



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# TUOTANTOYMPÄRISTÖN PARANTAMINEN 5S-MENETELMÄN AVULLA

Jussi Haavisto

Opinnäytetyö  
Lokakuu 2018  
Konetekniikan koulutus  
Tuotekehitys



# TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan koulutus  
Tuotekehitys

HAAVISTO JUSSI:

Tuotantoympäristön parantaminen 5S-menetelmän avulla

Opinnäytetyö 31 sivua, joista liitteitä 1 sivua  
Lokakuu 2018

---

Walki oy Valkeakosken tehtaalla aloitettiin loppuvuodesta 2017 jalostuskoneen investointiprojekti, jossa koneen tuotantoympäristö muuttui laitemuutosten ja turvallisuusratkaisujen muutosten vuoksi. Turvallisuusmääräysten vuoksi koneen suoja-alueita oli muutettava entisestä, ja koneelle piti asentaa uusia turva-aitoja käyttöturvallisuuden parantamiseksi. Samalla tarkistettiin ja päivitettiin kaikki koneella käytettävät työkalut ja tarvikkeet sekä tuotantoon vaikuttavat toiminnot. Tämä toteutettiin Valkeakosken tehtaalla laajasti käytössä olevan 5S-menetelmän avulla. Menetelmässä edettiin vaihe vaiheelta ottaen huomioon tuotannon tarpeet ja uudistuneen työympäristön aiheuttamat haasteet työn suorittamiseen. Tavoitteena oli ympäristön järjestäminen tukemaan tuotantotoimenpiteitä ja tehostamaan prosessin kulkua. Opinnäytetyön tuloksia arvioitiin laadunvaihtoaikojen kehityksen tutkimisella sekä konemiehistölle teetetyllä kyselytutkimuksella, jossa kartoitettiin muutoksien vaikutus työskentelyyn.

Kyselytutkimuksen perusteella opinnäytetyön tuloksena oli järjestelmällinen tuotantoympäristö ja turvallinen sekä siisti työpaikka. Tutkimuksen mukaan laadunvaihtoajat ovat kuitenkin pidentyneet. Tämä johtuu todennäköisimmin koneen toimintaan tehdyistä laajoista muutoksista, joiden vuoksi operaattorit joutuivat opettelemaan koneen käyttämisen uudelleen. Tuotantoympäristön parantaminen on kuitenkin helpottanut uudistetun konelinjan käynnistämistä. Opinnäytetyössä kerättyä tietoa ja valokuvia voi käyttää ohjeistuksen ja jatkuvan parantamisen tukena jatkossa.

5S-menetelmä on hyvä työkalu työympäristön muuttamiseksi paremmin tuotantoa tukevaksi. Sen avulla konelinja saatiin järjestettyä yksinkertaisemmaksi, jolloin operaattori voi keskittyä enemmän tekemiseen eikä käyttää aikaa työkalujen ja tarvikkeiden etsimiseen. Tästä eteenpäin on jatkettava kahden viimeisen S:n eli standardoinnin ja seurannan parissa. Monet koneen perustoimintaan ja laadunvaihtoihin liittyvät suoritteet ovat huonosti ohjeistettuja, joten näihin kannattaa paneutua toiminnan tasaamiseksi ja virheiden ehkäisemiseksi. Perusohjeet laitteiden käyttämiseen tulee olla konemiehistön nähtävillä laitteen vieressä ja tarkemmat ohjeet valvomokopissa. Tämä helpottaa työn kulun ennustettavuutta ja parantaa tuotteiden laatua. Tasainen tuotanto ja ennustettavat laadunvaihtoajat helpottavat myös tuotannonsuunnittelua, joka vähentää tuotteiden varastointiaikoja.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Mechanical Engineering  
Product Development

HAAVISTO JUSSI:  
Improving Production Surroundings with 5S

Bachelor's thesis 31 pages, appendices 1 pages  
October 2018

---

Walki oy Valkeakoski factory started an investment project at the end of 2017. One of the paper converting machines was updated and modified to accommodate the need for increasing machine speed and product quality. The layout of the machine changed because of the modifications made to the machinery, including adding new safety fences according to revised safety regulations.

The purpose of this study was to figure out what changes had to be made to the tools and accessories, and their placement in the production process to reduce the set-up and maintenance times. The 5S method was used to make the necessary changes to the machines' surroundings. The method was followed phase by phase, considering the needs of production and the challenges caused by the surroundings.

The results of the study were assessed by making an enquiry to the operators and analyzing changeover times. The result of the study was an organized and safe working environment. Organizing everything neatly to their defined places helped in the restart of the machine. Changeover times were lengthened according to the study, but that was most likely due to the significant changes made to the machine's operation. Information and photos gathered in the study can be used to make instructions and guides as a part of the continuous improvement plan.

The 5S-method is a good tool for improving the working environment. It suggests how everything should be organized so that the machine operators can make the use of their time more efficiently. Operators will have to continue with the last two steps of the method and push forward with the continuous improvement plan. That includes making instructions about the machines' functions available to operators to make the workflow more steady and predictable. That will improve the quality of the products made and help the production planning with reduced deviation.

---

Key words: 5S, lean, improving working environment

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	LEAN-TOIMINTAMALLI.....	7
	2.1 Arvo ja hukka.....	7
	2.2 Lean-työkaluja .....	9
3	5S-MENETELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO.....	13
	3.1 Pe 4 -linja .....	13
	3.2 5S-menetelmä .....	14
	3.3 Käytännön toteutus Pe 4 -linjalla.....	17
	3.4 Työn tulokset .....	21
	3.4.1 Kysely työolosuhteiden muutoksista .....	22
	3.4.2 Laadunvaihtoaikojen analysointi .....	25
4	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA .....	28
	LÄHTEET.....	30
	LIITTEET .....	31
	Liite 1. Kyselytutkimuksen tulokset.....	31

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on 5S-menetelmän käyttöönotto paperijalostuskonelinjalla. Työ tehdään Walki oy:n Valkeakosken tehtaalla jalostuskoneen uudistamisen yhteydessä.

Monet suomalaiset teollisuusyritykset ovat kymmeniä vuosia vanhoja, ja ovat suuren osan olemassa oloaan toimineet samoissa tuotantotiloissa. Teollisuuden tuotantoympäristöillä on kuitenkin tarve muuttua aika ajoin tuoterakenteiden ja tuotteiden muutosten aiheuttamien konemuutosten myötä. Nämä johtuvat sekä asiakasvaatimusten muutoksista, että tuotekehityksen kautta tulleista uusista tuotteista.

Vuonna 1974 rakennetun Valkeakosken tehtaan konekanta on vuosikymmenien saatossa muuttunut useaan kertaan. Alun perin Yhtyneiden Paperitehtaiden (nyk. UPM) teollisuuspaperiosastoksi rakentamassa tehtaassa on omistajavaihdosten myötä enää hyvin vähän alkuperäistä jäljellä. Koneita on vaihtunut, ja nykyisiä koneitakin on muokattu alkuperäisestä vastaamaan muuttuneita tarpeita. Markkinatilanteiden muuttumisen myötä myös tehtaan sisäinen logistiikka on kokenut muutoksia. Valmiiden tuotteiden pääasiallisempi virtaus pakkaus koneelle tulee eri suunnasta kuin aiemmin. Eli eri tuotantokoneet kuormittavat nykyään pakkauslinjaa verrattuna aiempaan. Lisäksi konelinjojen muokkausten myötä koneisiin on tullut lisää pituutta, johtaen puolivalmisteiden varastointitilan vähenemiseen tehdassalin sisämittojen pysyessä suunnilleen samoina.

Tuotantolaitosten muutoksia helpottamaan on kehitetty erilaisia työkaluja, joista yksi on Lean-toimintamalli. Lean-toimintamallissa ohjataan koko prosessiketjua toimimaan siten, että valmistettava tuote kulkee mahdollisimman nopeasti, ja mahdollisimman pienellä hävikillä läpi koko prosessiketjun – aina asiakkaan tilauksesta tuotteen lähettämiseen asti. 5S-menetelmä on osa Lean-toimintamallia, jonka tarkoituksena on tehdä prosessiketjusta mahdollisimman tehokas. Opinnäytetyössä keskitytään 5S-menetelmän käyttöönottoon yhdellä jalostuskoneella, joka on vain osa tätä prosessiketjua.

