

**Rapatun seinäelementin eristystyön kustannustehokkuuden  
parantaminen**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö  
Kone- ja tuotantotekniikka

Riihimäki / Kevät 2017

Juuso Tähtinen

Kone- ja tuotantotekniikka  
Hämeen ammattikorkeakoulu Riihimäki

---

|                       |  |                   |
|-----------------------|--|-------------------|
| <b>Tekijä</b>         | Juuso Tähtinen   | <b>Vuosi</b> 2017 |
| <b>Työn nimi</b>      | Rapatun seinäelementin eristystyön kustannustehokkuuden parantaminen |                   |
| <b>Työn ohjaaja/t</b> | Teppo Syrjäaho   |                   |

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Parma Oy. Työn tavoitteena oli tutkia miten rapatun seinäelementin eristystyön kustannustehokkuutta pystyttäisiin parantamaan. Työssä havainnoidaan vanhaa työtapaa ja työympäristöä. Havaintojen pohjalta aloitettiin uuden kustannustehokkaamman työtavan ja työympäristön kehittäminen.

Tämän työn teoriaosuudessa tutustutaan Lean-filosofiaan, Leanin keskeisiin ajatuksiin sekä Lean-työkaluihin. Työn aikana Lean-ajattelua tullaan soveltamaan käytännössä eristystyön ja työympäristön kehittämisen yhteydessä.

Työstä käy ilmi, että Lean-filosofiaa hyödyntämällä pystytään kehittämään työympäristöä sekä työtapoja tehokkaammaksi ja turvallisemmaksi. Rapatun seinäelementin eristystyöhön kehitettiin työssä tehtyjen tutkimusten pohjalta uusi kustannustehokkaampi työtapa, jossa elementissä käytettävät eristeet ovat osittain esivalmisteltuja. Uuden työtavan käyttöönotto odottaa vielä investointeja.

**Avainsanat** Lean, 5S

**Sivut** 22 sivua

Mechanical and production engineering  
Hamk Riihimäki

---

|                    |   |                  |
|--------------------|---|------------------|
| <b>Author</b>      | Juuso Tähtinen  | <b>Year</b> 2017 |
| <b>Subject</b>     | Raising the cost-effectiveness of the insulation work for a plastered wall element. |                  |
| <b>Supervisors</b> | Teppo Syrjäaho  |                  |

---

ABSTRACT

This thesis was made for Parma Oy. The aim of this thesis was to examine how the cost-efficiency of the insulation work for a plastered wall-element could be improved. In the project observations were conducted as to the old method of working and the working environment. Based on the findings development of a new cost-efficient working method and the environment was initiated.

The theoretical part of this work introduces the Lean philosophy, the most central ideas of Lean and the Lean tools. During the work, Lean thinking was applied in practice in connection with the development of the insulation work and the working environment.

It is clear from the work of the outcomes of work that Lean philosophy can be utilized when developing the working environment, as well as when making the working methods more effective and safer. Based on this project carried out on the insulation work of plastered wall elements a new cost-effective working method, in which the used insulators to be used with the elements were partially prepared. Implementing the new method has not been introduced yet, but is still waiting for investment.

**Keywords** Lean, 5S

**Pages** 22 pages

# SISÄLLYS

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | JOHDANTO.....  | 1  |
| 1.1   | Työn tausta .....  | 1  |
| 1.2   | Tavoitteet.....  | 1  |
| 1.3   | Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi.....                             | 2  |
| 1.4   | Työn rajaukset .....   | 2  |
| 1.5   | Parma Oy .....   | 3  |
| 2     | RAPATUN SEINÄELEMENTIN VALMISTUS.....                                      | 3  |
| 2.1   | Muotin valmistus .....   | 3  |
| 2.2   | Raudoitus .....  | 3  |
| 2.3   | Valu .....   | 3  |
| 2.4   | Eristys.....   | 4  |
| 2.5   | Rappaus .....  | 4  |
| 2.6   | Purku.....   | 4  |
| 2.7   | Viimeistely .....  | 4  |
| 3     | KIRJALLISUUSOSA .....  | 5  |
| 3.1   | Mitä on Lean .....   | 5  |
| 3.2   | Leanin historia .....  | 6  |
| 3.3   | 5S .....   | 7  |
| 3.5   | Lean Parma Oy:ssä.....   | 8  |
| 3.5.1 | Lean Parma Oy:n Forssan tehtaalla .....                                    | 8  |
| 4     | NYKYTILAN KARTOITTAMINEN .....   | 8  |
| 4.1   | Eristystyövaihe.....   | 8  |
| 4.1.1 | Linjan layout .....  | 9  |
| 5.    | 5S-TOTEUTUS.....   | 9  |
| 5.1   | Alkutoimenpiteet.....  | 9  |
| 5.2   | Lajittelu .....  | 10 |
| 5.3   | Järjestäminen.....   | 10 |
| 5.4   | Puhdistaminen.....   | 10 |
| 5.5   | Standardointi .....  | 10 |
| 5.6   | Sitoutuminen .....   | 11 |
| 6     | RAPATUN SEINÄELEMENTIN ERISTYSTYÖN KUSTANNUSTEHOKKUUDEN KASVATTAMINEN..... | 11 |
| 6.1   | Tehokkuutta mittaava testi .....   | 11 |
| 6.2   | Nykyinen työtap.....   | 11 |
| 6.3   | Eristeiden esivalmistelu .....   | 12 |
| 7     | TESTAUS JA TULOKSET.....   | 14 |
| 7.1   | Ensimmäinen testi .....  | 14 |

|  |    |
|--|----|
| 7.1.1 Ensimmäisen testin tulokset .....                  | 15 |
| 7.1.2 Ensimmäisessä testissä esille nousseet asiat ..... | 16 |
| 7.2 Toinen testi .....                                   | 17 |
| 7.2.1 Toisen testin tulokset .....                       | 17 |
| 7.2.2 Toisessa testissä esille nousseet asiat .....      | 18 |
| 8 ERISTYSTYÖN KEHITYS TESTIEN JÄLKEEN .....              | 19 |
| 9 OMAA POHDINTAA.....                                    | 19 |
| LÄHDELUETTELO .....                                      | 22 |

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Työn suoritan työpaikallani Parma Oy:n Forssan tehtaalla. Olen työskennellyt Parma Oy:n palveluksessa koko työhistoriani ajan erilaisissa tuotannon työtehtävissä. Nykyisin toimin tehtaalla Lean-agenttina. Parma Oy haluaa kehittää toimintaansa tehokkaammaksi Lean-menetelmiä hyödyntäen. Tässä opinnäytetyössä toteutettavaksi valittiin julkisivuelementtilinjan eristystyövaiheen tutkiminen ja tehostaminen sekä uudelleen organisoiminen.

Eristystyövaiheessa elementtityöntekijät leikkaavat vannesahaa ja villa-veistä käyttäen mineraalivillasta oikean mittaisia kappaleita ja asentavat ne valualustalle valetun betonin päälle. Eristystyövaihe on linjalla suoritettavista työvaiheista hitain ja elementti seisoo pisimmän ajan paikoillaan. Työvaiheessa syntyy paljon villahukkaa ja työn suorittaminen vaatii useita edestakaisia siirtymisiä valualustalta vannesahalle ja takaisin.

