

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Konetekniikan koulutus

Aki Keränen

TUOTANNON KEHITYS TERÄSRAKENTEITA VALMISTAVASSA
YRITYKSESSÄ

Opinnäytetyö
Helmikuu 2021



OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2021
Konetekniikan koulutus
Tikkarinne 9
80200 Joensuu
+358 13 260 600

Tekijä
Aki Keränen

Nimeke
Tuotannon kehitys teräsrakenteita valmistavassa yrityksessä
Toimeksiantaja
KHAP Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää kuopiolaisen KHAP Oy:n toiminnasta kehityskohteita, ideoida niille mahdolliset kehitystoimenpiteet, sekä valita toteutettavat toimenpiteet. Työn suorittamisessa mukailtiin Lean-toimintamallia, ja kehitystoimenpiteissä hyödynnettiin DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmää.

Tutkimuksessa tutustuttiin perusteellisesti yrityksen tuotantoon, ja toimihenkilöiden työhön sekä työvaiheisiin. Tutustumisen jälkeen tunnistettiin toiminnassa esiintyvä hukka, ja ideoitiin mahdolliset toimenpiteet hukan poistamiseksi. Niistä valittiin toteutettavat kehitystoimenpiteet. Suurimpana toteutettuna kehitystoimenpiteenä oli toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto, johon kuului järjestelmään tutustuminen benchmarkkauksen avulla ja yrityksen koko tuotekannan tuonti järjestelmään.

Opinnäytetyön tuloksena toiminnasta saatiin selkeästi poistettua hukkaa, sekä yrityksen toimintaan saatiin ajettua sisään toiminnanohjausjärjestelmä. Lisäksi tehtiin prosessikuvaus tuotteen valmistusprosessista, jolloin saatiin selville prosessin nykytila, jonka pohjalta luotiin työohjeet tuotteen kokoonpanohitsaukselle. Jatkokehittämisideana näitä työohjeita voisi tehdä lisää muillekin valmistusprosesseille tämän ohjeen pohjalta.

Kieli
Suomi

Sivuja 51
Liitteet 1
Liitesivumäärä 4

Asiasanat
Lean, tuotannon ohjaus, hukka, toiminnanohjausjärjestelmä



THESIS
February 2021
Degree Programme in Mechanical Engineering
Tikkarinne 9
80200 Joensuu
FINLAND
Tel. 358 13 260 600

Author

Aki Keränen

Title

The Development of Production at a Company Manufacturing Steel Structures

Commissioned by

KHAP Oy

Abstract

The purpose of this study was to determine development targets in the operations of KHAP Oy, a company from Kuopio, Finland, to generate ideas for possible development measures, and to select measures for further implementation. The LEAN operating model was applied in the implementation of the study, and the selected development measures utilised the DMAIC problem-solving approach.

The study included thorough familiarisation with the tasks and work stages of both practical employees and management within the company. Familiarisation with the company resulted in identifying waste in the company's operations. Subsequently, ideas were generated for potential measures for eliminating waste. The most feasible measures were selected for further implementation. The most significant development measure involved introducing an enterprise resource planning system to the company. This process also included familiarisation with the system through benchmarking and entering the company's entire product range in the system.

This study succeeded in clearly eliminating waste from the company's operations, and incorporating an enterprise resource planning system into the company's operations. A process description of the company's product manufacturing process was also prepared. This provided information about the current state of the process, and served as a basis for preparing work instructions on the welding assembly of the product. In future development efforts, similar working instructions could be developed for other manufacturing processes based on the instructions produced in this study.

