

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikan koulutus

2023

Sami Suomi

# Yrityksen valmistuksen kehittäminen



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan koulutus

5/2023 | 26 sivua

Sami Suomi

## Yrityksen valmistuksen kehittäminen

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia esikäsittelyosaston tuotannon nykytila sekä määritellä työvaiheet, joissa on selkeästi kehittämisen tarvetta. Suositukset ja kehitysehdotukset perustuvat työntekijöiden haastatteluihin ja Teräselementti Oy:n tuotannonsuunnittelun dokumentteihin.

Projektin suunnitteluvaiheessa kartoitettiin tuotantoa ja sen mahdollisia heikkouksia. Opinnäytetyössä pyritään esittämään kehityskohteet sanallisesti kuvia hyödyntäen. Opinnäytetyössä ei ole laskettu tuotantoprosessin muutoksen kustannuksia.

Opinnäytetyö koostuu teoreettisesta osuudesta, jossa käsitellään tuotantotehdasta yleisesti. Teoriaosuuden jälkeen käsitellään esikäsittelyosaston erityövaiheita, johon kuuluu sinko, varasto ja rautavarasto. Kehitysehdotusten avulla saataisiin esikäsittelyosaston materiaalivirta jopa kolminkertaistettua. Opinnäytetyön ehdotuksia ei toteutettu työn aikana vaan Teräselementti Oy:n on tarkoitus valita toteutuskelpoisimmat kehitysehdotukset tarkempaan käsittelyyn.

Asiasanat:

Konepaja, tuotanto, valmistusprosessin kehittäminen, hitsaus

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

5/2023 | 26 pages

Sami Suomi

## Development of the company's manufacturing

The aim of this thesis was to evaluate the current state of the pre-processing department's production and identify areas that require improvement. The recommendations and proposals in this thesis are based on employee interviews and production planning documents from Teräselementti Oy.

During the project planning phase, the production process and its potential weaknesses were examined. The thesis aims to provide verbal descriptions and illustrations to highlight areas for improvement. However, the cost of implementing changes in the production process was not calculated in this thesis.

The thesis consists of a theoretical part which deals with the production in general. Subsequently, the specific work stages of the pre-processing department are discussed, including centrifugation, storage and iron storage. Development proposals have been made to triple the material flow of the pre-processing department. The proposals presented in the thesis were not implemented during the work. Instead, it is intended for Teräselementti Oy to carefully evaluate and select the most feasible development proposals for further consideration.

Keywords:

Workshop, production, development of the manufacturing process, welding

# Sisältö

<b>1 Johdanto</b>	<b>6</b>
<b>2 Yrityksen valmistustoiminnot</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Valmistus</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Toteutusluokka</b>	<b>7</b>
<b>2.3 Hitsaus</b>	<b>8</b>
<b>2.4 Laadunvalvonta</b>	<b>8</b>
<b>3 Pintakäsittely</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Korroosio</b>	<b>10</b>
<b>4 Tuotannon nykytila</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Tuotantoprosessin toiminta käytännössä</b>	<b>15</b>
<b>4.1.1 Raaka-aineiden ja puolivalmisteiden etsiminen</b>	<b>15</b>
<b>4.1.2 Varastotasot</b>	<b>16</b>
<b>4.1.3 Puolivalmisteveraston koko</b>	<b>17</b>
<b>4.1.4 Putkiprofiilien jäännöspalat</b>	<b>18</b>
<b>4.1.5 Tuotannon kuormituksen tasapainotus</b>	<b>19</b>
<b>4.1.6 Singon ja siltanostureiden käytettävyys</b>	<b>20</b>
<b>5 Tuotannon kehityskohteet</b>	<b>21</b>
<b>5.1 Singon käyttöasteen nostaminen</b>	<b>21</b>
<b>5.1.1 Varastonhallinta</b>	<b>22</b>
<b>5.1.2 Kuljetinratkaisuja singolta putkilasereille</b>	<b>23</b>
<b>5.1.3 Työvaiheiden arvoa lisäävä ja arvoa lisäämättömän ajan määrittäminen</b>	<b>23</b>
<b>6 Yhteenveto ja pohdinta</b>	<b>25</b>
<b>Lähteet</b>	<b>26</b>

## Kuvat

Kuva 1. Teräselementti Oy:n tuotantoprosessi (Meriuksen raportti 2021, 3.)	12
Kuva 2. Esikäsittelyosaston SIPOC-kaavio (Meriuksen raportti 2021, 4.)	13
Kuva 3. Esikäsittelyprosessi ratakaaviona. Informaatioviivat merkitty punaisella (Meriuksen raportti 2021, 5.)	14
Kuva 4. Materiaalia rautavarastossa. (Meriuksen raportti 2021, 6.)	16
Kuva 5. Sisärautavarasto (Meriuksen raportti 2021, 7.)	17
Kuva 6. Teräspalkkeja valmisvarastossa (Meriuksen raportti 2021, 8.)	18
Kuva 7. Jäännöspalojen merkitseminen (Meriuksen raportti 2021, 9.)	19
Kuva 8. Kehitysideat layout-piirroksen kuvattuna. (Meriuksen raportti 2021, 13.)	21
Kuva 9. Esimerkki varaston varastopaikkakoodista.	22
Kuva 10. Arvoa lisäämättömän ajan vaikutus läpimenoaikaan.	24

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön alussa tutustuttiin Teräselementti Oy:n tuotantoon ja kartoitettiin tuotannon heikkoudet sekä haastateltiin tuotannon työntekijöitä saadakseni selville, mitkä asiat ovat haastateltujen mielestä kunnossa ja mitä pitäisi kehittää. Kartoituksen jälkeen etsittiin ratkaisuja tuotannon heikkouksiin.