5S -menetelmän tarkoituksena on tuotantoympäristön järjestäminen järkevämmäksi työkalujen ja tarvikkeiden, sekä ohjeistuksen osalta, jolloin konelinjalla päästään tekemään enemmän tuotannollista työtä laadunvaihtojen ja huoltoaikojen lyhentyessä. Opinnäyte-

työssä sovelletaan Lean-filosofiaa ja sen 5S-työkalua. Näitä ajatuksia hyödynnetään työkalujen ja tarvikkeiden järjestelyssä järkeville paikoille. Työssä tutkitaan 5S-menetelmän soveltamisen vaikutuksia työympäristöön ja laadunvaihtoaikoihin.

## 2 LEAN-TOIMINTAMALLI

Jo teollisen vallankumouksen ajalta 1800-luvulta lähtien on pyritty kehittämään tuotantomenetelmiä, ja –laitoksia tuotteiden tehokkaampi valmistus silmällä pitäen. Tuotannon kehittämisessä ehkä tunnetuin on Toyotan kehittämä Toyota Production System, jonka MIT-tutkija John Krafcik nimesi LEAN:ksi.

Lean-tuotanto termi tuli tunnetuksi kirjasta *The Machine that Changed The World*. Kirjan kirjoittivat MIT:n professorit kuvaten japanilaisten menestyksestä autotehtaiden tuotavuuden parannusta Yhdysvalloissa (*Six sigma*, 2018).

### 2.1 Arvo ja hukka

Lean-tuotannossa yrityksen tai organisaation tehtävänä on tuottaa asiakkaille ja itselleen arvoa. Työn suorittamiseen kuluu aikaa. Tätä aikaa kutsutaan läpimenoajaksi. Läpimenoaika pitää sisällään arvoa lisäävää ja ei-arvoa lisäävää aikaa. Arvoa lisäävällä ajalla tarkoitetaan niitä asioita, joista asiakas on valmis maksamaan suoraan tai epäsuorasti. Ei-arvoa lisäävä aika on arvoa lisäävän ajan vastakohta. Läpimenoajan ja arvoal lisäävään ajan suhdetta kutsutaan virtaustehokkuudeksi tai prosessin jaksoajan tehokkuudeksi. (*Six sigma*, 2018.)

Arvon ja hukan suhdetta täytyy pyrkiä parantamaan koko ajan, ja sitä voi parantaa kahdella tapaa. Joko vähentämällä prosessin hukkaa tai lisäämällä tuotteen arvoa. (Bicheno 2009, 20)

Arvon ja hukan tunnistaminen ei ole aivan yksinkertaista. Esimerkiksi isot varastot voivat näyttää hukalta, mutta jos asiakas on valmis maksamaan enemmän lyhyestä toimitusajasta, ovatkin isot varastot arvoa lisääviä toimintoja. Arvon laskemisessa on otettava huomioon myös, onko asiakas nykypäivän asiakas vai tulevaisuuden (tuotekehityksen kautta tuleva) asiakas. Tulevaisuuden asiakas saattaa arvostaa eri asioita kuin nykypäivän asiakas. Nykypäivän asiakkaitakin on kolmessa kategoriassa: todella arvokkaat, keskittason asiakkaat, ja sellaiset, joita ei kannatta edes pitää. Asiakkaan tärkeys omalle yritykselle siis täytyy myös ottaa huomioon eri toimintojen arvoa laskettaessa. (Bicheno 2009, 18–19)

Hukkaa on kahta eri tyyppiä. Ensimmäinen tyyppi on sellainen toiminto, joka ei lisää arvoa, mutta on tuotteen valmistuksen kannalta oleellinen. Tällaista hukkaa kannattaa vähentää kyseistä toimintoa yksinkertaistamalla. Toinen hukan tyyppi on puhdas hylky. Tätä hukkaa vähennetään 5S-toiminnalla, työn standardisoinnilla, sekä laadun ja määrän vaihtelun vähentämisellä. Hukkaa voidaan joko poistaa tai ehkäistä. Hukan poistaminen tapahtuu nykyisiä prosesseja ja tuotteita kehittämällä. Hukan ehkäisy tapahtuu jo tuotteen valmistuksen suunnitteluvaiheessa. (Bicheno 2009, 20)

Lean-ajattelussa on alun perin ollut tunnistettavissa seitsemän hukkaa, jotka eivät tuo asiakkaalle lisäarvoa tuotteen valmistuksessa. Myöhemmin listaan on lisätty myös kahdeksas hukka.

Näistä ensimmäinen ja vakavin on *ylituotanto*, koska sillä on vaikutuksensa myös moneen muuhun hukkaan. Ylituotantoon lukeutuu myös liian aikaisin tehty tuote, ja ”varmuuden vuoksi” tehty tuote. (Bicheno 2009, 21)

Toinen hukka on *odotus*. Leanissa tuotannon sujuva virtaus on tärkeää. Jos jotain työvaihetta joudutaan odottamaan, vaikuttaa se kaikkiin muihin työvaiheisiin ja koko prosessin luotettavuuteen. Odottaminen lisää suoraan tuotteen läpimenoaikaa. (Bicheno 2009, 22)

Kolmas hukka on *ylimääräinen liike*. Tätä tapahtuu jokaisella työpisteellä, joka ei ole optimaalisesti suunniteltu työnkulun mukaisesti. Tähän hukkaan pyritään vaikuttamaan 5S-menetelmällä erityisesti. (Bicheno 2009, 22)

Neljäs hukka on *kuljetus*. Tämä pitää sisällään raaka-aineiden siirron varastosta toiseen ja tuotantokoneille. Kuljettamisen määrä on suoraan verrannollinen materiaalien vaurioitumisen todennäköisyyteen. Tästä syystä kuljetus täytyy tehdä harkiten ja varastot olisi sijoitettava mahdollisimman lähelle tuotantokoneita. (Bicheno 2009, 23)

Viides hukka on *yliprosessointi*. Tässä tuotteen valmistuksessa tehdään toimenpiteitä, joita ei tarvitse tehdä asiakkaan vaatimusten saavuttamiseksi. Myös vääränlainen prosessointi kuuluu tähän kategoriaan. Siinä tuotetta yritetään tehdä koneella, joka ei kyseisen tuotteen valmistukseen sovellu. (Bicheno 2009, 23)



Kuudes hukka on *varastointi*. Varastointi lisää laskennallista läpimenoaikaa, hidastaa ongelmien huomaamista tuotteissa, ja lisää tilan tarvetta. Raaka-aineiden varastointimäärä riippuu pitkälti toimittajien valmiuksista, väliavarastointi riippuu oman prosessin virtauksesta ja lopputuotteen varastointimäärällä tasoitetaan asiakasvaatimusten vaihtelua. Kaikkien näiden varastojen määrää kannattaa laskea hiljalleen siihen asti, että ongelmia alkaa ilmetä. Varastojen kokoa on turha pitää paljoo tätä ”kipurajaa” isompana. (Bicheno 2009, 23)

Seitsemäs hukka on *virheet ja niiden korjaus*. Laatuongelmat ovat sitä kalliimpia mitä pidemmälle ne valmistusketjussa ehtivät. Virheiden havaitsemiseen ja laadun ylläpitämiseen kannattakin panostaa, jotta laatu saavutetaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tuotantoa. (Bicheno 2009, 24)

Kahdeksas hukka on *hyödyntämätön potentiaali*. On puhdasta hukkaa olla käyttämättä ihmisten osaamista ja ideoita prosessin kehittämiseen. Ihmisten aloitteellisuutta pitää ruokkia ja ohjata oikeaan suuntaan selkeällä kommunikaatiolla ja tarpeiden ilmoittamisella. (Bicheno 2009, 24)

## **2.2 Lean-työkaluja**

Lean-menetelmä koostuu useista eri työkaluista, joita käyttämällä voidaan optimoida tuotantoprosessia. Menetelmässä keskitytään hukan vähentämiseen tuotantoprosessissa, jolloin jäljelle jää vain tuotteen valmistumisen kannalta oleellinen työsuorite. Tästä edelleen voidaan parantaa tehtaan tuottavuutta, oikea-aikaistamalla tuotteiden virtausta tehtaan sisällä. Tuotteiden kulkiessa prosessissa sujuvasti mahdollisimman vähillä katkoilla ja asiakkaan vaatimukset täyttävällä laadulla, saadaan toiminnasta paras hyöty irti. Seuraavassa käydään läpi muutamia Lean-työkaluja, jotka osaltaan liittyvät kohdassa 3.2 selitettyyn 5S-menetelmään.