Työntekijöiden turhat siirtymiset ja villan leikkuujätteen muodostuminen ovat hukkaa. Hukka on yksi haittatekijöistä, jota Lean-toiminnassa pyritään välttämään. Leikkuujäte ja kiireellä tehtävä villoitusyö lisäävät myös merkittävästi työtaturman riskiä. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia, millaisia mahdollisuuksia villoitusyön kehittämiseksi on olemassa sekä samalla pyrkiä parantamaan linja-alueen työturvallisuutta. Linjan alueen layout on ahdas ja epäkäytännöllinen. Eristystyön kehittämisen esteeksi onkin aikojen saatossa muodostunut tilanpuute.

## 1.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on löytää julkisivuelementin eristystyöhön kustannustehokkain työtapa. Aluksi tarkoituksena on havainnoida nykyisen työtavan edut ja haitat. Havaintojen pohjalta tullaan kehittämään uutta kustannustehokkaampaa työtapaa. Yrityksen sisällä asiasta on keskusteltu vuosia, mutta asian tarkempi tutkiminen on aina siirtynyt eteenpäin. Esikeräily ja esivalmistelun merkitys on betonielementtirakentamisessa ollut jatkuvassa kasvussa. Esikeräilyä ja esivalmistelua tullaan tässä opinnäytetyössä soveltamaan eristystyöhön. Esikeräily ja esivalmistelun avulla pyritään poistamaan vaihtelua eli hukkaa.

On huomattu myös, että linjan alueen layout on ahdas ja epäkäytännöllinen. Tavoitteena on luoda tilavampi ja toimivampi työympäristö. Tarkoituksena on poistaa kaikki ylimääräinen tavara alueelta ja jättää jäljelle vain tarpeelliset. Uuden ja kustannustehokkaamman toimintatavan löytämi-

nen mahdollistaisi tuotantokapasiteetin noston samalla työntekijämäärällä.

### 1.3 Toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi

Eristystyössä esiintyvien ongelmien ratkaisemiseksi on aluksi selvitettävä, miten paljon todellisuudessa hukkaa villoittamisessa syntyy ja mistä tekijöistä se koostuu. Havaintojen pohjalta eristystyötapa sekä työympäristö on optimoitava vastaamaan yrityksen nykyisiä tarpeita. Lopuksi työntekijöille luodaan työtavasta sekä alueesta standardit. Standardeja noudattamalla työ pystytään tekemään laadukkaasti ja kustannustehokkaasti alusta loppuun.

Eristystyön suorittamiseen on kautta aikojen ollut käytettävissä liian vähän tilaa ja tilan puute on ollut ratkaisevassa osassa uusien työtapojen kehityksessä. Tilaongelma pyritään ratkaisemaan ottamalla uudestaan käyttöön työpisteiden siisteyden ja järjestyksen kehittämisen ja ylläpitämisen työkalu 5S. Tilaongelmasta johtuen ensimmäinen varsinainen muutos on linjan alueen layoutin muuttaminen niin, että eristystyön kehittämiseksi saadaan riittävästi tilaa. Samalla pystytään tehostamaan linjan esikeräilyvaraston tehokkuutta.

Tavoitteena layout-muutoksessa on, että kaikki ylimääräinen virtausta hidastava tavara poistetaan ja työpisteille sekä esikeräilyvarastoon jäävät vain siellä tarvittavat työkalut ja materiaalit. Jokaiselle tavaralle mietitään optimaalinen sijainti niin, että sitä on nopea ja vaivaton käyttää. Layout-muutoksella vapautuu alueelle huomattavan paljon vapaata tilaa, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi eristeiden esivalmisteluun ja niiden varastointiin.

### 1.4 Työn rajaukset

Tässä työssä pyritään Lean-ajattelutavan mukaisesti kehittämään edellytykset ja toimintatavat, joilla eristystyö nykyisessä laajuudessaan saadaan toimimaan mahdollisimman kustannustehokkaasti. Eristystyön kehittämismahdollisuuksia on myös Parma Oy:n Forssan tehtaan muissa halleissa, joissa seinäelementtejä valetaan. Linja on nimensä mukaisesti tuotolinja, kun taas muissa halleissa elementit valetaan kiinteillä valualustoilla. Linjalla tuotantovolyymi on tehtaan suurin, joten työssä keskitytään eristystyön kehittämiseen juuri linjalla, koska siellä mahdolliset ongelmat nousevat välittömästi esiin suuren volyymin ansiosta. Tästä syystä mahdollinen uusi työtapa tuodaan ensin pilottiprojektina linjalle ja saatujen tulosten ja pitkän aikavälin seurannan perusteella tehdään päätöksiä, onko muillakin eristystyöpisteillä järkevää siirtyä uuteen työtapaan.

Tässä työssä ei käsitellä työtavan toimivuutta muissa eristystyöpisteissä, vaan pitkän aikavälin seurannasta ja uuden työtavan käyttöönottamisesta muissa eristystyöpisteissä vastaavat tehdaspäällikkö sekä osastojen esimiehet.

### 1.5 Parma Oy

Parma Oy on Suomen suurin betonielementtien valmistaja ja alan markkinajohtaja. Parma toimii Suomessa yhdeksällä paikkakunnalla ja työllistää Suomessa noin 600 henkilöä. Parma kuuluu kansainväliseen Consolis-konserniin, joka on Euroopan suurin betoniteknikkaan perustuvien ratkaisujen tuottaja. Consolis toimii 30 maassa ja työllistää yli 10 000 henkilöä. (Parma.fi,2017.) Parma Oy:n Forssan yksikkö käsittää ontelolaatta- ja seinäelementtitehtaat. Forssan tehtailla työskentelee yhteensä hieman yli 100 henkilöä.

## 2 RAPATUN SEINÄELEMENTIN VALMISTUS

### 2.1 Muotin valmistus

Seinäelementin valmistus lähtee liikkeelle valupöydän pinnan huolellisella puhdistamisella. Puhtaalle valupinnalle asennetaan elementtikuvan mittojen mukaan siihen kuuluvat muotin osat. Tämän jälkeen valualusta öljytään muottiöljyllä, jonka avulla elementti ei kuivu kiinni valupöytään ja purkuvaiheessa elementti irtoaa pöydästä siististi.

### 2.2 Raudoitus

Öllyämisen jälkeen varustelija levittää elementin pohjalla elementtikuvan suojabetonien vaatimat välikkeet raudoituksia varten. Tämän jälkeen varustelija asentaa elementtiin siihen kuuluvat raudoitukset. Vaikeammat ja raskaammat raudoitukset tilataan niin sanottuina valmisraudoitteina alihankkijalta ja pyritään säästämään raudoitukseen kuluva aikaa ja pienentämään syntyvää materiaalihukkaa. Valmisraudoitteet tuodaan valupöydälle tuotantotilojen katossa kulkevan siltanosturin avulla. Pienemmät ja kevyemmät raudoitteet valmistetaan tehtaan omassa raudoittamossa ja toimitetaan valupöydän viereen niitä varten valmistetun raudoitteikarrin avulla. Pienemmät ja kevyemmät raudoitteet varustelija asentaa omin käsin elementtiin ja sitoo raudat sekä verkot yhteen. Raudoituksen jälkeen elementti on valukunnossa.

### 2.3 Valu

Tässä vaiheessa elementti siirretään elementtilinjalle, jonka varrella on valupiste, eristyspiste ja verkotuspiste sekä rappauspiste. Valuvaiheessa



varustelija tilaa tehtaan betoniasemalta elementtikuvan mukaan määritellyn laatuista betonia tarvittavan määrän, minkä jälkeen betoni laskeaan valumuottiin ja tärytetään tiiviiksi.