Kehitysehdotuksia ei toteuteta opinnäytetyön aikana. Yrityksen on tarkoitus valikoida näistä toteutuskelpoisimmat vaihtoehdot tarkempaan käsittelyyn.

Opinnäytetyö sisältää teoriaosuuden lisäksi kehitysideoita ja logistisia ratkaisuja tuotannon kokoonpanon helpottamiseksi aina esivalmistelusta valmiiseen osaan asti.

## 2 Yrityksen valmistustoiminnot

### 2.1 Valmistus

Rakenteet yritetään saada konepajalla mahdollisimman valmiiksi, että asennus työmailla pystyttäisiin toteuttaa sujuvasti ja kustannustehokkaasti. Esimerkiksi hitsausliitokset olisi hyvä saada hitsattua konepajalla, jossa olosuhteet hitsaamiseen ovat huomattavasti paremmat kuin työmaalla. Näin ollen työmaille jäisi rakenteiden liittäminen runkoon ruuviliitoksin. Standardin EN-1090-1 velvoittaakin rakenteiden valmistajaa ylläpitämään valmistuksesta valvontajärjestelmää. Valmistuksessa noudatetaan erilaisia standardeja, jotka löytyvät standardien EN 1090-1 ja EN 1090-2 viitestandardeista. (Ongelin & Valkonen 2012, 465–466.)

### 2.2 Toteutusluokka

Standardista EN 1090-2 löytyy neljä toteutusluokkaa, jotka ovat EXC1 EXC2, EXC3 ja EXC4. Toteutusluokkien vaatimukset kasvavat toteutusluokan mukaan. Toteutusluokka EXC1 on pienin ja EXC4 vaativin. Toteutusluokka annetaan suunnitteluvaiheessa, mutta sen tietämisestä olisi etua, jos tarjousvaiheessa, sillä toteutusluokka vaikuttaa valmistuskustannuksiin. Jos toteutusluokkaa ei ole annettu, sovelletaan EXC2 toteutusluokkaa. (Ongelin & Valkonen 2012, 465–466.)

Toteutusluokka määritetään seuraavien asioiden mukaan: Seuraamusluokka, joita ovat CC1 – CC3, käyttöluokka, jotka ovat SC1 – SC2 ja vielä tuotantoluokka, jotka ovat PC1 – PC2. Hitsatut teräsrakenteet kuuluvat tuotantoluokkaan PC2, kun käytetään lujuusluokan S355 tai lujempia teräksiä. (Ongelin & Valkonen 2012, 465–466.)

## 2.3 Hitsaus

Hitsausliitoksien tekemiseen sovelletaan standardin EN ISO 5817 määriteltyjä hitsausluokkia. Hitsausluokkia on kolme, joita ovat D (tyytyttävä), C (hyvä) ja B (vaativa). Hitsausluokka määritetään rakenteen toteutusluokan, eli EXC-luokan mukaan, yleisin hitsausluokka on kuitenkin B ja C. Hitsausluokka määrittelee esimerkiksi virhetoleranssit tietyn tyyppisille hitseille. (Ongelin & Valkonen 2012 482–483.)

Teräsrakenteiden hitsauksessa käytetään pääsääntöisesti kahta eri menetelmää, jotka ovat puikkohitsaus ja kaasukaarihitsaus (MIG/MAG). Puikkohitsaus menetelmää käytetään yleensä vain työmailla, koska laitteet ovat kevyitä siirtää eikä tuuli haittaa puikkohitsausta, koska puikkohitsaamisessa ei käytetä kaasuja. Kaasukaarihitsausta käytetään konepajalla, sillä sen tuottavuus on moninkertainen puikkohitsaukseen verrattuna. Lisäksi konepajalla olosuhteet mahdollistavat kaasukaarihitsauksen. (Ongelin & Valkonen 2012, 482–483.)

Hitsaaminen konepajalla sekä työmaalla on otettava huomioon myös hitsaajan ammattitaito. Hitsaajalta vaaditaan pätevyystodistus, josta ilmenee millä hän saa hitsata, minkälaisia liitoksia ja minkälaista materiaalia. Standardi EN 1090-2 määrittelee vaatimukset hitsaajalle. (Ongelin & Valkonen 2012, 482–483.)

## 2.4 Laadunvalvonta

Ennen pintakäsittelyä valmiiksi hitsatuille rakenteille suoritetaan tarkastukset. Tarkastuslaajuus on esitetty standardissa EN 1090-2. Tarkastuksia ovat muun muassa mittaustarkastukset, levyjen ja osien tarkastukset sekä hitsausliitosten tarkastukset. Konepajassa yleensä tarkastetaan NDT-menetelmällä eli ainetta rikkomattomalla menetelmällä. NDT-menetelmiä ovat silmämääräinen tarkastus, magneettijauhetarkastus, tunkeuma nestetarkastus, ultraäänitarkastus sekä radiografinen tarkastus. Yleisimpiä tarkastusmenetelmiä



ovat silmämääräinen tarkastus, magneettijauhe tarkastus sekä ultraäänitarkastus. (Ongelin & Valkonen 2012, 495–497.)

Silmämääräinen tarkastus tarkoittaa, että hitsauksen jälkeen hitsit tarkastetaan koko pituudelta silmämääräisesti. Minkäänlaista pätevyyttä ei silmämääräiseen tarkastukseen tällä hetkellä vaadita, mutta tarkastajalta vaaditaan kokemusta sekä tietämystä hitsien tarkastamisesta. Vaatimukset tarkastajalle löytyvät standardista EN ISO 17637.

