että leani tuotekehitys on konseptina hyvin erilaisesti määritelty eri asiantuntijoiden toimesta.

Tutkimuksen perusteella leania voidaan implementoida valmistavan teollisuuden tuotekehitykseen monella tavalla eri olosuhteissa. Lähes kaikissa tapauksissa pätee kuitenkin osittain samat hukat, joita voidaan lähteä työssä esitellyillä työkaluilla ja tekniikoilla poistamaan tuotekehityksen tehostamiseksi.

Leaniin tuotekehitykseen kannattaa siirtyä, jos tuotekehitys ei toimi riittävän tehokkaasti. Vaikka näkyviä hukkia ei tuotekehityksessä löydy, on työn perusteella suositeltavaa tarkastella omaa toimintaansa kriittisesti, jotta voidaan löytää abstraktimpaa hukkaa esimerkiksi tiedonsiirosta.

Avainsanat: Leani tuotekehitys, implementointimalli, arvontuotto, työkalut ja tekniikat, sidosryhmät

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
2. LEAN TUOTEKEHITYS	3
2.1 Leanin tuotekehityksen historia	3
2.2 Leanin tuotekehityksen jako elementteihin	6
2.3 Työkaluja ja tekniikoita	11
3. IMPLEMENTOINNIN OMAAN TUOTEKEHITYKSEEN	16
3.1 Syyt ja edellytykset leaniin siirtymiseen	16
3.2 Leanin tuotekehityksen aloitus	18
3.3 Implementointimalli	19
4. ESIMERKKEJÄ LEAN-YRITYKSISTÄ	24
4.1 Keskisuuri yritys	24
4.2 Suuri yritys	25
4.3 Pieni yritys	26
5. JOHTOPÄÄTÖKSET	29
LÄHTEET	31

LYHENTEET JA MERKINNÄT

SBCE	engl. Set Based Concurrent Engineering, tekniikka tuotekehitystilan maksimointiin
DFX	engl. Design For X, työkalu tuotekehityksen ja valitun toiminnan rajapinnan yhtenäistämiseksi
DFM	engl. Design For M, työkalu tuotekehityksen ja tuotannon rajapinnan yhtenäistämiseksi
LAMDA	engl. Look Ask Model Act, työkalu ongelmanratkaisuun

1. JOHDANTO

Lean on yhä käytetympi malli valmistavan teollisuuden tuotekehityksessä (León & Farris 2011). Leanin tuotekehityksen tavoite on tuottaa markkinoille jatkuvasti parempia tuotteita lyhyemmässä ajassa. Wangin, L. et al. (2011) mukaan tähän tavoitteeseen pyritään poistamalla niin kutsuttuja ”hukkia” tuotekehityksessä, jotta ideaalitilanteessa kaikki toiminnot lisäävät tuotteen arvoa. Sidosryhmiä pyritään osallistamaan tuotteen kehitykseen. Tuotteen arvo määritellään asiakkaiden mukaan ja arvoa pyritään lisäämään erityisesti asiakkaalle. (Wang, L. et al. 2011) Radekan (2013) mukaan erityisesti tuotannossa käytetty malli ei ole suoraan verrannollinen tuotekehityksessä käytettyyn vastineeseensa. Tuotekehityksessä turhuudet eivät ole yhtä konkreettisia kuin tuotannossa. (Radeka 2013, s. 17-19) Tästä syystä eri tahot määrittelevät lean-toiminnan tuotekehityksessä eri tavoin (León & Farris 2011).

Tämän työn tavoite on selvittää, miten leania voidaan teoriassa implementoida tuotekehitykseen, ja miten käyttöönotto on tapahtunut tosielämän tilanteissa. Motiivi työn taustalla on erityisesti suomenkielisen tutkimuksen puutteellisuus ja epäselvyys. Tutkimusmenetelmä työssä on kirjallisuuskatsaus. Menetelmä valittiin työn teoreettisuuden ja työn suorittamisen aikarajoitusten vuoksi. Työssä ei aikarajoitusten ja yhteistyökumppanien puutteen vuoksi ole mitattu tuloksia. Tarkoitus on vastata työssä seuraaviin kysymyksiin:

- Mitä lean tuotekehityksessä tarkoittaa?
- Missä tilanteessa leani tuotekehitys kannattaa aloittaa?
- Mitä eri vaiheita leanin implementoinnissa on?

Toinen luku vastaa edellä mainituista tutkimuskysymyksistä ensimmäiseen. Luvussa 2.1 kerrotaan leanin tuotekehityksen historiasta ja syistä, jotka ovat sen kehitykseen vaikuttaneet. Luvun lopuksi kerrotaan leanin tuotekehityksen määritelmä tässä työssä. Luvussa 2.2. kerrotaan mitä eri elementtejä aihetta tutkineet ovat sisällyttäneet leaniin tuotekehitykseen. Luvussa 2.3 kerrotaan työkaluista ja tekniikoista, joita voidaan käyttää toteuttaessa leanin periaatteita tuotekehityksessä. Koska työkaluja ja tekniikoita on paljon, perehdytään työssä vain muutamaankin yleiseen työkaluun, jotka toteuttavat keskenään eri funktioita.

Kolmas luku käsittelee leaniin tuotekehitysmalliin siirtymistä. Luvussa 3.1 kerrotaan missä tilanteessa kannattaa siirtyä leaniin tuotekehitykseen ja mitkä asiat vaikuttavat siirtymiseen. Luvussa 3.2 kerrotaan, mitä siirtymän alkuvaiheessa tapahtuu. Luvussa 3.3 esitellään leanin tuotekehityksen ja leanin implementoinnin eri vaiheet. Luvussa kerrotaan lisäksi yleisistä hukista ja arvontuotosta tuotekehityksessä. Luku vastaa kahteen viimeiseen tutkimuskysymyksestä.

Neljännessä luvussa kerrotaan muutamista leanin tuotekehityksen toteutuksista valmistavassa teollisuudessa. Tämä luku vastaa työn tavoitteessa mainittuun tosielämän tilanteiden tarkasteluun. Näiden tosielämän yritysten toteutuksia verrataan edellisten lukujen malleihin. Yritykset ovat eri kokoisia ja toteutuksissa on sekä yhtäläisyyksiä että eroja. Tutkimuksen resurssien rajoitteisuuden vuoksi tutkimuksessa tosielämän esimerkkeihin tutustutaan kirjallisuuden kautta.

Viidennessä luvussa kerrotaan tutkimuksen tulokset. Luvussa kerrotaan vastaukset asetettuihin kysymyksiin teorian ja toteutuneiden implementointi esimerkkien perusteella. Lopuksi pohditaan työn tavoitteen toteutumista ja jatkotutkimuksen aiheita.

2. LEAN TUOTEKEHITYS

Tässä luvussa kerrotaan lyhyesti tuotekehityksen ja leanin tuotekehityksen historiasta. Ensin kerrotaan, miten tuotekehitys on muuttunut ja mitkä ovat olleet tekijöitä, jotka ovat johtaneet erityisesti leanin tuotekehityksen kehitykseen. Seuraavaksi määritellään leanin tuotekehitys yleisellä tasolla. Viimeiseksi kerrotaan mitä elementtejä, työkaluja ja tekniikoita leaniin tuotekehitykseen sisältyy.

2.1 Leanin tuotekehityksen historia

Määritelläksemme leanin tuotekehityksen määrittelemme ensin tuotekehityksen itsessään. Tuotekehitysprosessi on määritelty monella tavalla. Jokinen (2010) määrittelee tuotekehityksen sisältävän toiminnot tuoteideasta tuotantoon siirtymiseen. Toisaalta Pessôan & Trabasson (2017) mukaan tuotekehitysprosessin voi kuvata sisältävän kaikki toiminnot, jotka toteutuvat markkinatilaisuudesta tuotantoon, myyntiin ja tuotteen toimitamiseen. Tuotekehitysprosessin voidaan myös nähdä sisältävän kaikki vaiheet markkinatilanteesta tuotannon lopettamiseen (Ulrich & Eppinger, Pessôa & Trabasso 2017., s.4 mukaan)

Määritelmästä huolimatta voidaan todeta, että tuotekehitys on yhteydessä lähes kaikkiin yrityksen osa-alueisiin. Holtin & Barnesin (2009) mukaan toimivalla tuotekehityksellä voidaan saavuttaa etua kokonaisvaltaisesti. Näistä yhteyksistä johtuen leanissa tuotekehityksessä on muodostettu työkaluja, jotta tuotekehitys huomioisi muitakin osa-alueita. Tuotekehitysvaiheessa tehdyt päätökset vaikuttavat muun muassa valmistettavuuteen ja valmistuskustannuksiin. Tuotekehitysprosessi on yhteydessä koko tuotteen elinkaaren. (Holt & Barnes 2009) Lisäksi tuotekehityksellä voi olla vaikutusta strategiaan muun muassa alihankintaketjuihin ja markkinointiin. Lean tuotekehityksessä voi välillisesti vähentää hukkaa huomattavasti myöhemmissä vaiheissa (Marodin et al. 2018).

Jokisen (2010) mukaan tuotekehitys oli ennen enemmän vastaantulevien tilanteiden mukaan ohjautuvaa, kuin tiettyihin menetelmiin sidottua. Tarve suunnittelumenetelmien kehittämiseen on seurausta tuotteiden eliniän lyhenemisestä. (Jokinen 2010) Pessôan & Trabasson (2017) mukaan toinen, erityisesti leanin tuotekehityksen kehittymisen syy, oli sarjatuotannon yleistyminen. Leanin kaltaisia integroituja tuotekehitysmalleja luotiin vastaamaan sarjatuotannon tuomiin haasteisiin. Artisaani-tyyliset tuotekehitysratkaisut eivät olleet riittävän tehokkaita. (Pessôa & Trabasso 2017, s. xxi) Tuotannon tehokkuuden

kasvaessa tuotekehitys ei pystynyt vastaamaan tehokkuutta ja siitä tuli uusi ongelma-kohta (Marodi et al 2018).

Tässä työssä tarkastellaan tuotekehitystä laajimmalla mahdollisella määritelmällä, keskittyen kuitenkin itse tuotteen kehitykseen ideasta tuotantoon siirtyväksi konseptiksi. Eri tuotekehityksen vaiheet kuvataan työssä kronologisesti vaiheesta seuraavaan. Todellisuudessa vaiheet ovat keskenään osittain yhdenaikaisia. Lisäksi erilaiset yleiset joustavat tuotekehitysmallit ja iteroinnit, joissa palataan vaiheissa taaksepäin, ovat tosielämässä käytössä (Pessôa & Trabasso 2017, s10).