Language

Finnish

Pages 51

Appendices 1

Pages of Appendices 4

Key words

Lean, production planning, waste, ERP

Sisältö

1	Johdanto	6
1.1	Tausta	6
1.2	KHAP Oy	6
1.3	Keskeiset käsitteet	7
2	Tuotannon ohjaus ja kehitys	8
2.1	Toiminnanohjausjärjestelmä	8
2.2	Materiaaliohjaus	8
2.3	Varastointi	9
2.4	Tuotannonsuunnittelu	10
2.5	Imuohjaus	11
3	Lean	12
3.1	5S	13
3.2	DMAIC	14
3.3	Jatkuva parantaminen – Kaizen	15
4	Prosessikuvaus	15
4.1	Prosessien tunnistus	16
4.2	Kuvattavan prosessin valinta ja kuvastason määrittäminen	16
4.3	Kuvaus	17
5	Työn tarkoitus ja tavoitteet	17
6	Tuotannon kehitystyö	18
6.1	Toiminnan kuvaus ja lähtötilanne yrityksessä	18
6.2	Havainnot toiminnasta	20
6.3	Tuotannonkehitysprosessi	20
6.4	Kehityskohteiden määrittäminen	21
6.5	Kehitystyön tavoitteet	22
6.6	Tuotannon kehityksen vaihtoehtojen ideointi	23
6.7	Toteutettavien toimenpiteiden valitseminen	23
7	ERP- toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto	24
7.1	Tavoitteiden asettaminen järjestelmälle	24
7.2	ERP-järjestelmien vertailu	25
7.3	ERP-järjestelmän valinta	25
7.4	Järjestelmän käyttöönotto	26
7.5	Tulokset ERP- käyttöönottoprojektista	31
8	Prosessikuvaus	32
8.1	Prosessien tunnistaminen	32
8.1.1	Tilaus-toimitusprosessi	32
8.1.2	Valmistus/ Tuotantoprosessi	33
8.1.3	Asennusprosessi	34
8.2	Kuvattavan prosessin valitseminen	34
8.3	Käyttötarkoitusten ja kuvaustason päättäminen	35
8.4	Kuvaustapojen ja välineiden valitseminen	35
8.5	Prosessin kuvaaminen	35
8.6	Havainnot prosessista	36
8.6.1	Prosessin kehitystoimenpiteen määrittely	40
8.6.2	Mittaus	40
8.6.3	Analysointi	40
8.6.4	Parannus	41

8.6.5	Ohjaus	44
9	Tulokset	45
10	Pohdinta.....	46
10.1	Tulosten tarkastelu suhteessa tavoitteisiin	46
10.2	Toteutuksen ja menetelmän tarkastelu.....	47
10.3	Ammatillinen kasvu ja kehitys.....	47
10.4	Jatkotutkimus- ja kehittämisideat.....	48
11	Lähteet.....	49

Liitteet

Liite 1 *Työohje kaidepylvään hitsaukselle*

1 Johdanto

1.1 Tausta

Opinnäytetyön toimeksiantajayrityksessä on tiedostettu kehitystarpeita tuotannossa. Kehitystarvetta on havaittu mm. tuotannon ohjauksessa, johon sisältyy materiaalinhallinta, tuotannon seuranta ja projektikohtainen aikataulutus. Lisäksi kehitystyön tavoitteena on hukan tunnistaminen ja vähentäminen tuotannon eri prosesseissa. Tuotannon kehitys on tarkoitus toteuttaa Lean-toimintaa mukaillen.

Tällä hetkellä yrityksen tuotannonohjaus tapahtuu käsintehtyillä paperisella työmääräimellä, joka annetaan työntekijälle. Kun tuote on valmistettu, valmis tuote viedään pihalle odottamaan toimitusta pintakäsittelyyn, joka yrityksen tuotteilla on useimmiten kuumasinkitys. Yrityksessä ei ole käytössä toiminnanohjausjärjestelmää, joten kaikki materiaalinhallinta, varastointi, työvaiheiden seuranta ja aikataulutus tapahtuu toimihenkilöiden suorittamalla katselmoinnilla yrityksen tiloissa.

Kehitystyön tavoitteena on hukan vähentäminen tuotannossa. Kehitystyö tapahtuu Lean- työkaluja käyttämällä. Työ aloitetaan tutustumalla yrityksen toimintaan, jonka jälkeen tunnistetaan toiminnassa esiintyvä hukka. Hukan tunnistamisen jälkeen suunnitellaan mahdolliset kehitystoimenpiteet tuotannolle, ja valitaan toteutettavat kehitystoimenpiteet.

1.2 KHAP Oy

KHAP Oy on kuopiolainen teräsrakenteita valmistava yritys. Yrityksen päätuotteita ovat siltojen teräsrakenteet, ja –varusteet, (mm. siltojen kaiteet ja sadevesisijärjestelmät), kantavat teräsrakenteet (esim. rakennusten rungot, huoltotasot), sekä nosturirakenteet. Yritys myös asentaa itse valmistamansa tuotteet, asennusalueena toimii koko Suomi. Yrityksellä on sertifikaatti kantavien teräsrakenteiden valmistukseen EN 1090-2-standardin mukaisesti, toteutusluokkaan EXC-3 asti.

