

# **PROJEKTIHALLINTA PIENYRITYKSESSÄ**

Replicast-tarkkuusvalumenetelmän siirto ja integrointi



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäki, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

syksy, 2018

Tuomas Perttula

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Riihimäki

---

<b>Tekijä</b>	Tuomas Perttula	<b>Vuosi</b> 2018
<b>Työn nimi</b>	Projektinhallinta pienyrityksessä: Replicast-tarkkuusvalumenetelmän siirto ja integrointi	
<b>Työn ohjaaja/t</b>	Jussi Horelli	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on käynnistää Replicast-tarkkuusvalumenetelmä Sacotec Components Oy:n prosessissa. Hanketta toteutetaan projektiluonteisesti vuosien 2016-2018 aikana ja se sisältää menetelmään perehtymisen, aikataulutukset, urakointisopimukset, konesiirrot, tuotannon ylösajon ja integroinnin olemassa olevaan prosessiin. Lisäksi perehdytetään henkilökunta uuden menetelmän käyttöön ja luodaan työohjejärjestelmä uusien ja aiemmasta tuotannosta poikkeavien tuotteiden valmistuksen tueksi.

Projektissa keskeistä on myös menetelmän mukana tullut merkittävä asiakkuus, joka käytännön kannalta tarkoittaa jatkuvaa projektin aikaista tuotannon ylläpitoa ja asiakasrajapinnan hoitoa.

Lisäksi tämä opinnäytetyö käsittelee projektinhallinnan erityispiirteitä pienyrityksen näkökulmasta. Projektiorganisaation tehokkuusvaatimukset ja henkilöstörakenne pyrkivät muodostumaan resurssien kannalta äärimilleen optimoiduiksi. Yritykselle merkittävän hankkeen läpivienti vaati toteuttajiltaan sitoutumista ja saumatonta yhteistyötä eri sidosryhmien välillä, sekä yrityksen sisäisesti että alihankkijoiden ja muiden yhteistyökumppanin kanssa. Merkittävän hankkeen mukana myös riskit ovat suuria. Riskien hallinta ja huomioiminen on projektiorganisaation keskeinen tehtävä projektin aikana.

**Avainsanat** menetelmäsiirto, projektinhallinta, replicast, tarkkuusvalu,

**Sivut** 29 sivua

Mechanical Engineering and Production Technology  
Riihimäki

---

<b>Author</b>	Tuomas Perttula	<b>Year</b> 2018
<b>Subject</b>	Project Management in a Small Enterprise: Integrating and Relocating a Method for Replicast-Precision Casting	
<b>Supervisors</b>	Jussi Horelli	

---

ABSTRACT

The purpose of this project was to launch a method for Replicast-precision casting in the manufacturing process of Sacotec Components Oy. The project was executed between 2016 to 2018 and it included the author familiarizing himself with the method, scheduling, organizing subcontractors, relocating machines, the production start-up and its integration to the existing process. Furthermore, the training of the personnel and drafting a production guide were included into the project to support the production of new and exceptional components.

One of the main characteristics of the project was the significant customer-ship, which followed the commissioning of the replicast method. During the project it was essential to maintain continuous production and uphold good customer relations.

This thesis also accounts the special features in the project management of small enterprises. The efficiency requirements and the personnel structure of the project organization tend to become optimized to the full maximum in relation to the resources available. From the company's viewpoint, executing a prominent project requires both commitment to and a flawless collaboration with the parties within the company, its subcontractors and other cooperating partners.

The risks in a significant project are great. Therefore risk-management and foreseeing of risks were among the main tasks of the project organization here.

**Keywords** Precision casting, project management, relocating of process, replicast

**Pages** 29 pages

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	YRITYKSET .....	2
2.1	Sacotec Components Oy .....	2
2.2	Menetelmäesittely .....	3
2.3	Karhulan Valimo Oy.....	4
3	REPLICAST-TARKKUUSVALUMENETELMÄ .....	4
4	PROJEKTINHALLINTA PIENYRITYKSESSÄ.....	7
5	REPLICAST-PROJEKTIN ALOITUS .....	8
5.1	Yleistä ja projektipäällikön nimitys .....	8
5.2	Budjetointi.....	9
5.3	Aikataulutus .....	9
5.4	Projektin tekniseen käynnistämiseen liittyvät kysymykset .....	10
5.5	Lay-out -suunnitelma .....	10
6	PROJEKTIN VAIHEET.....	12
6.1	”Vanhan kastohallin” valmistelut.....	12
6.2	Menetelmään tutustuminen.....	12
6.3	Urakoitsijoiden valinta .....	13
6.4	Logiikat .....	13
6.5	Polttouunien osittainen purku ja siihen valmistautuminen .....	13
6.6	Konekannan määrittely kiinteistötekniikan osalta .....	13
6.7	Työohjejärjestelmän luominen .....	14
7	REPLICAST-MENETELMÄN SIIRTO .....	15
7.1	Vanhan tunneliuuniin poisto tilan saamiseksi polttouuneille.....	15
7.2	Ensimmäinen vaihe .....	16
7.3	Siirtojen välivaihe .....	19
7.4	Toinen vaihe .....	23
8	HAVAINTOJA SIIRRON JÄLKEEN .....	25
8.1	Tuotannon käynnistäminen seisakin jälkeen.....	25
8.2	Materiaalivirrat .....	25
8.3	Lämpökäsittelykapasiteetin nostaminen .....	26
9	YHTEENVETO .....	27
	LÄHTEET.....	29

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä kuvatus projektin tavoite oli hankkia riittävä tietotaito Replicast-tarkkuusvalumenetelmästä, jotta menetelmä voitiin siirtää konekantoineen Sacotec Components Oy:n tiloihin Riihimäellä. Replicast-menetelmästä on lopulta vain vähän kirjallisuutta olemassa. Tästä syystä siihen liittyvän tietotaidon hankkiminen oli käytännössä itse opeteltava. Tämän jälkeen menetelmä tuli ottaa käyttöön ja integroida kokonaisuudessaan olemassa olevaan prosessiin. Lisäksi tässä opinnäytetyössä tuodaan esille projektinhallinnan erityispiirteitä, jotka ovat ominaisia pienyritykselle merkittävässä projekteissa.

Riihimäkeläinen Sacotec Components Oy investoi Replicast-tarkkuusvalumenetelmän hankintaan yrityskaupan yhteydessä vuonna 2016, jolloin Sulzer Pumps Finland Oy luopui valimotoiminnastaan Kotkan Karhulassa. Valimon osti puolestaan Karhulan Valimo Oy, joka jatkaa yksityisesti perinteikkään valimon toimintaa. Yrityskaupan yhteydessä Karhulan Valimo päätti luopua Replicast-tarkkuusvalumenetelmän käytöstä keskittyessään omaan ydinliiketoimintaansa.

Replicast-tarkkuusvalumenetelmän käyttöönotto Sacotec Components Oy:ssä on luontainen kehityskohde yrityksen nykyiseen toimintaan nähden. Se sallii merkittävästi suurempien teräsvalukappaleiden tuottamisen tarkkuusvaluina lisänä olemassa olevaan tuotantoon tarjoten samalla merkittäviä uusia mahdollisuuksia teräsvalumarkkinoilla.

Sacotec Components Oy tuottaa yli 3 miljoonaa tarkkuusvalukomponenttia vuosittain vahamenetelmällä (ns. lost-wax-method) ja nyt käyttöönotettava Replicast-menetelmä on prosessina hyvin läheinen ja integroitavissa olemassa olevaan menetelmään.

Replicast-menetelmä merkitsee valumallin valmistamista kertamallina polystyreenistä. Polystyreenimalliin varustellaan valumenetelmän mukaiset valu- ja kaasunpoistokanavistot ja tämän jälkeen malli kuorutetaan keraamipinnoitteella. Keraamikuoren valmistuttua polystyreenimalli poistetaan kuoren sisästä korkeassa lämpötilassa ja samalla keraamikuoren kiderakenne sintraantuu lujittuen valutapahtumaa varten.

Polton jälkeen keraamikuori on valmis valettavaksi, ja valun jälkeen, ja sen jäähdettyä, kuori rikotaan teräsvalun ympäriltä. Kappale on valmis jälkikäsittelyyn ja toimitettavaksi.

Jotta polystyreenimalleja kyetään valmistamaan, oli hankittava riittävä tietotaito mallien valmistamisessa käytettäviin koneisiin, laitteisiin ja raaka-aineisiin. Lisäksi oli tehtävä suunnitelma niiden siirtoa Riihimäelle

ajatellen, huomioitava menetelmän purkamista ja ylösajoa koskeva problematiikka sekä huolehdittava lukuisista projektin aikaisista ja sen jälkeisistä operatiivisista seikoista. Näitä olivat mm. kiinteistötekniikan valmistelut, käytön perehdytys, työhöjärjestelmä, vaaditun kapasiteetin ripeä saavuttaminen asiakkuus huomioiden, tuotantotavan muutoksesta johtuvien haasteiden ratkaisut, urakointisopimukset, painelaitehyväksynät sekä henkilöstöresursointi.

Sacotec Components Oy nimesi tämän opinnäytetyön kirjoittajan ko. projektin päälliköksi. Kaupan yhteydessä oli sovittu, että Replicast menetelmän tuli olla toimintakunnossa Riihimäellä 11kk:n sisällä projektin aloittamisesta.