Leanin tuotekehityksen määritelmä ei ole yksiselitteinen (Hoppmann et al. 2011). Tämä johtuu erityisesti siitä, että hukat ja arvon tuotto ovat tuotekehityksessä usein abstrakteja ja vaikeita mitata (León & Farris 2011). Välittömänä arvona tuotekehitysprosessissa nähdään tieto. Koska leanin periaatteita tuotekehityksessä ei ole määritelty yhtä tarkasti kuin tuotannossa, monen yrityksen pyrkimykset tehokkaan leanin implementoimiseen tuotekehityksessä ovat jääneet keskeneräisiksi epäselvyyksien vuoksi (León & Farris 2011)

Kuten johdannossa mainitaan, lean-malli on kehittynyt alkujaan erityisesti tuotannossa käytetystä lean-mallista, jonka ydintavoite on hukkien poistaminen ja sidosryhmien osallistaminen. Nämä hukat, eli toiminnot, jotka eivät lisää arvoa, eivät ole suoraan verrannollisia tuotekehitykseen (León & Farris 2011). Virhe tuotannossa, esimerkiksi valmistusvirhe, nähdään aina turhuudeksi. Sen sijaan hyvin dokumentoitu virhe tuotekehityksen aikaisessa vaiheessa voidaan nähdä arvokkaaksi kokemukseksi (Radeka 2013, s.4).

Alun perin leanin tuotekehitys esiteltiin lean-filosofian suureen tietoisuuteen tuoneessa kirjassa "The machine that changed the world" (Womack et al. 1990). Kirja kertoi Toyotan toimintafilosofiasta, jolla saavutettiin huomattavaa kilpailuetua kokeneempiin länsimaisiin kilpailijoihin nähden. Kirja keskittyy kuitenkin ensisijaisesti tuotannon lean-toimintaan.

Vaikka hukat eivät ole suoraan verrannollisia tuotekehitykseen, voidaan leanin tuotekehitys määritellä näiden lean-periaatteiden soveltamisena tuotekehitykseen. (Wang et al. 2011).

Womack et al. (1990) jakoi lean-prosessin seuraaviin vaiheisiin:

- arvon määrittely (define the value)
- arvovirtojen tunnistaminen (identify the value stream)
- tuotteen virtaaminen (flow the product)
- asiakasvetoisuus (pull)
- jatkuva parantaminen (strive for perfection “Kaizen”).

Vaikka tämä määrittely onkin alun perin tarkoitettu tuotantoon, voidaan sitä käyttää leanin tuotekehitysprosessin määritelmänä. Silloin materiaalin virtaaminen muutetaan tiedon virtaamiseksi.

Lean tuotekehitys ei ole konseptina enää sidottu kirjassa esitettyyn, vaan se sisältää muitakin tuotekehityksen parantamisen tekniikoita (Karlsson & Ahlström 1996). Tässä työssä leani tuotekehitys määritellään leanin periaatteiden mukaan toimivaksi kokonaisuudeksi toimintoja markkinatilaisuudesta tuotteen lopettamiseen, ja sekä välillisen että välittömän hukkan ja arvon määrittelystä hukkan poistoon ja arvon toteutukseen.

2.2 Leanin tuotekehityksen jako elementteihin

Seuraavaksi esitellään muutama työtä varten tehdyssä tutkimuksessa useasti esiintynyt leanin tuotekehityksen malli. Taulukossa 1 on kuvattuna mallin tekijät sekä elementit, jotka tekijät yhdistivät leaniin tuotekehitykseen.

Taulukko 1. *Leanin tuotekehityksen elementtejä (mukaan Wang 2011)*

<i>Määritelmän tekijä</i>	<i>Womack et. al. (1990)</i>	<i>Ward (2007)</i>	<i>Karlsson & Ahlström (1996)</i>	<i>Liker & Morgan (2006)</i>
<i>elementit</i>	johtaminen (leadership) yhteistyö (team work) kommunikaatio (communication) yhdenaikainen kehitys (simultaneous development)	Arvokeskeisyys (Value-focus) Liiketoimantalähtöinen prosessin kehitys (ESD) Vastuullisten asiantuntijoiden ryhmät (Teams of Responsible Experts) Monien ratkaisujen yhdenaikainen kehittäminen (SBCE) Kehitystyön rytmittäminen ja asiakasohjautuvuus (Cadence, pull and flow)	eri funktioita toteuttavien asiantuntijoiden työryhmät (cross-funktional teams) strategia (strategy) toimittajien osallistaminen prosessiin (Supplier involvement) yhdenaikainen tekninen kehitys (concurrent engineering)	Ihmiset (People) Prosessi (Process) Työkalut ja tekniikat (Tools and techniques)

Taulukossa 1 kuvattu Womacki et al. (1990) kehittämän mallin elementit ovat johtaminen, yhteistyö, kommunikaatio ja yhdenaikainen kehitys. Johtaminen määritelmässä perustuu kokeneisiin johtajiin, joilla on suuri vastuu tuotteen kehityksessä. Yhteistyö eri alojen osaajien kesken on tärkeää mallissa. Tietotaito koostetaan eri asiantuntijoiden henkilökohtaisista tiedoista. Tätä tietoa hallitsevat edellä mainitut kokeneet johtajat. Kommuni-

kaation pitää olla suoraa ja rehellistä. Kaikkien osallisten pitää pyrkiä yhteisymmärrykseen, ja tarpeetonta määrää päättäjiä pyritään välttämään. Kommunikaation ja tiedon siirron ollessa heikkoa syntyy turhuuksia, kuten informaation odottelu ja hyödyllisen tiedon katoaminen. (Womack et al. 1990 s. 71-192)

Karlssonin & Ahlströmin (1996) mallissa eri funktioita toteuttavien asiantuntijoiden ryhmät pyritään muodostamaan heti projektin alussa, jotta kehitys ei olisi ristiriitaista eri aloilla. Karlsson & Ahlström (1996) lisäsivät Womackin et al. (1990) malliin yhtiön strategian. Projektit eivät saa olla yksittäisiä ja niiden pitää toteuttaa yhteistä visiota yrityksen toiminnasta. Toimintatavat pyritään standardisoimaan. Alihankkijat pyritään osallistamaan kehitykseen, jotta tiedetään mahdollisista rajoitteista ja alihankkijat voivat rinnastaa oman kehityksen tehtävään tuotekehitykseen. Viimeinen elementti mallissa on yhdenaikainen tekninen kehitys. Tuotekehityksen ja tuotannon yhteistyö poistaa mahdollisia ongelmia tuotteen siirtyessä tuotekehityksestä tuotantoon. (Karlsson & Ahlström 1996)

Liker & Morgan (2006) julkaisivat Toyotan toiminnan perusteella mallin, joka jaetaan kolmeen elementtiin: ihmisiin, prosessiin ja työkaluihin. Jakotavan sisällä on samoja elementtejä kuin edellä mainituissa. Ihmisten alueeseen kuuluu kokeneet johtajat, eri funktioita toteuttavien asiantuntijoiden ryhmät, toimittajien ja asiakkaiden osallistaminen ja jatkuvan parantamisen kulttuuri (Kaizen). Prosessialueen periaatteita ovat arvontuotun maksimointi asiakkaalle ja yritykselle, kehitystilän maksimointi useilla konsepteilla, prosessimallien standardisointi ja joustavuus. Työkalut ja tekniikat-elementtiin kuuluvat kaikki edellisen kahden elementin toimintojen parantamiseen ja toteutumisen mittaamiseen kuuluvat toimintamallit. Näistä työkaluista ja tekniikoista kerrotaan lisää luvussa 2.3. (Liker & Morgan 2006)

Wardin (2007) mallissa elementit jaetaan arvokeskeisyyteen, liiketoimintalähtöiseen prosessin kehitykseen, vastuullisten asiantuntijoiden ryhmiin, monien ratkaisujen yhdenaikaiseen kehittämiseen ja kehitystyön rytmittämiseen ja asiakasohjautuvuuteen. Arvokeskeisyys jaetaan mallissa kehitystyössä asiakkaalle tuotettuun arvoon sekä operationaaliseen arvontuottoon eli tuotannossa syntyvään arvoon alkioista tuotteeksi. Prosesseilla pitäisi olla Wardin (2007) mukaan jatkuva tavoite menestyä liiketoiminnassa hyvän tuotteen kehityksen lisäksi. Vastuullisten asiantuntijoiden ryhmillä tarkoitetaan asiantuntijoiden vastuuta kehittää omaa toimintaansa ja tietopohjaansa jatkuvasti. Vastuu kehityksestä ei ole ainoastaan projektin johtajalla. Monia rinnakkaisia ratkaisuja pyritään kehittämään samanaikaisesti, jotta kehitystila pysyy mahdollisimman laajana. Näin pyritään

välttämään pakollisia rajapintoja ja ongelmatilanteita kehityksen loppuvaiheessa. Kehitystyötä pitää rytmittää asiakastoivomusten sekä oman kapasiteetin mukaan. Tämän elementin voi rinnastaa esimerkiksi helpommin ymmärrettävään varastonhallintaan. (Ward 2007, s. 21-249)

León & Farris (2011) jakavat leanista tuotekehityksestä tehdyn tutkimuksen seitsemään elementtiin. Aloittaessa implementointia kannattaa tutkia oman yrityksen toimintaa kaikkien näiden elementtien osalta. Nämä elementit ovat:

- suoritukset (performance-based domain)
- päätöksenteko (decision-based domain)
- prosessin mallinnus (process modeling-based domain)
- strategia (strategy-based domain)
- alihankkijat/yhteistyökumppanit (supplier/partnership-based domain)
- tiedonhallinta (knowledge-based domain)
- tuotannon lean-periaatteet (lean-manufacturing-based domain).

