

Insinööri (YAMK)

Teknologiaosaamisen johtaminen

2022

Anette Gustafsson

HUKAN VÄHENTÄMINEN

– asetustajan lyhentäminen piensäkityslinjalla



INSINÖÖRI (YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Teknologiaosaamisen johtaminen

2022 | 83 sivua, 1 liitesivua

Anette Gustafsson

HUKAN VÄHENTÄMINEN

- asetusajan lyhentäminen piensäkityslinjalla

Tutkimusongelmana oli selvittää, miten Saint-Gobain Finland Oy:n Weberin kuivatuotetehtaan piensäkityslinjan hukkaa saataisiin vähennettyä leania käyttäen. Toimintatutkimuksen tavoitteena oli tehostaa piensäkityslinjan toimintaa löytämällä eniten hukkaa aiheuttava tekijä prosessista. Tämän tutkimuksen suurimmaksi hukaksi nousi esille sosiaalityöt ja toiseksi suurin hukka oli tuotteiden laadunvaihdot, joita tässä työssä käsitellään nimellä asetusaika.

Tutkimuksen parannusmetodiksi valittiin lean, koska siinä yhdistyvät ongelmien tarkastelu käytännössä, tiimityö, työn standardointi ja visualisointi sekä jatkuva parantaminen. Lean on johtamisjärjestelmä, jossa henkilöstön ongelmaratkaisutaidot ovat keskiössä. Lean on lähtenyt kehittymään alun perin Toyotan tuotantofilosofiasta, jota kutsutaan TPS:ksi (Toyota Production System). Tässä tutkimuksessa käsitelläänkin lean- ja TPS-termejä rinnakkain riippuen käytetystä kirjallisuuskäsitteestä. Asetusajan lyhentämiseen valittiin Shigeo Shingon kehittämä SMED-tekniikka (Single Minute Exchange of Die).

Tutkimuksen toimintasuunnitelma on jaettu seitsemään eri vaiheeseen, joita käsitellään erikseen luvuissa neljä ja viisi. Luvussa neljä käsitellään kaksi ensimmäistä vaihetta, joissa esitellään tutkimuskohde ja tutkimuksen nykytilan kartoitus piensäkityslinjalla. Luvussa viisi käydään läpi tutkimustyön viisi muuta vaihetta SMED-tekniikan mukaisesti. Raportoinnissa kirjallinen osuus on pyritty pitämään tiivistettynä ja tuomaan esille vain kaikkein oleellisimmat osat työsuorituksen kannalta. Tutkimuksen raportoinnissa on käytetty paljon visuaalista esitystä kuvien ja taulukoiden muodossa antamaan kokonaiskuvaa tutkimuksen kulusta.

Projektin tavoitteena oli saada asetusaikaa pienennettyä 50 %. Projektin tuomat aikasäästöt olivat 39 tuntia ja laitteen teoreettisen konetunnin hinnaan mukaan laskettuna vuotuinen säästö on noin 110 000 euroa. Tehtaan tavoitteeksi oli asetettu, että vuotuinen OEE:n keskiarvo nousisi 68,9 prosentista 71,0 prosenttiin. OEE prosentti nousi projektin aikana, mutta lopullisia tuloksia ei saatu tämän tutkimustyönaikana valmiiksi. Asetusajan lähtötilanteen 32 työvaihetta saatiin vähennettyä 19 työvaiheeseen. Kuljettu matka asetusaikaa tehtäessä lyheni 343 metristä 199 metriin. Lyhyemmän asetusajan myötä saatiin tuotteen läpimenoaikaa lyhennettyä, joka mahdollistaa tuotteiden valmistamisen kysynnän mukaan pienemmissä erissä. Tämä peilautuu tuotannon pienempinä varastoina ja keskeneräisen tuotannon vähentymisenä. Tutkimustyölle asetetut tavoitteet saavutettiin ja kaikkiin tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset. Tutkimustyön lopuksi on esitetty pohdinnat projektista ja annettu uusia kehitysehdotuksia seuraaviin parannusprojekteihin.

ASIASANAT:

asetusaika, hukka, lean, SMED, TPS

MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Master's Degree Programme in Technological Competence Management

2022 | total number of pages 83 + 1 appendixes

Anette Gustafsson

REDUCING WASTE

- reducing set up time in small packingline

The goal of this master's thesis was to find out how the loss of the small bagging line of Saint-Gobain Finland Oy Weber's dry product factory could be reduced using lean. The goal of the action plan was to improve the activities of the small bagging line by finding the most wasteful factor in the process. Social breaks emerged as the biggest waste in this study, and the second biggest waste was product changeover, which are discussed in this work under the name set-up time.

Lean was chosen as the improvement method for the action plan, because it combines examining problems in practice, teamwork, standardization and visualization of work, and continuous improvement. Lean is a management system where the personnel's problem-solving skills are at the center. Lean has started to develop initially from Toyota's production philosophy, which is called TPS (Toyota Production System). In this study, the terms lean and TPS are discussed side by side, depending on the source used. The SMED technique (Single Minute Exchange of Die) developed by Shigeo Shingo was chosen to reduce the setup time.

The action plan of the study is divided into seven different phases, which are discussed separately in chapters four and five. In chapter four, the first two phases are discussed, where the research object and the mapping of the current state with a small packingline are presented. In chapter five, the five other phases of the research work are reviewed according to the SMED technique. In the reporting, had try to keep the written part condensed and bring out only the most relevant parts in terms of the work performance. A lot of visual presentation in the form of pictures and tables has been used in the reporting of the research to give an overall picture of the progress of the research.

The goal of the project was to reduce the setup time by 50 %. The time savings brought by the project were 39 hours, and calculated according to the device's theoretical machine hourly price, the annual savings is approximately 110 000 euros. The factory's goal was to increase the annual OEE average from 68,9 percent to 71,0 percent. The OEE percentage increased during the project, but the final results were not completed during this research period. The initial 32 activities steps of the setup time were reduced to 19 work steps. The distance walked when setting the time was shortened from 343 meters to 199 meters. With the shorter setting time, the product's lead time was reduced, which enables products to be manufactured in smaller batches according to demand. This is reflected in smaller production inventories and a reduction in work-in-progress. The goals set for the research work were achieved and all research questions were answered. At the end of the research work, reflections on the project have been presented and new development proposals for the next improvement projects have been given.

KEYWORDS:

Lean, Set Up Time, SMED, TPS, Waste

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET	8
1 JOHDANTO	10
1.1 Työn tavoitteet ja rajaukset	10
1.2 Työn tutkimusmenetelmät ja rakenne	11
1.3 Saint-Gobain Finland Oy	13
2 LEAN JA TPS	15
2.1 Toyota Production System ja lean-ajattelu	15
2.2 Pitkän tähtäimen filosofia	19
2.3 Hukan eliminointi	20
2.3.1 Muda, muri ja mura	20
2.3.2 JIT	22
2.3.3 Heijunka	23
2.3.4 Jidoka	24
2.3.5 Standardointi	26
2.3.6 Visuaalinen johtaminen	27
2.3.7 Uusi teknologia	29
2.4 Ihmiset ja yhteistyökumppanit	29
2.4.1 Toyotan DNA	29
2.4.2 Tiimityö	30
2.5 Ongelmanratkaisu ja jatkuva parantaminen	31
2.5.1 Gemba	32
2.5.2 A3 ja päätöksenteko	33
2.5.3 Kaizen	35
3 SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE, SMED	39
3.1 SMED-menetelmän synty	39
3.2 SMED:n neljän vaiheita ja kahdeksan periaatetta	40
3.3 OEE-mittaus	44
4 NYKYTILAN KARTOITUS	47
4.1 Piensäätölinjan esittely	47
4.2 Riskinarviointi ja riskien pienentäminen	48

4.3 Suurimman hukan löytäminen ja mittarit	49
4.4 Projektitiimi ja projektisuunnitelma	51
4.5 Koulutustarve	52
5 TOTEUTUS	54
5.1 Parhaan standardin määrittäminen	54
5.2 Poikkeavuusjärjestelmän käyttöönotto	60
5.3 Poikkeavuuksien analysointi ja ratkominen	60
5.4 Standardin parantaminen edelleen	63
5.5 Sääntömetodin määrittely ja parannus	66
5.6 Tutkimustyön tulokset	72
6 POHDINTA	76
6.1 Tulosten tarkastelu	76
6.2 Jatkokehityskohteet	78
6.3 Opit	80
LÄHTEET	82

LIITTEET

Liite 1. Projektin auditointi.

KAAVAT

Kaava 1. Myyntihinta (Shingo 1989, 225).	18
Kaava 2. Myyntivoitto (Shingo 1989, 225).	18
Kaava 3. OEE:n laskenta (Wireman 2004, 44–45).	44

KUVAT

Kuva 1. Toimintatutkimuksen rakenne ja toteuttaminen vaihe vaiheelta.	12
Kuva 2. Projektitaulu tutkimuksesta vaihe vaiheelta.	13
Kuva 3. Lean-talo Toyotan tuotantojärjestelmästä (Liker 2004 mukailtu).	17
Kuva 4. Demingin laadun parantamisen ketjureaktio (Deming 1986, 3 mukailtu).	22

Kuva 5. 5S:n viisi pilaria (Hirano 1990, 19 mukailtu).	28
Kuva 6. Esimerkki A3-raportin käytöstä (Shook 2010, 8–9 mukailtu).	34
Kuva 7. Toyotan tavan neljän periaateluokan-malli, joka on jaettu filosofiaan, prosesseihin, ihmisiin ja yhteistyökumppaneihin ja pyramidin ylimpänä ongelmanratkaisuun (mukailen Liker 2004, 6 mukailtu.)	35
Kuva 8. Kahdeksan vaiheinen lähestymistapa ongelmanratkaisuun (Imai 2012, 60 mukailtu).	36
Kuva 9. PDSA-ympyrä Plan, Do, Study and Act askel askeleelta (Deming 1994, 132 mukailtu).	37
Kuva 10. SMED:n neljä eri vaihetta Shingon mukaan (Shingo 1989, 56 mukailtu).	42
Kuva 11. SMED:n kahdeksan periaatetta (Shingo 1989, 54 mukailtu).	43
Kuva 12. Käytettävyyden, nopeuden ja laadun OEE mittaus kohdeyrityksen tehtaalla käytännössä.	45
Kuva 13. Asetusajan vaikutus OEE- ja OOE -tunnuslukuihin (Maxim & Hassan 2017 mukailtu).	46
Kuva 14. Tuotannon piensäkityslinjan Rotopacker-säkityslaite (Saint-Gobain).	47
Kuva 15. Piensäkityslinjan riskienarviointi vakavuuden ja todennäköisyyden mukaan sekä saavutetun jäännösriskin suuruus tehtyjen parannusten jälkeen.	48
Kuva 16. Tuotannon OEE:n mittaus piensäkityslinjalla mitataan lavaajan kääntäjän kohdalta.	49
Kuva 17. Projektin piensäkityslinjan lähtötilanteen hukat Pareto-analyysinä ja projektille asetetut tavoitteet.	50
Kuva 18. Tutkimustyön projektitiimi ja viikkokokouksen aikataulu sekä toteuma.	51
Kuva 19. Koulutusmatriisi, jossa on esitettyä projektin eri vaiheiden kannalta tärkeimmät koulutettavat ja opeteltavat asiat projektitiimin jäsenten osalta.	52
Kuva 20. Projektisuunnitelma vaiheittain ja projektin eteneminen viikko tasolla.	53
Kuva 21. Asetusajan tehtävien optimointi ECRS-tekniikkaa käyttäen.	54
Kuva 22. Spagettidiagrammi lähtötilanteesta käsin piirrettynä lyijykynällä. Kuvassa näkyy hyvin työntekijöiden panos projektin toteuttamisessa (Jarmo Laakso, 2021).	55
Kuva 23. Tagirekisteri, jossa tehtävät on priorisoitu tärkeysasteen mukaan ja kirjattu tehtävät vastatoimenpiteet poikkeamille aikatauluineen sekä vastuuhenkilöineen.	57
Kuva 24. Kirjattujen tagien määrä kappaleina ja niiden korjausmäärät viikko-tasolla.	58
Kuva 25. Käyttäjäkunnossapidon tarkistuslista piensäkityslinjan tyhjän säkin syöttölaitteistolla (radimat).	59
Kuva 26. Pareto-kaavio poikkeavuusjärjestelmästä havaituista poikkeamista viikoilta 46–48.	61
Kuva 27. Parannusprojektin CE-diagrammi, kalanruotodiagrammi useimmiten esiintyneestä poikkeamasta.	61
Kuva 28. Asetusajan lopullinen spagettidiagrammi muutosten jälkeen käsin piirrettynä (Jarmo Laakso, 2022).	64
Kuva 29. Väärän painoiset säkit laadunvaihdon alussa.	67
Kuva 30. QX-matriisi säätöjen analysoimiseen, jossa on kuvattuna vikaantumisen, prosessin vaiheet, laitteen komponentit ja viimeisessä vaiheessa laitteen parametrit.	68
Kuva 31. Giljotiinin ennen ja jälkeen kuvat sekä tehdyt muutokset paranuksen jälkeen.	70
Kuva 32. Säkitysilman säätöruuvien säätämisen ennen ja jälkeen kuvat.	71
Kuva 33. Piensäkityslinjan asetustajan kehittyminen keskiarvallisesti viikko-tasolla.	72
Kuva 34. OEE:n kehittyminen projektin aikana kuukausi tasolla.	74
Kuva 35. Seitsemän vaiheinen A3-raportti projektin taustasta projektin seurantaan.	74

TAULUKOT

Taulukko 1. Asetusajan tehtävien analysointi (Angeli ym. 2006,117).	43
Taulukko 2. Tehtävä, kuljettu matka ja matkaan kulutettu aika taulukoituna spagettidiagrammista kuvan 22. mukaisesti.	56
Taulukko 3. Viisi kertaa miksi juurisyyanalyysi poikkeamille ja korjaavat sekä ennaltaehkäisevät toimenpiteet.	62
Taulukko 4. Poikkeamien seurantataulukko.	63
Taulukko 5. Työtehtävien optimointi ECRS-tekniikkaa käyttäen.	64
Taulukko 6. Asetusajan lähtötilanne ja tilanne vaiheen kuusi jälkeen.	65
Taulukko 7. Sääntömetodin määrittäminen piensäätölinjan asetusajalle.	66
Taulukko 8. Laitteen viisi olosuhdetta nolavirheelle.	69
Taulukko 9. Tutkimuskysymykset ja saadut vastaukset niihin projektin aikana.	76

KÄYTETYT LYHENTEET

Lyhenne	Lyhenteen selitys
5 S	Työn tuottavuutta parantava menetelmä. Seiri (sortteeraus), Seiton (systematisointi), Seiso (siivous), Seiketsu (standardisointi) ja Shitsuke (seuranta).
Asetusaika	Aika, joka tarvitaan välineen, koneen tai prosessin valmistamiseen, ennen kuin ollaan valmiita aloittamaan uuden tuotteen tai palvelun tekeminen.
CE-diagrammi	Ishikawa-diagrammi, kalanruotokaavio. Ongelmanratkaisuun käytettävä työkalu, jolla havainnollistetaan ongelmien syy-seuraussuhteita.
EXT	Ulkoinen asetusaja, External Setup.
Gemba	Gemba on japania ja tarkoittaa todellista paikkaa. Työtapa, jossa mennään tarkastelemaan ongelmaa käytännössä eli siellä missä se esiintyy.
Heijunka	Tasoitettu tuotanto, jossa tuotanto järjestetty niin, että tuotteiden eroavaisuuksista johtuvat vaihtelut tasoittuvat.
INT	Sisäinen asetusaja, Internal Setup.
JIT	Just-in-time, juuri oikeaan aikaan.
Jidoka	Autonomaatio, sisäänrakennettu laatu. Inhimillisen älyn kytkeminen koneeseen, joka pysähtyy, mikäli ongelmia esiintyy.
Kaizen	Kaizen on keino jatkuvan parantamisen toteuttamiseen hukan eliminoinemiseksi.
Lean	Ydinajatuksena maksimoida asiakasarvo samalla, kun minimoidaan hukkaa.
MUDA	Hukka eli tekijä, joka ei lisää arvoa lopputuotteeseen tai palveluun asiakkaan näkökulmasta.
MURA	Epätasapaino eli työ, joka ei ole tasapainossa.
MURI	Ylikuormitus, tehtävä on kohtuuton tai liian vaikea tehtäväksi.
OEE	Kokonaistehokkuus, Overall Equipment Efficient, suomeksi KNL käytettävyyys, nopeus ja laatu.
OOE	Overall Operator Efficiency, operaattorista aiheutuvat hukat.
PDCA	Kehittämisen kehä, jossa on neljä vaihetta (Plan, Do, Check, Act – suunnittele, testaa, arvioi, toteuta).

SMED	Single Minute Exchange of Die, menetelmä asetusajkojen lyhentämiseksi.
TPM	Total Productive Maintenance, kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito.
TPS	Toyota Production System, Toyotan tuotantojärjestelmä.

1 JOHDANTO

Tutkimuksessa keskityttiin käyttämään lean-parannusmenetelmää perinteisen parantamisen sijaan. Nykyään puhutaankin niin sanotusta trendiliinauksesta. Perinteisen prosessinparannusmenetelmän heikkoutena on se, että yleensä keskitytään yksittäisen prosessin lisäarvon osuutta kasvattavaan osioon prosessissa, kuten korvaamalla työntekijä automatisoidulla laitteella tai tehostamalla laitteen käyntiaikaa. Lopputuloksena saadaan parannus yksittäiseen prosessiin, joka vaikuttaa vain vähän kokonaisarvovirtaan. Sen sijaan lean-parannusmenetelmässä keskitytään arvoa tuottamattomiin prosessin osiin muun muassa eliminoimalla niitä, jolloin arvoa tuottava osuus kasvaa suhteessa arvoa tuottamattomaan osuuteen. Leanin yksi ydintehtävä onkin hukkan poistaminen prosessista. (Liker 2010, 31.)

Tutkimuksen parannusmetodiksi valittiin lean, koska siinä yhdistyvät ongelmien tarkastelu käytännössä, tiimityö, työn standardointi ja visualisointi sekä jatkuva parantaminen. Tutkimuksessa leania käsitellään myös nimellä Toyota Production System (TPS), josta lean käsite on saanut alun perin alkunsa. Näitä kahta termiä käytetään tässä tutkimustyössä käytetyn lähteen mukaan. Etenkin vanhemmissa teoksissa puhutaan TPS:stä enemmän kuin leanistä.

1.1 Työn tavoitteet ja rajaukset

Tutkimusongelmana oli selvittää, miten Saint-Gobain Finland Oy:n Weberin Ojakkalan kuivatuotetehtaan piensäkytyslinjan hukkaa saataisiin vähennettyä lean-ajatusfilosofiaa käyttäen. Toimintatutkimuksen tavoitteena oli tehostaa piensäkytyslinjan toimintaa löytämällä eniten hukkaa aiheuttava pullonkaula prosessista. Tässä tutkimuksessa suurimmaksi hukaksi nousi esille tuotteiden laadunvaihdot, joita tässä työssä käsitellään nimellä asetus aika. Tavoitteena oli alun perin kirjoittaa tutkimuksen viitekehys vain asetusajan näkökulmasta, mutta tällainen raja osoittautui hankalaksi. Vaikka tuntuisikin raskaalta ajatella koko Toyota Production Systemin (TPS) järjestelmää, niin näiden periaatteiden pintapuolinen käsittely auttaa hahmottamaan paremmin tämän tutkimustyön kokonaisuutta ja sen vaikutusta lopputulokseen. Viitekehyksessä ei kuvailla kuitenkaan yksityiskohtaisesti eri lean työkaluja vaan keskitytään laajempaan kokonaisuuteen. Työn

toteutuksessa on kuvattu osa käytetyistä työkaluista ja menetelmistä tarkemmin käytännön näkökulmasta katsoen.

Lean-ajatusfilosofia valittiin opinnäytetyön tutkimuksen pohjaksi, jotta pystyttiin vastaamaan tutkimukselle asetettuihin kysymyksiin.

Päättökysymyksenä oli: Mikä aiheuttaa hukkaa piensäkityslinjalla?

Tutkimuksen alakysymykset olivat:

1. Mikä aiheuttaa suurinta hukkaa piensäkityslinjalla?
2. Mitä leanin menetelmiä tulisi käyttää kyseisen hukan pienentämiseksi?
3. Miten saada piensäkityslinjan työntekijät sitoutumaan muutokseen ja sen ylläpitoon?

Työ rajattiin käsittelemään vain piensäkityslinjaa. Piensäkityslinjan tehokkuus OEE-luvun (Overall Equipment Effectiveness) mukaan oli heikoin tuotantolinjoista ja sen käyttökapasiteettia haluttiin tehostaa. Tavoitteena yrityksessä oli ottaa käyttöön lean-parannusmenetelmiä ja tämä piensäkityslinja sai toimia pilottialueena. Tavoitteena on saada laajennettua näitä lean-parannuksia myöhemmin tehtaan muillekin linjoille. Tavoitteena oli luoda pilottiohjelma, joka kestäisi kolme kuukautta. Pilottijakson jälkeen suoritetaan tarkistus ja auditointi, minkä jälkeen arvioinnin tulokset raportoidaan tehdaspäällikölle. Tavoitteena on saada lean-parannusmenetelmä käyttöön koko Ojakkalan tehtaan laajuudessa.

1.2 Työn tutkimusmenetelmät ja rakenne

Tutkimuksen rakenne on jäsennelty kolmeen eri osaan. Työn tutkimus jakautuu teoriaosioon- ja käytännön osuuteen ja lopuksi summataan pohdinnassa tutkimuksen yhteenveto.

Teoriaosuuden tutkimus tehtiin kirjallisuuskatsauksena. Teoria osuudessa tarkastellaan työn keskeisempiä aihealueita, joihin kuuluvat TPS-filosofia sekä asetusajan lyhentäminen Single Minute Exchange of Die -metodin (SMED) avulla. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on antaa pohja tutkimustyön toteuttamiselle. Luvussa kaksi käsitellään TPS-filosofiaa yleisesti ja hyvin lyhyesti muun muassa Jeffrey Likerin 14 periaatteen avulla. Tätä käsitellään tuotantoprosessin näkökulmasta, vaikka yhtä lailla ne soveltuvat palvelutuotannonkin käyttöön. Luvussa kolme siirrymme asetusajan lyhentämisen teoria-

osuuteen, jossa käsitellään SMED-tekniikkaa. Kirjallisuuskatsaus perustuu pitkälti SMED-tekniikan perustajan Shigeo Shingon kirjoittamaan kirjallisuuteen. Kirjallisuuskatsaukseen on otettu mukaan myös uudempaa kirjallisuutta. Työssä käytettyjen tutkimusaineistojen ajantasaisuus ja luotettavuus pyrittiin varmistamaan työtä tehdessä.

Työn käytännön osuus suoritettiin hyödyntämällä laadullisia- ja määrällisiä tutkimusmenetelmiä. Piensäkityslinjan suurimman hukan eliminointi tehtiin toimintatutkimuksen, tapaus tutkimuksen ja haastattelututkimuksen piirteitä käyttäen. Tapauskohtaisessa tutkimuksessa käytettiin yrityksen dokumentteja, joiden avulla selvitettiin säkityslinjan toiminta ja tehokkuus. Toimintatutkimusta tehtiin keskustelemalla yrityksen operattoreiden ja kunnossapitotyöntekijöiden kanssa säkityslinjan toimintaperiaatteesta, ongelmakohdista sekä tuotannon prosessivaiheista. Haastattelututkimuksessa selvitettiin säkityslinjan asetusajan ongelmia ja poikkeamia. Piensäkityslinjan suurimmat hukat selvitettiin tapaus tutkimuksen avulla yrityksen numeerista dataa analysoimalla.

Tutkimuksen toimintasuunnitelma on jaettu kuvan 1 prosessikuvauksen mukaan eri vaiheisiin, joita käsitellään erikseen luvuissa neljä ja viisi. Luvussa neljä käsitellään vaiheet nolla ja yksi. Tässä osiossa esitellään tutkimuskohde ja tutkimuksen nykytilan kartoitus. Nykytilassa kerrotaan tutkimuksen projektisuunnitelma ja nykytilan kartoittaminen piensäkityslinjalla.



Kuva 1. Toimintatutkimuksen rakenne ja toteuttaminen vaihe vaiheelta.

Luvussa viisi käydään läpi toimintatutkimuksen toteutusta vaiheesta kaksi vaiheeseen kuusi. Nämä eri vaiheet ovat jaettu omiksi alaluvuiksi selkeyttämällä työn kulkua vaihe vaiheelta. Tässä tutkimuksessa ei käydä kaikkia työn yksityiskohtia läpi tutkimuksen laajuuden vuoksi. Raportoinnissa on pyritty pitämään kirjallinen osuus tiivistettynä ja tuomaan esille vain työnsuorituksen kannalta kaikkein oleelliset osat. Tutkimuksen kulku on tiivistettynä kuvassa 2 hahmottamaan tutkimuksen laajuutta. Tutkimuksen raportoinnissa on käytetty paljon visuaalista esitystä kuvien ja taulukoiden kautta antamaan kokonaiskuvaa tutkimuksen kulusta.



Kuva 2. Projektitaulu tutkimuksesta vaihe vaiheelta.

Päätösluvussa kuusi käsitellään tutkimustyön luotettavuutta, keskeisiä tuloksia ja yhteenvedoa tutkimustyön kulusta. Lisäksi päätösluvussa käydään pohdintaa mahdollisista jatkokehitystoimenpiteistä.

1.3 Saint-Gobain Finland Oy

Saint-Gobain on kansainvälinen konserni, joka on maailman 100 johtavan teollisuusyrityksen joukossa. Yrityksellä on toimintaa 67 maassa, noin 1 000 tuotantolaitosta ja työntekijöitä on yli 166 000. Saint-Gobain on perustettu yli 350 vuotta sitten ja vuoden 2021 liikevaihto oli 44,2 miljardia euroa. Suomessa Saint-Gobain Finland Oy:llä on yhteensä yli 600 työntekijää viidessä eri liiketoimintayksikössä, jotka ovat: Ecophon, Gyproc, ISO-VER, PAM ja Weber. (Saint-Gobain 2022, 9).

Saint-Gobain suunnittelee, tuottaa ja toimittaa materiaaleja ja ratkaisuja, jotka toimivat hyvinvointimme perustana nyt ja tulevaisuudessa. Materiaaleja löytyy joka puolelta elinympäristöä ja jokapäiväistä elämää; rakennuksista, kulkuneuvoista, infrastruktuurista

ja monesta teollisuuden sovelluksesta. Saint-Gobain tuottaa suorituskykyisiä ja turvallisia ratkaisuja, jotka lisäävät mukavuutta ja vastaavat kestävän rakentamisen, resurssitehokkuuden ja ilmastonmuutoksen haasteisiin.

Weber kuuluu Saint-Gobain-konserniin. Weber tuottaa monipuolisia rakennustuotteita julkisivuista lattiatasoitteisiin tuotemerkeinä Kahi ja Vetonit. Suomessa Weberin tehtaita on kuusi ja aluevarastoja kaksi. Työntekijöitä Weberillä on noin 300. Tuoteportfolioon kuuluu yli 1 000 tuotetta ja ratkaisua. (Saint-Gobain 2022, 6).

2 LEAN JA TPS

Tässä luvussa käsitellään Toyotan tuotantojärjestelmää (TPS) ja lean-ajattelua. Luvussa tutustutaan Toyota Production Systemin TPS-taloon, jota kutsutaan myös lean-taloksi. Talon eri osioita käydään läpi TPS:n periaatteiden mukaan alaluvuissa 2.2–2.5. Tässä TPS osiossa perehdytään hyvin lyhyesti eri työkaluihin Shigeo Shingon (1909–1990) 11 TPS periaatteen ja Likerin 14 periaatteen avulla. TPS:n 14 periaatetta on jaettu neljään eri osioon, jotka ovat pitkän tähtäimen filosofia, oikea prosessi tuottaa oikeat tulokset, lisäarvon tuottaminen kehittämällä organisaatioon ihmisiä ja yhteistyökumppaneita sekä jatkuvien taustaongelmien ratkominen, mikä edistää organisaation oppimista. Luvussa kolme käsitellään tarkemmin juuri oikeaan aikaan eli JIT (Just-In-Time), jonka työkaluihin kuuluu SMED-tekniikka, joka on tämän tutkimustyön keskiössä.

2.1 Toyota Production System ja lean-ajattelu

Lean-sanaa on käytetty ensimmäisen kerran John Krafcin artikkelissa Triumph of The Lean Production System, Lean tuotantojärjestelmän riemuvoitto vuonna 1988 (Torkkola 2015, 13). Lean määritellään ydinajatuksena, jolla on tavoitteena maksimoida asiakasarvo samalla, kun minimoidaan hukkaa. Lean sitoutuu hyvin läheisesti laatujohtamiseen sekä Toyota, Ford ja Bell (Western Electric) yrityksiin. Ford ja Bell yritykset ovat laatu- ja -tekniikan kannalta merkittäviä yrityksiä. Tässä tutkimustyössä käsitellään laajemmin Toyotan tuotantoajattelua, Toyota Production System (TPS). Toyotan menestys käyttämällä TPS 1960–1980-luvuilla käynnisti tutkimusprojektin 1985, jota kutsuttiin International Motor Vehicle Program (IMVP). MIT:n tutkimusryhmässä työskennellyt John Krafcik tutki eri autotehtaiden tuottavuuskehitystä IMVP:llä. Krafcik tarvitsi nimen kuvaamaan tutkittavaa systeemiä (TPS), jolloin hän totesi: ”TPS käyttää vähemmän kaikkea luodessaan saman määrän arvoa, joten kutsutaan tätä leaniksi”. Toisin sanoen lean ei ole sama asia kuin TPS, vaan lean on epätarkka kuvaus Toyotan tuotantomenetelmästä, jonka professori Kakuro Amasaka on kirjoissaan kuvannut TPS:stä. Lean ei siis perustu suoraan Toyotan tapaan toimia, vaan siihen, mitä Toyotasta on nähty ja miten sen on uskottu olevan. (Karjalainen & Karjalainen 2020, 13–32.)

Karjalaisen mukaan, leanistä näyttäisi puuttuvan software TQM eli Total Quality Management ja siihen liittyvä laaja henkilöstön kouluttaminen, jolla pienennetään vaihtelua

ennen kuin keskiarvoja aletaan muuttaa. Tätä väittämää tukee myös vuonna 2017 ilmestynyt kirja: *The Lean Strategy*, jonka ovat kirjoittaneet Ballé M, Jones D, Chaize J & Fiume O. Kirjassa kritisoidaan leanin väärää uskomuksia, jossa heidän mukaansa leania on sovellettu väärin käytännössä. Karjalaisen mukaan voidaankin jälkiviisaana todeta, että näkymätön software, tietotaito ratkaista niin sanottuja näkymättömiä vaihteluongelmia on saanut leanissa liian vähän huomiota. Daniel T. Jones on kirjoittanut kuuluisat leanin perusteokset *The Machine That Changed the World*, *Lean Thinking* ja nyt viimeisimpänä mainitun *The Lean Strategy* kirjan, jossa kritisoidaan leanin ongelmakohtia verrattuna alkuperäiseen Toyotan tuotantojärjestelmään. (Karjalainen & Karjalainen 2020, 13–32.). Tässä tutkimustyössä on pyritty kirjoittamaan mahdollisimman kattavasti juuri alkuperäisen TPS-järjestelmään pohjautuen uudemman lean kirjallisuuden sijaan.

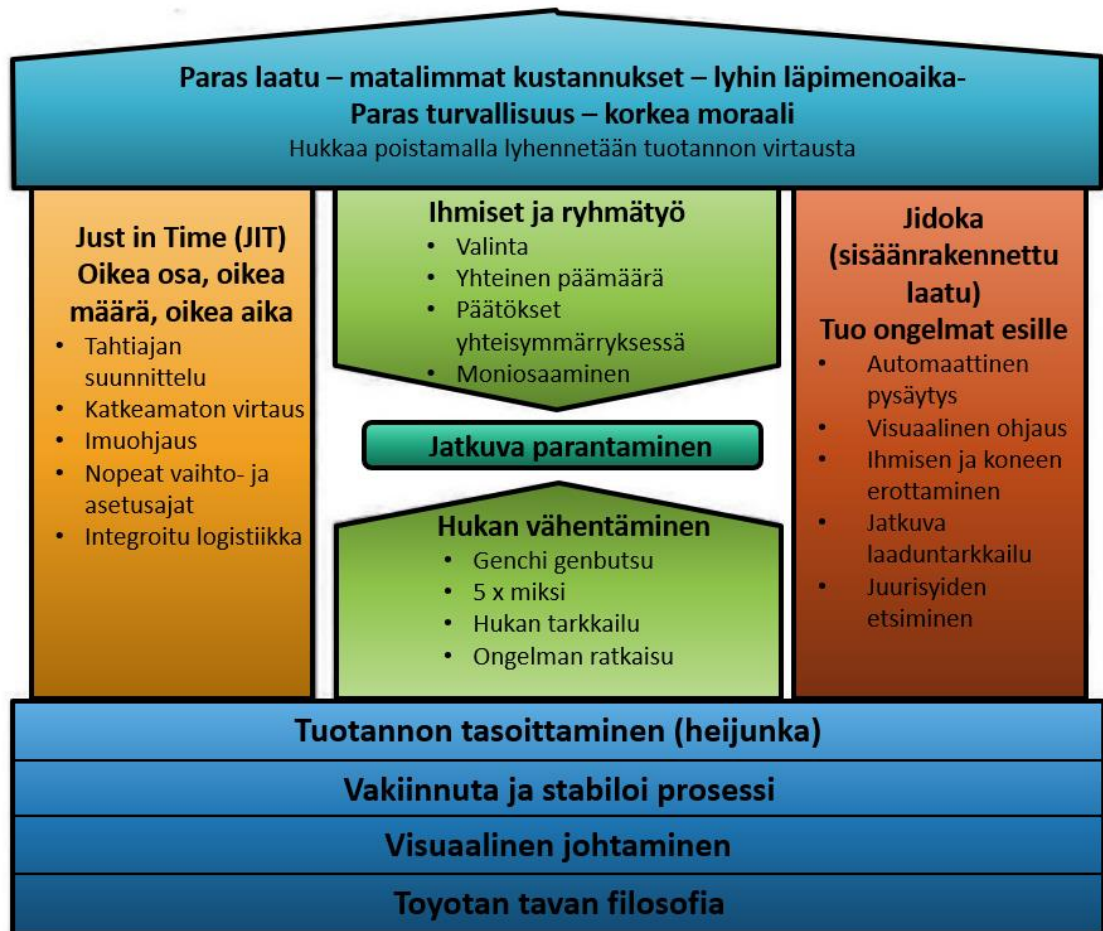
Lean-ajattelu on levinnyt lähes kaikkialle ja sitä käytetään monilla eri aloilla niin tuotannossa, palveluissa kuin johtamisessakin. Lean kirjojen klassikkoteos *The Machine that Changed the World* teki tunnetuksi lean-ajattelun vuonna 1990. Kirjan ovat kirjoittaneet James P. Womackin, Daniel T. Jonesin ja Daniel Roos.

