



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

**TOIMINTATUTKIMUS: KIILA-
PROFIILITUOTANNON
TOIMINTAEDELLYTYSTEN
VARMISTAMINEN
TEKNOLOGIOIDEN
KEHITTÄMISEN
MAHDOLLISTAMASSA
NOUSUSUHDANTEESSA**

Kai Vihermaa

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018

Insinööri (ylempi AMK)
Teknologiaosaamisen johtaminen



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Insinööri (ylempi AMK)
Teknologiaosaamisen johtaminen

VIHERMAA, KAI:

Toimintatutkimus: Kiilaprofiilituotannon toimintaedellytysten varmistaminen teknologioiden kehittämisen mahdollistamassa noususuhdanteessa

Opinnäytetyö 51 sivua, joista liitteitä 3 sivua
Toukokuu 2018

Opinnäytetyön tarkoituksena oli varmistaa Luvata Pori Oy:n kiilaprofiilituotannon toimintaedellytykset teknologioiden kehittämisen mahdollistamassa noususuhdanteessa. Opinnäytetyö tehtiin osana lean-pohjaista LPS-prosessia. Prosessilla pyritään vähentämään hukkaa ja tasoittamaan työkuormaa sekä vakioimaan toimintatapoja. LPS-tuotantojärjestelmä on Luvata Special Productsin kehittämä lean-pohjainen järjestelmä, joka pohjautuu Toyotan TPS-järjestelmään.

Tutkimuksessa selvitettiin, kuinka voidaan käyttää järkevästi eri tuotantoprosesseja niin, että tyhjäkäyntiä ei tule ja vältetään suuret välivarastot, joihin on sitoutunut pääomaa raaka-aineena ja työnä.

Opinnäytetyössä käytettiin tutkimusmetodina toimintatutkimusta, joka on peruspilarina myöskin LPS-prosesseissa. Toimintatutkimus on pääosin laadullisen tutkimuksen suuntaus, jonka avulla pyritään kehittämään kohteena olevaa organisaatiota vaikuttamalla sen toimintatapoihin. Toimintatutkimuksessa tutkija osallistuu organisaation toimintaan ja on mukana arjessa. Taustaltaan toimintatutkimus on yhteiskunta- ja suunnittelutieteellistä, mutta sitä sovelletaan laajalti myös kasvatustieteellisissä yhteyksissä.

Opinnäytetyössä käsitellään toimintatutkimuksen metodein kiilaprofiilituotannon tieto- ja materiaalivirtoja sekä hyödynnettiin nykytila-analysistä saatuja tietoja, jotka lean-periaatteiden mukaisesti jalostettiin tavoitetilaksi.

Tutkimustuloksien avulla löydettiin selviä kapeikkoja niin materiaali- kuin tietovirroista. Analyysin jälkeen päästiin pureutumaan odotusajoista aiheutuvaan tyhjäkäyntiin, joka synnyttää henkilöresurssien ja konekapasiteetin hukkaa sekä prosessivarastoihin, jotka sitovat tarpeettomasti pääomaa. Tulokseksi saatiin uusi layout, uusi materiaalivirta sekä yksinkertaistettu tietovirta. Tarkoituksena on ottaa uusi malli käyttöön ohjatusti ja käyttökokemusten jälkeen kehittää edelleen sen eri osia hallitusti.

Asiasanat: toimintatutkimus, lean, materiaalivirta, tietovirta

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Master of Engineering
Degree Programme in Technology Management

VIHERMAA, KAI:

Action research: Ensuring the operating preconditions for EMC-profiles in the upswing that enables technology development

Master's thesis 51 pages, appendices 3 pages

May 2018

The purpose of this thesis was to ensure the operational preconditions for Luvata Pori Oy's EMC-profiles production in the upswing allowed by the development of technologies. This thesis was made as part of the lean-based LPS process. The process seeks to reduce waste and to standardize operating practices. The LPS production system is a lean-based system developed by Luvata Special Products, based on Toyota's TPS system.

The study explored how to use rationally different production processes so that there is no idle and avoid large intermediate stocks that are committed to capital as raw material and work.

In this thesis action research was used as a research method, which is base of LPS processes. The action research is mainly oriented towards qualitative research aimed at developing the target organization by influencing its practices. In an action research, the researcher participates in the organization's activities and is involved in everyday life. The action research is based on social sciences and engineering science, but is widely applied also in educational sciences.

The thesis deals with value stream of the EMC-profiles of the action research methods and utilized the data from the current state analysis, which, according to the lean principles, was processed into the target state.

The results of this research revealed clear clusters of material and data flows. After the analysis, it was possible to cope with the idle due to waiting times, which creates a waste of capacity, as well as process stores that unnecessarily tie up capital. The result was a new lay-out, a new material stream and a simplified data stream. The intention is to introduce the new model and after the user experience, it will further develop its various aspects in a controlled way.

Key words: action research, lean, value stream

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	YRITYSESITTELY	8
2.1	Luvata Pori Oy.....	8
2.2	Tuotteet	9
2.2.1	Suprajohteet.....	9
2.2.2	Tangot	10
2.2.3	Pinnoitustuotteet.....	10
2.2.4	Metallurgiset sovellukset	10
2.2.5	Langat.....	10
2.2.6	Johdinputket	11
3	TYÖN TAVOITE JA TARKOITUS	12
4	LEAN-FILOSOFIAN PERIAATTEET	13
4.1	Kahdeksan hukkaa	13
4.1.1	Kuljettaminen.....	14
4.1.2	Varastointi	14
4.1.3	Liikkuminen	15
4.1.4	Odottelu.....	15
4.1.5	Ylituotanto	15
4.1.6	Ylivalmistus	16
4.1.7	Virheet.....	16
4.1.8	Osaaminen.....	16
4.2	Luvatan tuotantojärjestelmä.....	17
5	TUTKIMUSMENETELMÄ	19
5.1	Tutkimusmenetelmän valinta.....	19
5.2	Toimintatutkimus.....	20
5.2.1	Historia.....	20
5.2.2	Toimintatutkimuksen periaatteet.....	21
6	ANALYSOINTIMENETELMÄT	24
6.1	NABC-analyysi.....	24
6.2	SWOT-analyysi	25
6.3	FMEA-analyysi.....	28
7	LÄHTÖTILANTEEN KUVAUS.....	30
7.1	Tuotantoprosessi	31
7.2	Aikataulu.....	32
8	RISKIEN ANALYSOINTI KIILAPROFIILITUOTANNOSSA	33
8.1	SWOT-analyysi	33

8.2	Toimenpiteet SWOT-analyysin perusteella.....	35
8.3	FMEA-analyysi kiilaprofiilituotannon katkonnasta	35
8.3.1	Pituusmittaheittely	36
8.3.2	Purse.....	36
8.3.3	Pinnanlaatu.....	37
8.3.4	Pakkauksen kokoaminen.....	37
9	KEHITYSKOHTTEET	38
9.1	Ratkaisun etsiminen.....	38
9.2	Hyötyarvomatriisi	38
9.2.1	Vaihtoehto 1	39
9.2.2	Vaihtoehto 2.....	39
9.2.3	Vaihtoehto 3.....	39
9.2.4	Vaihtoehto 4.....	39
9.2.5	Vaihtoehto 5.....	40
9.2.6	Vaihtoehto 6.....	40
9.2.7	Vaihtoehto 7.....	40
9.3	Vaihtoehdon valinta.....	41
10	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	42
10.1	Käyttäjän tarve (NEED).....	42
10.2	Ratkaisu (APPROACH)	43
10.3	Hyödyt (BENEFITS per costs).....	44
10.3.1	Tietovirta.....	44
10.3.2	Materiaalivirta.....	45
10.3.3	Kilpailutilanne (COMPETITION).....	45
10.4	Tehdyt toimenpiteet	46
10.5	Tehtävät toimenpiteet	46
	LÄHTEET.....	47
	LIITTEET	49
	Liite 1. FMEA	49
	Liite 2. Lähtötilanne MIFA	50
	Liite 3. Tavoitetila MIFA	51

LYHENTEET JA TERMIT

EMC	Electrical Motor Component. Sähkömoottorikomponentti
FIFO	First In-First Out. Ensimmäisenä varastoon tullut hyödyke lähtee varastosta ensin
Flow	Materiaali- tai tietovirta
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis. Vika- ja vaikutusanalyysi
Genchi genbutsu	“Mene paikalle ja näe itse”. Yksi Toyotan tuotantojärjestelmän periaatteista
KPI	Key Performance Indicators. Keskeiset suorituskyvyn mittarit
Lean	Tuotannon ja johtamisen filosofia
MIFA	Material & Information Flow Analysis, Materiaali- ja tietovirtojen analyysi
OEE	Overall Equipment Efficiency. Koneen kokonaistehokkuus
LPS	Luvata Production System. Luvata Special Productsin tuotantojärjestelmä
TPS	Toyota Production System. Toyotan tuotantojärjestelmä

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on toimintatutkimuksellisin keinoin ja lean-projektin avulla varmistaa kiilaprofiilituotannon toimintaedellytykset teknologioiden kehittymisen mahdollistamassa noususuhdanteessa.

Kiilaprofiilituotanto on kasvanut Luvata Pori Oy:n tehtaalla jatkuvasti. Uudet sähkömoottorien käyttösovellukset ovat kasvattaneet tuotantomääriä. Myyntiin tuleviin asiakaskyselyihin ja tilauksiin peilaten tulevaisuus vaikuttaa myös hyvältä.

Alun perin asiakkaat halusivat kiilaprofiilit pitkinä aihioina, joista he työstivät sopivan pituisia kappaleita. Käytännössä kyseessä oli katkaisu oikeaan mittaan. Muutaman vuoden jälkeen asiakkailta alkoi tulla kyselyjä mahdollisuudesta toimittaa tuote heille määrämittaan katkaistuna. Tuotteita katkaistiin eri menetelmillä, kunnes saatiin rakennettua oma, näille tuotteille räätälöity leikkuri, joka soveltui tuotantokäyttöön. Tuotantoilojen ahtauden vuoksi tuotteen katkonta, pakkaus ja kollauss sekä varastointi jouduttiin sijoittamaan eri rakennukseen kuin alkuprosessi.

Etäisyydet tuotantoprosessin alku- ja loppupään kanssa aiheuttivat suuria ongelmia tietovirroissa ja ongelmat heijastuivat materiaalivirtoihin. Katkaisussa, joka oli prosessin pullonkaula, oli liikaa tavaraa tai vielä useammin ilmeni materiaalipulaa. Ryhdyttiin kartoittamaan ennakkoluulottomasti kaikkia, taloudellisesti kestäviä, mahdollisuuksia

Aloitimme muutosprojektin kiilaprofiilituotantoon. Lopputuloksena syntyi uusi lay-out ja ehdotus katkontakapasiteetin lisäämisestä, vetokoneen hankkimisesta ja pursotusprosessin aloittamisesta samassa tilassa katkontaprosessin kanssa. Uudessa lay-outissa on visuaalinen varastoseuranta FIFO-linjoineen ja selkeät sisäiset asiakkuudet sekä vastuut.

Hankkeeseen perustuvista muutosehdotuksista on uusi lay-out toteutunut katkontalinjojen osalta, kuten myös kapasiteetin lisäys. Vetokoneen hankkiminen on esillä ja tarjouksia on pyydetty.

2 YRITYSESITTELY

2.1 Luvata Pori Oy

Luvata Pori Oy tunnettiin aiemmin nimellä Outokumpu Oy, joka toimi Imatralla. Sulatto siirrettiin Harjavaltaan, johon valmistui vesivoimalaitos sulaton tarpeisiin. ja muokkaamot siirtyivät Poriin. Yritys siirtyi strategisista syistä länteen, koska sodan uhka Neuvostoliiton kanssa oli ilmeinen. Ei haluttu suuren metallitehtaan jäävän sodan jalkoihin. Nimenvaihdos Luvata Pori Oy:ksi tapahtui vuonna 2005, kun Outokumpu Oyj myi kupariliiketoimintansa Nordic Capitalille ja keskittyi jatkossa vain jaloterästuotteisiin. (Heikkilä 2018.)

Luvata Pori Oy sijaitsee Porin Metallinkylässä, Kupariteollisuuspuistossa, joka on yli sadan hehtaarin kokoinen alue Kokemäenjoen rannalla. (Kupariteollisuuspuiston turvallisuustiedote, 2016.)



KUVA 1. Porin Suurteollisuuspuisto (Salli 2017)

Luvatan omistaa tällä hetkellä japanilainen pörssiyhtiö MMC. Omistajan vaihdos tapahtui vuonna 2017. Ennen omistajanvaihdosta luvatassa oli kolme, selkeästi erilaista divisioonaa: erikoistuotteet, putket ja lämmönvaihtimet. Jokainen divisioona myytiin erikseen. Porissa liiketoimintaa harjoittanut erikoistuotteet-divisioona siirtyi divisioonan osana yrityskaupassa japanilaisomistukseen. Divisioona-ajattelusta luovuttiin kaupan myötä. (Heikkilä 2018.)

Luvata Pori Oy valmistaa kuparituotteita 40 000 tonnia vuodessa. Tuotteista yli 90 % menee vientiin. Porin yksikössä työskentelee yhteensä noin 350 henkilöä, joista noin sata on toimihenkilöitä ja loput tehdastyöntekijöitä eri työtehtävissä. (Luvata Special Products, 2018a.)

2.2 Tuotteet

Luvata Porin tuotteet käsittävät seuraavat tuotekategorioat: suprajohteet, tangot, pinnoitustuotteet, metallurgiset sovellukset, langat sekä johdinputket (Luvata Special Products 2018b.)