## 2.4 Eristys

Valun jälkeen elementti siirretään eristyspisteelle. Eristyspisteellä varustelija leikkaa vannesahaa ja villaveistä käyttäen mineraalivillasta tarvittavan kokoisia kappaleita ja eristää elementin.

## 2.5 Rappaus

Eristystyön jälkeen villojen päälle asennetaan rappausvälikkeet ja rappausverkot. Verkot kiinnitetään hakasilla jotka ankkuroivat rappausverkon mineraalivillan lävitse tuoreeseen betoniin. Verkotuksen yhteydessä asennetaan myös rappausmassan levittämistä varten rappauslistat, joiden avulla rappauksen reunasta saadaan siisti ja tiivis. Verkotuksen jälkeen elementti siirretään rappauspisteelle. Rappausmassa ajetaan elementtiin sitä varten suunnitellulla rappauskoneella. Rappausmassan levittämisen jälkeen pinta tasoitetaan, irrotetaan rappauslistat ja huolehditaan, että rappausmassaa ei ole esimerkiksi kehiä tai laitoja kiinni pitävien magneettien päällä. Rappauksen jälkeen elementti siirretään elementtiuniin, jossa se kypsyy 8-14 tuntia.

## 2.6 Purku

Elementin kypsyttyä rapattu pinta hiotaan siihen tarkoitetulla hiomakoneella. Hionnan jälkeen elementti siirretään purkupaikalle, jossa muotista irrotetaan laidat ja kehät. Tämän jälkeen elementti kiinnitetään nostopuomiin, valupöytä nostetaan pystyyn ja elementti siirretään nosturilla pesupaikalle. Pesupaikalla elementistä pestään vesisuihkulla rappauspinna hiottaessa irronnut rappausmassa. Pesun jälkeen elementti siirretään nosturilla viimeistelyhalliin.

## 2.7 Viimeistely

Viimeistelyssä elementistä irrotetaan kaikki siihen kiinteästi asennetut muotinosat, kuten s-pistekolot ja sähkövaraukset. Elementti tarkistetaan niin, että se vastaa elementtikuvassa sille asetettuja määräyksiä. Havaitut virheet ja puutteet korjataan. Lopuksi elementtiin asennetaan tarvittavat putoamissuojaukset sekä elementin päälle suojamuovi, jonka tehtävä on suojata elementtiä sääolosuhteilta varastoinnin aikana. (I.livanainen, 2017.)

### 3 KIRJALLISUUSOSA

#### 3.1 Mitä on Lean

Lean on toimintastrategia. Se on strategia tavoitteen saavuttamiseksi. Leanissa tavoitellaan hyvää virtaustehokkuutta eikä resurssitehokkuutta. Tehokkaan resurssienhallinnan ja hukan minimoinnin tavoitteena on parantaa jatkuvasti sekä virtaustehokkuutta että kapasiteetin tehokasta käyttöä. (Modig & Åhlström 2013, 127.) Lean on prosessijohtamisen filosofia, jossa yritystä ja toimitusketjua tarkastellaan kokonaisuutena. Johdon ja esimiesten pitää ensin ymmärtää, mitä ollaan tekemässä. Tämän jälkeen pitää miettiä itse, miten asia omassa organisaatiossa tehdään. Esimerkiksi Toyotalla parantaminen ja johtaminen ovat yksi ja sama asia, kun taas perinteisesti yrityksillä on taipumus pitää johtamista erillisenä toimintana.

Jotkut yritykset pitävät Leania erityisenä kampanjana, joka lisätään johtamiseen. Erittäin usein Leania tukeva johtamisjärjestelmä puuttuu tuotannosta. Perinteisessä johtamistavassa on usein ongelmana se, että parannukset tehdään vain pintaraapaisuna, eikä syvennytä järjestelmään kokonaisvaltaisesti ja pitkäjänteisesti. Hukan nopea ja tehokas eliminointi, kustannusten pienentäminen sekä laadun parantaminen ovat tärkeitä Leanin päämääriä. Viat ja virheet ovat hukkaa, jonka vaihtelu aiheuttaa. Poistamalla pelkkä hukka, sen uusiutumista ei voida välttää. Vaihtelun minimoinnilla hukan syntyminen vähenee. Lähes kaikki ongelmat ovat seuraus vaihtelusta, siksi vaihtelun ymmärtäminen on tärkeää. (sixsigma 2017.)

Monet tuotantoprosesseihin tarkoitetut työkalut ovat osa Leania. (Vuorinen 2013, 74.)

Just-in-Time, JIT (suom. JOT=juuri oikeaan tarpeeseen). Tämä tarkoittaa yksinkertaisuudessaan tuotannon imuohjausta. JIT-ajattelussa kysyntään pyritään vastaamaan nopeasti ja laadukkaasti. JIT-ajattelun tavoitteena on nollavarastot, nopeat läpäisyajat, virheiden eliminointi, virtaava ja joustava tuotanto sekä kaiken hukan minimointi. (Logistiikanmaailma 2017.)

Kaizen eli jatkuvan parantamisen filosofia tarkoittaa sitä, että jokainen yrityksen työntekijä pyrkii parantamaan omaa tekemistään ja kehittämään uusia ideoita. Tehokkain prosessi ei ole täydellinen, vaan kehitettävää löytyy aina. (Toyota 2017.)

Kanban eli imuohjaus tarkoittaa tuotannon ajoittamista tilausten mukaan. Tuotteita ei valmisteta varastoon. Keskeisenä ajatuksena imuohjauksessa on se, että varastot aiheuttavat kustannuksia ja piilottavat prosessissa olevia ongelmia. (Logistiikanmaailma 2017)

Aiemmin mainittujen tuotantoprosessien kehittämiseen suunniteltujen työkalujen lisäksi Lean sisältää monia laatujohtamisen ajatuksia, kuten Total Quality Control (TQC) ja tilastollisiin analyysihin perustuvia kehitysohjelmia esimerkiksi (SPC). Leanin soveltaminen yrityksen toimintaan vaatii myös arvovirtojen tarkastelua, asiakasarvon analysointia sekä hyvin käytäntöjen edistämistä. Yleisimmin Leanissa mitataan materiaalia, työtä, energiaa ja aikaa. (Vuorinen 2013, 74-75.)

### 3.2 Leanin historia

Toyota-konsernilla 1930-luvulla työskennellyt Taiichi Ohno kehitti yrityksen tuotantofilosofiaa lähes 60 vuotta käyttäen tervettä järkeä. Yhdessä Toyotan perustajan Eiji Toyodan kanssa he nimesivät tuotantofilosofian Toyota Production Systemiksi (TPS). Ohno julkaisi vuonna 1978 kirjan *Toyota Production System: Beyond Large Scale Production*. Kirjassa Ohno hylkäsi mittakaavaedut ja suurtuotannon ja esitti, että tuottavuuden muodostaa virtaus: ” Tarkastelemme asiakkaalta saadun tilauksen ja maksun saamisen välistä aikaa. Karsimme jatkuvasti arvoa tuottamattomia toimintoja, jotta pystytään lyhentämään aikataulua.”(Modig & Åhlström 2013, 78.) Kirja julkaistiin aluksi vain japaniksi. Se on edelleen Toyotan luetuin kirja ja sitä pidetään yhtiön raamattuna. Kirja käsittelee vain valmistusteollisuutta, mutta Toyotan päälliköt väittävät, että kaikki johtamiseen tarvittavat tiedot ovat rivien välissä. (Modig & Åhlström 2013, 78.)