Suoritusperusteinen elementti perustuu toivottujen ja ei-toivottujen toimintojen mitattavuuteen ja määrittelyyn. Oikean määrittelyn teko ja abstraktien arvojen mittaaminen on vaikeaa sekä usein vaikeaa erottaa muusta toiminnasta ja yleisistä tuotekehityksen mittareista. Toiminnan mittarit voidaan jakaa sisääntulo- ja ulostulomittareihin. Sisääntulomittareilla mitataan valittujen toimintaperiaatteiden toteutumista kehityksessä. Esimerkiksi asiakkaan osallistaminen prosessiin voidaan mitata yksinkertaisuudessaan asiakaskontaktien määrästä prosessin aikana (Radeka 2013, s.51). Ulostulomittarit ovat prosessin tuloksen mittareita esimerkiksi läpivientiaikoja. Näistä sisääntulomittarien tulokset ovat helpommin erotettavissa muiden tuotekehitysprosessien tuloksista. Jokaisessa toimintaympäristössä ja projektissa pitää valita mittarit, jotka sopivat tilanteeseen (León & Farris 2011). Mittareita ei tarvitse välttämättä itse keksiä, vaan jatkuvasti suurenevasta tietokannasta löytyy yhä paremmin sopivia mittareita erilaisiin tilanteisiin. Leanin tuotekehityksen tutkimuksen voi itsessään nähdä tuotekehitysprosessina, jossa jatkuvasti kertyy ulostulona uutta tietoa. (León & Farris 2011)

Päätöksenteko-elementti perustuu päätöksenteon kategorisointiin ja tärkeimpien päätösten tunnistamiseen. Päätöksenteko korostuu yhdenaikaisen kehityksen ja eri funktionaalisten ryhmien määrän kasvaessa (León & Farris 2011) Yhteistyö päätöksenteossa ja suunnittelussa vaatii ajantasaista informaation jakoa. Tätä varten on kehitelty erilaisia tekniikoita. Esimerkiksi A3-tekniikoissa tärkein informaatio koostetaan fyysisiin A3-lappuihin (Saad et al. 2013, s. 871-873). Myös asiakkaat pyritään sisällyttämään jatkuvan

päätöksenteon piiriin. Asiakkaat eivät tee päätöksiä, mutta heidän tarpeensa ja vaatimuksensa pitää olla päätöksenteon perustana. Usein päätöksenteko jää kokeneiden monipuolisten osaajien vastuulle, niin kuin esimerkiksi Toyotalla (Liker & Mogan 2006). Kokeneita johtajia voi olla vaikea löytää ja heidän kontribuutionsa on erittäin tärkeä. Tästä syystä on tärkeää dokumentoida tietoa sekä kokemuksia ja jakaa niitä tuleville päättäjille. (León & Farris 2011)

Prosessin mallinnus-elementissä pyritään arvioimaan prosessin ulostuloa. Tärkein ulostulo on informaatio, eikä niin kuin tuotannossa fyysinen tuote (Wang, C. et al. 2011). Informaatio jaetaan hyödylliseen ja hyödyttömään informaatioon. Pelkästään informaatiovirran maksimointi ei riitä, vaan pitää hallita informaation laatua. Prosessin rakenne ohjaa toimijoita. Tästä syystä on prosessin mallinnuksessa ulostulon mallintamisen lisäksi tärkeää mallintaa prosessin rakenne, jotta sitä muokkaamalla voidaan kehittyä. Jotta yritys voi saavuttaa yhteisen toimintakulttuurillisen muutoksen, pitää prosessin tärkeimmät osat standardisoida. (León & Farris 2011)

Strategia-elementti perustuu leanin tuotekehityksen vaikutuksista yhtiön strategiaan. Muut seitsemästä elementistä keskittyvät pääasiassa yhden projektin hallintaan. Koska kuitenkin usein tuotannossa ja kehityksessä on monia tuotteita, pitää monia tuotekehitysprojekteja hallita samalla tavalla. Standardointi ja projektimallien uudelleen käyttö ovat edellytys nopealle projektin aloittamiselle ja jatkuvalla parantamiselle. Yrityksen strategiasta on vastuussa yleensä ylin johto, jonka kanssa on toimittava yhteistyössä, jotta siirtyminen leaniin tuotekehitykseen on mahdollista toteuttaa. Strategian mukaan toimiminen on erittäin tärkeää, koska kuten jo aiemmin työssä on kerrottu, tuotekehitys vaikuttaa laajasti koko yrityksen toimintaan. (León & Farris 2011)

Leónin & Farrisin (2011) mukaan viides elementti keskittyy alihankkijoiden ja yhteistyökumppanien hallintaan. Lean-filosofian periaatteiden mukainen tapa on mahdollisimman vähän alihankkijoita, joita ei oteta osaksi omaa prosessia. Kun alihankkijoita ei oteta osaksi prosessia, syntyy hukkaa epätietoisuudesta, informaation siirrosta ja tuotteiden laadunvalvonnasta johtuen. (León & Farris 2011) Lean-filosofian mukaan sidosryhmiä pyritään osallistamaan omaan toimintaan, jolloin näistä hukista päästään eroon. Tässä tapauksessa alihankkijoista tulee yhteistyökumppaneita. Yhteistyökumppanien tuotekehityksen ja oman tuotekehityksen pitäisi toimia yhdenaikaisesti. Koska toimimme markkinatalouden alla, ei kaikkea tietoa voi jakaa muille toimijoille. Liiallinen tiedon ja osaamisen jakaminen johtaa oman edun menettämiseen alalla. Todellisuudessa toimittajien

<i>Vahva projektin manageri</i>	X	X	X	X	X	X		X
<i>Spesialisti urapolku</i>				X	X	X		
<i>Työn virran hallinta</i>			X			X	X	X
<i>Vastuullinen suunnittelu ja hallinta</i>				X	X	X	X	X
<i>Projektien välinen tiedonsiirto</i>							X	X
<i>Yhdenaikainen kehitys</i>	X	X	X		X		X	
<i>Alihankkijoiden osallistaminen</i>	X		X			X		
<i>Tuotesalkun hallinta</i>						X		X
<i>Prototyypit, simulaatiot ja testaukset</i>							X	X
<i>Prosessin standardisointi</i>						X	X	X
<i>Monien ratkaisujen yhdenaikainen kehitys</i>				X	X	X	X	X

2.3 Työkaluja ja tekniikoita

Erilaisia työkaluja ja tekniikoita on kehitetty vastaamaan leanin tuotekehitysmallin periaatteita. Myös monet erilaiset työkalut ja tekniikat, jotka eivät ole erityisesti leania varten kehitettyjä, ovat hyvin soveltuvia leaniin tuotekehitykseen. Pessoa et al (2017 s. 227) mukaan lean-työkaluja voidaan käyttää lean-periaatteiden vastaisesti ja päinvastoin.

Työkaluja on kehitetty vastaamaan kaikkien edellisen luvun elementtien tarpeisiin. Työkaluja on muun muassa arvon määrittelyyn, arvovirtojen mallintamiseen, prosessien mallintamiseen, sidosryhmien osallistamiseen ja toiminnan mittaamiseen. Taulukossa 3 on koostettuna erilaisia työkaluja ja niiden lyhyt määritelmä.

Taulukko 3. *Lean työkaluja ja tekniikoita*

Työkalu/tekniikka	Kano	SBCE	A3	why-why	DFM	Modulaarisuus	Prototyy-pit
Kuvaus	<i>Luokitel- laan ominai- suuksia tärkey- den pe- rus- teella.</i>	<i>Luo- daan useita vaihto- ehtoisia ratkai- suja, joista valitaan paras.</i>	<i>Tiedon siirto fyysisiin A3 ko- koisiin lappui- hin, jotka ovat kaikkien saata- villa.</i>	<i>Etsitään ongel- man al- kupe- räistä lähde- ttä.</i>	<i>Tuote- kehityk- sessä otetaan huomi- oon tuo- tannon rajoitteet ja mah- dollisuu- det.</i>	<i>Tuot- teen jako toi- minnalli- siksi osako- konai- suuk- siksi.</i>	<i>Luo- daan proto- tyyppejä ratkai- suehdo- tuksista selkey- den vuoksi.</i>
Käyttö- tarkoitus	<i>Arvon määrit- tely</i>	<i>Suunnit- telutilan maksimi- mointi → lop- puvai- heen ongel- mien vä- henemi- nen.</i>	<i>Tiedon siirrosta johtuvan hukan mini- mointi. Tiedon visuaali- nen hahmot- taminen.</i>	<i>Hukan ja ongel- mien syiden löytö ja poista- minen.</i>	<i>Poiste- taan val- mistetta- vuu- vuu- desta synty- vää huk- kaa.</i>	<i>Osa-ko- konai- suuk- sien standar- disointi</i>	<i>Selkeyt- tää tuo- tekehi- tyksen vaihetta. Voidaan käyttää yhdessä SBCE kanssa.</i>

Työn laajuuden vuoksi kaikkia työkaluja ei voida esitellä, joten seuraavaksi esitellään tarkemmin muutama erilainen työkalu, jotka vastaavat eri tarpeisiin.

Kano on tekniikka, jolla arvioidaan asiakkaan tyytyväisyyttä päätöksenteon tueksi. Tekniikan on esittänyt Kano et al. (1996). Kametani et al. (2010) jakoi tuotteen ominaisuudet viiteen ryhmään. Ensimmäisessä ryhmässä on oletusarvoiset ominaisuudet (Must be quality). Näitä ovat ominaisuudet, joita asiakkaat pitävät itsestäänselvyytenä. Jos ominaisuudessa onnistutaan, asiakas vastaa neutraalisti. Jos epäonnistutaan, asiakkaat ovat hyvin pettyneitä. Jos näissä ominaisuuksissa epäonnistutaan, tuote ei pärjää markkinoilla. Esimerkki tämän kaltaisesta ominaisuudesta on auton ratti. (Kametani et al. 2010)

Toisessa ryhmässä ovat yksiulotteiset ominaisuudet (One dimensional quality). Tällaisia ovat ominaisuudet, jotka toteutuessaan aiheuttavat positiivisen reaktion asiakkaassa ja negatiivisen reaktion, kun eivät toteudu. Näitä ominaisuuksia mainostetaan ja niiden laadusta kilpaillaan muiden toimittajien kanssa. Esimerkiksi komponentin kestävyysaika voi olla tämän kaltainen ominaisuus. Kestävyysajaksi luvataan kaksikymmentä minuuttia. Jos komponentti hajoaa ennen kahtakymmentä minuuttia, asiakas ei ole tyytyväinen. Jos komponentti hajoaa myöhemmin, asiakas on tyytyväinen. Jos asiakkaat arvostavat jotain tiettyä kategoriaan liittyvää ominaisuutta, kannattaa sen laatuun panostaa. Siinä tapauksessa voidaan palvelusta laskuttaa enemmän. (Kametani et al. 2010)

Kolmannessa ryhmässä ovat ominaisuudet, joita ei odoteta, mutta saavat positiivisen reaktion toteutuessaan (attractive quality). Jos ominaisuuksia ei toteuta, asiakkaat suhtautuvat neutraalisti. Jos ominaisuudet toteuttaa, syntyy tuotteelle lisäarvoa. Tässä kategoriassa on mahdollista erottua kilpailijoista eniten ja synnyttää lisäarvoa omalle tuotteelle. Tämän kategorian ominaisuuksista pyritään luomaan uusia tarpeita asiakkaille, jolloin ominaisuudesta tulee ensimmäisen kategorian ominaisuus. Kategorian ominaisuus oli esimerkiksi nettiyhteys puhelimessa. Tämä ominaisuus on siirtynyt oletusarvoksi. (Kametani et al. 2010)

Neljännessä ryhmässä ovat ominaisuudet, jotka ovat asiakkaan näkökulmasta samantekeviä (Indifferent quality). Ominaisuus ei voi olla huonosti tai hyvin toteutettu, eikä se saa aikaan reaktiota asiakkaassa. Nämä ominaisuudet on hyvä tunnistaa siksi, että näissä ominaisuuksissa voidaan tehostaa tuotantoa. Muokkaamalla ominaisuudet mahdollisimman tehokkaiksi, päästään edullisempiin lopputuloksiin. Tällainen ominaisuus on esimerkiksi vahvistimen kotelon paksuus. Asiakkaalle on samantekevää, onko kotelo kolme vai viisi millimetriä paksu, kunhan laitteen sisältö pysyy kotelossa. Tuotannon kannalta paksuudella on suuri merkitys. (Kametani et al. 2010)

Kametaniin et al. mukaan (2010) viides ryhmä on käänteiset ominaisuudet (reverse quality). Ryhmän ominaisuuksien vastaanotto on negatiivista ja käänteinen ominaisuus olisi positiivinen. Tätä määrittelyä ei ollut Kanon alkuperäisessä mallissa (Chaudha et al. 2011). On myös ominaisuuksia, jotka otetaan vastaan eri tavalla kohderyhmän sisällä. Jotkut asiakkaat voivat esimerkiksi pitää yksinkertaisesta tuotteesta, jotkut monimutkai-

sesta. Nämä ominaisuudet vaativat optimointia asiakasympäristön mukaan. Ominaisuuksien määrittely eri ryhmiin luo perustan päätöksenteolle tuotteen kehittämisessä. (Kametani et al.2010)

Kano toimii tuotteen arvon määrittelyn työkaluna. Arvon määrittely asiakkaan näkökulmasta on leanin tuotekehityksen ensimmäinen askel (Wang, L. et al. 2011). Arvon määrittelyn lisäksi, eri vaatimukset kerätään arvojärjestykseen, joka helpottaa päätöksentekoa. Työkalu standardisoi arvon määrittelyn ja vaatimustenkeruun tiedonhallinnan.