Taiichi Ohno, Shigeo Shingo ja Eiji Toyoda kehittävät Toyotan tuotantojärjestelmän eli Toyota Production Systemsin (TPS) vuosina 1948–1975. TPS-järjestelmää pidetään lean-ajattelun juurina. TPS-järjestelmästä luotiin yksinkertaisempi ajattelumalli, joka tunnetaan nykyään paremmin leanina. TPS-malli käsittää 14 peruseriaatetta ja leaniin ne on kiteytetty viiteen ydinkonseptiin. Leanin ydinkonseptit ovat Jones & Womack mukaan seuraavat: määritä asiakasarvo, tunnista arvoketju, laita arvo virtaamaan keskeytymättä (flow), luo imuohjaus ja viimeisenä tavoittele täydellisyyttä. (Jones & Womack 2013, 16–26.)

Womac & Jones ovat määrittäneet leanin kirjassaan *Lean Thinking*, että lean on voimakas työkalu, jonka avulla yritys pystyy luomaan asiakkaalle lisäarvoa samalla tehostaen omia prosessejaan. Leanin periaatteita noudattamalla yritys pystyy saavuttamaan enemmän pienemmillä resursseilla ja tuottamaan asiakkaan tarpeita vastaavia palveluja ja tuotteita. Lean-ajattelun avulla saadaan määritettyä arvo. Arvoa tuottavien toimintojen järjestäminen optimaaliseksi saadaan siten, että tuotteet virtaavat tilausten mukaisesti ilman keskeytyksiä. (Jones & Womack 2013, 6–15).

Kuvassa 3 on esiteltyä TPS-talon kuvaus Toyotan tuotantojärjestelmästä. Tästä talosta löytyy hyvin monenlaisia kuvauksia, jotka saattavat poiketa jonkin verran tässä esitettyyn malliin, mutta peruseriaatteet ovat samat. Taloa voidaan kutsua eri lähteissä myös lean-

taloksi. Tutkimukseen valittiin talokuvaus, jossa ihmiset ovat koko talon keskiössä. Osa talo kuvauksista on yksinkertaistettuja, joissa kahden pilarin välissä ei ole mitään. Tässä tutkimuksessa keskiössä on ihmiset ja kulttuurin muuttaminen kohti täydellisyyden tavoittelua jatkuvan parantamisen mallia käyttäen. Talo kuvassa kuvataan yksinkertainen talo, jota tässä opinnäytetyössä käsitellään nimellä TPS-talo. (Liker 2010, 32–34.)



Kuva 3. Lean-talo Toyotan tuotantojärjestelmästä (Liker 2004 mukailtu).

TPS-talon on kehittänyt Taiichi Ohnon opetuslapsi Fujio Cho, jonka tehtävänä oli saada opetettua Toyotan alihankkijoille TPS:n periaatteet yksinkertaisesti. Talo koostuu tukevasta pohjasta, vahvoista tukipylväistä ja katosta. TPS-talon periaatteet alkavat katosta, jossa käsitellään parhaasta laadusta, matalista kustannuksista ja lyhyestä läpimenoajasta. Katon alapuoli rakentuu kahdesta pilarista, jotka ovat: JIT (Just-in-time) juuri oikeaan aikaan sekä Jidoka pilarista, jossa laatu on sisäänrakennettu tuotteeseen tai palveluun. Pilareiden keskellä on ihmiset, jotka ovat koko tämän järjestelmän keskiössä.

Viimeisenä talossa on pohja, joka koostuu standardoiduista, vakaista ja luotettavista prosesseista sekä tuotannon tasoittamisesta, jota kutsutaan nimellä heijunka. Jokainen talon osa on tärkeä ja ne vahvistavat toisiaan, jolloin talosta saadaan kestävä. Näitä kaikkia elementtejä käsitellään tarkemmin seuraavissa alaluvuissa TPS-periaatteiden muodossa. (Liker 2010, 32–34.)

Shingo vertaa TPS veden puristamiseen kuivasta pyyhkeestä, jossa TPS-järjestelmä on ratkaisu perusteelliseen hukan poistoon prosessista. Tässä hukalla tarkoitetaan kaikkea, mikä ei edistä prosessia ja kaikkea mikä ei tuo lisää arvoa. Shingon mukaan monet ihmiset tyytyvät eliminoimaan hukan, jonka kaikki tunnistavat hukaksi. Tämän jälkeen on vielä paljon jäljellä, mitä ei yksinkertaisesti ole vielä tunnistettu hukaksi tai jota ihmiset ovat valmiita sietämään. Shingo kirjoittaakin, että ihmiset ovat alistuneet tiettyihin ongelmiin ja joutuneet rutiinien panttivangeiksi luopuen ongelmanratkaisukäytännöistään. Paluu perusasioihin, ongelmien todellisen merkityksen paljastaminen ja sitten perustavien laatuisten parannusten tekeminen voidaan saada aikaiseksi käyttämällä Toyotan tuotantojärjestelmää. (Shingo 1989, 236–237.)

Shingo summaa TPS periaatteet aikajärjestyksen mukaan 11 pääotsikon alle. Ensimmäisessä periaatteessa myyntivoitto perustuu hinta miinus kustannus- periaatteeseen (kaava 2) sen sijaan, että hinta plus kate olisi sama kuin myyntihinta (kaava 1).

$$cost + profit = selling\ price$$

Kaava 1. Myyntihinta (Shingo 1989, 225).

Valmistajien tulee käyttää kaavaa 2, jossa:

$$price - cost = profit$$

Kaava 2. Myyntivoitto (Shingo 1989, 225).

Tämän ajattelutavan ainoa tehtävä on lisätä voittoa vähentämällä kustannuksia ja ainoa tapa leikata kustannuksia on vähentää hukkaa. Tämä ajatusmalli on perusta, jolle kaikki muut periaatteet perustuvat.

Seuraavat kymmenen periaatetta ovat: nolla varastoa, virtaustehokkuuden saavuttaminen, asetusajkojen lyhentäminen, konerikkojen ja virheidien eliminointi, tuotannon tasoit-

taminen, integroitu kokonaisvaltainen imuohjaus, työkustannusten vähentäminen, automatisointi, standardointi ja sen kehittäminen ja viimeisenä kanban-järjestelmä. (Shingo 1989, 225–229.) Näitä asioita käsitellään seuraavissa alaluvuissa yhdessä Jeffrey K. Likerin 14 periaatteen kanssa.

2.2 Pitkän tähtäimen filosofia

Toyota Way eli Toyotan tapa Suomeksi on Toyotan kehittämä toimintatapa, joka perustuu Toyotalla kehitettyihin ja jalostettuihin työkaluihin ja laadunparannusmenetelmiin. Nämä ovat omalta osaltaan vaikuttaneet suuresti lean toiminnan kehittymiseen. Jeffrey Liker on tutkinut Toyotan toimintaa 20 vuotta. Näiden vuosien aikana hän löysi 14 periaatetta, jotka toimivat Toyotan TPS –järjestelmän (Toyota Production System) perustana. Liker on jakanut nuo periaatteet neljään eri kategoriaan, joita käsitellään tarkemmin seuraavissa alaluvuissa.

TPS-järjestelmän alimpaan tasoon kuuluu filosofia osuus, jota käsitellään periaatteessa yksi. Periaatteena on tehdä päätöksiä pitkätähtäimen filosofian pohjalta, mutta myös lyhyen tähtäimen taloudellisten tavoitteiden kustannuksella. Lyhyen tähtäimen voitot eivät ole silloin tärkein tavoite, vaikka tämä onkin useassa yrityksessä edelleen lyhytnäköisyydestä johtuen päätavoitteena. (Liker 2010, 37, 71–81). Liker vieraili Toyotan tehtailla Yhdysvalloissa ja Japanissa, jossa hän sai huomata, että jokaisella haastattelemaltaan työntekijällä oli käsitys omasta tehtävästään, joka oli palkan ansaitsemista suurempi. He osasivat erottaa oikean väärästä ja tunsivat suurempaa sitoutumista yritykseen. Toyotan tavan heille ovat opettaneet japanilaiset senseit eli mentorit. Viestinä oli:

Tee sitä, mikä on oikein yhtiön, sen työntekijöiden, asiakkaiden ja yhteiskunnan kannalta.

Toyotan sitoutuminen työntekijöihin, asiakkaisiin ja yhteiskuntaan ovat kaikkien muiden periaatteiden perusta.

Toyotalla ohjaavina periaatteina ja toiminta-ajatuksena on kolme osaa, jotka ovat

1. Anna panos paikallisen valtion talouskasvulle
2. Anna panos ryhmän jäsenten hyvinvointiin ja vakauteen
3. Anna panos Toyotan kokonaiskasvuun (Liker 2010, 80.)

Näiden tehtävänä on viestittää, että Toyota parantaa yhteiskunnan kasvua, jotta se voisi antaa parhaan panoksensa niin ulkoisille kuin sisäisillekin sidosryhmille. Toisin sanoen Toyota ei ole ottanut tehtäväkseen saada mahdollisimman hyvää tuottoa osakeomistajilleen, vaan ydinajatuksena on olla ensimmäisellä sijalla tuotteissa ja palveluissa haluten jatkuvasti parantaa niitä menestyäkseen ja tarjotakseen sitä kautta vastineen osakkeenomistajilleen. Yrityksen tuottaman rahan tarkoitus on voida investoida tulevaisuuteen, jotta he voivat jatkaa toimintaansa. Investoinnin tarkoituksena on auttaa yhteiskuntaa, jossa he harjoittavat liiketoimintaansa. (Liker 2010, 72–73, 80)

2.3 Hukan eliminointi

Tähän prosessit osioon kuuluvat Toyotan periaatteet 2–8. Nämä seitsemän periaatetta sisältävät suurimman osan Toyota Production Systemin työkaluista, joilla on tarkoitus parantaa prosesseja poistamalla hukkaa. TPS-ajattelun mukaan hukka on prosessin kustannustekijä, joka ei tuota arvoa asiakkaalle. Hukka on oire, joka kertoo ongelmasta. Tunnistamalla hukkien juurisyyt saadaan poistettua hukkaa.

2.3.1 Muda, muri ja mura

Luo jatkuva prosessin virtaus tuodaksesi ongelmat esille on ensimmäinen näistä seitsemästä periaatteesta. Tämän periaatteen tarkoituksena on luoda jatkuva virtaus, jossa materiaalit ja tieto siirtyvät nopeasti, jotta prosessi ja ihmiset saadaan kytkettyä yhteen niin, että ongelmat tulevat heti ilmi.

Toyota pyrkii jatkuvasti poistamaan prosesseistaan hukkaa, joka on japaniksi muda, muri ja mura. Mudan (lisäarvoa tuottamaton työ) suurimpana hukkana kahdeksasta hukasta on ylituotanto. Seuraavat seitsemän hukkaa, jotka kuuluvat mudaan ovat: odottelu, tarpeeton kuljettaminen, ylikäsittely, liian suuri varasto, tarpeeton liikkuminen, viat ja viimeisenä käyttämättä jätetty työntekijän potentiaali. Näiden kahdeksan mudan hukkien lisäksi on olemassa kaksi muuta hukkaa, jotka ovat muri (ylikuormitus) ja mura (epätasaisuus). Murin ylikuormituksella tarkoitetaan niin laitteiden kuin ihmistenkin ylikuormitusta. (Liker 2010, 37, 87–89, 114)

Muda-termiä käytetään puhuttaessa hukasta, joka on useiden lean-tuotantoon tähtävien yritysten keskiössä, vaikka mura ja muri yhdessä mudan kanssa muodostavat

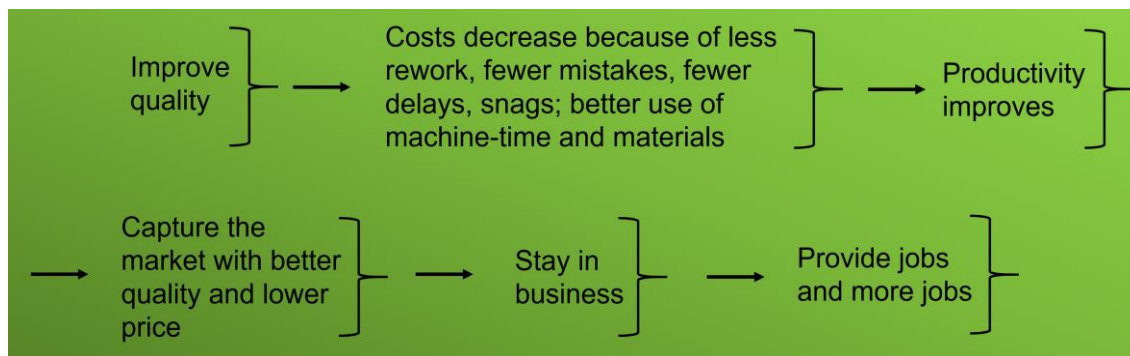
TPS-tuotantojärjestelmän. Japanissa näitä kutsutaankin kolmeksi MU:ksi (three MU's). Imain mukaan muda hukasta on kaikkein helpoin aloittaa ja alkaa eliminoimaan tämän aiheuttamaa hukkaa. Keskittymällä vain mudan kahdeksaan hukkatyyppiin voi todellisuudessa heikentää tuotantojärjestelmän ja ihmisten tuottavuutta. Tästä syystä on tärkeää keskittyä näiden kaikkien kolmen vähentämiseen yrityksessä. (Imai 2012, 90–91).

Näistä kolmesta hukan muodosta mura eli vaihtelu on juurisyynä mudalle ja murille. Deming on listannut neljätoistakohtaisen syvällisen tiedon teorian. Tiedon teoriolla tarkoitetaan syy-seuraussuhteiden tunnistamista ja ymmärtämistä. Ymmärtämällä Demingin esittämät 14 johtamistyylin periaatetta ja soveltamalla niitä, saadaan turvattua yrityksen tulevaisuus ja työpaikat. Demingin teorian taustalla on neljä keskeistä asiaa, jotka ovat vaihtelun ymmärtäminen, systeemin arvostaminen, tiedon teoria ja psykologia. Seuraavaksi käsitellään näistä vain vaihtelua. Tarkoituksena on auttaa ymmärtämään vaihtelua sekä mistä vaihtelu johtuu ja kuinka sitä saadaan pienennettyä. (Deming 1986, 23–24; Piirainen 2014, 23–25.)

Deming on kirjoittanut kirjan vaihtelusta (Theory of Variation), jossa hän käsittelee vaihtelua kahdellatoista kohdalla, jotka tulisi ymmärtää ja huomioida käsiteltäessä vaihtelua. Piirainen (2014, 24) listaa kirjassaan nämä neljään keskeiseen asiaan, jotka ovat:

- Prosessin vaihtelun luonne. Vaihtelu voi olla stabiilia, jolloin se johtuu satunnaisesta vaihtelusta tai kyse voi olla epästabiilista prosessista, jonka vaihtelu johtuu erityissyvaihtelusta.
- Prosessin suorituskyky suhteessa asetettuihin vaatimuksiin.
- Systeemin osien keskinäisvaikutus.
- Johtamisen tulee perustua vaihtelun pienentämiseen.

Deming (1986, 3) esittelee kuvan 4 mukaan ketjureaktion avulla tuottavuuden ja laadun välistä yhteyttä, jossa tuottamattomuuden perussyy on laatu. Professori Montgomery Douglas on määritellyt laadunparannuksen vuonna 2013 seuraavasti: Quality is inversely proportional to variability eli laatu on käänteisesti verrannollinen vaihteluun. Tämä vastaa japanilaisten käyttämää laadun määritelmää, jonka mukaan laadun parannus on vaihtelun pienentämistä tuotteista ja prosesseista.



Kuva 4. Demingin laadun parantamisen ketjureaktio (Deming 1986, 3 mukailtu).

Kuvasta nähdään, että pienentynyt laatu heikentää prosessin toimivuutta, laskee materiaalien ja laitteiden käyttöastetta, jolloin tuottavuus laskee. Huonontunut tuottavuus kasvattaa valmistuskustannuksia, jotka johtuvat vääränlaisista tuotteista ja toimimattomasta tuotantoprosessista. Tämä johtaa lopulta kilpailukyvyn ja työpaikkojen menettämiseen. Tämän vuoksi johtajien tulisikin tietää laadusta vain yksi asia, joka on vaihtelu. (Deming 1986 3, 23–24; Piirainen 2014, 23–27.)

2.3.2 JIT

Kolmantena periaatteena on käyttää imujärjestelmiä ylituotannon välttämiseksi. Taiichi Ohnoa lainaten:

"Mitä enemmän varastoa yrityksellä on... sitä epätodennäköisemmin sillä on sitä, mitä se tarvitsee."

Tavoitteena on saada asiakaslähtöinen imu ja täydentää tuotantoa sen mukaan. Taiichi Ohno ymmärsi heti, että useissa tapauksissa varaston ylläpitäminen oli välttämätöntä tasaisen virtauksen saavuttamiseksi. Hän oivalsi myös, että yksittäiset, tuotannonohjausta käyttävät osastot, johtaisivat automaattisesti ylituotantoon luoden suuria varastoja. Työnohjaus perustuukin etukäteen tehtyyn aikatauluun tarkoittaen sitä, että ostotilaukset ja tuotanto käynnistyvät oletetun asiakkaan kysynnän mukaan. Tällöin prosessi jatkaa tuotantoa suunnitelman mukaan luoden samalla hukkaa. Ohnon tulikin siis luoda kompromissi työnohjauksen ja ihanteellisen yksiosaisen virtauksen välille. Yksiosaisella virtauksella tarkoitetaan tässä kohtaa virtausjärjestelmää, jossa olisi nollavarastojärjestelmä, jolloin materiaalit ilmestyisivät tuotantoon vain silloin, kun niitä tarvitaan.

Ohno keksi käyttää yksinkertaista kanban-järjestelmää inspiroituaan supermarketien tavasta täyttää hyllyjä. Hyllyt täydennettiin vain sen mukaan, mitä oli myyty eikä hyllyjä täytetty ennustetun menekin mukaan. Shingon opiskellessa Toyotan tuotantojärjestelmää hän törmäsi siihen, että kanbania pidettiin usein synonyyminä TPS:lle. Taiichi Ohno on kirjoittanut näille termeille selvennyksen. Hän kertoo, että TPS on tuotantojärjestelmä ja kanban vain tekniikka sen toteuttamiseksi.

Shingon mukaan kanbania ei tule käyttää ennen kuin itse tuotantojärjestelmä on rationalisoitu ja järjeistetty. Kanban-järjestelmällä hallitaan virtausta ja materiaalien juuri oikeaan aikaan JIT-tuotantojärjestelmässä. Kanban-järjestelmän avulla varastot pienentyvät ja materiaaleja on saatavilla juuri oikeaan aikaan. (Liker 2010, 37, 104–108; Shingo 1989 xxvii, 178.)

Shingo kuvaa Just-in-Time (JIT) erittäin tärkeänä TPS:n konseptina. Teolliseen prosessiin sovellettaessa JIT-konsepti tarkoittaa tuotteiden valmistamista vaadittu määrä juuri oikeaan aikaan mahdollisimman halvalla. Tämä saadaan aikaan minimoimalla varastot, synkronoimalla tuotantoprosessi ja minimoimalla työn määrä prosessissa. (Shingo 1985, 154–156; Shingo 1989, 69.) Toyota ei noudata pakkomielleisesti kolmatta periaatetta, jossa tulisi käyttää imujärjestelmää välttääkseen ylituotantoa. Toyota turvautuu myös joissain tapauksissa käyttämään perinteisiä aikataulujärjestelmiä muun muassa osien tilauksesta Japanista Yhdysvaltoihin, jolloin osat toimitetaan tehtaalle sovitun aikataulun mukaisesti. Toisin sanoen Toyotan tapa ei ole joukko vain tiettyjä työkaluja, joita tulee käyttää. Opetuksena on, että näitä työkaluja tulee soveltaa tilanteen vaatimalla tavalla, jolla tavoitellaan sopusointua ja täydellisyyttä menestyksen ylläpitämiseksi. (Liker 2010, 107–111.)

2.3.3 Heijunka

Periaatteen neljän tehtävänä on tasapainottaa työmäärää, jota kutsutaan nimellä heijunka. Heijunkan aikaan saaminen on elintärkeää muran (vaihtelun) poistamiseksi, mikä on taas elintärkeää murin (ylikuormitus) ja mudan (hukka) poistamiseksi. Tavoitteena on tasoittaa valmistus- ja palveluprosessien työkuormaa sen sijaan, että pysäytetään tai käynnistetään projekteja isoissa erissä. Vaihtelun pienentäminen on kestävä ratkaisu, jolla saadaan aikaseksi tasainen virtaus prosessiin. (Liker 2010, 38.)

Tavoitteena erätuotannossa on saavuttaa suurtuotannon edut kunkin tuotantolinjan yksittäisen valmistettavan tuotteen tai osan kanssa. Tuotantolaitteen työkalujen vaihtaminen tuotteen A ja tuotteen B valmistuksen välillä tuottaa hukkaa, koska tuotteiden vaihdon aikana ei tuoteta tuotantoa, jolloin tämä tapa ei mahdollista heijunkaa. Pienentämällä asetusajoja tuotteiden välillä saadaan aikataulun tasoittamisesta aikaan neljä hyötyä. Ensimmäisenä saadaan joustavuutta valmistukseen, jolloin saadaan tuote silloin kun asiakas sen haluaa. Toisena hyötynä saadaan pienempi myymättömien tuotteiden riski valmistamalla vain se, mitä asiakas haluaa. Kolmantena saadaan työvoiman ja koneiden tasapainoinen käyttö, jolloin voidaan huomioida eri tuotteiden erilaiset valmistusajat linjalla. Näin saadaan tasapainotettua työtaakkaa ja hallittua työkuormaa koko päivän. Viimeisenä hyötynä on tasaisempi kysyntä edeltävissä prosesseissa ja tehtaan alihankkijoilla. Näin tehdas pystyy pienentämään syntyviä varastoja ja siirtämään tätä kautta osan säästöistä asiakkaalle, jolloin kaikki hyötävät syntyneestä tasapainotuksesta. Ilman asetusajan eliminointia tämä kaikki olisi mahdotonta.

Shigeo Shingo on osoittanut, että asetusajoja voi lyhentää missä olosuhteissa vain. Shingo ei työskennellyt suoraan Toyotan työntekijänä, mutta oli ”Toyota-henkinen” teollisuusinsinööri. Hän kiinnitti huomionsa kaikkiin työntekijän mikrokooppisiin tekoihin ja sai jaettua suoritettua työn kahteen eri kategoriaan, ulkoiseen asetusajaan ja sisäiseen asetusajaan. Näitä käsitteitä käsitellään luvussa kolme tarkemmin. (Liker 2010, 113–120).

2.3.4 Jidoka

Periaatteessa viisi pyritään luomaan kulttuuri, jossa pysähdytään korjaamaan ongelma heti, jotta laatu saataisiin kuntoon ensimmäisellä kerralla. Toyota Motor Corporation pääjohtajaa Fujio Cho lainaten:

Ohnolla oli tapana sanoa, että minkään havaitun ongelman korjaaminen ei saisi odottaa seuraavaa aamua pidempään, kun linja on pysäytetty. Koska kun valmistamme yhden auton minuutissa, tiedämme, että sama ongelma tulee vastaan huomennakin.”

Tosin sanoen rakennetaan laatu tuotteen sisään, jota kutsutaan jidokaksi. TPS:n pilareina toimivat JIT (just in time) ja toisena pilarina on Jidoka, jota kutsutaan myös autonomaatioksi. Jidokaa sanotaan inhimillisellä älyllä varustetuiksi laitteistoiksi, jotka py-

säyttävät itsensä ongelman havaittuaan. Tämä tapa säästää aikaa ja rahaa sekä on huomattavasti tehokkaampi tapa kuin laatuongelmien tarkastaminen ja korjaaminen jälkikäteen.

Toyotalla käytetään andon järjestelmää, jossa muun muassa valosignaalilla pyydetään apua linjalle, jossa on havaittu ongelma. Varastotasojen ollessa matalalla ei ole olemassa puskuria, johon voidaan turvautua laatuongelmien ilmetessä, jonka vuoksi ongelmat tulee ratkoa heti paikan päällä.

Toyotan tapana on pitää asiat mahdollisimman yksinkertaisina ja käyttää mahdollisimman vähän tilastollisia menetelmiä. Näihin perustuen laatutiimeillä on vain neljä avain työkalua, jotka ovat:

- Mene itse paikan päälle katsomaan (Go to the Gemba).
- Analysoi tilanne.
- Käytä ongelman ratkaisemiseen yksiosaista virtausta ja andon-järjestelmää.
- Kysy viisi kertaa ”Miksi?” (Liker 2013, 128–135.)

Lapset ovat mestareita käyttämään 5 x miksiä. He eivät tiedä, mikä on mahdollista ja mikä on mahdotonta, jonka vuoksi he saattavat kysyä esimerkiksi: ”Miksi en voi koskettaa tähtiä?” ja toivovat siten mahdottomia asioita. Aikuiset ovat taas tietoisia mahdollisista ja mahdottomista asioista. Usein aikuiset ohittavat vain lapsen kysymyksen vastamalla yksinkertaisesti: ”Niin se vain on.” Aikuiset voivat olla laiskoja miettiäkseen asiaa siltä kannalta, että miksi se ei voisi olla eri lailla, jonka vuoksi tulevaisuuden näkeminen on mahdotonta. Viimeistään ensimmäisellä luokalla lapsille opetetaan, että niin sanottuja tyhmiä kysymyksiä pitää olla kysymättä, koska muuten on vaarana, että koko luokkaa nauraa lapselle. Kuitenkin niin sanotuilla tyhmillä kysymyksillä on merkittäviä vaikutuksia. Esimerkkinä kerrottakoon kysymys 90-luvulta, jonka valokuvaaja Dr. Edvard Landin kolmen vanha tytär kysyi häneltä. Isä otti vanhalla filmirullakameralla valokuvan, jolloin tyttö kysyi isältään: ”Voisiko hän nähdä otetun kuvan heti?” Tuohon aikaan kysymys tuntui mahdottomalta, mutta entäs tänä päivänä? Miksi kysymyksen esittäminen on todella tehokas tapa saada asioita selville ja jopa innovoida uusia asioita. (Hamel & Prahalad 1994, 97.) Ei siis ihmekään, että Taiichi Ohno on sanonut: ”Tarkkaile tuotantoa lattiatasolla ilman ennakkoluuloja ja tyhjin mielin. Kysy jokaisen asian kohdalla viidesti ”miksi?”. (Liker 2010, 223.)

2.3.5 Standardointi

Periaate kuusi sisältää standardoidut tehtävät, jotka ovat jatkuvan parantamisen ja työntekijöiden osallistamisen perusta. Toyota standardoi niin tehdastyöläisten kuin valkokaulusprosessienkin, kuten tuotekehityksen työtehtävät.

Standardointia pidetään erittäin tärkeänä, koska ilman standardointia on mahdotonta parantaa mitään prosessia. Standardoinnin jälkeen prosessi pitää saada stabiiliksi pienentämällä vaihtelua eli vakauttamalla prosessi. Toyotalla vian ilmentyessä tarkistetaan ensimmäisenä, onko työ tehty standardoidun työn mukaisesti. Mikäli työ on tehty standardin mukaan ja vika ilmeni siitä huolimatta, niin standardia tulee muuttaa vian estämiseksi. (Liker 2010, 140–142.)

Standardoitua työtä pidetään oppimisen perustana. Liker ja Convis kertovat, kuinka tämä tapa eroaa amerikkalaisesta tavasta ajatella standardoitua työtä. Amerikassa heidän mukaansa standardoitutyö käsitetään enemminkin pelottavana tapana viedä maalaisjärki pois työntekijöiden tekemisestä. Toyotalla työntekijät arvioivat jatkuvasti kaikkia työtehtäviään ja parantavat niitä. Standardoitu työ on tarkoitettu niin työntekijöille kuin johtajillekin. Nämä standardoidut menetelmät edustavat parasta tällä hetkellä tunnettua tapaa toimia. Standardoitu työ auttaa kehittämään itseään ja tarjoaa perustason, jota vasten parannustoimenpiteitä voidaan verrata tarkasti. Monissa yrityksissä prosessit ja tavoitteet ovat määritelty epäselvästi, jolloin on vaikea todentaa, onko jokin ehdotettu muutos oikeasti parannus prosessiin vai vain erilainen tapa tehdä kyseinen työ. Näissä tapauksissa yrityksen tulee panostaa standardoituun työhön ja kehittää sitä. (Convis & Liker 2012, 56–58, 75.)

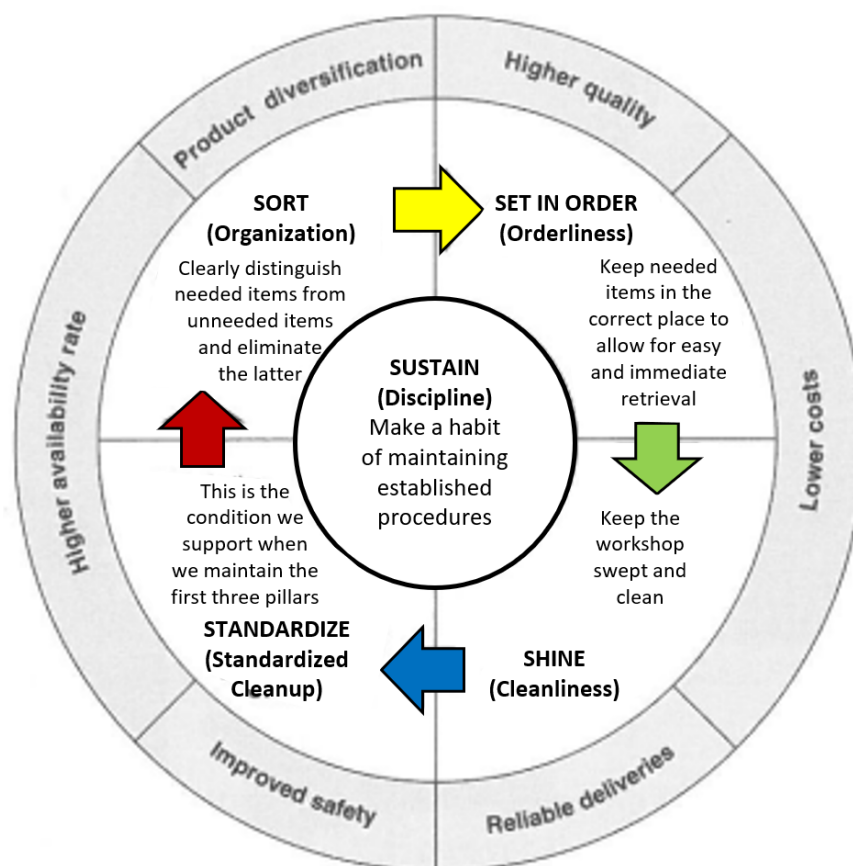
Toyota loi JIT-valmistustavan, koska heillä ei ollut varaa pitää varastoa. JIT tavassa ei seisotetta käyttöpääomaa varastossa tai tuotantolinjalla. JIT-tuotannossa on suurena riskinä joustamattomuus yllättävien riskien osuessa kohdalle kuten konerikko. Koko tuotantolinja voi pysähtyä, kun joku osa loppuu. Toyotalle onkin ollut välttämätöntä vähentää virheitä ja eliminoida niitä standardoitujen työmenetelmien avulla. (Convis & Liker 2012, 57.)