Tarkastukseen osallistuvat hitsaajat, työnjohtajat sekä tarkastajat.

Tarkastukseen kuuluvat hitsien koon, sijainnin sekä muodon tarkastaminen. Näiden lisäksi tarkastetaan vielä pintavirheet ja pienahitseissä a-mitan tarkastus. (Ongelin & Valkonen 2012, 495–497.)

Magneettijauhetarkastus vaatii tarkastajalta muodollisen pätevyyden.

Magneettijauhetarkastuksella voidaan havaita hitsin pinnassa olevat virheet, joita ovat säröt, halkeamat sekä huokokset. Menetelmä toimii siten, että hitsi puhdistetaan pinnasta, jonka jälkeen siihen suihkutetaan kontrastiväriä, sitten sauma magnetisoidaan ja levitetään magneettijauhe. Jauhe kerääntyy mahdollisten virheiden ympärille, jolloin virheet voidaan havaita. (Ongelin & Valkonen 2012, 495–497.)

Ultraäänitutkimus vaatii tarkastajalta muodollisen pätevyyden. Tämä tutkimus menetelmä on haastavaa, tämän vuoksi tähän tarkastusmenetelmään olisi olla jo kokenut tarkastaja. Ultraäänitutkimuksella voidaan tutkia hitsin ja materiaalin mahdollisia sisäisiä virheitä, joita ovat esimerkiksi juurivirheet ja säröt. Laite kalibroidaan aina tarkastettavan materiaalinpaksuudelle. Tarkastettavaan kohtaan levitetään kytkentäainetta, joka mahdollistaa hyvän kontaktin saamisen. Laite lähettää tarkastettavaan kohtaan ääniaallon, joka heijastuu materiaalin pinnasta tai virhekohdasta takaisin. Äänen heijastuessa vasta pinnan voidaan todeta, ettei kohdassa ole virhettä. Tarkastuskohtaa on kuitenkin syytä tarkastaa useassa eri kulmassa, koska ääniaaltojen suuntaisten virheiden havaitseminen on hankalaa. (Ongelin & Valkonen 2012, 495–497.)

## 3 Pintakäsittely

### 3.1 Korroosio

Luonnollisesti teräsrakenteet suojataan korroosiota vastaan. Teräsrakenteet ruostuvat helposti ilman pintakäsittelyä. Korroosio alkaa, kun ilmankosteus on yli 60 %. Kuitenkaan eurokoodi EN 1993-1-1 ei vaadi korroosiolta suojausta, mikäli rakenne on sisätiloissa ja ilmankosteus ei ylitä 80 %. Yleisimpiä pintakäsittelymenetelmiä ovat maalaus, kuumasinkitys, mikäli rakenteet ovat kosketuksissa ilman kanssa. Rakenteet suunnitellaan siten, että korroosioalttiita paikkoja ei pääsisi muodostumaan niihin. (Ongelin & Valkonen 2012, 519.)

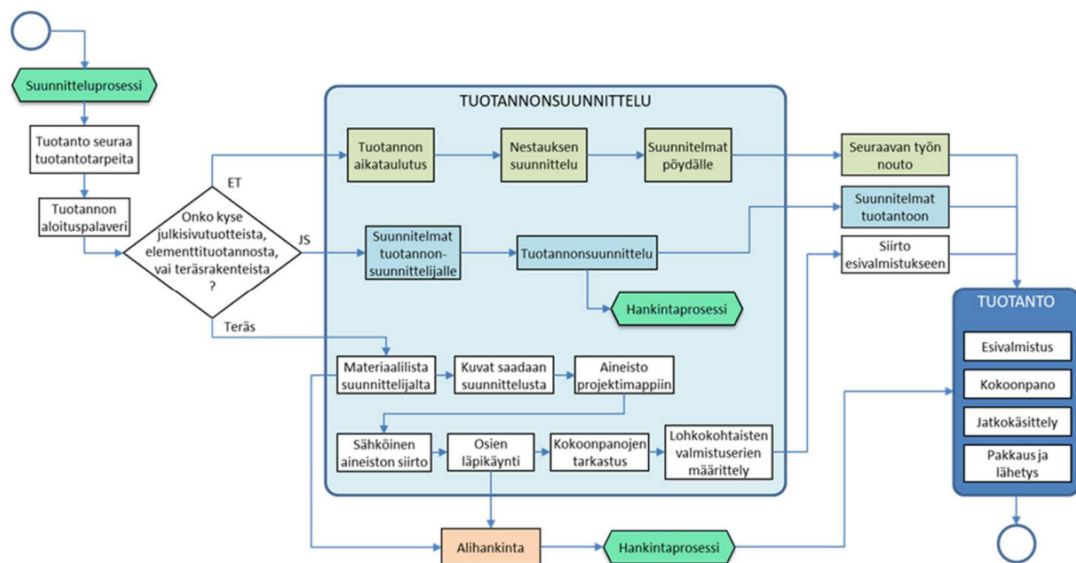
Kun teräsrakenne on tarkastettu ja hitsattu, siirretään se maalaamoon pintakäsittelyä varten. Konepajassa teräsrakenteet kulkevat maalaamon läpi pakkaamoon raiteita tai kärryjä pitkin. Lähes poikkeuksetta rakenteet maalataan. Kuumasinkitystä käytetään yleensä vain pienempiin rakenteeseen, kuten kaiteisiin. Ennen maalausta teräsrakenteet tulee teräsraepuhaltaa. Teräsraepuhallus teräksen pinnalle puhalletaan suurella nopeudella pieniä rakeita, jotka hiovat pinnan maalaukselle sopivaksi.