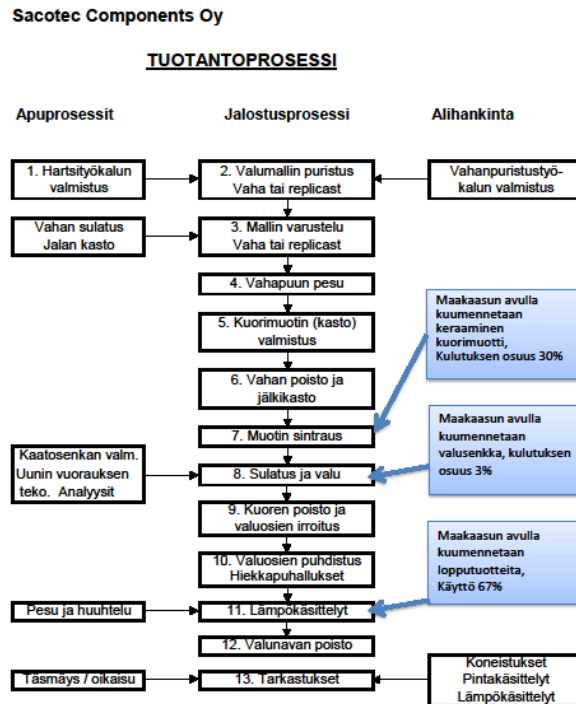
## 2 YRITYKSET

### 2.1 Sacotec Components Oy

Sacotec Components Oy on Riihimäellä toimiva perinteikäs yksityinen tarkkuusvalimo, jonka historia alkaa jo vuodesta 1919. Tällöin perustettiin SAKO (Suojeluskuntain Ase- ja Konepaja Oy). 50-luvulle tultaessa SAKO perusti tarkkuusvalimon ja eri vaiheiden jälkeen yhtiö yksityistettiin vuonna 1990. (Sacotec Components Oy 2018)

Sacotec Components Oy tuottaa pienkomponentteja tarkkuusvaluina eri teollisuusalojen toimittajille ja toimitettavat kappaleet ovat massaltaan joistain grammoista kymmeneen kiloihin. Replicast-menetelmän myötä valukappaleiden massat voivat olla jopa satoja kiloja ylärajan ollessa lähes määrittelemätön.

Yhtiön prosessi toimii osastoittain alla olevan prosessikaavion mukaisesti:



Kuva 1. Prosessikaavio (Sacotec Components Oy, 2017).

## 2.2 Menetelmäesittely

Replicast-menetelmä integroitiin pääosin prosessin ensimmäiseen osastoon, joka on puristus- ja liimausosasto. Tässä tarkkuusvaluprosessin ensimmäisessä vaiheessa valmistetaan valumalli joko vahasta, pikamallein tai menetelmäsiirron jälkeen polystyreenistä. Sacotec Components Oy:n mallinvalmistus on pitkälti automatisoitua ja suursarjat ajetaan robottisoluin tasaisen laadun ja korkean tuotantokapasiteetin varmistamiseksi. Näistä vahamalleista rakennetaan ns. vahapuu, johon liitetään suunnitteluosaston määrittelemät apuelementit teräsvalun kaatokanavistoa ja valutilanteessa syntyvää kaasunpoistoa varten.

Valmis vahapuu siirtyy kasto-osastolle, jossa täysautomaattinen robottisolu valmistaa vahapuulle keraamikuoren. Tämä tapahtuu upottamalla vahapuu vesipohjaisesta sideaineesta ja hiekasta koostuvaan keraamiseksi teeseen, jonka jälkeen tapahtuu kuivaus kerroksittain ratakuljettimin kuivaustunnelissa. Prosessi on vaativa ja edellyttää mm. kontrolloitua ilmastoa ja lämpötilaa.

Keraamikuoren valmistuttua vahapuu poistetaan kuoren sisältä korkeassa lämpötilassa ja paineessa (autoklaavi), jonka jälkeen kuori on periaatteessa valmis valuosaston käyttöön. Teräs kaadetaan keraamikuoren

sisään ja valun jäähtyttyä kuori rikotaan valun ympäriltä pois ja valu siirtyy jälkikäsitteilyosastolle mm. lämpökäsittelyyn tai pinnoitukseen.

Tuotteiden laatua valvotaan keskitetysti ja jokaisessa tuotannon vaiheessa työntekijöillä on käytössään päivitetty tietokonepohjainen työohje, jossa otetaan huomioon mahdollisten laatuerojen vaatimat muutokset. Näin ajantasainen tieto kulkee tuotteen mukana koko prosessin ajan ja valmistusmenetelmä säilyy yhtenäisenä muutoksista huolimatta.

### 2.3 Karhulan Valimo Oy

Kotkan Karhulassa sijaitseva Karhulan Valimo Oy on alkujaan perustettu jo vuonna 1880. Ahlström Yhtiöille se siirtyi vuonna 1915 ja vuonna 2000 Sveitsiläisen Sulzer-konsernin tytäryhtiö Sulzer Pumps Finland Oy osti valimon. Valimo on erikoistunut keskisuuriin ja suuriin erikoisvaluihin. (Karhulan Valimo Oy 2018)

Ahlström Yhtiöiden aikaan vuonna 1986 valimolle hankittiin Replicast-tarkkuusvalumenetelmä korkeatasoisten ja mittatarkkojen teräsvalujen valmistusta varten. Menetelmä koostui pääasiassa 5 päävaiheesta, polystyreenimallin puristuksesta, varustelusta, keraamikuoren valmistamisesta, kuoren poltosta ja valukehiin pakkaamisesta. Tästä eteenpäin valu jatkoivat yhtenäisesti matkaa muun tuotannon kanssa kohti toimitusta asiakkaalle. (Vierimaa 1989, s.46-47)

Sulzer Pumps Finland Oy päätti vuonna 2016 luopua valimotoiminnasta Karhulassa ja tällöin valimo siirtyi yrityskaupan myötä yksityiseen omistukseen. Valimosta tuli Karhulan Valimo Oy. Tässä yhteydessä muodostui myös päätös Karhulan Valimon osalta luopua replicast-menetelmästä, jolloin Sacotec Components Oy, Karhulan Valimo Oy ja Sulzer Pumps Finland Oy sopivat menetelmän siirtämisestä investoinnin myötä Sacotec Components Oy:n haltuun Riihimäelle.

## 3 REPLICAST-TARKKUUSVALUMENETELMÄ

Replicast-tarkkuusvalumenetelmä merkitsee valumallin valmistamista EPS polystyreenistä (Expanded Polystyrene). Polystyreeniraa (92 % C, 8 % H) on n.0,3-0,6 mm (Vierimaa 1989, s.46-47) halkaisijaltaan olevaa hienojakoista ja jauhemaista materiaalia. Se sisältää ponneaineena pentaania, jonka tehtävänä on paisuttaa raekoko niin, että rakeet voivat sintraantua myöhemässä käsittelyssä kiinteäksi malliksi.

EPS esipaisutetaan ensin ennalta määritellyn tiheyden  $\rho = \frac{m}{V}$  esipaisutusreaktorissa paineistetulla vesihöyryllä. Tiheys määriteltiin kokeellisesti. Kun määritelty tiheys on saavutettu, annos siirtyy ilmakuivaukseen.



Esipaisutuksessa materiaalin tiheys pienenee tilavuuden kasvaessa murtoosaan alkuperäisestä. Kuivauksessa materiaalista poistetaan ylimääräinen vesi ja materiaalista tulee kevyttä ja lumimaista jauhetta. Ponneaineensa vuoksi materiaali on erittäin syttymisherkkä, ja laitteiston hyvään maadoitukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota samoin kuin työskentely-ympäristöönkin.

Esipaisutuksen jälkeen materiaali on valmis käyttöä varten. Se johdetaan paineilmaa hyväksi käyttäen muottityökaluun. Tämä prosessi on sekä manuaalinen että automaattinen ja sitä varten on käytössä kaksi konetta. Manuaalisessa mallinvalmistuksessa EPS ajetaan paineilmakäyttöisellä venturi-pistoolilla muottityökaluun. Tämän jälkeen täytetty muottityökalu ajetaan automatisoituun höyrystykseen, jossa paineistettu vesihöyry kulkee muottityökalun ja EPS-materiaalin lävitse vuoroin ylä- ja alapuolelta. Nopealla höyryshokilla EPS saadaan sintraantumaan läpikotaisin myös valumallin sellaisilta alueilta, joissa materiaalivahvuudet ovat suuria.

Ensimmäisen höyryshokin jälkeen poistiventtiilit sulkeutuvat ja paine kasvaa muottityökalun sisällä. Tätä vaihetta kuvataan autoklaavivaiheena. Kappale kiillottuu myöhemmin, kun paineen ja lämpötilan annetaan vapaasti laskea, jonka jälkeen muottityökalu jäähdytetään nopeasti kylmällä paineistetulla vesisuihkulla.

Eri vaiheiden höyrystysajat ovat kriittisiä, sillä EPS-rae on herkkä sisäisen ylipaineensa takia rikkoutumaan tai pitkien höyrystysaikojen myötä sulamaan. Vastaavasti valumalli voi jäädä ns. raa'aksi, jos ajat on määritelty väärin. Tällöin EPS-rakeiden sintraantuminen on jäänyt puutteelliseksi, eikä malli ole kestävä jatkotoimenpiteitä varten tai pinnanlaatu jää hyvin puutteelliseksi.