2.3.6 Visuaalinen johtaminen

Käytä visuaalista ohjausta, jotta ongelmat eivät jää piiloon on TPS:n seitsemäs periaate (Liker 2013, 38). Visuaalisen ohjauksen avulla selvennetään tavoitteita ja vastuita. Visuaalinen johtaminen selkeyttää tavoitteita, määrittelee osallistujien vastuut, mahdollistaa edistymisen seurannan ja itsensä kehittämisen mittaamisen. Etenkin kaikki mittarit tuotantoalueella esitetään visuaalisesti kaikille, jotka osallistuvat tavoitteiden saavuttamiseksi. Nämä tavoitteet ja mittarit voidaan esittää standardoidun A3-raportin muodossa, josta saadaan heti yhdellä silmäyksellä käsitys tilanteesta. Luvussa 2.5.2 on esitettyä esimerkki A3-raportoinnista.

Useimpien lean työkalujen tarkoituksena on toimia visuaalisesti niin, että kaikki poikkeamat saadaan helposti kaikkien nähtäville. Toyotalla onkin käytössä sanonta, että ilman standardeja ei ole myöskään ongelmia. Jokaisen työntekijän tulee siis ymmärtää, mikä on heidän tavoitteensa ja kuinka hän pärjää asetettuun tavoitteeseen nähden. Esimerkkinä voidaan ottaa urheilu. Jos tavoitteet eivät ole selviä, meillä ei ole mitään mihin keskittyä. (Convis & Liker 2012 99–100, 150.)

5S työkalu kuuluu Lean talon pohjarakenteeseen, perustaan. 5S koostuu Hiroyuki Hiranon mukaan viidestä eri pilarista, jotka ovat: Sort, Set in Order, Shine, Standardize ja Sustain. Suoraan suomennettuna nämä ovat: sorteeraa eli karsi turhat tavarat pois, systematisoi eli järjestä tavaroille omat paikkansa, siivoa, standardisoi eli luo rutiinit ja viimeisenä seuraa, että sovittuja menetelmiä noudatetaan jatkuvasti. Nämä viisi eri pilarin vaihetta ovat esitettyinä kuvassa 5. (Määttä & Määttä 2021, 116–122; Hirano 1990, 19.)



Kuva 5. 5S:n viisi pilaria (Hirano 1990, 19 mukailtu).

5S:n avulla saadaan aikaiseksi parempi laatu, matalammat kustannukset, luotettavammat toimitukset, parannettua turvallisuutta ja korkeampi käyttöaste. Hirano esittelee esimerkkinä yrityksen, jossa ei ole 5S käytössä. Tässä yrityksessä työntekijöitä ei haittaa tehdä töitä likaisessa, roskaisessa ja öljyisessä työskentelypisteessä. Työntekijät etsivät yksittäisiä osia ja työkaluja suorittaakseen työtehtävänsä. Työntekijät, jotka tietävät tarkalleen mistä etsiä hävinneitä osia ja työkaluja ovat hyvin arvokkaita ja korvaamattomia tämän tietonsa takia. Näissä työskentely olosuhteissa yritys saa aikaiseksi turhan paljon virheellisiä tuotteita, jonka seurauksena toimitusajat venyvät, tuottavuus on matalaa ja moraalit heikolla tasolla. (Hirano 1990, 12–13.)

Visuaalisella ohjauksella eli tekemällä asiat näkyväksi helpotetaan työntekoa monella tavalla. Poikkeama standardista nähdään heti ja jatkuvan kehittämisen tulokset näkyvät jokaiselle. Kaikki ovat tietoisia ongelmista ja kuinka ne on ratkottu kyseisellä alueella. Ongelmien ja ratkaisujen visuaalinen esittäminen tuo esiin vastuuhenkilöt. Poikkeamat tavoitteisiin näkyvät ja nopeuttavat toimenpiteisiin ryhtymistä. Myös turvallisuus paranee. (Tuominen 2010, 72–73.)

2.3.7 Uusi teknologia

Periaate kahdeksan ohjaa käyttämään vain luotettavaa ja perusteellisesti testattua teknologiaa, joka palvelee ihmisiä ja prosesseja. Tämän periaatteen tavoitteena ei ole korvata ihmistä teknologialla vaan olla apuna ihmisille. Uuden teknologian käyttöön ottaminen ei ole niin yksinkertaista, koska se voi vaarantaa prosessin virtauksen. Uusi teknologia on aluksi vaikeasti standardoitavissa. Uudet teknologiat voivat häiritä prosessin stabiilisuutta, luotettavuutta ja ennustettavuutta, jonka vuoksi on tehtävä konkreettisia testejä ennen uuden teknologian käyttöönottoa prosessissa. Toisin sanoen ei voida olettaa, että uusi menetelmä olisi parempi kuin jo olemassa oleva. (Liker 2010, 39, 159–160.)

2.4 Ihmiset ja yhteistyökumppanit

Kolmanteen osioon ihmiset ja yhteistyökumppanit kuuluvat periaatteet 9–11. Tämän tavoitteena on lisäarvon tuottaminen yrityksen ihmisiä ja yhteiskumppaneita kehittämällä. TPS:ssä on työkaluja, joiden avulla autetaan ihmisiä jatkuvasti parantamaan ja kehittämään toimintaa. Esimerkiksi Toyotan tuotantovirtaus, jossa valmistetaan yksi osa kerrallaan, on erittäin haastava prosessi. Se tuo ongelmat nopeasti esiin, jotka vaativat nopeita ratkaisuja, jotta tuotanto ei pysähtyisi. Näissä prosesseissa työntekijät oppivat nopeasti havaitsemaan ja ratkomaan ongelmia. (Tuominen 2010, 8.)

2.4.1 Toyotan DNA

Ensimmäisenä periaatteessa yhdeksän on tavoitteena kasvattaa johtajia yrityksen sisällä, jotka tuntevat prosessin perusteellisesti. Heidän tehtävänä on noudattaa Toyotan filosofiaa ja opettaa sitä muille omalla esimerkillään. Johtajan tulee tuntea päivittäinen työ niin hyvin, että hän voi toimia parhaana opettajana yrityksen filosofian mukaisesti.

Liker (2010) on kirjoittanut esimerkin tyypillisen amerikkalaisen yhtiön tavasta toimia, jossa yrityksen tilanne heittelehtii säännöllisesti menestyksen aallonharjalla ja konkurssin partaalla. Yritys tuo usein ratkaisuna sisään uuden johtajan johtamaan toimintaa, joka

vie yhtiön radikaalisesti eri suuntaan aikaisempaan verrattuna. Tämän tyyppisissä yrityksissä johtajuus on kuin sadun jänis, eikä hidas ja vakaa kuin kilpikonna. Ohno onkin verrannut, että: "*Hidas, mutta tasainen kilpikonna on parempi kuin nopea jänis, joka juoksee eteenpäin ja pysähtyy sitten lepäämään.*" Toyotan yhdeksänteen periaatteeseen kuuluu siis kasvattaa johtajia yrityksen sisällä sen sijaan, että heidät ostettaisiin yritykseen amerikkalaisen yrityksen esimerkin mukaisesti.

Tarkasteltaessa kaikkia Toyotan johtajia, on havaittavissa tiettyjä yhteisiä piirteitä, joista mainittakoon muutama. Johtajat noudattavat Toyotan DNA:n ohjenuoria ja toimivat esimerkkinä muille. Johtajat ylenevät tekemällä yksityiskohtaista työtä ja menemällä jatkuvasti gembaan, jota käsitellään/käsiteltiin tarkemmin luvussa 2.5.1. Kolmantena mainittakoon vielä heidän suhtautumisensa ongelmien tuomaan mahdollisuuteen kouluttaa ja valmentaa ihmisiä todellisten ongelmien kautta. Näiden pohjalta Toyotalle onkin syntynyt oma sanonta, joka on: "*Ennen kuin rakennamme autoja, rakennamme ihmisiä.*" (Liker 2010, 39, 171–173, 182.)

2.4.2 Tiimityö

Kymmenentenä periaatteena on kehittää erityisen etevä työntekijöitä ja tiimejä, jotka noudattavat yrityksen filosofiaa. Luomalla vahvan ja stabiilin kulttuurin, jossa yrityksen filosofia ja arvot leviävät koko tehtaalle saadaan aikaiseksi tekemällä jatkuvasti kovasti töitä kulttuurin vahvistamiseksi. Kouluttamalla erityisen lahjakkaita tiimejä ja yksilöitä, jotka noudattavat yrityksen filosofiaa, saadaan koko tiimi työskentelemään kohti yhteistä päämäärää saavuttaen ainulaatuisen lopputuloksen.

Johtamisen perustana tulee olla poikkeuksellisten yksilöiden kouluttaminen ja yksilöllisten tiimien rakentamisessa, jossa yhdistetään sosiaaliset järjestelmät teknisiin järjestelmiin. Tämä johdonmukaisilla periaatteilla rakennettu kulttuuri vaatii johdonmukaisen lähestymistavan käyttämisestä vuosien ajan. Tämä sisältää Abraham Maslowin tarvehierarkian peruselementin, jossa yksilöllä tulee olla tietty turvataso, ja heidän täytyy tuntea kuuluvansa joukkoon. Toyotan lähestymistapana on turvata työturvallisuus työpäikällä, maksaa hyvää palkkaa työstä, jolla saadaan tyydytettyä matalan tason tarpeet. Portaita ylemmäksi mentäessä Toyotalle on jatkuvan parantamisen kulttuuri, joka tukee kasvua kohti itsensä toteuttamista. (Liker 2010, 39, 184–198.) Yhteistyökumppanit

Lisäarvon tuottaminen kehittämällä organisaation ihmisiä ja yhteistyökumppaneita osion viimeisenä periaatteena on numero 11, jossa kunnioitetaan laajennettua verkostoa tarjoamalla heille haasteita ja auttamalla heitä kehittymään. Toyota etsii vakaita kumppaneita kasvaakseen heidän kanssaan yhdessä saavuttaen pitkän tähtäimen hyödyn. Toyotalla on ollut taito valita itselleen huippuluokan toimittajat, alihankkijat ja muut kumppanit, joita se on tukenut jatkuvasti heidän taitojensa kehittämiseksi. (Liker 2010, 40; Tuominen 2010, 7.)

Huolimatta siitä, että Toyota asettaa aggressiiviset tavoitteet alihankkijoilleen, haluavat he silti työskennellä Toyotan kanssa. Toyota ei odota alihankkijoidensa suoriutuvan yksin tavoitteistaan vaan on heidän tukena ja opettamassa heitä. Ilman koulutusta asetetut tavoitteet olisivat Toyotan näkökulmasta epäkunnioittavaa. Autoteollisuudessa on yleinen käytäntö vaihtaa alihankkijaa halvempaan toimittajaan, mikä taas sotii Toyotan periaatteita vastaan. Toyota ei pysty leikkaamaan omia kustannuksiaan, jos alihankkijat eivät saa leikattua samalla kustannuksiaan. Tässä korostuu Toyotan elintärkeä tarve työskennellä yhdessä alihankkijoiden kanssa, jotka noudattavat TPS-järjestelmää. Toisin sanoen, Toyota ei suhtaudu alihankkijoiden toimittamiin osiin vain hyödykkeinä, joita se voisi hankkia markkinoilta avoimella huutokaupalla. (Liker 2010, 40, 199–210.)

Alihankkijat voivat tarjota jalostusarvon tuottamiseksi asiakkaalleen yhteistyössä myös muita arvotoimintoja. Teknologiapartneruuden avulla saadaan toimintamallia kehitettyä kohti tuotekehityksen ja valmistuksen osaamista. Tällöin toimittajan ja asiakkaan välillä pitää olla syvä liiketoimintasuhde, jotta toimittajalla on mahdollisuus päästä sisään asiakkaan tuotekehitysprosesseihin. Teknologiapartneri on toisin sanoen yksi ongelmanratkaisija, joka on mukana tuotteen ideavaiheesta tuotteen romutusvaiheeseen asti oleva partneri. (Vesala 2010, 19–20.)

2.5 Ongelmanratkaisu ja jatkuva parantaminen

TPS:n korkeimmassa neljännessä osiossa käsitellään periaatteita 12–14, joiden tehtävänä on saada aikaiseksi oppiva organisaatio (Liker 2010, 40–41). TPS-järjestelmä luo jatkuvia haasteita samalla kannustaen työntekijöitä ja johtajia kehittymään. Taiichi Ohno on havainnollistanut TPS:n peruseriaatetta seuraavasti: TPS:n peruseriaatteen ovat kuin vene, joka seilaa joessa ja virtaa kivien yli. Tässä kuvauksessa vesi esittää verratavasti varastoa. Kun vettä on paljon, kivet jäävät piiloon, mutta kun vedenpinta laskee, niin kivet tulevat esille. Tällöin veneen on pysähdyttävä, jotta kivet saadaan poistettua.

Kivet tarkoittavat tässä yhteydessä ongelmia, kuten esimerkiksi konerikkoja, virheitä tuotannossa ja viestintäongelmia. (Convis & Liker 2012, 78.)

Jatkuvan kehittämisen reseptiksi Toyota on kehittänyt ongelmaratkaisu-mallin, jossa selvitetään ongelmien juurisyitä ja varaudutaan ongelmiin kehittämällä jatkuvasti organisaation oppimista. Jo esiintyvät tai ennakkoidut ongelmat analysoidaan ja arvioidaan. Ongelmat ratkotaan ja parhaat käytännöt standardoidaan. Ongelmien ratkaisut jaetaan koko organisaatiolle, jotta jokainen voi oppia niistä. (Tuominen 2010, 8.)

2.5.1 Gemba

Mene itse paikan päälle ymmärtääksesi tilanne perusteellisesti käsittää periaatteen 12. Periaatteen tarkoituksena on ymmärtää tapahtumat syvällisesti ja raportoida näkemänsä, jota kutsutaan japanilaisittain termillä genchi genbutsu, jossa genchi tarkoittaa todellista paikkaa ja genbutsu todellisia materiaaleja tai tuotteita. Usein puhutaan myös niin sanotusta gembailusta, joka tulee sanasta gemba. Gemballa viitataan todelliseen paikkaan (real place) ja on siten hyvin lähellä genchi genbutsu käsitettä. Minkä tahansa poikkeavuuden tapahduttua tai kun esimies haluaa tietää toiminnan nykytilan, hänen tulee mennä heti gembaan. Gemba on toisin sanoen kaiken tiedon lähde. (Liker 2010, 221–223; Imai 2012, 399.) Gembassa jatkuvalla parantamisella, kaizenilla, on tehty 10 kohdan sääntölista:

1. Hylkää perinteinen jäykkä tuotantoajattelu ja mene gemballe (Go to the gemba).
2. Mieti, miten asia tehdään eikä miksi sitä ei voida tehdä.
3. Ole aktiivinen ja älä keksi tekosyitä vaan kyseenalaista nykyiset käytännöt.
4. Älä tähtää vain täydellisyyteen vaan tee työ heti, vaikka saavuttaisit vain 50 % asetetusta tavoitteesta.
5. Korjaa virheet yhdellä kerralla.
6. Tarkkaile yrityksen menoja ja säästä rahaa samalla, kun kehität prosesseja.
7. Anna kaikille mahdollisuus esittää mielipiteensä.
8. Kysy viisi kertaa miksi ja etsi juurisyitä.
9. Etsi vaihtoehtoisia näkökulmia ongelmiin yhden mielipiteen sijaan.
10. Kaizenilla ei ole rajoja vaan aina löytyy parannettavaa. (Imai 2012, 95–96.)

Masaaki Imai on yksi tunnetuimpia kaizen vaikuttajia. Imai on kirjoittanut useita kaizen-kirjoja. Edellisen listauksen hän on kirjoittanut kirjassaan Gemba kaizen, joka on vapaasti käännettynä jatkuva parantaminen työpisteessä.

TPS:n 12 periaatteen sisällä on myös käsite niin kutsutusta Ohnon ympyrästä. Ohnon ympyrä on peräisin TPS:n mestarilta Taiichi Ohnolta, jossa hän opetti koulutuksen alkumetreillä oppilailleen ympyrässä seisomista paikan päällä. Ohno saattoi vaatia oppilaitaan seisomaan ympyrässä koko päivän ja päivän päätteeksi hän kysyi oppilaaltaan "Mitä näet?" Ohno opetti näin syvällisen havainnoinnin voiman oppilailleen, jossa he oppivat itse ajattelemaan näkemäänsä. Toisin sanoen oppilaat oppivat kysymään, analysoimaan ja arvioimaan näkemäänsä itse. Tämä tapa on epätyypillistä länsimaisissa tehtaissa, jolloin gembailun perimmäisen tarkoituksen kopioiminen matkimalla japanilaisia on mahdotonta. Ei siis riitä, että johtajat itse menevät puoleksi tunniksi lattiatasolle havainnoimaan tilannetta, jos heillä ei ole taitoja analysoida ja ymmärtää nykyistä tilannetta. Tämän oppiminen vie vuosia johtajilta ja insinööreiltä. (Liker 2010, 223–226.)

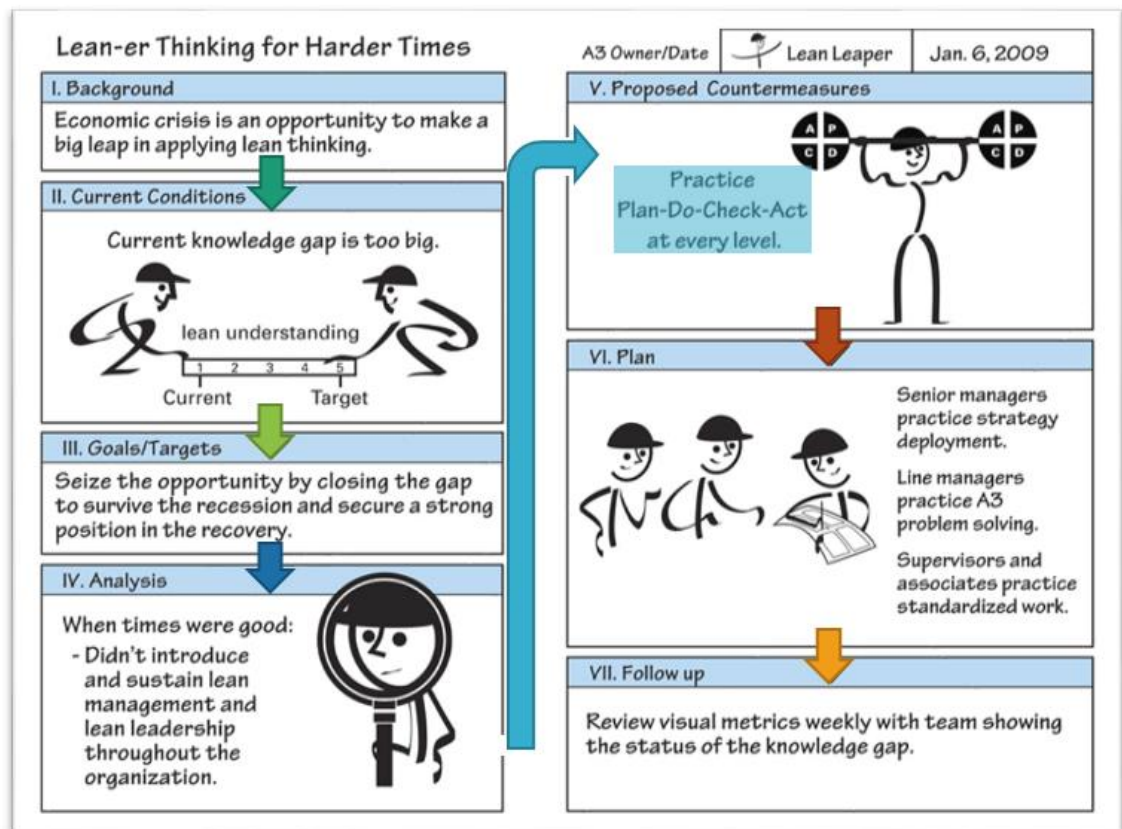
2.5.2 A3 ja päätöksenteko

Periaate 13 kuuluu seuraavasti: "Tee päätöksiä hitaasti yksimielisyyden pohjalta kaikkia vaihtoehtoja harkiten; toteuta päätökset nopeasti." Toyota käyttää normaalia enemmän aikaa ja vaivaa tehdessään perusteellisen päätöksen, jotta päätös olisi oikea. Johto antaa huonosti toimineen päätöksen anteeksi, jos päätöksen tekemisessä on käytetty kuitenkin oikeaa menettelytapaa. Sitä vastoin hyvin toimiva ratkaisu väärällä menettelytavalla tehtynä saattaa johtaa jopa nuhteisiin pomolta. Toyotan perusteellinen harkinta päätöksen teossa sisältää seuraavat viisi pääkohtaa:

1. Todellisen tilanteen selvittäminen.
2. Viisi kertaa "miksi?" -kysymyksen esittämisen.
3. Vaihtoehtoisten ratkaisujen pohtiminen ja yksityiskohtaisen perustelun tekemisen valitulle ratkaisulle.
4. Tiimin sisälle konsensuksen rakentaminen mukaan lukien omat työntekijät sekä ulkopuoliset kumppanit.
5. Yllä olevien vaiheiden hyvin tehokas viestintä käyttäen esimerkiksi A3-raporttia.

A3-raportti sisältää vain olennaisimman tiedon mahdollisimman paljon visuaalisesti esitettynä. Raportti esitetään lyhyessä ajassa päätöksentekijöille, jotka hyväksyvät ehdotuksen usein muodollisesti. A3-viestintäformaatin eduista on se, että Toyotalla kokoukset pidetään erittäin tehokkaina. Näiden kokousten ennakkovaatimuksena ovat seuraavat kohdat: selkeät tavoitteet ja agenda ennen kokousta, oikeiden ihmisten osallistuminen kokoukseen, osallistujat ovat hyvin valmistautuneet, tehokas visuaalisten työkalujen käyttö esimerkiksi A3-raportti, ongelmanratkaisua koskevan tiedon jakaminen osallistujille ennen kokousta ja viimeisenä kokous aloitetaan ja lopetetaan ajallaan. (Liker 2010, 40, 234–248.)

A3-raportointi on yhden A3 paperin kokoinen, joka sisältää yleisemmin seuraavat kohdat, jotka ovat esitettynä kuvassa 6.



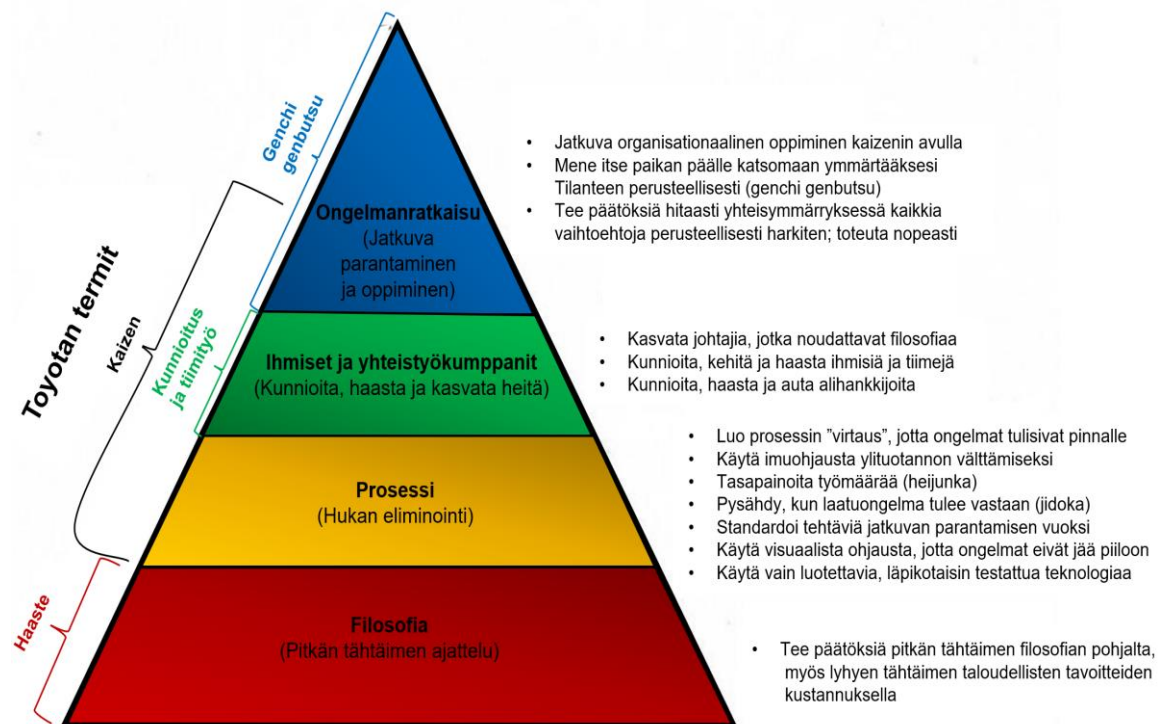
Kuva 6. Esimerkki A3-raportin käytöstä (Shook 2010, 8–9 mukailtu).

Otsikkoon kirjataan ongelman nimi. Projektille määritellään omistaja (owner) ja kirjataan viimeksi päivitetty päivämäärä raportin osalta. Seuraavaksi raporttiin kirjataan työn taustaa (background), jonka jälkeen määritellään nykytila. Tämän jälkeen asetetaan projek-

tille tavoitteet. Analyysivaiheessa analysoidaan tilannetta ja mietitään juurisyitä ongelmalle. Viidennessä vaiheessa ehdotetaan vastatoimenpiteitä juurisyiden eliminoimiseksi ja seuraavassa vaiheessa suunnitellaan, kuka laittaa nämä vastatoimenpiteet käytäntöön, jotta saavutetaan asetetut tavoitteet. Lopuksi luodaan seurantajärjestelmä, jolla seurataan projektin saavuttamia tuloksia ja kerätään projektista saadut opit ylös seuraavia projekteja varten. (Shook 2010, 7–10.)

2.5.3 Kaizen

Viimeisessä periaatteessa 14 kuvataan, kuinka yrityksestä tehdään oppiva organisaatio jatkuvan arvioinnin (hansei) ja jatkuvan parantamisen (kaizen) avulla. Kehittyminen oppivaksi organisaatioksi ei onnistu johdon määräyksillä ja niitä tunnollisesti noudattamalla. Se edellyttää koko yrityksen sitoutumista sovittujen toimintaperiaatteiden noudattamiseen. Tämä viimeinen periaate keskittyy Toyotan suurimpaan saavutukseen, joka on aito oppiva organisaatio. Kuvassa 7 havainnollistettu nelitasoisen mallin ongelmanratkaisutase kietoutuu itseasiassa yhteen näiden kolmen muun tason kanssa, jotka ovat prosessit, kumppanit ja filosofia. (Liker 2010, 37–41; Tuominen 2010, 7.)



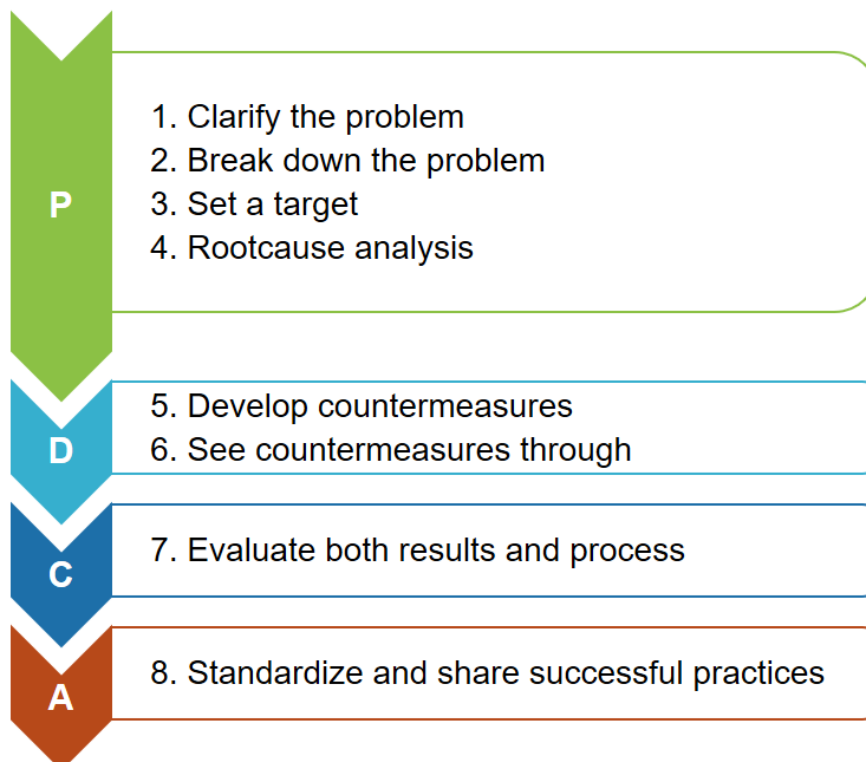
Kuva 7. Toyotan tavan neljän periaateluokan-malli, joka on jaettu filosofiaan, prosesseihin, ihmisiin ja yhteistyökumppaneihin ja pyramidin ylimpänä ongelmanratkaisuun (mukailen Liker 2004, 6 mukailtu.)

Viimeistä periaatetta kuvaa hyvin Toyota Way-asiakirja, 2001, Toyota Motor Corporation:

”Me pidämme virheitä mahdollisuuksina oppia. Yksittäisten työntekijöiden moittimisen sijasta organisaatio ryhtyy korjaaviin toimenpiteisiin ja jakaa tietoa jokaisesta kokemuksesta laajasti. Oppiminen on jatkuva organisaation laajuinen prosessi, jossa päälliköt motivoivat ja kouluttavat alaisiaan, jossa edeltävät tekevät saman seuraajilleen ja jossa tiiminjäsenet kaikilla tasoilla jakavat tietoa keskenään.” (Liker 2010, 250.)

Tämän viimeisen periaatteen tavoitteena on jatkuvan parantamisen työkaluilla selvittää hukkien juurisyitä ja käyttää soveltaen tehokkaita vastatoimenpiteitä niiden poistamiseksi. Tämä kaikki tulee tehdä vasta, kun prosessi on saatu stabiiliin eli vakaaseen tilaan. Työntekijät poistavat hukkaa sen havaittuaan eliminoimalla sen jatkuvan parantamisen prosessin (kaizen) avulla. Toyotan suurin painopiste on ongelma- ja ratkaisupohjaisessa ajattelussa, josta Toyotalle on tullutkin sanonta, että: ”ongelmanratkaisusta 20 % on työkaluja ja 80 % on ajattelua.” (Liker 2010, 251–252.)

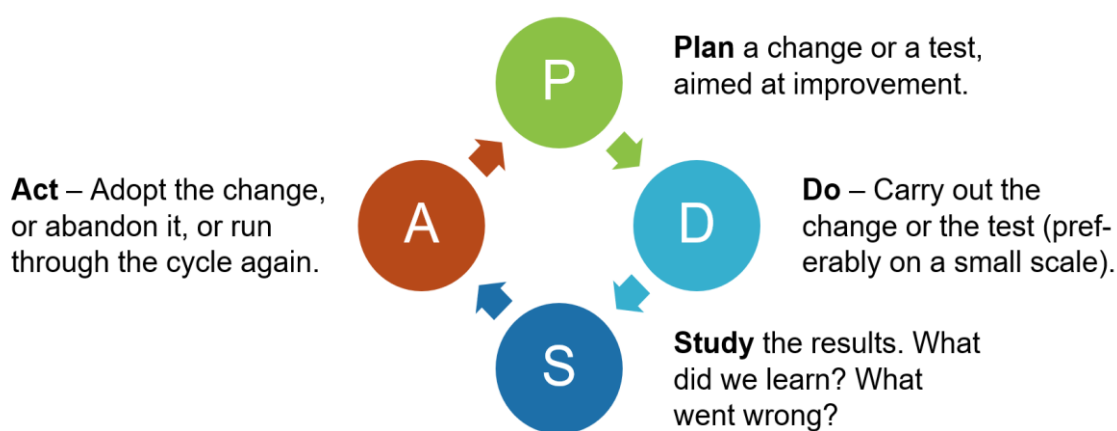
Moni yritys noudattaa ongelmanratkaisussa Imainin esittelemää kaizen lähestymistapaa kuvan 8 mukaisesti ratkaista ongelmia. Kaizen tarkoittaa jatkuvaa parantamista pienillä askeleilla, joka on keino hukkan eliminoimiseksi.



Kuva 8. Kahdeksan vaiheinen lähestymistapa ongelmanratkaisuun (Imai 2012, 60 muokailtu).

Kaizen menetelmän ongelmanratkaisumalli kuvassa 9 noudattaa Walter A. Shewhartin kehittämää PDSA-sykliä (Plan-Do-Study-Act), jonka hän esitteli kirjassaan *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control* 1939. Deming esitteli tämän japanilaisille vuonna 1950 nimellä *Shewhart cycle*, Shewhartin ympyrä. Deming lisäsi PDSA-malliin muutosten tarkasteluun ja arvioimiseen liittyvät vaiheet, jonka japanilaiset nimesivät Demingin PDCA- ympyräksi (Plan-Do-Check-Act). (Deming 1986, 88; The W. Edwards Deming Institute 2022.)

The Shewhart Cycle for Learning and Improvement The P D S A Cycle



Kuva 9. PDSA-ympyrä Plan, Do, Study and Act askel askeleelta (Deming 1994, 132 mukailtu).

Osa yrityksistä toteuttavat kaizenin standardoitua tapaa käyttäen hieman erilaisia menetelmiä, jotka noudattavat läheisesti Imainin esittelemää kahdeksan vaiheista lähestymistapaa askel askeleelta (step-by-step). Näistä tunnetuimpia lähestymistapoja ovat TPM (Total Productive Maintenance) eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito, autoteollisuuden käyttämä 8D ja yksi suosituimmista lähestymistavoista on käyttää luvussa 2.5.2 mainittua A3 ongelmanratkaisun lähestymistapaa. Askeleiden (steps) määrät voivat vaihdella riippuen menetelmästä, mutta lähestymistapa noudattaa samaa PDCA-sykliä. (Imai 2012, 57–60.)

