



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Joni Kuokkanen

Tuotantovaihtoehtojen tarkastelu: malliratkaisu esimerkkitapaukseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

4.12.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Joni Kuokkanen Tuotantovaihtoehtojen tarkastelu: malliratkaisu esimerkkitapaukseen 36 sivua 11.12.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalous
Ohjaajat	yliopettaja Antero Putkiranta
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli tarkastella esimerkkitapauksen nykyistä valmistusprosessia sekä kahta esimerkissä esitettyä vaihtoehtoista tuotantomallia. Esimerkkitalauksen tietojen perusteella laadittiin eri tuotantomallien prosessi- ja arvovirtakuvaukset. Havaintojen perusteella esitettiin johtopäätös millä tuotantotyypillä esimerkkitapaus voi tehostaa toimintaansa.</p> <p>Tietopohjaosuus sisältää teoriaa tuotannonohjauksesta, tuotantotyypeistä, leanista ja tuotantoprosessien kehittämisestä. Tuotannonohjauksesta esitellään pääperiaatteet ja tuotantotyypit, sekä JIT-tuotannonohjausmalli. Lean osuudessa tutustutaan sen viiteen pääperiaatteeseen, hukkaan sekä arvovirtakartoitus –työkaluun.</p> <p>Nykytila-analyysissä käsiteltiin esimerkkitilanteen yrityksen liiketoiminnan ja tuotannon nykytila, sekä esitetään kaksi erilaista tuotantomallia ja niiden tuomat hyödyt. Kaikkia kolmea tuotantomallia vertailtiin keskenään prosessikuvauksilla sekä arvovirtakuvauksilla, sekä laadittiin tulosten perusteella ehdotus, mikä tuotantomalli esimerkkiyrityksen kannattaisi ottaa käyttöön.</p> <p>Tuloksena todettiin, että molemmilla vaihtoehdoilla yrityksen toiminta tehostuisi selvästi. Yrityksen kannattavuus parantuisi, jonka ansiosta yrityksen tulos ja kilpailukyky parantuisivat merkittävästi.</p>	
Avainsanat	Tuotantotyyppi, Lean, just-in-time, arvovirtakuvaus

Author Title Number of Pages Date	Joni Kuokkanen Review of production options: a model solution for the case example 36 pages 11 December 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management and Engineering
Instructors	Antero Putkiranta, Principal Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to examine the current manufacturing process of the example case study and two alternative production models presented in the example. Based on the data of the case scenario, the process and value stream descriptions of different production models were presented. Based on the observations, a conclusion was made on what type of production can enhance the case company's performance.</p> <p>The knowledge base includes the theories of production control, production types, lean, and the development of production processes. About production management the main principles and types of production are presented, as well as the JIT production management model. The lean section includes its five main principles, the waste and the value stream mapping method.</p> <p>The company's present state was analysed based on the example of the company's business and production, and also two different production models and their benefits were presented. All three production models were compared with each other using process description and descriptions of the values, and on the basis of the results, a proposal was made on which production model should be used by the example company.</p> <p>As a result, it was concluded that both options would make the company's operations more effective. The profitability of the company would improve, which would result in a significant improvement in the company's performance and competitiveness.</p>	
Keywords	production type, LEAN, just-in-time, value stream mapping

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	3
2	Tuotannonohjaus	4
2.1	Tuotantotyytit	5
2.2	Karkea- ja hienosuunnittelu	8
2.3	Just In Time -periaate	8
3	Lean	10
3.1	Lean-toiminnan historia	10
3.2	Lean-ajattelun viisi pääperiaatetta	11
3.3	Hukka	12
3.4	Arvovirtakuvaus	15
	Lähteet	36

Lyhenteet ja käsitteet

Arvovirta	käsittää kaikki vaiheet niin arvoa tuottavat kuin arvoa tuottamattomat työvaiheet, joita tarvitaan asiakastarpeesta tuotteen tai palvelun toimittamiseen asiakkaalle.
Imuohjaus	Tuotannonohjausmalli, jossa prosessin seuraava vaihe määrittelee materiaalityötarpeen edeltävälle prosessin vaiheelle.
JIT	Just-in-time, juuri oikeaan tarpeeseen. Teollisuudessa käytetty logistinen varastonhallinta- ja tuotannonohjausstrategia, jonka tarkoituksena on parantaa tehokkuutta tuotantoprosessissa.
Kanban	Kanban on Lean-periaatteen mukainen tuotannon ajoitusjärjestelmä, joka auttaa määrittämään, mitä pitää tuottaa, milloin ja millaisissa määrissä. Tämä mahdollistaa Just-In-Time-tuotannon (JIT).
Lean	Tuottavuuden parantamiseen tarkoitettu ajattelumalli, jossa pyritään parantamaan toimintaa jatkuvasti, sekä poistamaan prosessista kaikki turhat toiminnot, eli hukkaa.
MRP	Material requirements planning, materiaalien tarvelaskenta. Tuotannonohjausmalli.
Prosessi	Sarja suoritettavia toimenpiteitä, jotka tuottavat määritellyn lopputuloksen.
Solutuotanto	Tuotantotapa jossa pieni työryhmä valmistaa tuotteen alusta loppuun.
VSM	Value Stream Mapping, arvovirtakuvaus. Visuaalinen esitys siitä, kuinka materiaali ja informaatio virtaavat prosessissa.