Lean production-käsite tuli ensimmäisen kerran esiin vuonna 1988, kun John Krafciki kirjoitti artikkelin *Lean tuotantojärjestelmän riemuvoitto*. Artikkelissa käsitellään eri autonvalmistajien tuottavuustasoja ja verrataan kahta tuotantojärjestelmää: järeätä ja haurasta. Artikkelin osoitti, että järeän tuotantojärjestelmän sijaan hauras tuotantojärjestelmä pienillä varastoilla sekä puskureilla ja yksinkertaisella tekniikalla voisi taata hyvän laadun sekä tuottavuuden. Krafcikin mielestä hauras on kielteinen ilmaus, joten hän antoi tälle tehokkaalle tuotantojärjestelmälle nimen Lean. (Modig & Åhlström 2013, 78-79.) Ajatuksia on sittemmin jalostettu ja nykyisin Leanin pääperiaatteet voidaan jakaa viiteen vaiheeseen.

1. Asiakasarvon tuottaminen. Tuotteiden ja palveluiden arvon määrittää asiakas. Organisaatiossa pitää olla selvää, mitä asiakas haluaa ja mistä asiakas on valmis maksamaan. Kehitystyötä ohjataan asiakasarvon kehittämisen avulla.
2. Arvoketjun tunnistaminen. Yrityksen arvoketju tulee olla selvillä, jotta voidaan määrittää asiakkaan arvoa luovat toiminnot. Kaikki arvoa tuottamattomat toiminnot on poistettava. Arvoketjua tulee havainnoida kokonaisuutena raaka-aineista ja suunnittelusta valmiin tuotteen luovuttamiseen asti.
3. Tuotannon virtaus. Tuotanto tulee toteuttaa niin, että materiaalivirta on jatkuva, selkeä ja lyhyt. Kaikki turha hukka tulee karsia pois. Huk-

kaa on esimerkiksi odottelu, käsittely ja siirtely. Koneiden ja laitteiden kunnossapitoon ja toimintavarmuuteen kiinnitetään huomiota, jotta tekniset ongelmat pystytään ennaltaehkäisemään.

4. Imuohjauksen toteuttaminen. Kun organisaatiossa arvoketju on määritetty, kaikki turha hukka poistettu ja virtaus saatu sujuvaksi on mahdollista toteuttaa tuotannon imuohjaus. Imuohjauksessa tuote valmistetaan vasta asiakkaan tilauksen perusteella. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteita ei valmisteta varastoon, vaan asiakkaan tilaukset vetävät tuotantoa läpi koko tuotantoketjun.
5. Täydellisyyteen pyrkiminen. Prosessien kehittämisen tulee olla jatkuvaa läpi koko yrityksen organisaation. Kaikki yrityksessä suoritettavat toiminnot pyritään toteuttamaan laadukkaasti ja tehokkaasti. (Vuorinen 2013, 73-74.)

### 3.3 5S

5S on yksi Leanin kehitystyökaluista. 5S:n avulla työpisteet organisoidaan toimivaksi. 5S auttaa pääsemään eroon turhista tavaroista ja helpottaa pitämään tarpeelliset tavarat ja työympäristön järjestyksessä, siistinä ja kunnossa. 5S ymmärretään usein väärin, ja sitä on pidetty siivousohjelmalla tai yksittäisenä parannuskampanjana. Se ei ole työpäivän aikana suoritettava erillinen toiminto, vaan jokapäiväinen työhön kuuluva toimintamalli. Tärkeintä 5s:ssä on kaiken ylimääräisen virtausta estävän tavaran poistaminen työpisteeltä. (sixsigma.fi, 2017.) Termi 5s muodostuu viidestä S-kirjaimella alkavasta japanin kielen sanasta. Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu ja Shitsuke.

Seiri eli lajittelu tarkoittaa sitä, että kaikki ylimääräiset esineet ja asiat poistetaan, joita ei tarvita työpisteellä suoritettavaan työhön. Tämä tarkoittaa tehdasympäristössä esimerkiksi tarpeettomia työkaluja, tarvikkeita ja materiaaleja.

Seiton tarkoittaa järjestämistä. Tässä vaiheessa kaikilla tavaroille järjestetään paikka ja merkitään selvästi tavaroiden paikat. Tavoitteena on pitää tarpeelliset asiat oikeilla paikoillaan ja helposti saatavilla siten, että niitä on nopea käyttää ja palauttaa takaisin omalle merkitylle paikalleen. Osien ja materiaalien nouto järjestetään mahdollisimman esteettömäksi ja nopeaksi, samalla huomioidaan työn tehokkuus, turvallisuus ja ergonomia.

Seiso eli puhdistus vaiheessa poistetaan lika ja pöly kaikkialta. Pidetään työalue siistinä. Puhdistetaan kaikki laitteet ja työkalut ja luodaan standardi takaamaan sen, että alue ja siellä olevat laitteet pysyvät siisteinä ja hyvässä kunnossa.

Seiketsu eli standardi luodaan siisteystason ja järjestyksen ylläpitämiseksi alueilla. Standardi on visuaalinen ja selkeä ohje alueesta, jota noudattamalla alue pysyy kunnossa.

Shitsuke eli sitoutuminen merkitsee sitä, että ottaa tavaksi kunnolla ylläpitää oikeita toimintatapoja, eli tapaa ylläpitää käyttöönotettuja menetelyjä. Sitoutuminen tarkoittaa sitä, että menetelmää harjoitetaan siten, että se varmistaa jatkuvan onnistumisen ja siitä tulee rutiini. Tämä on vaikein ja arvokkain osa viidestä ässästä, sillä jos tämä ei toteudu, niin kaikki muutkin 5S -osiot kaatuvat. (sixsigma.fi,2017.)

### 3.5 Lean Parma Oy:ssä

Parma on panostanut jo muutaman vuoden ajan määrätietoisesti Lean-filosofiaan, jolla parannetaan yksissä tuumin oman tekemisen laatua, toimitusvarmuutta ja tätä kautta asiakastytyvyyttä. Positiiviset tulokset näkyvät sekä tehtailla että työmailla.

Parma on perinteisesti saanut hyvää palautetta toimintavarmuudesta ja luotettavuudesta. Lean oppien avulla pyritään hyvästä saamaan aikaan vielä parempaa. Parman kohdalla aikataulu- ja toimitusvarmuuskriteerit korostuvat entisestään, sillä elementit ovat kiistatta yksi rakennusprojektien kriittisimmistä toimituksista. Yhteistyön onkin oltava joka portaassa saumatonta. (PARMA-lehti 1/2015, 12.)

#### 3.5.1 Lean Parma Oy:n Forssan tehtaalla

Parman Forssan julkisivutehtaalla aloitettiin Lean-projekti alkuvuodesta 2015. Forssan tehdas toimi Parma-tasoisena pilottitehtaana Lean-projektissa. Ennen pilotin käynnistymistä tehdaspäällikkö ja työnjohtajat olivat saaneet Lean-koulutuksen. Pilotti-projektin tarkoituksena oli tehostaa tehtaan toimintaa ja parantaa työturvallisuutta. Forssan tehtaan ensimmäiseksi Lean-kohteeksi otettiin julkisivuelementtilinja, jossa valmistetaan Parma-rapattuja seinäelementtejä. Pilottiprojektin aikana myös muita Forssan tehtaan halleja ryhdyttiin työstämään Lean-periaatteiden mukaisesti. Projektin aikana tehtaan kustannustehokkuus ja turvallisuus parantuivat huomattavasti. Parma tasolla 5S-työkaluun liitettiin vielä yksi S-kirjain, joka tulee englanninkielen sanasta safety = turvallisuus.