2.2.1 Suprajohteet

Luvata Pori on valmistanut niobi-titaanipohjaisia suprajohtavia lankoja yli neljäkymmenen vuoden ajan. Luvata on matalan lämpötilan suprajohtavien (LTS) lankojen ja kaapeleiden valmistaja maailmassa monissa sovelluskohteissa:

- Magneettikuvauslaitteissa (MRI)
- NMR-spektrometreissä
- Suprajohtavissa energiavarastoissa
- Tieteellisissä projekteissa (CERN, ITER)

(Luvata Special Products 2018b.)

2.2.2 Tangot

Luvata Porin tuotteisiin kuuluu useita erilaisia kuparitankoja: lattoja, pyörötankoja ja profiileja. Tuotteet voidaan valmistaa eri kupariseoksista, joiden yksilölliset ominaisuudet soveltuvat eri käyttökohteisiin.

Erilaisia kupareita ovat hapeton kupari, hapeton, hopeaseosteinen kupari ja zirkonikupari (Luvata Special Products 2018b).

2.2.3 Pinnoitustuotteet

Luvata Porilla on tuotteita elektrolyyttiseen pinnoitukseen ja sputterointiin. Kuparointia käytetään piirilevyjen ja sähkömagneettiselta säteilyltä suojaavien laitteiden sekä aurinkopanelien valmistuksessa. Pinnoitustuotteita ovat pinnoitusanodit, sputtering targetit ja pelletit. (Luvata Special Products 2018b.)

2.2.4 Metallurgiset sovellukset

Tuotevalikoimaan kuuluu kaivannais- ja metalliteollisuuden tuotteita ja palveluita, joita käytetään laajalti raudan ja teräksen valmisprosessissa masuuneissa ja sulatoissa. Tuotevalikoimaan kuuluvat erilaiset rännit, jäähdytys- ja masuunielementit sekä induktiouunien osat sekä suuremmat valukappaleet eli hiekkavalut. (Luvata Special Products 2018b.)

2.2.5 Langat

Valikoimassa on korkealaatuisia kuparilankoja ja -nauhoja seuraaviin sähkö- ja elektroniikkateollisuuden sovelluksiin: aurinkopaneelien virrankeräysnauhat, alkalipatterien ydinlangat, liitin- ja vastuslangat. Muita lankojen käyttökohteita: vetoketjut, kalankasvatusaltaiden verkkojen langat, mikropelletit ja filtrauslangat pulverimetallurgisten tuotteiden sintraukseen. (Luvata Special Products 2018b.)

2.2.6 Johdinputket

Luvata Porilla on laaja valikoima johdinputkia. Sovelluskohteita ovat MRI-laitteet, magneetit suurenergiafysiikan sovelluksissa, hiukkaskiihdyttimet, generaattorit, induktiounit, plasmatutkimuslaitteet, tärinätestauslaitteet ja ioni-implantointilaitteet. (Luvata Special Products 2018b.)

3 TYÖN TAVOITE JA TARKOITUS

Työ on rajattu Luvata Pori Oy:n kiilaprofiilituotantoon. Työssä käsitellään muokkaamojen tuotantoprosessia pursotuksesta pakkaukseen. Valuprosessi jätetään käsittelemättä. Valuprosessi ei ole poikkeava kiilaprofiilituotteille vaan samaa valettua materiaalia voidaan käyttää esimerkiksi langoille, johdinputkille ja muille profiileille. Tarkoituksena on tuotannon kyvykkyyden varmistaminen volyymien kasvaessa. Lähtökohtaisesti on tarkoitus etsiä ja poistaa kaikki arvoa tuottamattomat tekijät, jotka ovat tehokkaan tuotannon esteenä. Tämä on elintärkeää, sillä määrät ovat ennusteiden mukaan nousussa. Ennusteet perustuvat asiakkailta saatuun informaatioon ja jo toteutuneeseen määrien kasvuun. Pelkällä konekapasiteetin nostolla emme saa riittävää kokonaistuotannon kasvua vaan se tulee vaatimaan odotusaikojen poistamista työvaiheista ja toisaalta varastojen hallintaa. Prosessissa tarvitaan selkeästi keinoja tuotannon tahdistamiseen ohjaamalla kapeikkoja ja kehittämällä imuohjausta lean-filosofiaan pohjautuvan Luvata Production Systemin avulla.

4 LEAN-FILOSOFIAN PERIAATTEET

Lean-filosofia perustuu Toyotan Taiichi Ohnon ajatuksille poistaa tuotannosta kaikki turhat ja tuottamattomat toiminnot. Keskeistä leanissa on tunnistaa ja eliminoida tuottamattomat toiminnot nopeasti ja tehokkaasti, pienentää kustannuksia sekä parantaa laatua ja tavoitella erinomaisuutta (Liker 2010, 8-16, 27-28.) Lean-filosofia on käytössä laajalti teollisuudessa. Ajatusmalli on saanut jalansijaa myös terveydenhuollossa. (Toussaint 2015, 2.) Myös oppilaitoksissa on siirrytty tai ollaan siirtymässä leanin käyttöön. Leania voidaan hyödyntää kaikkialla, missä toiminta voidaan kuvata prosesseina. Kohteita on paljon ja lisää oivalluksia leanin käytöstä tulee jatkuvasti.

Haluaako asiakas maksaa esimerkiksi ylituotannosta koituvia kustannuksia tai palkkakustannuksia ajalta, jolloin työntekijät odottelevat tuotantoprosessiin materiaalia? Onko opiskelija valmis opiskelemaan neljä vuotta AMK-opinnoissa, joista loppupuoli menee puuttuvia kursseja odotellen? Haluaako potilas varata ajan ja käydä tarkastuksessa, jossa tehdään kokeita ja viikkojen kuluttua käydä kuulemassa tulokset, jolloin sairaus on saattanut muuttua jo todella vakavaksi? Hoidot annetaan, kun aikoja on tulevaisuudessa vapaana.

Järkiperäistämällä ja tunnistamalla kaikki kapeikot sekä keskittymällä arvoa tuottaviin asioihin, saadaan aikaan tasaisempi virtaus niin tuotteille, opiskeltaville kursseille kuin potilaille tehtäviin tutkimuksiin, jolloin materiaalia on oikeaan aikaan prosessissa, opiskelija valmistuu paremmin ammattiin ja hänen työuransa pidentyy, ja potilas saa tarvitsemansa hoidon aikaisemmassa vaiheessa. Kaikki tapahtuu samoilla resursseilla kuin aiemmin. Laajasti tarkastellen voidaan todeta, että lean-filosofia vaikuttaa kansantaloudellisiin tunnuslukuihin. (Modig & Åhlström 2013,7-26.)

4.1 Kahdeksan hukkaa

Lean-periaatteisiin liittyy vahvasti kaiken arvoa tuottamattoman tunnistaminen ja poistaminen tai lieventäminen. Hukkaa ovat kaikki arvoa tuottamattomat ja samalla kustannuksia aiheuttavat tekijät ja toiminnot.(Dailey 2007, 10.) Taulukossa 1 on lueteltu kahdeksan hukan laatua Tim Woods –muistisäännön mukaan. (McGee-Abe 2015.)

TAULUKKO 1. Leanin kahdeksan hukkaa Tim Woods -muistisääntöä hyödyntäen (McGee-Abe 2015, muokattu)

VAIHEET	SUOMEKSI	MÄÄRITTELY
T ransport	Kuljettaminen	Henkilöiden, tuotteiden tai tietojen siirtäminen
I nventory	Varastointi	Osien, tuotteiden ja asiakirjojen varastointi
M otion	Liikkuminen	Henkilön tekemä kääntyminen, kurottelu ja nostaminen
W aiting	Odottelu	Osien, tuotteiden tai tietojen odottelu
O ver Production	Ylituotanto	Tuotteiden tekeminen yli välittömän tarpeen
O ver Processing	Ylivalmistus	Tuotteiden valmistaminen yli vaatimusten
D efects	Virheet	Uudelleen tekeminen, romutus tai väärät lähtötiedot
S kills	Osaaminen	Osaamisen ja taitojen käyttämättä jättäminen

4.1.1 Kuljettaminen

Ohnon mukaan kaikenlainen turha liike, myös ihmisten, aiheuttaa hukkaa, koska asiakasarvo ei kasva tuotteiden liikuttelulla edestakaisin eri työvaiheiden välillä. Esimerkiksi materiaalien, osien ja valmiiden tuotteiden siirtely edestakaisin varastoon ja pois varastosta on hukkaa. (Liker 2010, 27-29; Dailey 2007, 13.)

4.1.2 Varastointi

Ylimääräiset materiaalit, suuret eräkoot, keskeneräinen tuotanto tai valmiiden tuotteiden pitkäaikainen varastointi aiheuttavat lisäkustannuksia, kasvattavat tuotannon läpimenoaikoja sekä haittaavat ongelmien havaitsemista. Prosessivaihtelut ja virheet on helpointa hukata suureen välivarastoon, joka puolestaan syö pääomaa. Varasto voi olla fyysistä tavaraa tai aineetonta pääomaa, kuten osaamista, työvoimaa jne. (Liker 2010, 27-29; Dailey 2007, 15.)

4.1.3 Liikkuminen

Kaikenlainen turha liike työn aikana, kuten esimerkiksi tavaroiden ja työkalujen etsiminen sekä keräily, kurkottelu ja käsin tehtävät nostot ovat Ohnon mukaan hukkaa, koska ne eivät tuo lisäarvoa itse tuotteeseen. Emme voi kuvitella leikkaussalissa kirurgin etsivän instrumentteja kesken operaation. Tarvittavat instrumentit ja tarvikkeet ovat aina valmiina ja oikealla paikalla. (Liker 2010, 27-29; Dailey 2007, 16.)

4.1.4 Odottelu

Odottelu sekä viivästyksset tuotannossa aiheuttavat hukkaa, koska ne eivät tuo lisäarvoa asiakkaalle. Viivästyksiä voivat aiheuttaa esimerkiksi erilaiset pullonkaulat prosessissa, edellisen työvaiheen aiheuttamat viivästyksset, kone- ja laitehäiriöt sekä työkalujen tai materiaalien puutteet. Pullonkaulassa menetetty tunti on ikuisesti menetetty, ja se kertaantuu seuraavissa prosessivaiheissa. Tahdistamalla tuotanto pullonkaulan käynnin mukaiseksi saavutetaan jo merkittäviä parannuksia. (Liker 2010, 27-29; Dailey 2007, 12.)

4.1.5 Ylituotanto

Ylituotantoa syntyy, kun tuotteita tai palveluita tuotetaan enemmän kuin on tarve. Näin tuhlaataan resursseja. Ilman tilausta valmistettavat tuotteet vievät varastotilaa. Turhat ja vääräaikaiset valmiudet sitovat pääomaa sekä henkilöstöä, kuten tuotteiden ylituotantokin. Ylituotanto vaikeuttaa myös todellisten ongelmien havaitsemista ja lieventää niiden vaikutusta. Ohnon periaatteella ylituotanto on pahin hukan aiheuttaja, koska sen seurauksena syntyy muita hukkia. (Liker 2010, 27-29; Dailey 2007, 11)

4.1.6 Ylivalmistus

Ylivalmistuksella tarkoitetaan asiakkaan kannalta turhia asioita, kuten liian hyviä ja kalliita sekä sopimattomilla työkaluilla ja menetelmillä tehtyjä vääriä tai käyttötärpeeseen liian hyviä tuotteita, laitteita tai palveluja. Ylivalmistuksessa suunnittelu on avainasemassa tarvemääritelmää tehtäessä. (Liker 2010, 27-29; Dailey 2007, 14)

4.1.7 Virheet

Laatupoikkeamat ja virheet aiheuttavat turhaa työskentelyä, lisäävät materiaalin kulutusta, kuluttavat kapasiteettia ja aiheuttavat reklamaatioita. Viallisella tuotteella tai palvelulla ei ole asiakasarvoa, ja virheiden korjaaminen on hukkaa. (Liker 2010, 27-29; Dailey 2007, 17)

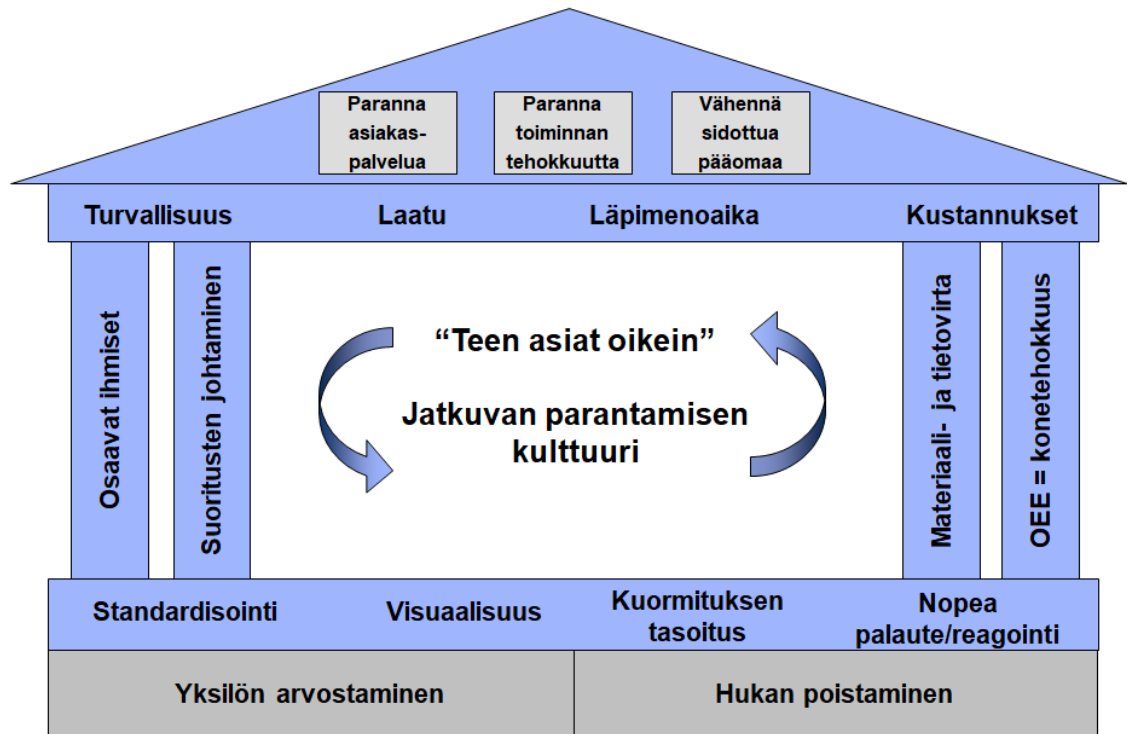
4.1.8 Osaaminen

Usein Ohnon listaamaan seitsemään hukkaan lisätään vielä yksi - työntekijän luovuuden tai osaamisen käyttämättömyys. Tällä tarkoitetaan kaikkia työntekijöiden kykyjä, aloitteellisuutta ja oppimismahdollisuuksia, jotka jäävät huomioimatta tuottaen hukkaa. Henkilöstöllä on suuri rooli lean-filosofian omaksumisessa ja tuotannon tehostamisessa. Henkilöstön pitääkin saada osallistua kehittämiseen ja tuntea kuuluvansa tiimiin. (Liker 2010, 171-172.) Yhtä tärkeää ja jopa tärkeämpää on mieltää lean toimintatapana, ei yhtenä projektina, jolla on alku ja loppu. (Heikkilä 2018.)