Vastaavasti valumalleja valmistetaan myös automaattisesti, jolloin hydraulipuristimella puristetaan muottityökalun puoliskot yhteen. Tämän jälkeen automaattisuuttimet täyttävät muottityökalun EPS-rakeella ja loppuprosessi hoituu logiikan ohjaamana automaattisesti. Automaattimenetelmä on käyttökelpoinen tehtäessä suuria sarjoja samaa tuotetta. Muussa tapauksessa, kun tehdään yksittäisiä tuotteita runsaasti, joissa malli muuttuu jatkuvasti, on työ tehtävä manuaalisesti muottityökalua jatkuvasti vaihtaen.

Kun valumalli on valmis ja purettu muottityökalusta, siihen varustellaan liimaamalla tarvittavat valukanavistot, tuet ja kaasunpoistokanavat yhtä lailla polystyreenivarusteluosista, joita valmistetaan samoin em. menetelmällä automaattisella koneella.

Varustelutyön jälkeen polystyreenimalli liimataan puiseen jalustaan, jossa on kiinnitettynä terästappi kastorobotin tarttumista varten. Keraamikuori valmistetaan polystyreenimallin ympärille riittävän monessa kerroksessa kappaleen geometrian ja massan mukaan. Robotti tarttuu valumalliin ja

käyttää sen keraamisekoitteessa ja sirottaa ns. hiekoituksen kunkin kastokerran ylle. Tämän jälkeen valumalli jatkaa matkaansa kuivaustunneliin, josta robotti noutaa sen kierroksen päätteeksi ja jatkaa keraamikuoren paksuntamista uudella kastokerralla, kunnes tarkoituksenmukainen keraamikuori on valmis valua ajatellen.

Keraamikuoren valmistuttua tarttumislauta irrotetaan ja polystyreenivalumalli poistetaan keraamikuoren sisästä polttamalla kuorta n. 1000°C:n lämpötilassa ja palokaasu poltetaan jälkipolttimessa, jolloin poistuvat kaasut puhdistettua. Poltossa keraamikuoren kiderakenne sintraantuu lujituen valutapahtumaa varten. Polton jälkeen kuori on valmis valun, kunhan se tarkastetaan ja tarvittaessa puhdistetaan sisäpuolelta. Toisinaan kuorta vahvistetaan kriittisiltä osin, jotta sen kestävyys paranisi valussa.

Kuoret pakataan hiekkaa sisältäviin valukehiin. Sacotec Components Oy:llä on kaksitoimiset valukehät käytössään. Hiekan sekaan ajetaan paineilmaa, jolloin kuoren upottaminen käy helposti (ns. leijupeti). Valutilanteessa hiekkaan ajetaan voimakas alipaine, joka kiinteyttää hiekan ja tukee kuorta tehokkaasti valun ajan.

Alla olevassa kuvassa näkyy hyvin, kuinka keraamikuori on kaavattu hiekkaan valun ajaksi.



Kuva 2. Teräsvalu kaadetaan alipainekehässä olevaan keraamikuoreen.

Tästä vaiheesta eteenpäin kappaleen eteneminen vastaa muuta tarkkuusvalutuotantoa, eli keraamikuori rikotaan, kappale puhdistetaan ja siitä irrotetaan valu- ja kaasunpoistokanavisto. Lopuksi kappale lämpö- ja pinta-käsitellään tarpeen ja materiaalin mukaan, jonka jälkeen se on valmis toimitettavaksi asiakkaalle.

#### 4 PROJEKTINHALLINTA PIENYRITYKSESSÄ

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Replicast-tarkkuusvalumenetelmän siirron ja käyttöönoton myötä lisäksi projektinhallintaa pienyrityksessä ja näissä olosuhteissa toteutetun projektin erityispiirteitä pienyrityksen näkökulmista. Asia on mielenkiintoinen Kyösti Anttonen ”Tehosta Projektityötä” -kirjassa esiintyvän lauseen pohjalta: ”Projektin on harvoin sellainen, että sen toteuttaja ja lopputuloksen vastaanottaja on yksi ja sama taho” (Anttonen 2003, 53). Vastaavasti perusprojektiorganisaatio voi muodostua siten, että henkilöstörakenne muodostuu projektipäälliköstä, teknisestä asiantuntijasta, toteuttajasta ja dokumentointivastaavasta (Kettunen 2009, 131-132). Pienyrityksen projektinhallinta saattaa muodostua automaattisesti äärimmilleen optimoiduksi, jolloin projektin päälliköltä vaaditaan ominaisuuksia, joissa yhdistyvät perinteisen projektiorganisaatiokäsitteen mukaiset roolit.

Toimintokohtaisessa organisaatiomallissa organisaatorakenne perustuu tehtäväryhmiin keskitetyn johdon alaisuudessa (esim. tuotanto, myynti ja hallinto). Pääyksikköorganisaatiomallissa taas johdon alaisuuteen on nimitetty esikuntatoiminnot ja suhteellista itsenäisyyttä käyttävät pääyksiköt (Ruuska 1999, 41-42).

”Projektitoiminta edellyttää vakiintuneiden organisaatorajojen ylittämistä, koska tehtävien hoitamisessa tarvitaan usean eri osa-alueen asiantuntemusta” (Ruuska 1999, 42)

Pienyritysten projektinhallinnassa projektiorganisaatorakenteen määrittely ei tahdo vapaaehtoisesti kulkea optimaalisen organisaatorakenteen tietä. Yritykselle merkittävän projektin läpivieminen pyritään toteuttamaan resurssien minimoimisella toiminnallisesti turvallisen organisaation sijaan. Merkittävää on se, että pienyritykset pyrkivät minimoitujen resurssien puitteissa käytännössä pakon edessä ja tietämättään kohti adhokratiaa, joka on varsin kehittynyt organisaatiomalli perinteisiin projektiorganisaatiomalleihin nähden. Tätä myöden opinnäytetyössäni esiintyy vahvasti adhokratian käsite pienyrityksen projektinhallintaan liittyen.

## 5 REPLICAST-PROJEKTIN ALOITUS

### 5.1 Yleistä ja projektipäällikön nimitys

Replicast-menetelmän hankintapäätös oli syntynyt Sacotec Components Oy:n toimesta jo ennen nimeämistäni projektipäälliköksi. Sacotec Components solmi työsuhteen kanssani n. 4kk ennen projektin aloitusta ja sitä silmällä pitäen. Menetelmän hankintaan ja projektin aloitukseen vaikutti pääasiallisesti Karhulan valimon omistajanvaihdokseen liittyvät seikat, jonka yhteydessä vasta menetelmään liittyvä hankinta voitiin Sacotec Components Oy:n toimesta suorittaa.

Tein ensimmäisen katselmuksen Karhulan Valimo Oy:llä menetelmään liittyen 29.9.2016. Katselmuksen yhteydessä käytiin läpi menetelmään liittyvää prosessia yleisesti sekä siihen liittyvien koneiden ja laitteiden toimintaa, jotka myöhemmin on tarkoitus siirtää Sacotec Components Oy:n tiloihin Riihimäelle. Jo tässä vaiheessa toteutetun menetelmäinvestoinnin yhteydessä oli sovittu, että projekti tulisi teknisiltä osin saattaa loppuun n. 11kk:n aikana, eli vuoden 2017 elokuun loppuun mennessä.

Projektipäällikön kannalta tämä merkitsi käytännössä sitä, että menetelmä kaikkineen tuli pystyä hallitsemaan hyvissä ajoin ennen laitesiirron aloittamista. Jo alkuvaiheessa oli selvää, että projekti vaati useiden rinnakkaisten toimien ajoittamista ja huomioon ottamista. Menetelmä ja sadat tuotettavat nimikkeet sekä niiden tuotantotavat, vaatimukset ja prosessin ominaisuudet tuli opetella, jonka pohjalta voitiin aloittaa valmistelevat toimet Riihimäellä Sacotec Components Oy:n tehtaalla. Lisäksi suurta huomiota kiinnitettiin olemassa olevan asiakkuuden ylläpitämiseen ja asiakastyytyvyyteen panostamiseen. Menetelmän mukana Sacotec Components Oy:lle siirtyi merkittävä tilausvirta tuotteineen sekä suuri kansainvälinen konserni uutena asiakkuutena.

Oltuani mukana Karhulassa replicast-tuotannossa n. viikon verran, pidin Sacotec Components Oy:n johtoryhmälle esitelmän aloitettavasta hankkeesta, sen sisällöstä ja aikatauluista sekä merkityksestä Sacotec Components Oy:n toimintaan. Laitekannan siirtoa ja valmistelevia toimia sivuttiin samoin kuin tulevaa merkittävää muutosta tuotantokappaleissa, etenkin niiden kokomuutoksen suhteen. Pääosin Sacotec Components Oy:n tuotantokappaleet ovat kooltaan n.5 grammasta 20 kilogrammaan ja nyt replicast-menetelmän myötä valettavien kappaleiden massa tulee olemaan 20-300kg. Tämä on omiaan aiheuttamaan merkittäviä muutostarpeita mm. valuteknisisissä kysymyksissä sekä jälkikäsitelyssä. Selvää oli myös, että henkilöstöresurssien huomioonottaminen pienyrityksessä oli tärkeää alusta lähtien – tarvitaanko rekrytointeja ja mitä kyetään tekemään omin voimin?