SBEC (Set Based Concurrent Engineering) on tekniikka, jolla pyritään maksimoimaan suunnittelun mahdollisuudet projektin ajan. Monia ratkaisuja suunnitellaan samaan ongelmaan yhdenaikaisesti (Ward 2007, s. 134-140). Ensimmäinen SBCE:n vaihe on arvon määrittely, joka voidaan tehdä esimerkiksi Kano-tekniikan mukaisesti. Toinen vaihe on suunnittelutilan visualisointi. Vaiheessa tunnistetaan tuotteen alajärjestelmät ja päätetään, kuinka paljon mikäkin alajärjestelmä vaatii suunnittelua. Tämän jälkeen tunnistetaan alajärjestelmien väliset rajapinnat. (Khan et al. 2011)

Kolmannessa vaiheessa luodaan monia ratkaisuja eri alajärjestelmiin ja testataan ja mallinnetaan näitä ratkaisuja. Kaikki tieto tallennetaan ja arvioidaan ja oma edistyminen jaetaan muille. Neljännessä vaiheessa luodaan edellisessä vaiheessa tehdyistä alajärjestelmistä erilaisia ratkaisuja kokonaiseksi systeemiksi. Tämän jälkeen testataan ja mallinnetaan eri systeemivariantteja ja aloitetaan valmistuksen metodien suunnittelu. (Khan et al. 2011)

Viimeisessä vaiheessa päätetään tuotekonsepteista paras ja tehdään yksityiskohtainen määrittely. Tuote siirtyy tuotantoon ja tuotekehityksen aikana luodut ratkaisut dokumentoidaan jatkoa varten. (Khan et al. 2011)

SBCE-työkalussa konsepteja luovat ryhmät voivat olla esimerkiksi lean-periaatteiden mukaisia eri alojen asiantuntijoiden ryhmiä. Näin toimiessa jokainen konsepti täyttää paremmin eri sidosryhmien vaatimuksia ja välttyään ristiriitoisilta rajapinnoilta. (Khan et al. 2011)

Työkaluja tiedonhallintaa ja dokumentoinnin parantamiseen on olemassa lukemattomia. Tiedonhallinta ja dokumentointi on hyvä kohde aloittaa lean-työkalujen kokeilu, sillä riippumatta yrityksestä ja toimialasta, tietyt hukat pätevät aina. Näitä hukkia ovat esimerkiksi tiedon hakemiseen kuluva aika yrityksen sisällä ja työntekijöiden ajankäyttö tiedonsiirtämiseen (Graebisch et al. 2007). Näitä hukkia on kerätty luvussa 3.3.

Yksi työkalu tiedonhallintaan ovat erilaiset A3-tekniikat. Tekniikan tarkoitus on luoda visuaalinen kuvaus ongelmanratkaisuprosessista. Tästä voi kuka tahansa nähdä alkuperäisen ongelman, ongelmanratkaisuehdotukset, näiden nykytilanteen ja kuka on ehdottanut ratkaisua. Tekniikka on alun perin Toyotan lanseeraama. A3-tekniikka on saanut nimensä A3-paperikoosta. Kaikki informaatio pitää mahtua A3-arkille. Alkuperäinen ongelma voidaan löytää esimerkiksi why-why-tekniikan avulla, jossa ongelman ilmetessä ei lähdetä ratkaisemaan tätä kyseistä ongelmaa. Asianomaisilta kysytään, mistä ongelma johtuu (why), jolloin syntyy uusi ongelma ratkaistavaksi. Näin toimitaan siihen asti, että löytyy ongelma, johon ei vastausta löydy. (Pessôa & Trabasso, 2017 s. 128) Tämä ongelma kirjataan A3-arkkiin ja aloitetaan ongelmanratkaisu yhteistyössä. A3-tekniikoita on monenlaisia, mutta yhteistä niillä kaikilla on visuaalisuus ja turhan tiedon poistaminen dokumentaatioista. Aika, jota työntekijöillä kuluu tarvittavan tiedon hankintaan, pienenee ja visuaalisista A3-arkeista kokonaiskuva hahmottuu paremmin. (Saad et al. 2013, s.871-874)

Esimerkiksi näitä työkaluja käyttämällä voidaan standardisoida tuotekehitysprosessi ja luoda lean tuotekehitysmalli, jossa tarpeellinen informaatio virtaa sujuvasti. Näiden lisäksi tarvitaan työkaluja ja tekniikoita esimerkiksi arvovirtojen kartoittamiseen. Jotta hyödyt tai haitat prosessista on havaittavissa, tarvitaan mittareita. Kano-tekniikan mittareiksi voidaan määrittää esimerkiksi arvonmäärittelyssä mukana olleiden asiakkaiden määrä, asiakkaiden tyytyväisyys tuotteeseen, määrittelyssä kulunut aika ja tiedonsiirron tehokkuus. SBEC:tä voitaisiin mitata esimerkiksi eri konseptien määrällä, prosessiin kuluvalle ajalle ja pitkällä aikavälillä konseptien uudelleenkäytön määrällä. Eri arvojen toteutumista kannattaa havainnollistaa visuaalisesti samaan kuvaukseen, jotta nähdään mihin osaluueeseen kannattaa erityisesti panostaa.

3. IMPLEMENTOINNIN OMAAN TUOTEKEHITYKSEEN

Tässä kappaleessa kerrotaan ensin, mitkä asiat vaikuttavat leaniin siirtymisen kannattavuuteen. Seuraavaksi kerrotaan, miten transitio voidaan aloittaa. Lopuksi kerrotaan, mitä eri vaiheita leanissa tuotekehitysprosessissa ja sen implementoinnissa on.

3.1 Syyt ja edellytykset leaniin siirtymiseen

Ward (2007 s. 13) kertoo, että leanilla tuotekehityksellä voidaan vähentää:

- kehitykseen kuluvaan aikaan ja vaadittaviin resursseihin
- laadullisia ongelmia, aikataulun ja budjetin ylityksiä, sekä epäonnistuneiden tuotteiden määrää.
- hallinnollisia kuluja ja uudelleen käytettävän tiedon hukkaa

Ensimmäinen leaniin siirtymiseen vaikuttava asia on tarve. Jos yrityksellä on ongelmia edellisen listan asioissa, on syytä harkita siirtymistä leaniin. Vaikka ulkoiset mittarit kertovat hyvistä tuloksista, voi jo aikaisemmin mainittuja piilossa olevia hukkia löytyä systemaattisemman tarpeen arvioinnin tuloksena. Radekan (2013, s. 15-17) mukaan tarvetta voidaan arvioida muun muassa pyytämällä työntekijöitä tarkkailemaan nimettömästi ajankäyttöään. Näistä raporteista voidaan havaita, kuinka paljon työntekijät käyttävät aikaa arvon tuottoon ja kuinka paljon esimerkiksi tiedonhankintaan. Muistakin taulukossa 4 esiintyvistä hukista voidaan tehdä tarveselvitys.

Henkilöstöresurssit vaikuttavat leanin tarpeeseen ja implementoinnin onnistumiseen. Toisielämän tilanteissa, joita käsitellään luvussa neljä, vaikeinta oli implementoida ajatus kaikille työntekijöille. Työntekijöiden kyky tarkastella omaa toimintaansa kriittisesti on onnistumisen kannalta erityisen tärkeää (McElron 1996). Omien töiden välissä implementointia tekevät eivät onnistuneet implementoimaan leania neljännen luvun yrityksissä. McElronin (1996) mukaan strategisista muutoksista vastuussa olevien johtajien kannattaa tehdä esimerkkiprojekteja, jossa työntekijät pääsevät käytännössä tekemään ohjattuna uuden toimintatavan mukaan. Henkilöstöresurssien kohdalla voidaan nähdä olevan paradoksi leanin aloittamisessa. Henkilöstöstä pitäisi löytää joku, joka on vastuussa päätoimisesti leanin implementoinnista. Tämä voi olla hankalaa tilanteessa, jossa henkilöstö

on ylikuormitettu. Toisaalta leanin tuotekehitys vapauttaa henkilöstön kuormitusta (Ward 2007, s. 13).

Taloudelliset resurssit ja erityisesti vakavaraisuus määrittää, mitä organisaationaalisia muutoksia ja projekteja yrityksessä voidaan toteuttaa. Henkilöstöresursseja täytyy siirtää leanin implementointiin. Tällöin henkilö ei voi samanaikaisesti toimia omassa tehtävässään. Jos siirtymä ei onnistu, kaikki siihen käytetyt taloudelliset resurssit menevät hukkaan. Riittävä vakavaraisuus tarvitaan tai riskit on hyväksyttävä. Lisäksi riittävä likviditeetti viemään leanin implementointi loppuun budjetin ylittyessä on vaadittava riskittömään siirtymään. Pellisen (2017, s. 146-148) mukaan operationaaliseen riskiin vaikuttavat nämä yrityksen kriittiset voimavarat.

Olemassa olevan tiedon määrä on suuri vaikuttaja leaniin siirtymistä ajatellessa. Jos on kokemusta leanista esimerkiksi tuotannosta tai edellisistä työtehtävistä, on helpompi asennoitua positiivisesti leanin tuomiin muutoksiin. Jos omalla alalla on muita yrityksiä, jotka ovat onnistuneet leanin implementoinnissa, ei tarvitse luoda omaa mallia tyhjästä ja tulokset ovat helpommin ennustettavissa. Toisaalta usein pioneerit saavuttavat suurimpia tuloksia. On järkevää kerätä mahdollista olemassa olevaa tietoa henkilöstöltä, sillä Zolingen et al. (2001) mukaan tärkeää tietoa poistuu usein dokumentoimattomana yksittäisten työntekijöiden mukana.