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on tutustua artikkeliin ”Case Study U.S. Stroller”, jossa kuvataan yhdysvaltalaisen lastenrattaita valmistavan U.S. Strollerin valmistusprosessiin sekä laatia prosessi- ja arvovirtakuvaukset artikkelin tietojen perusteella. Työn tarkoituksena on kuvata artikkelin perusteella yrityksen nykytilan valmistusprosessi ja laatia arvovirtakuvaus sekä tehdä vertailu kahden tehostamisehdotuksen perusteella. Niiden avulla arvioidaan uudistusehdotusten tehokkuutta. Opinnäytetyössä käsitellään lean-periaatetta keskittyen hukkaan sekä prosessikuvausta ja arvovirtakuvausta.

U.S. Stroller valmistaa lastenrattaita ja jakelee ne lopputuotevarastoihin Yhdysvalloissa. Yritys valmistaa kolmentyyppisiä rattaita tyypillisellä, mutta melko raskaalla eränvalmistusjärjestelmällä. Viime vuosina yrityksen tulos on ollut heikkoa ja markkinoille on tullut kilpailijoita. Yrityksen valmistusprosessissa esiintyy paljon hukkaa. Artikkelissa esitellään kaksi erilaista tapaa yrityksen toiminnan tehostamiseksi. Ensimmäisessä vaihtoehdossa tuotantomalli on muutettu JIT-toimintamallin mukaiseksi ja valmistus toimisi imuohjausperiaatteella. Toisessa vaihtoehdossa esitetään solutuotantomalli, jossa yksi tehtaalla valmistaa kokonaisuudessaan vain yhtä lastenratasmallia. Molemmat esitetyt tehostamistoimet perustuvat lean-menetelmiin, ja niiden avulla pyritään tehostamaan yrityksen toimintaa virtausta parantamalla ja hukkaa poistamalla.

Opinnäytetyössä vertaillaan ehdotettujen toimenpiteiden vaikutuksia verrattuna nykytilaan tuotantoprosessin läpimenoajan ja kustannusten kannalta sekä arvovirtakuvausten avulla.

2 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan yrityksen tuotannon ohjausta. Tuotannonohjauksen tarkoituksena on hallita ja ohjata tuotantotoimintaa siten, että tuotannon tavoitteet toteutuvat parhaalla mahdollisella tavalla. Tuotannon ohjausperiaatteet sisältävät yritys-kohtaisia yksityiskohtaisempia sääntöjä ja tavoitteita. Tuotannonohjaukseen liittyy mm. seuraavat toiminnot:

- tuotannon suunnittelu (karkea- ja hienosuunnittelu)
- materiaali logistiikka
- valmistuksenohjaus
- tuotannon seuranta.

Tuotannonohjausjärjestelmänä eli ERP-järjestelmänä (Enterprise Resource Planning) voivat toimia monenlaiset ohjelmat. ERP-järjestelmän avulla voidaan hallita valmistusta ja materiaaleja. Tuotannonohjausjärjestelmien kehitys on alkanut 1960-luvulta, jolloin järjestelmät olivat melko yksinkertaisia. 1970-luvulla otettiin käyttöön MRP-järjestelmät (Material requirements planning), joiden tarkoituksena oli ottaa huomioon myös materiaalitardeet ja tarvehankinnat. (Kettunen & Simons 2001.)

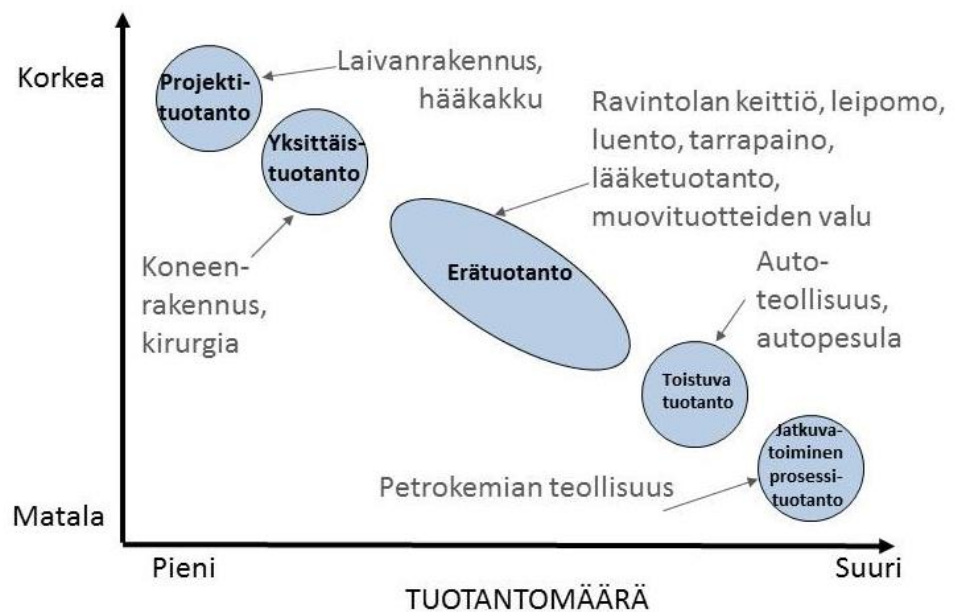
Toiminnanohjauksen tietojärjestelmän tehtäviä ovat:

- perustietojen ylläpito
- tapahtumatietojen hallinta
- tietojen välitys organisaation sisällä
- suunnitelmien laadinta ja ylläpito
- toteumatietojen keruu ja ylläpito
- asiakirjojen ja dokumenttien tuottaminen
- tilastoinnit ja raportointi (Haverila ym. 2009).