Pääsääntöisesti maalaus toteutetaan ruiskumaalauksena. Telaa ja siveltimiä sovelletaan paikkamaalaukseen. Maalauksensittelyyn kuuluu kolme eri työvaihetta, jotka ovat pohjamaalaus, välimaalauksen sekä pintamaalaus. Maaliyhdistelmän valintaan vaikuttavat näiden maalaus kustannukset ja rakenteeseen kohdistuvat rasitukset, joita voivat olla esimerkiksi syövyttävät aineet, ilmasto tai mekaaniset rasitteet. Maaliyhdistelmien valinnoissa saa apua maalivalmistajilta.

Maalattavien pintojen tulisi olla aina mahdollisimman pyöreänurkkaisia ja tasaisia. Lisäksi hitsausseamojen tulisi olla sileitä, että niihin ei jäisi maalamatonta kohtaa. Liitokset tulisi suunnitella niin, että teräsrakenteet voidaan maalata joka puolelta. Teräsrakenneputkien maalaus ei sisäpuolelta onnistu, mutta putken sisällä ei tapahdu korroosiota, mikäli se on suljettu niin että sinne ei sadevettä pääse. Joskus näin kuitenkin tapahtuu esimerkiksi asennuksen yhteydessä, tällöin teräsrakenneputkiin tehdään aina vedenpoistoreiät. (Ongelin 2012, 517–522.)

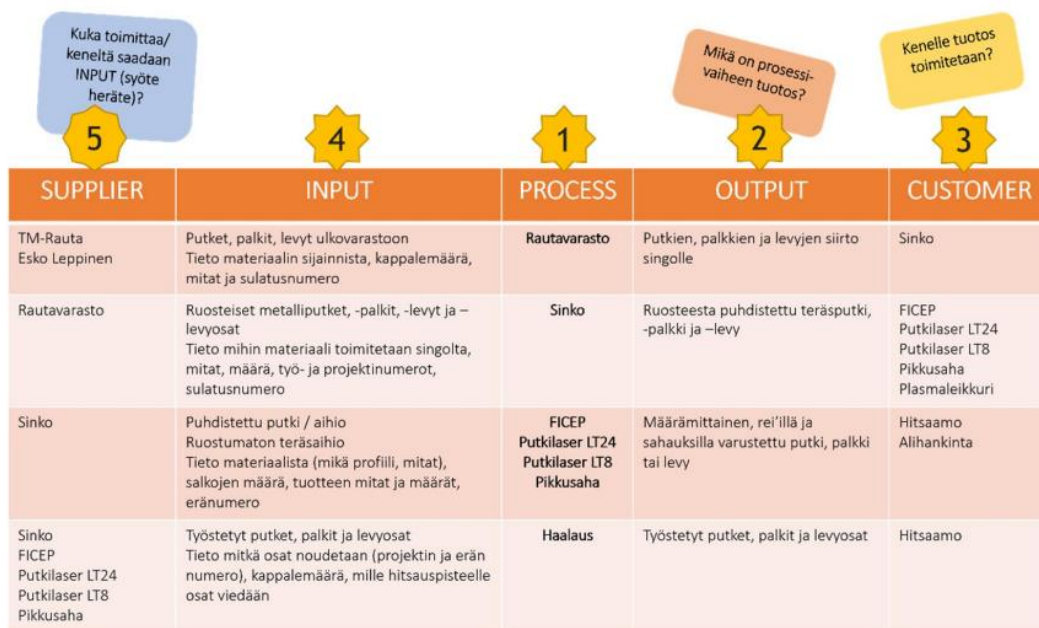
## 4 Tuotannon nykytila

Teräselementin tuotantoprosessi (Kuva 1.) mainitussa dokumentissa prosessi on kuvattu vain projektin ja suunnittelun näkökulmasta. Valmistusprosessiin ja tarkempiin työvaiheisiin kyseisessä kuvassa otetaan kantaa vain yleisellä tasolla. (Meriuksen raportti 2021, 3.)