Yrityksen johdon tuki on tärkeä leanin implementoinnin mahdollistaja. Ilman johdon tukea ei voida implementoida täydellisesti (Joku lähde). Radekan (2013, s. 197) mukaan kannattaa ottaa pilottiprojektiksi iso projekti, jotta johto näkee tulokset paremmin. Zolingen et al. (2001) mukaan tiedonsiirto yrityksissä on usein toimivaa työntekijöiden välillä, mutta ongelmia syntyy työntekijöiden ja johdon välisessä tiedonsiirrossa. Tiedonsiirron ongelmat johtuvat asenteista, eivätkä niinkään fyysisistä ja aikataulullisista haasteista (Zolingen et al. 2001).

Jos tuotekehitysprojektit ovat yksilöllisiä, voi olla vaikeampaa standardisoida toimintaa. Kuitenkin yksi yleisimmistä leanin tuotekehityksen periaatteista on standardisointi (Salgado & Dekkers 2018). Yksi Wardin (2007) ja Radekan (2013) mukaan onnistuneimmista lean-yrityksistä on suuria ajoneuvoja tuottava Scania. Heidän tuotteiden suuren tuote-

koon ja kompleksisuuden vuoksi yrityksellä voisi olla ongelmia tuotekehityksen standardisoinnissa. Scanialla ongelma on ratkaistu modulaarisuudella. Scania on jakanut tuotteensa toiminnallisiin osiin, joiden välillä on standardisoidut rajapinnat. Ominaisuuksia voidaan siis muuttaa muuttamalla vain osaa tuotteesta. (Ward 2007, s. 261-279)

Yrityksen koko vaikuttaa muun muassa tiedonhallinnan tarpeeseen ja riskeihin. Zolingen et al. (2001) mukaan päätöksenteko hidastuu usein yrityshierarkian takia. Mitä isompi organisaatio on, sitä enemmän on hierarkian tasoja ja tiedonsiirtoa. Tässä tiedonsiirrossa syntyy paljon hukkaa. Isossa yrityksessä, jossa on monta yhdenaikaista projektia, voidaan siirtyä leaniin projekti kerrallaan. Pienemmässä yrityksessä ei tämän kaltaista vaihtoehtoa saata olla, joten implementoinnista aiheutuvia riskejä ei voida hajauttaa.

Sidosryhmien määrä, yhteistyökykyisyys ja saavutettavuus vaikuttavat leanin tuotekehityksen onnistumiseen. Mitä enemmän on sidosryhmiä, sitä enemmän on vaiheita arvontuottamisessa. Mitä enemmän on vaiheita arvontuottamisessa, sitä enemmän hukkaa syntyy (Wang, L. et al. 2011). Toisin sanoen sidosryhmien määrän kasvaessa potentiaali leanin positiivisille vaikutuksille on suuri, mutta toiminnan aloitus on vaikeampaa. Jos hankinta tapahtuu esimerkiksi kaukaa eri maasta, voi olla vaikeampi kehittää yhdenaikaisesti tuotetta alihankkijan kanssa. Tähän vaikuttaa tietysti yhteistyökykyisyys.

3.2 Leanin tuotekehityksen aloitus

Kun alustava päätös Lean toiminnan aloittamisesta on tehty, on syytä aloittaa leanista tehdyn tutkimuksen ja ennakkotapausten systemaattinen tutkiminen (Pessoa et al. 2017). Radekan (2013, s 223-225) painottaa taustatyön laajuutta, jotta ei yritetä implementoida leania omaan yritykseen yhden lähteen perusteella, joka ei ole omaan tilanteeseen sopiva. Karlssonin ja Ahlströmin (1996) mielestä implementoidakseen lean-filosofia täydellisesti yrityksen toimintaan, tarvitsee toiminta kaikilla leanin elementeistä olla tarkoituksenmukaista. Radekan (2013 s. 193-197) mukaan leania voidaan implementoida osissa, jotta voidaan vertailla toimintamalleja yhdenaikaisen datan perusteella. Radekan kutsuu tällaista tapausta pilottiprojektiksi. Hyöty toimintamallissa on selkeän syyseuraus -suhteen muodostuminen. Lisäksi osittainen transitio vähentää riskiä, sillä vanhalla toimintamallilla toimivat projektit tuottavat odotettuja tuloksia. Wang, L. et al. (2011) tukee myös elementtien lisäämistä toimintaan yksi kerrallaan.

leaniin siirtymistä voidaan tarkastella yhtiön sisäisesti tai vaihtoehtoisesti hankkia ulkoista konsultointia. Monissa tapauksissa, kuten seuraavassa kappaleessa käsitellyssä Philipsin tuotekehityksessä, ei ole riittänyt, että leaniin siirtymistä ajaa implementoivat henkilöt toimivat tehtävässään oman työtehtävänsä ohella. Kaikissa seuraavassa kappaleessa käsitellyissä tosielämän esimerkeissä yhden henkilön tai ryhmän nimeäminen vastuuseen leaniin siirtymästä oli onnistumisen taustalla. Tosielämän esimerkkien perusteella siirtymisestä vastuussa olevien täytyy omalla toiminnallaan jatkuvasti ajaa kulttuuria eteenpäin, jotta leanin periaatteita aletaan omatoimisesti ajatella myös lean-tapatumien ulkopuolella.

Aloittaessa omaa implementointia kannattaa teorian tutkimisen lisäksi pyrkiä saamaan tietoa saman alan muiden toimijoiden käyttöönoton toteutuksista ja mennä fyysisesti paikalle katsomaan, miten muualla toimitaan. On hyvä käydä fyysisesti paikalla myös oman yrityksen muissa toimipisteissä ja yhteistyökumppanien tiloissa. Samanaikainen kehitys ja erilaiset DFX- tekniikat (Design for X) parantavat tuotekehityksessä luotua kilpailukykyä ja vähentävät koko tuotteen elinkaaren aikaista hukkaa (Holt & Barnes 2009). Jos vastahakoisuutta löytyy näistä sidosryhmistä, on leanin implementointi vaikeampaa. Hinesin et al. (2006) mukaan yhdenaikainen kehitys on tehokkain tuotekehityksen parantamisen keino. Siksi on siis erityisen tärkeää, että implementoinnin alkuvaiheessa selvitetään eri sidosryhmien halukkuudet osallistua leaniin kehitykseen.

3.3 Implementointimalli

Tässä luvussa kerrotaan, miten leanin implementointi voidaan toteuttaa valmistavan teollisuuden tuotekehityksessä. Ensin kerrotaan lyhyesti arvonluonnista, jota lean-prosesit ydinajatukseltaan ovat. Sitten kerrotaan yksittäisen leanin tuotekehitysprojektin vaiheet. Tämän jälkeen kerrotaan, miten lean implementoidaan yleisesti käytettäväksi malliksi yrityksessä.

Arvonluonti tehdään kolmessa osassa: arvontunnistaminen, arvonehdotus ja arvontuotto. Arvontunnistusvaiheessa sidosryhmät keräävät informaatiota vaatimuksistaan. Eri sidosryhmät eivät välttämättä osaa määritellä arvojansa selvästi (Pessôa & Trabasso 2017, s. 152). Arvonehdotus vaiheessa kerättyä informaatiota tutkitaan ja tehdään ehdotus arvojenmäärittelystä ja eri sidosryhmien arvojen tärkeyksistä ristiriitaisissa tilanteissa. Asiakkaat, työntekijät, yhteiskunta, johto ja yhteistyökumppanit osallistetaan pää-

töksentekoon. Tuotekehityksen, sidosryhmien ja johdon ollessa yhtä mieltä arvojen määrittelystä ja eri sidosryhmien arvojen painoarvoista ehdotus hyväksytään ja tuotteen piirteet hahmottuvat. (Wang, L. et al. 2011)

Arvontuotto näkyy eri sidosryhmille eri vaiheissa prosessia ja tuotteen elinkaarta (wang). Arvontuottoon kuuluu toimia kaikilta toisessa luvussa määritellyiltä seitsemältä leanin prosessin elementiltä. Tästä syystä on tärkeää, että riittävästi tietoa on kerätty ennen leanin implementaatiota. Arvonmäärittely on myös mitattavuuden pohja.

Womack et al. (1990) jakoi lean-prosessin seuraaviin vaiheisiin:

- arvonmäärittely (define the value)
- arvovirtojen tunnistaminen (identify the value stream)
- tuotteen virtaaminen (flow the product)
- asiakasvetoisuus (pull)
- jatkuva parantaminen (strive for perfection “Kaizen”).

Seuraavaksi kuvataan mallille vastine tuotekehitykseen.

Leanin tuotekehitysprosessin ensimmäinen vaihe on arvonmäärittely (Pessôan & Trabasson, s144-221). Arvonmäärittelyyn osallistetaan kaikki tärkeimmät sidosryhmät. Wang, L. et al. (2011) mukaan yrityksillä on yhdeksän huomioitavaa sidosryhmää: yhteiskunta, asiakas, loppukäyttäjä, työntekijä, yritys, johto, yhteistyökumppani, toimittaja, sijoittajat. Pessôan & Trabasson 2017 (2018, s. 145-149) mukaan prosessin ensimmäiseen vaiheeseen kuuluu myös hukkienmäärittely. Wang, L. et al. (2011) mallissa hukkienmäärittely tehdään yhdenaikaisesti arvovirtojenmäärittelyn kanssa, josta kerrotaan myöhemmin. Tämä johtuu siitä, että arvovirroista löytyy helposti poistettavaa hukkaa.