2.1 Tuotantotyypit

Tuotantotyyppi kuvaa minkälaisella prosessilla tuotetta valmistetaan. Erilaiset tuotantotyypit voidaan luokitella sen perusteella onko valmistus yhden kappaleen projektituotantoa tai monen kappaleen tuottavaa prosessituotantoa. Tarkemmin tuotantotyyppi voidaan erotella tuotantovolyymien avulla ja valmistettavan tuotevalikoiman avulla. Erilaisia tuotantotyyppijä on esitetty kuvassa 1., jossa on myös mainittu kyseisen tuotantotyypin tyypillinen toimiala.

TUOTANNON VAIHTELEVUUS
(variaatioiden määrä tuotevalikoimassa)



Kuva 1. Tuotantotyypit jaoteltuna vaihtelevuuden ja tuotantomäärän perusteella. (Tuotantomuodot 2018.)

Pienen tuotantomäärän projektituotantoon sisältyy suuri määrä vaihtelua jokaisen projektin ollessa oma yksilönsä. Kuvan 1 toisessa ääripäässä on suuren tuotantomäärän omaava prosessituotanto, johon sisältyy vain minimaalisen pieni muuntelu tuotteiden välillä. Kuvan 1 keskellä olevat tuotantomuodot eli yksittäistuotanto, erätuotanto ja toistuva tuotanto ovat kahden ääripään tuotantomuodon välimuotoja, joiden välillä tuotantomäärät ja tuotteiden välinen vaihtelun määrä eroaa toisistaan. (Tuotantomuodot 2018.)

Projektituotantoa käytetään tyypillisesti yksittäisten ja usein uniikkien tuotteiden valmistukseen. Projektituotannossa käytetään tyypillisesti joustavia resursseja, jolloin pystytään luomaan hyvin erilaisia tuotevariaatioita. Resurssit on usein ryhmitelty tuotantotehtävän mukaan (ns. funktionaalinen layout, eli samanlaiset toiminnot on ryhmitelty yhteen, kuten esimerkiksi hitsaus ja kokoonpano). Projektituotantoon liittyy oleellisesti tuotesuunnittelua asiakkaan tilausten perusteella. Yksittäistuotannossa on samoja piirteitä kuin projektituotannossa, mutta selkein ero projektituotantoon on yksittäistuotannossa esiintyvä tietty toistuvuus eri valmistusten välillä. (Tuotantomuodot 2018.)

Tyypillisessä erätuotannossa valmistettavia tuotteita valmistetaan erä kerrallaan. Erätuotannossa samaa tuotetta valmistetaan toistuvasti, mutta erien määrä ja koko voivat vaihdella. Tuotanto voidaan järjestää eri tavoin, kuten tuotantosoluiksi tai virtautetuksi tuotannoksi. Erätuotannossa tuotteiden välinen variaatio voi vaihdella jonkin verran. (Tuotantomuodot 2018.)

Toistuvassa tuotannossa ja jatkuvatoimisessa prosessituotannossa tuotteet valmistetaan ennalta määritellyissä tuotantolinjoissa, joissa eri työpisteet tekevät tarkkaan ennalta määritellyt tehtävät. Toistuva tuotanto on tarkasti organisoitua, jolla parantaa tuotannon kustannustehokkuutta. Toistuvan tuotannon tuotteissa voi olla eroja, mutta tuotevaihtelun vaikutus valmistukseen pyritään minimoimaan. Ennalta määritelty tuotanto ja matala vaihtelevuus johtaa siihen, että usein erilaisen tuotteen valmistus vaatii kokonaan uuden valmistuslinjan. Jatkuvatoiminen prosessituotanto eroaa toistuvasta tuotannosta lähinnä siltä osin, että siinä valmistetaan vain yhdentyyppistä tuotetta ja tuotevaihtelua ei ole tai se on hyvin minimaalinen. (Tuotantomuodot 2018.)

Tuotantotyypeillä on eroja monella eri tavalla ja niillä on erilaisia edellytyksiä. Kuvan 1 vasemmassa reunassa olevilla tuotantomuodoilla pääpaino on joustavuudella ja reagoitavuudella, oikeassa alalaidassa kustannustehokkuudella ja suurella tuotantomäärällä. Tästä johtuvat erot esimerkiksi tuotannossa käytettävissä koneissa ja laitteissa. Projekti- ja yksittäistuotannossa käytettävät laitteistot ovat mukautuvia ja joustavampia, kun taas toistuvassa ja jatkuvatoimisessa tuotannossa käytettävät laitteet ovat usein tuotekohtaisia tai ainakin huonosti muihin tuotteisiin sopivia ja joustavuus esimerkiksi tuotevaihtoissa on alhaisempi. (Tuotantomuodot 2018.)

Tuotannonohjauksen käytännöt ja mallit eroavat toisistaan melko paljonkin muodosta riippuen. Projektituotantoa voidaan ohjata projektin aikataululla kun taas esimerkiksi toistuvassa erätuotannossa sovitaan tuotantojärjestys optimaaliseksi ja tarvittavat materiaalit koordinoidaan tarkasti tuotantojärjestyksen mukaisesti. Tuotantotyyppistä riippuu myös miten tuotantolinja kannattaa rakentaa, eli miten laitteet ja työpisteet on järjestetty. Henkilöstöön liittyy myös erityyppisiä tarpeita tuotantomuodosta riippuen. Yksittäistuotannon työntekijän pitää pystyä hallitsemaan monta erityyppistä tehtävää, kun taas toistuvan tuotannon työntekijän tulee hallita pienempiä osia nopeasti ja tarkasti. (Tuotantomuodot 2018.)