On hieman kiistanalaista, kuinka suhtautua kahdeksanteen hukkaan. Japanilainen, hierarkkinen kulttuuri on synnyttänyt lean-filosofian. Perinteisessä japanilaisessa kulttuurissa ei ole tavanomaista kyseenalaistaa esimiehen, ylemmän, määräystä. (Pukkila 2002, 96-97) Tähän peilaten, puhtaassa lean-filosofiassa, kahdeksatta hukkaa ei olisi olemassa. Kun kaikki esimiehet ja koko henkilöstö ylimmästä johdosta alkaen koulutetaan ja sitoutetaan lean-filosofiaan niin saadaan tuloksia aikaan. Leanille tunnusomaista on se, etteivät sen kehitysmahdollisuudet lopu koskaan. (Heikkilä 2018)

4.2 Luvatan tuotantojärjestelmä

Luvatan tuotantojärjestelmä LPS on ollut Luvatalla käytössä jo vuodesta 2006. Tuotantojärjestelmä pohjaa leaniin. Kääntein tekevää Luvatan tuotantojärjestelmässä on se, että se on tehty yrityksen omin voimin, eikä konsulttityönä. Tämä takaa omistajuuden tuotantojärjestelmän käyttöönotosta alkaen. Kuvassa 2 on esitetty havainnollisesti Luvatan tuotantojärjestelmä ja sen toimintaa ohjaavat tekijät riippuvuuksineen.



KUVA 2. Luvatan tuotantojärjestelmä LPS-talokaavion muodossa. (Du 2006, muokattu)

Talon perustan muodostavat Yksilön arvostaminen ja hukan poistaminen. Kyseiset arvot ovat tärkeitä Luvatun perusarvoja, joiden päälle on hyvä rakentaa toimivaa tuotantojärjestelmää. Lattiana toimivat standardisointi, visualisointi, kuormituksen tasoitus ja nopea palaute/reagointi. Kun prosessit ja toiminnot ovat standardisoituja ja työtä tehdään ympäristössä, missä voi yhdellä silmäyksellä todeta asioiden tilan, ollaan järjestelmän lattiaa saatu jo rakennettua. Kun tähän lisätään kuormituksen tasoittaminen ja kyky reagoida nopeasti asioihin niin voidaan aloittaa pylväikkön rakentaminen, johon kuuluvat osaavat ihmiset, suoritusten johtaminen, materiaali- ja tietovirrat sekä konetehokkuus eli OEE. Pylväikkö kannattelee kattoa, joka koostuu turvallisuudesta, laadukkuudesta, nopeasta läpimenoajasta ja kustannustehokkuudesta. Katon harjalta löytyvät Entisestään parantunut asiakaspalvelu, toiminnan tehostuminen ja sidotun pääoman väheneminen. LPS-talokaavio kuvaa yksinkertaisesti ja havainnollisesti, mitä LPS Luvatalla on ja niitä ajatusmalleja joihin Luvatalla ollaan sitouduttu ja joita halutaan noudattaa. LPS-talokaaviolla on selkeitä yhteneväisyyksiä Toyotan tuotantojärjestelmän TPS-kaavion kanssa. (Heikkilä 2018.)

Leanissa käytetään usein prosessimittarina jakson aikaa, joka on parhaimmillaan jatkuvakäyntisissä tuotantolinjoissa ja tuotantosoluissa, jotka tuottavat samanlaisia tuotteita. (Dailey 2007, 34.) Luvatalla on edellisestä poiketen määritellyt yleisimmin käytettäväksi mittariksi OEE:n (Heikkilä 2018). OEE on hyvä mittari niin tuotannon tehokkuuden määrittämiseen, kuin mitattavan kohteen parannuskohteita määriteltäessä. OEE yhdistää samaan tunnuslukuun suorituskyvyn, saannin ja laaduntuottokyvyn mittaamisen. (Adair 2006, 64-65.)

Muita LPS:n tärkeitä komponentteja ovat ihmiset, suorituskyvyn johtaminen ja virtaus. Osaavia ihmisiä, jotka uskovat kehitykseen pyritään kehittämään, vaikuttamalla henkilön ajatusmaailman kautta käytökseen. Suorituskyvyn johtamisella aikaan saadaan valmiustila ottaa käyttöön uusia ja tehokkaampia työskentelytapoja ja saada aikaan muutosta. Suorituskyvyn johtamisen apuvälineenä on visuaaliset KPI-mittarit (Key Performance Indicator). Virtauksen tavoitteena on materiaalin ja tiedon kulku prosessissa mahdollisimman tehokkaaksi. (Heikkilä 2018).

5 TUTKIMUSMENETELMÄ

5.1 Tutkimusmenetelmän valinta

Kehitysprojekti tehtiin osana LPS-projektia. Tutkittaessa LPS-prosessia kokonaisuutena, leania ja LPS-projektin perusteita havaitaan suoraa yhteneväisyyttä toimintatutkimuksen metodeihin. Toisaalta kehitysprojektilla oli tarve vaikuttaa asioihin. Tahtotilana oli luoda uutta, ei pelkästään tukia ja analysoida olemassa olevaa prosessia. Pyrkimyksenä oli ratkaista ongelmat, määrittelemällä lähtötilanne, materiaali- ja tietovirrat sekä riippuvuudet ja määritellä tavoitetila. Kehitysprojektissa piti myös puuttua osaongelmiin, joita kutsutaan tässä kehitysprojektissa kehityskohteiksi. Yksinkertaistetusti voidaan todeta, että pitää määritellä, missä ja millainen prosessi on, minkä jälkeen voimme valita, pitääkö prosessia kehittää vai onko asioiden tila tyydyttävä. Mikäli kehitettävää on niin pitää luoda tulevaisuuden suunnitelma ja yksilöidä toimet, joilla tähän päästään. Koska on vaade toteuttamiskelpoisesta suunnitelmasta, realismi tulee säilyttää.

5.2 Toimintatutkimus

5.2.1 Historia

Toimintatutkimuksen keksijästä ei ole varmaa tietoa, mutta prosessin kehittäjiksi on eri lähteistä riippuen mainittu Kurt Lewin ja John Devey. Kurt Lewiniä pidetään toimintatutkimuksen teoreettisena keksijänä, kun taas John Devey oli ensimmäinen, joka otti käyttöön luodun teorian. Kurt Lewin loi 1940-luvulla toimintatutkimukseen liittyvät peruskäsitteet, joita olivat yhteistoiminnallisuus, demokraattisuus sekä teoriaa ja käytäntöä muuttava luonne (Tripp 2005). Juuria toimintatutkimuksesta on löydetty kuitenkin jo 1920- ja 1930-luvuilla kasvatusalan pioneerien ajatuksista. Projektimetodeihin liittyvää ongelmanratkaisua pyrittiin jo tuolloin hyödyntämään oppilaiden lisäksi opettajien keskuudessa. (Metsämuuronen 2001, 29; Syrjälä, Ahonen, Syrjäläinen & Saari 1994, 26.) Ihmiset ovat aina tutkineet käytäntöjään ja pyrkineet tekemään asioita paremmin. Kasvatustieteisiin liittyvä tutkimus edustaa tunnistettavaa toimintatutkimusprosessia, joten on epätodennäköistä, että koskaan saataisiin tietää, milloin toimintatutkimus on syntynyt. (Tripp 2015.)

Kurt Lewinin mukaan demokraattisen ryhmän toimintaan osallistuminen lisää sitoutumista ja toisten tekemän työn ymmärtämistä. Laadullisen tutkimuksen työtapa -kirjan (Syrjälä ym. 1994, 26) mukaan asenteiden ja toiminnan muutokset kohti oikeudenmukaisempaa maailmaa ovat mahdollisia. Tarkoituksena on, että tutkimuksen eri vaiheissa hyödynnetään kaikkien eri tahojen edustajien mielipiteitä ja näkökulmia (Syrjälä ym. 1994, 26-27).

5.2.2 Toimintatutkimuksen periaatteet

Toimintatutkimuksen tarkoituksena on pyrkiä ymmärtämään toimintaolosuhteita syvällisemmin (Syrjälä ym. 1994, 30). Toimintatutkimus on käytäntöihin suuntautuvaa, muutokseen pyrkivää ja se osallistuttaa tutkittavat tai tutkittavan ilmiön toimintaan vaikuttavat henkilöt tutkimukseen. Edellä mainituista piirteistä huolimatta eri kohteisiin tehtävät toimintatutkimukset saattavat poiketa huomattavasti toisistaan. (Kuula 1999, 10.) Toimintatutkimuksessa tutkitaan aina ihmisen toimintaa. Tekoäly ohjailee nykyään yhä enemmän koneiden toimintaa, mutta on muistettava, että tekoälyn taustalla on ihmisen järki, taustat ja päämäärät. (Heikkinen, Rovio & Syrjälä 2008, 16.)

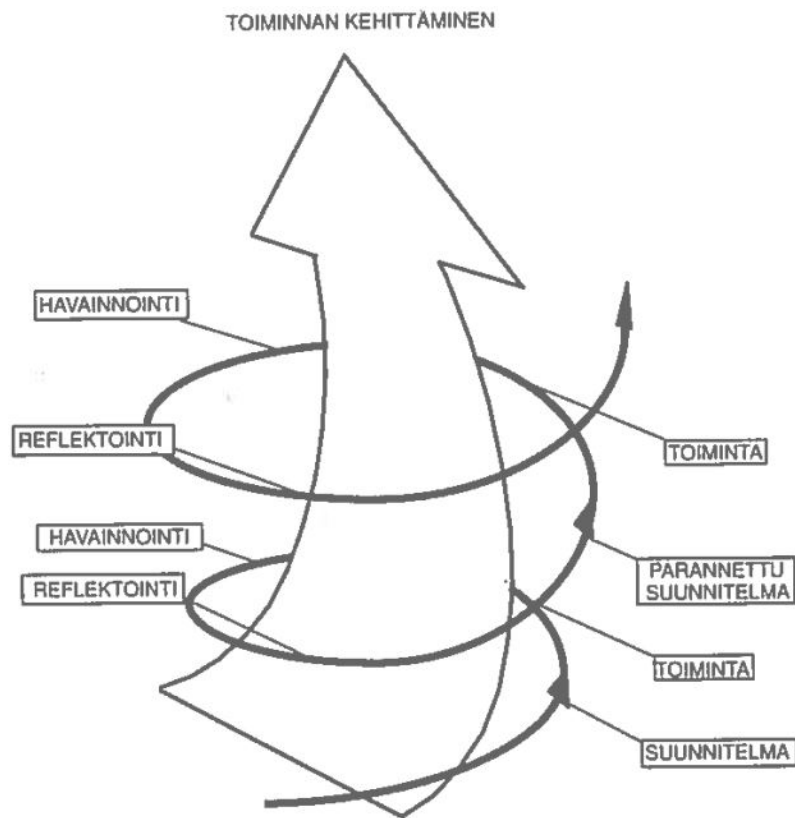
Toimintatutkimukselle tyypilliset piirteet:

- Käytännönläheisyys
- Ongelmakeskeisyys
- Tutkittavien ja tutkijoiden aktiiviset roolit
- Tutkittavien ja tutkijoiden suhteen perustana oleva yhteistyö

(Kuula 1999, 9-12.)