## **Imuohjaus ja Kanban**

Imuohjauksessa työvaiheelle annetaan merkki seuraavasta työvaiheesta silloin, kun lisää tuotetta tarvitaan. Imuohjauksen hyötynä on vähäinen keskeneräisen tuotannon määrä, koska tuotetta valmistetaan vasta, kun seuraava vaihe sitä tarvitsee. Tämä johtaa parempaan laatuun, koska vähäinen keskeneräisen tuotannon määrä ei kestä laatuvirheitä ja laatuongelmat täytyy korjata välittömästi. Imuohjauksen yhtenä hyötynä on myös parantunut tuotannon virtaus. Imuohjauksen voi ottaa käyttöön vasta, kun on pienennetty kysynnän vaihtelua, lyhennetty vaihtoaikoja, tasoitettu työnkulkua työn standardisoinnilla, vakiinnutettu laatu hyvälle tasolle, ja vähennetty konerikkojen aiheuttamat keskeytykset minimiin. (Bicheno 2009, 148) Suurimpaan osaan näistä voidaan vaikuttaa juuri 5S-menetelmällä.

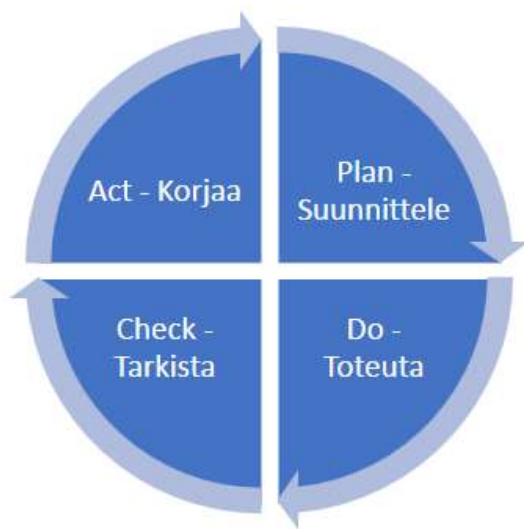
Kanban tarkoittaa visuaalista signaalia tai korttia. Se on merkinantoväline osana imuohjausta. Kortilla voidaan ilmaista tuotteen valmistuksen tarve laittamalla kortti Kanbantaululle. Taulussa on jokaiselle työvaiheelle oma lokeronsa, jolloin samalla korttia käytetään työnkulun seuraamiseen, kun korttia siirretään taululla sen hetkisen työvaiheen kohdalle. Taulusta näkee helposti myös valmistuksen pullonkaulat, jos jonkun valmistusvaiheen kohdalle alkaa kerääntyä useampia kortteja. (Bicheno 2009, 149)

## **JIT eli juuri oikeaan aikaan**

Just-In-Time -tuotantotavassa tuote pyritään valmistamaan juuri silloin, kun asiakas sitä tarvitsee. Tämä metodi onkin osittain samankaltainen imuohjauksen kanssa. JIT:n tavoite on nollavarastot, nopea läpäisy aika, virheetön ja sujuva tuotanto, sekä hukan minimointi (Logistiikan maailma, 2018). Tässä menetelmässä tuotteen valmistusaika on tiedettävä tarkkaan, jotta valmistus aloitetaan oikeaan aikaan. Valmistusajan ennustettavuus paranee 5S-menetelmän käyttöönoton myötä, koska siinä työympäristön järjestämisen lisäksi pyritään hyvien työohjeiden avulla vakiinnuttamaan työtavat yhteneviksi eri työntekijöiden välillä. 5S-menetelmän käyttöönotto onkin yksi Just-In-Time -tuotannon edellytyksistä.

## Kaizen eli jatkuva parantaminen

Kaizen ei ole pelkästään työkalu, vaan myös filosofia. Jatkuva parantaminen on yksi Lean-toimintamallin tärkeimmistä työkaluista, koska maailman muuttuessa – pitää muuttua myös itse. Jatkuvan parantamisen mallissa prosessia kehitetään, ja saavutettu taso standardisoidaan uudeksi perustasoksi, josta lähdetään uudelleen kehittämään prosessia. Tässä ideassa kehitys ei koskaan pysähdy, vaan sitä jatketaan hamaan loppuun asti. Ohjeita jatkuvaan parantamiseen ovat esimerkiksi: työntekijöiden kekseliäisyyden kehittäminen, ongelmien juurisyiden etsiminen (ongelmaa ei korjata pelkästään pinnallisesti), työvaiheen kyseenalaistaminen (tarvitseeko työvaihetta tehdä ollenkaan vai voiko sen sivuuttaa kokonaan tai osittain, tai yhdistää toiseen työvaiheeseen). Kun henkilö on omaksumunut Kaizen-ajattelutavan, miettii hän koko ajan miten ympäröivää työtä voisi parantaa. Jatkuvaan parantamiseen liittyy keskeisesti PDCA (Plan-Do-Check-Act) -ympyrä (kuvio 1), jonka vaiheet ovat kehittämisen suunnittelu, toteutus, tuotoksen tarkistus, ja tuloksen perusteella tehtävät korjaustoimenpiteet.



KUVIO 1. PDCA-ympyrä

## TOC eli esteiden teoria

TOC-teoria (Theory of Constraints) on systeemin suorituskykyä rajoittavien esteiden hallintaan perustuva ohjaus- ja johtamismalli (Six sigma, 2018). Teorian perusidea on, että jokaisessa prosessissa on joku työvaihe, joka kasvattaa koko prosessin läpimenoaikaa. Onkin siis tärkeä tunnistaa mikä prosessin työvaiheista toimii tuotannon rajoitteena ja keskittää parannustoimenpiteet (esim. 5S) siihen osa-alueeseen. Myös tuotannonohjaus on järkevintä suunnitella hitaimman vaiheen mukaan, jottei turhaa välivarastoa pääse ker-

tymään, vaan tuotteiden virtaus on jatkuvaa. Välivarastoinnissa on aina tuotteiden vauri-  
oitumisen ja laadun huononemisen vaara. Prosessin pullonkaulat löytyvät, kun koneita  
ajetaan täydellä vauhdilla. Pullonkaulojen visuaaliseen havainnointiin Kanban-taulu on  
hyvä apuväline. Siinä näkee heti missä kohtaa prosessikulkua valmistettavien tuotteiden  
läpimeno hidastuu.

### 3 5S-MENETELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

Seuraavassa esitellään hieman investointikohteena ollutta konelinjaa, sekä käydään läpi 5S-menetelmän vaiheet teoriassa ja käytännössä.

#### 3.1 Pe 4 -linja

Pe 4 on paperinjalostukseen käytettävä liima- ja extruusiolaminointilinja, jossa tuotetaan monikerroslaminaattia erilaisia materiaaleja yhdistämällä. Alkuperäinen kone on rakennettu Valkeakoskelle 1970-luvun alkupuolella ja vuonna 1983 kone siirrettiin nykyiselle paikallensa. Kone oli pitkään rakenteeltaan kohtuullisen yksinkertainen. Sen pääkomponentit olivat kiinnirullain, kolme aukirullauspukkia, yksi extruuderit ja liimalaminointiryhmä, sekä lakkasivelyryhmä kuivausuuneineen. Vuonna 2009 koneeseen lisättiin isoimpina muutoksina toinen extruuderit, sekä painoyksikkö. Yhdessä muiden muutosten kanssa koneen pituus suunnilleen tuplaantui. Nykyisellään kone onkin varsin iso kokonaisuus, jossa on monia erilaisia osa-alueita ja koneen käyttämiseen tarvitaan kolme työntekijää.