## 4 NYKYTILAN KARTOITTAMINEN

### 4.1 Eristystyövaihe

Eristystyön tehostamisen ensimmäinen vaihe on nykytilan kartoittaminen. Kartoitus aloitetaan analysoimalla eristystyövaihetta siihen käytetyn ajan sekä syntyvän materiaalihukan perusteella. Kerättyjen tietojen avulla voidaan analysoida mistä tekijöistä työvaiheessa syntyy hukkaa. Työvai-

heen ongelmat ratkaisemalla pyritään parantamaan työvaiheen kustannustehokkuutta.

Ongelman eristystyön tutkimiselle aiheuttavat jatkuvasti muuttuvat työkannat jolloin mahdollinen esikeräily on vaikeampaa toteuttaa. Myös haastavat elementit, joissa on paljon ikkuna-aukkoja tai läpivientejä aiheuttavat automaattisesti enemmän villahukkaa. Eristystyössä ongelmana on myös jonottaminen vannesahalle. Kahden elementin ollessa yhtä aikaa eristystyöpisteellä takana oleva elementti hidastaa edessä olevan eristämistä keskimäärin jopa 35 %. Kaikki hukkaan heitetty aika muodostuu jonottamisesta vannesahalle. Toiselle vannesahalle olisi perusteltu tarve, mutta nykyinen linjan alueen layout ei anna sahan hankkimisella mahdollisuutta.

#### 4.1.1 Linjan layout

Linja-alueen layout ei toimi. Alue on kauttaaltaan ahdas sekä esikeräilyvarasto sekainen. Nykyisen layoutin toimivuus sekä mahdollisuudet muuttaa layoutia toimivammaksi on kartoitettava. Linja-alueella sijaitsee siis myös esikeräilyvarasto. Esikeräilyvarastosta raudoittajat keräilevät elementissä tarvittavat komponentit raudoitusten yhteyteen. Jatkuvasti muuttuvat työkannat aiheuttavat tässäkin omat haasteensa, kun joitakin tavaroita ei tarvita kuukausiin, mutta silti ne ovat joskus taas tarpeellisia. Näistä syistä varastolle tehdään huolellinen inventaario. Varastossa suoritetaan 5s eli kaikki tarpeettomat materiaalit ja tavarat poistetaan. Varastoon jätetään vain ne tavarat, jotka ovat käytössä tällä hetkellä valmistettavissa kohteissa. Muiden kohteiden tavarat varastoidaan tehtaan pihalla olevaan katokseen, josta tavarat voidaan tarvittaessa siirtää sisälle esikeräilyvarastoon käytettäväksi.

Linja-alueen layoutia pyritään muokkaamaan niin, että linjan läheisyyteen vapautuu mahdollisimman paljon vapaata lattia pinta-alaa mahdollistaen esimerkiksi eristeiden esivalmistelun ja esikeräilyn sekä toisen vannesahan hankkimisen. Esikeräilyvarasto pyritään sijoittamaan loogiseen jono-muodostelmaan nykyisen sokkelon sijaan. Esikeräily varastossa raudoittaja voi tulevaisuudessa liikkua loogisesti eteenpäin ja keräillä tarvittavia komponentteja lähes pysähtymättä.

## 5. 5S-TOTEUTUS

### 5.1 Alkutoimenpiteet

Ensimmäiseksi alueella työskentelevän henkilöstön kanssa käydään läpi tulevan projektin tavoitteet ja yhdessä mietitään ratkaisuja havaittuihin ongelmiin. Yhtä ja oikeaa päätöstä ei rakennustuoteteollisuuden tarvike-

varastossa ole olemassa ja monet ratkaisut ovat monen asian kompromisseja, joten alueella työskentelevien työntekijöiden mielipiteet ovat projektin onnistumisen kannalta ensiluokkaisen tärkeitä.

## 5.2 Lajittelu

Työpisteen lajittelu aloitetaan merkitsemällä kaikki hyllyissä olevat tarpeettomat suoraan kierrätykseen menevät tavarat ja poistamalla ne hyllyistä. Tämän jälkeen esikeräilyvarastossa merkittiin harvoin käytettävät tarvikkeet ja ne järjesteltiin omaan hyllyynsä, joka aikaisemmassa vaiheessa oli vapautunut. Lajittelun suorittivat alueella työskentelevät esikeräilijät yhdessä työnjohdon kanssa.

Lajittelun tavoitteena on hävittää kaikki tarpeettomat tavarat alueelta ja vapauttaa näin lisää hyllytilaa, joka mahdollistaisi yhden kokonaisen kuormalavahyllyn purkamisen.

## 5.3 Järjestäminen

Kun eristystyöpiste ja esikeräilyvarasto on tyhjennetty ylimääräisestä tavarasta, jäljelle jääneet tavarat järjestetään tarkoituksenmukaisille paikoilleen työntekijöiden mieltymysten mukaan. Järjestämisvaiheessa tärkeimpänä on optimoida eristystyöpisteen ja esikeräilyvaraston tilankäyttö, jonka avulla alueelle saadaan vapautettua runsaasti tyhjää lattiapinta-alaa.

## 5.4 Puhdistaminen

Työvaiheen kuluessa työpisteen työkalut, työkoneet ja ympäristö puhdistetaan huolellisesti. Puhdistusvaiheen yhteydessä havainnoidaan myös onko työpisteellä tarvetta huoltotoille. On järkevää yhdistää järjestäminen ja puhdistaminen erinäisiksi työvaiheiksi, koska luultavasti puhdistaminen on helpompaa, kun työpisteellä ei vielä ole kaikkia työkaluja.

## 5.5 Standardointi

Standardoinnilla varmistetaan aiempien 5S-pykäliden jatkuva ja systemaattinen toteutuminen. Standardointi tarkoittaa visuaalisen tarkistuslomakkeen laatimista. Lomakkeen avulla on helppoa auditoida täyttääkö työpistelle asetetut määreet. Auditointien tuloksia työntekijät seuraavat työpäivän alussa olevassa päivittäisen johtamisen yhteydessä. Päivittäisessä johtamisessa käydään läpi myös alueella tehdyt turvallisuus havainnot sekä tuotantoon liittyvät asiat, kuten esimerkiksi laatu ja tulos.

## 5.6 Sitoutuminen

5S-työkalun käyttöönoton alussa tarvitsee alueen siisteyden ja järjestyksen toteutumista seurata tiheästi ja pyrkiä ratkaisemaan syntyvät ongelmatilanteet. Työpisteen auditointi tulee suorittaa ulkopuolisen henkilön toimesta, koska 5S:n perusajatuksena on, että kuka vain työpisteelle tuleva löytää työkalut ja tarvikkeet merkityiltä paikoiltaan. Auditoinnit järjestetään tässä tapauksessa niin, että työntekijät auditoivat toisiaan. Linjalla työskennellään työpareina ja koko halli on jaettu siivousalueisiin niin, että jokaisella parilla on oma vastuu alueensa. Auditoinnista vastaa kukin pari vuorollaan. Auditointi vuorot ovat viikon pituisia, jonka aikana parin tarkoituksena on auditoida kaikki tuotantohallissa olevat 5s-alueet.