## 5.2 Budjetointi

Katselmuksen perusteella tein budjettiarvion projektin kokonaiskustannuksista. Merkittävimmiksi kustannuskohteiksi arvioitiin menetelmän tekninen purkutyö, joka tulee todennäköisesti sisältämään sähköasennusten, LVI-tekniikan, koneiden ja laitteiden purkutyöt sekä suurten koneiden kuljetukseen liittyvän kaluston käytön, arviolta 10 verhottua perävaunua/traileria.

Näiden lisäksi seuraavaksi merkittävimmät kustannuskohteet olivat kohdesijainnin välittömiin asennustöihin liittyvät työt. Näitä olivat mm. lattia- asennovalmistelut, tilojen purku- ja asennustyöt, sähkötekniset työt, LVI-asennukset, viemäröinnit, ilmanvaihtoratkaisut, paineastia-asennukset, maakaasuliitännät ja palokaasujen poistokanavointi.

Kolmanneksi, merkittäviä kustannuksia arvioitiin muodostuvan menetelmän välillisiin asennustöihin liittyvistä elementeistä. Näiksi määriteltiin pääasiallisesti kokonaistuotantoon integrointi, sisältäen valuteknisten haasteiden ratkaisut, jälkikäsitteilyosaston parannukset, lämpökäsitteilykapasiteetin kasvattaminen sekä muut integrointiin liittyvät välttämättömät asiakokonaisuudet.

Oli huomioitava, että replicast-menetelmään liittyvä laitehankintaa ei sisällytetty budjettiarvioon.

Sacotec Components Oy:n toimitusjohtaja hyväksyi arvion.

## 5.3 Aikataulut

Budjettiarvion lisäksi laadin alla olevan Gantt-kaavion projektin aikataulusta.



Kuva 3. Replicast-projektin Gantt-kaavio (Tuomas Perttula, 2016)

Lähtökohtaisesti pyrin asettamaan aikataulut varmistaen sen, ettei aikataulu ylitä sovittua elokuun loppua vuonna 2017. Projektissa lähdettiin liikkeelle siitä, että se olisi teknisiltä osin suoritettu touko-kesäkuun vaihteessa 2017, eli turvallisesti etuajassa määräaikaan nähden.

#### 5.4 Projektin tekniseen käynnistämiseen liittyvät kysymykset

Ensin oli päätettävä laitteiston tuleva kohdesijainti Riihimäellä. Sacotec Components Oy:llä oli tuotantokäytöstä poistettu ns. ”vanha kastohalli”. Tätä käytettiin projektin alkaessa tuotteiden varastointiin, mutta sen tilat vaikuttivat riittävältä uudelle konekannalle. Uudet koneet vaativat n. 300m<sup>2</sup> tilaa ja ”vanha kastohalli” oli tiloiltaan riittävä tähän käyttötarkoitukseen.

Polttouunien sijoittaminen samaan tilaan polystyreenituotannon kanssa ei ollut sen sijaan mielekäästä, saati turvallista, joten niille oli löydettävä toinen sijainti. Sacotec Components Oy:llä oli valuosastolla vanha käytöstä poistettu tunneliuuni, jonka tilalla replicast-menetelmään liittyvät polttouunit voisivat hyvin toimia. Vanhasta uunista oli kuitenkin hankkiuduttava eroon tarvittavan tilan saavuttamiseksi ja sen kohtalo oli ratkaistava hyvissä ajoin projektin edetessä. Vanhan uunin pituus on n. 5m ja korkeus n.2,5m. Se oli teräsrakenteinen, sisältä muurattu maakaasukäyttöinen polttouuni, joten sen siirtäminen oli kokonaisuudessaan mittava tehtävä.

Projektin alussa keskeiset tehtävät Sacotec Components Oy:n tehtaalla olivat:

- lay-out -suunnitelman aikaansaanti
- ”vanhan kastohallin” valmistelu uutta menetelmää varten lay-out -suunnitelman mukaisesti
- vanhan tunneliuunin poisto tilan saavuttamiseksi uusille uuneille

Samalla jatkui intensiivinen perehtyminen koneisiin ja laitteisiin Karhulassa sekä menetelmän, tuotannon ja siihen liittyvien osa-alueiden haltuunotto.

#### 5.5 Lay-out -suunnitelma

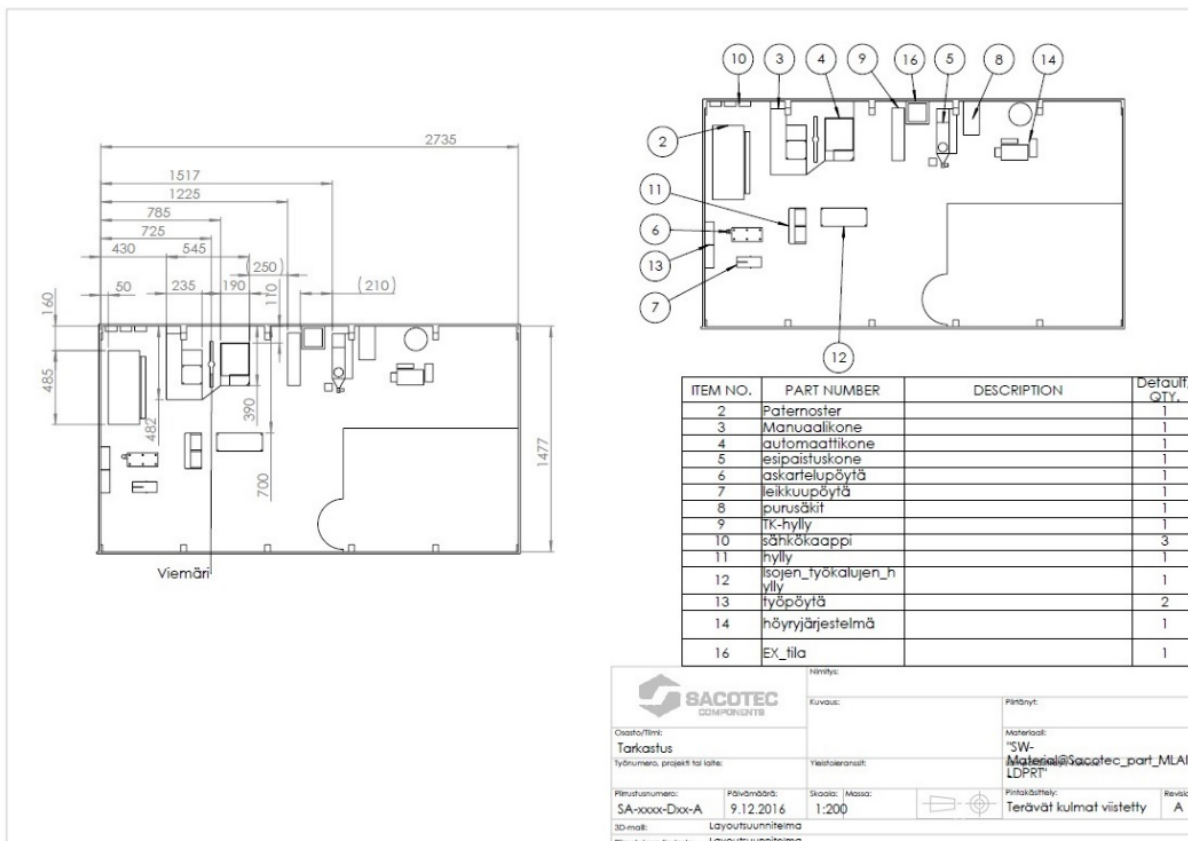
Lay-out valmistettiin Sacotec Components Oy:n insinööritoimiston toimesta. Tätä ennen oli hankittava riittävä ymmärrys Karhulassa sijaitsevista laitteista ja niiden toiminnasta sekä harkittava laitteiden sijainti toimivan tuotantovirtauksen saavuttamiseksi. Oli luontevaa ajatella, että tuote lähtee kulkemaan raaka-aineesta tuotteeksi kulkiensa kohti seuraavaa osastoa. Lisäksi tuli jättää riittävästi tilaa tulevaisuuden laajennuksille ja odottamattomille tilantarpeille. Oli otettava myös huomioon hallissa sijaitsevat sähkökeskukset, vesi- ja paineilmalinjat sekä muu mahdollinen toiminta ja kulku tilassa laitesiiiron jälkeen.

Lay-out tuli olla valmis marras-joulukuun vaihteessa 2016, jotta valmisteleviin toimiin lattian suhteen voitiin ryhtyä välittömästi sen jälkeen. Hallin lattia oli tasoitettava ja pinnoitettava epoksilla. Lisäksi oli otettava huomioon, että replicast-menetelmä tuottaa paljon viemäritävää vettä, eikä hallissa ole lattiakaivoja lainkaan.

Halliin oli myös tuotava laitteiden kannalta riittävä virransyöttö uusien keskuksin, sillä olemassa olevat järjestelmät eivät olleet menetelmän virransyötön kannalta riittäviä. Oli myös huomioitava, että olemassa olevien sähkökaappien eteen jäi riittävä huoltotila ja koneiden ympärille väljyyttä kunnossapitoa ja puhtaanapitoa varten.