Eri tuotantotyyppien välinen jako ei ole ehdoton eikä aina täysin yksiselitteinen. Samaa tuotetta voidaan valmistaa eri tuotantomuodoilla. Suuren erämäärän tuotetta voidaan valmistaa yhdellä tuotantolinjalla ja pienivolyyminen asiakasräätälöity tuote voidaan valmistaa yksittäistuotantona. Myös eri vaiheet tuotannossa voivat käytännössä olla eri tuotantomuotoja. Esimerkiksi tuotteen tietty osa tai moduuli valmistetaan yksittäistuotantona, mutta loppukokoonpano tapahtuukin toistuvana tuotantona. (Tuotantomuodot 2018.)

Eri tuotantomuotoja voidaan tarkastella myös edellä mainitun ryhmittelyn lisäksi materiaalivirran perusteella ja mitä materiaalille tapahtuu tuotannon eri vaiheissa. Tuotanto voi

Volyymi-vaihtelevuus –jaottelun lisäksi eri tuotantomuotoja voidaan hahmottaa myös materiaalivirran mukaisesti: kuinka paljon erilaisia nimikkeitä on missäkin tuotannon vaiheessa. Tuotanto voi olla hajottavaa (esimerkiksi sahataan erilaisia putkia) tai kokoavaa (laite kokonpanaan monista eri osista). Myös näiden yhdistelmiä käytetään, esimerkiksi modulaarinen tuotanto on tällaisen tyyppityksen mukaan kokoava-hajottava: monesta eri raaka-aineesta ja komponentista valmistetaan tiettyä moduulityyppiä, josta puolestaan kootaan erilaisia lopputuotteita. (Tuotantomuodot 2018.)

2.2 Karkea- ja hienosuunnittelu

Tuotannonohjauksen tasot voidaan jakaa kahteen osaan: karkeasuunnitteluun ja hienosuunnitteluun. Karkeasuunnittelu on pitkän aikavälin (usein viikkoa tai kuukausia) suunnittelua, ja hienosuunnittelu on lyhyen aikavälin (usein tunteja tai päiviä) suunnittelua. Karkeasuunnittelu on ylimmän tason suunnittelua ja se ottaa huomioon yrityksen myynin ja myyntiennusteet, sekä kokonaisvolyymit. Karkeasuunnittelun avulla voidaan luoda kapasiteettitarpeet ja nähdään tuotannonkuormitus usein usean kuukaudenkin päähän. Karkeasuunnittelun perusteella voidaan suunnitella esim. sopivat varastotasot. Karkeasuunnittelun tasolla määritetään kapasiteetit laitteille, koneille ja henkilöille. Karkeasuunnittelulla ei yleensä ohjata itse valmistusta, vaan sillä optimoidaan valmistukseen vaadittavat resurssit kysyntää vastaavalle tasolle. Karkeasuunnittelun keskeisimpiä tehtäviä on yrityksen toimituskyvyn hallinta. (Haverila ym. 2009.)

Hienosuunnittelu pohjautuu karkeasuunnitelmaan ja tarkentaa tuotannon tekemistä lyhyelle aikavälille ja määrittelee resurssitarpeet vuorokohtaisesti. Hienosuunnittelulla varmistetaan tuotannon tasainen kuormitus ja määritetään tarvittavat materiaalit ja niiden määrät. Hienosuunnittelun tavoitteena on muodostaa tarkka käsitys tuotannosta. Tuotteet valmistetaan hienosuunnittelussa syntyneen tuotantosuunnitelman mukaan. Hienosuunnittelussa suunnitellaan järkevät tuotantoerät valmistusaikoihin sekä oikeat resurssit tehtäville, joten hienosuunnittelussa täytyy ottaa tarkasti huomioon eri työvaiheiden vaiheajat sekä resurssitarpeet. (Haverila ym. 2009.)

2.3 Just In Time -periaate

Materiaalien tarvelaskenta -ohjauksen (MRP, Material requirements planning) tilalle alettiin 1980-luvulla etsiä uusia tuotannonohjausperiaatteita ja tehokkaampaa tuotantomallia. Japanissa syntyneen JIT (Just-In-Time) -periaatteen tunnusmerkkejä ovat korkea tuottavuus, pieni sitoutunut pääoma, hyvä laatu ja nopea läpäisy aika. JIT-tuotannon perustana on selkeästi kuvattu ja määritelty tuotanto, jossa materiaali virrat ja tuotannonohjaus on järjestetty mahdollisimman tehokkaasti ja selkeästi. Tuotantojärjestelmä sallii tuotetyyppien nopeat vaihtelut tuoteperheen sisällä, mutta valmistusmäärän on kuitenkin

oltava tasainen. JIT-tuotannon lähtökohtana on minimoida asetusajoja, mikä mahdollistaa eräkoon pienentämisen ilman, että kannattavuus kärsisi. Pieni erä koko lyhentää automaattisesti tuotannon läpäisyajoja sekä mahdollistaa pienemmät varastot. (Haverila ym. 2009.)