Hiljaisen tiedon (tacit knowledge) jakamisella on suuret vaikutukset yrityksen toimintakykyyn. Hiljaisella tiedolla tarkoitetaan tietoa, jota on vaikea pukea sanoiksi. Tätä tietoa kertyy meille kaikille rutiinien, tekemisen ja kokemusten kautta. Hiljainen tieto on ole-

massa ihmisen toimintatavoissa, joka sisältää kokemusperäistä tietoa, kuten omia oivalluksia, intuitiota ja arvioita. Länsimaissa hiljaista tietoa aliarvostetaan, koska se on vaikeasti mitattavaa. Kuitenkin hiljainen tieto täydentää rakenteellista eli sanallista tietoa (explicit knowledge). Hiljaista tietoa saadaan siirrettyä toiselle ihmiselle esimerkiksi yhteisillä sosiaalisilla tauoilla, kuten kahvitauoilla. Tauoilla irrottaudutaan työtehtävästä hetkellisesti, vaikka usein kahvittelun lomassa puhutaankin työssä kohdatuista ongelmista ja työtavoista. Näin ollen tauoista on hyötyä myös osaamisen kehittymiselle. (Buchanan & Huczynski 2010, 161; Valkonen 2018.)

Tämän luvun lopuksi voidaan todeta, että TPS ei ole vain työkalupakki täynnä lean-työkaluja, kuten 5S, kanban ja JIT. TPS on tuotantojärjestelmä, jossa kaikki talon osat vaikuttavat kokonaisuuteen. TPS keskittyy tukemaan ihmisiä, jotta he pystyisivät parantamaan prosesseja jatkuvasti. TPS perustuu toisin sanoen Toyotan tavan periaatteiden noudattamiseen. (Liker 2010, 34.) Seuraavassa luvussa tullaan käsittelemään yksityiskohtaisemmin tutkimustyössä käytettyä TPS:n JIT-pilariin (Just In Time) liitettyä Shigeo Shingon kehittämää SMED-menetelmää (Single Minute Exchange of Die).

3 SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE, SMED

Tuotantolaitteiden pitkät asetusajat ovat verrannollisia eräkokoon. Asetusajat ovat usein pitkiä ja eräkoot suuria. Shingon kehittämää asetusajojen lyhentämistä sivuttiin kohdassa 2.3.3. Tässä luvussa käydään läpi SMED-menetelmän (Single Minute Exchange of Die) eri vaiheet, jotka sopivat pieneriä valmistavalle teollisuudelle. Shingon mukaan kuka tahansa, joka opettelee TPS-menetelmää, tulee kohtamaan matkallaan SMED-menetelmän. SMED:n käyttäminen on välttämätöntä pienerätuotannon toteuttamisessa ja kysynnän muutosten käsittelyssä. Shingo kutsuukin SMED:iä osaksi TPS:n ydintä. (Shingo 1989, 237.)

3.1 SMED-menetelmän synty

Vuonna 1950 Shingo toimi Hiroshiman Mazdan autotehtaalla parantaen tuotannon tehokkuutta. Tuohon aikaan tuotannon kapasiteetti ei vastannut kysyntää, jonka vuoksi osastopäällikkö päätteli, että muottien puristimet olivat tuotantolinjan pullokaula. Tarkoituksena oli investoida ostamalla lisää puristimia tuotannon tehokkuuden nostamiseksi. Shingo ehdotti, että saisi tehdä viikon kestävän tuotantoanalyysin tutustuakseen paremmin suurien puristimien toimintaan.

Analyysia tehdessään Shingo huomasi, että muotinvaihdon yhteydessä puristinlinjalla työntekijät alkoivat säntäillä ympäriinsä muun muassa etsien puuttuvia muotin vaihtosia. Shingon antamassa esimerkissä työntekijä ei löytänyt viimeistä puuttuvaa osaa vaan teki loppujen lopuksi sen itse lyhentämällä toisesta laitteesta lainattua osaa. Tämä toiminta sai Shingon miettimään asetusajoja tarkemmin ja oivaltamaan, että asetusajat voidaan jakaa sisäisiin (Internal Setup) ja ulkoisiin asetusajoihin (External Setup). Tästä sai alkunsa SMED-konsepti, jonka jälkeen Shingo on systemaattisesti pyrkinyt löytämään erilaisia järkeviä ratkaisuja asetusajojen lyhentämiseksi. (Shingo 1985, 21–24.)

Sisäinen asetus aika eli internal setup (INT) on aktiviteetti, jonka työntekijät tekevät laitteelle niin, että se pysäyttää arvoa tuottavan työn siksi aikaa. Ulkoinen asetus aika eli external setup (EXT) on aktiviteetti, joka voidaan suorittaa yhtä aikaa koneen käydessä ilman, että lisäarvoa tuottavaa aikaa lyhennettäisiin laitteella. Esimerkkejä sisäisistä asetusajoista on muun muassa kirjautuminen tietokoneohjelmaan, ulkoisia asetusajoja

ovat esimerkiksi työkalujen nouto koneelle laitteen tuottaessa samaan aikaan valmistettavaa tuotetta. (George ym. 2005, 223.)

Shingo uskoi, että on mahdollista saada mikä tahansa asennus suoritetuksi alle kymmenessä minuutissa. Hän antoi metodin nimeksi Single-Minute Exchange of Die, yhden minuutin muottien vaihto, lyhyemmin SMED. Toyota otti sen myöhemmin käyttöön yhdeksi TPS:n pääelementeistä. (Shingo 1989, 47.)

Shingon vieraillessa Japanin Cincinnatiassa 1983, Mr. Tanaka Japanin tutkimuksesta kertoi, kuinka Japanin tapa suhtautua johtajuuteen eroaa lännen (Euro-Amerikan) tapaan verrattuna. He käsittelivät eroavaisuuksia muun muassa työntekijöihin, palkkaukseen ja viestintään liittyen. Työmetodeihin liittyen japanilaiset näkivät kaikenlaiset varastot vihollisena ja varastojen pienentämiseksi tehtiin kaikkensa. USA:ssa ja Euroopassa (länsi) varastot nähtiin tarpeellisina. Syitä suuriin varastoihin olivat pitkät tuotantosarjat. Varastoja kasvattivat pitkät asetusajat, pitkät läpimenoajat tai virheet ja konerikot tuotannossa. Japanissa tuotannossa valmistettiin lyhyitä tuotantosarjoja, jonka seurauksena varastotasot laskivat. Lännessä taas oli käytössä suuret sarjat, jonka vuoksi varastot kasvoivat. Länsi teki pitkiä tuotantosarjoja, johtuen heidän pitkistä asetusajoistansa koneella. (Shingo 1986, 263–267). Demingin mukaan kaikki muut näkevät hyötyjä matalista varastotasoista paitsi ihmiset tuotannossa ja myyntimiehet. Tuotantopäällikkö pitää mieluummin suuret varastot, jotta ei tarvitse pelätä tuotteiden loppumista kesken. Myyntimiehet taas haluavat suuret varastot, koska kaikkia laatuja tulee olla varastossa jatkuvasti, jotta asiakkaan ei tarvitse odottaa tuotteen saamista. (Deming 1986, 64.)

3.2 SMED:n neljän vaiheita ja kahdeksan periaatetta

- 1) Materiaalien, työkalujen ja kiinnikkeiden valmistelu ja tarkastaminen
30 % ajasta menee ensimmäisen vaiheeseen, jossa varmistetaan, että kaikki osat ja työkalut ovat niille tarkoitetussa paikassa ja työkalut toimivat kuten pitääkin. Lopuksi tehdään prosessin jälkisäädöt ja koneiden puhdistukset.
- 2) Muottien ja työkalujen kiinnitys ja irrotus
Tämä vaihe vie 5 % ajasta sisältäen osien ja työkalujen poistamisen tuotantoerän päätyttyä sekä osien ja työkalujen kiinnittämisen seuraavaa sarjaa varten.
- 3) Työkalujen asettaminen, mittojen määrittäminen sekä kalibroinnit

Ajasta 15 % menee kaikkiin mittauksiin ja kalibrointeihin, jotka on tehtävä ennen seuraava erää, kuten lämpötilan ja paineen mittaukset, muottien asennukset ja niin edelleen.

4) Koeajot ja säädöt

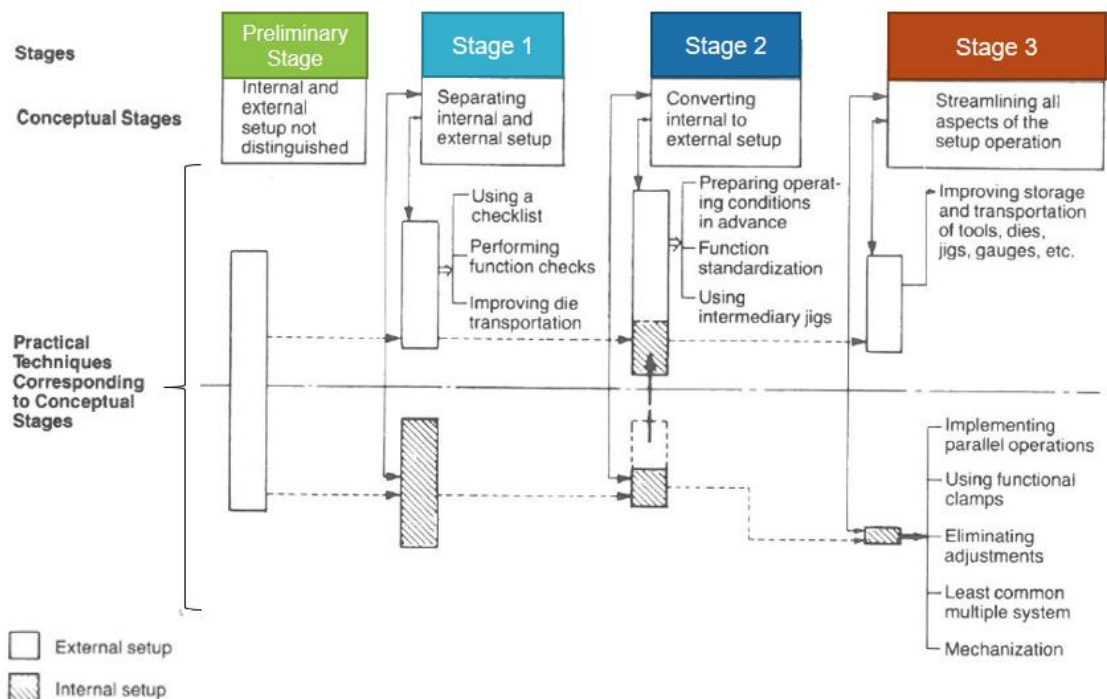
Jopa 50 % ajasta menee koeajoihin ja niiden säätöihin siihen, kunnes ensimmäinen hyväksytty tuote on saatu valmistettua linjalla. Koeajojen ja säätötoimenpiteiden pituus ja tiheys vaihtelevat suuresti. Suurin osa koeajoihin käytetystä ajasta menee säätöongelmien ratkomiseen. Tehokkain tapa ongelmien taklaamiseen on lisätä mittausten ja kalibrointien tarkkuutta. (Shingo 1985, 26–27.)

Aikaan perustuvan jaon lisäksi Shingo on jakanut asetusajan neljään eri vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa sisäisiä ja ulkoisia asetusajoja ei eroteta toisistaan. Toisessa vaiheessa sisäiset- ja ulkoiset asetusajat erotellaan toisistaan. Kolmannessa vaiheessa sisäiset asetusajat pyritään muuttamaan ulkoisiksi asetusajoiksi ja viimeisessä vaiheessa tehostetaan kaikkia asetusajan toimintoja. Nämä neljä eri vaihetta on kuvattuna kuvassa 10. (Shingo 1989, 56.)

George ym. (2005) ovat jakaneet asetusajan myös neljään eri vaiheeseen, jotka mukailivat Shingon esittämää neljää eri vaihetta. He esittelevät yksityiskohtaisemmin, mitä lean työkaluja voidaan käyttää kussakin vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa kirjataan kaikki työvaiheet joko sisäisiin tai ulkoisiin asetusajoihin. Työkaluina voidaan käyttää asetusajan dokumentointiin tarkoitettua lomaketta, johon kirjataan tehtävän numero, kulutettu aika per tehtävä, tehtävän kuvaus ja tehtävän jako ulkoiseen ja sisäiseen asetusajaan. Toisena työkaluna voidaan käyttää spagettidiagrammia alueesta, miten siellä liikutaan. Tämän avulla saadaan selville, miten operaattori liikkuu alueella. Kolmantena työkaluna voidaan käyttää parannus lomaketta, johon ideoidaan esimerkiksi aivoriihen (brainstorming) avulla mahdollisia parannuksia eri työvaiheisiin. Lopuksi arvioidaan mahdolliset parannusten vaikutukset ajallisesti nykyiseen menetelmään verrattuna. (George ym. 2005, 223–225.)

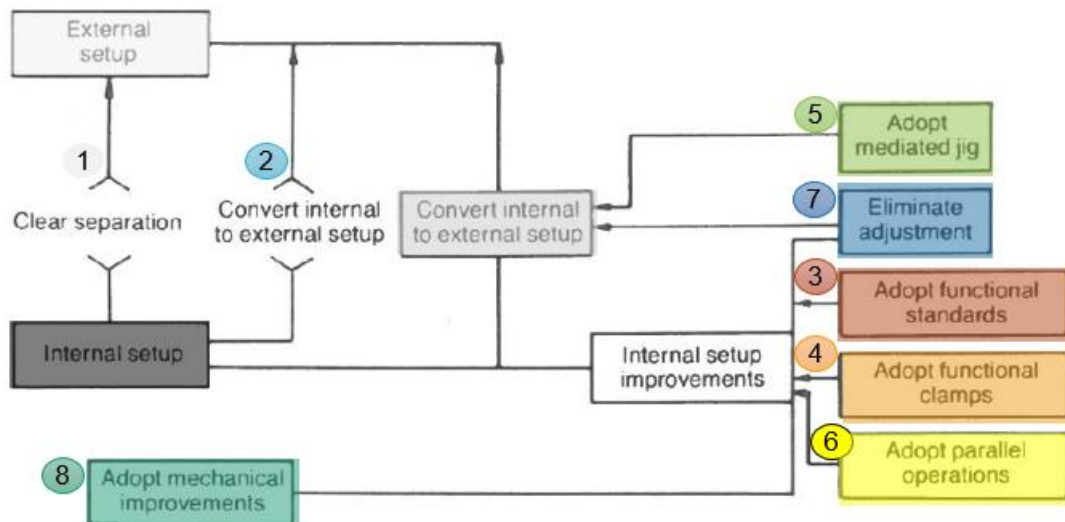
Toisessa vaiheessa muutetaan sisäiset asetusajat ulkoisiksi asetusajoiksi, jos mahdollista. Tässä vaiheessa keskitytään kaikkiin sisäisiin asetusajan työtehtäviin ja pyritään miettimään toimintatapoja, joilla ne saataisiin muutettua ulkoisiksi asetusajoiksi. (George ym. 2005, 225.)

Jäljelle jääneiden sisäisten asetusajojen tehtävät pyritään tehostamaan mahdollisimman lyhyiksi kolmannessa vaiheessa. Viimeisessä vaiheessa kartoitetaan kaikki tehtävät säädöt ja asetukset laitteelle ja pyritään poistamaan turhat säädöt asetusajan lyhentämiseksi koneella. Näitä parametreja voivat olla muun muassa erilaiset mittaamiset, kalibroinnit sekä lämpötila- ja paineensäädöt. Näiden estämiseksi käytetään visuaalisia työkaluja, virheenestimiä (Poka-Yoke), ja muita mahdollisia työkaluja, joilla säädöt pysytään suorittamaan oikein joka kerta. (George ym. 2005, 225.)



Kuva 10. SMED:n neljä eri vaihetta Shingon mukaan (Shingo 1989, 56 mukailtu).

Shingon (1989) mukaan nämä neljä eri vaihetta ovat jaettavissa vielä kahdeksaan eri tekniikkaan kuvan 11 mukaisesti.



Kuva 11. SMED:n kahdeksan periaatetta (Shingo 1989, 54 mukailtu).

Nämä kahdeksan periaatetta ovat: erota sisäiset ja ulkoiset asennustoiminnot, muunna sisäiset asetukset ulkoisiksi asetuksiksi, standardoi toiminto, käytä toimivia puristimia tai poista kiinnikkeet kokonaan, käytä väljigejää, ota käyttöön rinnakkaistoiminnot, poista laitteen säädöt ja tee mekaanisia parannuksia. (Shingo 1989, 47–54.)

Angeli ym. mukaan asetusajan lyhentämisen projekti alkaa määrittämällä laitteelle tuotannon asettamat vaatimukset. Tämän jälkeen asetusaika videokuvataan ja tehtävät jaetaan taulukon 1 mukaisesti. (Angeli ym. 2006, 116–119.)

Taulukko 1. Asetusajan tehtävien analysointi (Angeli ym. 2006, 117 mukailtu).

#	Tehtävä	Aika	Sisäinen	Ulkoinen

Seuraavassa vaiheessa analysoidaan tehtävät ja jaetaan sisäisiin- ja ulkoisiin asetusaikoihin. Ulkoisille asetusajan tehtäville tehdään erillinen tarkistuslista (checklist) ja sisäisille asetusajan tehtäville oma esitarkistuslista (pre-checklist). Lopuksi saatetaan työ-

piste takaisin perusolosuhteisiin 5S:n avulla. Vähennetään jäljelle jääneitä sisäisiä asetusajoja, jonka jälkeen pienennetään ulkoisia asetusajoja. Tämän jälkeen standardoidaan kaikki tehtävät asetusajan työtehtävät ja valvotaan standardien noudattamista. Lopuksi jatketaan jatkuvan parantamisen periaatteiden mukaisesti parannustoimenpiteitä silloin kun niitä havaitaan. (Angeli ym. 2006, 117–118.)

Angeli ym. (2006) mukaan asetusajan parannukset voidaan jakaa karkeasti 7 eri vaiheeseen, jotka ovat:

1. Laadunvaihto alkaa ja loppuu 5S.
2. Sisäiset asetusajan tehtävät tulee muuttaa ulkoisiksi tehtäviksi, jos mahdollista.
3. Ruuvit ja mutterit ovat vihollisia.
4. Käsintehdyt työt tulee tehdä seisomalla paikoillaan ilman turhaa liikettä.
5. Vältä hienosäätöä, joka vaatii erityisosaamista
6. Standardeja tulee noudattaa.
7. Standardoi kaikki asetusajan tehtävät.

Tämä listaus kuvaa yksinkertaisesti ja lyhyesti koko asetusajan parannukseen liittyvät työvaiheet. (Angeli ym. 2006, 116–119.)

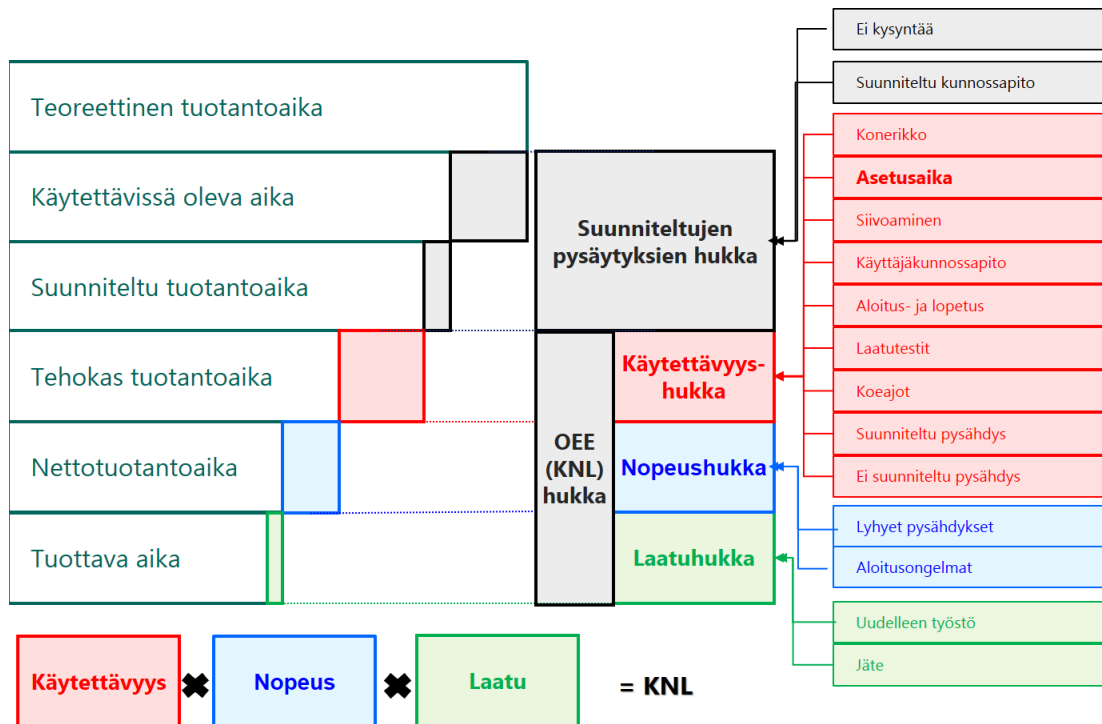
3.3 OEE-mittaus

OEE (Overall Equipment Effectiveness) on tunnuslukumittari, jonka avulla tuotantoprosessin tehokkuutta seurataan ja parannetaan. Suomeksi OEE kutsutaan termillä KNL (käytettävyys, nopeus, laatu). Tässä tutkimustyössä käytetään lyhennettä OEE, joka on tutumpi termi Weberin tehdasympäristössä. OEE saadaan kertomalla kaavan 3 kolme tekijää keskenään, jotka ovat: käytettävyys, nopeus ja laatu (Wireman 2004 TPM 44–45.)

$$\text{Käytettävyys (\%)} \times \text{nopeus (\%)} \times \text{laatu (\%)} = \text{OEE} - \%$$

Kaava 3. OEE:n laskenta (Wireman 2004, 44–45).

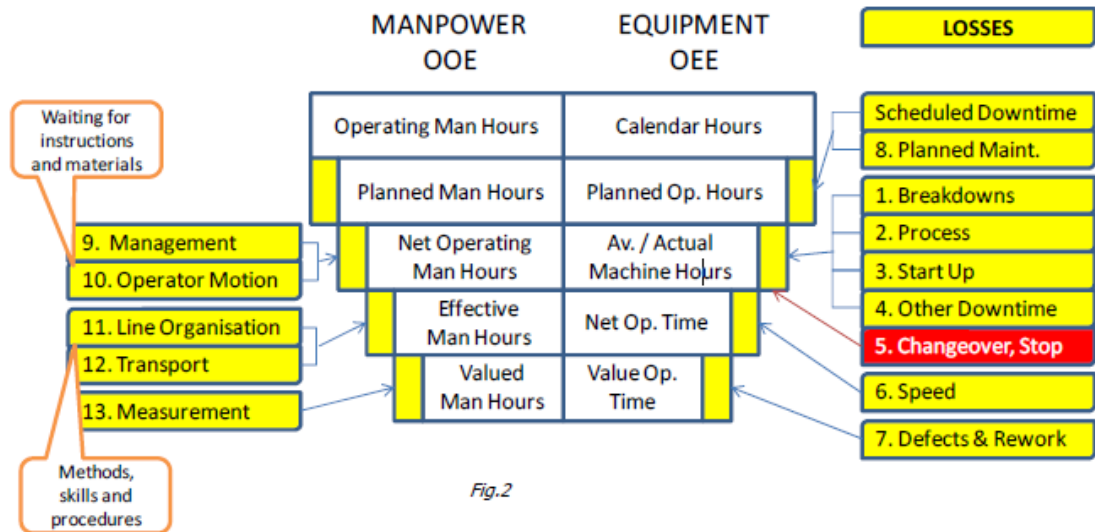
Asetusaika kuuluu käytettävyyshukkaan. Asetusajan mittaaminen alkaa edellisen erän viimeisestä hyvästä tuotteesta ja pysähtyy uuden erän ensimmäiseen hyvään tuotteeseen (Angeli ym. 2006, 116). OEE-laskenta voi perustua esimerkiksi kuvan 12 mukaisen hukkien laskentaan.



Kuva 12. Käytettävyyden, nopeuden ja laadun OEE mittaus kohdeyrityksen tehtaalla käytännössä.

Tyypillisin OEE laskenta perustuu kuuden suurimman hukan (Six Big Losses) laskentaan. Seiichi Nakajima kehitti 1960-luvulla kuusi hukka tekijää osaksi Total Productive Maintenancea (TPM). TPM on kunnossapitomenetelmä, jonka lähtökohtana on luoda koneille optimaaliset olosuhteet ja ylläpitää niitä. TPM:ssä tavoitellaan suurimpaan kokonaistehokkuuteen poistamalla tuotannon hukkatekijöitä, jotka on jaettu kolmeen eri kategoriaan: seisokit (downtime), nopeushukka (speed losses) ja laaturvirheet (defect). Käytettävyyshukkaan kuuluvat konerikot ja asetusajasta johtuvat hukat. Nopeus eli suorituskykyhukkaan kuuluvat lyhyet pysähdykset ja alentunut tuotantonopeus. Laatuhukkaan kuuluvat prosessin aloituksesta johtuvat laatuhäviöt (reduced yield) ja prosessista johtuvat hyltyt ja korjattavat laaturvirheet (reworks). (Breyfogle 2003, 874–875, Wireman 2004, 44–45.)

Ymmärtääkseen todellista tilannetta asetusajan taustalla, tulee katsoa myös Overall Operator Efficiency (OOE) eli operaattorista aiheutuvia hukkia. Kuvasta 13 nähdään keltaisella pohjalla, että asetusajan takana ovat neljä eri hukkaa, jotka eivät näy sellaisenaan OEE-mittauksessa.



Kuva 13. Asetusajan vaikutus OEE- ja OOE-tunnuslukuihin (Maxim & Hassan 2017 mukailtu).

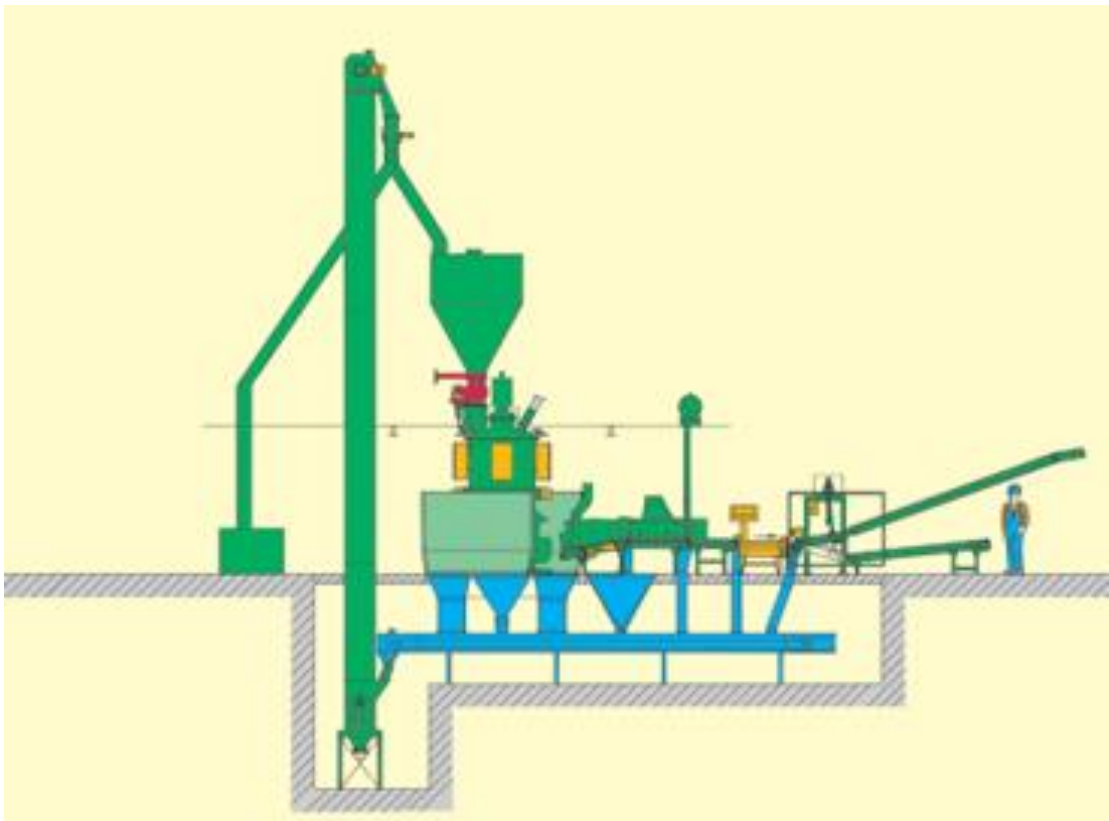
Nämä neljä hukkaa ovat kuvassa kohdat 9–12: johtaminen, työntekijän liikkuminen, linjan siisteys ja järjestys sekä kuljettaminen. Nämä vaikuttavat OOE:n työnteon nettoaikaan ja työnteon tuottavaan aikaan. Kyseiset hukat johtuvat ohjeiden ja materiaalien odottamisesta sekä käytetyistä metodeista, taidoista ja menettelytavoista. (Maxim & Hassan 2017, 65–69.)

4 NYKYTILAN KARTOITUS

Tässä luvussa esitellään lyhyesti piensääkityslinja ja käydään läpi linjan riskienarviointia ennen varsinaisen projektin aloittamista. Lisäksi käsitellään tutkimustyön lähtötilannetta ja kartoitetaan piensääkityslinjan hukkatekijöitä OEE-mittauksen avulla. Näiden pohjalta esitetään projektisuunnitelma ja tutkimustyön projektitiimi.

4.1 Piensääkityslinjan esittely

Tehtaan piensääkityskone on kuvan 14 mukainen. Laitteeseen annostellaan tuote välisäiliön kautta annosteluun, jossa on kuusi säkityspiippua. Säkityksen jälkeen tuote kuljetetaan hihnan avulla lavaajalle, jossa säkit pinotaan lavalle. Lavaajan jälkeen tuote kelmutetaan ja siirretään varastoon asiakkaalle lähettämistä varten.



Kuva 14. Tuotannon piensääkityslinjan Rotopacker-säkityslaitte (Saint-Gobain).

Piensääkityslaitetta kutsutaan tehdastasolla nimellä Rotopacker ja tuo nimi on käytössä joissain tutkimustyössä esitetyissä lomakkeissa ja kuvissa.

4.2 Riskinarviointi ja riskien pienentäminen

Tutkimustyön ensimmäisessä vaiheessa tehtiin piensäkityslinjalle riskinarviointi yhdessä operaattorien kanssa. Suurimmiksi riskeiksi havaittiin laastipölyn muodostuminen ilmaan laadunvaihtoa tehtäessä ilman kunnollisia suojaruusteita pöly aiheuttaa silmien ärsyyntymistä ja hengitystie-oireita. Lisäksi laitteesta lähtevä melu ylitti sallitun 85 dB rajan, jonka vuoksi tilassa tulee käyttää kuulosuojaimia laitteen ollessa käynnissä. Kuvassa 15 on kuvattuna osa riskinarvioinnista, joka tehtiin tutkimuksen aikana. Lomakkeella on arvioitu riskin suuruutta vakavuuden ja todennäköisyyden mukaan. Tämän jälkeen on mietitty mahdolliset toimenpiteet riskien pienentämiseksi ja laskettu jäännösriski parannustoimenpiteiden jälkeen.