Viemäroinnin kannalta päädyttiin ratkaisuun, jossa lattiaan valettiin koneita varten korotus, johon puolestaan uurretaan viemärikanava. Tämä siitä syystä, että tilan alla sijaitsee kellari, eikä ollut johdonmukaista heikentää lattiarakennetta.

Lay-out suunnitelman osalta päädyttiin alla olevan kuvan mukaiseen ratkaisuun.



Kuva 4. Lay-out suunnitelma

## 6 PROJEKTIN VAIHEET

### 6.1 ”Vanhan kastohallin” valmistelut

Hallin valmistelu päätettiin jättää Sacotec Components Oy:n kunnossapito-osaston hoidettavaksi. Lattian tasoitustyöt aloitettiin joulukuun 2016 alussa ja se oli tasoitettu, koroke muurattu ja epoksinnoitettu 21.12.2016 mennessä. Joululoman jälkeen ryhdyttiin mitoittamaan ja suunnittelemaan tarvittavia sähkökeskusten asennuspaikkoja ja kapasiteettia sekä vesi- ja paineilma putkistoja.

### 6.2 Menetelmään tutustuminen

Sijoiuin Karhulaan työskentelemään menetelmän parissa projektin alusta lähtien siihen saakka, kunnes se siirrettiin Riihimäelle. Tietotaidon siirtäminen uuteen yritykseen vaati prosessin tuntemuksen sisältäen koneet ja laitteet, siinä käytettävät raaka-aineet sekä niiden tuottajat maailmalla, raaka-aineiden toimitusajat ja saatavuudet sekä hinnat. Erittäin tärkeä osaamisen ala oli sadoilla nimikkeillä tuotettavat tuotteet ja niiden vaihto- vaihtelut sekä niihin liittyvät erityisvaatimukset. Lisäksi oli asetettava projektin toimittajan rooliin sekä asiakasrajapinnan vastaavaksi, joka huolehti myös päivittäisestä rutiinista myynnin ja tuotannon osalta.

Riihimäellä henkilökunta oli myös saatava aktivoitua suhtautumaan laajan projektin toteutumiseen optimistisesti; projekti merkitsi kaikkien Sacotec Components Oy:n osastojen kannalta merkittäviä panostuksia, jotka olivat projektin onnistumisen kannalta kriittisiä. Tästä syystä jatkuva tiedonvälitys ensin Sacotec Components Oy:n toimitusjohtajalle, osastojen päälliköille sekä enimmäkseen alkuvaiheessa toimeenpanevalla kunnossapito-osastolle oli erittäin tärkeää. Näin talon sisäinen roolitus alkoi automaattisesti kehittyä jo projektin alusta lähtien uuteen menetelmään nähden.

Menetelmään tutustuminen ei siis voinut merkitä pelkästään projektipäällikön osaamisen karttumista, vaan tietotaidon oli siirryttävä jatkuvasti myös talon sisäiseen käyttöön jo ennen laitesierrojen aloittamista.

Ylimääräinen työntekijä tuli tarpeeseen myös hieman ennen laitesierrojen aloittamista. Suunnittelin työntekijän tulevan viimeisellä viikolla ennen siirron aloittamista tutustumaan laitteisiin ja menetelmään yleisesti Karhulassa. Tällä varmistin sen, että osaamista voitiin käytännön kannalta hyödyntää eri tahoilla laitesierrojen aiheuttamaa kiirettä silmällä pitäen. Työntekijällä tuli olla näkemys menetelmän yleisestä käytöstä etukäteen, jolloin tuotannon aloittaminen katkotta voitiin varmistaa siirron yhteydessä – projektipäällikkö kun saattoi joutua viettämään aikaa purkutoimiin liittyvien asioiden parissa vielä senkin jälkeen, kun siirto oli jo pääosin suoritettu. Näin varmistin myös tarvittavat työvoimaresurssit siirron jälkeisen tuotannon varmistamiseksi – normaalirutiinissa varahenkilö oli oltava jo pelkästään sairausloma- tai muita varauksia varten.



### 6.3 Urakoitsijoiden valinta

Työ eteni sekä kastohallin valmistelun osalta että Karhulassa menetelmään tutustumisella. Konekannan siirtourakan tarjouskilpailu järjestettiin kolmen urakoitsijan kesken. Tammikuun 4 viikolla 2017 kolmas urakoitsija saapui tutustumaan kohteeseen Kotkan Karhulassa, ja heidän tarjouksensa voitiin hyväksyä kokonaisedullisimpana kilpailijoihin nähden. Kriteerinä oli ajoitus, joustavuus, kokonaishinta, vakuutukset, tarjouksen selkeys ja sisältö. Alustavasti sovittiin, että konesiirrot aloitetaan huhtikuun alussa 3. päivä ja ne sovittiin tulevan suoritetuiksi kahdessa vaiheessa: polystyreenituotanto kokonaisuudessaan vaiheessa 1 ja polttouunit sekä muu siihen liittyvä vaiheessa 2. Vaihe 2 sovittiin aloitettavaksi kesälomien kynnyksellä 5.7.2017.

Ensimmäinen vaihe ajoitettiin niin, että urakan tuli olla valmis ja konekannan käyttökunnossa Riihimäellä 2 viikon sisällä purkamisen aloittamisesta. Toisen vaiheen ajoitus oli väljempi, sillä se suoritettiin kokonaisuudessaan kesäseisakin aikana.

### 6.4 Logiikat

Laitekannassa oli paljon koneita ja laitteita, jotka olivat logiikkaohjattuja. Maaliskuussa 2017 logiikkaohjausten pääasiallinen valmistaja saapui Kotkan Karhulaan varmistamaan laitteiden ohjausten varmuuskopioinnit sekä niihin tehdyt säädöt ja asetukset. Näiden varmistaminen ennen purkuun ryhtymistä oli oleellista siksi, että vältettiin esim. paristovarmenteisten logiikkaohjausten ohjelmistomenetykset virrankatkaisutilanteessa.

### 6.5 Polttouunien osittainen purku ja siihen valmistautuminen

Korkealämpöisten (n.1000°C) polttouunien muuraamiseen erikoistunut yritys löydettiin asettamaan polttouunit kuljetuskuntoon heinäkuun siirtoa ajatellen. Uunit olivat ulkoisesti teräsrakenteisia, mutta niissä oli tiilivuoraus sisällä. Oli olemassa riski, että vuoraus oli haurastunut käytössä. Siitä syystä niiden kunnan tarve oli syytä selvittää ja tarvittaessa ne oli tuettava tai jopa purettava kuljetuksen ajaksi. Jälkimmäisessä tapauksessa vuoraus olisi pitänyt rakentaa uudelleen käyttöönoton yhteydessä.

### 6.6 Konekannan määrittely kiinteistötekniikan osalta

Koneiden virransyötöt ja johdintyyppit oli tutkittava Karhulassa, jotta saatiin luovuttaa tiedot Riihimäelle kunnossapito-osaston käyttöön. Tällöin he pystyivät rakentamaan tarvittavat keskukset ja linjat koneita varten valmiiksi siirtoa ajatellen. Sulakekokojen määrittely toteutettiin laitteiden

tehovaateiden perusteella kunnossapito-osaston kanssa. Menetelmä tarvitsi sekä yli- että alipainelinjastot, joten tutkittavaksi jäi Sacotec Components Oy:n paineilman tuoton riittävyys järjestelmän ylläpitämiseen. Alipainejärjestelmä oli sen sijaan rakennettava alusta lähtien, sillä sitä ei voitu Karhulasta siirtää sen oltua toiminnassa kiinteästi Karhulan Valimo Oy:n kiinteistössä.

Tähän liittyen tein kattavan konelistan kaikista siirrettävistä koneista ja laitteista sekä niiden teknisistä ominaisuuksista, tehovaatimuksista ja käyttötarkoituksista. Konelistan avulla oli selkeää tehdä yhteistyötä oman kunnossapito-osaston kanssa siirtoa valmistellessa ja mm. tarvittavia liitännöitä suunniteltaessa.

## 6.7 Työohjejärjestelmän luominen

Menetelmän mukana yhtiölle siirtyi merkittävä asiakkuus, joten replicastmenetelmän vuosittainen työllistävyytsvaikutus oli ja tulisi olemaankin hyvä. Lisäksi erilaisia tuotteisiin liittyviä nimikkeistöjä oli useita satoja. Kaikista nimikkeistä oli tehtävä työohje, sillä Sacotec Components Oy:n toimintatapaan liittyy kiinteästi tietotekninen työohjejärjestelmä, joka on prosessin eri osissa aina työntekijöiden käytettävissä. Työohjejärjestelmää hallitaan keskitetysti ja sinne liitetään yksityiskohtaiset ohjeet kustakin toiminnanohjausjärjestelmässä olevasta tuotteesta. Lisäksi järjestelmää päivitetään välittömästi, kun havaitaan esim. laatupoikkeama tai kehitystarve jonkin tuotteen tuotannossa. Tällä tavalla uudistukset tuotannossa kulkevat nopeasti läpi kaikkien osastojen ja kaikilla työntekijöillä on jatkuvasti käytössään ajantasainen tieto ja yhtenäinen menettelytapa tuotannon suhteen.