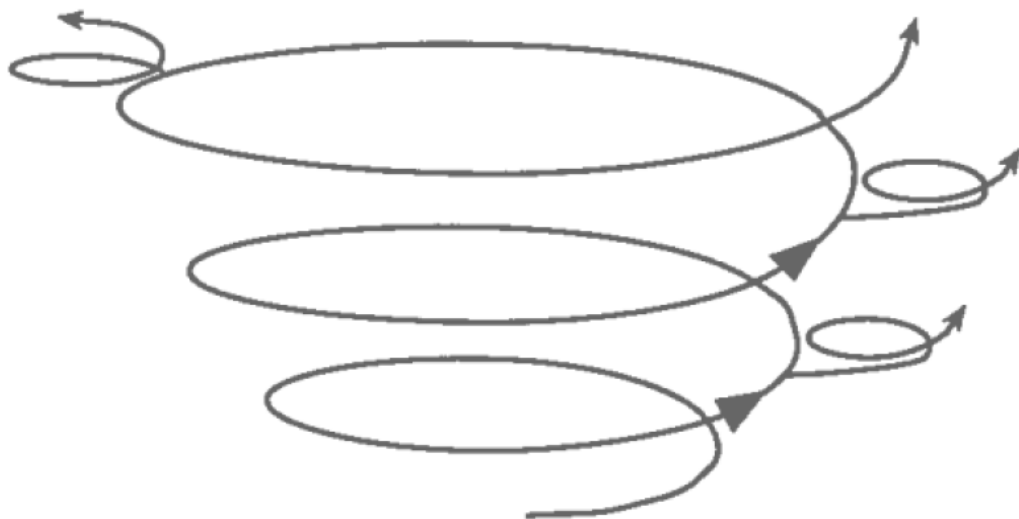
Toimintatutkimuksen tunnusmerkkinä on syklisyys. Sillä tarkoitetaan suunnitelmaa, jota ei ole vielä käytännössä testattu. Kehitetty suunnitelma testataan kertaalleen ja saatujen tulosten pohjalta kehitetään uusi, paranneltu, suunnitelma. Edellä kuvailtua menetelmää toistetaan useita kertoja, jotta toimintaa saadaan hiottua. Kokeilun ja tutkimuksen vuorovaikutuksena muodostuu etenevä spiraali, joka havainnollistetaan kuviossa 1. (Heikkinen 2008, 19.) Spiraalinmuotoinen sisältää kokonaisuudessaan suunnittelun, toteutuksen, arvioinnin ja uudelleensuunnittelun vaiheet. (Syrjälä ym. 1994, 26-27.)

Syklisyydestä ja asioiden uudelleen tarkastelusta johtuen, toimintatutkimus sopii tutkimusmenetelmänä tähän lean-pohjaiseen projektiin hyvin.



KUVIO 1. Toimintatutkimuksen spiraali (Heikkinen 2008.)

Toimintatutkimus ei etene käytännössä ideaalin spiraalimallin mukaan vaan projektin tai reflektointivaiheen aikainen havainto nostaa esiin aiemmin havaitsemattomia näkökantoja. Nämä voidaan mieltää sivuspiraaleiksi, jotka voivat parhaimmillaan nopeuttaa projektia tai tuoda siihen aiemmin havaitsematonta lisäarvoa. (Heikkinen 2008, 19-20.) Sivuspiraalit on havainnollistettu kuviossa 2.



KUVIO 2. Toimintatutkimuksen sivuspiraalit (Heikkinen 2008.)

Joissakin tapauksissa sivuspiraaleista voidaan havaita jotain esteitä projektin toteuttamiselle tai kyseiset tekijät hidastuttavat tai vaikeuttavat muutoin projektin hallintaa. Usein näissä tapauksissa pitää priorisoida, mitä spiraalia selvitetään tarkemmin ja mitä ei. Sivuspiraalien löytyminen mahdollisimman varhaisessa vaiheessa on kokonaisuuden kannalta edullista, koska näin saadaan uudet ideat esille mahdollisen varhaisessa vaiheessa ja vältetään aikaisempien työvaiheiden tai toimintojen purkamiselta. (Heikkinen 2008, 19-20.) Sivuspiraalien tuomaa lisäinformaatiota ei voi lean-projektissa koskaan aliarvioida tai peittää. Väärälle tielle lähtenyt projekti saattaa olla hyvinkin kohtalokas kokonaisuuden kannalta joten hankalaksikin koettu muutos on otettava huomioon ja toteutettava suunnitelmallisesti ja pidettävä mielessä lean-filosofian kahdeksan hukkaa.

6 ANALYSOINTIMENETELMÄT

6.1 NABC-analyysi

NABC-menetelmä on Stanford Research instituutin (SRI) kehittämä innovaatiotyökalu, jota voidaan käyttää kehittämisprosessien eri vaiheissa. Työkalu on hyödyllinen idean innovoinnissa sekä idean myymisessä eteenpäin. NABC-analyysillä selvitetään kuinka innovaatio vastaa markkinatarpeeseen (NEED), minkä haasteen innovaatio ratkaisee (APPROACH), innovaation hyödyt (BENEFIT) ja kilpailutilanne (COMPETITION) (Christian 2012; Kivimäki 2016; Qvistgaard, 2015.)Analyysi on havainnollistettu kuviossa 3.

NABC-analyysi



KUVIO 3. NABC-analyysin havainnekuva (Qvistgaard 2015, muokattu)

Analyysivaiheessa, tarpeiksi nimetään asiakkaissa ja markkinoilla tunnistetut tarpeet ja miksi tarve vaatii innovaatiota. Lisäksi määritellään potentiaaliset asiakkaat ja markkinoiden koko sekä lakien ja säädösten vaikutus markkinoihin. Ratkaisuja määriteltessä on syytä pitää mielessä mikä on kyseinen innovaatio ja minkä haasteen se ratkaisee sekä mikä on innovaation uutuusarvo ja haasteet. On pidettävä kirkeana mielessä, miten innovaatio vastaa tarpeeseen ja mikä sen arvo on tekijän kannalta.

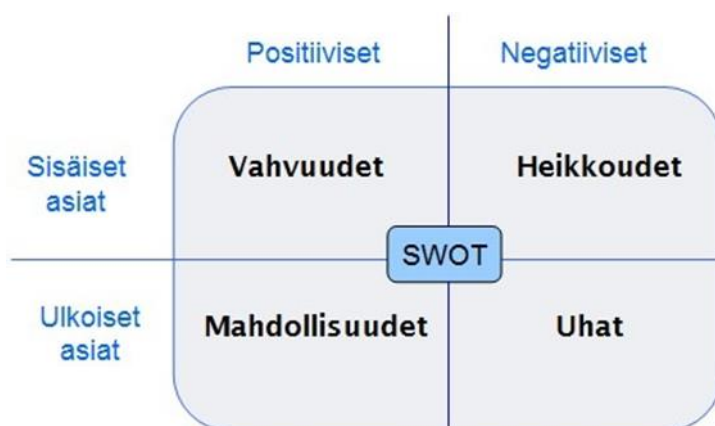
Hyötyihin merkitään hyödyt innovaation tekijälle, asiakkaalle ja verkostolle. Mietitään hyötyjä myös markkinoiden koon ja kasvumahdollisuudet silmällä pitäen. Pohdittaessa kilpailutilannetta, on syytä kiinnittää huomiota kilpailutilanteeseen kyseisillä markkinoilla, vaihtoehtoisia eli kilpailevia ratkaisuja sekä markkinoiden suurimpia toimijoita ja tärkeänä kohtana myös mistä ja miten kilpailuetu saadaan kyseisellä innovaatiolla. NABC-analyysin nimi muodostuu edellä mainittujen englanninkielisten määreiden etukirjaimista. (Christian 2012; Kivimäki 2016; Qvistgaard, 2015.)

NABC-analyysin tuloksia esiteltäessä on tärkeää saada aluksi kuulijat kiinnostumaan innovaatiosta. Esittäjän on aidosti tiedettävä mistä hän puhuu ja pystyttävä perustelevaan pienimmätkin yksityiskohdat. Esitys pidetään innovaation mahdollistamiseen tarvittaville päätöksentekijöille ja esitys on sidottava vahvasti faktoihin. Kun kiinnostus on saatu heräämään, esitellään tarpeet, ratkaisu ja hyödyt. Esityksen lopussa on hyvä kertoa perusteisiin vedoten, kuuntelijakunnan tuottama lisäarvo ja mikä on seuraava yhdessä toteutettava toimenpide. (Christian 2012; Kivimäki 2016; Qvistgaard, 2015.)

6.2 SWOT-analyysi

SWOT-analyysi (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) on kehitetty 1960-luvun Yhdysvalloissa (Vuorinen 2013, 88). SWOT-analyysi on yksinkertainen ja yleisesti käytössä oleva visuaalinen analysointimenetelmä (Suomen Riskienhallintayhdistys, 2015; Fallon 2018). SWOT-analyysi saavutti suuren suosion, ja on vieläkin vieläkin yksi liikkeenjohdon suosituimmista strategiatyökaluista. SWOT-analyysissä tarkastellaan strategista asemaa vertailemalla tutkittavan kohteen vahvuuksia ja heikkouksia kilpailuympäristön luomiin uhkiin ja mahdollisuuksiin. SWOT-analyysiä sovelletaan useilla tieteenaloilla. (Vuorinen 2013, 89-90.) Mallin alkuperäisestä kehittäjästä tai keksimisajankohdasta ei ole yksimielisyyttä.

Analyysillä pureudutaan yritystoimintaan tai sen yksittäiseen osaan ja saadaan selville sen nykyhetken vahvuudet, ja heikkoudet sekä tulevaisuuden mahdollisuudet ja uhat. Analyysin pohjana olevasta nelikentästä pystytään helposti arvioimaan yrityksen toimintaa sekä valmistautua tulevaisuuteen. (Suomen Riskienhallintayhdistys, 2015) SWOT-analyysi on havainnollistettu kuviossa 4.



KUVIO 4. SWOT-analyysin nelikenttä (Suomen Riskienhallintayhdistys 2015.)

SWOT-analyysille luonteenomaista on synteetinomaisuus. Työkalulla voidaan tuottaa selkeä kokonaiskuva kohteen tilanteesta strategisten valintojen tueksi. SWOT-analyysi vaatii pohjatiedoiksi tietämystä kohteen resursseista ja toimintaympäristöstä. Mikäli organisaation tai toimintaympäristön tietämyksessä on puutteita, analyysiä ei voida tehdä luotettavasti. Analyysin myötä pitäisi nousta esiin 1-2 keskeisintä teemaa, joihin tulisi keskittyä. Jos tuloksena on liian monia asioita tai jätetään perusteellinen pohjatyö tekemättä, analyysiin kerätään vain latteuksia ja itsestäänselvyyskäsitteitä, josta ei ole mitään hyötyä. (Vuorinen 2013, 89-90; Fallon 2018.)

Analyysin osa-alueista S (vahvuudet) ja W (heikkoudet) ovat sisäisiä asioita ja liittyvät vahvasti nykyhetkeen. O (mahdollisuudet) ja T (uhat) ovat toimintaympäristöön liittyviä suurempia teemoja, jotka linkittyvät tulevaisuuteen. SWOT-analyysin tarkoituksena on tuottaa, nimensä mukaisesti, ensin analyysiä ja tämän jälkeen valintoja ja toimintasuunnitelmia, joissa on huomioitava, kuinka nykyisiä vahvuuksia voidaan käyttää hyväksi ja kuinka niitä vahvistetaan ja kuinka heikkouksia voidaan poistaa tai välttää. Lisäksi tulee kiinnittää huomioon, kuinka tulevaisuuden mahdollisuuksia voidaan hyödyntää ja varmistaa niiden käyttö. Tulevaisuuden uhkien poistoon ja lieventämiseen sekä varsinkin niiden kääntämiseen mahdollisuuksiksi, tulee käyttää aikaa. (Vuorinen 2013, 90; Fallon 2018.)

SWOT-analyysi sopii käytettäväksi kaikenlaisissa organisaatioissa tai yrityksissä. Tarkastelu voi koskea koko yritystä tai sen osaa. Rajatun tarkastelun kohteena voivat olla esimerkiksi tuotteet, markkinat tai henkilöstö. Analyysiä voi käyttää joko yksin tai ryhmässä työskennellen. Luotettavuutta ja useampaa näkökantaa kannattaa hyödyntää aivoriihessä, jossa jäsenet tekevät analyysit yksintyöskentelynä, jonka jälkeen tulokset kerätään yhteen ja saadaan kattava kuva tutkittavan kohteen tilasta.

Analyysissä kannattaa käyttää seuraavia periaatteita:

- Tehdään käytännönläheinen analyysi.
- Pidetään erillään nykytila (vahvuudet, heikkoudet) ja tulevaisuuteen vaikuttavat tekijät (uhat, mahdollisuudet).
- Haetaan jokaiseen kohtaan tutkimuskohdetta kuvaavia tekijöitä. Asiat kirjataan ruudukkoon. Sitä parempi, mitä enemmän asioita löytyy.

Nelikentän täytön jälkeen käydään läpi jokainen ruutu. Ratkaisujen pohjaksi tarvittava tieto löytyy kyseisistä ruuduista. Vahvuuksien yhteenvedon jälkeen tehdään päätös vahvuuksien ylläpidosta ja vahvistamisesta. Tunnistettuihin heikkouksiin tulee suhtautua kriittisesti ja toimintaa tulee kehittää niin, että heikkoudet poistuvat tai ainakin niiden vaikutuksia tulee toiminnan muutoksilla pystyä lieventämään. Mahdollisuuksia tulee hyödyntää resurssien sallimissa rajoissa. Panostus oikeisiin mahdollisuuksiin tuottaa panoksen takaisin moninkertaisena. Uhkiin tulee varautua ja myös mahdollisuuksien mukaan poistaa tai lieventää niitä. Varauduttaessa uhkiin ne eivät tule yllätyksinä ja niiden mahdollisia vaikutuksia voidaan pienentää. (Fallon 2018.)

SWOT-analyysin avulla yritys pystyy melko vaivattomasti ja nopeasti saamaan selville sekä yrityksen nykytilan että tulevaisuudessa kehittämistä vaativat seikat. Menetelmän suosio piilee juuri sen yksinkertaisuudessa.