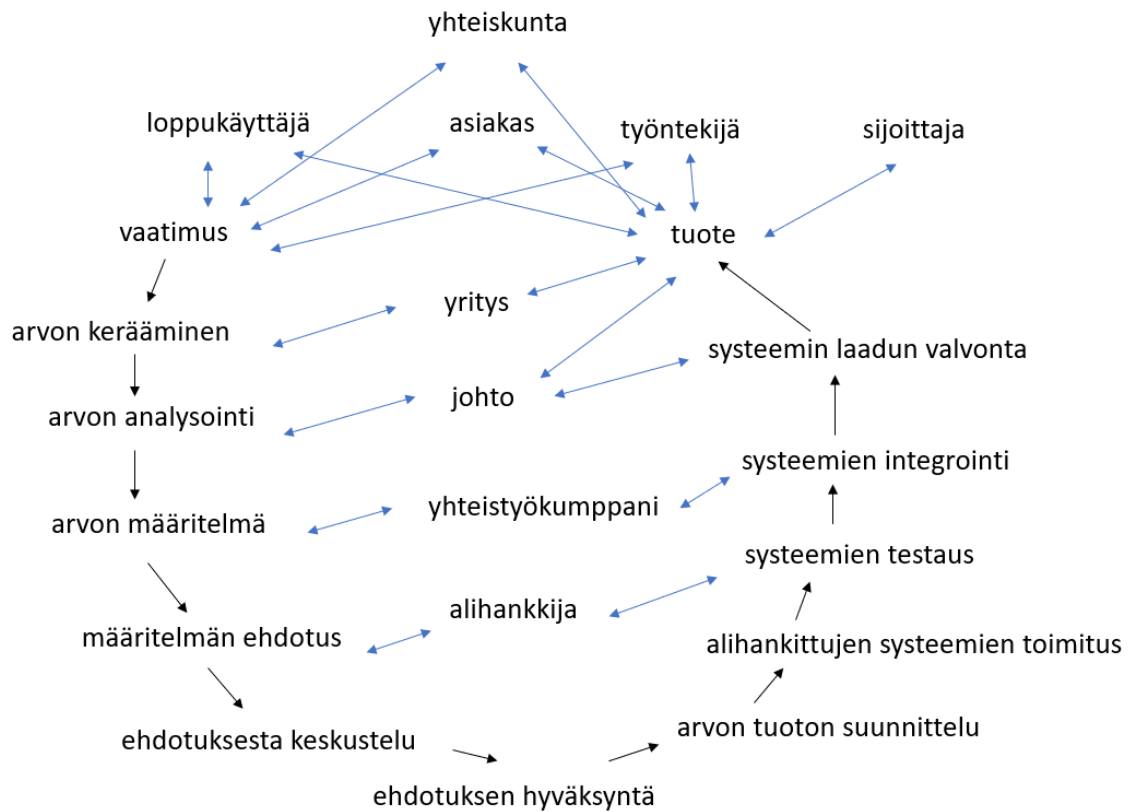
Hukat ja arvontuottaminen ovat yksilöllisiä tuotekehityksessä. Kaikissa tuotekehitysprosesseissa on kuitenkin yhteisiä välittömiä hukkia. Hukkia ja syitä niihin on listattu taulukossa 4.

Taulukko 4. Yleisiä hukkia tuotekehityksessä (mukaillen Graebisch et al. 2007)

Hukan syy	Esimerkki
huono laatuinen informaatio	vääriä tuloksia ja väärä tietoa
saatavuus	tieto ei ole saatavilla
tarkkuus	väärää tietoa
määrä	liikaa informaatioita → vaikea erottaa tärkeä tietoa puuttuu
tiedon valmius	väärä tiedon siirto formaatti
tiedon hukka tekstiin	tieto hukkuu väärin ymmärrettynä
ymmärrettävyys	konteksti epäselvä lukijalle
tulkittavuus	subjektiivisuus faktojen sijaan
objektiivisuus	tieto ei vastaa tarpeita
relevanssi	väärää tietoa
virheellinen data	tiedonsiirto liian monen henkilön kautta
liiallinen hyväksyttäminen	liiallinen tieto hidastaa kommunikaatiota
liiallinen datan virtaus	rakenteellisia hukkia
liiallinen monta ohjelmistoa	informaation hakemiseen kuluu aikaa
informaation haku	informaatio väärässä muodossa
tehoton kommunikaatio	tietoa ei jaeta
yhteistyökyvyttömyys	työntekijältä puuttuu oleellista tietoa
suoran saatavuuden puute	sääntöjä ei noudateta
systemin ulkopuolinen toiminta	budjetti ei riitä tehtävien suorittamiseen
riittämättömät taloudelliset resurssit	laitteet eivät pysty suorittamaan tehtäviä
riittämättömät tietotekniset resurssit	tarpeetonta tietoa väärille ihmisille
tiedon liiallinen jako	tiedon päällekkäisyys
liiallinen prosessointi	tieto siirtyy myöhässä
aikatauluista myöhästyminen	eri tehtävät tuottavat samaa tietoa
tietokantojen päällekkäisyys	sama tieto saapuu eri aikaan
saman tiedon eri aikainen kerääminen	tarkastamisesta johtuva väärä tieto
riittämätön laadunvarmistus	tieto kerättävä uudelleen
uudelleen tehtävä työ	väärää tietoa epäselvyydestä johtuen
epäselvät tavoitteet	alkuperäinen tiedonlähde ei löydy
epäselvä vastuunjako	työntekijät toimivat eri tavalla
epäselvät säännöt	tieto myöhästyy
liiallinen tarkkuus	tehtävälle ei ole suorittajaa
henkilöstöresurssit	työtilaa ei ole tehtävälle
tilaresurssit	vastaanottaja odottaa tietoa
tiedon odottelu	

Toisessa vaiheessa tunnistetaan hukat ja arvovirrat (Wang, L. et al. 2011). Kuvassa 1 on kuvattu yleisellä tasolla arvovirrat ja niihin vaikuttavat sidosryhmät.

Kuva 1. sidosryhmät ja arvovirrat mukaille (Wang, L. et al. 2011)



Arvovirta alkaa vaatimuksista ja päättyy tuotteeseen. Arvovirtojen määrittely toimii perusteena toimille, jolla prosessia lähdetään parantamaan. Kaikissa tuotekehitysprojekteissa ei ole yhtä paljon sidosryhmiä, joita tarvitsee huomioida. Mitä enemmän vaiheita arvon tuotossa on, sitä enemmän on hukkia. Hukat ovat myös vaikeampia löytää arvokeijun tullessa monimutkaisemmaksi. Kuvassa 1 ei ollut huomioitu uudelleen käytettävän tiedon kertymistä. (Wang, L. et al. 2011) Pessôan & Trabasson (2018, s.155) mukaan arvovirtojen tunnistamisen yhteydessä tunnistetaan, ketkä ovat vastuussa tietyn arvon kasvattamisesta ja jaetaan vastuut. (Wang, L. et al. 2011)

Kolmas vaihe implementoinnissa on työkalujen ja tekniikoiden valinta. Arvovirtojen ja turhuuksien määrittelyn perusteella valitaan sopivat työkalut ja tekniikat joko valmiina kokonaisuuksina tai muokaten omaa käyttöä paremmin tukeviksi. Jos valmiita ei löydy historiasta, voidaan myös tuottaa omia. Myös omaa toimintaa voi muokata työkalujen mukaiseksi. Uudelleen innovointi työkaluja ja tekniikoita valitessa voi olla myös itsessään hukkaa. (Wang, L. et al. 2011)

Neljäs ja viimeinen vaihe on leanin käyttöönotto. Käyttöönoton yhteydessä tehdään suunnitelma tavoitteista ja aikatauluista. Suunnitelmassa pitää kuvata kolmen alueen kehitystä: oikean tuotteen kehitystä, tuotteen arvontuoton kehitystä koko elinkaaren ajalta ja kehitystyön tehokkuuden kehitystä (Wang, L. et al. 2011). Oikean tuotteen kehityksellä tarkoitetaan sitä, kuinka hyvin tuote vastaa sidosryhmien vaatimuksiin. Vaikka oikean tuotteen kehitystä on syytä seurata jatkuvasti, on prosessin onnistumisen kannalta tärkeää päättää ajankohtia, jolloin tehdään laatutarkasteluja. Nämä laatutarkastelut kuvataan toimintasuunnitelmaan. Tuotteen arvontuoton kehitys koko elinkaaren ajalta kuvataan suunnitelmaan. Tähän kategoriaan kuuluvat esimerkiksi huoltosuunnitelmat ja käytöstä poiston suunnitelmat. Kehitystyön tehokkuutta voidaan seurata suunnitelmassa esimerkiksi seuraamalla tuotteen kehitysaikoja tai työntekijöiden työajan tehokkuutta. Näille asetetaan tavoitteet suunnitelmaan. (Wang, L. et al. 2011) Jatkuvan parantamisen periaatteen mukaan kappaleessa mainittu kierto alkaa aina alusta, kun saadaan tulokset ja uusia hukkia huomataan tai syntyy. (Wang, L. et al. 2011)

Implementointi kannattaa tehdä osissa (Wang, L. et al. 2011). Kuten jo aikaisemmin mainittiin, Radekan (2013) mukaan kannattaa ensin tehdä kattava taustatutkimus ja aloittaa pilottiprojektilla. Pilottiprojektin jälkeen Radekan (2013) mukaan seuraavat implementoinnin vaiheet ovat leanin systemaattinen implementointi tuotekehitykseen, organisaationaalisen muutoksen teko ja viimeisenä toiminnan ylläpito ja parantaminen. (Radekan 2013, s. 193-206) Wang, L. et al. (2001) mukaan organisaatiollinen muutos kannattaa myös tehdä vasta, kun on saatu hyviä tuloksia projekteista. Wang, L. et al. (2011) mukaan viimeinen vaihe on sidosryhmien parempi osallistaminen. Vasta kun oma organisaatio on täysin mukana, pyritään osallistamaan sidosryhmät yhtä hyvin.

4. ESIMERKKEJÄ LEAN-YRITYKSISTÄ

Tässä luvussa kuvataan muutaman valmistavan teollisuuden yrityksen siirtymistä leaniin tuotekehitykseen. Lyhyen kuvauksen jälkeen verrataan leanin implementointia edellisissä kappaleissa esiteltyyn implementointimalliin, ja mitä lean-toiminta yrityksissä pitää sisällään verraten työssä tehtyyn leanin määrittelyyn. Yritykset ovat kooltaan erilaisia, jotta tulokset olisivat mahdollisimman kattavia.