Työohjejärjestelmän luominen alkoi jo Karhulassa, jolloin dokumentoin ja valokuvasin jokaisen tuotettavan mallin valmiiksi, jotta niiden siirto Sacotec Components Oy:n työohjejärjestelmään olisi käynyt joustavasti. Tuotteiden valuteknisissä menetelmissä on suuria eroja ja suuri tietomäärä, joka oli myös osin perinnetietoa, joten sen tallentaminen oli sekä haastava että tärkeä tehtävä projektiin liittyen.

Kun saatoin katsoa, että riittävä määrä tuotteita on dokumentoitu ja lähinnä samankaltaisuuksia alkoi ilmetä riittävästi prosessin osalta, laitesiirron aiheuttama tuotannon keskeytys ei ollut enää riski tietotaidon siirtymiselle. Dokumentointia jatkettiin tuotannon alkaessa Riihimäellä jo olemassa olevien esimerkkien perusteella, joita oli kertynyt hieman yli 100. Riihimäelle siirryttäessä työohjejärjestelmää kehitettiin yhteistyössä yhtiön suunnitteluosaston kanssa.

Työohjeen keskeinen sisältö oli määritelty siten, että kullekin nimikkeelle liitettiin käytettävät varusteluosat. Varusteluosiksi kutsutaan polystyreenistä ja erilaisista keraamiholkeista koostuvat komponentit, joista

varsinaiseen tuotettavaan malliin rakennetaan valukanavisto, tukirakenne ja kaasunpoistokanavisto. Varusteluosia valmistetaan itse polystyreenistä myös kevyillä, siirrettävillä koneilla. Osa hankitaan vapailta markkinoilta.

Mallin rakennus on toteutettava tarkasti, jotta valutapahtuma voisi onnistua. Karhulassa saadut näkemykset mallien valmistuksesta perustuvat pitkäaikaiseen valmistukseen ja kokemukseen, joten niiden yksityiskohtainen seuraaminen tuotannon aloittamisvaiheessa Riihimäellä oli varsin tarkoituksenmukaista. Jatkossa menetelmää pyritään luonnollisesti kehittämään yhä suuntaan, joka johtaisi tehokkaampaan, nopeampaan, luotettavampaan ja kustannustehokkaampaan valmistusprosessiin. Tämä työ alkoi jo ennen varsinaisen tuotannon aloittamista Riihimäellä ja parannuksia tehtiin esimerkiksi valumalliin liittyvien tuentojen ja tuotannon yksinkertaistamiseksi tinkimättä lopputuloksen laatuvaatimuksista.

## 7 REPLICAST-MENETELMÄN SIIRTO

### 7.1 Vanhan tunneliuuniin poisto tilan saamiseksi polttouuneille

Käytöstä poistetun tunneliuunin poistaminen oli merkittävä haaste. Sen purkaminen oli suuri työ yhdistetyn teräsrakenteen, sisämuurauksen, kaasuputki- ja sähköasennusten sekä suuren kokonsa vuoksi. Ensisijaisesti oli tarkoituksenmukaista, jos laite saataisiin myytyä. Laitteelle löytyi ostaja, jonka kanssa sain sovittua, että ostaja noutaa laitteen helmikuussa 2017. Tämä toteutui ja tilan suunnittelulle uuteen käyttöön jäi hyvin aikaa. Käytöstä poistetun tunneliuunin tilalle oli tarkoitus asentaa uudet polttouunit. Vaikka tila on suhteellisen ahdas ja muodoltaan kapea, polttouunien tulisi sopia tilaan niiden edessä kulkevan uunitusvaunun kanssa.

Alla olevassa kuvassa näkyy hyvin, millainen purettava uuni oli ja kuinka kapea on sen tilalle tulevien uunien asennustila.



Kuva 5. Käytöstä poistettava tunneliuuni.

## 7.2 Ensimmäinen vaihe

Siirtourakka aloitettiin huhtikuun 3. päivä 2017. Samalle päivälle oli ajoitettu Karhulaan Karhulan Valimo Oy:n kunnossapito-osaston kanssa yhteistyössä koneiden ja laitteiden irrotus sähköverkosta mekaanisen purkutyön aloittamiseksi. Koska tuotanto tiloissa jatkui viime hetkiin saakka, paternoster-varastoautomaatti oli tyhjennettävä purkutyön alkaessa, sillä varastoautomaatti kuului osana tehtyyn kauppaan konekannasta. Se sisälsi polystyreenituotannossa tarvittavat muottityökalut, joita oli satoja erilaisia. Muottityökalu on keskimäärin halkaisijaltaan n.300-1000mm, korkeudeltaan 300-600mm, oleva kiekkomainen aihio, joka aukeaa yläosastaan. Runkomateriaali on lähes poikkeuksetta alumiinia. Muottityökalujen keskittäminen varastoautomaattiin Riihimäellä aiheutti myös massakeskitymän tulevan hallin lattialle, joten varmistettiin, ettei tästä tule ongelmia. Lattia oli kuitenkin tuettu paaluin kellarikerroksista ja sen paksuus oli kunnossapito-osaston tekemien laskelmien perusteella riittävä varastoautomaatin perustamiseksi halliin.

Alla olevassa kuvassa näkyy paternostin sekä siinä säilytettäviä muottityökaluja.



Kuva 6. Tyypillisiä Replicast-muottityökaluja varastoautomaatissa.

Urakoitsijan kanssa tultiin siihen tulokseen, että purkutyöhön riittää kokonaisuudessaan 5 miestä. Näiden lisäksi apuna oli Karhulan Valimo Oy:n kunnossapito-osasto ja heidän sähköasentajat ja Karhulan teollisuuspuiston alueella toimiva logistiikkayritys, joka tyhjensi varastoautomaatin ja pakkasi muottityökalut.

Siirtoon ensimmäisessä vaiheessa tarvittiin ns. kuukulkija ja saksinostimia. Apuna käytettiin kiinteitä siltanostureita ja trukkia. Siirtoon varattiin lisäksi 4kpl merikontteja sekä 2 kuorma-autoa trailereineen.

Siirto sujui odotuksien mukaan ja koneet ja laitteet olivat käyttökunnossa Riihimäellä seuraavan viikon perjantaina. Näin ollen käyttökatkosta seurasi ensimmäisen vaiheen operaatiosta vain 9 arkipäivää, sillä jälkimmäisen viikon perjantai oli pyhäpäivä. Purkutyö sujui kokonaisuudessaan ilman ongelmia. Koneita jouduttiin hieman pilkkomaan tavanomaista enemmän, sillä sisäänkäynnit ”vanhaan kastohalliin” olivat niille liian pieniä.

Samaan aikaan, kun purkutöiden ensimmäinen viikko oli käynnissä Karhulassa, Riihimäellä asennettiin LVI-yrityksen toimesta pähöyryputkea seinälle ja siihen liitännät lay-out suunnitelman mukaisesti. Sähköurakoitsijaa käytettiin vetämään riittävät linjat replicast-hallin sähkökeskuksille.

Putket eristettiin ja vuorattiin alumiinivuorauksin.

Sähkökeskukset olivat siten valmiina kytkettyinä laiteasennusta varten, alipainejärjestelmä toteutettiin antistaattisella vakuumpumpulla, joka asennettiin paikallisesti käyttökohteeseen. Alipaineen tarkoitus on siirtää raaka polystyreenirae annostelijalta esipaisutusreaktoriin. Hallissa oli valmiina riittävä raakavedensyöttö ja paineilmalinja, josta voitiin ottaa haaroituksin riittävä paineilma koneiden pneumaattisiin tarpeisiin.

Muottityökaluille tilattiin oma kuljetuksensa, joka toteutettiin täysperävaunuyhdistelmällä.

Alla olevassa kuvassa näkyy monimutkaisen asennustyön tulos.



Kuva 7. Koneet asennettuna

Lisäksi Karhulasta tuotiin jäljelle jääneen kuljetuskapasiteetin puitteissa ne raaka-aineet ja materiaalit, joita oli jäänyt tuotannossa käyttämättä.

Alla olevassa kuvassa etualalla manuaalikäyttöinen puristuskone sekä kattoon I-palkein tuettu kevyt kattonostin.



Kuva 8. Koneet asennettuna

### 7.3 Siirtojen välivaihe

Polystyreeni- ja mallinvalmistus saatiin käyntiin ensimmäisen vaiheen aloituksesta kahdessa viikossa. Keraamikuoren polttouunit päätettiin jättää varosyistä toistaiseksi Karhulaan, jotta resurssit ensimmäisen vaiheen tuotantoon ja mahdollisiin ongelmiin olisivat optimaaliset. Lisäksi oli huomioitavaa, että tilauskanta oli merkittävä, ja tuotannon keskeytyminen pidemmäksi aikaa olisi ollut vakava riski.

Ongelmia ei kuitenkaan ilmennyt ja tuotantoa päästiin jatkamaan joustavasti heti käyttöönoton jälkeen. Sacotec Components Oy:n puristus- ja liimausosasto otti mallien varustelun välittömästi haltuunsa projektin aikana kerätyn työhjejärjestelmän kautta. Keraamikuoren kasto-osastolla päästiin vähäisin muutoksin. Ainoastaan polystyreenimallien kiinnitys robottitarttujaan ja kuivaustunnelin henkariin poikkesi oleellisesti aiempaan tuotantoon verrattuna. Tähän oli haettu ratkaisua myös jo projektin aikana koevalujen kautta. Varusteltu polystyreenimalli kiinnitetään lautaan, jossa on terästappi robottia ja henkaria varten. Lopulta vain terästappeja jouduttiin teettämään, jotta kasto-osasto voisi toimia normaalisti ja näitä olikin hankittu jo hyvissä ajoin ennen laitesiiirtoa.