## 6 RAPATUN SEINÄELEMENTIN ERISTYSTYÖN KUSTANNUSTEHOKKUUDEN KASVATTAMINEN

### 6.1 Tehokkuutta mittaava testi

Työ aloitettiin tarkastelemalla nykyistä työtapaa ja siinä esiintyviä ongelmia. Työtavan tehokkuutta tarkastellaan eristykseen käytetyn ajan perusteella niin, että uutta ja vanhaa toimintatapaa verrataan toisiinsa kellottamalla eristystyöhön käytetty kokonaisaika. Uuden työtavan tehokkuutta tullaan tutkimaan myös esivalmistelun vaatimien henkilöstö resurssien perusteella.

Kokeilussa on tarkoituksena eristää samanlaiset seinäelementit vanhalla sekä uudella työtavalla ja näin tuloksista saadaan vertailukelpoisia. Testissä työskentelevät työntekijät ovat kaikissa mittauksissa samat henkilöt, joiden kanssa yhteistyöstä on erikseen sovittu, näin suljetaan pois muutostavastarinnan aiheuttaman tulosten vääristymisen. Testissä havainnoidaan myös eristämisen syntyvää villajätettä. Villajätteen määrää vertailaan yksinkertaisesti niin, että elementin eristämiseen käytetyt villat kerätään omiin kierrätyspusseihinsa ja koodataan elementtitunnuksella sekä kirjaimella U= uusi työtapa ja V= vanha työtapa.

### 6.2 Nykyinen työtapa

Elementti eristetään mineraalivillalla. Täyden villa levyn mitat ovat 1500 mm x 600 mm. Villat tuodaan täysimittaisina kuormalavoilla valupöydän viereen. Eristyspaikalla elementin varustelija ottaa kuormalavalta villalevyn ja leikkaa siitä villaveitsen sekä vannesahan avulla sopivia paloja elementtiin. Työtavan haittapuolena on täysien villapaalien sijoittaminen ahtaasti vannesahan ja valupöydän läheisyyteen sekä villojen leikkauksen seurauksena lattialla tippuvat villanpalaset ja ilmassa leijuva villapöly. Leikkauksen seurauksena syntynyttä villahukkaa ei saada tällä työtavalla hyödynnettyä kunnolla muissa elementeissä. Vuoden 2017 alusta voi-



maan tulleet Parma Oy:n uudet työturvallisuusohjeet määräävät vannesahan sammuttamisen ja teräsuojan alas laskemisen aina sahausten välissä.

#### Materiaalihukka ja sen hävittäminen

Hukkamateriaalin suurimmat palat jätetään villasahan viereen odottamaan seuraavan elementin villoitustyötä. Tämä ei kuitenkaan toimi, vaan hukkapino kasvaa hallitsemattoman suureksi keoksi ja lopulta hukkapalat menevät jätteeksi. Pienemmät hukkapalat kerätään niille tarkoitettuihin pusseihin, jotka roikkuvat telineissä villoituspaikan vieressä. Täydet jättevillapussit kannetaan pihalla olevaan konttiin, jonka määräajoin käy tyhjentämässä naapuritontilla villaa valmistava Isover Oy.

### 6.3 Eristeiden esivalmistelu

Kustomoidun eristeen tilaaminen yksittäiseen elementtiin villatoimittajalta nykyisillä työkuvillamme ilman yhdessä sovittuja mitoitusperusteita ja työskentelytapoja on mahdotonta. Villatoimittajalle tarvitsisi laatia eristeistä omat valmistuskuvansa, joiden laatiminen ei yksittäisen testin kannalta ole järkevää. Villoja esivalmistelemaan valittiin tässä kokeilussa yksi työntekijä, joka leikkaa villat hänelle toimitetun esikeräilylistan (kuva2) mukaan. Esikeräilylistan laatii esikeräilyä suorittavan työntekijä.

Tässä kokeilussa työkaluina oli käytössä vannesaha sekä villaveitsi. Leikatut eristepalat merkitään selvästi merkkausmaalilla ja pinotaan järjestyksessä lavalle. Esivalmistelija liittää elementtiin asennettavien villojen yhteyteen asennusohjeen (kuva 3). Asennusohje kertoo eristystä suorittaville varustelijoille eristeiden oikeat paikat. Valmis villalava siirretään sille varatulle alueelle villoituspisteen läheisyyteen (kuva4), josta varustelija noutaa pumppukärryn avulla villat villoitettavan elementin viereen. Varustelijat asentavat villat elementtiin asennuskaavion perusteella ja leikkaavat itse tarvittavat pienet ns. täytepalat, joiden esivalmistelu ei ole valmistuksessa käytettävien toleranssien takia järkevää. Esivalmistelussa sekä villoitustyössä syntyvä villahukka käsitellään samalla tavalla, kuin aiemminkin eli villajäte kerätään niille tarkoitettuihin pusseihin, jotka täytyessään siirretään pihalla olevaan Isover Oy:n konttiin.





Kuva 4. Esivalmistellut eristeet odottamassa asennusta. Asennusohje eristeiden päällä.

## 7 TESTAUS JA TULOKSET

### 7.1 Ensimmäinen testi

Ensimmäisenä valittiin tuotannon viikkosuunnitelmasta valualustat, joilla viikon aikana on peräkkäisinä elementteinä samanlaiset elementit. Näin testitulokset vanhan ja uuden työtavan välillä ovat luotettavia. Testaus lähti liikkeellä kellottamalla vanhalla työtavalla eristämiseen käytetty aika. Ennen ensimmäistä esikeräily testiä käytiin yhdessä työntekijöiden kanssa läpi villan esivalmistelussa huomioon otettavia asioita. Tärkeimmät havainnot niistä olivat, että alle 200 mm levyisiä palasia ei ensimmäisessä testissä esivalmistella toleransseista johtuen. Myös sähköjen ja läpivientien kohdalla jätettiin villat esivalmistelematta, koska niiden leikkaaminen etukäteen on erittäin haastavaa. Päätettiin yksimielisesti, että ensimmäisessä testissä esivalmisteellaan vain elementin reunoille tulevat viistetyt eristeet. Tässä testissä esivalmisteltiin eristeet kolmeen elementtiin. Esikeräilylistan ja asennusohjeen testissä laati esikeräilijä. Kolmen

elementin eristeiden esivalmisteluun sekä esikeräilylistan ja leikkausohjeen laatimiseen esikeräilijä käytti aikaa noin 20 minuuttia.

### 7.1.1 Ensimmäisen testin tulokset

Eristeet asennettiin elementtiin asennusohjeen mukaan (kuva5) . Asennusohjeen avulla eristeiden asennus sujui nopeasti, kun esivalmisteltujen eristeiden paikat oli ennalta määritetty. Eristeiden paikat joihin ei eristeitä esivalmisteltu jätettiin asennusohjeessa tyhjiksi. Esivalmistelun avulla säästettiin aikaa villoitustyövaiheessa 24 prosenttia vanhaan työtapaan verrattuna. Testissä havaittiin kaideputkien paikkojen olevan lähes mahdollisia esivalmistella, koska putki saattaa olla eri paikassa, kuin kuvaan on piirretty.