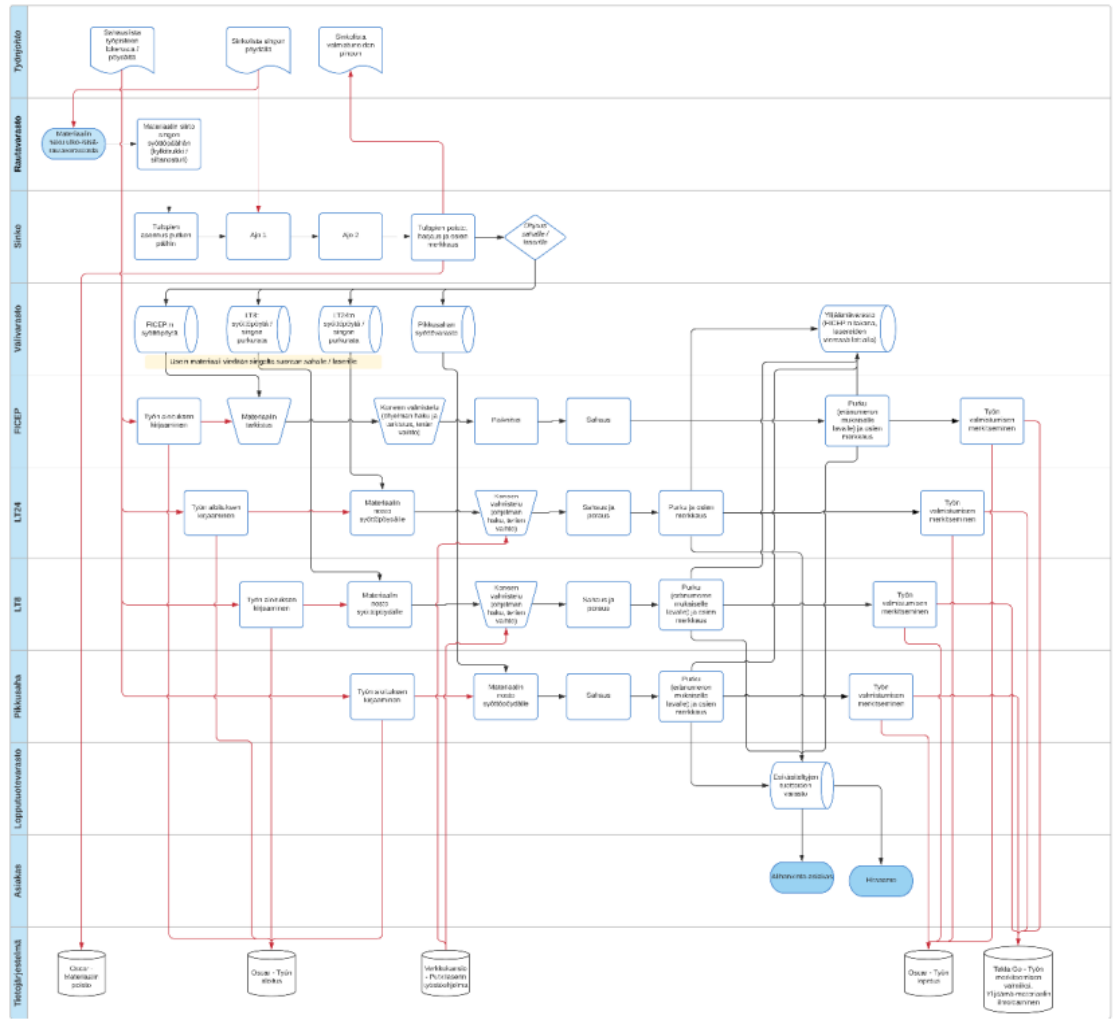
Kuva 1. Teräselementti Oy:n tuotantoprosessi (Meriuksen raportti 2021, 3.)

Seuraavassa kuvassa (Kuva 2.) havainnollistetaan esikäsittelyosaston tilaustoimitusketjua SIPOC-kaavion avulla. Kaavion tiedot koostettiin tämän selvitystyön aikana kertyneiden tietojen perusteella, eikä se ole yhteenveto, vaan enemmänkin luonnos. Kaavion tarkoituksena on havainnollistaa prosessin työvaiheita sekä niiden tuotosten ja asiakkaiden kautta sekä prosessiin tarvittavien syötteiden materiaalia ja tietoa niiden toimittajien avulla. SIPOC-kaavioon on sisällytetty toimintona myös haalaus, koska se on iso osa esikäsittelyosaston ja hitsaamon välillä, vaikka haalaustiimi ei varsinaisesti kuuluukaan esikäsittelyosastolle. (Meriuksen raportti 2021.)



Kuva 2. Esikäsittelyosaston SIPOC-kaavio (Meriuksen raportti 2021, 4.)

Esikäsittelyosaston valmistusprosessi on informaatiovirtoineen esitetään seuraavassa kuvassa (Kuva 3). Kaavion merkittiin näkyviin varsinaisten valmistusvaiheiden lisäksi työnjohdon rooli sekä tietojen tallentaminen tietojärjestelmiin. Kaaviossa punaiset viivat kuvaavat informaatiovirtaa ja mustat varsinaisia valmistuksen prosessivaiheita. Materiaalivirran näkökulmasta esikäsittelyprosessi on piirretty alkamaan rautavarastosta ja päättymään valmiiden osien toimittamiseen hitsaamoon tai alihankinta-asiakkaalle. Kaavio – kuten aiemmin esitelty SIPOC-kaaviokin – on tämän selvityksen yhteydessä laadittu, haastatteluihin perustuva luonnos, jossa varmasti on tarkennettavaa ja korjattavaakin. Ratakaavion laatimisen yhteydessä erityistä huomiota kiinnitti se, että Oscar-järjestelmä on selkeästi tärkeässä roolissa projektien tuntikirjausten ja varastoarvojen näkökulmasta, mutta operaattoreista vain yksi mainitsi Oscariin tehtävät kirjaukset oma-aloitteisesti. TeklaGo-sovellukseen tehtävät kirjaukset sitä vastoin nousivat esiin kaikilla työpisteillä. Mahdollisesti ero näiden kahden välillä johtuu siitä, että TeklaGo on työpisteillä operaattoreiden käsillä jatkuvasti ja Oscarista kirjauksia varten pitää siirtyä työpisteeltä erillisen tietokoneen ääreen.



Kuva 3. Esikäsittelyprosessi ratakaaviona. Informaatioviivat merkitty punaisella (Meriuksen raportti 2021, 5.)

## 4.1 Tuotantoprosessin toiminta käytännössä

Tässä on nostettu esiin keskeisimmät havainnot ja asiat esikäsittelyosaston katselmointikäynnissä sekä tehty ehdotuksia osaston kehittämiseksi.

Haastatteluiden perusteella sinko on usein korjauksen kohteena ja suurin korvausinvestoinnin kohde.