Alla olevassa kuvassa näkyy täysautomaattinen kastorobotti, joka valmistaa keraamikuoren valumallin päälle.



Kuva 9. Keraamikuori valmistuu kasto-osastolla robottisolussa.



Tässä vaiheessa polystyreenimalleja ei täysimääräisesti valettu Sacotec Componets Oy:n toimesta, vaan polttouunien yhä ollessa Karhulassa, keraamikuoret toimitettiin Karhulaan sekä poltettavaksi että valettavaksi. Samalla hankittiin käytännön kokemusta polystyreenimallien tuotannosta Riihimäellä, kunnes seurasi siirron toinen vaihe 5.7.2017.

Alla olevassa kuvassa näkyy keraamikuori, joka on valmis valua varten.



Kuva 10. Keraamikuori valmis valettavaksi.

Välivaiheen aikana jouduttiin sitouttamaan henkilöstöresursseja merkittävästi sekä tuotteiden työohjejärjestelmään viemiseksi sekä nimikkeistön luomiseen toiminnanohjausjärjestelmään. Nimikkeitä tuli jatkuvasti lisää useita satoja projektin jatkuessa, kunnes vasta kevään 2018 aikana tilanne hiukan rauhoittui.

Alla olevassa kuvassa on polystyreenimalli varusteltuna ja valmiina kastia varten.



Kuva 11. Polystyreenimallin varustelua työohjeen mukaan.

Alla olevassa kuvassa näkyy otos Sacotec Components Oy:n työohjejärjestelmästä.

**SACOTEC COMPONENTS**

Nimi: \*\*JP 9 Asiakas:

**Huom!** S jalka lyhennetty / J.L.

**E6 Jalkatyppi S**  
Jalkatyppi: 55001 R - Jalka S Pieni

1	KPL/ELEM.	1	KANTILLE
1	KPL/KERROS	1	KERROSTA

1 KPL/JALKA

**LIIMAUKSEN APUOSAT**

Kpl	Koodi/nimitys/tyyppi	pi-tuus
1	55005 R - Nousu 2	0
1	80704 S - ERISTEHOLKKI	0
1	55004 R - Puhallusnipa 1	0

**LISÄOHJEET / MUUT KOMMENTIT**  
Käiverrä ensin tehokkin sisäpintaan materiaalimerkintä CN7M sekä koodi 38700  
Kappaleessa olevan nimikkeeseen viimeinen numero korvattava numerolla 3.  
Kappaleessa oleva materiaalimerkintä "A890 SA" raaputettava pois tai peitettävä paikkavahalla.

KESKIAARVO (10 kappaletta)	2%	5%	10%	15%	PARAS	1738
1t	1/0,7	1/0,7	1/0,7	1/0,7	1/0,8	kpl/vahap.
4t	2,7	2,8	2,9	3	3,1	3,1 vahap.
8t	5,5	5,6	5,7	6	6,3	6,3 vahap.

Tehtävät [Lisä] [Tulosta]

Tehtävä / Määräaika /

http://sacosq/Trac... http://sacosq/Trac...

Kuva 12. Esimerkki työohjejärjestelmästä, jossa ohjeet kullekin tuotteelle.

## 7.4 Toinen vaihe

Toisen vaiheen konesiirtoon sisältyi pienempi määrä laitteistoja:

- 2 uunia (ns. krymppausuuni ja polttouuni)
- kattonostin
- pylväskääntönostureita
- sekoittimia
- ilmastointilaitteita- ja kanavia
- 6-akselinen robotti
- keraamisekoitteen sekoitintankit
- rouhesirottimia.

Näistä ensisijaisesti oli käyttöön otettava 2kpl polttouuneja sekä kattonostin ensimmäisessä vaiheessa asennetun polystyreenituotannon tueksi. 6-akselinen robotti ajettiin kuljetusasentoon, jossa robotin painopiste on mahdollisimman alhaalla. Lisäksi siihen vaihdettiin akut, jotta robotti ei menettäisi siirron aikana virtakatkoksen takia asemointitietoaan.

Purkuun ja siirtoon käytettiin viikko ja uunien asennukseen oli hyvin aikaa kesäseisäkin johdosta. Uunien asennus Riihimäellä oli sikäli erittäin haastavaa, että tila, josta vanha tunneliuuni oli poistettu, oli varsin ahdas. Uusien uunien edustalle oli lisäksi rakennettava lattiakiskot, joita pitkin puoliautomaattinen uunitusvaunu saattoi kulkea. Lisäksi tilassa sijaitsi erilaisia tolppia ja tukia kaapelihyllyille sekä maakaasuputkistoja. Takaseinällä sijaitsee sähkökeskuksia, joten uunien ja seinän väliin oli jätettävä riittävä huoltotila. Lay-out suunnitelmassa jätettiin suosiolla määrittelemättä tarkkoja mitoituksia, joten asemointi tehtiin käsityönä sen varmistamiseksi, että kokonaisuus saadaan toimivaksi. Uunit mitattiin ja laskelmoitiin ensin kiskojen paikat. Niille leikattiin lattiaan upotukset ja muokatusta L-profiilista rakennettiin kiskot, jotka muurattiin upotuksiin vaunun pyörien akseliväliin mukaan. Kiskon oli oltava myös riittävän syvä, jotta sitä pitkin saattoi kulkea virransyöttö vaunulle. Johto kerääntyy vaunun pohjaan jousikuoritteisella keräimellä

Polttouunin palokaasut johdetaan jälkipolttimeen, josta poistuvat palokaasut ovat n. 800 asteisia johtuessaan hormistoon. Sekä hormiston materiaalin että katon läpiviennin oli kestettävä paloturvallisesti korkeita lämpötiloja. Noustessaan lämpötilan havaittiin laskevan n. 300 asteeseen, joten katon läpiviennin riittävällä eristämällä polttouunia voidaan käyttää turvallisesti.

Hormisto rakennettiin lopulta uudelleen rosterista, sillä Karhulassa käytössä ollut hormisto ei ollut käyttökelpoinen uunien nykyisessä paikassa. Rakenteesta saatiin lopulta yksinkertainen: suora putki katon läpi. Lämpötilan katsottiin laskevan riittävästi putken nousun aikana, jotta materiaali kestää lämpökuorman ongelmitta.

Annoin uunien käyttöönottokoulutuksen valuosaston päällikölle sekä hänen alaisuudessaan toimiville prosessinhoitajille. Koska toinen uuneista on maakaasukäyttöinen polttouuni, käyttöön liittyvät turvallisuustekijät otettiin huomioon koulutuksessa. Samoin uunien käyttöön ja käynnistämiseen liittyy sekvenssejä, jotka vaativat koulutuksen. Perehdytin käyttäjät myös puoliautomaattisen uunitusvaunun käyttöön, joka pysähtyy automaattisesti uunien kohdalla. Erityistä huomiota vaati uunitusvaunun käyttö polttouuni 2:n kohdalla, sillä uunin ollessa käytössä ja luukku auki, uunin sisäinen lämpötila on lähes 1000°C. Uunitus prosessina vaatii tarkkuutta ja huolellisuutta sekä käyttöturvallisuusnäkökohtien huomioon ottamista. Uunituksen on onnistuttava ripeästi, tähtäilemättä ja ilman törmäyksiä.

Ongelmatilanteessa teoreettinen riski on, että uunitusvaunu jäisi jostain syystä paikalleen polttouunin ollessa auki, jolloin ympäristö altistuu korkealle lämpötilalle pitkäksi aikaa. Tästä syystä uunitusten on onnistuttava tarkkuudella ja huolellisesti toteutettuna.

Alla oleva kuva osoittaa, kuinka hyvin lopulta uunit saatiin sovitettua paikalleen uunitusvaunun kanssa.



Kuva 9. Polttouunit ja uunitusvaunu radastoineen asennettuina.

Polttouunit olivat käyttökunnossa kesäseisakin loppuun mennessä, jolloin täysipainoinen tuotanto aloitettiin elokuussa 2017.

## 8 HAVAINTOJA SIIRRON JÄLKEEN

### 8.1 Tuotannon käynnistäminen seisakin jälkeen

Kun koko menetelmä koneineen ja laitteineen oli käyttökunnossa, kesälomien jälkeen päästiin hyvään käyttöasteeseen. Tämä merkitsi replicast-menetelmän kapasiteetin kannalta merkittävää kuormitusta kaikille osastoille. Replicast-tuotanto on pääasiassa yksittäiskappaleiden tuotantoa, joita on lukumääräisesti satoja erilaisia. Ei voida siis puhua varsinaisesta sarjatuotannosta kappaleiden ominaisuuksien perusteella, mutta yhtenäisen valumenetelmän ansiosta kyllä. Sacotec Components Oy:n kokonaiskapasiteetin osalta olin laskelmoinut ensimmäisten 4 viikon täyden tuotannon ajalle teoreettista maksimia mahdollisille ns. susituksille, joka voisi olla enintään 30% mutta ei enempää. Koska tuotteiden kiertoaika on lyhyt, eikä esimerkiksi valuosastolla ollut missään tapauksessa kokemusta kaikkien uusien tuotteiden valamisesta, varauduin alkuun kaikesta valmistautumisesta huolimatta runsaasti laatu- ja kiertoaikaan. Lyhyen kiertoajan ansiosta näitä voidaan uusia aina 30%:iin saakka ensimmäisen 4 tuotantoviikon aikana. Jos näin olisi jatkunut pitempään, tuotannon viive olisi käynyt toimitusvarmuuden kannalta ongelmalliseksi. Osoittautui kuitenkin, että kokonaistuotannossa alusta lähtien esiintyvät uusintatuotantoon johtavat laatu- ja kiertoaikat eivät ylittäneet 3% tuotannosta. Tästä laatu- ja kiertoaikatien määrä lähtikin tasaisesti laskemaan ja tuotannon eri ongelmakohtiin oltiin käytännön kokemusten pohjalta voitu tehokkaasti puuttua.