JIT-tuotannon keskeisiä periaatteita ovat:

- tehokas laadunohjaus
- henkilöstön sitoutuminen kehitystyöhön
- väliavarastojen minimointi tai poisto
- sopiva ja tasainen materiaalivirta
- toiminnan jatkuva kehittäminen
- ennaltaehkäisevä kunnossapito
- nopea läpäisy aika
- selkeät materiaalivirrat
- pieni valmistuserä koko
- tasoitettu tuotanto
- visuaalinen tuotannon ohjaus
- imuohjaus (Haverila ym. 2009).

JIT-periaatteen mukaan materiaaleja valmistetaan, siirretään ja kuljetetaan vain todellisen tarpeen mukaan. Todellinen tarve on lähtöisin asiakaskysynnästä. Suppeasti määriteltynä JIT onkin käytännössä sama asia kuin imuohjaus. JIT tavoittelee kysynnän nopeaa tyydyttämistä täydellisellä laadulla ja ilman hukkaa. JITin tavoitteina pidetään nol-lavarastoja, äärimmäisen nopeaa läpäisyajoa, virheettömyyttä, virtautettua tuotantoa, joustavaa tuotantoa ja kaiken tuhlauksen eliminointia. Materiaalivirta on JIT-periaatteen ydin. Pyrkimys on saada tasainen ja tarkoituksenmukainen materiaalivirta, jossa ei ole mitään ylimääräistä mukana, eli vain ne materiaalit joita tarvitaan ovat paikalla silloin kun niitä tarvitaan. Näin laajasti ymmärrettynä JIT lähestyy käsitteenä lean-ajattelua. Käytännössä JITistä ja leanistä on usein puhuttu rinnan, eikä tarkkaa rajausta näiden kahden käsitteen välille ole edes tarpeen tehdä. (JIT (Just-in-time) ja imuohjaus 2018.)

3 Lean

Lean on ajattelumalli, joka tuotannon näkökulmasta keskittyy tuotantoprosessin tuottavuuden parantamiseen. Lean-filosofiaan kuuluu olennaisena osana erilaisia työkaluja, joista tässä työssä keskitytään erityisesti Case Study U.S. Stroller -esimerkkiartikkelissa esitettyihin imuohjaukseen ja solutuotantoon sekä prosessikuvaukseen, hukkaan ja arvovirtakuvaukseen. (Womack ym 2007.)

3.1 Lean-toiminnan historia

Lean-toiminnan perustana toimii Toyotan TPS (Thinking Production System) tuotantojärjestelmä, joka kehitettiin toisen maailmansodan jälkeen. Tällöin hankala maailmantilanne pakotti Toyotan hakemaan uusia keinoja tuotantoonsa, jossa avaintekijäksi nousi tapa tehdä erilaisia autoja samalla valmistuslinjalla, mikä mahdollistaa joustavuuden, lyhyet läpimenoajat, paremman laadun ja tätä kautta kasvavan tehokkuuden sekä asiakastyytyvyyden. (Lean historia 2018.)

Lean-toiminnan filosofia ja toiminta ovat syntyneet muutostarpeesta, jossa ulkoiset muutokset toimintaympäristössä pakottivat muuttamaan tapaa toimia. Tämä toimii myös lean-toiminnan perustana, jossa kansakunnan ideat teolliselle kehitymiselle vaikuttivat vaatimattomilta ja toimintaan oli löydettävä uusia keinoja toimia tehokkaammin muun muassa Henry Fordin massatuotantomenetelmiä vastaan. Näin lean-toiminnan perustana toimivan alkuperäisen Toyotan tuotantomallin voi mieltää olevan oman aikansa tuote, jossa teollisuutta kehitettiin pyrkien löytämään kilpailuetua muihin. (Lean historia 2018.)

Lean-ajattelun lähtökohtana on asiakkaan arvo. Tämän ajattelun mukaisesti yrityksen tärkein tehtävä on tuottaa asiakkailleen arvoa. Kaikki muu on turhaa paitsi arvontuottaminen loppuasiakkaalle. Lean-tuotannossa onkin tärkeää määritellä tarkasti se, mitä arvoa tuotetaan ja halutaan tuottaa asiakkaille. Näin saadaan luotua määriteltyä arvoketju ja toimintoja voidaan tarkastella arvontuoton kannalta niin, että kaikki aktiviteetit voidaan jakaa arvoa tuottaviin ja tuottamattomiin aktiviteetteihin. Arvoa tuottavia toimintoja ovat

esimerkiksi toiminnot, jotka jalostavat materiaalia kohti asiakkaan haluamaa lopputuotetta. Tukitoimintoihin luokiteltavat toiminnot ovat aktiviteetit, jotka eivät suoraan tuo asiakkaalle arvoa, mutta ovat välttämättömiä, jotta arvontuotto olisi mahdollista. Hukka on taas toiminto, joka ei tuota arvoa eikä muutoin ole välttämätön ja joka voitaisiin poistaa tuotteen kärsimättä. Lean-ajattelun mukainen kehitys tarkoittaa, että kun asiakkaan arvo on määritelty ja tunnistettu arvoa tuottaviin ja tuottamattomiin aktiviteetteihin, sen jälkeen pyritään eliminoimaan kaikki hukka. Tämän lisäksi arvoa tuottavat aktiviteetit pyritään järjestämään mahdollisimman sujuviksi virtauksiksi. Virtauksina voi ajatella esimerkiksi tilaus-toimitusprosessia, materiaalivirtaa ja tuotteen markkinoilletuontiprosessia. Lyhyesti sanottuna lean on toimintastrategia, joka korostaa virtaustehokkuutta, eikä niinkään resurssitehokkuutta. Leanilla johdetun uuden työskentelytavan tarkoitus on virtaustehokkuus. (Tätä on Lean 2018.)