### 4.1.1 Raaka-aineiden ja puolivalmisteiden etsiminen

Katselmoinnin perusteella vaikuttaa siltä, että erilaiseen etsimiseen kului osastolla paljon aikaa. Tässä esimerkkejä yhden työpäivän katselmoinnista:

1. Materiaalihukan minimoinniksi yksi osa tiettyyn erään on valmistettu viikkoja aiemmin kuin muut osat. Kun koko erän olisi aika siirtyä hitsaamoon, ei useampaa viikkoa aiemmin valmistettua osaa löydykään. Useampi työntekijä oli jo ehtinyt etsiä kyseistä osaa. Kun osaa ei löytynyt jouduttiin valmistamaan uusi osa. Aiemmin valmistettu osa oli joko hävitetty romuna tai se löytyy jostain, kun sille ei enää ole käyttöä.
2. Singon operaattori käveli ulkorautavaraston ympäri etsiessään tiettyä teräsprofiilia. Hänellä oli jo tiedossa, että materiaali on varastoitu ulos, mutta tarkempaa tietoa sijainnista ei ollut. Ulkorautavarastossa on numeroidut pukit (Kuva 4.), joiden päälle teräsmateriaalit varastoidaan. Materiaalit kuljetetaan pukeilta singolle kylkitrukilla.



Kuva 4. Materiaalia rautavarastossa. (Meriuksen raportti 2021, 6.)

#### 4.1.2 Varastotasot

Esikäsitellyosastolla rautavarastossa on runsaasti materiaalia. Tilanne näyttää kuitenkin olevan se, että tuotantoon menevä raaka-aine tuodaan singolle ulkovarastolta nostamalla ne sisärautavarastossa olevien teräsprofiilien yli (Kuva 5.) Ilmeisimmin sisävarastoon on kertynyt ajan myötä jäännöseriä, jolloin teräsprofiileja hyödynnetään toisinaan tuotannossa mutta pääasiassa profiilit seisovat varastossa pitkiä aikoja. Materiaalin virtauksen kannalta olisi suotavaa, että singon lähellä olisi seuraavaksi nostettavat teräsprofiilit.





Kuva 5. Sisärautavarasto (Meriuksen raportti 2021, 7.)

#### 4.1.3 Puolivalmisteveraston koko

Tehdaskatselmoinnin aikana laskettiin valmisvaraston valmiit osat, jotka odottavat siirtoa hitsaamoon. Hitsaamo hitsaa päivässä 100–150 teräskappaletta, tällöin valmisvaraston kappaleet riittäisivät hitsaamolle kuudeksi päiväksi. Valmiiden tuotteiden joukossa oli kuitenkin osia, jotka ovat olleet siellä useampia päiviä tai viikkoja. Esimerkkinä tästä alla olevassa kuvassa (Kuva 6.) teräspalkit, jotka odottivat eräluettelon mukaan hitsaamoon pääsyä kaksi viikkoa aiemmin.



Kuva 6. Teräspalkkeja valmisvarastossa (Meriuksen raportti 2021, 8.)

#### **4.1.4 Putkiprofiilien jäännöspalat**

Putkiprofiili jäännöspalojen osalta toimintamalli on selkeä. Lyhyet palat heitetään kierrätyslavalle ja pidemmät teräspalat varastoidaan ja käytetään myöhempiä projekteja varten. Palojen merkitseminen (Kuva 7.) toimii ja operaattorit myös kirjaavat palojen mitat tietojärjestelmään.



Kuva 7. Jäännöspalojen merkitseminen (Meriuksen raportti 2021, 9.)

#### 4.1.5 Tuotannon kuormituksen tasapainotus

Tehdaskatselmointipäivänä eri työvaiheiden välinen tasapaino ei ollut kohdallaan. Esikäsittelyosastolta puuttui yksi työntekijä, mikä johti siihen, että sinko-operaattori joutui olemaan pois työpisteeltään ja silloin sinko seiso käyttämättömänä. Operaattori oli siirtämässä ja etsimässä teräsprofieileja varastolta singolle. Tämä johti siihen, että sinko seisoi pitkiä aikoja toimettomana. Esimerkkinä yksi teräsprofiili lähti ajoon klo 10 ja toinen ajokerta olisi pitänyt alkaa klo 10.15. Singon ajonopeus on 1,2 m/min. Joutoaikaa tuli singolle tällöin 45minuuttia. Samalla FICEP-vannesahan ja putkilasereiden operaattorit odottivat raaka-ainetta koneille.

#### **4.1.6 Singon ja siltanostureiden käytettävyys**

Seuraavassa nostetaan esiin keskeisimpiä käytettävyyteen liittyviä havaintoja. Käytettävyydellä tarkoitetaan tässä alaotsikossa koneiden, laitteiden sekä työpisteen kykyä suorittaa vaadittu työ.