### 8.2 Materiaalivirrat

Projektin aikana Karhulassa tuli tarkoin selvitettyä replicast-tuotannossa tarvittavat materiaalit ja materiaalityyppivaihtoehdot. Varsinaisesti eri materiaalityyppivaihtoehdot ryhdyttiin testaamaan käytännössä heti laitesiirotien ensimmäisen vaiheen jälkeen, jolloin pyrittiin ennestään parantamaan polystyreenimallien pinnanlaatua, jonka tulisi parhaimmillaan olla käsittelemättömänä ja ns. valutilaisena jopa alle Ra6.3-arvon. Ensimmäisenä kehityskohteena oli luonnollisesti polystyreenirakevaihtoehdot. Rakeen toimittajavaihtoehdot löydettiin useita eri puolilta maailmaa ja näitä lähdettiin järjestelmällisesti testaamaan. Polystyreenirakeen koossa ja sintraantumisominaisuuksissa on eroja. Kun nämä otettiin huomioon esipaisutusreaktorin asetuksissa tavoiteltu materiaalityyppi huomioiden, päästiin erään raaka-ainetoimittajan kanssa varsin positiiviseen lopputulokseen.

Keraamikuoren valmistuksessa nojaututtiin Sacotec Components Oy:n omaan kastomenetelmään, jossa keraamikuoren keraamiseksiokset

poikkeavat jonkin verran aiemmin käytetystä seoksesta. Tämä oli siinä mielessä hyvin edullinen tilanne, että kokonaisprosessia ei tarvinnut keraamikuoren valmistuksen osalta muuttaa, vaan olemassa oleva prosessi sekä raaka-aineet soveltuivat hyvin myös replicast-tuotantoon.

### 8.3 Lämpökäsittelykapasiteetin nostaminen

Projektin alkuvaiheessa budjettiarvioon sisältyi lämpökäsittelykapasiteetin nostaminen, sillä replicast-menetelmän myötä tuotettavien kappaleiden koko kasvaa erittäin merkittävästi aiempaan tuotantoon nähden. Näin ollen pienkomponenttituotannossa käytettävä lämpökäsittelyuuni ei kaikilta osin soveltunut esim. yli 100kg:n painoisille tuotteille. Tässä päätettiin edetä siten, että hankittaisiin vuoden 2017 aikana käytännön kokemus replicast-tuotteiden tuotannosta, ja tehdään hankintapäätös sen perusteella uuden lämpökäsittelyuunin hankkimiseksi, joka soveltuu parhaalla mahdollisella tavalla myös replicast-menetelmällä tuotettujen kappaleiden lämpökäsittelyyn. Siihen asti lämpökäsittelyt suurille teräksille ostettaisiin alihankkijoilta kotimaasta.

## 9 YHTEENVETO

Haastavan teollisuusprojektin läpivientiin voidaan tuskin useinkaan soveltaa kaikkialle soveltuvia projektitoiminnan periaatteita. Sain kuitenkin mielenkiintoisia oppimiskokemuksia projektin eri osa-alueilta, joita lienee mahdollista jopa yleistää. Liikennealentäjien koulutuksessa korostuu ennakkoiva toiminta ohjaamossa, jolloin pienillä liikkeillä korjataan ennakoivasti etenemistä. Sama pätee projektinhallintaan, sillä täyskäännökset tai totaaliset linjanmuutokset saattavat kertoa virheistä, joiden annettiin tapahtua esim. ennakkosuunnittelun puutteen vuoksi jo aiemmin. Siksi projektipäällikön yksi tärkeä vastuu on tilannetaju ja kyky aavistaa tulevien vaiheiden ja päätösten seuraukset laajalti.

Tässä projektissa myös jatkuva kommunikointi tarpeen mukaan kaikkien projektiin liittyvien sidosryhmien kanssa osoittautui vahvasti tehokkaaksi keinoksi, jonka avulla projektin kokonaisuuteen liittyvä informaatio pysyi hallinnan kannalta tuoreena. Tämän kaltaisessa tilanteen mukaan muotoutuvassa projektiorganisaatiossa kommunikaation ja ihmistuntemuksen merkitys kasvaa; kun tarvitaan asiantuntijoiden apua, on hyvä olla käsitys siitä, kenen puoleen kääntyä. Samalla, kun projektiorganisaatio voi pienyrityksessä olla em. kaltainen adhokraattinen kokonaisuus, ei välttämättä voida nimittää esim. erillistä henkilöä vastaamaan projektiin liittyvästä asiakkuudesta projektin ajaksi, vaan projektipäälliköltä voidaan odottaa myös liiketaloudellisen segmentin osaamista ja suoranaista hoitoa. Hyvä puoli tässä on se, että kokonaiskuva projektista säilyy kirkkaana. Toisaalta laajoissa kokonaisuuksissa usean eri osa-alueen hallinta voi käydä kuormittavaksi.

Itselleni päämäärätietoinen ajattelu ja riittävän ymmärryksen saavuttaminen harvinaisesta valumenetelmästä ja niihin liittyvistä koneista helpotti kokonaisuuden hahmottamista. Samoin hyötyä oli siitä, että aloitin Sacotec Components Oy:n palveluksessa hieman ennen projektin varsinaista aloitusta. Näin ehdin hieman tutustua yhtiön sisäiseen kulttuuriin ja tuotantoprosessiin, joka taas asetti omat raaminsa projektin läpiviemisen vaatimuksille.

Merkittävä havainto tämän projektin myötä oli se, että hyvä yhteistyökyky ja kommunikointitaito erilaisissa ja vaihtelevissa ympäristöissä on eräs tärkeä onnistumisen avain. Kuten myyntityössä, niin projektinhallinnassa on tärkeää lähtökohtaisesti pyrkiä tulokseen, mutta ei olla aina itse oikeassa. Lopulta päätöksenteko aiheuttaa toisinaan ristiriitatilanteita, mutta tällöin nojautuminen päätöksen perusteltavuuteen korostuu. Joskus perusteltavuus on lähtöisin konsensuksesta ja toisinaan esimerkiksi vähemmän moitittavan vaihtoehdon valinnasta. Konsensukseen on hyvä päästä etenkin silloin, kun päätös koskettaa koko henkilöstöä tai ainakin suurta osaa heistä. Esimerkkinä lay-out suunnitelma, joka tuli pysyvästi muokkaamaan Sacotec Components Oy:n toimitiloja. Vähemmän moitittavana ratkaisuna

voi olla esimerkiksi jonkin työn teettäminen oman väen voimin alihankkijan sijaan tehokkuuden nimissä.

Oikeiden yhteistyökumppanien löytäminen on tärkeää ja siihen on suotavaa käyttää riittävästi aikaa. Näin vältetään todennäköisimmin tilanteilta, joissa pitäisi jännittää vaikkapa sitä, saapuuko urakoitsija paikalle sovittoon aikaan tai kykeneekö tämä suorittamaan työn sovitulla tavalla. Tässä projektissa urakoitsijoiden valinta aloitettiin hyvissä ajoin ja kokonaisuus käytiin heidän kansa perusteellisesti läpi. Näin oli mahdollista arvioida, kuka tehtävään parhaiten soveltuu. Luonnollisesti urakkatarjouksella on painava merkityksensä myös tässä valinnassa.

Tehtävien delegoiminen, jatkuva kommunikointi, ennakoiva valmistautuminen ja päämäärätietoisuus korostuivat projektin läpiviemisen kannalta oleellisiksi.



**LÄHTEET**

Anttonen, K. (2003). Tehosta projektityötä; johda hanketta 80/20-periaatteella. Helsinki: Talentum.

Karhulan Valimo Oy (2018). Meistä. Haettu 8.11.2018 osoitteesta <https://www.karhulafoundry.com/meista/>

Kettunen, S. (2009). Onnistu projektissa. 2. uudistettu painos. Helsinki: WSOYpro (Juva: WS Bookwell Oy).

Ruuska, K. (1999). Projekti hallintaan. 3. uudistettu painos. Helsinki: Suomen atk-kustannus (Jyväskylä: Gummerrus).

Sacotec Components Oy, (2017). Yrityksen tietokanta.

Sacotec Components Oy (2018). Yritys. Haettu 8.11.2018 osoitteesta <http://www.sacotec.fi/yritys/>

Vierimaa, J. (1989). NNS-valumenetelmät. Konepajamies 5/1989, s. 46-47.