4.1 Keskisuuri yritys

Ensimmäinen käsiteltävä yritys on DJO Global, joka valmistaa lääketeollisuuden tuotteita. DJO Global aloitti leanin implementoinnin tuotekehitykseen 2003. Vaikka implementointiryhmällä oli vain yksi pieni tehdas ja suunnittelutoimisto työn alla, oli heillä paljon hukkia ja potentiaalia maksimoida arvontuottoa. DJO keskittyi erityisesti hukkien poistamiseen. He aloittivat ennen ”pakollisina hukkina” nähdystä, erityisesti dokumentoinnissa syntyvistä hukista. Pitkät tietyissä prosessin vaiheissa tehtävät raportit jaettiin pienempiin osiin, joita oli helpompi jatkuvasti päivittää. Toinen käytetty työkalu oli Kaizenkokoukset. Kaizen-kokouksissa ideoidaan yhdessä ongelmille ratkaisuja. Yhden Kaizenkokouksen tuloksena saatiin vähennettyä dokumentaatioiden ja allekirjoitusten määrää tuotteen siirtyessä tuotantovaiheeseen. Dokumentaatiot vähenivät 58 % ja vaaditut allekirjoitukset 61 %. (Radekan 2013, s. 43-52)

Kun omasta toiminnasta oli kokemusta, implementointiryhmä alkoi osallistaa yhteistyökumppaneita kehitykseen. Eri toimialojen osajia sisältävät ryhmät saivat aikaan paljon suurempaa organisaatiollista muutosta leania kohti. Näiden eri toimialojen osajien kohdalla käytettiin protostorming-työtappaa. Protostormingissa ryhmät luovat kehityksen alkuvaiheessa monia prototyyppejä, jotta ei suljeta vaihtoehtoisia kehitysehdotuksia liian aikaisin. DJO Globalin seinillä oli A3-kokoisia lappuja, joihin eri ongelmia ja ratkaisuehdotuksia kuvattiin. Näitä pystyttiin muokkaamaan jatkuvasti ja niistä pystyivät muita funktioita suorittavat ryhmät näkemään, missä vaiheessa kehitys on. Näitä lappuja käytettiin myös presentaatiovälineinä kokouksissa. (Radekan 2013, s. 43-52)

DJO Globalilla tunnistettiin tilanne, että tuotekehityksen ulostulomittareilla voidaan toimintaa arvioida vasta noin kolmen vuoden jälkeen. Tästä syystä leanin implementoijat

kehittivät kuusi sisäänmenomittaria arvioimaan lean-kulttuurin sisäistämistä. Nämä mittarit olivat:

- Montako kertaa menttiin tai kutsuttiin fyysisesti paikalle tuotannon työntekijöitä, yhteistyökumppaneita/alihankkijoita ja asiakkaita
- Tiedonhankinta ja -jako tapahtumien määrä
- Aikaisen kehitysvaiheen konseptien määrä
- Projektin päätyöryhmän henkilöstön muutokset
- Arvoa lisäävien ja turhien toimintojen suhteellinen ajankäyttö
- Kaizen-kokousten määrä. (Radekan 2013, s. 43-52)

Kappaleessa esitellyt seitsemän leanin elementtiä olivat kaikki edustettuna lopulta. Ensin lähdettiin parantamaan suoritusperusteisella alueella. Ensimmäinen parannusalue oli tiedonhallinnan ja prosessin mallinnuksen alueella. Dokumentointitapa muutettiin, jolloin tiedonhallinta parani ja prosessi tuotti tarvittavaa tietoa. Loput neljä elementtiä tuli toimintaan, kun sidosryhmiä alettiin osallistamaan toimintaan. Lean-työryhmän johtajan mukaan yhtiön strategian muutos alkoi näkyä tuotannon ja yhteistyökumppanien osallistamisen jälkeen. Päätöksenteonmalli muutettiin myös luomalla eri alan osaajista koostuvia ryhmiä.

4.2 Suuri yritys

Toinen tarkasteltava yritys on Philips, jonka motivaatio implementoida leania tuotekehitykseensä oli tuotteiden laadulliset ongelmat ja tuotekehitysvaiheen hitaus. Tuotteen laadullisia ongelmia korjatakseen Philips otti käyttöön Six Sigma-työkaluja mittaamiseen sekä osallisti enemmän asiakkaita tuotteiden testaamiseen. Nämä eivät vastanneet tuotekehitysvaiheen ongelmiin. Pyrkimykset leanin käyttöönotosta tuotekehityksessä olivat jääneet vajavaisiksi, koska käyttöönotosta vastanneet henkilöt tekivät implementointia omien töidensä ohella. Tuloksia alkoi syntyä vasta kuin nimettiin projektipäällikkö, joka sai keskittyä pelkästään leanin implementointiin. (Radekan 2013, s.107-166)

Projektiin nimetty ryhmä jakoi kirjallisuutta tuotekehitysryhmiin, jotta leanin periaatteet tulisivat tutuiksi. He toimivat jatkuvana tukena eri tuotekehitysryhmille, jotka alkoivat sisällyttää lean-periaatteita omaan toimintaansa. Projektiryhmä käytti työkaluna arvovirtojen kartoittamista, mutta tuotekehitysryhmien kanssa pidettyjen kokouksien jälkeen usein

palattiin vanhoihin malleihin. Strategian ja toimintakulttuurin muutos yrityksessä osoit-
tautui haasteelliseksi. (Radekan 2013, s.107-166)

Ratkaisu lean toiminnan implementointiin organisaatiollisella tasolla oli aikataulujen seu-
rannan muutos. Tuotekehityksen toimet aikataulussa pysymiseen jaettiin neljään tasoon.
Ylimmällä tasolla on tietyt tavoitteet, joille on annettu määräaika, jotta tuote saadaan
ajoissa markkinoille. Tämän tason vaiheet pysyvät vakiona kaikissa projekteissa. Toi-
sella tasolla ovat tärkeimmät päätöksenteot. Kolmannella tasolla määritellään tärkeät toi-
minnot, mitä pitää olla tehtynä, jotta ylimmän tason tavoitteisiin päästään. Tällä tasolla
luodaan informaatio, jonka perusteella toisella tasolla tehdyt päätökset tehdään. Alim-
malla tasolla on yksityiskohtaiset suunnitelmat. Näiden suunnittelutehtävien tilannetta
kuvataan visuaalisesti jatkuvasti ajantasaisilla dokumentaatioilla. Kyseessä oli saman-
kaltainen ratkaisu, kuin DJO Globalilla. (Radekan 2013, s.107-166)

Toimintojen ja aikataulujen seurannan muutos paransi Philipsillä päätöksentekoa ja tuo-
tekehityksen kokonaiskuvan hahmottamista. Kokemus leanista tuotannon puolelta ei it-
sessään riittänyt toimintamallin siirtämiseksi osaksi tuotekehitystä. Philipsin tapauksessa
käytettiin monia työkaluja ja toimintatapoja leanin implementointiin tuotekehityksessä,
mutta organisaatiollisen muutoksen sai aikaan prosessinmallinnuksessa tehdyt muutok-
set. Tapauksessa voidaan nähdä Karlssonin ja Ahlströmin (2007) teesin toteutuneen.
Kokonaisvaltaista lean-toimintaa ei voitu ainakaan Philipsin tapauksessa luoda ennen
kuin kaikki leanin osa-alueet olivat toimivalla tasolla. (Radekan 2013, s.107-166)

4.3 Pieni yritys

Nielsen-Kellerman on huomattavasti pienempi kuin edelliset yritykset. Heidän tuotekehi-
tyksessään on kolme työntekijää. Nielsen-Kellermanin tapauksessa ei ollut suurta tar-
vetta organisaationallisille muutoksille, sillä tieto on helpompi hallita, kun osallisia on vä-
hemmän. Ensimmäisenä Nielsen-Kellermanilla perustettiin tapaamisia, jossa tarkastel-
tiin ryhmässä kirjallisuutta leanista. Näissä tapaamisissa päätettiin kolmeksi tärkeim-
mäksi kehityskohteeksi kokousten tehokkuus, tärkeimmän tiedon keruu ja sen uudel-
leenkäytön toimivuus ja tuotekehitysprosessi itsessään. (Radekan 2013, s. 157-166)

Näiden ongelmien ratkaisun tueksi otettiin käyttöön Wardin (2007 s.189) luoma LAMDA
metodi. LAMDA on lyhenne sanoista: Look, Ask, Model, Discuss, Act. Ensimmäisessä

vaiheessa (Look) mennään fyysisesti ongelmapaikalle, jotta voidaan itse luoda parempi kuvaus ongelmasta. Lisäksi konsultoidaan ongelman parissa työskenteleviä. Toisessa vaiheessa (Ask) etsitään vastausta kahteen kysymykseen: miksi ja kuka tietää. Näiden vastaukset ovat ongelman pohjimmainen syy ja mahdolliset henkilöt, jotka voivat auttaa ongelman ratkaisussa. Kolmannessa vaiheessa (Model) luodaan visuaalisia malleja ongelmalle, jotta ongelma on helpommin hahmotettavissa. Neljännessä vaiheessa (Discuss) päätetään, eri sidosryhmät sisällyttäen, mitä toimenpiteitä tehdään ongelman korjaamiseksi ja huolehditaan siitä, että kaikki sidosryhmät ovat valmiita hyväksymään päätöksen seuraukset. Viimeisessä vaiheessa (Act) toteutetaan toimet ja dokumentoidaan tulokset. (Radekan 2013, s. 157-166)

Kokousten tehokkuutta parantaakseen Nielsen-Kellermanilla aiemmin käytössä olleet kokoustavat muutettiin visuaalisimmiksi. Ennen eri toimijat raportoivat projektin johtajalle suullisesti kokouksissa ja kirjallisesti sähköpostitse. Nielsen-Kellerman siirtyi systeemiin, jossa ilmoitustaululle kerättiin lappuja, jotka kuvasivat eri työvaiheiden edistymistä. Kun tuotekehityksen ulkopuolinen työntekijä kysyi tuotekehitysryhmänjohtajalta tuotekehityksen vaiheista, hän käytti taulua selityksensä tukena. Lopulta työntekijät oppivat lukemaan taulua itsenäisesti. (Radekan 2013, s. 157-166)

Tiedonkeruu ja hallinta oli Nielsen-Kellermanilla yksittäisten työntekijöiden vastuulla. Kahden päivän mittainen tiedonhallintakonferenssi pidettiin yhtiön eri osa-alueiden toimijoiden välillä. Kahden päivän aikana kerättiin tärkeimmät tiedot yksittäisiltä työntekijöiltä jaetulle serverille. Samalla kaikki perehdytettiin yhteiseen käyttöön kerättyyn materiaaliin. Suunnitelma tärkeimmän tiedon keräämisestä yhteiseen käyttöön tehtiin. Turhaa aikaa tiedonhaussa yrityksen sisällä saatiin kahdessa päivässä pienennettyä huomattavasti. (Radekan 2013, s. 157-166)

Tuotekehitysprosessi ei ollut aikaisemmin standardisoitu, sillä pienemmälle kehitysryhmälle ei ole niin oleellista luoda tarkkoja raameja prosessiin. Nielsen-Kellermanilla keskityttiin uudessa prosessimallissa standardisoimaan eri osastojen väliset vuorovaikutukset prosessissa. Esimerkiksi markkinointiryhmän kanssa siirryttiin A3-tiedonsiirtomalliin. Näin siirryttiin omalla tavalla eri alojen osajien ryhmiin. (Radekan 2013, s. 157-166)

Nielsen-Kellermanilla leaniin siirtyminen oli hyvin systemaattista. Ensin luettiin yhdessä kirjallisuutta, jota vertailtiin omaan toimintaan. Sitten määriteltiin suurimmat hukat, joista helpoimpia/selkeimpiä aloitettiin poistamaan. Tämän jälkeen Nielsen-Kellermanilla muutettiin tuotekehitysprosessi useampia sidosryhmiä sisältäväksi. (Radekan 2013, s. 157-166)

5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoite oli selvittää, miten leania voidaan implementoida ja on implementoitu tuotekehitykseen. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää, mitä lean tuotekehityksessä tarkoittaa, milloin on aiheellista siirtyä leaniin tuotekehitykseen ja miten siirtymä tapahtuu. Suoritetun kirjallisuustarkastelun tuloksena lean määriteltiin lean-periaatteiden mukaan toimivaksi kokonaisuudeksi toimintoja markkinatilaisuudesta tuotteen lopettamiseen, ja sekä välillisen että välittömän hukan ja arvon määrittelystä hukan poistoon ja arvon toteutukseen. Lisäksi useiden tutkimuksessa luettujen lähteiden mukaan leania tuotekehityksessä ei olla määriteltä selvästi ja tämä epäselvyys aiheuttaa ongelmia leanin implementoinnissa. Tarve leanin tarkalle määrittelylle ja sille, tarvitseeko kaikkia elementtejä sisällyttää tuotekehitykseen, nähtiin ristiriitaisena eri lähteiden välillä. Molemmissa tapauksissa olennaista on, että kaikki asianomaiset ovat tietoisia, mitä yritetään tehdä.