3.2 Lean-ajattelun viisi pääperiaatetta

Vaikka leanin operationaaliset työkalut ovat suurimmaksi osaksi kehitetty autoteollisuuden tarpeiden pohjalta, on siitä kehittynyt yksi merkittävimmistä nykyajan ajattelutavoista. Leania sovelletaankin yhä enemmän myös esimerkiksi tieto- ja palvelutyössä. Leanin periaatteita noudattamalla voidaan toimialasta riippumatta saavuttaa standardoitu ja tehokas organisaatio. (Tätä on Lean 2018).

Lean toimintamallin kuuluu viisi peruseriaatetta, jotka tähtäävät arvoa tuottamattoman toiminnan poistamiseksi organisaatiosta. (Haapasalo 2011.)

1. Arvon määrittely: tunnistetaan arvoa tuottavat toiminnot sekä arvoa tuottamattomat toiminnot. Organisaation tavoite on valmistaa tuotteita ja valmistusprosessin tavoitteena on luoda arvoa asiakkaalle, joko sisäiselle tai ulkoiselle, yli toiminnallisten rajojen. On hyvä tunnistaa myös omistajille luotava arvo. Asiakaslähtöisen arvomäärittelyn mukaisesti yrityksen tulee välttää tarjoamasta asiakkaille tuotetta, jonka yritys uskotelee olevan juuri sitä mitä asiakas haluaa.
2. Arvoketjun tunnistaminen: tunnistetaan jokaisen tuotteen arvovirta. Arvovirta on toimintojen ketju, joka käsittää kaikki tarvittavat vaiheet, jotka tarvitaan tuotteen

valmistamiseksi ja toimittamiseksi asiakkaalle. Arvovirtakartoitusta tulee tarkastella kriittisesti ja siitä tulee poistaa tarpeettomat toiminnot ja ominaisuudet. Valmistuksessa tulee pyrkiä siihen, että asiakkaan tarpeet otetaan huomioon ja toteutetaan täsmällisesti ilman hukcatekijöitä.

3. Virtauttaminen: organisoidaan jäljelle jääneet vaiheet jatkuvaksi virtaukseksi. Minimoidaan varastojen määrä ja odottamisaika eri vaiheiden väliltä, jolloin myös läpimenoaika lyhenee. Ideaalitulanteessa tuotteet virtaavat tuotantovaiheesta toiseen yksi kerrallaan jatkuvana virtana.
4. Imuohjaus: virtauksen kanssa pitäisi pääsääntöisesti käyttää vain imuohjausta. Asiakaskysyntään pitää vastata välittömästi ja tuote valmistetaan vain kun asiakas ilmaisee tarpeensa. Imuohjauksen vaikutukset varastojen kokoon ja läpimenoaikaan ovat merkittävät.
5. Täydellisyys: lopuksi, kun arvot, arvovirrat, virtaus ja imuohjaus ovat määritelty ja toteutettu, aloitetaan jatkuva parantaminen. Tavoitteena tulee olla jatkuva hukan ja tuhlauksen tunnistaminen ja poistaminen. Ilmenevät hukcatekijät poistetaan heti kun niitä esiintyy. Yrityksen tulee verrata omaa toimintaansa jatkuvasti kilpailijoihin ja ottaa oppia kilpailijoiden parhaista menettelytavoista. Tavoitteena ei ole kopioida muita, vaan soveltaa parhaat ideat omaan toimintaan sopivaksi. Toisin sanoen tavoitteena on vähemmän virheitä, enemmän joustavuutta ja juuri oikeita tuotteita juuri silloin kun asiakas ne haluaa.

3.3 Hukka

Valmistusprosessi on sarja suoritettavia toimenpiteitä, jotka tuottavat määritellyn lopputuloksen. Prosessi voidaan pilkkoa eri vaiheisiin suoritettavan toiminnan mukaan. Näille vaiheille voidaan määrittää arvo lean periaatteen mukaisesti. Tähän käytetään arvovirtakuvausta (VSM, Value Stream Mapping), joka on yksi leanissa käytettävä työkalu. Arvovirtauskuvauksen avulla voidaan määrittää, mikä prosessin vaihe koostuu arvoa tuottavasta ja arvoa tuottamattomasta toiminnasta. Arvoa tuottamattomasta toiminnasta käytetään termiä hukka. Prosessiin liittyy aina hukkaa, mutta leanin yksi tärkeimmistä osa-

alueista on hukkatekijöiden poistaminen. Hukka, japaniksi muda, tarkoittaa niitä prosessin vaiheita ja toimintoja, jotka eivät luo tuotteelle lisäarvoa asiakkaan näkökulmasta. Hyvä esimerkki kustannustehokkaasta järkiperaisesta lähestymistavasta ja organisaation toiminnan tehostamisesta on juuri hukan poistaminen organisaatiosta. Käytetty aika, materiaali, työntekijät, koneet ja tehty työ, jotka eivät luo tuotteelle lisäarvoa asiakkaan näkökulmasta, ovat hukkaa. Hukan poistamisella vähennetään tehokkaan työn tekemisen esteitä, jolloin käytettävissä olevat resurssit kohdistuvat arvon tuottamiseen. (Haapasalo 2011.)

Nykyisessä lean ajattelussa on esitetty seuraavat kahdeksan hukkatyyppiä: ylituotanto, odottaminen, virheet, tarpeeton kuljettaminen, tarpeeton liike, ylikäsittely, tarpeettomat varastot sekä hyödyntämätön potentiaali. (8 Wastes of Lean 2017.)