Ensimmäisen testin tulokset olivat ehdottomasti positiivisia, mutta testissä saatu 24 prosentin aikasäästö villoitustyövaiheessa ei ole riittävän suuri peittämään esivalmistelutyön synnyttämiä kustannuksia. Uuden ja vanhan työtavan välillä villoituksessa syntyvän villahukan määrässä ei ole juurikaan eroa. Tämä johtuu siitä, että elementeissä olevat läpiviennit, kolot, kaideputket ja puut muodostavat lähes kaiken työvaiheessa syntyvästä villoitushukasta, eikä näin ollen esivalmistelu työllä ole mahdollista vaikuttaa hukan määrään.

Ensimmäisen testin aikana havaittiin myös tarve investoida linjalle toinen uusi vanne-saha, joka nopeuttaa eristeiden leikkaamista. Vanhaa työtapa havainnoidessani havaitsin tilanteen, jossa linjalla oli kaksi elementtiä peräkkäin villoitettavana. Linjalla toisena oleva elementti, jota eristettiin samanaikaisesti, hidasti merkittävästi edessä olevan elementin eristystyötä. Suurin hukka-aika tässä tapauksessa syntyi jonottamisesta vanne-sahalle (kuva 6). Odottelua vanne-sahalle toisen elementin eristystyön takia kertyi kaiken kaikkiaan yli 20 prosenttia eristykseen käytetystä ajasta.



Kuva 5. Eristeet asennettuna elementtiin asennusohjeen mukaisesti.

| Lahden citykoti 101165              |       |         |                               |
|-------------------------------------|-------|---------|-------------------------------|
| SK-401                              |       |         |                               |
| Villoitus aika : 17 min 20s (1060s) |       |         |                               |
| Hukka aika                          |       |         |                               |
| alku                                | loppu | hukka/s | Hukan syy                     |
| 1:45                                | 2:15  | 30      | Välisahaustoiseen elementtiin |
| 3:46                                | 4:22  | 36      | Välisahaustoiseen elementtiin |
| 8:56                                | 9:10  | 14      | Välisahaustoiseen elementtiin |
| 9:30                                | 10:24 | 56      | Välisahaustoiseen elementtiin |
| 10:39                               | 10:55 | 16      | Välisahaustoiseen elementtiin |
| 12:00                               | 12:15 | 15      | Välisahaustoiseen elementtiin |
| 13:22                               | 13:55 | 33      | Välisahaustoiseen elementtiin |
| 15:15                               | 15:35 | 20      | Välisahaustoiseen elementtiin |
| Hukka ajat yhteensä:                |       | 220     | sekuntia                      |
| Hukka aika % = 20,75%               |       |         |                               |

Kuva 6. Jonotusaika vannesahalle kahden elementin yhtäaikaisessa eristyksessä.

### 7.1.2 Ensimmäisessä testissä esille nousseet asiat

Ensimmäisen villoitustestin positiivisten tulosten pohjalta päädyttiin esikeräilytestiä jatkamaan. Esivalmistelemalla elementin reunoille tulevat eristeet saavutettiin 24 % aikasäättö villoitustyövaiheessa.

Toisessa testissä tarkoituksena on jalostaa esikeräilyä pidemmälle niin, että elementin eristeistä olisi vähintään 80 % esivalmisteltuja. Pidemmälle jalostetun esikeräilyn tavoitteena on saada villoitustyövaiheen aikasäästö suuremmaksi. Toisen testin aikana on myös tarkoituksena kar-

toittaa aika, jonka esikeräilijä käyttää eristeiden esivalmisteluun ja aika jonka hän voi suorittaa muita tuotannon työtehtäviä.

## 7.2 Toinen testi

Toiseen testiin valittiin tuotannon viikko suunnitelmasta kaksi erilaista elementtiä. Elementit ovat huomattavasti haastavammat, kuin aiemmassa testissä. Villojen esivalmisteluastetta pyritään nyt myös nostamaan niin, että eristeistä olisi tässä testissä esivalmisteltu kaikki (kuva 7). Testi suoritetaan samalla tavalla, kuin ensimmäinenkin testi. Ensiksi kelloteetaan vanhalla työtavalla eristämiseen käytetty aika ja seuraavaksi esikeräilyllä eristeillä eristykseen käytetty aika.



Kuva 7. Toisessa testissä esivalmisteltiin kaikki elementtiin tulevat eristeet.

### 7.2.1 Toisen testin tulokset

Eristeet asennettiin elementtiin asennusohjeen mukaisesti. Kaikki eristeet olivat esivalmisteltu elementtikuvan perusteella oikein ja ne sopivat paikoilleen. Kaideputkien paikkoja ja läpivientien kohtia ei pystytty esivalmistelemaan ja niiden leikkaaminen vaatii asennusvaiheessa aikaa. Vanhalla työtavalla varustelijat ovat voineet halkaista eristeen niin, että kaideputken vaatima syvennys asettuu eristekappaleen reunaan, jolloin sen veistäminen on mahdollista. Esivalmistellut eristeet jouduttiin työnaikana leikkaamaan halki oikeasta kohdasta ja veistämään syvennykset niihin. Villoitustyövaihe nopeutui esikeräilyn myötä vaatimattomat 36sekuntia. Lisäksi villoitustyön jälki on huonoa ja harvaa esivalmisteltujen villojen ta-

kia. Esivalmisteltua villaa on hyvin hankala mitoittaa juuri sopivaksi toleranssien sekä kehissä olevien päästöjen ja viisteiden takia (Kuva 8). Harvaksi jäänyt villoitus vaatii lisätöitä viimeistelyssä ja se aiheuttaa kustannuksia. Näin ollen voidaan todeta, että täysin esivalmistellun eristeen käyttäminen tässä yhteydessä on mahdotonta. Järjestelmä vaatisi toimiakseen tarkat mitat, joita noudattamalla esikeräilijä pystyisi leikkaamaan eristeistä juuri oikean kokoiset.



Kuva 8. Eristys jäi epätarkan mitoituksen johdosta harvaksi. Tämä aiheuttaa turhia korjauskustannuksia tehtaalla.

### 7.2.2 Toisessa testissä esille nousseet asiat

Toisen testin aikana havaittiin, että täysin esivalmisteltuun eristykseen ei ole järkevää siirtyä. Asiaa pohdittiin yhdessä testiin osallistuneiden työntekijöiden sekä työnjohdon kanssa ja kaikki olivat yksimielisiä siitä, että ensimmäiseksi testattu osittainen esivalmistelu oli toimivampi ratkaisu.

Linjalle on akuutti tarve investoida toinen vannesaha, jonka avulla alueelle saadaan toinen eristystyöpiste. Kahden eristystyöpisteen myötä turhat hukka-ajat sahalle jonottamisesta poistuisivat. Työntekijät olivat yksimielisiä siitä, että elementin reunoille tulevat viistetyt eristeet olisi hyvä olla esivalmisteltuna eristystyöpisteellä, kuten ensimmäisessä testissä oli.