6.3 FMEA-analyysi

FMEA, Failure Mode and Effects Analysis) eli suomeksi vika- ja vaikutusanalyysi. Se on menetelmä, joka tutkii mahdollisia vika- ja virhetiloja tuotteesta tai prosessista. FMEA on ensimmäinen todellinen malli systemaattiseen riskien hallintaan. Malli on Yhdysvalloista ja sen synty liittyy 1950-luvun lennonohjausjärjestelmiin. NASA käytti mallia 1960-luvulla Apollo-avaruusohjelmassaan ja 1970-luvun alussa siitä syntyi Yhdysvaltojen sotilaallinen standardi (MIL-STD-1629) ja myöhemmin FMEA on ollut käytössä laajalti teollisuudessa. Tästä menetelmästä on johdettu muita yksinkertaisempia riskianalyysijä. FMEA:n avulla arvioidaan riskejä eri kohteista sekä priorisoidaan niiden taso ja samalla helpottuu korjaavien toimenpiteiden kohdennus oikeisiin paikkoihin. (Woo 2017, 70-72.)

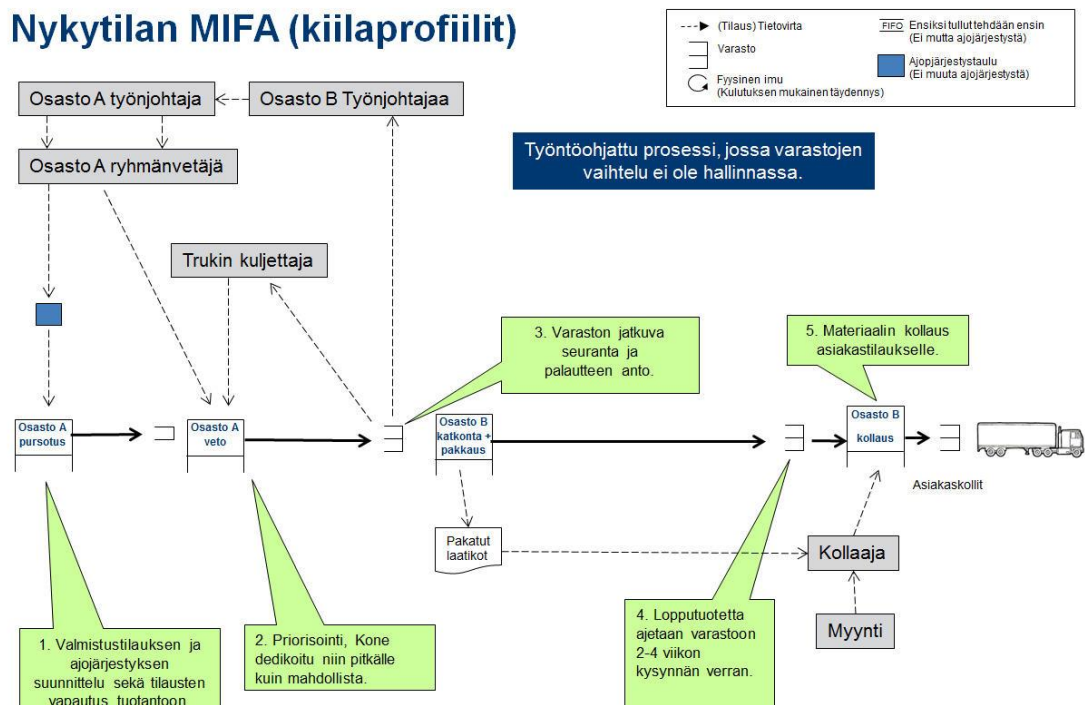
FMEA lähestyy riskien kartoittamista kolmesta eri näkökulmasta: vakavuus (Severity), esiintymisen todennäköisyys (Probability) ja havaittavuus (Detect). Nämä tekijät pisteytetään yhdestä kymmeneen ja lasketaan niiden tulo, riskitulo, jonka avulla saadaan arvioitavan kohteen, systeemin tai toiminteen riskitaso määriteltyä yhdestä tuhanteen. Riskitulon lyhenne on RPN (Risk Priority Number). (Woo 2017, 70-72; Curkovic, Scannell & Wagner 2016, 26.) Poikkeuksena edellisestä, Luvata Special Productin excel-pohjaisessa mallissa, vakavuus todennäköisyys ja havaittavuus ovat pisteytetty välillä 1-6. (Luvata Special Products 2018) Pisteytyksen keventäminen selkeyttää FMEA:n käyttöä ja laskee kynnyistä sen käyttämiseen jokapäiväisessä työssä osana lean-periaatteiden mukaista systemaattista ongelmanratkaisua. Luvata Special Productsin FMEA-esimerkki löytyy taulukosta 2 ja suurempana liitteestä 1.

TAULUKKO 2. FMEA-kiilaprofiilituotannosta (Luvata Special Products 2017)

LUVATA		FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS										FMEA number: 1				
Item: EMC profile manufacturing		Responsibility: J.Heikkilä												Page: 1 of 1		
Model: Kai Vihermaa, Jari Heikkilä		Prepared by: J.Heikkilä												FMEA Date (Orig): 27/03/2017		
Core Team: Kai Vihermaa, Jari Heikkilä												Rev: 1				
Failure Mode										Action Plan to Improve RPN						
Process Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	S e v	C I a s s	Potential Cause(s)/ Mechanism(s) of Failure	P r o b	Current Process Controls	D e t e c	R P N	Recommended Action(s)	Responsibility and Target Completion Date	Action Results				
												Adions Taken	S e v	O c c	D e t	R P N
Cutting profiles to final length	Profile length too short or too long	Claim from customer	6		Sealing of feeding equipment	2	every piece measured with machine vision, go or nogo measurement for every 25 piece, micrometer measurement for every 100 piece	5	60	Gage R&R for micrometer measurement, Assessment to replace machine vision with laser measurement system, Spare parts are available to make preventive maintenance.	Kai Vihermaa, Antti Appola	Every operator has passed Gage R&R process	6	1	2	12
	Profile length too short or too long	Claim from customer	6		Lenght adjustments of feeding equipment	2	every piece measured with machine vision, go or nogo measurement for every 25 piece, micrometer measurement for every 100 piece	5	60	Spare parts are available to make preventive maintenance.	Antti Appola	Spare parts are available to make preventive maintenance.	6	1	2	12
	Profile length too short or too long	Claim from customer	6		Set up of tool package	2	every piece measured with machine vision, go or nogo measurement for every 25 piece, micrometer measurement for every 100 piece	5	60	Standardize parts of tool package Standardize the change of tool package.	Tuomas Reinfors, Pasi Multisilta, Kai Vihermaa	A3 problem solving session is done and action plan is done	6	1	2	12
Cutting profiles to final length	Burr on the cutted edge	Claim from customer	5		Condition of tool package	3	Setup is after every 500000 pieces and visual check after every 25 piece.	4	60	Standardize parts of tool package Standardize the change of tool package.	Tuomas Reinfors, Pasi Multisilta, Kai Vihermaa	A3 problem solving session is done and action plan is done	5	1	2	10
Cutting profiles to final length	Surface quality	Claim from customer	3		Material handling in the machines and between machines	3	Every 25 piece is checked visually.	2	18	Minimize material handling steps	Jari Heikkilä, Kai Vihermaa	Target MIFA and target layout is done	3	1	2	6
Cutting profiles to final length and packing	Wrong assembly of package	Claim from customer	5		Operator didn't follow the packing standard Missing screws.	2	Standardized components will avoid wrong assembly (poka yoke).	6	60	Standardized components will avoid wrong assembly (poka yoke).	Kai Vihermaa	Implemented	5	1	1	5
									0							0
									0							0
									0							0
									0							0
									0							0

7 LÄHTÖTILANTEEN KUVAUS

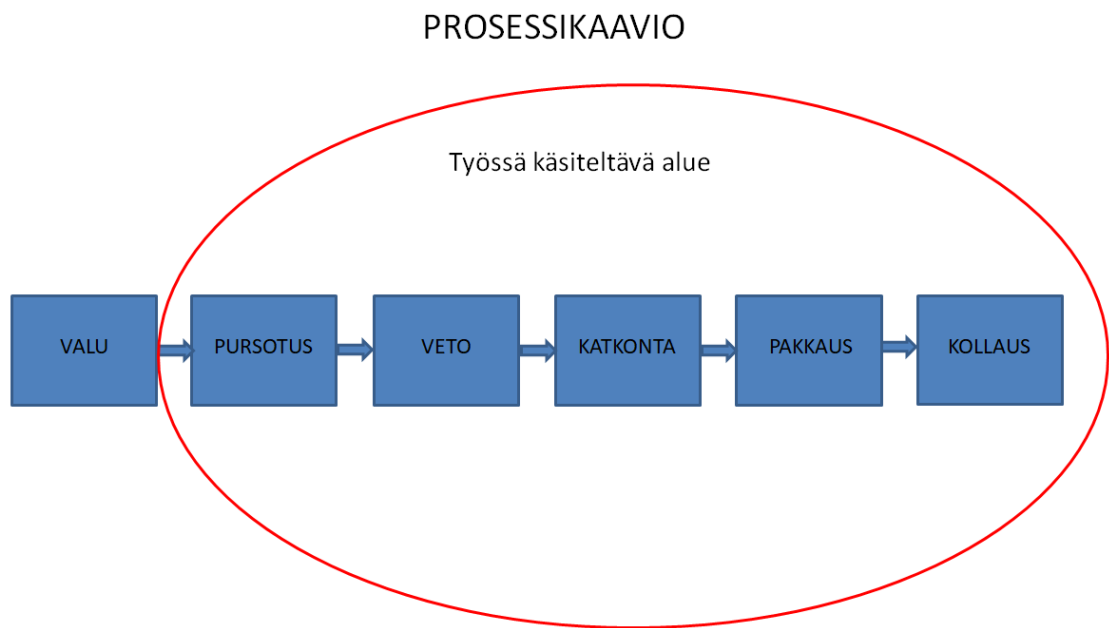
Lähtötilanteessa, jota nimitetään nykytilaksi, tuote valmistetaan kahdessa eri rakennuksessa, joilla on satojen metrien etäisyys toisistaan. Aiemmin tuote valmistettiin yhdessä rakennuksessa, mutta asiakkaan halutessa sitä määrämittaan katkaistuna, katkaisu on pakko suorittaa toisessa rakennuksessa. Johtuen lay-outista ja ahtaista tuotantotiloista, ei ollut mahdollista sijoittaa koneita yhdeksi kokonaisuudeksi. Materiaalivirta ei ollut hallinnassa, kuten ei myös tietovirratkaan. Lähtötilanne on havainnoitu kuviossa 5. Lähtötilanne löytyy suurempana liitteestä 2.



KUVIO 5. Nykytila-analyysi (Heikkilä & Vihermaa 2017)

7.1 Tuotantoprosessi

Aluksi kuparilankaa valetaan tuotantolaitoksen valimossa, minkä jälkeen se pursotetaan ahiomittaan ja vedetään vetokoneella lopulliseen muotoonsa. Vedossa ahiomitta saa lopullisen, toleranssit täyttävät muotonsa ja vaadittavan kovuusasteen. Veto, joka on kylmämuokkausta, vaikuttaa kuparin kiderakenteeseen kovettaen sitä. Lopuksi tuote katkotaan määrämittaan, tarkastetaan, pakataan ja lähetetään asiakkaalle.



KUVIO 6. Kiilaprofiilituotannon prosessikaavio

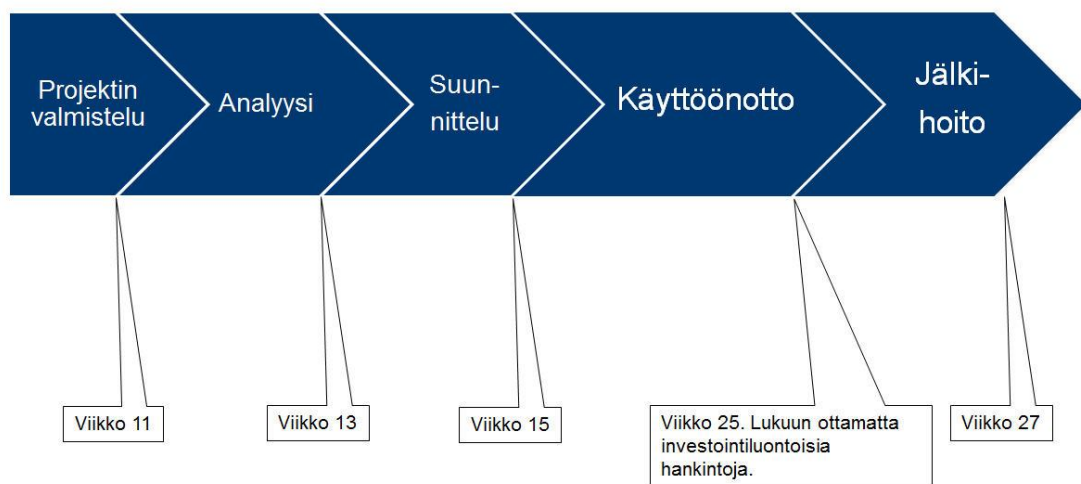
Ongelmat kasaantuvat ja tuotanto keskeytyy ajoittain. Tiedon ja materiaalin siirtyminen vaikeutuvat. Katkontalinjalla on jatkuvaa raaka-ainepulaa. Toisinaan prosessivaiheiden puskurivarastot ovat liian suuria.