Ylituotanto on yksi pahimmista hukista lean-tuotannossa, sillä se aiheuttaa välillisesti kakkia muita seitsemää hukkaa. Ylituotantoa on tuotteiden liian suuret tuotantomäärät ja tuotteiden valmistaminen varastoon ennen kuin asiakas niitä tarvitsee. Ylituotannon haittoja ovat suurten varastojen tarve ja että se peittää prosessien kaikki muut ongelmat alleen. Ylituotannolla yritetään yleensä vastata asiakkaiden kysyntään, parantaa palveluvalmiutta ja varautua pitkiin tuotannon vaihtoihinkin, mutta silloin sidotaan turhaa pääomaa varastoihin, raaka-aineisiin, keskeneräiseen työhön ja valmiisiin tuotteisiin. Ylituotannon vähentämiseksi voi pienentää eräkokoja, nopeuttaa asetusaikoja, vähentää alussa syntyvien virheiden määrää ja yksinkertaistaa prosessia. (8 Wastes of Lean 2017.)

Odottaminen ja viivästykset johtuvat yleensä prosesseista, jotka eivät toimi optimaalisesti keskenään tai työmääriä ei ole tasoitettu. Esimerkiksi yksi prosessi voi olla hitaampi kuin toinen, jolloin nopeampi joutuu odottamaan toista prosessia tai se joutuu tekemään työtänsä hitaammin, jotta toinen prosessi ei tukkiutuisi. Prosesseissa voi olla myös pitkiä vaihtoaikoja, jolloin toinen prosessi joutuu odottamaan. Myös tuotannon epätasaisuus voi johtaa odotteluun, jos tuotteet eivät virtaa tasaisena läpi prosessien. Odottamista voi vähentää synkronoimalla tuotantovaiheet, yhdistämällä töitä, tasoittamalla työmäärät, kouluttamalla työntekijät ja käyttämällä visuaalisia jonoja. (8 Wastes of Lean 2017.)

Virheitä ovat tilanteet joissa tuote tai palvelu ei vastaa sitä mitä asiakas tarvitsee tai on pyytänyt. Virheellisten tuotteiden pois heittäminen tai uudelleen käsittely vie turhaan tuotavaa aikaa, materiaaleja, varastointitilaa ja tarvitsee kuljettamista. Laatuvirheitä pystyy välttämään käyttämällä aikaa tuotteiden suunnitteluun sekä prosesseihin ja tuotantovälineisiin. Myös vaihtelu ja standardien vastainen toiminta voi aiheuttaa laatuvirheitä. Laadun parantamiseksi käytetään laatustandardeita, standardidokumentointia, standardityötä sekä eliminoimalla jatkuvasti muita virhemahdollisuuksia. (8 Wastes of Lean 2017.)

Tarpeeton kuljettaminen tarkoittaa sellaista tavaroiden ja materiaalien tarpeetonta liikuttamista joka ei tuota lisäarvoa tuotteelle. Tarpeeton kuljettaminen lisää kustannuksia, koska sille pitää hankkia omat käsittelylaitteet ja palkata henkilökuntaa hoitamaan logistiikkaa. Se myös aiheuttaa turhaa odottamista seuraavaan tuotantovaiheeseen. Tavarat voivat myös mennä rikki, kun niitä joudutaan turhaan käsittelemään ja kuljettamaan. Tarpeetonta kuljettamista voidaan minimoida luomalla työsolut, luomalla paperittomat prosessit, vähentämällä toimittajia, minimoimalla siirtojen määrä ja luomalla varasto käyttöpaikalle. (8 Wastes of Lean 2017.)

Ylikäsittely tarkoittaa, että tuotteeseen tehdään arvoa, jota asiakas ei todellisuudessa tarvitse. Jos asioita tehdään varmuuden vuoksi eikä oikeaan tarpeeseen, niin resursseja kulutetaan turhaan työhön. Yliprosessointi sitoo resursseja turhaan sekä pidentää läpimenoaika ja käytettävät voimavarat ovat myös pois muista toimista, jotka voivat olla tärkeämpiä asiakkaiden ja kilpailukyvyyn kannalta. Ylikäsittely voi johtua epäselvistä standardeista tai siitä, että asiakkaan tarve ei ole aidosti selvillä ja tehdään asioita, joita asiakas ei tarvitse. Yliprosessointia minimoidaan suunnittelemalla tuote tai prosessi huolellisesti työvaiheiden minimoimiseksi ja yksinkertaistamiseksi sekä standardisoimalla työ. (8 Wastes of Lean 2017.)

Tarpeettomia varastoja syntyy jos raaka-aineita, materiaaleja, keskeneräisiä tuotteita tai valmiita tuotteita joudutaan varastoimaan kesken tuotantoprosessin. Varastointi pidentää tuotteiden/palveluiden läpimenoaika, tuo kustannuksia ja sitoo merkittävästi pääomaa. Varasto tarkoittaa myöskin esimerkiksi toimistossa keskeneräisen työn määrää. Turhista varastoista päästään eroon pienentämällä eräkokoa, nopeuttamalla läpimenoaika, vakioimalla tuotantovaiheet ja tasoittamalla kapasiteettiä. (8 Wastes of Lean 2017.)