RISKINARVIINTI , Rotopacker

Paikkakunta: Ojakkala
Laadittu: 18.10.2021 Anette, Jamppa, Niko ja Marko

No	pvm	Ongelman/vaaratekijän kuvaus	Osasto/ Alue	Vakavuus	Tod.näik.	Riskin suuruus	Toimenpide - välttämät ja myöhemmät	Valmis pvm (vvvv-kk- pp)	Vakavuus toim.pit. jälkeen	Tod.näik. toim.pit. jälkeen	Jäännösriski
1.	18.10.2021	Lavaajan pääkeskuksen vieressä oleva itse tehty vanerinen pöytälevy. Tavaroiilla putoamisvaara.	piensäkitys	1	8	8	Poistetaan pöytälevy	12.11.2021			0
2.	18.10.2021	Poikkeamatyö: lavaajassa lavat jumittuu linjastoon ja niitä oikeistaan rautakangella. Kiertoliike ja manuaalinen käsittely ja ponnistelu. Selän venäytys ja muu venähdys.	piensäkitys	8	6	48	Ohjeistus poikkeamatyön ergonomiaan? Turvallisuustuokiossa tilanneläpikäynti? Käytettävä 60s harkintaa. Käyty turvavartissa läpi.	15.11.2021	8	4	32
3.	18.10.2021	Poikkeamatyö: lavaajassa menee säkit väärin asentoihin ja niitä joutuu konntaamaan oikeisemaan 1 krt/vko. Itsensä kolhminen. TF1	piensäkitys	21	8	168	Turvallisuustuokiossa tilanneläpikäynti? Käytettävä 60s harkintaa	15.11.2021	21	4	84
4.	18.10.2021	Lämmitys ei ole päällä tällä hetkellä. Vaatetuksella pärjää tässä lämmössä. Itsensä vilustuminen selkävaiivat yms.	piensäkitys	8	8	64	Sopiva vaatetus, tautois. Ohjeistus ja tarvittavat lisälämpöpärit kohteisiin	28.12.2021	8	4	32
5.	18.10.2021	Melu kovaa. Kuulosuojaimet käytössä ja ohjeistus ja vaatimukset.	piensäkitys	8	10	80	Kuulosuojaimet käytössä ja ohjeistus ja niiden valvonta ja painottaminen jatkuvaotimisesti. Turvavartissa käyty.	18.11.2021	8	4	32
6.	18.10.2021	Laadunvaihdossa pölyä. Silmien ärsytys ja hengitystie oireet. Suojaimet käytössä (silmiensuojaimet ja hengityssuodattimet).	piensäkitys	21	10	210	Sopivien hengityssuodattimien ja suojalasiain painottaminen ja mainostaminen säännöllisesti. Valvonta säännöllisesti ja henkilökohtaiset suojaimet piensäkitykselle. (Kansi pölykipolle)	22.11.2021	8	4	32
7.	18.10.2021	Pölykippo pölyä. Silmien ärsytys ja hengitystie oireet. Suojaimet käytössä (silmiensuojaimet ja hengityssuodattimet).	piensäkitys	8	10	80	Tehdään/teetetään kansi pölykipolle.	12.11.2021	8	4	32
8.	18.10.2021	Kemikaali: puhdistusaine Domino 1l Wash. Vaarana roiskeet silmille ja iholle. Suojaimet ja ohjeistus käytössä. Tulostimen puhdistustyö n. 1-2 krt/vko.	piensäkitys	8	10	80	Valvonta säännöllisesti ja oikeiden suojainten käytön painotus. Nitriili käsineet.	25.11.2021	8	4	32
9.	18.10.2021	Käärintäljinalla kalvonvaihto 1-3 krt/pv. Itsensä kolhminen ja kompastuminen.	piensäkitys	21	6	126	Huomioteippaukset ja mahdollinen 60 sek. ja ohjeistus.	16.11.2021	8	4	32
10.	18.10.2021	Käärintäljinan päällikalvon vaihto: rullaa alas laskiessa pyörintätalalle. Sormet voi puristaa. 1 krt/kk.	piensäkitys	21	4	84	Ohjeistuksen tekeminen		8	4	32
11.	18.10.2021	Rotopacker tyhjen säkkien syöttäminen kun Rotopacker pyörii. Puristuminen ja itsensä kolhminen. Hätäpysäytysportti estää mahdollisesti pahemman puristuksen, muttei kaikelta suoja, kun ollaan toisessa reunassa, niin voi tulla turpaan ja kolhuja Rotopackerilta sen pyöriessä. TF1 mahdollisuus. Tehdään 3-5krt/pv.	piensäkitys	21	10	210	Pyörimisnopeuden hidastaminen eli kone käsijalle tämän ajaksi. OHJEISTUS!	12.11.2021	8	4	32
12.	18.10.2021	Muu liikenne: trukkiliikenne käy tuomassa laivoja 18 kpl 20 min välein käy ovelta pyörähtämässä pienessä osassa alueella.	piensäkitys	21	4	84	Ohjeistus ja valvonta + katsekontakti ja kuittaus jatkuvaotimisesti		21	1	21
13.	18.10.2021	Kompastumisvaara, kun mennään käynnistämään lavalinjaston linjaston mutkaan. Sähköjohto suojattu metallisella koteloinnilla.	piensäkitys	21	4	84	Huomiotarraa koteloinnin päälle	29.11.2021	21	1	21
14.	18.10.2021	Roskasäkkien hakeminen, kompastumisvaara lavapinoon	piensäkitys	8	6	48	Roskasäkkien tuonti lähemmäksi	15.12.2021	8	1	8
15.	16.12.2021	Uusi ohjeistus tehty				0					0
15.	16.12.2021	Säkkilavan työntäminen alas / ahtaampi tila (2 kpl:ta ylhäällä nyt)	piensäkitys	21	4	84	Lavoille omat paikat ja ilmoitus trukkikuskille	17.12.2021	8	4	32

Kuva 15. Piensäkityslinjan riskinarviointi vakavuuden ja todennäköisyyden mukaan sekä saavutetun jäännösriskin suuruus tehtyjen parannusten jälkeen.

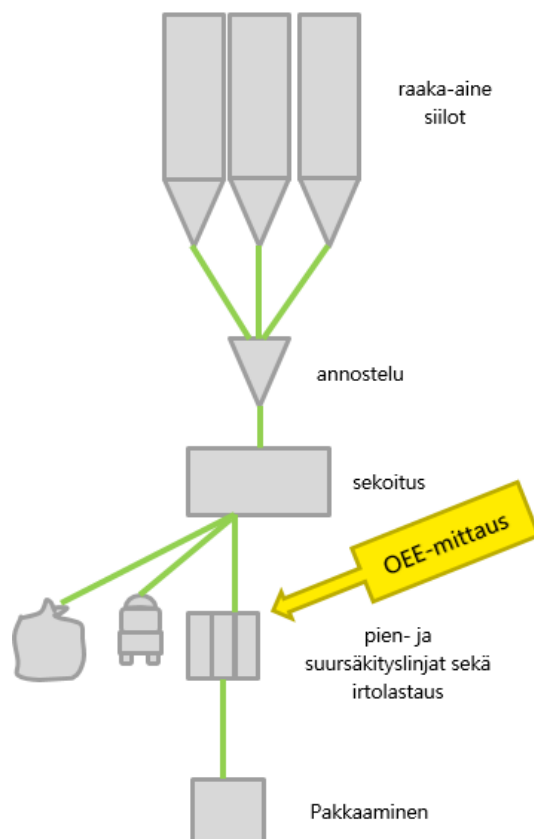
Punaisia eli korkeita riskejä saatiin vähennettyä kaksi kappaletta tutkimustyön aikana. Toimenpiteinä hankittiin oikeanlaiset henkilösuojaimet linjalla työskenteleville ja ohjeis-

tus suojainten käyttöön. Pölynpoistokipolle tehtiin oma kansi, jotta pölyä leviäisi mahdollisimman vähän ympäristöön. Lisäksi ohjeistettiin muuttamaan laitteen pyörimisnopeutta hitaammaksi käsiajon aikana.

4.3 Suurimman hukan löytäminen ja mittarit

Tämän tutkimustyön alkaessa ei ollut etukäteen tietoa, mitä TPS:n metodeja tullaan käyttämään piensäkityslinjalla tuotannon tehostamiseksi. Tämän vuoksi lähtötilanteessa karotettiin yleisesti TPS- ja lean-ajattelumallia ja sen eri työkaluja muun muassa Jeffrey Likerin 14 periaatteen mukaan.

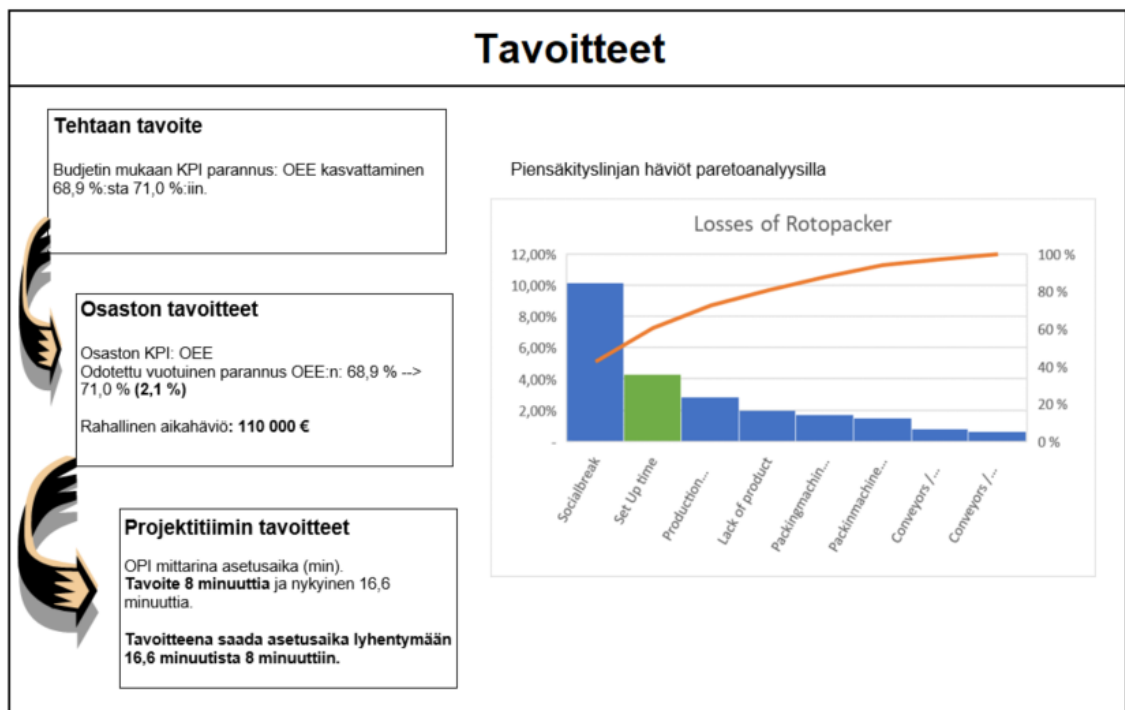
Tehtaan piensäkityslinjan OEE-mittaus mitataan säkityslinjalta. Kuvassa 16 on prosessikuvaus tehtaan tuotteiden valmistuksesta. Kuvasta nähdään, että tehtaalla säkitetään suursäkkejä (500–1000 kg) ja piensäkkejä (20–25 kg) sekä bulkkina eli irtotavarana suoraan autoon.



Kuva 16. Tuotannon OEE:n mittaus piensäkityslinjalla mitataan lavaajan kääntäjän kohdalta.

Suurin hukka piensäkityslinjalla analysoitiin OEE-mittauksen antamien tulosten mukaan. Projektissa tehtaan tavoitteena oli kasvattaa piensäkityslinjan OEE 2,1 % verran. Projektin tavoitteena oli lyhentää suurinta hukkaa 50 % ja näin vaikuttaa piensäkityslinjan OEE-lukemaan. Piensäkityslinjan hukat on esitetty kuvassa 17 Pareto-analyysin avulla. Suurimmaksi hukaksi piensäkityslinjalla nousivat sosiaalitauot. Sosiaalitaukoja ei lähdetty tämän projektin aikana pienentämään. Sosiaalitauoilla on merkittävä vaikutus etenkin hiljaisen tiedon siirtymisessä, jota käsiteltiin luvussa 2.5.3. Tämän vuoksi päätettiin lähteä pienentämään asetusaikaa, joka oli toiseksi suurin hukka linjalla.

Vuoden koko keskiarvo asetusalalle oli 16,6 minuuttia. Asetusaika vaihteli 14 minuutista 23 minuuttiin ja koko vuoden asetusaajan keskiarvoksi tuli 16,6 minuuttia. Projektin asetusaajan tavoitteeksi asetettiin kahdeksan minuuttia ja vaihtelua pyrittiin pienentämään merkittävästi. Vaihtelussa näkyi muutamia erityisyyden aiheuttamia poikkeamia, joita ei otettu tähän keskiarvolliseen laskentaan mukaan. Poikkeamatilanteissa asetusaika oli kestänyt yli 30 minuuttia ja nämä olivat useimmiten johtuneet laitteella ilmenneestä korneikosta, joka oli kirjattuna lisätiedoksi asetusaajan alle. Tässä tutkimustyössä ei käsitellä tarkemmin asetusaajan vaihtelua vaan työ keskittyy kuvamaan itse asetusaikaa ja sen kehittymistä projektin aikana.



Kuva 17. Projektin piensäkityslinjan lähtötilanteen hukat Pareto-analyysinä ja projektille asetetut tavoitteet.

Laskennallinen rahallinen säästö projektin saavuttaessa kahdeksan minuutin asetusajan on vuotuisella tasolla 110 000 €.

4.4 Projektitiimi ja projektisuunnitelma

Nykytilan kartoituksen jälkeen perustettiin projektitiimi ja laadittiin projektisuunnitelma. Projektitiimin jäsenet ovat kuvassa 18. Tiimi koostui viidestä henkilöstä, joista tutkimustyön tekijä toimi projektipäällikkönä. Projektitiimiin valikoituivat piensääkityslinjan operaat- torit, jotka työskentelevät säännöllisesti linjalla. Lisäksi projektitiimiin kutsuttiin tehdas- päällikkö, joka toimi projektin auditoijana. Kuvassa on tiimin lisäksi esitelty viikkopalave- rin aikataulu ja toteutunut osallistumisaktiivisuus kunkin tiimiläisen osalta. Viikkopalaverit kestivät noin 15–20 minuuttia ja niissä käsiteltiin projektin etenemistä visuaalisilla mitta- reilla, käytiin läpi havaitut poikkeamat juurisyyneen ja tehtiin poikkeamien korjaamiselle omat tehtävälisat vastuuhenkilöineen. Kokouksessa käsiteltiin myös tulevia koulutustar- peita ja muita esille tulevia asioita piensääkityslinjaan liittyen.

Kokous aikataulu ja osallistujat			Osallistunut x																	Ei osallistunut o			Ei suunniteltu osallistumaan n		
Nimi	Työtehtävä	Rooli	viikko 40	viikko 41	viikko 42	viikko 43	viikko 44	viikko 45	viikko 46	viikko 47	viikko 48	viikko 49	viikko 50	viikko 51	viikko 52	Viikko 1	Viikko 2	Viikko 3							
Anette	Tuotantoinsoööri	Tiimin vetäjä	n	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	n	x	x	n						
Marko	Tehdaspäällikkö	Projektin sponsori	n	x	x	x	n	x	n	o	x	x	n	x	n	x	x	x	n						
Piotr	Operaattori	Tiimin jäsen	n	x	o	x	o	x	x	x	x	x	o	x	n	x	o	n							
Jamppa	Operaattori	Tiimin jäsen	n	x	x	x	x	x	x	x	o	x	o	x	n	x	x	n							
Niko	Operaattori	Tiimin jäsen	n	x	x	o	x	x	x	x	x	x	o	x	n	x	x	n							

Projektisuunnitelman vaiheet

Vaihe 0 Vaihe 1 Vaihe 2 Vaihe 3 Vaihe 4 Vaihe 5 Vaihe 6

Kuva 18. Tutkimustyön projektitiimi ja viikkokokouksen aikataulu sekä toteuma.

4.5 Koulutustarve

Projektin tuomista tulevista koulutustarpeista tehtiin kuvan 19 mukainen taulukko, johon kirjattiin tarvittavat tiedot ja taidot projektin läpi viemiseksi projektisuunnitelman mukaisesti. Koulutusmatriisia päivitettiin projektin kulun mukaan viikoittain viikkopalaverissa.

Taito/työkalu		Opetus matriisi																			
		Vaihe 1	Historia data analyysi	Datan keräys	Riskianointi	Vaihe 2	Spagetti diagrammi	Tagin tekeminen	Vaihe 3	Poikkeama kirjaus	Vaihe 4	5 x miksi	Pika Kaizen	5S	CE-diagrammi	OPL:n tekeminen	Vaihe 5	Standardin päivitys	Vaihe 6	CIL	QX-matriisin käyttö
Anette	Alku	1	1	1	3	1	2	1	1	2	1	3	4	2	3	1	1	1	1	2	1
	Nykyinen	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3
	Tavoite	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3
Marko	Alku	1	3	4	3	1	2	3	1	1	1	4	5	5	2	3	1	1	1	4	1
	Nykyinen	5	5	5	4	2	2	5	2	2	2	5	5	5	5	5	2	4	2	4	5
	Tavoite	2	5	5	3	2	2	2	2	2	2	5	5	5	4	5	2	4	2	4	5
Piotr	Alku	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nykyinen	2	1	4	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	1
	Tavoite	2	1	4	2	2	2	3	2	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3
Jamppa	Alku	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Nykyinen	2	1	5	2	2	3	4	2	5	2	3	3	3	2	3	2	2	2	3	1
	Tavoite	2	1	5	2	2	3	4	2	5	2	3	3	3	2	2	2	2	2	3	3
Niko	Alku	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Nykyinen	2	1	4	2	2	2	3	2	4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	1
	Tavoite	2	1	4	2	2	2	3	2	4	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	1

Tiedon taso	
Pysty opettamaan	5
Pysty suorittamaan ei standardi olosuhteissa	4
Pysty suorittamaan standardi olosuhteissa	3
Osaava teorian	2
Ei tiedä teoriaa	1

Kuva 19. Koulutusmatriisi, jossa on esitettyä projektin eri vaiheiden kannalta tärkeimmät koulutettavat ja opeteltavat asiat projektitiimin jäsenten osalta.

Työntekijöiden aikaisempaa osaamista koulutusmatriisiin osaamisalueisiin kartoitettiin alkuhaastattelujen avulla. Haastatteluilla kartoitettiin myös työntekijöiden ajatuksia tulevasta parannusprojektista. Suurimmalla osalla oli ennakkoluuloja parannusprojektin suhteen. Näihin ennakkoluuloihin pyrittiin vaikuttamaan muun muassa sitouttamalla projektitiimi koko projektin ajaksi viikoittaisilla kokoustapaamisilla ja koulutustilaisuuksilla.

Tutkimustyön projektisuunnitelma pohjautuu luvussa 3 esitettyyn Shingon SMED-menetelmään. Kuvassa 20 projektisuunnitelma on kuvattuna pääkohdittain seitsemän eri vaiheen avulla. Ensimmäisessä vaiheessa käynnistetään projekti ja tehdään riskienarviointi linjalle, toisessa vaiheessa määritellään tavoitteet projektille, kolmannessa määritellään paras standardi työn tekemiseen, neljäntenä kerätään poikkeamat ylös ja viidentenä analysoidaan ja tehdään vastatoimenpiteet poikkeamille. Kuudennessa vaiheessa parannetaan nykyistä standardia entisestään pureutumalla mikroaktiiviteetteihin ECRS-tekniikkaa apuna käyttäen ja viimeisessä seitsemännessä vaiheessa pyritään säätöjä mini-moimaan ja muuttamaan ne asetuksiksi. Jokaisessa vaiheessa seurataan asetustajan keskiarvoa viikko tasolla ja joka viikko tiimi auditoi projektin etenemistä erillisen PDCA-

auditointi-pohjan mukaan (liite 1). Projektisuunnitelmassa on eriteltynä projektin eri vaiheet ja toteuma tutkimustyön aikana.

Vaiheet		Tehtävät		Projektisuunnitelma ja toteuma																
				Kuukausi 1				Kuukausi 2				Kuukausi 3				Kuukausi 4				
				vk 1	vk 2	vk 3	vk 4	vk 5	vk 6	vk 7	vk 8	vk 9	vk 10	vk 11	vk 12	vk 13	vk 14	vk 15	vk 16	vk 17
				40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4
0	Projektin käynnistäminen	1. Projektin käynnistys ja projektin 2. Projektisuunnitelman tekeminen																		
1	Valitse yksi astusaikatyypistä, määritä lähtökohta ja tavoitteet	1. Tunnista laadunvaihtotyypit 2. Historia data laadunvaihtoista 3. Laadunvaihtojen 4. Jatkuvan tiedonkeräysjärjestelmän 5. Määritä lähtökohta ja tavoitteet																		
2	Määrittele nykyinen paras standardi ja kouluta operaattorit	1. Videoi ja virallista nykyinen menetelmä 2. Tunnista mahdolliset parannustoimenpiteet 3. Määritä paras standardi ja videoi se 4. Kouluta työntekijät																		
3	Ota käyttöön poikkeamien havaintojärjestelmä	1. Määrittele poikkeama järjestelmä 2. Määrittele kuka, missä, milloin 3. Järjestä koulutus työntekijöille 4. Seuraa toimintaa päivittäin ja kouluta tarvittaessa																		
4	Analysoi ja ratko poikkeavuudet	1. Priorisoi poikkeamat (pareto) 2. Tunnista parannustoimenpiteet (5xmx, CE-diagrammi) 3. Toteuta vastatoimenpiteet 4. Ota käyttöön seurantaalukko																		
5	Paranna standardia uudestaan (vaihe 2)	1. Jaa tehtävät mikroaktiiviteetteihin 2. Analysoi ja jaa mikroaktiiviteetit tuottaviin ja ei arvoa tuottaviin 3. Sovella ECRS-tekniikkaa ja tunnista parannuskohteet 4. Päivitä standardi ja palaa kohtaan kaksi																		
6	Määritä säätömetodi ja paranna sitä	1. Analysoi nykyinen säätömetodi 2. Määrittele parannustoimenpiteet 3. Määrittele uusi säätöstandardi 4. Paranna ja yksinkertaista säätöjä 5. Päivitä ohje, videoi se ja kouluta operaattorit																		

Kuva 20. Projektisuunnitelma vaiheittain ja projektin eteneminen viikko tasolla.

Kuvasta havaitaan, että projekti jäi heti alussa noin viikon verran jälkeen suunnitellusta aikataulusta. Tämän jälkeen projekti eteni lähes suunnitellusti. Projektin loppu viivästyi vielä viikolla suunnitellusta aikataulusta. Suunniteltua aikataulua pyrittiin seuraamaan mahdollisimman tarkasti, jotta projekti etenisi hallitusti. Tämän vuoksi projektitiimille tehtiin oma rutiinitehtävä-lista, johon on kirjattuna, kuka tekee, mitä tekee ja milloin tekee. Esimerkiksi projektin vetäjä päivitti viikoittaiset asetusaikojen keskiarvot omaan taulukoonsa, tiimi auditoi joka viikko projektin etenemistä, operaattorit kirjasivat tarkasti asetajat koneelle ja jokainen tiimiläinen raportoi havaitsemistaan kehityskohteista heti osallisille. Näin saatiin sitoutettua kaikki projektin jäsenet. Jokaiselle tiimiläiselle asetettiin omat vastualueensa hoidettavaksi projektin aikana.

5 TOTEUTUS

5.1 Parhaan standardin määrittäminen

Lähtötilanteessa piensäkityslinjalle ei ollut tehtynä yksityiskohtaista työnkuvausta asetusajan suorittamiselle. Tämä toteutettiin projektin alussa videokuvaamalla asetusajan suorittaminen piensäkityslinjalla. Videointiin pyydettiin lupa operaattorilta ennen videointia. Tiimi analysoi videon vaihe vaiheelta kokoushuoneessa ja samalla kirjattiin ajat kunkin vaiheen kohdalle. Asetusajalle saatiin kirjattua 32 eri vaihetta, jotka analysoitiin kuvan 21 mukaisesti. Taulukkoon on kirjattu työvaihe sekä aloitus- ja lopetusaika työvaiheelle. Tehtävät on jaettu sisäisiin ja ulkoisiin asetusaikoihin. Tämän lisäksi taulukkoon on kirjattu, kuljettu matka metreinä ja laitettu rasti tehtävän kohdalle sen mukaan, sisältääkö se kävelyä, odottelua, tarkastusta ja/tai varastointia.

Tehtävien optimointi

		Aika ennen parannusta		Aika parannuksen jälkeen																					
		0:15:55		0:10:20		-35%																			
Tehdävien kuvaus	Käik.	Ennen			Int Ext	Etäisyys	Kävely	Odottelu	Tarkastus	Varastointi	Poista	Yhdistä	Vähennä/Järistä	R	S	Paramuoida	Ennen				Kesto				Toimitusreitit
		Aika	Kesto	Luoppi													Kesto	Kesto	Aika	Luoppi	m				
1	Ohjauksien enna	Operator 1	0:00:00	0:01:50	0:01:50	-	x											0:01:50	0:01:50	0:00:00	0:01:50	1			
2	linsen puhdistus paneelilla	Operator 1	0:01:50	0:00:55	0:02:45	-												0:00:55	0:00:55	0:01:50	0:02:45				
3	ohjauksien sulkuinen	Operator 1	0:02:45	0:01:15	0:04:00	-												0:01:15	0:01:15	0:02:45	0:04:00				
4	ilmotus valmiolle, että kone valmis	Operator 1	0:04:00	0:00:10	0:04:10	-												0:00:10	0:00:00	0:04:00	0:04:00				
5	sätkien vaihto	Operator 1	0:04:10	0:00:25	0:04:35	5	x	x										0:00:25	0:00:00	0:04:00	0:04:00				
6	edellisen laadun sätkien poistaminen varastointista	Operator 1	0:04:35	0:00:20	0:04:55	6	x											0:00:20	0:00:00	0:04:00	0:04:00				
7	sätkiä laadun siirto vaihtopaikalle	Operator 1	0:04:55	0:00:05	0:05:00	10	x											0:00:05	0:00:00	0:04:00	0:04:00				
8	katteen kääntäminen	Operator 1	0:05:00	0:00:10	0:05:10	2	x											0:00:10	0:00:00	0:04:00	0:04:00				
9	ilmotus ratamiehelle, että sätki voi vaihtaa	Operator 1	0:05:10	0:00:25	0:05:35	-												0:00:25	0:00:00	0:04:00	0:04:00				
10	muuttokäytön kerran väkeli (kävely)	Operator 1	0:05:35	0:00:20	0:05:55	20	x	x										0:00:20	0:00:00	0:04:00	0:04:00	20			
11	laajaa työntymys	Operator 1	0:05:55	0:00:05	0:06:00	17	x											0:00:05	0:00:05	0:04:00	0:04:00	17			
12	laajaa nollaus	Operator 1	0:06:00	0:01:10	0:07:10	-												0:01:10	0:01:10	0:04:00	0:05:35				
13	laajaa sätki -> (tehdään vasta, kun laippa vaihdettu)	Operator 1	0:07:10	0:00:10	0:07:20	-												0:00:10	0:00:10	0:05:35	0:05:45				
14	laajan laivan ajo laji käännettömyydestä	Operator 1	0:07:20	0:00:25	0:07:45	21	x											0:00:25	0:00:25	0:05:45	0:06:10	21			
15	kääntökonetta ajokuntoon automaattilla	Operator 1	0:07:45	0:00:10	0:07:55	-												0:00:10	0:00:10	0:06:10	0:06:20				
16	laajaa laajan laajan muuttaminen (kävely)	Operator 1	0:07:55	0:00:25	0:08:20	52	x	x										0:00:25	0:00:25	0:06:20	0:06:45	52			
17	sätkykoneen sätki uudelle tuotelle, radianstiin sätki	Operator 1	0:08:20	0:00:30	0:08:50	60	x											0:00:30	0:00:05	0:06:45	0:06:50	60			
18	työkalujen etsintä	Operator 1	0:08:50	0:00:45	0:09:35	24	x											0:00:45	0:00:00	0:06:50	0:06:50				
19	linsen sätkien laittaminen ja sijoittaminen (sätki tyhjentää lisää tätä)	Operator 1	0:09:35	0:00:20	0:09:55	-												0:00:20	0:00:00	0:06:50	0:06:50				
20	katteen kääntäminen	Operator 1	0:09:55	0:00:05	0:10:00	2	x											0:00:05	0:00:00	0:06:50	0:06:50				
21	sätkiä laadun siirto sätkykoneelle	Operator 1	0:10:00	0:00:10	0:10:10	15	x											0:00:10	0:00:00	0:06:50	0:06:50				
22	laajaa laajan siirto	Operator 1	0:10:10	0:00:05	0:10:15	2	x											0:00:05	0:00:00	0:06:50	0:06:50				
23	linsen laajan laajan siirto -> työkalan eteen	Operator 1	0:10:15	0:00:30	0:10:45	40	x											0:00:30	0:00:00	0:06:50	0:06:50				
24	sätkiä laajan laajan siirto varastokompaan	Operator 1	0:10:45	0:00:20	0:11:05	18	x											0:00:20	0:00:00	0:06:50	0:06:50				
25	sätkiä laajan laajan siirto	Operator 1	0:11:05	0:00:25	0:11:30	7	x	x										0:00:25	0:00:25	0:06:50	0:07:15				
26	linsen laajan laajan siirto sätkykoneesta hakista pois	Operator 1	0:11:30	0:00:30	0:12:00	5	x	x										0:00:30	0:00:30	0:07:15	0:07:45	5			
27	linsen laajan laajan siirto	Operator 1	0:12:00	0:00:30	0:12:30	16	x											0:00:30	0:00:05	0:07:45	0:07:50	3			
28	linsen laajan laajan siirto	Operator 1	0:12:30	0:00:45	0:13:15	-												0:00:45	0:00:45	0:07:50	0:08:30				
29	linsen laajan laajan siirto	Operator 1	0:13:15	0:00:45	0:14:00	-												0:00:45	0:00:45	0:08:30	0:09:20				
30	linsen laajan laajan siirto	Operator 1	0:14:00	0:00:45	0:14:45	-												0:00:45	0:00:45	0:09:20	0:10:00				
31	linsen laajan laajan siirto	Operator 1	0:14:45	0:00:30	0:15:15	8	x											0:00:30	0:00:05	0:10:00	0:10:10	3			
32	Kuljuttavat sätkykoneelle ensimmäisen laajan jälkeen	Operator 1	0:15:15	0:00:40	0:15:55	8	x											0:00:40	0:00:10	0:10:10	0:10:20	8			

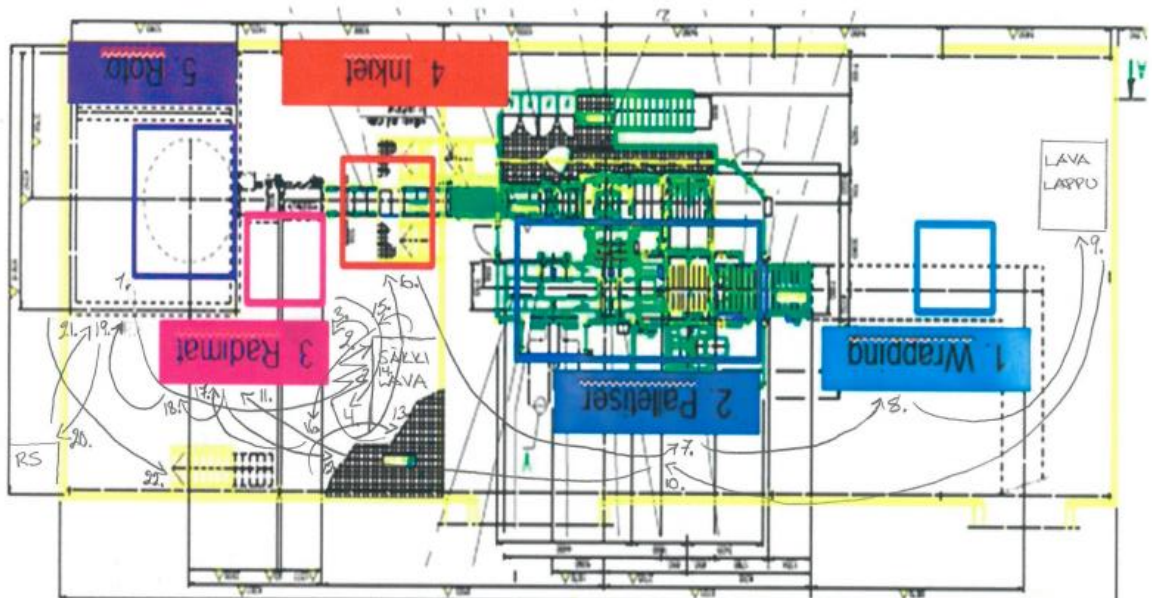
Int Ext	Etäisyys								
	m	Kävely	Odottelu	Tarkastus	Varastointi	Poista	Yhdistä	Vähennä/Järistä	Yksinkertaista

Kuva 21. Asetusajan tehtävien optimointi ECRS-tekniikkaa käyttäen.

Lähtötilanteen määrittelyssä videon avulla saatiin asetusajan kestoksi 15 minuuttia ja 55 sekuntia. Tämän jälkeen tehtävät analysoitiin ja mietittiin tiimin kesken, voidaanko joitain tehtäviä poistaa, yhdistää, vähentää ja/tai yksinkertaistaa ennestään käyttäen ECRS-tekniikkaa. Joitain työtehtäviä voitiin heti uudelleen järjestää tai kokonaan poistaa. Uudelleen järjestelyssä sisäiset asetusajat saatiin muutettua ulkoisiksi asetusajoiksi. Työtehtäviin mietittiin parannustoimenpiteet ja suoritettiin ne. Tämän jälkeen saatiin kirjattua paras mahdollinen standardiohje asetusajan tekemiselle piensäkityslinjalla.

Parannustoimenpiteiden jälkeen asetus aika lyheni huomattavasti 35 % alkuperäisestä, jolloin asetusajaksi saatiin 10 minuuttia ja 20 sekuntia. Lisäksi kävelymatka lyheni 343 metristä 199 metriin, jolloin parannusta tuli 42 % (144 m) lähtötilanteeseen verrattuna. Lisäksi sisäisiä asetusajoja saatiin siirrettyä ulkoisiksi asetusajoiksi, jolloin sisäiset asetusajat saatiin vähennettyä lähtötilanteen 32 työtehtävästä 19 työtehtävään, joten työtehtävien määrää saatiin vähennettyä 41 %. Miettimällä työtehtävät kohta kohdalta systemaattisesti järjestyksessä tiimin kanssa, saadaan nopeasti parannusta aikaiseksi asetus aikaan.

Lähtötilanteessa kuljettu matka on piirrettynä kuvassa 22 spagettidiagrammin avulla. Spagettidiagrammilla kuvataan työn kulussa esiintyvää kulkemista, noutoja ja kuljetuksia. Tässä tutkimustyössä spagettidiagrammia ei ole piirretty tietokoneohjelmaa apuna käyttäen, koska pääpainona oli tekeminen ja operaattoreiden osallistaminen ja sitouttaminen. Tämän spagettidiagrammin on piirtänyt tiimin jäsen, joka toimii operaattorina.