Edellä johtuvasta, käynnistetään toimintatutkimusmetodeihin pohjautuva lean-projekti, lean-filosofian käyttöönottamiseksi tuotannossa. Kyseinen projekti toimii runkona YAMK-kehityshankkeelle.

7.2 Aikataulu

Aluksi hanke aikataulutetaan, jotta hankkeella oli selkeät osatavoitteet, joiden perusteella ollaan koko ajan selvillä missä vaiheessa olemme. Projektin valmistelulle varattiin yksi viikko, analyysivaiheelle ja suunnittelulle, kaksi viikkoa kullekin. Käyttöönottovaiheelle varataan 10 viikkoa. Aika on muita vaiheita pidempi, koska LPS-hankkeessa, kuten muissakin toimintatutkimusmetodeita hyödyntävissä hankkeissa on selvää että osana kokonaisuutta tehdään uutta ja hankkeen kaikki osapuolet ovat mukana luomassa uutta ja kehittämässä kohteena olevaa prosessia. Hankkeen toimeenpanijoilla on tärkeää pitää mielessä Genchi genbutsu –periaate, jossa mennään paikan päälle ja havainnoidaan asiat itse.

Jälkihoidon ajaksi varataan kaksi viikkoa, jonka aikana tarkkaillaan kriittisesti uusia toimintamalleja ja ennakkoluulottomasti muutetaan niitä, yhdessä kaikkien osapuolien kanssa, jos ne eivät osoittaudu toimiviksi. Ei pidä ymmärtää, että kahden viikon kuluttua hanke voidaan haudata ja se toimii moitteettomasti. Uusi toimintamalli edellyttää jatkuvaa tarkkailua ja muutoksia tarpeen mukaan. Jälkihoito kestää projektiryhmällämme pidempään ja jatkuu esimiehen myötävaikutuksella niin kauan, kunnes hankkeessa löydetyt parannukset sulautuvat toimintatavaksi. Aikataulutus havainnoitu kuviossa 7.



KUVIO 7. Kehityshankkeen aikataulu

8 RISKIEN ANALYSOINTI KIILAPROFIILITUOTANNOSSA

8.1 SWOT-analyysi

Aivoriihessä määriteltiin ensin sisäiset asiat. Positiiviset sisäiset asiat, eli vahvuudet, ovat: tekninen osaaminen, osaava työvoima, laadukas tuote. Kyseiset vahvuudet ovat hyvin tyypillisiä Luvata Special Productissa, jossa asioita on tehty vuosikymmeniä ja innovaatiokyvykyys on esimerkillisellä tasolla. Sisäisiksi negatiivisiksi asioiksi määriteltiin: Materiaali- ja tietovirtojen hallinta, puutteellinen lay-out, hitaus ottaa uusia teknologioita käyttöön ja laajentaa kapasiteettia sekä laadun hallinta. Ulkoisiksi positiivisiksi asioiksi määriteltiin: konversiokertymän kasvattaminen eli tuotteesta aiheutuva positiivinen kassavirta, tiivis asiakasyhteistyö, mikä tarkoittaa todellista kumppanuutta asiakkaan kanssa. Tahtotilana on metallin myynnin sijasta ratkaista asiakkaan ongelmat sovelluksiemme avulla ja auttaa heitä pääsemään taloudellisiin- sekä taloudellisiin tavoitteisiin. Asiakkaan menestyminen varmistaa menestyksemme ja hyvän maineen ykköstoimittajana. Viimeisimpänä mahdollisuuksien listalle määrittelimme lean-pohjaisen Luvata Production Systemin täysimittaisen hyödyntämisen kaikissa prosesseissamme. Swot-analyysi on havainnollistettu kuviossa 8. Poistamalla hukkia, pystytään olemaan kilpailukykyisiä nyt ja tulevaisuuden hintapaineiden alla. Uhkina tunnistimme kilpailun kiristymisen, mahdolliset kauppattullien nousut, toimialan muutokset ja korvaavan tuotteen joka syrjäyttää nykyisen tuotteen ja teknologian.

SWOT-analyysi

		POSITIIVISET	NEGATIIVISET
SISÄISET ASIAT		Vahvuudet, STRENGTH TEKNINEN OSAAMINEN OSAAVA TYÖVOIMA LAADUKAS TUOTE TOIMITUSVARMUUS 100%	Heikkoudet, WEAKNESS MATERIAALI- JA TIETOVIRTOJEN HALLINTA LAY-OUT HITAAUS OTTAA UUSIA TEKNOLOGIOITA KÄYTTÖÖN JA LAAJENTAA KAPASITEETTIA LAADUN HALLINTA
	ULKOISET ASIAT	Mahdollisuudet, OPPORTUNITY KONVERSIOKERTYMÄN KASVATTAMINEN TIIVIS ASIAKASYHTEISTYÖ (PARTNERSHIP BEYOND METALS) LEAN / LPS	Uhat, THREATS KILPAILUN KIRISTYMINEN KAUPPATULLIT TOIMIALAN TUKIEN MUUTOKSET KORVAAVA TUOTE SYRJÄYTTÄÄ NYKYISEN TUOTTEEN

KUVIO 8. SWOT-analyysi kiilaprofiilituotannossa

8.2 Toimenpiteet SWOT-analyysin perusteella

Toimenpiteet ovat rajallisia. Ylläpidämme ja kehitämme vahvuuksiamme, esimerkiksi huolehtimalla toimitusvarmuuden säilymistä 100% tasolla. Heikkoudet käsitellään tarkasti ja tämä kehityshanke on yksi työkalu materiaali- ja tietovirtojen hallintaan sekä lay-outin kehittämiseen. Uusien teknologioiden käyttöönoton sekä kapasiteetin laajentamisen hitauteen reagoitiin organisaatiomuutoksilla. Muun muassa kunnossapito toiminto hajautettiin tuotantopäälliköiden alaisuuteen ja perustettiin kehitysorganisaatio, joka hallinnoi konehankintoja. Mahdollisuuksista konversiokertymän kasvattaminen vaatii onnistumista asiakasrajapinnassa ja tuotantomäärien kasvattamista, mikä näyttää erilaisten indikaattoreiden mukaan hyvältä. Tiivis asiakasyhteistyö on itsestäänselvyys ja kuuluu perusarvoihimme, kuten myös LPS:n käyttö kaikissa prosesseissamme. Uhkiin varaudutaan mahdollisuuksien kautta. Tiivis asiakasyhteistyö on avainasemassa kilpailun kiristyessä. Kauppatalleihin ei voi varautua muuta kuin olemalla valmiita siirtämään tuotantoa osittain tai kokonaan korkean tullin maihin. Kyseinen uhka ei ole konkretisoitunut. Asiakkaan toimialan tukien muutoksiin emme voi vaikuttaa. On mahdollista, että asiakkaan tuotteen loppukäyttäjää tuetaan ja mahdollinen tuki vedetään eri maiden hallitusten päätöksellä pois. Mikäli korvaava tuote alkaa syrjäyttää nykyistä tuotetta niin pyritään olemaan uuden segmentin kilpailussa mukana. Näin tulee joskus tapahtumaan ja on muilla tuotesegmenteillä tapahtunutkin. Tähän on varauduttu laajalla tuotetarjonnalla ja jatkuvalla kehitystyöllä.

8.3 FMEA-analyysi kiilaprofiilituotannon katkonnasta

Kiilaprofiilituotannon katkonta haluttiin ottaa tarkempaan tarkasteluun ja siitä tehtiin FMEA-analyysi esimies- ja asiantuntijavoimin. Prosessifunktioita oli kaksi: kiilaprofiilin katkonta loppumittaan sekä pakkauslaatikko. Kyseiset havainnot käytiin läpi, kirjattiin Luvata Special Productsin käyttämään FMEA-taulukkoon operaattoreiden kanssa ja olimme tuloksista yksimielisiä. Kyseinen taulukko löytyy liitteestä 1.

8.3.1 Pituusmittaheittely

Kiilaprofiilin katkonnassa ja pakkauksessa on potentiaalisena vikatyypinä profiilin pituusmittaheittely, josta välittömänä palautteena seuraisi reklamaatio asiakkaalta. Kyseinen vikatyypin luokitellaan vakavuudeltaan kaikissa tapauksissa todella vakavaksi eli luokkaan 6. Mahdollisia aiheuttajia on syöttölaitteen tiivisteiden kuluminen, syöttölaitteen pituusasetus sekä leikkaustyökalun asetus. Kyseisissä tapauksissa todennäköisyys on melko pieni ja todennäköisyydeksi kirjataan 2. Kappaleet mitataan konenäöllä ja mekaanisella tulkilla 25 kappaleen välein. Lisäksi suoritetaan joka sadannen kappaleen mikrometrimittaus. Konenäön tulokset kirjautuvat automaattisesti tietojärjestelmään ja mikrometrimittaukset kirjataan toiseen tietokantaan. Havaittavuus on usean tarkastuksen jälkeen vaikeaa ja se pisteytetään luokkaan 5. Suositeltuina toimina Syöttölaitteen tiivisteiden kulumisen aiheuttamaan mittavaihteluun on operaattoreiden testaus mikrometrimittauksissa ja konenäön vaihtaminen lasermittaukseen, jota pidetään luotettavampana. Lisäksi tilataan vaihtotarvetta varten lisää syöttölaitteita. Varasyöttölaitteet toimivat ratkaisuna myös ratkaisuna pituusasetuksen aiheuttamiin ongelmiin. Leikkaustyökalun asetusongelmissa ratkaisuna toimii työkalupaketin osien sekä vaihtotyökalujen standardointi. Näillä toimilla RPN-luku laskee kaikissa kolmessa kohdassa luvusta 60 lukuun 12.

8.3.2 Purse

Leikkaustyökalun jättämä purse on neljäs havaittu vikatyypin. Välittömänä palautteena on reklamaatio asiakkaalta. Vakavuus on luokkaa 5. Potentiaalisena aiheuttajana on työkalupaketin kunto, joka heikkenee leikkausmäärien myötä. Tödenköisyys vikatyypille on 3. Työkalu vaihdetaan 500 000 leikkauksen välein. Vaikka käsin pakattaessa purse on mittaheittelyä helpommin havaittavissa, havaittavuus pisteytettiin kohtuullisen vaikeaksi eli luokkaan 4. Ratkaisuna kyseiseen ongelmaan toimii, edellisen kohdan tavoin työkalupaketin osien sekä vaihtotyökalujen standardointi. Kyseisillä toimilla RPN-luku laskee luvusta 60 lukuun 10.

8.3.3 Pinnanlaatu

Pinnanlaatuongelman välittömänä palautteena on myös asiakkaan reklamaatio. Kyseistä ongelmaa ei ole havaittu, mutta se on mahdollinen. Tästä johtuen Vakavuus pisteytettiin luokkaan 3. Aiheuttajana on materiaalin käsittely työpisteiden välissä ja kuljettaminen osastolta A osastolle B katkontaan. Joka 25. Kappale mitataan mekaanisella tulkilla ja samalla suoritetaan visuaalinen tarkastus. Vikatyypin todennäköisyys on luokkaa 3. Korjaavana toimenpiteenä on materiaalinkäsittelyn vähentäminen, sijoittamalla kaikki koneet osastolle B, muuttamalla lay-outia. RPN-luku laskee kyseisillä toimilla luvusta 18, mikä on sinänsä kohtuullinen, lukuun 6.

8.3.4 Pakkauksen kokoaminen

Valmis ja tarkastettu tuote pakataan vanerilaatikkoon, johon asennetaan tuotannossa inhibiittimuovipussi ja vaneriset väliseinät, estämään tuotteen vikaantumista kurjetuksen aikana. Vaneriset väliseinät asennetaan laatikkoon ruuveilla. Kuljetuksen aikana on tapahtunut tuotteen tuhoutuminen yhden laatikon osalta, johtuen puutteellisesta väliseinien kiinnityksestä, josta seurasi reklamaatiota pienempi reaktio asiakkaalta eli tuotehuomautus ja tuotteen palautus. Vakavuus on pisteytetty luokkaan 5. Syynä puutteelliseen väliseinien kiinnitykseen on ollut operaattorin unohdus tai pakkaustadardin noudattamatta jättäminen. Todennäköisyys on kuitenkin hyvin pieni ja se pisteytettiin luokkaan 2. Väliseinät oli aiempi standardoitu tapa tehdä laatikon lokerointi. Laatikon ollessa suljettu, väliseinien kiinnitystä ei ole mahdollista tarkastaa, joten havaittavuus on erittäin vaikeaa ja se pisteytettiin ylimpään mahdolliseen luokkaan 6. Suositeltuina toimina oli väliseinien standardointi niin, ettei työtä voinut tehdä väärin. Suosituksen jälkeen tuote pakataan samaan laatikkoon, mutta sisälle on asennettu pahvinen kehikko, joka ei liiku kuljetuksen aikana. Kyseinen toimenpide tehtiin välittömästi. RPN-luku laski luvusta 60 lukuun 5, mikä on todella hyvä parannus. FMEA-analyysi löytyy liitteestä 1.

9 KEHITYSKOhteet

9.1 Ratkaisun etsiminen

Vaihtoehtoja kartoitettiin mahdollisimman laajasti ja ennakkoluulottomasti aivoriihessä. Aivoriiehen osallistui henkilöitä tuotannosta, työnjohdosta, päällikkötasolta, kehityksestä ja myynnistä ja m Kaikki erilaiset esiin tulleet vaihtoehdot kerättiin perusteluineen, jonka jälkeen niistä valittiin realistisesti toteutettavissa olevat vaihtoehdot. Vaihtoehtoja löytyi seitsemän kappaletta. Vaihtoehdot syötettiin hyötyarvomatriisiin.