##### **1. Singon uusiminen**

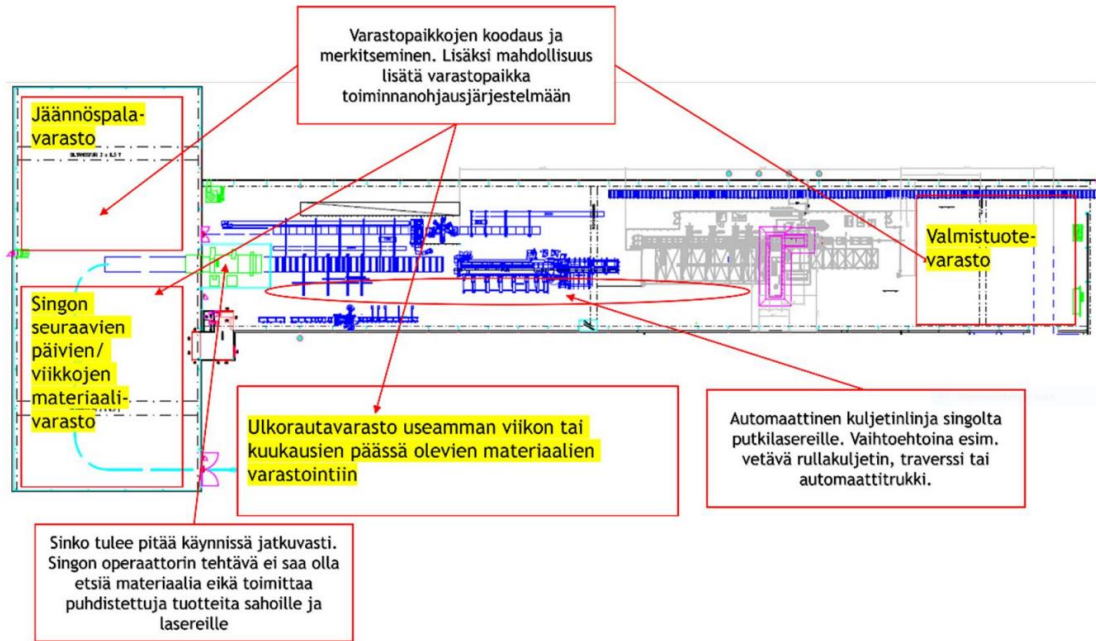
Sinko on haastatteluiden sekä paikan päällä tehtyjen havaintojen perusteella olevan suurin korjausinvestoinnin kohde. Sinko on hidas, vanha ja vaati usein huoltoa, joten työvaihe kestää pitkään. Huoltokirjan mukaan sinkoa huolletaan 1–3 kertaa kuukaudessa. Keskimääräinen huoltoaika on 1–4 h riippuen singon iästä.

##### **2. Siltanosturit**

Siltanosturit ovat nykyisellään erittäin merkittävässä roolissa materiaalin siirtämisessä. Ainoastaan FICEP-vannesahalle profiilit voi siirtää ilman siltanosturia. Purkupäässä siltanosturia kuitenkin tarvitaan. Nosturin vikaantuminen ja jumittuminen aiheuttaisi nopeasti tuotannon pysähtymisen. Siltanosturit ovat noin 5-10vuotta vanhoja ja näiden käyttöikä on yleensä pitkä.

## 5 Tuotannon kehityskohteet

Seuraavaan kuvaan (Kuva 8.) kootaan yhteenveto kehityskohteista, joilla esikäsittelyosaston toimintaa voisi mahdollisesti tehostaa.



Kuva 8. Kehityskohteet layout-piirrokseen kuvattuna. (Meriuksen raportti 2021, 13.)

### 5.1 Singon käyttöasteen nostaminen

Esikäsittelyosaston pullonkaula eli työvaihe, joka määrittää koko tuotannon kapasiteetin on sinko, jonka käyttöikä on tullut tiensä päähän. Laite vaatii korjaustoimenpiteitä hyvin usein eikä sen teho riitä puhdistamaan teräsprofileja riittävästi yhdellä ajokerralla. Koska sinko on iso investointi, kannattaa tässä vaiheessa keskittyä pitämään muilla keinoilla singon käyttöaste mahdollisimman korkealla. Käyttöasteen nostamiseksi kannattaa harkita ainakin seuraavanlaisia keinoja:

1. Singolle useampi työvuoro tai parempi miehitys ainakin silloin, kun sahoilla ja putkilasereilla on vuorossa enemmän kuin yksi operaattori.
2. Yhden saha- tai laseroperaattorin työvuoron siirtäminen aamuvuorosta iltavuoroon, joka siirtäisi teräsprofiileja varastolta singolle aamuvuoroa varten. Viikoittaiseen sekä päivittäiseen työkuormitukseen ja työpäivän pituuteen pitäisi kiinnittää enemmän huomiota.
3. Ennakoivan kunnossapidon suunnittelu ja käyttöönotto.

### 5.1.1 Varastonhallinta

Merkittävin osa esikäsittelyosaston lattiapinta-alasta toimii varastotilana. Materiaaleille, kuten jäännöspaloille ja valmistuotteille on olemassa omat paikkansa, mutta paikkoja ei ole tarpeeksi selkeästi nimetty ja merkitty. Tarpeetonta materiaalin etsimistä voisi vähentää nimeämällä varastointipaikat. Esimerkiksi numerokoodein, jotka saavat syötettyä tietojärjestelmiin.



Kuva 9. Esimerkki varaston varastopaikkakoodista.

Varastot kannattaisi keskittää esimerkiksi siten, että kaikki valmiit tuotteet varastoitaisiin esikäsitteilyosaston hitsaamon puoleiselle päädylle ja jäännöspalat rautavarastoon singon syöttösuunnan välittömään läheisyyteen.