Kuva 22. Spagettidiagrammi lähtötilanteesta käsin piirrettynä lyijykynällä. Kuvassa näkyy hyvin työntekijöiden panos projektin toteuttamisessa (Jarmo Laakso, 2021).

Spagettidiagrammista nähdään, että tässä tapauksessa siirtymiä laadunvaihdossa on yhteensä 22 kappaletta. Taulukossa 2 on kirjattuna kaikki numeroidut tehtävät, kävelyyn kulutettu aika ja kävelty matka.

Taulukko 2. Tehtävä, kuljettu matka ja matkaan kulutettu aika taulukoituna spagettidiagrammista kuvan 22 mukaisesti.

#	Tehtävän kuvaus	Tarvittavat työkalut	Aika (s)	(m)	Kommentit
1	Pohjaluukkujen avaus		4	5	
2	Säkkien vaihto		4	5	
3	Edellisen laadun säkkien poisto varastokammalta		4	6	
4	Säkkilavan siirto vaihtopaikalle	pumppukärryt	7	10	
5	Kaiteen kääntäminen		2	2	
6	Leiman vaihto mustesuikille	avain	14	20	
7	Lavaaja tyhjennys		12	17	
8	Vajaan lavan ajo käärintäkoneelle		15	21	
9	Lavalapun tekstien muuttaminen		37	52	
10	Lavaajalle kävely		42	60	
11	Säätökoneen säätö radimat		25	35	
12	Kaiteen kääntäminen		2	2	
13	Säkkilavan siirto säätökoneelle	pumppukärryt	12	17	paljon edestakas askaleitä
14	Lavakannen siirto		2	2	
15	Työkalun hakeminen		18	22	
16	Kelmun avaaminen lavasta	Turvapuukko	4	5	
17	Säkinippujen laito varastokammalle		13	18	
18	Säkkikoon säätäminen/tarkistaminen radimatilla	käsinlennkkiavaimella	5	7	
19	Häiriöiden kuittaaminen putkista		4	5	
20	Roskasäkkien hakeminen		11	16	Siirto lähemmäksi
21	Roskasäkkien vieminen takaisin		6	8	
22	Tietokoneelle kuittaukset		6	8	
Yhteensä			249	343	4 min 9 sek.
Kokonaisaika (min):			217		
Ihmisiä mukana			1		
#	Ratkaisu				
2-5	Ulkoiseksi tehtäviksi				
12-14	Ulkoiseksi tehtäviksi				
15	jokaiselle taskuun oma turvapuukko				
20	Säkkien siirto lähemmäksi				

Pelkästään siirtymiin laitteen luona kuluu aikaa yli neljä minuuttia. Tätä kuljettua matkaa voidaan vähentää organisoimalla paremmin layoutia ja tuomalla tarvittavat välineet ja työkalut lähemmäksi työskentelypistettä. Yllä olevassa taulukossa 2 on esitettyinä jo muutamat ratkaisut, joilla tässä vaiheessa asetusaikaan kuluva matkaa pystyttiin vähentämään. Osa tehtävistä pystyttiin järjestämään ulkoiseksi tehtäviksi, jolloin sisäisen asetusajan kuluttama aika pienenee ja näin ollen asetus aika lyhenee.

Piensäkityslinjalle otettiin käyttöön tagitys eli menetelmä, jossa kirjataan laitteessa huomattavat poikkeamat. Ensimmäisellä kerralla käytiin koko tiimin kanssa piensäkityslinjaa läpi ja kirjattiin 14 kappaletta poikkeamia tagirekisteriin, joka on esitettyinä kuvassa 23. Tagirekisteriä ylläpidettiin koko projektin ajan ja joka viikkopalaverissa päivitettiin tehdyt tagit, priorisoitiin uudet tagit sekä määriteltiin vastuuhenkilöt tehtäville toimenpiteille. Taggeja tuli aluksi monta, mutta projektin loppua kohden tagien määrä väheni.

TAG REKISTERI

B2
Tehdään Hetki
5xmiiksi Tärkeä
C
Vaikea Ei oo J
B1
Helppo ei niin kiire
A
Käy kunnossa
Ei ole kunnossa

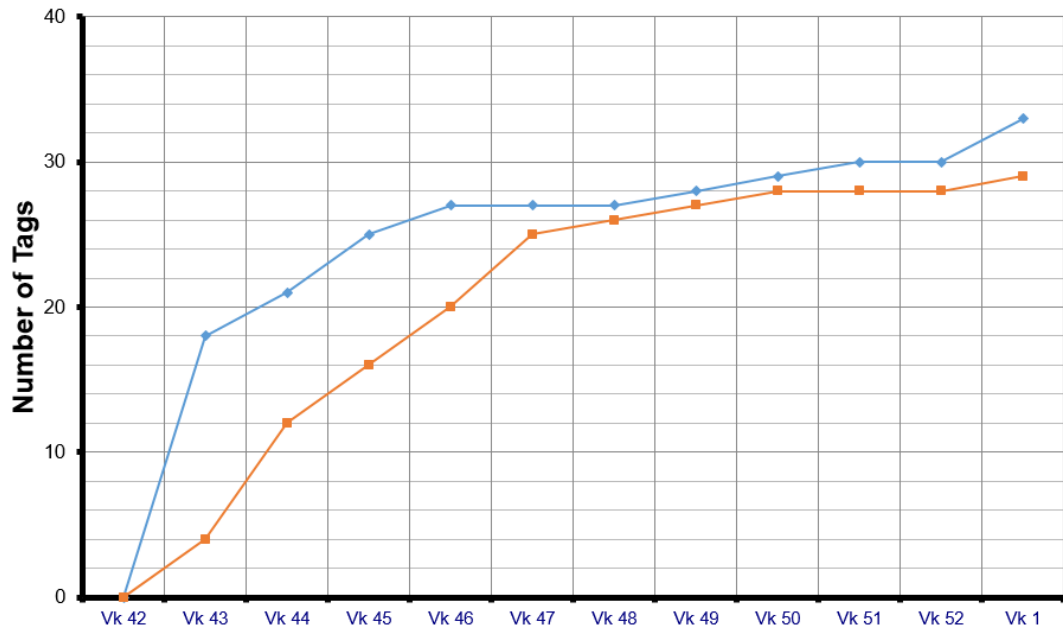
Alue Roto

Tag. Nro	Kirjattu	Kuvaus	Prioriteetti				Ratkaisu heti	Vastuuhenkilö	Ratkaisuun tekemiseen päiviä		Vastatoimenpide (5xmiiksi)	Omistaja	Vastatoimenpide päivä	
			A	B1	B2	C			Mennessä	Todellinen			Mennessä	Todellinen
1	26.10.2021	Paineilmamittarin merkintä					Merkitään heti	AG	vk 43	28.10.2021	Aina kun uusi mittari, niin merkinnät mittariin käyttövälisistä			
2	26.10.2021	Radimatin yleinen puhdistus					Puhdistetaan radimat huolellisesti		vk 44	2.11.2021	5 S			
3	26.10.2021	Päälinjan paineilma-kytkin; oikea asento ei merkintää.					Merkitään heti	AG	vk 43	2.11.2021	Aina kun uusi mittari, niin merkinnät mittariin käyttövälisistä			
4	26.10.2021	Ketju likainen					Puhdistetaan ketju huolellisesti	Tiimi	vk 44	2.11.2021	CIL			
5	26.10.2021	Käyttöpaineen normaalirajat mittarinäyttöön					Merkitään heti	Tiimi	vk 43	28.10.2021	Aina kun uusi mittari, niin merkinnät mittariin käyttövälisistä			
6	26.10.2021	Jakotuki pölyssä					Puhdistetaan	Tiimi	vk 44	2.11.2021	5 S			
7	26.10.2021	Venttiili letkujen varassa					Laitetaan paikalleen	KUUPI	vk 45	12.11.2021	Laitetaan kaikki paikalleen heti asennuksen			
8	26.10.2021	Momenttisyylinteri rikki					Tilataan uusi	MS	vk 43	vk 43/ 2.11.2021	Tarkkailaan kuntoa CIL			
9	26.10.2021	Mittarimerkinnot puuttuu					Merkitään heti	AG	vk 43	2.11.2021	Aina kun uusi mittari, niin merkinnät mittariin käyttövälisistä			
10	26.10.2021	Ruuvipiikit pitkät ja terävät					Katkotaan ruuvipiikit.	KUUPI	vk 44	2.11.2021	Riskienarvionti työn loputtua			
11	26.10.2021	Moottori: likaa ja pölyä					Puhdistetaan	Tiimi	vk 44	2.11.2021	5 S			
12	26.10.2021	Öljyn ja suodattimen vaihto kompura					Vaihdetaan öljyt	KUUPI	vk 44	5.11.2021	CIL			
13	26.10.2021	Koneen alaosan ketju likainen					Puhdistetaan	Tiimi	vk 44	5.11.2021	5 S			
14	26.10.2021	Käsinajokytkin irti					Korjataan, 5xmiiksi	KUUPI	vk 44	2.11.2021	5 S			
15	27.10.2021	Paineilmansyylinteri rasvasta vailla					Rasvataan	KUUPI	vk 44	2.11.2021	CIL			
16	27.10.2021	Harja kulunut					Tilataan uusi harja	MS	vk 46	18.11.2021	CIL			
17	27.10.2021	Syylinterin perä on väljä					Tilataan tarvittavat vaihto-osat	MS	vk 50	21.12.2021	Kunnon tarkkailu ja aivoriikki aiheesta.			
18	27.10.2021	Momenttitappi rikki					Vaihdetaan tappi	KUUPI	vk 45	15.11.2021	5 S			
19	25.10.2021	Ritilä vääntynyt. Taitto oikeaan asentoon.					Väännetään ritilä oikeaan asentoon	KUUPI	vk 46	15.12.2021	5 S			
20	26.10.2021	Tuut lähteneet osittain irti.					Vaihdetaan tarvittavat tuutit	Jamppa	vk 44	2.11.2021	OPL, 5S			
21	28.10.2021	Putki: KÄY/POIS teksti väärin päin					Tekstin dymoaminen	AG	vk 46	16.11.2021	Tarkkuutta dymoamiseen.			
22	2.11.2021	Välikammion kartiot. Avataan luukut ja tarkistetaan sisältö.					Avataan luukut ja tarkistetaan sisältö.	Jamppa	vk 46	16.11.2021	CIL			
23	2.11.2021	Näytteenotokauha tippunut koneen sisään.					Poistetaan näytteenotto kauha koneen sisältä.	KUUPI	vk 45	vk 45/ 12.11.2021	5xmiiksi, ketju kauhaan?			
24	3.11.2021	Kääntöpöydän vaihde rikki.					Tilataan uusi kääntöpöydän vaihde.	KUUPI	vk 46	18.11.2021	Varaosa KUPI:lle			
25	4.11.2021	Kartioiden välikammioiden tiivisteet kuluneet.					Tiivisteiden tilaaminen.	KUUPI	vk 46	18.11.2021	Tiivisteiden vaihto ja kunnon tarkistus säännöllisesti. Varaosa KUPI:lle			
26	9.11.2021	Oven kahva jumissa.					Rasvataan kahva.	Piotr	vk 46	vk 46/ 17.11.2021	rasvaus tarvittaessa			
27	10.11.2021	Valonpalautusnapulasta					Vaihdetaan valo	KUUPI	vk 47	16.12.2021	Tarkistetaan			

Kuva 23. Tagirekisteri, jossa tehtävät on priorisoitu tärkeysasteen mukaan ja kirjattu tehtävät vastatoimenpiteet poikkeamille aikatauluineen sekä vastuuhenkilöineen.

Tutkimustyön aikana saatiin suoritettua suurin osa tageista. Kuvassa 24 on esitettyä tehdyt tagit sinisellä käyrällä viikkokohtaisesti ja oranssilla käyrällä näkyy suoritettujen tagitehtävien määrä.







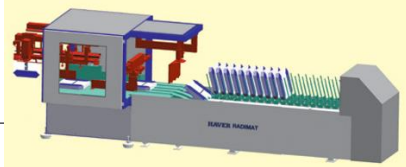
Tags On Tags Off



OPI:	Tags On & Tags OFF											
Viikko	Vk 42	Vk 43	Vk 44	Vk 45	Vk 46	Vk 47	Vk 48	Vk 49	Vk 50	Vk 51	Vk 52	Vk 1
Tags ON	0	18	3	4	2	0	0	1	1	1	0	3
Tags OFF	0	4	8	4	4	5	1	1	1	0	0	1

Kuva 24. Kirjattujen tagien määrä kappaleina ja niiden korjausmäärät viikko-tasolla.

Piensäkityslinjalle tehtiin oma käyttäjäkunnossapitoon (Autonomous Maintenance) liittyvä toimenpidelista. Kuvassa 25 on esimerkkinä piensäkityslinjan radimatin käyttäjäkunnossapitolomake, jonka avulla pyritään pitämään laitteen olosuhteet peruskunnossa niin sanotulla ennakoivalla kunnossapidolla AM:lla, joka on osa TPM Total Productive Maintenancea. Näin mahdolliset konerikot vähenevät ja päästään vaikuttamaan asetusajan lisäksi konerikkoihin, jotka vaikuttavat OEE-lukemaan piensäkityslinjalla.

weber		KONEEN CIL TOIMENPITEET			Päivittäjä:			
Missä :		Kuka :			Anette Gustafsson			
CIL alue radimat, L1 Piensäkitys		Säkitäjä			4.11.2021			
					Versio : 1			
Tehtävät, tarkistuspiisteet	N°	Koska Kuinka usein Koneen	Mitä Tehtävän kuvaus	Miksi tarkastus tehdään	Metodi Std aika	Kuinka Tehtävän visuaalinen kuvaus	Valittomat toimet	
	1	Päivittäin	Säkin ohjureiden säädöt ajattavan säkin mukaan (2 erilaista säkikokoa)	Suunnittelematon ien tuotantokatkosten välttämisen	 30 s		Säkin ohjureiden paikka asetetaan käytettävän säkin mukaan.	
	2	Päivittäin Vuoron alussa	Paineilmamittareiden tarkistus. Arvo vihreällä alueella.	Suunnittelematon ien tuotantokatkosten välttämisen	 10 s			Tarkistetaan paineet.
	3	Päivittäin Vuoron alussa	Säkinsyöttöhihnan ja rullaston normaali toiminta kuuntelemalla ja katselemalla. Kuuluuko vinkumista laakereista? Pyöriiko rullasto?	Suunnittelematon ien tuotantokatkosten välttämisen	 30 s		Puhdistetaan hihna.	
	4	Viikottain	Imukuppin kunto yht. 5 kpl. Tarkastele silmämääräisesti ja käsin pyöräilemällä. Onko halkemia?	Suunnittelematon ien tuotantokatkosten välttämisen				Vaihda rikki oleva imukuppi.
	5	Viikottain	Ruuvin rasvaus					

weber		CIL STATUS			Päivittänyt (Aluespesifikkö):	Updated on:	Version:																							
					Anette gustafsson/ (Marko Salo)	4.11.2021	1																							
Mitä		Missä					Kuukausi ja vuosi																							
Visuaalinen status CIL		CIL alue 1 : Radimat rotolla					marras.21																							
CIL_point	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4					<input type="radio"/>															<input type="radio"/>										
5	<input type="radio"/>								<input type="radio"/>														<input type="radio"/>							<input type="radio"/>

Kuva 25. Käyttäjäkunnossapidon tarkistuslista piensäkityslinjan tyhjän säkin syöttölaitteistolla (radimat).

Käyttäjäkunnossapito lomakkeeseen on kirjattu päivittäiset ja viikoittaiset tehtävät, jotka operaattori suorittaa. Esimerkiksi keltaisella pohjalla olevat tehtävät liittyvät laitteen eri osien rasvaukseen (Lubrication). Laitteen käyttäjä tekee sovitut toimenpiteet listan mukaan annetulla taajuudella ja merkitsee kohdan tehdyksi CIL status -listaan (Cleaning,

Inspection, Lubrication). Kirjaukset tehdään manuaalisesti esimerkiksi vihreällä magneetilla, jos tehtävä on suoritettu ohjeistuksen mukaan ja punaisella magneetilla, jos ohjeesta on poikettu jollain tavalla tai jätetty tekemättä kokonaan.

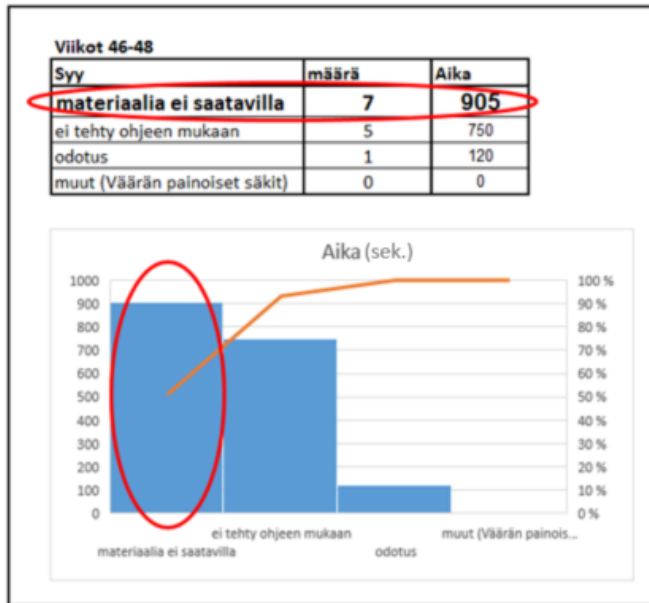
5.2 Poikkeavuusjärjestelmän käyttöönotto

Uuden standardin määrittämisen jälkeen otettiin käyttöön poikkeavuusjärjestelmä, johon kirjattiin kaikki poikkeamat, jotka ylittivät ajan 11 minuuttia. Standardiin määritelty 10 minuuttia ja 20 sekuntia ja vaihteluväliksi 40 sekuntia. Vaihteluväli asetettiin pienemmäksi kuin todellinen vaihteluväli olisi ollut, koska tässä vaiheessa projektia ei ollut vielä riittävästi mittausdataa ja vaihteluväli olisi ollut huomattavasti suurempi. Projektin tavoitteena oli tässä saada mahdollisimman paljon poikkeamia havaittua, jotta niihin voitaisiin herkemmin puuttua. Suuren vaihteluvälin puitteissa näitä ei olisi juurikaan kertynyt. Tehtäviä laadunvaihtoja oli keskimäärin neljä kappaletta per viikko.

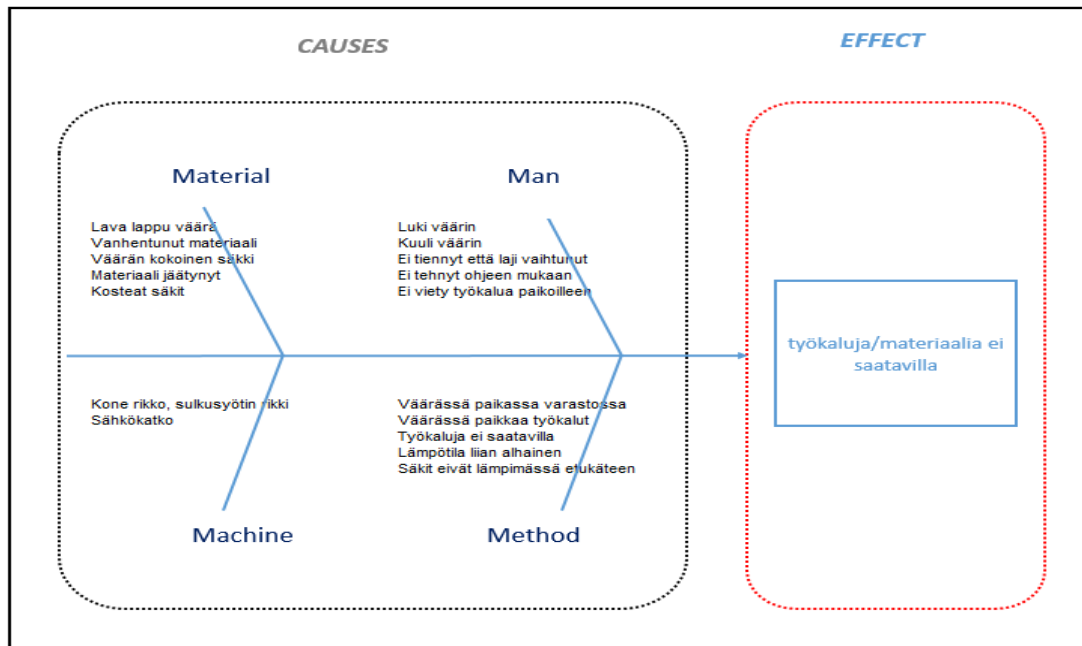
Kevät- ja kesäkaudella laadunvaihtoja tehdään huomattavasti enemmän, jolloin erän vaihtoja ja niille tehtäviä laadunvaihtoja on useampia. Tutkimustyön läpi viemiseksi tämä oli parempi ajan kohta, sillä tehtäviin parannustoimenpiteisiin ja koulutuksiin jäi enemmän aikaa verrattuna kesän sesonki-aikaan. Havaittuihin poikkeamiin kerättiin tietoa haastatteleamalla projektitiimin jäseniä ja otettiin heidät mukaan juurisyyanalyysien tekkoon. Poikkeamia pyrittiin havainnoimaan myös gemban mukaisesti tapahtumapaikalla piensäkityslinjalla, jotta saatiin mahdollisimman kattava kuva ongelmasta ja varmistettua tiedon oikeellisuus. Analysoinnin perusteella löydettiin juurisyitä poikkeamille.

5.3 Poikkeavuuksien analysointi ja ratkominen

Poikkeavuusjärjestelmästä saadut poikkeamat analysoitiin viikoittain ja tehtiin juurisyyanalyysijä poikkeamille työkaluina 5 x miksi ja CE-diagrammi, jotka ovat esitettyinä kuvissa 26 ja 27. Suurimmaksi poikkeamaksi kolmen viikon aikana muodostui materiaalien ja tarvikkeiden saatavuus oikeaan aikaan linjalle.



Kuva 26. Pareto-kaavio poikkeavuusjärjestelmästä havaituista poikkeamista viikoilta 46–48.



Kuva 27. Parannusprojektin CE-diagrammi, kalanruotodiagrammi useimmiten esiintyneestä poikkeamasta.

Suurimmaksi poikkeamaksi saatiin tarvittavien työkalujen ja materiaalien saatavuus oikeaan aikaan. Tämän ongelman ratkomiseksi käytettiin CE-diagrammia (Ishikawa-diagram), joka on laatujohtamisen ja prosessinkehittämisen työkalu. Tätä käytettiin tiimityön

apuvälineenä syy-seuraussuhteiden löytämiseksi. Tiimiläiset tekivät aivoriihen (brainstorming), jossa pohdittiin syitä sille, miksi tarvittavia välineitä ja työkaluja ei ollut saatavilla silloin, kun niitä tarvittiin.

CE-diagrammista saaduista vastauksista tehtiin viisi kertaa miksi -analyysi, joka on esitetty taulukossa 3. Tiimin kanssa mietittiin mahdollisia juurisyitä ja kuinka ne saataisiin ratkottua.

Taulukko 3. Viisi kertaa miksi -juurisyysanalyysi poikkeamille ja korjaavat sekä ennaltaehkäisevät toimenpiteet.

Viisi kertaa miksi analyysi

Ongelman kuvaus	Mahdollinen syy										4M	Toimenpide	
	Miksi (1)	Tarkistus	Miksi (2)	Tarkistus	Miksi (3)	Tarkistus	Miksi (4)	Tarkistus	Miksi (5)	Tarkistus		KORJAAVA TOIMENPIDE	ENNALTAEHKÄISEVÄ TOIMENPIDE
Työkalun etsintä (pikku pihdit/tongit)	pihdit eivät olleet omalla paikallaan		pihdit menneet nikki		väärä työkalutyöhön		ei oikeita työkaluja hommattu		ei ilmoitettu työnjohdolle		material	Hankitaan papukajapihdit	5 S
Lavaajassa häiriö, kävelyä edes takaisin	trukki pysäytti lavaajan		ei ajannut oikein rajojen päälle		rajat ovat liian isot		pohjalaatta liian iso lattiasa				machine	koulutetaan kaikki trukkimehet ajamaan oikein tähän anturille, jotta lavaaja ei mene häiriö tilaan	
Säkkilavaaja ei ollu tuutu etukäteen -> odotusta	ei kuullut radiota		ei ollut päällä		unohtunut laittaa						man power		Training
	ei ollut tiedossa että piti tuoda		tuosu muuttunut		kiiretilaus tullut		säilövarastossa		lastausvirhe		man power	ilmoitetaan ajoissa trukkimehelle muutoksista	
Lavatarralappu loppu, haku toimistolta.	ei ole haettu uutta rullaa		unohtunut hakea		siirtynyt toiseen tehtävään						material	tuodaan aina yksi vararulla kaappiin ns. kanban, OPL, jonka Jamma tekee	5 S
			rullat haettava 500 metrin päästä		koska säilytetään toimistolla		luultu, että ei kestä pakkasta						OPL
Putkessa tukos heti alussa, kokkare esim. Rep 36 jää heti jumiin	sementti sillosta tullut kokkare		sementti kerännyt kosteutta		silot tavas allas evätkä täysin tiivistä						material	pidetään silloin kannet puhtaana, jolloin ei kerry vettä niin paljon ja pysyy ns. kuivana sökenä, tukoksen avaaminen oikealla työkalulla OPL oikealle työkalulle laitteen viereen.	oikea työkalu tämän aukaisemiseksi nopeasti Uuden sillovaraston suunnittelu jatkossa, investointiprojekti
Roskat jummassa pohjalukkujen paikassa, yleistökalulla ronkkiminen, jotta saatiin auki											material	sökona, tukoksen avaaminen oikealla työkalulla OPL oikealle työkalulle laitteen viereen.	oikea työkalu tämän aukaisemiseksi nopeasti
Väärät säkit tuotu	Katsonut väärin		väärässä paikassa varastossa		kuorma purettu väärään paikkaan		oma paikka täynnä		liian pieni paikka/TILATTU LIIAN AIKKAISIN LISÄÄ		man method	Haetaan uudet säkit	ennustet tilauksiin, tarkkaisuutta
	kuuli väärin		radio pätki		ei huomossa paikassa, liian ilmotus tuli ja ei kysynyt uudestaan						method	Haetaan uudet säkit	tuosu ei nähtävällä muuta kuin nuokalassa/vahvomolla tieto

Viisi kertaa miksi- ja CE-diagrammin pohjalta saatujen parannusehdotusten ja korjausten jälkeen tehtiin juurisyiden poistamiseksi lopullisesti taulukon 4 mukainen seurantataulukko.

Taulukko 4. Poikkeamien seurantataulukko.

Seurantataulukko																								
Hukka		Työkälujen ja tarvikkeiden etsintä																						
Poikkeama	Smiksi	Tehtävä nro.	Tehtävän kuvaus	Vastuhenkilö	Odotettu pvm	Todellinen päivä	Aloitettu vk 50	Salittu maksimi	Esiintyvyys viikoittain															
									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Säkkejä ei tuotu paikalleen	Y	1	Ilmoitus radiolla etukäteen	operaattori	Heti	Heti	4	0																
		2	Ohjeistus trukkipuskille	operaattori	Heti	Heti																		
		3																						
Tarralaput loppu	Y	1	5S	operaattori	17.12.2021	22.12.2021	1	0																
		2	Radiolla pyydettyä uudet tarralaput tuomaan	operaattori	Heti	Heti																		
		3	OPL	operaattori	17.12.2021	22.12.2021																		
Lavaajassa häiriö	N	1	Kunnossapito	operaattori	Heti	Heti	1	0																
			Tagitys	operaattori																				
työkälu hukassa	Y	1	5 S päivitettävä	tiimi/operaattori	22.12.2021	28.12.2021	5	0																
		2	5 S tarkastuskierrokset	Anette	Heti	21.12.2021																		
		1	OPL	Jamppa	22.12.2021	23.12.2021																		

Poikkeamien mahdollista uusiutumista seurattiin viikoittain viikkopalaverissa ja havaittiin, että poikkeamia oli seuraavien viikkojen aikana hyvin vähän. Tämä oli kuitenkin tärkeä vaihe, jota tullaan jatkamaan tutkimustyön loputtuakin. Näin saadaan pidettyä yllä parannusta ja saadaan seurattua poikkeamia tarkemmin piensäkityslinjalla. Tarkoituksena on, että havainnoimalla poikkeamia asetusajassa saadaan standardin mukaisia toimenpiteitä ylläpidettyä ja ennen kaikkea parannettua jatkuvasti.

5.4 Standardin parantaminen edelleen

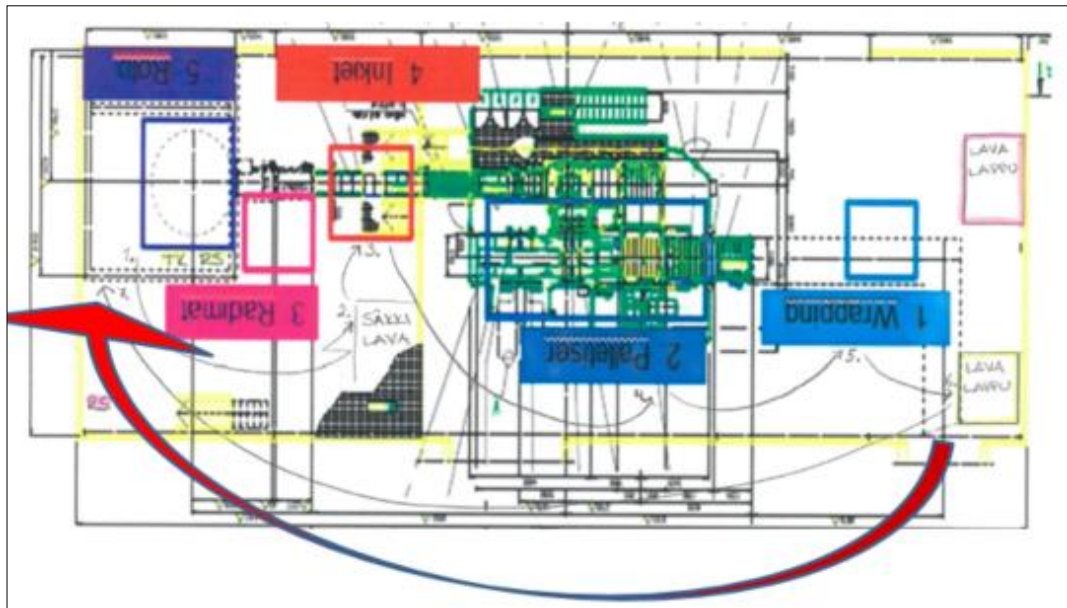
Poikkeamien kirjaamisen ja parannustoimenpiteiden jälkeen jatkettiin poikkeamien seuranta ja siirryttiin takaisin parantamaan nykyistä standardia. Laadunvaihto linjalla kuvattiin uudestaan linjalla. Tämän jälkeen tehtävät aktiviteetit jaettiin hyvin yksityiskohtaisiin mikroaktiviteetteihin. Mikroaktiviteeteilla tarkoitetaan tässä sitä, että jokainen tehtävä pilkotaan niin pieniin yksityiskohtiin kuin vain on mahdollista. Laadunvaihdossa olevia mikroaktiviteetteja saatiin kirjattua yli 100 kappaletta ja ne analysoitiin kuten aikaisemminkin käyttäen ECRS-tekniikkaa. Taulukosta 5 nähdään lopputulos, jossa asetusajaa saatiin vähennettyä uuden standardin mukaan 19 % eli 10 minuutista 20 sekunnista 8

minuuttiin ja 21 sekuntiin. Suurin muutos saatiin aikaiseksi siirtämällä lavan laputus lähemmäksi lavoja, jolloin turha kiertäminen spagettidiagrammi kuvan 28 mukaan on esitettyä punaisella nuolella.

Taulukko 5. Työtehtävien optimointi ECRS-tekniikkaa käyttäen.