9.2 Hyötyarvomatriisi

Hyötyarvomatriisissa eri vaihtoehtoja vertaillaan keskenään, haluttujen kriteerien kautta. Hyötyarvomatriisissa on mahdollista käyttää myös painoarvokertoimia. Ensin määritellään kriteerit ja painoarvot kriteereittäin. Tämän jälkeen eri vaihtoehdoille annetaan pisteytys. Kun kaikki vaihtoehdot on pisteytetty, ne syötetään matriisiin ja tarkastetaan tulos. Jotta hyötyarvomatriisi ei ohjaisi toimintaa, on tärkeää pisteyttää vaihtoehdot tapaus kerrallaan ja tarkastella lopputulosta matriisista. Pisteytyksessä voi käyttää haluttua skaalaa. Tässä tapauksessa käytettiin asteikkoa 0-2, puolen pisteen jaolla.

TAULUKKO 3. Hyötyarvomatriisi

Kriteerit	Painoarvo	Vaihtoehdot						
		1	2	3	4	5	6	7
Materiaalin riitto	30 %	2	0	2	0	2	0	0
Laatu	25 %	2	1	1,5	1	2	1	1
Materiaalin siirrot	15 %	1,5	2	1,5	0	1,5	0	0
Kustannukset	10 %	1	2	1,5	1	1	1	0
Operaattorin liikkuminen	10 %	1	2	1,5	1	1	1	2
Ylituotannon esto	10 %	2	0	1,5	0	1,5	0	2
	Summa	1,73	0,95	1,65	0,45	1,68	0,45	0,65

9.2.1 Vaihtoehto 1

Vaihtoehdossa tuotteen kaikki muokkausvaiheet suoritetaan samassa hallitilassa, eli pursotusprosessi siirretään osastolta A, osastolle B, jossa sijaitsee myös materiaalin katkaisu ja loppukäsittely. Lisäksi investoidaan vetokone, joka spesifioidaan kyseiselle tuotteelle. Työvaiheiden välissä on visuaaliset imuvarastot, josta konelinjojen käyttäjät seuraavat sisäisen asiakkaan materiaaliriittoa. Haasteena vetokoneen hankintainvestointi. Hyötyinä joustava varastointi ja helppo varaston hallinta. Vetokoneen huoltoihin voidaan varautua ajamalla raaka-ainetta varastoihin etupainotteisesti.

9.2.2 Vaihtoehto 2

Edellisen kaltainen vaihtoehto, mutta vetolinja integroidaan katkontalinjoihin. Materiaalivarastoa ei olisi ja se ajettaisiin suoraan katkontaan. Haasteena toimintavarmuus sekä entistä kalliimmat konehankinnat. Jos vetokone tai katkonta vikaantuu niin kaksi työvaihetta ovat pysähdyksissä.

9.2.3 Vaihtoehto 3

Vaihtoehdon 2 kaltainen yhdistelmälinja, jossa jossa raaka-ainetta ajetaan pieniin puskurivarastoihin, joista sitä saadaan katkontaan. Haasteena vetokoneen huoltotarpeen aiheuttamat katkokset. Pienillä puskurivarastoilla toiminta katkonnassa keskeytyy huollon ajaksi. Ajatus pienistä varastoista on hyvä, mutta ei takaa riittävää toimintavarmuutta.

9.2.4 Vaihtoehto 4

Vaihtoehdossa 4, katkontalinjat sijoitetaan lähekkäin osastolle B ja materiaalin syöttö toteutetaan nykyiseen malliin osastolta A. Kyseessä pienimuotoinen konelinjojen uudelleensijoittelu. Ei varsinaisesti tuo toivottua muutosta.

9.2.5 Vaihtoehto 5

Siirretään katkontalinjat osastolta B, osastolle A, missä edeltävät vaiheet tapahtuvat. Ideana hyvä. Tilankäyttö aiheuttaa vaikeuksia, sekä materiaalin käsittely. Osastolla A on paljon valmistusta ja jo tällä hetkellä haastetta tuotteiden siirrossa linjalta toiselle. Varsinaista paikkaa ei katkontalinjoille ole. Sulavan virtauksen aikaansaanti mahdotonta. Muiden konelinjojen siirto toisiin tiloihin siirtäisi nykyiset haasteet kiilaprofiilituotannosta toisiin tuotesegmentteihin. Kyseessä on osaoptimointi, jota emme halua tehdä.

9.2.6 Vaihtoehto 6

Vaihtoehto 6 on yksinkertainen toteutettava. Vaihtoehdossa 6 hyväksytään nykytilanne ja ei tehdä mitään muutoksia. Lyhyellä aikavälillä kustannustehokkain vaihtoehto. Pyrkimyksenä on muuttaa nykytilaa, joten vaihtoehto 6 ei ole kuin hätäratkaisu.

9.2.7 Vaihtoehto 7

Tässä vaihtoehdossa katkontatyö annetaan alihankintaan. Alihankkijalla katkoo toimitettavista raaka-aineista sovitun mittaista kappaletta ja pakkaa sekä kollaa ne, hoitaa laadunvalvonnan ja huolehtii lähetyksestä. Katkonta vaatii erityislaatuista työkaluosaamista, jota löytyy Luvata Porista. Käytännössä alihankinta edellyttäisi työkalujen valmistuksen Luvata Porissa ja niiden luovuttamisen alihankkijan käyttöön. Vaihtoehto sisältää vakavia riskejä, kun miettii työkalujen kopioitavuutta ja tätä kautta liiketoiminnan vaarantumista. Laatuksiteerit ovat tiukat ja kaikki tieto halutaan pitää omassa hallussa. Laatuvirheiden vuoksi on mahdollisuus menettää asiakkaita. Yrityksessä on perinteisesti tehty kaikki kuparin muokkaukseen liittyvä työ, mahdollisuuksien mukaan, itse. Alihankintaan on annettu ainoastaan työtä, mikä ei suoraan liity ydinosaamiseen.

9.3 Vaihtoehdon valinta

Vaihtoehdot 1, 3 ja 5 saivat hyvin pisteitä, joista valikoitui eniten pisteitä saanut, vaihtoehto 1. Vaihtoehto 5 sai seuraavaksi eniten pisteitä, mutta sitä ei ollut mahdollisuutta toteuttaa osaston A tila-ahtauden vuoksi. Vaihtoehto 3 on myös hyvä, mutta tässä tuotantotilanteessa se ei tullut valituksi. Suurimpina riskeinä pidettiin uudentyyppisen tuotannon ajamista yhdistelmälinjalla, josta ei ollut aiempaa kokemusta, sekä rajattua välivarastokapasiteettia. Kyseinen kombinaatio on ilmeisen kilpailukykyinen. Tämä vaatii kehitystyötä, tuotannosta irrallisena ja erillisenä projektina. Tällä hetkellä kyseistä mahdollisuutta ei ole. Vaihtoehtoa 3 ei tule unohtaa, tulevaisuutta silmällä pitäen.

10 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Kehityshankkeen aikana muodostui selkeä näkemys suositeltavista toimenpiteistä. Vahvuuksina on pidettävä toimintatutkimusta tutkimusmenetelmänä tämän tyyppisessä tutkimuksessa jolla pyrittiin vaikuttamaan asioiden tilaan ja menetelmän suomia mahdollisuuksia osallistua työyhteisön arkipäivään. Yhdessä tekemisen ilmapiiri syntyi demokraattisesta ja kaikki osapuolet huomioivasta tutkimusmetodista. Suotuisat tulevaisuuden näkymät edesauttoivat omalta osaltaan tutkimuksen etenemistä.

Johtopäätökset esitellään NABC-mallin muodossa. NABC-malli soveltuu hyvin käyttäjätarpeen, ratkaisun, hyötyjen ja kilpailevien ratkaisujen vertaamiseen ja yhteenvetoon.

10.1 Käyttäjän tarve (NEED)

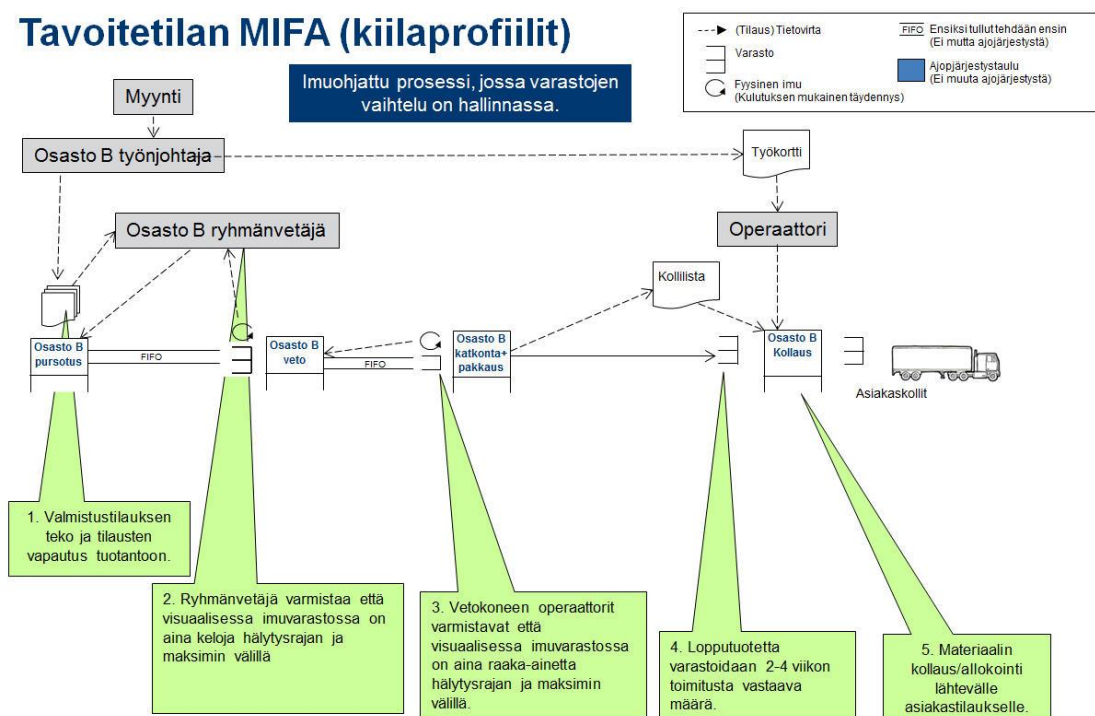
Luvata Pori tarvitsee muutoksen kiilaprofiilituotteiden tuotantoprosessiin volyymien kasvaessa. On tarpeellista tuoda kaikki työvaiheet saman katon alle. Pitkät sisäiset kuljetusmatkat ja pirstaloitunut tiedonkulku aiheuttavat prosessin pullonkaulassa, eli katkonnassa materiaalivirtauksen heittelyä, aiheuttaen tyhjäkäyntiä ja toisinaan tarpeetonta varastointia.

10.2 Ratkaisu (APPROACH)

Ratkaisu on päivittä lay-out ja siirtää koko tuotantoprosessi osastolle B.

- Aloittaa välimitan pursotus osastolla B.
- Siirtää vetokone osastolle B / investoida vetokoneeseen.
- Lisätä katkaisuun konekapasiteettia.
- Tehostaa tiedonkulkua, poistamalla tarpeettomia välikäsiä.

Tavoitetilaksi valitussa vaihtoehdossa tuotteen kaikki muokausvaiheet suoritetaan samassa tilassa eli pursotus- sekä vetoprosessi siirretään osastolta A, osastolle B, jossa sijaitsee myös materiaalin katkaisu ja loppukäsittely. Vetoprosessin siirtämisen edellytyksenä on että investoidaan vetokone, joka spesifioidaan kyseiselle tuotteelle. Osastolla A sijaitsevan vetokoneen siirto ei ole taloudellisesti kannattavaa. Tavoitetilassa, työvaiheiden välissä on visuaaliset imuvarastot, josta konelinjojen käyttäjät seuraavat sisäisen asiakkaan materiaaliriittoa. Haasteena tavoitetilan toteutumiselle on vetokoneen hankintainvestointi. Hyötyinä tavoitetilassa ovat joustava varastointi ja helppo varaston hallinta. Vetokoneen huoltoihin voidaan varautua ajamalla raaka-ainetta varastoihin etupainoitteisesti. Tavoitetila on havainnoitu kuviossa 9. Tavoitetila löytyy suurempana liitteestä 3



KUVIO 9. Tavoitetila

10.3 Hyödyt (BENEFITS per costs)

Tavoitetila mahdollistaa tuotannon fifo-periaatteen ja tieto- sekä materiaalivirtojen suorat kontaktit, ilman välikäsiä. Sisäinen asiakkuus toimii, visuaaliset varastotasot ovat selkeästi nähtävillä ja kuljettaminen minimoituu. Näin pystytään poistamaan ja minimoimaan monta arvoa tuottamatonta toimintoa. Laaduntuottokyky, työturvallisuus, läpimenoajat, työhyvinvointi sekä –tyytyväisyys parantuvat. Keskeneräisen tuotannon varastot pienenevät ja näin kassavirta paranee.

10.3.1 Tietovirta

Tavoitetilassa on hyvin yksinkertaistettu ja toimiva tietovirta. Myyjä ilmoittaa tilauksen alueen työnjohdolle. Työnjohto välittää tilauksen aloittavalle vaiheelle eli pursotusprosessin ryhmänvetäjälle, joka vie työkortin kollauksesta vastaavalle. Kollaaja kiinnittää valmistuotevarastosta tilauksen määrän verran tuotetta tilaukselle ja järjestää kuljetuskuntoon saattamisen. Tässä vaihtoehdossa tuotetta ei tehdä tilausohjautuvasti vaan asiakkaan kanssa sovitun kokoisesta välivarastosta. Välivarastomenettelyllä on varauduttu merirahtien ja mahdollisten asiakkaan tuotantovaihteluiden hallintaan. Tulevaisuudessa, asiakkaan prosessien sekä logistiikkaketjun vakiuduttua tultaneen siirtymään tilausohjautuvaan tuotantoon.