Vuoden 2017 lopulla alettiin koneelle tekemään viimeisintä investointia, jossa koneen ohjausjärjestelmä uusittiin, sekä koneen aukirullauspukkeja ja muita järjestelmiä päivitettiin. Tässä yhteydessä myös koneen turvalaitteisto päivitettiin vastaamaan nykyajan standardeja.

Walkilla on vuonna 2011 otettu käyttöön Lean-menetelmä ja tuotantokoneilla on siitä lähtien ollut käytössä myös 5S-menetelmän mukaisia oppeja. Aiemmin tehtaalla ylläpidettiin samankaltaista suomalaista TUTTAVA-järjestelmää. Koneelle on 2011 siis tehty osittainen 5S, mutta sen puutosten ja koneen layoutin muutoksien vuoksi 5S oli syytä suunnitella ja toteuttaa uudelleen.

Laminointilinjan konetuntihinta on sen verran korkea, että hukaksi laskettavaan laadunvaihto- ja kunnossapitoaikojen lyhentämiseen on syytä kiinnittää huomiota. Lyhentäminen onnistuu työkalujen ja tarvikkeiden oikealla sijoittelulla, ja operaatioiden etukäteen suunnittelulla. Näihin 5S-menetelmä onkin oikea työkalu, koska siinä keskitytään juuri tekemisen optimointiin.

## 3.2 5S-menetelmä

5S-menetelmä on japanilaisen Hiroyuki Hiranon kehittämä organisointimenetelmä, jolla järjestetään tuotantoympäristö toimivammaksi. 5S:n avulla päästään eroon turhista tavaroista, ja sillä autetaan ylläpitämään järjestelmällistä ja siistiä tuotantoympäristöä.

5S-menetelmä ei ole vain kertaluontoisesti suoritettu siivousohjelma, vaan päivittäiseen työntekoon kuuluva toimintamalli. Siinä luodaan pohja järkevälle työnteolle, ja selkeän ohjeistuksen avulla jatketaan työn ja ympäristön parantamista. 5S-menetelmä perustuu paljolti visuaalisuuteen ja asioiden yksinkertaistamiseen. Työpisteillä pidetään mahdollisimman vähän työkaluja ja tarvikkeita, ja sijoitellaan ne siten, että ne ovat helposti saatavilla ja selkeästi nähtävillä. Työn kulkua, ja sen tekijöitä ohjataan yksiselitteisillä maalauksilla, ja merkinnöillä.

Tuotantoympäristön parantaminen toteutetaan seuraamalla 5S-menetelmän vaiheita askel kerrallaan. Tällöin pyritään järjestelmällisesti poistamaan ylimääräinen tekeminen prosessista, jolloin jäljelle jää ainoastaan tarpeelliset suoritteet. Seuraavassa ovat työvaiheet toteutusjärjestyksessään selitettynä.

### **Sorteeraus**

Sorteerauksessa työpisteeltä poistetaan kaikki tavarat, joita ei työn tekemiseen kyseisellä työpisteellä tarvita. Usein työpisteille kertyy tavaroita ja työkaluja, joita joku on jossain erikoistilanteessa siinä käyttänyt yksittäisen työn suorittamiseen. Tällaiset harvoin käytetyt tavarat kuitenkin vievät tilaa työskentelyalueelta, aiheuttavat mahdollisen turvallisuusriskin (esim. kompastuminen), ja toimivat kannusteena tavarain keräämiseen edelleen. Sen vuoksi onkin tärkeätä pitää työpisteillä vain niitä tarvikkeita, joilla työ normaali-tilanteessa saadaan tehtyä. Tällä tapaa saadaan työympäristöä selkeytettyä ja poistettua ylimääräisiä esteitä, jolloin esim. kommunikointi työntekijöiden välillä helpottuu. Yleisesti käytetty sorteeraustapa on puna-laputus. Siinä harvoin käytetyt työkalut ja tarvikkeet kerätään erilliselle alueelle, jossa niiden tarve arvioidaan käyttäen kolmea kriteeriä: työkalun käyttökelpoisuus sille tarkoitettuun työhön, kuinka usein työkalua tarvitaan, ja kuinka monta niitä kyseisessä kohteessa tarvitaan. Tämän arvioinnin jälkeen työkalu joko säilytetään, mutta siirretään samaan paikkaan muiden harvemmin käytettyjen työkalujen kanssa, tai työkalu poistetaan kokonaan. Arvioinnin yhteydessä työkalu voidaan myös

korvata paremmin työhön soveltuvalla työkalulla, jos tähän nähdään tarvetta. (Productivity press 1996, 42)

### **Systematisointi**

Systematisoinnissa, edellisessä vaiheessa tarpeelliseksi todetut työkalut järjestetään paikoille, joista niitä on helppo käyttää. Samalla paikat merkataan, jotta työkalut olisivat helppo löytää, ja palauttaa paikoilleen. (Productivity press 1996, 46) Tämä vaihe on aina syytä suorittaa samassa sorteerausvaiheen kanssa, jolloin työkalut löytävät heti oikean paikkansa. Tämä vaihe pitää sisällään myös esim. alueiden merkkauksen lattiamaalauksilla, roskakorien/konttien paikoituksen, säilytysjärjestelmien rakentamisen, sekä informaatiojärjestelmän (ilmoitustaulut, näyttöpäätteet, yms.) luomisen. Systematisoinnissa tukeudutaan hyvin voimakkaasti visuaaliseen ohjaukseen, jolloin pelkällä vilkaisulla näkee, onko joku tavara oikeassa paikassa tai mikä esimerkiksi on seuraava työvaihe. Työkalujen ja tarvikkeiden paikoituksessa on syytä ottaa huomioon kyseisten työkalujen käyttötaajuus. Usein käytetyt työkalut laitetaan lähelle niiden käyttöpaikkaa, ja harvoin käytetyt työkalut laitetaan kauemmaksi käyttöpaikasta työpisteen selkeyttämiseksi.

### **Siivous**

Siivouksessa lattiat ja koneet putsataan, ja varmistetaan että ne myös pysyvät puhtaana. Puhtaana pysymisen varmistamiseksi paikkojen siivous on syytä sisällyttää päivittäisiin rutiineihin, sekä järjestää säännöllinen viikkosiivous. Paikkojen puhtaana pysymiseksi kannattaa kehittää myös tapoja, joilla estetään tavaroiden kertyminen ja paikkojen likaantuminen. Siistissä tehdasympäristössä on helpompi huomata vuodot ja koneen epänormaali toiminta, ehkäisten mahdollisesti kalliita konerikkoja. Myös työturvallisuus paranee huomattavasti, kun lattioilla ei ole pölyä ja muuta likaa. Siisti ympäristö johtaa myös parempaan laatuun ja työntekijöiden parempaan työhyvinvointiin.

### **Standardisointi**

Standardisointi on tapa ylläpitää edellisiä vaiheita. Siinä määritellään yhteiset säännöt työpisteeseen kuuluvista työkaluista, siivousaikatauluista ja työtavoista. (Productivity press 1996, 82) Se asettaa siisteydelle ja järjestykselle eräänlaisen pohjatason, joka nousee samalla kun ympäristö ja tekeminen paranevat seuraavan vaiheen eli seurannan myötä.

### **Seuranta**

Seuranta ei tarkoita niinkään käyttämistä, vaan sitä, että sovitut käytännöt otetaan tavaksi ja jatketaan prosessin kehittämistä edelleen. 5S-menetelmän viimeinen vaihe tuntuukin alkuun vaikeimmalta, koska se edellyttää kaikilta muutosta edelliseen verrattuna. Tämä vaihe vaatii myös työnjohdolta sitoutumista asioiden kehittämiseen, jotta työntekijät pysyvät motivoituneina oman työnsä kehittämiseen.



### 3.3 Käytännön toteutus Pe 4 -linjalla

Käytännön toteutus aloitettiin kartoittamalla alkutilannetta ennen investoinnin alkamista ja koneen purkua. Alkutilanne tallennettiin valokuvaamalla työpisteitä, sekä niiden työkaluja ja tarvikkeita (KUVA 1). Kaikista työpisteillä käytetyistä työkaluista tehtiin myös luettelot, joita voitiin käyttää vertailupohjana uutta järjestelmää luotaessa.