Tehtävien optimointi																					
Aika ennen parannusta 0:10:20																					
Aika parannuksen jälkeen 0:08:21 -19%																					
№	Tehtävän kuvaus	Kuka	Ennen h.m.m.ss			Esi- Ex 1	E m	O d e l t e l y	T a r k a i s t u s	V a r a s t e n t i	P o s t i	Y h d ä ä	Y h d ä ä r ä j ä r j e s t ä	Y h d ä ä r ä j ä r j e s t ä	P a r a m u s i d e ä	Ennen h.m.m.ss		Kesto h.m.m.ss		Toimenpiteet	
			Alku	Kesto	Loppu											Kesto	Alku	Loppu			
-1	Ilmoitus valvomolle, että kone valmis			10		Ext															
-2	Sätkien vaihto			25		Ext															
-3	Ehdollisen laadan sätkien poistaminen varastokameralta			20		Ext															
-4	Sätkilavan siirto vaihtopaikalle			5		Ext															
-5	Kalteen kääntäminen			10		Ext															
-6	Ilmoitus ratamehille, että sätki voi vaihtaa			25		Ext															
-7	Uusiin sätkiin haraminen ja tuominen sätkipaikalle			20		Ext															
-8	Kalteen kääntäminen			5		Ext															
-9	Sätkilavan siirto sätkykoneelle			10		Ext															
-10	Lavakannen siirto			5		Ext															
-11	Kelmun avaaminen turvapuolella			30		Ext															
-12	Sätkinippujen laittaminen varastokamaraan			20		Ext															
1	Pöytäluukkujen avaus	Operator 1	0:00:00	0:01:50	0:01:50	Int	1	x									0:01:50	0:01:50	0:00:00	0:01:50	
2	Koneen puhdistus painelimalta	Operator 1	0:01:50	0:02:55	0:02:45	Int	-										0:00:55	0:00:30	0:01:55	0:02:20	Painelimalteen siirto lähemmäksi ja oma pukeutuminen.
3	Pöytäluukkujen sulkeminen	Operator 1	0:02:45	0:01:15	0:04:00	Int	-										0:01:15	0:01:15	0:02:20	0:03:35	
4	Muistusuikun leiman vaihto (täky)	Operator 1	0:04:00	0:02:20	0:04:20	Int	20	x						x			0:00:20	0:00:05	0:03:35	0:03:40	Leiman vaihdossa ei enää niin montaa väliä.
5	Lavajän tyhjennys	Operator 1	0:04:20	0:00:05	0:04:25	Int	17	x									0:00:05	0:00:05	0:03:40	0:03:45	
6	Lavajän noilaisuus	Operator 1	0:04:25	0:01:10	0:05:35	Int	-							x			0:01:10	0:00:30	0:03:45	0:04:15	Kävelyn vähentäminen, lavan siirto lähemmäksi lavoja.
7	Lavajän säätö -> (lehdään vastä, kun lappu valdella)	Operator 1	0:05:35	0:00:10	0:05:45	Int	-										0:00:10	0:00:05	0:04:15	0:04:20	
8	Väljän lavan ajo lipi kääntäkoneesta	Operator 1	0:05:45	0:00:25	0:06:10	Int	21	x									0:00:25	0:00:25	0:04:20	0:04:45	
9	Kääntäkone ajourtoon automaattilla	Operator 1	0:06:10	0:00:10	0:06:20	Int	2	x									0:00:10	0:00:10	0:04:45	0:04:55	
10	Lavajän laukun laittaminen	Operator 1	0:06:20	0:00:25	0:06:45	Int	52	x						x			0:00:25	0:00:15	0:04:55	0:05:10	Vähennetty nimikkaita vaikutusta
11	Sätkinippujen säätö uudelle tuotelelle, radmalin säätö	Operator 1	0:06:45	0:00:05	0:06:50	Int	60	x									0:00:05	0:00:10	0:05:10	0:05:20	
12	Sätki koon säätö	Operator 1	0:06:50	0:00:25	0:07:15	Int	7	x									0:00:25	0:00:25	0:05:20	0:05:45	
13	Häiriöiden kuitaaminen sätkykoneesta kaikista putkista	Operator 1	0:07:15	0:00:30	0:07:45	Int	5	x									0:00:30	0:00:30	0:05:45	0:06:15	
14	Roskasjärjen hakeminen	Operator 1	0:07:45	0:00:05	0:07:50	Int	3	x						x			0:00:05	0:00:03	0:06:15	0:06:18	Sirretään roskasäkit rokon viereen
15	Roskasjärjen laittaminen putkille	Operator 1	0:07:50	0:00:45	0:08:35	Int	-										0:00:45	0:00:45	0:06:18	0:07:03	
16	Roskan otto uudesta tuotteesta	Operator 1	0:08:35	0:00:45	0:09:20	Int	-										0:00:45	0:00:45	0:07:03	0:07:48	
17	Roskasjärjen poisto putkilla	Operator 1	0:09:20	0:00:45	0:10:05	Int	-										0:00:45	0:00:45	0:07:48	0:08:18	
18	Roskasjärjen vieni laasaan	Operator 1	0:10:05	0:00:05	0:10:10	Int	3	x									0:00:05	0:00:03	0:08:18	0:08:21	
19	Kulttuuriset lietekoneelle ensimmäisen pussin jälkeen	Operator 1	0:10:10	0:00:10	0:10:20	Int	8							x			0:00:10	0:00:00	0:08:21	0:08:21	Kuljetaan vasta, kun ajo päällä.

Tutkimustyön lopullinen asetusaajan kulku spagettidiagrammina esitettyä kuvassa 28, jonka on tehnyt tiimin jäsen, joka toimii työssään operaattorina.



Kuva 28. Asetusaajan lopullinen spagettidiagrammi muutosten jälkeen käsin piirrettyä (Jarmo Laakso, 2022).

Taulukossa 6 on havainnollistettu valtava muutos vaiheen kuusi jälkeen verrattuna lähtötilanteeseen. Asetusaika on vaiheen kuusi jälkeen parantunut 48 % lähtötilanteeseen verrattuna, kuten taulukosta on havaittavissa.

Taulukko 6. Asetusajan lähtötilanne ja tilanne vaiheen kuusi jälkeen.

Aika ennen parannusta	0:15:55	-48%
Aika parannuksen jälkeen	0:08:21	

#	Tehtävän kuvaus	Kuka	Ennen			Ennen	Kesto		
			h.mm.ss			h.mm.ss	h.mm.ss		
			Alku	Kesto	Loppu	Kesto	Kesto	Alku	Loppu
1	Pohjaluukkujen avaus	Operator 1	0:00:00	0:01:50	0:01:50	0:01:50	0:01:50	0:00:00	0:01:50
2	koneen puhdistus paineilmalla	Operator 1	0:01:50	0:00:55	0:02:45	0:00:55	0:00:30	0:01:50	0:02:20
3	pohjaluukkujen sulkeminen	Operator 1	0:02:45	0:01:15	0:04:00	0:01:15	0:01:15	0:02:45	0:03:35
4	ilmoitus valvomolle, että kone valmis	Operator 1	0:04:00	0:00:10	0:04:10	0:00:00	0:00:00	0:04:00	0:03:35
5	säkkien vaihto	Operator 1	0:04:10	0:00:25	0:04:35	0:00:00	0:00:00	0:04:00	0:03:35
6	edellisen laadun säkkien poistaminen varastokammasta	Operator 1	0:04:35	0:00:20	0:04:55	0:00:00	0:00:00	0:04:00	0:03:35
7	säkkilavan siirto vaihtopaikalle	Operator 1	0:04:55	0:00:05	0:05:00	0:00:00	0:00:00	0:04:00	0:03:35
8	Kaiteen kääntäminen	Operator 1	0:05:00	0:00:10	0:05:10	0:00:00	0:00:00	0:04:00	0:03:35
9	ilmoitus ratamiehelle, että säkit voi vaihtaa	Operator 1	0:05:10	0:00:25	0:05:35	0:00:00	0:00:00	0:04:00	0:03:35
10	muistusuihkun leiman vaihto (kävely)	Operator 1	0:05:35	0:00:20	0:05:55	0:00:20	0:00:05	0:04:00	0:03:40
11	lavaaja tyhjennys	Operator 1	0:05:55	0:00:05	0:06:00	0:00:05	0:00:05	0:04:20	0:03:45
12	lavaajan nollaus	Operator 1	0:06:00	0:01:10	0:07:10	0:01:10	0:00:30	0:04:25	0:04:15
13	lavaajan säätö --> (tehdään vasta, kun lappu vaihdettu)	Operator 1	0:07:10	0:00:10	0:07:20	0:00:10	0:00:05	0:05:35	0:04:20
14	vajaan lavan ajo läpi käärintäkoneesta	Operator 1	0:07:20	0:00:25	0:07:45	0:00:25	0:00:25	0:05:45	0:04:45
15	käärintäkone ajokuntoon automaatile	Operator 1	0:07:45	0:00:10	0:07:55	0:00:10	0:00:10	0:06:10	0:04:55
16	lavalapun tekstien muuttaminen (kävely)	Operator 1	0:07:55	0:00:25	0:08:20	0:00:25	0:00:15	0:06:20	0:05:10
17	säkituskoneen säätö uudelle tuotteelle, radimatin säätö	Operator 1	0:08:20	0:00:30	0:08:50	0:00:05	0:00:10	0:06:45	0:05:20
18	työkalujen etsintä	Operator 1	0:08:50	0:00:45	0:09:35	0:00:00	0:00:00	0:06:50	0:05:20
19	Uusien säkkien hakeminen ja odottaminen (Radan tyhjentäjä tekee tän)	Operator 1	0:09:35	0:00:20	0:09:55	0:00:00	0:00:00	0:06:50	0:05:20
20	Kaiteen kääntäminen	Operator 1	0:09:55	0:00:05	0:10:00	0:00:00	0:00:00	0:06:50	0:05:20
21	säkkilavan siirto säkituskoneelle	Operator 1	0:10:00	0:00:10	0:10:10	0:00:00	0:00:00	0:06:50	0:05:20
22	Lavakannen siirto	Operator 1	0:10:10	0:00:05	0:10:15	0:00:00	0:00:00	0:06:50	0:05:20
23	Kelmun avaaminen lavasta --> työkalun etsiminen	Operator 1	0:10:15	0:00:30	0:10:45	0:00:00	0:00:00	0:06:50	0:05:20
24	Säkinippujen laittaminen varastokampaan	Operator 1	0:10:45	0:00:20	0:11:05	0:00:00	0:00:00	0:06:50	0:05:20
25	säkki koon säätäminen	Operator 1	0:11:05	0:00:25	0:11:30	0:00:25	0:00:25	0:06:50	0:05:45
26	Häiriöiden kuittaaminen säkituskoneesta kaikista putkista	Operator 1	0:11:30	0:00:30	0:12:00	0:00:30	0:00:30	0:07:15	0:06:15
27	Roskasäkkien hakeminen	Operator 1	0:12:00	0:00:30	0:12:30	0:00:05	0:00:03	0:07:45	0:06:18
28	Roskasäkkien laittaminen putkille	Operator 1	0:12:30	0:00:45	0:13:15	0:00:45	0:00:45	0:07:50	0:07:03
29	Roskan otto uudesta tuotteesta	Operator 1	0:13:15	0:00:45	0:14:00	0:00:45	0:00:45	0:08:35	0:07:48
30	Roskasäkkien poisto putkilta	Operator 1	0:14:00	0:00:45	0:14:45	0:00:45	0:00:45	0:09:20	0:08:18
31	Roskasäkkien vieni takaisin varastoon	Operator 1	0:14:45	0:00:30	0:15:15	0:00:05	0:00:03	0:10:05	0:08:21
32	Kuittaukset tietokoneelle ensimmäisen pussin jälkeen	Operator 1	0:15:15	0:00:40	0:15:55	0:00:10	0:00:00	0:10:05	0:08:21

Vaiheen kuusi jälkeen oli jo lähes saavutettu alussa asetettu tavoite, joka oli asetusaajan lyhentäminen puoleen alkuperäisestä ajasta. Viimeisessä vaiheessa tullaan määrittämään säätömetodi piensäkituslinjalle, jonka tavoitteena on saada vielä hieman nipistettyä asetusaikaa lyhyemmäksi.

5.5 Säätömetodin määrittely ja parannus

Tässä viimeisessä vaiheessa kartoitettiin kaikki koneelle tehtävät säädöt ja asetukset ja poistettiin turhat säädöt asetusajan lyhentämiseksi. Näitä parametreja olivat muun muassa erilaiset mittaukset ja paineensäädöt. Luvussa 3.2 käsiteltiin tätä teoriaosuutta yksityiskohtaisemmin.

Säätömetodin määrittely aloitettiin kartoittamalla laitteella nykytila säätöjen suhteen. Nykytilakartoituksessa saatiin selville 11 kohtaa, joita voidaan joutua säätämään laadunvaihtoa tehdessä. Näille kaikille säädöille määritettiin taulukon 7. mukaisesti vastaukset kohtiin: mitä säädetään, miksi säädetään, kuka säätää ja kuinka säädön oikeellisuus tarkistetaan?

Taulukko 7. Säätömetodin määrittäminen piensäkityslinjan asetusajalle.

Säätöjen nykytila					
Säätö metodi	Mitä säädetään	Miksi säädetään	Kuka tekee säädön	Kuinka se tarkistetaan	Parannus
Leiman vaihto	Ohjauspaneelin nuolivalikoista	Jotta saadaan uuden tuotteen leima säkkiin	Operaattori	Näytöstä ja itse hyväksyt leiman tämän jälkeen.	x
Lavaajan tyhjennys	Ohjauspaneelistä "aja laavaja ja kuljettimet tyhjiksi"	Jotta saadaan laavaja tyhjäksi edellisestä tuotteesta	Operaattori	Lavaaja on tyhjä, kääntymällä ja katsomalla hinnalle.	x
Lavaajan nollaus (säkkien)	Ohjauspaneelistä "laskurin nollaus"	Jotta laskee säkit (lavat) alusta asti seuraavaan lajiin oikein aloittaen 1, 2, 3...	Operaattori	Näyttöön tulee lukemaan "00000"	x
Lavaajan säätö	Ohjauspaneelistä tahdistusta eli säkkien välejä lavalle	Jotta säkit pysyvät lavan sisäpuolella	Operaattori	Vihosta mitä säädetään	Säädetään kaikki samalle lavakuviolle.
Lavaajan säätö	Sivupuristimet	Jotta säkit pysyvät lavan sisäpuolella	Operaattori	Vihosta mitä säädetään	Säädetään kaikki samalle lavakuviolle.
Vajaan lavan ajo käärintäkoneen läpi	Kytimiä reset/+-	Jotta vajaa lavaa ei muoviteta/kääritä	Operaattori	Katsomalla	x
Lava lapun vaihtaminen	Tabletista ns. ohjauspaneelistä valikosta oikean tuotteen valitseminen	Jotta käärintäkalvon päälle liimattava tuotetarra olisi oikea ja tuote tunnistettavissa	Operaattori	Katsomalla --> Testitarran tulostus + trukkipuskki	x
Säkituskoneen säätö uudelle tuotteelle	Paineen säätö	Jotta säkit ovat oikean painoisia 25 kg. (Tuotteen ominaisuudesta johtuen esim. raekoko vaikuttaa paineen säätöön)	Operaattori	mittarista lukemalla	1,0-1,2 bar hieno 0,8-1,0 bar karkea Säädetään kaikki toimimaan samoilla paineilla?
Hienon materiaalin säätö	Giljotinia rullasta saksien säätö tiukemmalla	Jotta hienoa tuotetta ei valu ulos putkesta	Operaattori	Ei valuta hienoa tuotetta ulos putkesta ajon aikana	jätetään perusasentoon 32
Karkean materiaalin syötön säätäminen	Giljotinia rullasta saksien säätö löysemmälle (suuremmaksi)	Jotta saadaan tuote tulemaan sillosta ulos	Operaattori	Tuotetta tulee ulos säkkiin.	jätetään perusasentoon 33
Säkituskoneen pyörimisnopeuden säätö	Ohjauspaneelistä nopeutta +- näppäimillä	Jotta aloitus on hidas MAN SAFETY ja nopeutetaan kun ajo täysin päällä automaattilla	Operaattori	Katsomalla	x
Radimatin säätö uudelle tuotteelle	Säkki koko	Jotta on oikea säkkikoko	Operaattori	Säkin mukaan silmällä Merkitään paikat niille	Ei säädetä enää, laitetaan kiinteä pöytä niin ei pääse liikkumaan.
Säkin pudotushinnan säätäminen	Kahvaveivä pyörittämällä vasta-tai myötöpäivää ylös alas säätämiseksi	Jotta säkit tippuvat putkilta oikeaan asentoon hinnalle	Operaattori	Katsomalla merkitään paikat	Pidetään vakiona ja merkitään toiminta-alue

Taulukkoon on lisäksi kirjattuna tehdyt parannustoimenpiteet, joita tullaan käsittelemään tarkemmin seuraavissa kappaleissa.


Suurimpana ongelmana oli säkityslinjan säätöihin vaikuttava asetus, joka liittyi väärän painoisiin säkkeihin aloituksessa. Tämän vuoksi laitetta jouduttiin säätämään eri asetuksiin, johon saattoi osittain vaikuttaa edellisen valmistetun tuotteen karkeusaste. Linjan aloituksessa olevista vääränpainoisista säkeistä löytyy havainnollinen kuva 29. Tässä näkyy tilanne, jossa laitetta on jouduttu säätämään oikeiden asetusten löytämiseksi kyseiselle tuotteelle. Vääränpainoisista säkeistä aiheutuu hukkaa muun muassa jätteen muodossa. Lisäksi avonaiset ja rikkiäiset säkit aiheuttavat pölyä ympäristöön.



Kuva 29. Väärän painoiset säkit laadunvaihdon alussa.

Asetusaika katsotaan päättyneeksi vasta, kun linjalta tulee ensimmäinen oikeanpainoinen säkki. Tämän ongelman ratkaisemiseksi päätettiin käyttää QX-matriisia kuvan 30 mukaisesti.

QX matriisi

															Raaka-aineden syöttö	Quality (Hieno/karkea)															
															Tuotteen sekoittaminen/	Tarkkuus (Aika)															
															Hihnakuljetin, materiaalin kuljetus	Jatkuva															
															Varastointi silloon	Jatkuva															
															Annostelu välisäiliöön	Jatkuva															
															Säkin syöttö Radimatin nostopöydälle	Jatkuva															
															Säkin syöttö putkelle Radimat	Tarkkuus ja nopeus															
															Tuotteen annostelu säkkiin	Paino															
															Säkin leimaus	Juokseva numerointi															
															Säkin kuljetus tavaajalle	Jatkuva															
															2 Prosessi vaiheet / ominaisuudet																
																															
																	1 Vikaantuminen														
															4 Laitteen parametrit																
															Resepin mukaan tarkkuus	kg															
															Sekoitus aika	2 min ± 30 sek															
															Nopeus	on/off															
															Nopeus	on/off															
															Tukkovähti	on/off															
															Korkeussäätö (min käsinajo, max tulvi)	min 1 m ja max 5 m															
															Kohon asento (ylös/alas)	Kinni/auki															
															Etäisyyden säätö	2 – 3 cm, (manuaali)															
															Imu	On/Off 0,5 – 0,9 bar (yli 600 mbar manuaalista)															
															Alipainetta	> 4,5 bar – 6 bar															
															Etäisyyden säätö	5 – 7,5 cm															
															Säksien asennon säätö	Mitta-asteikko 31 – 34															
															Paineensäätö	1,0 – 1,2 bar															
															Karkea tuote	0,8 – 1,0 bar															
															Hieno tuote	1,0 – 1,2 bar															
															Korkeuden säätö (etäisyys mustan tulvi alapintasta putkeen)	5 – 9 mm															
															Nopeus	on/off															
															Sijainti	yli 10 cm reunoista															
															Nopeus	on/off															
															Etäisyyden säätö	30 cm (ei tarvi säätää ± 5 cm)															
															Ajan säätö	0,2 – 0,5 s (jos yli 0,5 s pysähtyy)															
															Korkeuden säätö	7,5 cm ± 2 cm															
															Etäisyyden säätö	1 cm - 5 cm															
															Asennon säätö	astetta															

Kuva 30. QX-matriisi säätöjen analysoimiseen, jossa on kuvattuna vikaantuminen, prosessin vaiheet, laitteen komponentit ja viimeisessä vaiheessa laitteen parametrit.

QX-matriisiin kirjattiin ensimmäisenä vikaantumiset laitteella, kuten alipainoiset säkit. Toiseksi kirjattiin prosessivaihe, johon se vaikuttaa. Alipainoisten säkkiä osalta prosessivaihe oli tuotteen annostelu säkkiin. Kolmannessa vaiheessa täytettiin laitteen komponentit matriisiin, josta saatiin selville paineensäätöruuvien vaikuttavan eniten säkkiä oikeaan painoon. Viimeisessä vaiheessa kirjattiin laitteen parametrit. Parametrien mukaan paineensäädön tulisi olla karkeilla tuotteilla 1,0–1,2 baaria ja hienojakoisilla tuotteilla 0,8–1,0 baarin välillä. Tällä samalla tavalla käytiin kaikki asetusaikaan liittyvät säädöt laitteella läpi QX-matriisin avulla.

Projektin lopuksi käytiin laitteen viisi olosuhdetta läpi nollavirheen saavuttamiseksi kaikille asetusaikaan liittyvien säätöjen osalta. Taulukossa 8 on esitetty viisi kysymystä laitteen olosuhteisiin liittyen ja jossa vastataan kysymyksiin numeroilla 1, 3 ja 5.

Taulukko 8. Laitteen viisi olosuhdetta nollavirheelle.

1. Onko olosuhteet selkeät ja näkyvät?	Kiinteä määrittelyalue on määritelty	1
	Helppo tarkistaa -menetelmä on olemassa	3
	Visuaalinen - helppo nähdä milloin tahansa	5
2. Onko se helppo säätää?	Vaikea asettaa, mitataan käsin	1
	Helppo säätää, kiinteä asento	3
	Esiasetettu, automaattinen asetus kullekin tuotetyypille	5
3. Vaihteleeiko asetusarvo raja-arvojen ulkopuolella?	Normaalin tuotannon aikana alle 1 vuorossa	1
	Muokataan joka lajinvaihdossa	3
	Poikkeuksellisesti	5
4. Onko vaihtelu näkyvässä?	Pieni todennäköisyys nähdä se	1
	Määräaikaistarkastusjärjestelmällä on yli 90 % todennäköisyys nähdä poikkeama	3
	Jatkuva seuranta, joka varmistaa välittömästi hälytyksen	5
5. Onko se helppo palauttaa?	Vaikea, melkein taidetta, vaatii teknisiä taitoja ja seisokkeja (downtime)	1
	Helppo, kun henkilö on pätevä	3
	Automaattinen säätö (suljettu piiri)	5

Kuvassa 31 on esitetty esimerkin mukaisesti, kuinka laitteen säädöt käydään läpi kysymyspatteriston avulla. Ensiksi pisteytetään nykytila kyseisen säädön kohdalla taulukon 8 mukaisesti jokaisen kysymyksen kohdalla. Näiden perusteella saadaan prosenttiluku, joka kertoo nykytilan pistemäärän. Pisteiden ollessa alle 60 % tulos värjätty punaiseksi ja kohtaa pitää parantaa vähintäänkin keltaiselle alueelle, joka on pisteinä 60–80 %. Hyväksyttävä pistemäärä on vihreällä merkitty, jolloin pisteiden tulee olla yli 80 %. Tämä ei tarkoita sitä, että prosessissa ei olisi enää kehitettävää, mutta pakollisia parannustoimenpiteitä ei tarvitse tehdä asian korjaamiseksi tässä vaiheessa tutkimustyötä. Käytännössä tutkimustyön asetuksista yksikään säätö ei tavoittanut nykytilakartoituksessa 80 % pistemäärää ja parannuksia tehtiin kaikkiin säätöihin, joita oli yli kymmenen. Suurin osa parannuksista liittyi visuaaliseen merkintään.

Annostelu

Giljotiinin asento



Pisteet
 Vähemmän kuin 60 % ■
 60 % ja 80 % välillä ■
 Yli 80 % ■

Vaikutus: Väärän painoiset säkit

Ei oltu määritelty lainkaan	1
Selkeä mitta-asteikko, ei riittävän visuaalinen	3
Poikkeustilanteissa eri tuotteiden kohdalla joudutaan säätämään	5
Ei seuranta-asetusta, jos joku on säätänyt asentoa edellisessä laadunvaihdossa	1
Ei automaattista säätöä	3
Yhteensä	52 %

parannus

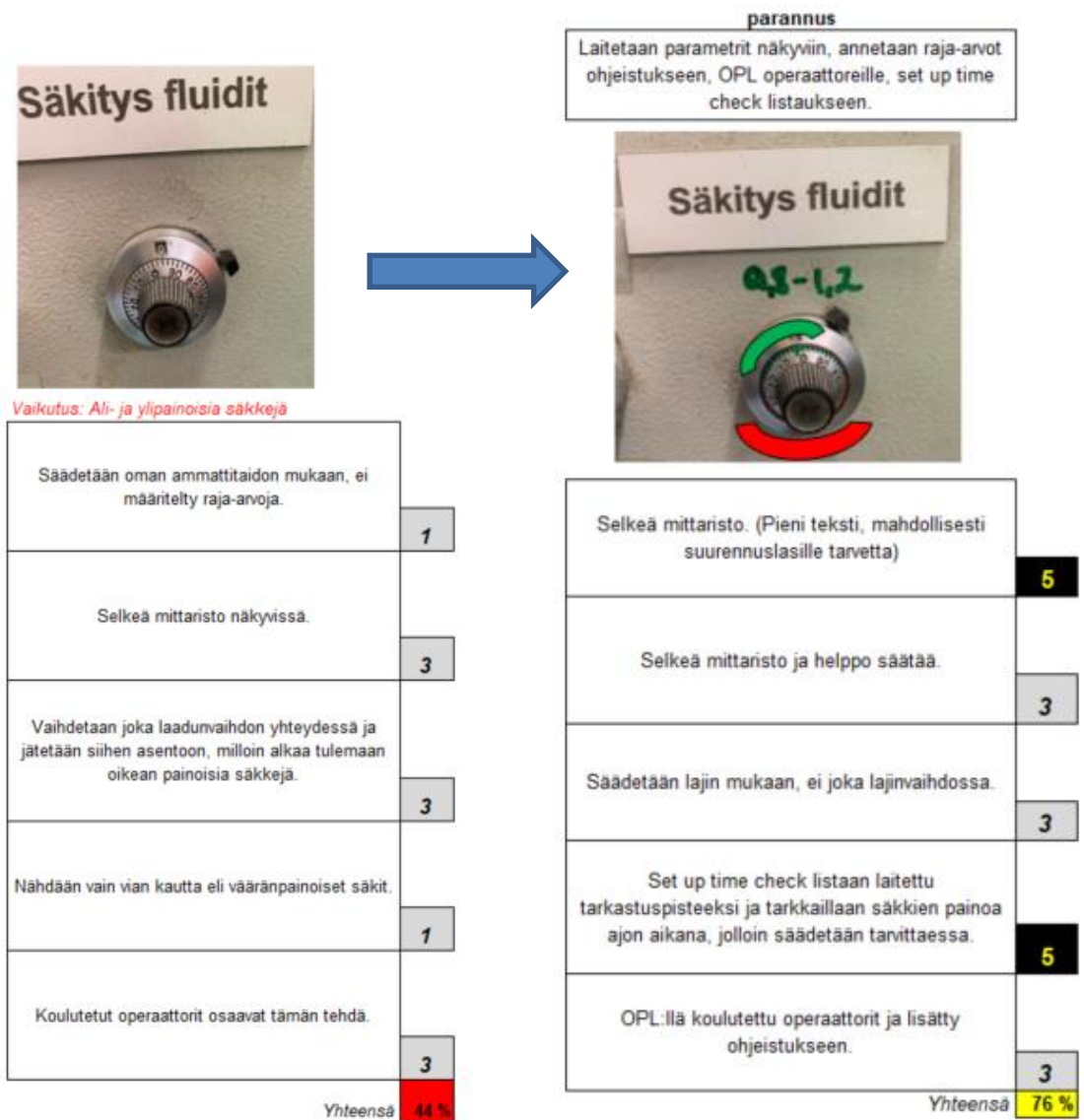
Ei tarvitse säätää enää kuin koeajoissa. Merkitään visuaalisesti raja-arvot.



Helppo nähdä puhdistuksen/ajon aikana	5
Selkeä mitta-asteikko, ei säädetä enää kuin poikkeustapauksissa	3
Säädetään vain konerikon yhteydessä	5
Ohjeistus, että tarkistetaan joka vuoron alussa	5
Ei automaattista säätöä	3
Yhteensä	84 %

Kuva 31. Giljotiinin ennen ja jälkeen kuvat sekä tehdyt muutokset parannuksen jälkeen.

Kuvassa 32 on esitettyä vielä esimerkkinä säkityksen ilmansäätöruuvista, joka oli QX-matriisin esimerkissä esitettyä.

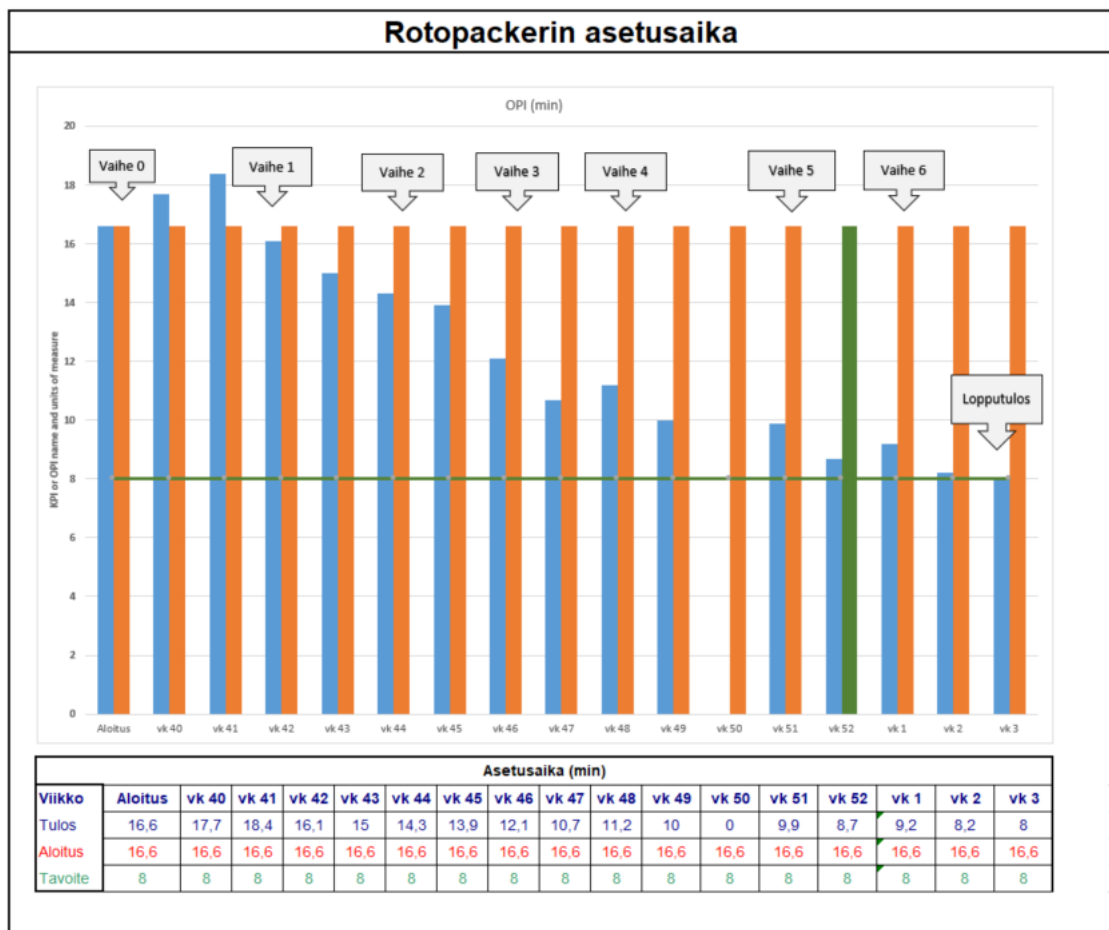


Kuva 32. Säkitysilman säätöruuvien säätämisen ennen ja jälkeen kuvat.

Ali- ja ylipainoisten säkkien viiden olosuhteen vaikutus sai pisteitä nykytilakartoituksessa vain 44 %. Tehtyjen parannuksien jälkeen pisteiksi saatiin 76 %, jolloin ei täysin saavutettu yli 80 % pistemäärää. Tähän jatkokehitysehdotuksena voitaisiin miettiä esimerkiksi sitä, että pidettäisiin sama paine karkeille- ja hienoille tuotteille, mutta tämä vaatii oman erillisen projektinsa. QX-matriisin mukaan säädöt karkean- ja hienojakoisen tuotteen kohdalla kohtaavat 1,0 baarin kohdalla. Tässä voisi olla hyvinkin optimoinnin paikka seuraavassa kehitysohjelmassa.

5.6 Tutkimustyön tulokset

Tutkimustyön tavoitteena oli löytää suurinta hukkaa aiheuttavat tekijät, jotta saadaan tehostettua piensäkityslinjan toimintaa. Kuvasta 33 nähdään projektin kulku viikko viikolta ja kuinka asetusaika pienenee vaihe vaiheelta. Viikolla 50 ei ollut tuotantoa piensäkityslinjalla, jonka vuoksi sille viikolle ei ole piirtynyt omaa pylvästä. Oranssi pylväs kuvaa projektin lähtötilannetta, jolloin asetusaajan keskiarvo oli 16,6 minuuttia. Projektin aikana laadunvaihtoja oli keskimäärin viisi kappaletta per viikko. Sinisellä pylväällä on merkitty viikko kohtainen asetusaajan keskiarvo ja vihreä vaakaviiva kuvaa projektin tavoiteaikaa, joka oli 8 minuuttia.



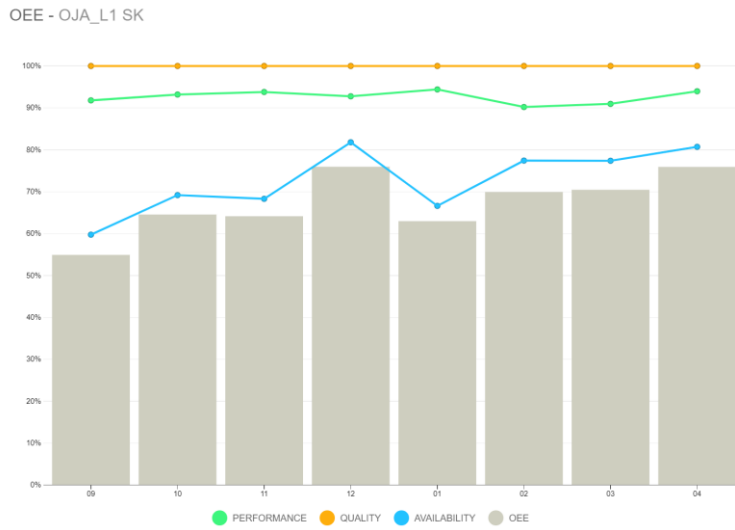
Kuva 33. Piensäkityslinjan asetusaajan kehittyminen keskiarvillisesti viikko-tasolla.