10.3.2 Materiaalivirta

Materiaalivirtojen kannalta, ryhmänvetäjä huolehtii, että vetovaiheessa on pursotetta sovituisissa rajoissa. Vetovaiheen operaattori taas varmistaa katkonnassa olevan materiaalin olevan samoin, sovittujen rajojen välissä. Katkontalinjojen operaattorit taasen varmistavat valmistuotevaraston olevan sovituisissa rajoissa. Valitussa mallissa toimitaan sisäisen asiakkuuden perusteella. Välivarastoja ajetaan fifo-periaatteella. Ensin tullut ajetaan ensin. Välivarastot ovat visuaalisia ja eivät tarvitse erillistä ohjausta. Jos seuraavan vaiheen välivarasto on ylärajassa niin tuotanto kuuluu edeltävässä vaiheessa pysäyttää. Ajo on kielletty, koska ylimääräinen välivarasto on hukkaa. Välivarastot mahdollistavat pullonkaulana toimivan katkonnan jatkuvan toimimisen kuuden työvuoron ajan. Sisäisen tarkastelun mukaan, yli 97% edeltävän vaiheen vioista on saatu ratkaistua kuuden työvuoron kuluessa.

10.3.3 Kilpailutilanne (COMPETITION)

Luvata Pori Oy:n tulee jatkossakin toimittaa laadukasta tuotetta joustavasti ja hyvällä toimitusvarmuudella. Mikäli tähän ei pystytä niin asiakkaat etsivät aktiivisesti vaihtoehtoisia toimittajia. Tähän asti toimitusvarmuus on ollut 100% ja on pystytty vastaamaan asiakkaan pyyntöihin nopeasti toimitettavista lisäeristä. Tulevaisuudessa volyymien kasvaessa ja valmistuotevarastojen suhteellisesti pienentyessä on syytä varmistaa toimituskyky ja tätä kautta säilyttää asema hyvänä toimittajana. Jatkossa on syytä jatkaa toiminnan kehittämistä asiakkaan kanssa avoimella keskustelulla sekä hakemalla ratkaisuja heidän kehityskohteisiinsa yhdessä. Toimituskyky varmistetaan parhaiten keskittämällä tuotanto kokonaisuudessaan osastolle B. Tällöin saadaan samassa tilassa toimivien osaprosessien synergiaedut käyttöön. Hiljainen tiedonsiirto onnistuu paremmin. Operaattorit jakavat kokemuksiaan tauoilla ja ovat toistensa tavoitettavissa jatkuvasti. Sisäisen asiakkuuden ketju yhdistettynä ammattiyhdyksen pääsee oikeuksiinsa, hyödyttäen koko työyhteisöä onnistumisten kautta. Onnistumiset tuovat lisää kauppaa ja parantavat suoraan sekä välillisesti koko talousaluetta ja yhteiskuntaa. Huomiotta ei voi jättää kiilaprofiilituotteiden loppukäyttäjien pyrkimyksiä hiilidioksidineutraaliin maailmaan.

10.4 Tehdyt toimenpiteet

Tähän mennessä on toteutettu katkontakapasiteetin lisääminen ja pursotus osastolla B. Tuotetta pursotetaan ja vedetään vielä osastolla A, mutta pursotuskapasiteetti ei ole aina riittänyt, joten samaa tuotetta on pursotettu myös osastolla B. Tuote on kuljetettu osastolle A vetoon ja taas takaisin katkottavaksi osastolle B. Tämä on osaltaan lisännyt kuljetustarvetta, eikä poistanut sitä, mikä on ollut kehityshankkeessa yhtenä päätavoitteena. Vetokapasiteettia on lisätty osastolla A, dedikoimalla konekohtaista tuotemixiä, mikä on mahdollistanut kiilaprofiilin vedon kahdella vetokoneella. Vetokapasiteetin lisääminen on nopean aikavälin vastaus odotettavaan kapasiteetin kasvuun. Konekapasiteetin lisääminen katkontaan osastolle B ja laitteiden ryhmittely yhdeksi kokonaisuudeksi on parantanut materiaalivirtaa ja auttaa havainnoimaan tuotantotilannetta.

10.5 Tehtävät toimenpiteet

Tavoitetilassa kuvattu vetokoneen hankinta on toteutumatta, mikä on ymmärrettävää, johtuen globaalin talouden epävarmuustekijöistä. Ei haluta investoida laitteeseen, jonka tarve ei ole täysin varmaa ja kapasiteettia on saatavilla toisilta, jo olemassa olevilta; koneilta. Edellinen ratkaisu säästää rahaa ja osaltaan varmistaa tuotannon kasvuun vastaamisen vaihtoehtoisin keinoin. Tästä huolimatta vetokoneinvestointia ei ole täydellisesti haudattu vaan vaihtoehtoja kartoitetaan jatkuvasti. Myös katkontaan on haettu jo korvaavaa tapaa katkaista tuote määrämittaan laadukkaammin, nopeammin ja kustannustehokkaammin. Strategisessa ajattelussa on otettu jo kaksi askelta eteenpäin. Tilanteen tarkkailu ja vaihtoehtoisten ratkaisujen jatkuva etsiminen auttavat varmistamaan laitehankinnat ja kriittiset kapasiteetin nostot oikea-aikaisina.

LÄHTEET

Adair, C. 2006. Rath & Strong's Lean Pocket Guide. USA: Rath & Strong / Aon Management Consulting

Curkovic, S., Scannell, T. & Wagner, B. 2016. Managing Supply Chain Risk : Integrating with Risk Management. USA: Taylor & Francis Group.

Dailey, K. 2007. The Lean Manufacturing Handbook. 2. Painos. USA. D.W. Publishing Co.

Du, J., Pori Management Training rev.3. 2006. Luvatan sisäinen koulutusmateriaali. Luettu 8.5.2018

Fallon, N. 2018. SWOT Analysis: What It Is and When to Use It. Luettu 9.5.2018. <https://www.businessnewsdaily.com/4245-swot-analysis.html>

Heikkilä, J. diplomi-insinööri. 2018. Haastattelu 12.3.2018. Haastattelija Vihermaa, K. Pori

Heikkinen, H. L. T., Rovio, E. & Syrjälä, L. 2008. Toiminnasta tietoon. Toimintatutkimuksen menetelmät ja lähestymistavat. 3. painos. Helsinki: Kansanvalistusseura.

Kivimäki, M. 2016. Teknologiatalouden johtaminen. Opetusmateriaali.

Kupariteollisuuspuiston turvallisuustiedote. 2016. Luettu 9.5.2018. http://www.suurteollisuuspuisto.com/Tiedostot/Internet/Oppaat/Kupariteollisuuspuiston_turvallisuustiedote_STP.pdf

Kuula, A. 1999. Toimintatutkimus. Kenttätöitä ja muutospyrkimyksiä. 1. painos. Tampere: Vastapaino.

Liker, J. 2010. Toyotan tapaan. Suom. Niemi, M. Helsinki: Readme.fi. Alkuperäinen teos 2004.

Luvata Special Products. 2017. FMEA-analysis. Luvata Special Products Share Point 27.3.2017.

Luvata Special Products. 2018a. Locations. Luettu 6.5.2018. <http://www.mmluvata.com/en/About-LuvataSpecialProducts/Locations/Pori/>

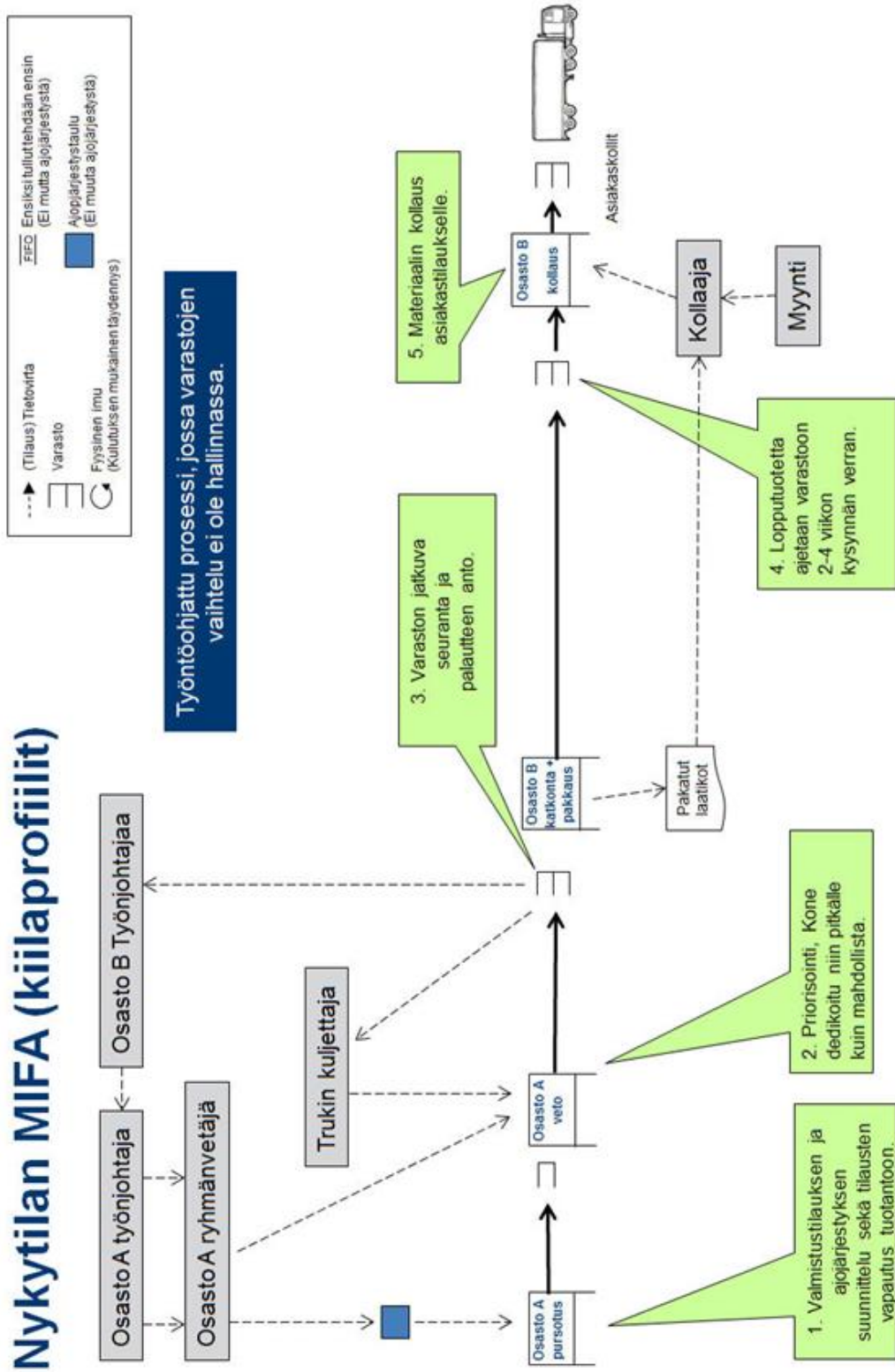
Luvata Special Products. 2018b. Products. Luettu 6.5.2018. <http://www.mmluvata.com/en/Products1>

McGee-Abe, J. 2015. The 8 Deadly Lean Wastes – Downtime, Process Excellence Network. Luettu 9.5.2018. <https://www.processexcellencenetwork.com/business-transformation/articles/the-8-lean-wastes-downtime>

Metsämuuronen, J. 2001. Laadullisen tutkimuksen perusteet. Metodologia-sarja 4. 2. painos. Helsinki: International Methelp Ky.

- Modig, N. & Åström, P. 2013. Tätä on lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Suom. Tillman, M. Rheologia Publishing. Alkuperäinen teos 2013.
- Niels, C. 2012. The NABC Method from Stanford Research Institute, SRI. Luettu 13.5.2018. <http://thesmokestack.dk/niels/2012/07/13/the-nabc-method-standford-research-institute-sri/>
- Pukkila, J. 2002. Bisneskohteena Japani. Helsinki: Multikustannus.
- Salli, J. 2017. Satakunnan Kansa. 27.6.2017. <http://www.satakunnankansa.fi>
- Suomen Riskienhallintayhdistys. SWOT-analyysi. Luettu 3.4.2018. <http://www.pk-rh.fi/tools/swot.html>
- Syrjälä, L., Ahonen, S., Syrjäläinen, E. & Saari, S. 1994. Laadullisen tutkimuksen työpajoja. 1. painos. Helsinki: Kirjayhtymä Oy.
- Toussaint, J. 2015. Management on the mend: the healthcare executive guide to system transformation. USA: ThedaCare Center for Healthcare Value.
- Tripp, D. 2005. Action research: a methodological introduction. *Educação e Pesquisa* 31 (3), 443-466.
- Vuorinen, T. 2013. Strategiakirja 20 työkalua. 1. Painos. Helsinki: Alma Talent.
- Woo, S. 2017. Reliability Design of Mechanical Systems: A Guide for Mechanical and Civil Engineers. Switzerland: Springer.
- Qvistgaard, A. 2015. How to pitch an idea? The NABC metode. Slideshare. Luettu 7.3.2018. <https://www.slideshare.net/AnnetteQvistgaard/pitching-nabc>

Liite 2. Lähtötilanne MIFA



Liite 3. Tavoitetila MIFA