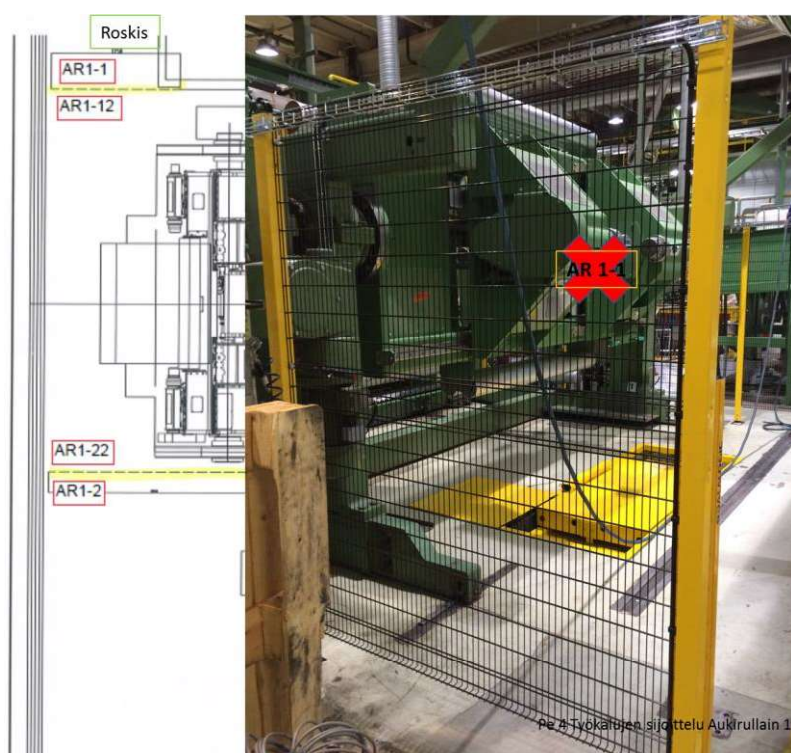
KUVA 1. Lakka-aseman työkalutaulu ennen investointiprojektia

#### Sorteeraus

Tässä projektissa ei tehty perinteistä punalaputusta, koska työ tehtiin koneen uudistamisen yhteydessä, ja kaikki työkalut oli poistettava koneen työpisteiltä muutosten tieltä. Sen sijaan koneen miehistö keräsi työkalut yhteen laatikkoon ennen remontin alkua, ja remon- tin ollessa loppuillaan työkaluja tuotiin takaisin koneelle tarpeen mukaan. Työkalujen tarpeellisuutta käyttökohteessaan mietittiin alustavasti jo alkukartoituksessa suoritetun työkalujen luetteloinnin yhteydessä. Lopullinen arviointi suoritettiin systemisointivaiheen yhteydessä, kun nähtiin, minne uudet työkalutaulut saadaan sijoitettua.

## Systematisointi

Tämä vaihe aloitettiin siinä vaiheessa, kun konetta oltiin saattamassa käyntikuntoon ja suurin osa turva-aidoista ja rakenteista oli jo paikoillaan. Ensimmäisenä työpisteiden työkalutauluille määritettiin paikat. Paikkojen valintaan vaikutti jonkin verran koneen rakenteiden aiheuttamat haasteet, mutta taulut pyrittiin sijoittamaan niin lähelle työpisteitä kuin oli mahdollista. Määrittelyistä paikoista otettiin valokuvat ja merkattiin ne koneen layout-piirustukseen. Näiden avulla sijoittelusta koostettiin kuvalliset ohjeet (KUVA 2) asennuksen helpottamiseksi, jolloin jokaisen taulun suunniteltua paikkaa ei tarvinnut käydä erikseen kertomassa asennuksen suorittaneille kunnossapitomiehille.



AR 1-1 (aidan ulkopuoli): 700x200 taulu

- Puukko
- Nopon ulosvedin
- Lusa
- Lattiaharja
- Roskis lattialle viereen

KUVA 2. Esimerkkisivu kuvallisista ohjeista

Tauluihin sijoitetut työkalut valittiin siten, että jokaisella työpisteellä on vain ne työkalut, joita siellä tarvitaan. Harvoin käytetyt työkalut sijoitettiin työkalulaatikostoon, jonka pöytä-taso toimii samalla kaavariterien leikkauspaikkana. Työkaluvalinnoissa apuna käytettiin myös koneen käyttäjien asiantuntemusta eri työpisteiden työkalutarpeista. Erilaisten työtapojen vuoksi kaikkien tarvikkeiden sijoitteluun ei voi kuitenkaan kysyä kaikkien mielipiteitä, koska toisenlainen työjärjestys vaatii toisenlaista työkalujen sijoittelua. Työtapoja täytyykin yhtenäistää ohjeistuksen avulla.

Seuraavaksi tehtiin suunnitelma lattiamaalauksista, joilla merkataan raaka-aineiden, tarvikkeiden ja varoalueiden sijainnit. Määrittelyistä paikoista otettiin taas kuvat, joiden avulla tehtiin kuvalliset ohjeet maalauksen suorittamiseksi. Maalauksessa käytettiin Walkin oman ohjeistuksen mukaisia värejä. Alueiden rajojen merkkauksen lisäksi maalattiin lattiaan myös tekstit ilmoittamaan valoverhon vaikutusalueesta extruuderien, aukirullaimen, ja kiinnirullaimen yhteydessä.

### **Siivous**

Projektin alkaessa koneelta kerättiin pois kaikki työkalut ja tarvikkeet. Samalla irrotettavista koneenosista maalausta tai kunnostusta kaipaavat siirrettiin omaan paikkaan, ja poistettavat eri paikkaan. Koneen uudistamisen edetessä konemiehistö teki perusteellisen siivouksen, sekä maalasi koneen kuluneita pintoja uudelleen koneen ulkonäön parantamiseksi. Maalattut, siistit pinnat on myös helpompi pitää puhtaana jatkossa. Koneella käydään joka viikko jäähdytyksen ja lämmityksen yhteydessä läpi viikkosiivouslista kaikkien paikkojen puhtaana pitämiseksi. Siisteyden parantamiseksi on kaikille tarvikkeille pyritty asentamaan säilytysteline, jolloin ne eivät ole lojumassa lattioilla aiheuttamassa epäjärjestystä.

### **Standardisointi**

Osana standardisointia työkalutauluille annettiin omat tunnuksensa (AR 1-1, Ext 2-1, jne.), joihin voidaan viitata esim. huomattessa joku epäkohta kyseisessä taulussa. Tunnukset merkattiin jokaisen taulun oikeaan ylänurkkaan ja taulut luetteloidtiin sijaintitietoineen Excel-taulukkoon. Lisäksi valmiista tauluista otettiin kuvat ja tehtiin kuvakooste, jota voidaan käyttää tuleviin 5S-viikkosiivouksiin referenssinä työkalujen järjestyksen osalta. Iso osa standardisointia ja jatkuvan parantamisen kehittäminen jää konelinjan päivämestarin vastuulle, koska se ei aikataulullisesti opinnäytetyöhön sopinut.

### **Seuranta**

Myöskään seuranta-osuus ei aikataulullisesti sovi opinnäytetyön sisältöön, ja jää konelinjan päivämestarin vastuulle. Tämä on kuitenkin 5S:n tärkein vaihe, koska se pitää sisällään konelinjan siisteyden ja järjestyksen ylläpitämisen lisäksi myös toimintatapojen jatkuvan kehittämisen. Walkin Valkeakosken tehtaalla käytetään yhtenä menetelmänä päivittäisjohtamista, joka konepalaverien ja esimiesten päivittäisten palaverien myötä tukee myös 5S:n kehittämistä, koska sitä kautta saa nopeasti muidenkin konelinjojen tietoon

prosessiin liittyvät hyvät innovaatiot. Myös havaittujen hyvien ja huonojen toimintatapojen vieminen muille konelinjoille tapahtuu nopeasti näiden palaverien kautta. Niin kauan, kun konelinja pysyy siistinä ja järjestyksessä, voidaan olettaa myös tuotteiden laadun pysyvän kohdallaan. Jos tämän lisäksi saadaan myös toimintatapoja kehitettyä uusilla innovaatioilla, saadaan samalla koneen tuottavuutta ja työntekijöiden työhyvinvointia parannettua.