Tehdyn tutkimuksen mukaan leaniin tuotekehitykseen kannattaa siirtyä, jos tuotekehitys ei toimi riittävän tehokkaasti ja tuota tarvittavia tuloksia. Leanilla on teoriassa paljon hyötyjä tuotekehityksessä. Tärkeää on, että teoria siirtyy todellisuuteen. Leanin käyttöönottoon vaaditaan resursseja, jotka ovat aina jostain muusta toiminnasta pois. Tuotekehityksen vaikutukset ovat usein nähtävissä todella myöhään päätöksenteon jälkeen ja teknologian kehittyessä voidaan vuodessa jäädä monta vuotta jälkeen. Toiminnan muutos on riski, jota voi hajauttaa esimerkiksi siirtymällä leaniin osissa. Jos leanin implementointiin ei olla valmiita panostamaan, jää implementointi keskeneräiseksi ja koko implementointiyrityksen ajan tehdään enemmän tai vähemmän haittaa omalle toiminnalle.

Koska määrittely leanista tuotekehityksessä on jakautunut, on ensisijaisen tärkeää, että luodaan selkeä kuva, mitä leaniin kuuluu omassa tuotekehityksessä. Aloittaessa leanin implementointia, kannattaa lukea kirjallisuutta aiheesta, vieraila yrityksissä, joissa lean on käytössä ja mahdollisesti palkata ulkoista apua. Määrittelyyn kannattaa sisällyttää kaikki toisessa luvussa esitellyt elementit, vaikka ei kaikkiin aiotakaan paneutua siirtymän alussa. Tämä luo pohjan toiminnan kehittymiselle, jos hyvien tuloksien jälkeen pyritään jatkamaan leanin implementoimista eri osa-alueille.

Kappaleessa neljä käytyjen esimerkkiyhtiöiden tarinoiden perusteella vaikeimmaksi tehtäväksi leanin implementoinnissa voidaan tunnistaa organisaationaalisen kulttuurin

muokkaaminen sellaiseksi, että leanin periaatteita ajateltaisiin jatkuvasti, eikä vain johdon valvonnan alaisuudessa. Kulttuurin muokkautumiseen voi mennä kauan aikaa ja sitä vastaan voi olla vastarintaa. Tosielämän esimerkeissä erityisesti tärkeänä nähtiin dokumentaatiotapojen muuttaminen selkeäksi, visuaaliseksi ja ajankohtaiseksi. Sen lisäksi, että dokumentaatiotapojen muutos edisti kulttuurin muutosta, huonot dokumentaatiotavat ja tiedonsiirron ongelmat ovat yksi helpoiten poistettavista hukista tuotekehityksessä.

Työssä kerrottiin, mitä periaatteita ja työkaluja leaniin tuotekehitykseen kuuluu ja miten prosessin kierto tapahtuu yleisellä tasolla. Näistä valitsemalla omalle yritykselle sopivia käytäntöjä pystyy leanin ottamaan käyttöön valmistavan teollisuuden tuotekehityksessä. Transitio vaatii aikaa ja resursseja. Tärkeää on pyrkiä kyseenalaistamaan toimintatavat ja suhtautua muutokseen objektiivisesti. Lean-periaatteet voivat tuntua normaalien toimintatapojen järkeistämiseltä, mutta ennen kuin omaa toimintaa tarkastellaan kriittisesti ei hukkia löydykään. Vaikka hukkien merkitys kasvaa yrityksen koon kasvaessa, pienissäkin yrityksissä kannattaa harkita leaniin siirtymistä. Pienissä yrityksissä transitio voi olla helpommin toteutettavissa.

Työ onnistui määrittelemään leanin tuotekehityksen ja esittelemään elementtejä, joita leaniin tuotekehitykseen kuuluu. Tästä huolimatta selkeä kuvaus leanista tuotekehityksessä jäi edelleen saavuttamatta. Implementoinnin ja leanin tuotekehityksen eri vaiheet esiteltiin työssä riittävän kattavasti. Tosielämän esimerkit toimivat hyvin tukena teorialle, mutta harvasta löytyi tarkkaa mittaustietoa leanin vaikutuksista. Kriittisiä lähteitä leanille tuotekehityksessä oli haastavaa löytää. Leaniin siirtymiseen vaikuttavat asiat työssä ovat yleistettävissä muihinkin organisaationaalisiin muutoksiin ja uusiin projekteihin.

Jatkotutkimuksen aiheita löytyi työssä runsaasti ja erityisesti suomenkielisille lähteille on tarvetta. Erityisesti kaksi aihetta vaatii tutkimusta. Ensimmäinen puute on, että leania ei olla pystytty mittaamaan riittävän hyvin. Erityisesti mittareita, jotka erottavat leanin tuotekehityksen muusta tuotekehityksestä tarvitaan. Toinen tärkeä jatkotutkimuksen aihe on organisaation kulttuurin muuttamisen ongelmat. Monessa lähteessä mainittiin inhimillisten ominaisuuksien vaikutukset implementoinnissa, mutta niiden suhteellista merkitystä ei oltu esitetty.

LÄHTEET

- [1] Chaudha, Ankur et al. "Integration of Kano's Model into Quality Function Deployment (QFD)." *International journal of advanced manufacturing technology* 53.5 (2011): 689–698. Web.
- [2] Graebisch, Martin, Warren P Seering, and Udo Lindemann. "Assessing Information Waste in Lean Product Development." *Proceedings of ICED 2007, the 16th International Conference on Engineering Design*. DS 42. N.p., 2007. Print.
- [3] Hines, P., Francis, M. and Found, P. (2006), "Towards lean product lifecycle management: A framework for new product development", *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17 No. 7, pp. 866-887.
<https://doi.org/10.1108/17410380610688214>
- [4] Holt, Raymond, and Catherine Barnes. "Towards an Integrated Approach to 'Design for X': An Agenda for Decision-Based DFX Research." *Research in engineering design* 21.2 (2010): 123–136. Web.
- [5] Hoppmann, Joern et al. "A Framework for Organizing Lean Product Development." *Engineering management journal* 23.1 (2011): 3–15. Web.
- [6] Jeffrey K. Liker, and James M. Morgan. "The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development." *Academy of Management perspectives* 20.2 (2006): 5–20. Web.
- [7] Jokinen, T., 2010. Tuotekehitys. Aalto-yliopiston teknillinen korkeakoulu.
<https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/4819/isbn9789526033204.pdf>
- [8] Kametani, Tsuyoshi & Nishina, Ken & Suzuki, Kuniaki. (2010). Attractive Quality and Must-be Quality from the Viewpoint of Environmental Lifestyle in Japan. *Frontiers in Statistical Quality Control* 9. 315-327. 10.1007/978-3-7908-2380-6_20.
- [9] Kano, N., Seraku, N., Takahashi, F., and Tsuji, S. (1996), "Attractive Quality and Must-Be Quality", *The Best Quality, IAQ Book Series Vol. 7, ASQC Quality Press*, 165 - 186.
- [10] Karlsson, Christer, and Pär Ahlström. "The Difficult Path to Lean Product Development." *The Journal of product innovation management* 13.4 (1996): 283–295. Web.
- [11] Khan, Muhammad et al. "Set-Based Concurrent Engineering Process Within the LeanPPD Environment." *Improving Complex Systems Today*. London: Springer London, 2011. 433–440. Web.
- [12] León, Hilda C. Martínez, and Jennifer A Farris. "Lean Product Development Research: Current State and Future Directions." *Engineering management journal* 23.1 (2011): 29–51. Web.

- [13] Marodin, Giuliano et al. "Lean Product Development and Lean Manufacturing: Testing Moderation Effects." *International journal of production economics* 203 (2018): 301–310. Web.
- [14] McElroy, William. "Implementing Strategic Change through Projects." *International journal of project management* 14.6 (1996): 325–329. Print.
- [15] Pellinen, Jukka. *Talousjohtaminen . 2., uudistettu painos*. Helsinki: Alma Talent, 2017. Print.
- [16] Pessôa, Marcus Vinicius Pereira., and Luis Gonzaga. *Trabasso. The Lean Product Design and Development Journey A Practical View . 1st ed.* 2017. Cham: Springer International Publishing, 2017. Web.
- [17] Radeka, Katherine. *The Mastery of Innovation : a Field Guide to Lean Product Development .* Boca Raton, Florida: CRC Press, 2013. Print.
- [18] Saad, N.M., Al-Ashaab, A., Shehab, E. and Maksimovic, M., 2013. A3 thinking approach to support problem solving in lean product and process development. In *Concurrent Engineering Approaches for Sustainable Product Development in a Multi-Disciplinary Environment* (pp. 871-882). Springer, London.
- [19] Salgado, Eduardo Gomes, and Rob Dekkers. "Lean Product Development: Nothing New Under the Sun?: Lean Product Development." *International journal of management reviews : IJMR* 20.4 (2018): 903–933. Web.
- [20] Wang, Chao & Quesada, Henry & Kline, D. & Buehlmann, Urs. (2011). Using Value Stream Mapping to Analyze an Upholstery Furniture Engineering Process. *Forest Products Journal*. 61. 411-421. 10.13073/0015-7473-61.5.411.
- [21] Wang, L et al. "Focus on Implementation: a Framework for Lean Product Development." *Journal of manufacturing technology management* 23.1 (2011): 4–24. Web.
- [22] Ward, Allen C. *Lean Product and Process Development / Allen C. Ward*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute, 2007. Print.
- [23] Womack, James P., Daniel T. Jones, and Daniel. Roos. *The Machine That Changed the World .* New York: Rawson, 1990. Print.
- [24] Zolingen, S.J. van, J.N Streumer, and M Stoker. "Problems in Knowledge Management: a Case Study of a Knowledge Intensive Company." *International journal of training and development* 5.3 (2001): 168–184. Web.