Projektin alussa asetusaajan keskiarvo oli viikko tasolla korkeampi kuin koko vuoden keskiarvo oli ollut. Projektin eteni systemaattisesti kohti parempaa lopputulosta ja 16 viikon

kuluttua projektin lopussa saavutettiin tavoiteltu kahdeksan minuutin asetusaika keskiarvolla. Vaiheessa kaksi on nähtävissä suuri harppaus lyhyempään asetusaikaan. Tässä vaiheessa kartoitettiin paras sen hetkinen standardityömenetelmä asetusaikalle. Tässä vaiheessa tehtiin kaikki tarvittavat muutokset tunnistetuille parannuskohteille. Suurin osa parannustoimenpiteistä oli työtehtävien organisointia ja yhdistämistä sekä turhien vaiheiden poistamista. Lähtötilanteen 32 työvaihetta saatiin vähennettyä 19 työvaiheeseen, jolloin aikaa säästy merkittävästi alkuperäiseen aikaan verrattuna. Kuljettu matka laadunvaihtoa tehtäessä lyheni 343 metristä 199 metriin. Lyhyemmän asetusaajan myötä saadaan tuotteen läpimenoaika lyhennettyä, mikä mahdollistaa tuotteiden valmistamisen kysynnän mukaan pienemmissä erissä. Tämä peilautuu tuotannon pienempinä varastoina ja keskeneräisen tuotannon vähentymisenä.

Muita hyötyjä, joita ei tämän tutkimustyön puitteissa analysoida sen tarkemmin, olivat muun muassa vähentyneet konerikot laitteella ja asetusaikojen vaihtelujen pienentyminen. Konerikkojen väheneminen saatiin matalammaksi parantamalla laitteen perusolosuhteita muun muassa 5S standardimenettelyä käyttäen sekä koneen käyttäjäkunnossapidon toimenpiteiden johdosta. Käyttäjäkunnossapitoon käytettiin luvussa 5.1 esitettyä CIL-työkalua. Koneen perusolosuhteiden ollessa hyvässä kunnossa ja jatkuvan tarkkailun alla, voidaan havaita nopeammin mahdolliset puutteet ja epänormaaliolosuhteet. Näihin voidaan reagoida nopeammin ja laite ei pääse menemään yhtä helposti yllättäen rikki, jolloin tuotantosuunnitelman toteutuminen paranee lähtötilanteeseen verrattuna. Lisäksi mahdolliset kompastumisvaaroista johtuvat läheltä piti tilanteet vähenevät alueella, kun paikat ovat siistit ja tavarat omilla paikoillaan 5S:n mukaisesti. Henkilöstön kouluttaminen ja uusi tapa toimia on monistettavissa ja laajennettavissa muillekin laitteille ja alueille, jolloin koko tehtaan tapa toimia muuttuu reaktiivisesta tavasta lähemmäksi ennakkoivaa tapaa toimia ja kohti jatkuvan parantamisen mallia.

Projektin tavoitteena oli saada asetusaikaa pienennettyä 50 %. Tämä tavoite saavutettiin. Projektin tuomat aikasäästöt olivat 39 tuntia ja laitteen teoreettisen konetunnin hinnan mukaan laskettuna vuotuinen säästö on noin 110 000 euroa. Tehtaan tavoitteeksi oli asetettu, että vuotuinen OEE: keskiarvo nousisi 68,9 prosentista 71,0 prosenttiin. Tämän tavoitteen tulos näkyy vasta pidemmän aikavälin seurannalla. Kuvassa 34 on esitetty projektin aikana ja kolme kuukautta projektin jälkeen OEE:n muutos kaaviona. Kuvasta voidaan päätellä varovaisesti, että OEE on parantunut lähtötilanteeseen verrattuna. Tästä ei voi kuitenkaan vielä tehdä luotettavia päätelmiä siitä, onko OEE parantunut asetetun tavoitteen mukaisesti.



Kuva 34. OEE:n kehittyminen projektin aikana kuukausi tasolla.

Projektista tehtiin A3-raportti, jota käsiteltiin 2.5.2 luvussa yksityiskohtaisemmin.

Kuvassa 35 on esitettyä A3-raportti projektin kulusta piensäkityslinjalla.

		Title: Asetusajan lyhentäminen L1 piensäkityslinjalla		Team: Anette Gustafsson, Marko Salo, Jamppa, Piotr, Niko	
A3	ID Card N°: 001	Topic: Hukan vähentäminen piensäkityslinjalla		Start date: 4.10.2021	Completion date: 21.1.2022
	1. Tausta Piensäkityslinjan OEE-luku on matalin verrattuna muihin linjoihin. Suuri vaihtelu OEE-luvussa. Tuotannon joustavuuden parantaminen ja eräkokojen pienentäminen. Asetusaika suurin hukista pt. sosiaalilauat.				
2. Nykyinen tilanne Ohjeistus puuttuu asetusalalle 5S ei käytössä AM ei käytössä Faljon konerikkeitä Asetusajan ka. 16.6 min Laadunvaihtoja 260 kpl/v.					
3. Tavoitteet Projektin kesto maksimissaan 12 viikkoa +- 3 viikon puuskuri. Asetusajan lyhentäminen 50 % aikuperäisestä. OEE:n nostaminen 2,1 % L1 SK:lle. Laadunvaihdon vakiointi 5S ja AM kartottus- ja käyttöönotto Vuotuinen säästö 110 000 € asetusaajan lyhentämisellä		Projektin tavoitteet OPI nostama asetusaika (min): Tavoitte 8 minuuttia ja nykyinen 16,6 minuuttia. Tavoitteena saada asetusaika lyhentyvän 18,8 minuuttia 8 minuuttia.			
4. Juurisyyanalyysi					
5. Vastatoimenpiteet Asetusaajan vakiointi parhaalla standardilla Sisäisten ja ulkoisten asetusaikojen analysointi mm. spaghettiagrammin avulla ja ECRS-tekniikalla 5S käyttöönotto AM käyttöönotto Seuranta Auditointi projektin edetessä Vastuukäytöiden määrittäminen Kouluttaminen OPL käyttöön					
6. Suunnitelma					
7. Seuranta					

Kuva 35. Seitsemän vaiheinen A3-raportti projektin taustasta projektin seurantaan.

A3-raporttiin on koottu projektin kulku pääkohdittain visuaalisena kuvauksena. A3-raportti esiteltiin tehdaspäällikölle projektin lopuksi. Tehdaspäällikkö antoi hyväksynnän projektille ja työ saatiin loppuauditoitua liitteen 1 mukaisesti päätökseen.

6 POHDINTA

Tässä osiossa käydään läpi työn tavoitteet, tulokset, onnistumiset ja jatkokehityksen kohteet sekä miten tuloksia voidaan jatkossa hyödyntää. Lisäksi pohditaan tulosten luotettavuutta ja tehdään yhteenveto tutkimustyön kulusta.

6.1 Tulosten tarkastelu

Tutkimustyön teoriapohjan taustaksi valittiin lean-ajatusfilosofia ja sen menetelmät käytettävineen työkaluineen. Teoriataustaan tutustumisen avulla pyrittiin saamaan kokonaiskuva TPS:stä ja sen menetelmistä. Tavoitteena oli, että pystyttäisiin vastaamaan tutkimukselle asetettuihin kysymyksiin mahdollisimman hyvin. Päättökysymyksenä oli: Mikä aiheuttaa hukkaa piensäkityslinjalla?

Tutkimustyön tutkimuskysymykset ja niihin saadut vastaukset ovat esitettynä taulukossa 9. Kaikkiin tutkimuskysymyksiin saatiin vastaukset ja aika näyttää kuinka muutoksien ylläpito pysyy tämän projektin osalta. Mielenkiintoista on jäädä odottamaan, kuinka tämän projektin saavuttamia tuloksia saadaan generoitua eli yleistettyä sekä laajennettua muille linjoille ja mahdollisesti muille Saint-Gobain Finland Oy:n tehtaille. Samanlaisille linjoille tämä on generoitavissa käytettäessä samoja steppejä kuin tässä tapaustutkimuksessa.

Taulukko 9. Tutkimuskysymykset ja saadut vastaukset niihin projektin aikana.

Tutkimuskysymys	Vastaus
Mikä aiheuttaa suurinta hukkaa piensäkityslinjalla?	Suurinta hukkaa aiheutti sosiaalitaumat ja toiseksi suurin hukka piensäkityslinjalla oli laadunvaihdosta johtuva asetusaika koneella.
Mitä TPS:n menetelmää tulisi käyttää kyseisen hukan pienentämiseksi?	Asetusajan lyhentämiseksi käytettiin Shigeo Shingon kehittämää SMED-tekniikkaa (Single Minute Exchange of Dies).
Miten saada piensäkityslinjan työntekijät sitoutumaan muutokseen ja sen ylläpitämiseen?	Tutkimustyössä työntekijät sitoutettiin projektiin jakamalla kaikille omat vastualueet ja tehtävät projektin onnistumiseksi. Viikoittaiset tiimipalaverit ja koulutukset lisäsivät osaamista ja sitoutumista projektiin. Lisäksi laadittiin erilaisia tarkistuslistoja ja standardeja muutoksen ylläpitämiseksi. Näiden lisäksi projektin tuloksia auditointiin säännöllisesti.

Voidaankin todeta, että tutkimustyössä saavutettiin käytännön validiteetti, jossa tutkimuskysymykset ja kohderyhmä olivat oikeat käytännön näkökulmasta katsottuna. Tutkimus oli relevanssi eli tutkimuksesta oli käytännössä hyötyä kohde yritykselle ja tulokset olivat käyttökelpoisia. Tuloksista voidaan päätellä, että tutkimuksen aineisto on riittävä johtopäätöksien tekemiseksi edellisen sivun taulukon 9. mukaisesti. Tutkimustyön reliabiliteetti eli tutkimuksen luotettavuus ja toistettavuus ovat saavutettu tutkimuksen aikana. Tutkimustulokset eivät ole siis sattumanvaraisia vaan tutkimus pystytään uusimaan samoissa olosuhteissa saaden samat tulokset. Tutkimustyö saavutti asetetut tavoitteet annetun aikaikkunan puitteissa. Tuloksien tarkastelun pohjalta voidaan olla tyytyväisiä saavutettuihin tuloksiin. Tutkimustuloksien työntekijöiden sitoutumista ja projektissa saavutettuja tavoitteita ei voida sanoa vielä saavutetuiksi tässä vaiheessa. Projektia tulee arvioida jatkossa ja vasta pidemmän aikavälin jälkeen voidaan todentaa tulosten pysyvyys. Projektin mielessä saatiin parannusta aikaiseksi, mutta onko muutos pysyvä? Se jää vielä nähtäväksi.

Projektin kulkua olisi voitu käsitellä kattavammin kuin tässä tutkimustyössä käsiteltiin. Tutkimuksen reliabiliteetti eli luotettavuus on kuitenkin saavutettu riittävän tarkan dokumentoinnin avulla ja tutkimus on toistettavissa käyttäen samoja tutkimusvaiheita kuin tässä tapaustutkimuksessa on käytetty. Tutkimustyön laajuuden vuoksi päädyttiin enemmän visuaaliseen ratkaisuun Likerin seitsemännen periaatteen mukaisesti. Sanotaankin, että yksi kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa. Tutkimustyössä työnkulussa tulee esille yhdessä tekeminen tiiminä. Työ oli moni vaiheinen ja laaja, jonka vuoksi kaikkia käytettyjä lomakkeita ja työtehtäviä ei ole esitelty työn kulun osuudessa. Tavoitteena on ollut saada lukijalle mahdollisimman kattava kuva työn pääkohdista.

Leanista kirjoitetaan jatkuvasti uutta kirjallisuutta. Tästä huolimatta kirjallisuuskatsauksen näkökulmasta lähteiksi pyrittiin valitsemaan alkuperäisteoksia, jonka vuoksi osa lähteistä on 1900-luvun puolelta. Kirjallisuuskatsaukseen on otettu myös uudempia teoksia ja koko TPS- ja lean-filosofiaa on pyritty käsittelemään kattavasti läpi koko tutkimustyön. Lean-käsite juontaa juurensa Japanista Toyotalla kehitetyn TPS:n tuotantojärjestelmästä, jonka vuoksi tutkimustyössä kerrotaankin asioita pitkälti TPS:n näkökulmasta ja TPS-termiä käyttäen, vaikka lean-sanana on länsimaissa tunnetumpi. Voidaan jopa puhua niin sanotusta trendiliinauksesta.

Johdanto-luvussa mainittiin jo niin kutsuttu trendiliinaus. Tutkimustyössä pääpaino oli parannusmenetelmän kokonaisuus eikä vain yksittäisten työkalujen käyttö. Trendiliina-

nauksella on ehkä hieman negatiivinenkin sävy juuri sen vuoksi, kun parannuksia tehdään yksittäisiin kohteisiin yksittäisillä työkaluilla, kuten 5S, kanban, spagettidiagrammi, näin muutaman mainitakseen. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli keskittyä TPS:n tapaan toimia ja saada kokonaiskuvaa TPS-filosofiasta ja sen käyttämisestä menetelmistä.

Monet parannusprojekteja toteuttavat yritykset kokevat lyhytkestoista menestystä projektin alueella, mutta usein tuo saavutettu menestys häviää nopeasti. Herääkin kysymys, miten saadaan ylläpidettyä näitä saavutettuja parannuksia? Panostamalla johtajien kehittämiseen enemmän voidaan saada aikaan pidempi muutos, sillä johtajat kouluttavat työntekijöitä siten parhaansa mukaan.

Tutkimustyön laajuudesta ja tuloksista voidaan päätellä, että TPS-ajattelu tulee sisäistää syvällisesti ennen kuin parannusprojektin saavuttamat hyödyt saadaan pysyväksi osaksi työyhteisöä. Tämän tutkimustyön avulla lukijalle annetaan kokonaiskuva yhdestä TPS:n käyttämästä tekniikasta valmistavan teollisuuden näkökulmasta katsottuna. TPS ei ole yksittäisten työkalujen käyttöä vaan kokonaisuuden ymmärtämistä ja kulttuuri muutoksen luomista jatkuvan parantamisen mukaisesti. TPS on ajatusfilosofia, joka lähtee johtajista ja sitä kautta jalkautetaan strategisesti lattiatasolle sekä toimittajille ja asiakkaille asti. Hukkien vähentäminen voisi olla tehtaan toimintastrateginen tavoite, jonka avulla saadaan parannettua suorituskykyä ja sitä kautta tehostettua kustannussäästöjä.

6.2 Jatkokehityskohteet

SMED-tekniikasta on olemassa vieläkin tehokkaampi menetelmä, jota kutsutaan nimellä zero changeover eli nolla laadunvaihtoa. Tämän menetelmän tavoitteena on saada asetusaika lyhennettyä kolmeen minuuttiin ja sen alle, jolloin puhutaan zero changeoverista. Teoriaosuudessa tätä ei olla käsitelty, mutta lähdeluettelossa esiintyvistä teoksista muun muassa Kenichi Sekine käsittelee aihetta kirjassaan One Piece Flow.

OEE-mittauksen avulla saatiin projektin alussa selville, että asetusaika on yksi suurimmista hukista koneella, joka laskee linjan OEE-lukemaa. Monesti OEE laskevista tekijöistä muistetaan vain ne häiriöt, jotka pysäyttävät koneen kokonaan. Näitä häiriöitä oli kuitenkin ajallisesti huomattavasti vähemmän kuin esimerkiksi taukoihin ja laadunvaihtoihin kuluneet ajat. Näiden lisäksi laitteella esiintyi jonkin verran kroonisia vikoja, jotka eivät pysäyttäneet prosessia, mutta hankaloittivat työn sujuvuutta. Näitä

olivat muun muassa hetkelliset häiriöt lavaajalla tai kuljettimella. Näiden ongelmien poistaminen voitaisiin aloittaa juurisyiden analysoimisella. Juurisyiden eliminoimisella saataisiin linjan työtä sujuvoitettua entisestään ja laitteen toimintavarmuus paranisi. Näiden häiriöiden poistoon ehdotetaan otettavan käyttöön Autonomous Maintenance kokonaisuudessaan eli käyttäjäkunnossapito TPM:n osuudesta (Total Productive Maintenance). Jatkokehityksenä ehdotetaan, että koulutetaan kaikki operaattorit laitteiden käyttäjäkunnossapidon osaajiksi uusien projektien yhteydessä. Näin saataisiin merkittävästi laitteiden toimintakuntoa parannettua ja ennaltaehkäistyä mahdollisia konerikkoja etukäteen.

Jatkokehityskohteena suositellaan lisäksi tehtäväksi kattava riskiarvionti, 5S- ja AM-projektit parannusprojektien alueelle ennen laajemman projektin aloitusta. Tämä sen vuoksi, että tällä tavoin saadaan prosessia stabiilimpaan kuntoon ja yllättäviä erityisyyttä, kuten konerikkoja esiintyisi laitteella vähemmän. Tämä osuus olisi perus pohjan rakentamista TPS-talosta, jonka päälle olisi huomattavasti helpompi rakentaa JIT ja Jidoka pilarit tulevaisuudessa.

Tuloksien ylläpitämiseksi ja seuraamiseksi suositellaan projektin tuloksien säännöllistä arviointia. Projektin tulosten laadun heikentymisen ennaltaehkäisyyn auditointi olisi yksi päätyökalu. Auditointeja suoritettaisiin itseauditointeina yrityksen puolelta ja auditointeihin tulisi osallistaa muilta yrityksen tehtailta tulevia henkilöitä, jotta arviointi olisi mahdollisimman kattava ja luotettava. Hanseita eli jatkuvaa arviointia tulee käyttää projektin loputtua, jotta voidaan oppia ja tunnistaa kaikki projektin puutteet. Näiden havaittujen puutteiden tilalle tulee kehittää vastatoimenpiteitä, jotta vastaavat voitaisiin jatkossa välttää.

Tutkimustyön aikana havaittiin niin sanottua hiljaista tietoa operaattoreilla. Tämä tieto ei ollut siirtynyt kaikille piensäkityslinjalla työskenteleville ja osaaminen perustui pitkälti itsenäiseen oppimiseen. Erilaisia työn suoritus tapoja oli yhtä monta, kun oli tekijöitäkin. Suositeltavaa olisikin standardoida kaikki päätehtävät ja kouluttaa vanhatkin työntekijät tekemään työt parhaaksi havaitulla tavalla. Usein tieto kulkee vain perehdyttäessä uutta työntekijää, mutta jo pitkään talossa olleiden työntekijöiden välillä tieto ei kulje välttämättä yhtä helposti, koska työtä tehdään pääsääntöisesti yksin työpisteellä. Hiljaisen tiedon jakamiseen ehdotetaan jatkossa panostamista vuorovaikutukseen, tiedonkulkuun ja tiimityöhön, joiden avulla tietoa saataisiin tehokkaasti jaettua jatkossakin. Tällä tavoin saadan varmistettua tiedon pysyminen talon sisällä silloinkin, kun tulee esimerkiksi yllättäviä pitkiä sairauslomia, irtisanoutumisia tai henkilöt eläköityvät.

Tämän päivän markkinat ovat hyvin erilaiset kuluttajien ja asiakkaiden asettamien vaatimusten suhteen. Vaatimuksena on saada tuotteet nopeasti, edulliseen ja kilpailukykyiseen hintaan. Tämä on haastanut yritykset etsimään tapoja alentaa lisäarvottoman tuotteen ja toiminnan kustannuksia ja lisätä joustavuutta markkinoiden odotuksiin. Korkeat varastot eivät ole asia, josta asiakkaat ovat valmiita maksamaan, mutta he eivät myöskään jää odottamaan sopivan tuotteen valmistusta. Valmistuksen tarve on vähentää varastoja, lisätä joustavuutta lisäämällä tuotteiden vaihtoja siirtymällä kohti yhden kappaaleen tuotantoa (one piece flow). Vaihtoajan lyhentäminen on siksi tärkeää liiketoiminnan kannalta. Viimeisenä jatkokehityskohteenä ehdotetaan projektin monistamista eli laajentamista seuraavalle linjalle.

Tämän tutkimustyön tuloksien siirtäminen organisaation muihin osiin ei tule olemaan aivan yksinkertaista. Ensimmäiseksi pitää saada pilottialueen (piensäkituslinja) parannukset pysyviksi ja sitä kautta koulutettu tiimi voi levittää tietämystään myös muille tehtaan osa-alueille. Parannusprojektin kopioiminen ei onnistu pelkästään ottamalla jotkin näistä menetelmistä käyttöön tai järjestämällä uusi muutosprojekti. Todellisen järjestelmämuutoksen on tapahduttava yrityksen ytimessä eli sen ihmisissä. Tuleva menestys näissä parannusprojekteissa perustuu johtajiin, jotka valitsevat jatkuvan itsensä kehittämisen ja muiden kouluttamisen ainoaksi mahdolliseksi keinoksi käsiteltävien ongelmien ratkaisujen löytämiseksi. Johdonmukaisella tavalla parannetaan suorituskykyä jatkuvasti päivästä toiseen. Johtajien on siis mahdollistettava tuottava työ, jossa työntekijät tuottavat suurimman osan lisäarvosta.

6.3 Opit

Tutkimustyön aikana kohdattiin haasteita ja niistä otettiin opiksi parhaan mukaan. Keskeisiä ongelmakohteita projektialueella oli turha kävely, standardiohjeiden puuttuminen, monivaiheiset työtehtävät, tuotannon aikana ilmaantuneet ongelmat, kuten konerikot ja huonosti suunniteltu työnorganisointi sekä alueen yleinen siisteys ja järjestys. Kaikkiin näihin esiintyneisiin haasteisiin saatiin parannusta aikaisesti tekemällä pieniä parannuksia, kaizeneita, koko projektin aikana ja noudattamalla askel askeleelta (step by step) menetelmää. Seuraamalla projektisuunnitelmaa ja auditoimalla viikoittain projektin etenemistä saatiin projekti päätökseen annetussa aikataulussa. Tästä oppina saatiin järjestelmällinen ja tehokas tapa ratkoa ongelmia tuotannossa jatkuvan kiirehtimisen sijaan. Toisin sanoen mietittiin, suunniteltiin, analysoitiin ja toteutettiin

vastatoimenpiteet juurisyiden poistamiseksi PDCA-sykliä käyttäen koko projektin aikana. Oppina voidaankin sanoa, että pienin askelin kohti tavoitteita.

Henkilökohtaisena oppina saatiin havaita, että TPS-järjestelmä on huomattavasti laajempi kokonaisuus, kun oltiin aluksi oletettu. Teoriaosuutta opiskellassa sai havaita, kuinka paljon TPS:n kuuluukaan eri periaatteita ja kuinka kaikki rakentuvat loogisesti talorakenteen ympärille. Tutkimustyön parannusprojektin lähtökohtana oli, että projektissa tullaan käyttämään muutamia tunnettuja työkaluja ja tekniikoita, joihin sitten tutustuttaisiin tarkemmin. Lähemmin tutustuttaessa SMED-tekniikkaan saikin havaita, että tiedossa onkin laaja kirjo erilaisia työkaluja ja menetelmiä. Tämä tutkimustyö on ollut tähän astisista kaikkein opettavaisin ja silmiä avaavin kokemus kohti jatkuvan parantamisen ymmärtämistä TPS:n avulla. Nyt on pinta raapaisu saatu TPS-ajatteluun ja tästä on hyvä jatkaa kohti täydellisyyden tavoittelua pienin askelin.

LÄHTEET

Angeli B.; Fabrizio T.; Kremer R.; Melcher T.; DeForest K.; Singer J & Rossi A. 2006. The Lean Pocket Guide XL: Tools for the Elimination of Waste! Chelsea: MCS Media.

Breyfogle Forrest 2003. Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods. Second Edition (2nd ed.) Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Buchanan David & Huczynski Andrzej 2010. Organization Behaviour. Seventh edition published by Pearson Education Ltd.

Deming, W Edwards 1986. Out of the Crisis. Cambridge: Published by the Massachusetts Institute of Technology Center for Advanced Educational Services.

Deming, W Edwards 1994. The New Economics. Second edition. Cambridge: The MIT Press.

George, M.; Rowlands, D.; Price, M. & Maxey, J. 2005. Lean Six Sigma Pocket toolbox. New York: McGraw-Hill.

Hamel Gary & Prahalad C.K. 1994. Competing for the future. Boston: Harvard Business School Press.

Hirano Hiroyuki 1990. 5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation. English edition copyright 1995 by Productivity Press: New York.

Imai Masaaki 2012. Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy. Second Edition. McGraw-Hill Companies.

Jarmo Laakso 2021. Spagettidiagrammit.

Jones Daniel & Womack James 2003. Lean Thinking. Banish waste and create wealth in your corporation. (Revised Edition). London: Simon & Schuster UK Ltd.

Karjalainen Eero & Karjalainen Tanja 2020. Lean Six Sigma 2.0 ja laatuteknologia. Lahti: Painotalo Plus Digital Oy.

Liker Jeffrey 2010. Toyotan Tapaan. 3., painos. Suom. Marko Niemi. Helsinki: Readme.fi.

Liker Jefferey & Convis Gary 2012. Toyotan tapa lean-johtamiseen. Suom. Marko Niemi. Hämeenlinna: Kariston Kirjapaino Oy.

Määttä Essi & Määttä Kimmo. 2021. Arjen Lean. Keuruu: Otava kirjapaino.

Maxim R. & Hassan T. 2017. LRM Training p. 152. Sisäinen luentomateriaali. Saint-Gobain Finland Oy.

Piiranen Antti 2014. Vaihtelu. Lahti: Quality Knowhow Karjalainen Oy.

Saint-Gobain Finland Oy. Intranet. Viitattu 14.2.2022/ pp-esitys (Saint-Gobain 2022 yritysesitys).

Sekine Kenichi 1992. One-Piece-Flow: Cell Design for Transforming the Production Process. New York: English translation copyright 1992. by Productivity, Inc.

Shingo Shigeo 1985. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. English translation copyright 1985 by Productivity, Inc.: Cambridge.

Shingo Shigeo 1986. Zero Quality Control: Source Inspection and the Poka-Yoke System. English translation copyright 1986 by Productivity, Inc.: Cambridge.

Shingo Shigeo 1989. A Study of the Toyota Production System. Revised Edition, English re-translation copyright 1989 by Productivity, Inc.: Cambridge.

Shook John 2010. Managing to Learn: Using the A3 management process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead. Cambridge, MA, USA: Lean Enterprise Institute.

Vesalainen Jukka 2010. Tavoitteena strateginen kyvykkyys: Alihankkijan kilpailukyvyn määrätietoinen kehittäminen. Helsinki: Teknologiateollisuus ry.

The W. Edwards Deming Institute 2022. PDSA Cycle. Viitattu 29.5.2022: <https://deming.org/explore/pdsa/>.

Torkkola Sari 2016. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. 2. painos. Helsinki: Talentum Media.

Tuominen Kari 2010. Tehoa ja laatua lean-kulttuurin luomiseen. Helsinki: Readme.fi.

Tuominen Kari 2010. Tehoa ja laatua Hukan vähentämiseen. Helsinki: Readme.fi.

Valkonen M. 13.9.2018. Mikä hiljaisen tiedon siirtämisessä on vaikeaa? Johtajat vastaavat. Helsinki: Talouselämä. Viitattu 28.5.2022. <https://www.talouselama.fi/uutiset/mika-hiljaisen-tiedon-siirtamisessa-onvaikeaa-johtajat-vastaavat/a7af6c0b-c402-315d-84a3-b59717a5e6aa>.

Wireman Terry 2014. Total Productive Maintenance. Second Edition. New York: Industrial Press, Inc.

Projektin auditointi

Tiimin auditointi																				
Tiiminvetäjä <u>Anette Gustafsson</u> Tiimi <u>Niko, Piotr, Jamppa ja Marko</u> Tehdas <u>Weber, Ojakkala Finland</u> Projekti <u>Asetusajan lyhentäminen</u>				Auditointi päivä <u>20 tammi 22</u>				Suunniteltu vaihe Todellinen vaihe			Target score Target Score									
				Viikko 0 1 1 2 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 6			Viikko 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 1 2 3													
P	Nro.	Tehtävä	Pisteet	Todelliset pisteet ('X' jos saavutettu)																
				Viikot																
				40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	
P	Planning = tavoitteita, nykytila, esteitä	1	Onko tiimin jäsenet listattu	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		2	Onko kaikille tiimin jäsenille selkeä rooli	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		3	Onko selvää miksi tämä projekti valittiin ja onko sillä suora yhteys yrityksen KPI-mittariin?	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		4	Onko hyötykaavio esitelty ja päivitetty	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		5	Onko historia data [aikaikkuna ja todellinen arvo] selvästi näkyvillä?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		6	Onko suorituskyky mittarin tavoite selvästi näkyvillä	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		7	Onko suorituskykyindikaattori jaettu määriteltäviin komponentteihin (tarpeen mukaan)?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		8	Onko vaiheet ja projektisuunnitelma selvästi näkyvillä ja päivitettyinä?	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Saatavilla olevat pisteet				15	1	7	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	
D	Implementation = Toteuta suunnitelma	9	Onko jokaisen vaiheen tavoite selvä?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		10	Onko vaiheen tavoitteet jaettu tiettyihin toimintoihin?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		11	Onko ongelman ymmärtämiseen käytetty kvantitatiivista / juurisyyanalyysejä? Onko ne hyvin dokumentoitu?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		12	Onko epäily ongelman syyt todennettu ja kvantifioitu tiedoilla?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		13	Suoritetaanko tiedonkeruu johdonmukaisesti kaikissa vuoroissa? Onko kaikki yksityiskohtat löydetty?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		14	Onko tiimi käyttänyt polkumenetelmiä / työkaluja ongelmien ratkaisemiseksi?	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		15	Onko ongelmien toistumisen taulukko näkyvillä ja päivitetty?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		16	Onko yksittäistä ongelma-analyysejä sovellettu ja seurattu?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		17	Onko ryhmä löytänyt loogisia vastalöytöjä tunnistetuille juurisille ja määritetyille juurisille loogiset toimenpiteet?	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		18	Onko kriittisten alueiden perusolosuhteet palautettu?	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		19	Ovatko suunnitellut toimet selvästi nähtävissä tavoitteen valmistuspäivämäärillä? Mm. tägit	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		20	Onko jokaiselle toiminnolle vastuuhenkilö?	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		21	Is the action plan up-to-date? Onko toimitus suunnitelma ajan tasalla? Kuka, mitä ja milloin?	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		22	Suoritetaanko suurin osa toiminnoista ajoissa?	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
23	Onko näkyvillä todisteita havaittavissa toteutetut toimet toimista (OPL: t, kuvat, standardit, muutokset)	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Saatavilla olevat pisteet				30	-	-	3	3	19	24	30	30	30	30	30	30	30	30		
C	Check / Results = tarkista, mittaa ja arvioi	24	Onko suorituskyvyn trendi positiivinen (tehokkaat ratkaisut)?	15	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		25	Onko joukkue saavuttanut tavoitteensa tai edistynyt merkittävästi tavoitteen saavuttamisessa?	10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Saatavilla olevat pisteet				25	-	-	-	-	-	15	15	15	15	15	15	25	25	25		
A	Stabilisation = Korjaa tarpeen mukaan, mitä opimme ja mitä seuraavaksi	26	Onko olemassa menettelyjä saavutettujen parannusten pitämiseksi?	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		27	Ovatko avaintoimintojen seuranta järjestelmät (tarkistuslistat, lomakkeet, tarkastukset jne.)	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		28	Ovatko seuranta järjestelmät käytössä ja ajan tasalla? Mm. 5S CIL, tägit juurisyyiden seuranta	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		29	Onko OPL: itä / SOP: itä luotu jostaista merkittävää parannusta varten? Kyllä	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		30	Onko olemassa koulutusmateriaalia opetukselle OPL: lle / SOP: ille ja onko suunnitelmia henkilöstön kouluttamiseksi näihin? (viikottain ja muuten näkyvillä IIVS: asteen luona)	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		31	Onko kriittisille alueille sellaisia puhdistus-, voitelu- ja tarkastusstandardteja? Saavako CIL- tarkastukset vähintään 90%? (Jos on alle 90 % pitää kysyä mikä on vaikeus)	3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		32	Onko työpaikka hyvin järjestetty (5S)?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
33	Ovatko konekohdealueiden parannukset ilmeisiä?	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Saatavilla olevat pisteet				15	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	12	14	15	15		
Osallistuminen		34	Ymmärtävätkö kaikki tiimin jäsenet hyvin polun metologian ja osaavat seurata sitä?	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		35	Voiko satunnaisesti valittu tiimin jäsen selittää toimintatulo?	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		36	Järjestetäänkö kokouksia ja onko läsnäolo odotetulla tasolla?	2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		37	Onko pilari, sponsori tai tehdaspäällikkö tarkastanut "taulun" määrättyä tiheydellä?	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Saatavilla olevat pisteet				15	2	2	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15		
Yhteensä				100	3	9	28	33	49	54	75	75	76	80	87	89	99	##		
Tavoite				100	12	15	22	38	61	63	82	84	84	90	92	94	99	##		