### 3.4 Työn tulokset

Yleisesti konelinjaa tarkasteltaessa opinnäytetyön tuloksena on selkiytynyt työympäristö. Tämä on toteutunut ylimääräisen tavaran poistamisella. Aikaisemmin ”tuottamattomat” alueet sisälsivät sekalaista tavaraa ja näyttivät monin paikoin epäsiistiltä (KUVA 3). Periaatteessa tämän pitäisi vaikuttaa myös työturvallisuuteen, mutta sitä on vaikea todentaa, koska koneella työtaturmat ovat olleet hyvin harvinaisia. Työympäristöä on yksinkertaistettu, ja maalauksilla sekä merkinnöillä on haettu paikoille pysyvyyttä. Opinnäytetyön aikana otettuja valokuvia, sekä niistä tehtyjä yhteenvetoja ja ohjeita voidaan käyttää esimerkkinä konelinjan siisteystason ja järjestyksen ylläpitämisessä. Myös opinnäytetyön aikana tehtyjä taulukoita voidaan käyttää jatkuvan parantamisen tukena.

Tarkemmin työn tuloksia päätettiin tutkia kahdella eri tapaa. Teettämällä konemiehistölle kysely työolosuhteista ja niiden mahdollisista muutoksista, sekä tutkimalla koneella tapahtuvien laadunvaihtoaikojen keskimääräisen keston kehittymistä. Nämä valittiin kehityksen mittareiksi, koska näihin asioihin 5S-menetelmän pitäisi vaikuttaa eniten.



KUVA 3. Sekalaista tarviketta

### 3.4.1 Kysely työolosuhteiden muutoksista

Prosessimiehistöille päätettiin tehdä kysely mahdollisista työolosuhteiden muutoksista verrattuna investointiprojektia edeltävään aikaan. Kyselykaavakkeita jaettiin 18:lle henkilölle, jotka työskentelevät konelinjalla, leikkurimiehistö mukaan lukien. Näistä 12 henkilöä vastasi kyselyyn, vastausprosentin ollessa 67 %. Kesälomakauden vallitessa kaikkia koneella työskennelleitä henkilöitä ei saatu kyselyn piiriin. Kyselyssä kysyttiin viisi kysymystä vastausvaihtoehdoilla ”kyllä”, ”ei”, ”ei osaa sanoa”, sekä viisi kysymystä vastausvaihtoehdoilla ”kyllä”, ”ei”, ”ei vaikutusta”, riippuen kysymysten laadusta. Kysely suoritettiin mahdollisimman yksinkertaisena vastaamisen houkuttelevuuden lisäämiseksi. Kyselyn tulokset ovat liitteessä 1.

Ensin kysyttiin kysymyksiä nykytilanteesta, josta ensimmäinen kysymys oli ”Onko työkalutauluja riittävästi”. Tähän vastanneista 92 % piti työkalutaulujen määrää riittävänä ja 8 % oli sitä mieltä, että tauluja voisi olla lisää. Voidaan siis pitää työkalutaulujen määrää riittävänä.

Toinen kysymys kuului ”Onko työkalut ja tarvikkeet sijoitettu käytön kannalta järkeviin paikkoihin”. Tähän kysymykseen tuli jo vähän hajontaa vastauksissa, enemmistön ollessa kuitenkin sitä mieltä, että työkalut ovat järkevillä paikoilla. ”Kyllä” -vastasi 75 %, ”ei” -vastasi 8 % ja 17 % ei osannut sanoa ovatko työkalut järkevillä paikoilla. Suurin osa siis pitää työkalujen paikkaa oikeana, mutta osa tuntuisi olevan niiden sijoittelusta eri mieltä, tai vähintäänkin epävarmoja paikkojen järkevyydestä.

Kolmas kysymys oli ”Onko työkalut ja tarvikkeet hyvin merkattu”. Tämä oli ainoa kysymys, johon vastattiin yksimielisesti ”kyllä”. Ainakin työkalujen ja tarvikkeiden merkkaus on siis onnistunut, ja selkeä.

Neljäntenä kysyttiin: ”parantaako järjestelmällinen ympäristö työhyvinvointia”. Nykytilanteesta kysyttäessä, kysymyksessä on tehty olettaus, että ympäristö olisi nyt järjestelmällinen. Jälkeenpäin ajateltuna, vastaukset voivat olla harhaanjohtavia, jos nykytilanne ei olekaan oikeasti järjestelmällinen, mutta vastaajat kuitenkin vertaavat siihen vastauksissaan. Tässä 67 % vastasi ”kyllä”, 17 % vastasi ”ei”, ja 17 % ei osannut sanoa. Iso osa

työntekijöistä kuitenkin oli sitä mieltä, että ympäristön järjestelmällisyydellä on positiivinen vaikutus työhyvinvointiin.

Viides kysymys oli ”Puuttuuko konelinjalta tarpeellisia työkaluja tai tarvikkeita”. Tähän kysymykseen alle puolet, eli 42 % oli sitä mieltä, ettei puutu työkaluja tai tarvikkeita. 17 % oli sitä mieltä, että työkaluja puuttuu, ja 42 % ei osannut sanoa. Tässä oli yllättävää, että noin moni ei osannut sanoa puuttuuko jotain tarpeellisia tarvikkeita konelinjalta. Tämä saattaa johtua siitä, että työntekijöillä on konelinjalla omat työskentelyalueensa ja välttämättä ei tiedetä mitä tarvikkeita toisen työntekijän alueella tulisi olla. Asiaan täytyy kuitenkin kohdistaa huomiota, koska osa työntekijöistä oli sitä mieltä, että tarpeellisia työkaluja puuttuu.

Seuraavaksi kysyttiin kysymyksiä verrattuna investointiprojektia edeltävään aikaan. Näistä ensimmäiseksi kysyttiin ”Onko työkalut ja tarvikkeet helpompi löytää nykyään”. Puolet vastaajista piti työkaluja ja tarvikkeita helpommin löydettävänä, 33 % oli sitä mieltä, ettei järjestelyllä ole ollut vaikutusta löydettävyyteen ja 17 % vastasi löydettävyyden huonontuneen. Kokonaisuutena voisi kuitenkin sanoa tarvikkeiden löytämisen helpottuneen.

Toinen näistä kysymyksistä oli ”Palautuuko työkalut paremmin paikalleen kuin ennen”. Myös tähän vastanneista puolet olivat sitä mieltä, että työkalut palautuvat paremmin paikalleen. 42 % oli sitä mieltä, että järjestelyllä ei ole ollut vaikutusta, ja vain 8 % oli sitä mieltä, etteivät työkalut palaudu paremmin paikalleen. Yleisesti voisi olettaa, että työkalut jäävät harvemmin lojumaan ympäriinsä, jos niille on selkeästi merkitty omat paikat ja kyselyn vastaukset tätä ajatusta tukevatkin.

Kolmantena kysyttiin ”Helpottaako järjestyksessä olevat työkalutaulut työn tekemistä”. Tähän 75 % vastasi ”kyllä”, 17 % vastasi ”ei vaikutusta”, ja vain 8 % vastasi ”ei”. Suurin osa siis oli sitä mieltä, että järjestyksellä on työtä helpottava vaikutus. Oman kokemuksen mukaan on paljon helpompaa tehdä töitä, jos tietää tarkkaan mistä kaikki välineet löytyvät.

Viimeisenä kysyttiin vastaajien mielteitä konelinjan turvallisuudesta. Ensimmäinen kysymys oli ”Vaikeuttaako uudet suojajärjestelyt (aidat, valoverhot) työntekoa”. Suurin osa

eli 75 % vastaajista piti lisääntyneitä suoja järjestelyjä työntekoa vaikeuttavina toimenpiteinä ja 25 % oli sitä mieltä, ettei suoja järjestelyjen lisääntyminen vaikeuta työntekoa. Tämä oli oikeastaan aika odotettu reaktio, koska koneen ympäristössä on ennen ollut vaarpampaa liikkua, ja suoja-aitojen lisääminen on johtanut joidenkin töiden tekemiseen toisin kuin ennen. Ennen moni asia on ollut helpompi tehdä, mutta työn tekeminen on vaatinut miehistöltä tarkempaa keskittymistä, ja ymmärrystä koneen vaaran paikoista. Nykyään kaikki vaaralliset paikat on eristetty turva-aidan sisälle, tai muulla tavoin estetty pääsy niille alueille koneen käydessä.