## 8 ERISTYSTYÖN KEHITYS TESTIEN JÄLKEEN

Kokemukset työntekijöiden ja työnjohdon puolelta eristeiden esikeräilystä olivat positiivisia. Eristeiden esikeräilyn ympärille kehitetty järjestelmä koettiin toimivaksi, mutta suuritöiseksi. Elementin eristystyövaihe nopeutui esikeräilyllä eristeillä jonkin verran, mutta ei niin paljoa, että olisi järkevää pitää kokopäiväistä esikeräilyä valmistelemissä eristeistä. Mittakuvissa olevien toleranssien sekä kehissä ja laidoissa olevien päästöjen takia täysin esivalmisteltujen eristeiden tarkka mitoitus on mahdotonta. Eristys jää harvaksi tai vaihtoehtoisesti jokin eristepala ei sovi paikoilleen. Eristystyössä tehdyt virheet joudutaan korjaamaan viimeistelyssä, josta aiheutuu myös kustannuksia. Materiaalihukan määrään ei esikeräilyllä ollut vaikutusta, koska eristeistä tulevat hukkapalat ovat rappausviisteiden tai erilaisten läpivientien kohdilta tulevia palasia, eikä niitä pystytä millään tavalla eristystyössä hyödyntämään. Linjalla työskennellään työpareittain ja työparien välillä eristystyössä on eroja. Tulevaisuudessa tehtaalla tullaankin kiinnittämään enemmän huomiota työtapaan ja pyritään yhtenäistämään niitä standardien avulla.

Tehtyjen testien perusteella tämänhetkiseen tuotantoympäristöön kustannustehokkain työtapa on esivalmistella niin sanotut helpot eristeet, jotka tulevat elementin reunoilla ja vaikeammat eristeet varustelijat leikkaisivat itse eristystyövaiheessa. Tässä laajuudessaan esikeräily ei sido yhtään työmiestä, vaan kukin varustelija voi vuorollaan valmistella tarvittavat eristeet esimerkiksi päivän alussa. Esikeräilyä tullaan siis tulevaisuudessa linjalla toteuttamaan niin, että elementin reunoille tulevia eristekappaleita, joissa on sivu- sekä päätyviisteet, tullaan esivalmistelemaan etukäteen lavalle, josta eristystyövaiheessa varustelija voi elementtiin ne asentaa. Esivalmistellut palat ovat mitoiltaan 1500 mm x 300 mm.

Testien aikana sattumalta esiin tullut jonotusongelma vannesahalle poistetaan investoimalla linjalle toinen vannesaha ja samalla linjalle saadaan toinen eristystyöpiste. Myös linjan betonikuljettimen toimintasädeettä tullaan tulevaisuudessa pidentämään, näin saadaan käyttöön linjalla oleva jo aikoinaan käytöstä poistettu tärypöytä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tulevaisuudessa linjalla voidaan valaa sekä eristää yhtä aikaisesti useita elementtejä ilman, että ne hidastavat toinen toisensa läpimeenoa.

## 9 OMAA POHDINTAA

Tässä työssä tutkittiin millä toimenpiteillä rapatun julkisivuelementin eristämistyön kustannustehokkuutta pystyttäisiin nostamaan. Työ ja tutkimukset suoritettiin Parma Oy:n Forssan tehtaalla keväällä 2017. Tämän



opinnäytetyön avulla kehitettiin uusi työtapa, jonka avulla eristystyön kustannustehokkuus saatiin paremmaksi. Tämän opinnäytetyön mukanaan tuoma linjan esikeräilyvaraston layout-muutos on myös osoittautunut toimivaksi ratkaisuksi. Tulevaisuuden betonielementtirakentamisessa esikeräily ja esivalmistelu näyttelevät aina vain suurempaa roolia. Elementin valmistuksessa pyritään jatkuvasti siihen, että valupöydällä tapahtuva työ olisi lähes pelkästään kokoonpanotyötä, jolloin esivalmistelun ja esikeräilyn merkitys korostuu. Tulevaisuudessa, kun linjalle on investoitu toinen vannesaha eristeiden leikkaamiseen ja betonikuljettimen toimintasäde on saatu riittävän suureksi tulevat eteen muut haasteet. Eristys- ja valutyön tehostumisen jälkeen tulee rappauspiste todennäköisesti olemaan pullonkaulana linjalla. Uudet esiin tulevat haasteet ovat pääosin ratkaistavissa työaikojen porrastuksilla.

Omat haasteensa uusien työtapojen luomiselle jo olemassa olevaan tehdasympäristöön luovat tilat. Parma Oy:n Forssan tehtaan hallit on rakennettu 1960-1970-luvuilla, jolloin elementtirakentaminen on ollut huomattavasti yksinkertaisempaa, kuin nyt vuonna 2017. Tilat eivät kuitenkaan ole varsinainen este kehittymiselle. Lean-ajattelun pohjalta on helppoa kehittää tehdasta kohti nykyaikaista ja turvallista työympäristöä. Viimeisen neljän vuoden aikana Forssan tehtaalla on ollut hyvä tekemisen ilmapiiiri. Asioita on alettu kehittämään yksi kerrallaan ja jokainen aloitettu asia viedään loppuun asti ennen uuden aloittamista. Tarvittavista muutoksista on olemassa viikoittain päivitettävät listat, joissa määritellään muutosten kiireellisyys. Akuuteille korjauksille on olemassa oma listansa, koska yllättäviin korjaustarpeisiin ei voida ennakkoon reagoida. Lähi tulevaisuuden pidemmälle viedyt elementtirakentamisen esivalmistelu työtavat sekä ahtaat tilat tulee yritysjohdon ottaa huomioon päätöksiä tehdessään.

Mikäli jossain vaiheessa tulee eteen tilanne, jossa eristeitä saa esivalmisteltuna suoraan eristeiden toimittajalta tulee eristeiden esikeräilyä pohtia uudestaan. Ennen seuraavaa eristeiden esikeräilykokeilua on syytä huomioida muutamia seikkoja:

- On sovittava yhteisistä periaatteista. Esimerkiksi millainen eriste sovitetaan kehän reunalle.
- On laadittava tarkat eristekuvat, joiden perusteella eristetoimittaja tai esikeräilijä voi leikata tarvittavat eristeet.
- Eristeiden toimittajan on laadittava esivalmistelluista eristeistä asennusohje, niin että varustelija osaa asentaa eristeet oikeilla paikoilleen elementtiin.

- Eristeiden varastointipaikat järjestettävä tehtaalla niin, että eristeet ovat helposti varustelijoiden saatavilla.

## LÄHDELUETTELO

Logistiikanmaailma (Just-In-Time) ja imuohjaus.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>

Viitattu 12.4.2017

Modig.N & Åhlström.P. Tätä on LEAN. Tukholma: Rheologica Publishing 2013.

Parma-lehti. Parman asiakaslehti. 1/2015. Kerralla kuntoon ja paikalleen. Parmassa LEAN taipuu teoriasta hyviksi käytännöiksi.

[http://www.parma.fi/images/Asiakaslehti/PARMA\\_lehti\\_2015\\_web.pdf](http://www.parma.fi/images/Asiakaslehti/PARMA_lehti_2015_web.pdf)

Viitattu 2.2.2017

Parma Oy. Tietoa Parmasta.

<http://www.parma.fi/tietoa-parmasta>

Viitattu 3.2.2017

SixSigma, Lean ja johtaminen.

<http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/lean-ja-johtaminen/>

Viitattu 2.2.2017

SixSigma, Viiden ässän kehitystyökalu.

<http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-assaen-kehitystyokalua/>

Viitattu 2.2.2017

Vuorinen.T. Strategiakirja 20 työkalua. 2013 Talentum.

Toyota. Toyota way. Jatkuvan parantamisen filosofia.

<https://www.toyota.fi/toyota/toyota-way.json>

Viitattu 12.4.2017

Asiantuntija haastattelu 7.3.2017: Ilkka Iivanainen