Tarpeetonta liikettä on kaikki, jossa tuotetta ei muokata tai koota asiakkaalle arvoa tuottavalla tavalla. Tarpeettoman liikkeen kustannuksia ovat työvoiman tehottomampi käyttö, sekä hieman vaikeammin havaittava työntekijöille aiheutuvat fyysiset rasitukset, joita tulee nostoista ja muusta liikuttelusta. Turhaa liikettä ovat siis myös työntekijöille haitalliset ja epäergonomiset liikkeet. Turhaa liikettä voidaan välttää yhdistämällä eri vaiheita, poistamalla etsiminen, järjestämällä työtila selkeästi käyttämällä visuaalista ohjausta. (8 Wastes of Lean 2017.)

Hyödyntämätön potentiaali on luetaan nykyisin kahdeksanneksi hukaksi. Sillä tarkoitetaan työntekijän tai luovuuden ja osaamisen käyttämättömyyttä. Tällä tarkoitetaan kaikkia työntekijöiden kykyjä, parannusehdotuksia ja oppimismahdollisuuksia, jotka jäävät huomioimatta tuottaen hukkaa. Hukkaa syntyy esimerkiksi kun työntekijä huomaa hukkaa aiheuttavia asioita tai tarpeettomia vaiheita prosessissa, mutta häntä ei kuunnella. Siksi henkilöstöllä on suuri rooli lean-filosofian omaksumisessa ja tuotannon tehostamisessa. Henkilöstöllä pitää olla mahdollisuus osallistua kehittämiseen ja tuntea kuuluvansa työyhteisöön. (8 Wastes of Lean 2017.)

3.4 Arvovirtakuvaus

Arvovirta- eli VSM-kuvaus (engl. Value stream mapping) on leaniin kuuluva työkalu, jota käytetään prosessien kehittämiseen. Ennen arvovirtakuvausta pitää olla selkeä kuva ja määrittely koko prosessista, ei pelkästään prosessin yksittäisestä osasta. Koko prosessia tarkastelemalla saadaan tuotua esille kokonaisprosessiin vaikuttavat haasteet ja ongelmat, jotka vaikuttavat virtaustehokkuuteen. (Rother & Shook 2003.)

Prosessinkuvauksen jälkeen voidaan suorittaa arvovirtamäärittely, eli tunnistaa prosessista asiakaslähtöisesti arvoa tuottavat ja tuottamattomat toiminnot. Tämän jälkeen arvovirtakartoituksen tekeminen on paljon helpompaa ja siinä tulee huomioitua kaikkien toimintojen kokonaisuus. Menetelmän avulla luodaan visuaalisella kartalla prosessista ensin nykytilan arvovirtakuvaus, jonka avulla tunnistetaan parannuskohteet eli hukkaa aiheuttavat vaiheet. Tämän jälkeen luodaan tavoitetilan arvovirtakuvaus, jossa hukkat on

pyrityt poistamaan. Tavoitetilan luomisen yhteydessä yleensä luodaan toteutussuunnitelma tai mahdolliset kehitystoimenpiteet, joiden avulla on mahdollista saavuttaa tavoitetila. (Rother & Shook 2003.)

Arvovirtakartoituksen avulla pyritään lyhentämään koko valmistuksen läpimenoaikaa. Kartoituksessa huomioidaan ja puututaan tuotesuunnitteluun, tuotantolaitteisiin, laadunhallintaan, valmistuksen työn kulkuun, varastomäärään ja tuottavuuteen. Tällä on myös positiivinen vaikutus materiaalien virtaukseen ja myös tuotteiden laadunhallintaan. Arvovirtakartoituksen avulla tuotannon tehostamisen toimenpiteitä tai ongelmien ratkomista voidaan priorisoida ja prosessista saadaan tehokkaasti poistettua hukkia, joka johtaa läpimenoajan parantumiseen. (Rother & Shook 2003.)

Lähteet

8 Wastes of Lean. 2017. The Lean Way blog. Verkkoaineisto. <<https://theleanway.net/The-8-Wastes-of-Lean>> Luettu: 28.10.2018.

Haapasalo, H. 2011. Lean-filosofian ja menetelmien soveltaminen Suomessa. Rakennustieto Oy. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK110702.pdf>>

Haverila, Matti; Uusi-Rauva, Erkki; Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs.

Kettunen, J & Simons, M. 2001. Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto pk-yrityksessä. Teknologialähtöisestä ajattelusta kohti tiedon ja taidon hallintaan. VTT. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/julkaisut/2001/J854.pdf>. Luettu 28.10.2018.

Lean-ajattelu. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Lean-ajattelu>>. Luettu 22.9.2018.

Lean historiaa. 2018. Verkkoaineisto. Sixsigma. <<http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/leanin-historiaa>>. Luettu 23.9.2018.

JIT (Just-in-time) ja imuohjaus. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/jit-just-in-time-ja-imuohjaus>>. Luettu 22.9.2018.

Läpäisyajan lyhentäminen. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/lapaisyajan-lyhentaminen>>. Luettu 22.9.2018.

Liker, Jeffrey K. 2010. Toyotan tapaan. Kääntäjä Marko Niemi. Helsinki: Readme.fi.

Tuotantomuodot. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotantomuodot/>>. Luettu 28.10.2018.

Tätä on Lean. 2018. Verkkoaineisto. Sixsigma. <<http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/lean>>. Luettu 23.9.2018.

Rother Mike & Shook John, P. 2003. Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate MUDA. USA: Lean Enterprise Institute.

Womack, James P. & Jones, Daniel T. & Roos, Daniel 2007. The machine that changed the world. New York: Free Press.