Toinen kysymys oli ”Onko konelinjalla työnteko turvallisempaa nykyään”. Tähän 42 % piti turvallisuuden parantuneen ja saman verran vastaajista oli sitä mieltä, ettei toimilla ole ollut vaikutusta turvallisuuteen. 17 % vastaajista oli sitä mieltä, että nykyään ei ole turvallisempaa. Kysymyksen asetteluun on tässä tullut pieni virhe, koska vastaukset ”ei” ja ”ei vaikutusta” voidaan oikeastaan tulkita samaksi, eli työnteko ei ole turvallisempaa kuin ennen. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että työnteko olisi turvattomampaa kuin ennen.

Kaikkiin kyselytutkimuksen kysymyksiin tuli enemmän positiivisia kuin negatiivisia vastauksia. Tämä voitaisiin tulkita siten, että konelinjalla asiat ovat hyvällä mallilla nykyään. Kysymyksiin, joissa verrattiin nykytilannetta investointia edeltävään aikaan, puolet vastaajista arvioi asioiden parantuneen.



### 3.4.2 Laadunvaihtoaikojen analysointi

5S-järjestelmän käyttöönoton pitäisi teorian mukaan lyhentää laadunvaihtoajoja, koska vaihdoissa käytettävät työkalut ovat tarkassa järjestyksessä lähellä niiden käyttöpaikkaa. 5S-järjestelmään kuuluu myös kaiken tekemisen ohjeistaminen siten, että työ tehdään mahdollisimman nopeasti ilman ylimääräisiä liikkeitä. Tällä ajatusmallilla laadunvaihtoajoissa olisikin pitänyt näkyä jonkunlaista parantumista opinnäytetyön valmistuttua. Todellisuudessa keskimääräiset laadunvaihtoajat ovat olleet pidempiä kuin ennen investointia.

Laadunvaihtoaikojen tarkempi analysointi osoittautuikin astetta haasteellisemmaksi useiden vaihtoaikaan vaikuttavien muuttujien vuoksi. Ensinnäkin koneeseen tehtyjen muutoksien jälkeen ajoon ja laadunvaihtoon liittyviä asioita on jouduttu opettelemaan uudelleen, joka on osaltaan varsinkin alussa pidentänyt myös vaihtoajoja. Koneella ajettava tuotevalikoima on myös varsin laaja, yksinkertaisesta liimalaminoinnista – monikerros-laminaatteihin. Näin ollen laadunvaihdot vaihtelevat helposta ja nopeasta – monimutkaiseen ja hitaaseen, kestoltaan kymmenestä minuutista – muutamaan tuntiin. Ajettavien tuotteiden jaksottamiseen ja siten tuotannon sujuvuuteen on tuotannosuunnittelulla iso roolinsa, jotta laadunvaihdot saadaan pidettyä mahdollisimman yksinkertaisina esimerkiksi ajattamalla samantyyppisiä ajoja peräkkäin. Toinen tuotannon sujuvuuteen ja tuotannosuunnitteluun vaikuttava asia on koneella tehdyt työaikamuodot. Vaihtoaikojen tarkasteluvälillä tammikuu 2017 – syyskuu 2018 tehtiin koneella kolmea eri työaikamuotoa (TAM 35, TAM 36 ja TAM 37) vaihtelevasti, joilla on erilainen vaikutuksensa myös vaihtojen määrään. Varsinkin jatkuvassa työaikamuodossa (TAM 37) ei tarvitse huomioida koneen jäähtymisen ja lämmityksen vaikutuksia tilausten ajojärjestykseen, jolloin ajosuorat voidaan ajaa järkevämmiin lävitse eikä ylimääräisiä vaihtoja tule. Tällöin pystytään ajojärjestys suunnittelemaan myös siten, että ajojen väliset laadunvaihdot ovat mahdollisimman yksinkertaisia ja lyhyitä.

Laadunvaihtoajoja analysoitiin laskemalla ensin kuukausikohtaisesti laadunvaihtoajat yhteen ja jakamalla vaihtoaika vaihtojen kappalemäärällä, saaden tulokseksi keskimääräinen laadunvaihtoaika kuukautta kohden. Tulokset ovat esiteltyinä taulukossa 1. Tarkasteluun otettiin koko vuosi 2017 ja 2018 vuodesta otettiin ensimmäiset yhdeksän kuukautta. Koko vuonna 2017 tehtiin laadunvaihtoja yhteensä 708 tuntia, 52 minuuttia ja 34

sekuntia. Vaihtoja oli yhteensä 524 kpl, keskimääräisen vaihtoajan ollessa 1 tunti, 20 minuuttia ja 41 sekuntia. Vuonna 2018 vaihtoja on tehty syyskuun loppuun mennessä yhteensä 407 tuntia, 11 minuuttia ja 39 sekuntia. Vaihtoja oli yhteensä 186 kpl, keskimääräisen vaihtoajan ollessa 2 tuntia, 15 minuuttia ja 42 sekuntia. Keskimääräinen vaihtoaika on siis pidentynyt 55 minuuttia ja 1 sekuntia vuodenvaihteessa tehdyn investoinnin jälkeen. Tarkastelujakson nopein keskimääräinen vaihtoaika on ollut 2017 marraskuussa, ajan ollessa 1 tunti ja 53 sekuntia. Tarkastelujakson hitain vaihtoaika 2 tuntia, 48 minuuttia ja 22 sekuntia on ollut vuonna 2018 heti ensimmäisenä kuukautena investointimuutosten jälkeen. Tässä vaiheessa 5S-järjestelyjä ei kuitenkaan oltu saatettu lähellekään loppua, eikä koneen työympäristö muutenkaan ollut vielä lähellekään normaalia. Vaihtojen yhteydessä tehtiin myös paljon kunnossapidollisia töitä, jotka pidensivät vaihtoaikaa osaltaan.

Taulukko 1. Vaihtoaikojen vertailu

Kuukausi	Vaihtoaika (h/yht)	Vaihtoaika (%/seisokeista)	Vaihtoja (kpl)	Vaihtoaika (avg/kpl)
tammi.17	64:37:02	20,3	53	1:13:09
helmi.17	57:51:21	22,1	39	1:29:01
maalis.17	59:39:05	20,1	49	1:13:03
huhti.17	54:33:05	16,5	41	1:19:50
touko.17	90:08:45	45	64	1:24:31
kesä.17	74:33:20	26,3	52	1:26:02
heinä.17	76:12:23	24,3	51	1:29:39
elo.17	70:04:03	22,2	49	1:25:48
syys.17	73:53:20	25,4	50	1:28:40
loka.17	48:46:45	16,1	38	1:17:01
mar- ras.17	38:33:25	9,8	38	1:00:53
joulu.17	Seisokki			
tammi.18	Seisokki			
helmi.18	44:53:52	9	16	2:48:22
maalis.18	65:48:25	14,2	24	2:44:31
huhti.18	52:42:30	12,7	35	1:30:21
touko.18	42:32:00	9,6	22	1:56:00
kesä.18	56:54:55	13,3	27	2:06:29
heinä.18	45:37:35	10,7	22	2:04:26
elo.18	43:16:35	11,2	18	2:24:15
syys.18	55:25:47	15,2	22	2:31:10

yht 2017	708:52:34		524	1:20:41
yht 2018	407:11:39		186	2:15:42

Laadunvaihtoaikojen vertailu ei siis ole aivan yksiselitteinen, jokaisen vaihdon ollessa erilainen tuoterakenteiden ja olosuhteiden vaihdella. Näyttäisi kuitenkin siltä, että keskimääräiset laadunvaihtoajat ovat pidentyneet investointiremontin jälkeen huomattavasti. Syy tähän löytyy ainakin osittain konelinjaan tehdyistä muutoksista, ja töiden uudelleen opettelemisesta tämän vuoksi. Kokonaisvaihtoajat ovat lyhentyneet tänä vuonna vaihtojen kappalemäärän vähentymisen vuoksi. Tämä johtuu mahdollisesti ajosuorien järjestyksistä, sekä jakamisesta tasaisemmin konelinjojen välillä.