### **5.1.2 Kuljetinratkaisuja singolta putkilasereille**

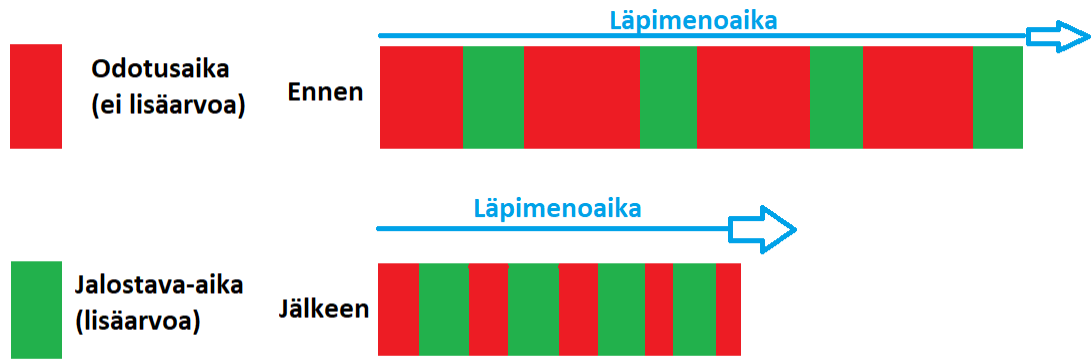
Siltanostureiden käyttäminen materiaalin siirtämisessä ei pääsääntöisesti ole tehokasta, kun liike tapahtuu yhteen suuntaan ovat nosturit ovat melko hitaita ja nosturi sitoo aina yhden työntekijän siirtotyöhön. Nykyisellä järjestelyllä, jossa esikäsitteilyhallin lattia toimii valmistuote – ja jäännöspalavarastona ei uusien kuljettimien lisääminen ei ole tilan puolesta mahdollista. Kuljettimien lisääminen edellyttäisi ensin varastokäytäntöjen uudistamista. Kuljetinlinjan rakentaminen, singolta putkilasereille tulisi harkittavaksi viimeistään silloin, kun sinko uusitaan ja lasereiden kapasiteetti tulee nykyistä tehokkaampaan käyttöön.

Kuljetinratkaisuksi voisi olla esimerkiksi vetävät rullakuljettimet tai automaattitrukit eli ns. vihivaunut.

### **5.1.3 Työvaiheiden arvoa lisäävä ja arvoa lisäämättömän ajan määrittäminen**

Työvaiheiden arvoa lisäävällä ajalla tarkoitetaan aikaa, jolloin tuotetta valmistetaan eli esikäsitteilyosaston tapauksessa se on koneilla tapahtuvaa työtä. Arvoa lisäämätön aika on se aika, jolloin materiaalit tai teräsprofiilit odottavat varastossa tai työpaikan läheisyydessä seuraavaa työvaihetta. Myös etsiminen on arvoa lisäämätöntä aikaa.

Työvaiheiden arvon lisäämistä on hyödyllistä prosessin jatkokehittämisen kannalta, kun sen avulla on mahdollista esimerkiksi määrittää kuhunkin työhön vaadittu työtuntien määrä. Tämän perusteella voidaan varmistaa, että jokaisessa työvaiheessa on oikea määrä työntekijöitä.



Kuva 10. Arvoa lisäämättömän ajan vaikutus läpimenoaikaan. (Meriuksen raportti 2021, 15.)

Arvoa lisäävä ja lisäämätön aika määritetään silloin kun halutaan nopeuttaa tuotannon läpimenoaikaa. (Kuva 10.) Vaiheiden arvoa lisäävän ajan seuranta ei tarvitse tällöin tehdä jatkuvasti, vaan tällöin se voidaan tehdä projektiluontoisesti.



## 6 Yhteenveto ja pohdinta

Nykyisessä tilanteessa sinko on esikäsittelyosaston pullonkaula. Singon uudistaminen on vaikuttavin tekijä tuotantokapasiteettiin. Esikäsittelyosaston koneissa vaikuttaisi olevan riittävä kysyntä hitsaamon tarpeisiin.

Varastonhallinta kaipaa kehitystä, koska nykyisellä toimintatavalla varastoa ei hallita mitenkään, koska tuotteita ja raaka-aineita varastoidaan sinne, missä tilaa sattuu olemaan. Tämä johtaa siihen, että tavaroita etsitään ja siihen kuluu tarpeettoman paljon aikaa.

Teräksen hinta on suuri kustannustekijä, minkä vuoksi materiaalihukan minimointi on keskeisessä roolissa esikäsittelyosaston tuotantosuunnittelussa. Tämä johtaa helposti siihen että, valmistuotevarastoon kertyy tarpeettoman paljon ajoissa valmistettuja osia. Osastolla olisi hyvä olla linjaus siitä, milloin osia valmistetaan hukan minimoinnin nimissä ja milloin tuotteet tai raaka-aineet palautetaan ”jämäprofiileina”.

Jos sinko tulevaisuudessa uusitaan, saadaan FICEP-vannesahan ja putkilasereiden kapasiteetti voitaisiin jopa kolminkertaistaa. Tämä edellyttäisi sitä, että koneille on jatkuvasti työstettäviä aihioita ja työntekijät käyttämässä koneita. Tilanteessa, jossa sinko kykenisi tuottamaan jatkuvasti aihioita sahoille ja putkilaserille, tulisi tärkeäksi suunnitella materiaalin siirtäminen singolta työstökoneille. Vaihtoehtoisesti voisi harkita automatisoitua kuljetinlinjaa singolta putkilaserille. Singon muodostaman pullonkaulan avartaminen edellyttäisi tulevaisuudessa myös rautavaraston tehostamista, jotta saataisiin nopeammin materiaalia varastolta singolle.

## Lähteet

Meriuksen raportti 2021

Ongelin, P & Valkonen, I. 2012. Rakenneputket: EN1993 – Käsikirja 2012.  
Helsinki: Rautaruukki Oy

Suomen Standardisoimisliitto. Ei päiväystä. Eurokoodit. [Verkkosivu]. Helsinki:  
Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. [Viitattu 29.8.2019]. Saatavana:  
<https://www.sfs.fi/aihealueet/eurokoodit>