Laadunvaihtoajat ennen, ja jälkeen investointia eivät kovin vertailukelpoisia näytä olevan, joten kehityksen mittariksi tämä ei varsinaisesti sovellu. Tästä kuitenkin voidaan päätellä, että jos keskimääräiset vaihtoajat saadaan samalle tasolle kuin ennen investointia, niin kokonaisvaihtoaikaan tulee iso parannus, ja tuotannon tehokkuus saadaan sitä kautta paremmalle tasolle.

## 4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Walkin Pe 4 -konelinjalla oli vuoden 2017 lopulla tulossa iso investointi, jossa tehtiin paljon muutoksia koneen ympäristöön. Investoinnin myötä koneen eri osatoimintojen käyttökelpoisuus oli myös tarkastelun alla. Walkilla on jo paljon aikaisempaa kokemusta Leanista, joten tiedettiin 5S-menetelmän olevan työympäristön järjestämiseen varsin hyvä työkalu.

5S-menetelmän käyttöönoton myötä prosessiin luodaan yhdenmukainen tapa toimia, jolloin tuotanto muuttuu tasaisemmaksi, tehokkaammaksi ja laadukkaammaksi. Tämä onnistuu tarvikkeiden järjestämisellä, tuotantoympäristön yksinkertaistamisella, käsittelyvirheiden estämisellä, ja lopulta kaiken toiminnan ohjeistamisella.

Investointiprojektin aikana 5S:n käyttöönotto on tehostanut koneen liikkeellelähtöä ja parantanut asteittain koneen käytettävyyttä. Jatkuvan parantamisen myötä koneen käytettävyyks paranee jatkossakin nykyisestä. Pelkästään laadunvaihtoaikoja tutkimalla parannusta ei ole tullut, mutta koneen yleisilmettä katsoessa siisteystaso on noussut, joka kertoo kuitenkin työympäristön parantuneen yhdellä tapaa. Tämä taas edistää asenteiden muuttumista ja sitä kautta myös työn laadun parantamista.

Opinnäytetyön tekijän aikaisempi työskentely konelinjalla on helpottanut opinnäytetyön tekemistä, kun on jo olemassa ymmärrys prosessin kulusta, ja eri työpisteiden tarpeista. Toisaalta tämä on vähentänyt ideoiden kysymistä konemiehistöltä, ja osa potentiaalisista kehitysehdotuksista on saattanut tämän vuoksi jäädä toistaiseksi toteuttamatta. Tämän kaltaisissa projekteissa olisikin hyödyksi käyttää myös prosessin tuntematonta 5S-asiantuntijaa, jolloin tulee uudenlaisia ajatuksia työn suorittamisesta.

Suosittelien tekemään selkeät ohjeet harvinaisemmista (ja ehkä tutuistakin) töistä, jolloin työ tehdään aina samalla lailla mahdollisimman tehokkaasti. Tämä vaikuttaa myös prosessin tasaisuuteen ja vähentää virheiden tekemisen määrää. Vielä nykyäänkin saman tehtävän tekemiseen on niin monta tapaa kuin on tekijöitäkin. Tämä johtuu siitä, että moniin koneen eri laitteisiin ei ole ohjeita konemiehistön käytettävissä vaan laitteen käyttö on opeteltu kokeilemalla, ymmärtämättä välttämättä täysin laitteen toimintaa. Yksinkertaiset perusohjeet tulisi sijoittaa kyseisen laitteen yhteyteen ja täydelliset ohjeet esim. tietokoneelle muiden ohjeiden kanssa samaan kansioon. Ohjeistuksen avulla laadunvaihtoajat

lyhenevät, ja koneen ominaisuuksien täydellinen tuntemus nopeuttaa myös vikatilanteiden korjausta, sekä riittävän laadun saavuttamista esim. käyntiinlähtötilanteissa. Tämä puolestaan lisää tuotannon tasaisuutta ja ennustettavuutta, johtaen tuotannosuunnittelun helpottumiseen ja tätä kautta varastoaikojen pienentymiseen.

Visuaalista ohjausta voisi lisätä asentamalla eri puolille konetta aukirullaimien ”aika vaihtoon” -näyttöjä. Tällöin prosessin kulku olisi helpommin nähtävissä niiltä työpis-teiltä, joissa ohjauspaneelia ei ole, ja prosessinhoitajat voisivat keskittyä paremmin sen hetkiseen työhön. Näyttöjä voisi asentaa esimerkiksi valvomokopin ulkoseinään ja muo-viaseman läheisyyteen.

Lean- ja 5S-menetelmän sisäistämisen myötä työntekijä oppii etsimään prosessista pa-rannusta kaipaavia kohtia. Silloin kun esimies toiminnallaan tukee prosessin paranta-mista, ja ottaa huomioon työntekijöiden parannusehdotukset ja toteuttaa niistä järkevät, saadaan aikaan toimiva jatkuvan parantamisen malli. Tällöin ehdotusten määrä lisääntyy ja ehdotusten laatu paranee. Useimmat parannusehdotukset kannattaa siis toteuttaa, koska se ruokkii muutosideologiaa ja alentaa ehdottamisen kynnystä.

Koko tehtaalla voisi aloittaa jonkin asteiset 5S-auditoinnit, jossa konelinjojen henkilöstöt auditoivat rinnakkaisia konelinjoja. Tällä tapaa hyvät ideat voisivat levitä tehokkaammin koko tehtaan käyttöön.

## LÄHTEET

Bicheno, J. Holweg, M. 2009. The Lean Toolbox – The essential guide to lean transformation. 4. painos. Buckingham: Production and inventory control, systems and industrial engineering (Picsie) books.

Hirano, H. 1996. 5S for operators – 5 pillars of the visual workplace. New York: Productivity press.

Logistiikan maailma. 2018. JIT(JUST-IN-TIME) JA IMUOHJAUS. Luettu 19.5.2018.  
<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>

Six Sigma. 2018. Leanin historiaa. Luettu 6.4.2018.  
<http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/leanin-historiaa/>

Six Sigma. 2018. Esteiden teoria (TOC). Luettu 12.5.2018.  
<http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/esteiden-teoria-toc/>

Six Sigma. 2018. Tätä on Lean. Luettu 12.5.2018.  
<http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/lean/>

## LIITTEET

### Liite 1. Kyselytutkimuksen tulokset

Yleiskysymyksiä nykytilanteesta:	Kyllä	Ei	Ei osaa sanoa	
Onko työkalutauluja riittävästi?	11	1	0	kpl
	92	8	0	%
Onko työkalut ja tarvikkeet sijoitettu käytön kannalta järkeviin paikkoihin?	9	1	2	kpl
	75	8	17	%
Onko työkalut ja tarvikkeet hyvin merkattu?	12	0	0	kpl
	100	0	0	%
Parantaako järjestelmällinen ympäristö työhyvinvointia?	8	2	2	kpl
	67	17	17	%
Puuttuuko konelinjalta tarpeellisia työkaluja tai tarvikkeita?	2	5	5	kpl
	17	42	42	%
Nykytilanne verrattuna investointia edeltävään tilanteeseen:	Kyllä	Ei	Ei vaikutusta	
Onko työkalut ja tarvikkeet helpompi löytää nykyään?	6	2	4	kpl
	50	17	33	%
Palautuuko työkalut paremmin paikalleen kuin ennen?	6	1	5	kpl
	50	8	42	%
Helpottaako järjestyksessä olevat työkalutaulut työn tekemistä?	9	1	2	kpl
	75	8	17	%
Turvallisuus:	Kyllä	Ei	Ei vaikutusta	
Vaikeuttaako uudet suojajärjestelyt (aidat, valoverhot) työntekoa?	9	3	0	kpl
	75	25	0	%
Onko konelinjalla työnteko turvallisempaa nykyään?	5	2	5	kpl
	42	17	42	%