KHAP Oy on perustettu vuonna 1990, jolloin se toimi nimellä Kuopion Hitsaus ja Asennuspalvelu Oy. Yritys muutti nimensä nykyiseen muotoonsa vuonna 2010, samalla kun yrityksen omistajasuhteet muuttuivat.

1.3 Keskeiset käsitteet

Lean	Johtamisen filosofia
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä
DMAIC	Lean Six Sigman ongelmanratkaisumenetelmä
Benchmarking	Kehitystyökalu, jolla omaa toimintaa verrataan toisten toimintaan

2 Tuotannon ohjaus ja kehitys

2.1 Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjausjärjestelmä on laaja, yrityksen ohjaamiseen tarkoitettu kokonaisvaltainen tietojärjestelmä. Tyypillisesti järjestelmässä on yksi yhteinen tietokanta, jota kaikki eri toiminnot käyttävät. (Logistiikan Maailma 2020a.)

Toiminnanohjausjärjestelmässä kaikki järjestelmään tuotu tieto mm. materiaalien ja nimikkeiden varastoinnista, työvaiheista ja valmiista tuotteista on toimihenkilöiden saatavilla, edellytyksenä on, että materiaalien ja tuotantoresurssien tiedot ovat oikein kirjattu, ja materiaalisaldot päivitetty oikea-aikaisesti. (Logistiikan Maailma 2020a.)

Toiminnanohjausjärjestelmän eri toiminnot käyttävät yleensä samaa tietokantaa. Nykyään eri toiminnot, kuten tilaukset, materiaalin-, tai varastonhallinta, sekä kirjanpito, ovat usein omia moduuleita järjestelmän sisällä. Näitä toimintoja on mahdollista ottaa käyttöön vaiheittain, ja räätälöidä järjestelmä vastaamaan yrityksen tarpeita. (Logistiikan Maailma 2020a.)

Järjestelmän käyttöönotolla pyritään tehokkaampaan ja taloudellisempaan toimintaan yrityksessä, sekä helpottamaan toimihenkilöiden taakkaa tuotannon ohjauksessa. Järjestelmän oikeaoppisella käytöllä saadaan poistettua ylimääräistä työtä mm. materiaalin ohjauksesta, varastoinnista ja työvaiheiden seurannasta, kun tieto edellä olevista vaiheista otetaan suoraan järjestelmästä. (Logistiikan Maailma 2020a.)

2.2 Materiaaliohjaus

Yksi tuotannonohjauksen kulmakivistä on materiaalin ohjaus. Materiaalin ohjaukseen liittyy myös varastojen ohjaus ja hallinta. Materiaalin ohjausta tehdään, jotta jokaisella toimitusprosessin toimijalla asiakkaasta tuotantoon on

tarvittavat materiaalit oikea-aikaisesti. Materiaalin ohjauksessa on tärkeää ymmärtää, että kysyntä voi vaihdella tulevaisuudessa. (Logistiikan maailma 2020b.)

2.3 Varastointi

Varastointi nähdään usein toimintona, joka ainoastaan aiheuttaa kustannuksia, eikä tuota lisäarvoa. Varastointi on kuitenkin aina lähes välttämätöntä tuotteiden valmistamiselle, ja oikein suunniteltuna se voi myös tuottaa lisäarvoa. Varaston kannattavuuden ideana on pitää varastojen koot mahdollisimman pieninä kaikissa vaiheissa, jolloin varastoon ei ole sidottu liikaa pääomaa. Tällöin pääoma voidaan käyttää johonkin tuottavampaan tarpeeseen, toiminnan ollessa kustannustehokkaampaa. (Logistiikan Maailma 2020c.)

Aiemmin varastoitiin toimitusketjun joka vaiheessa saatavuuden takaamiseksi, kun nykyisin saatavuus pyritään takaamaan suunnitellulla ja toimivalla kysyntä-toimitusketjulla, varastomäärien ollessa mahdollisimman pieniä. Täysin varaston toiminta on kuitenkin erittäin vaikea toteuttaa, koska tilaustiedon tulisi kulkea oikea-aikaisesti koko toimitusketjun läpi. (Logistiikan Maailma 2020c.)

Varastoinnille on kuitenkin useita syitä yrityksen toiminnassa. Esimerkiksi tilanteessa, jossa raaka-aineen toimitus on epävarmaa, on järkevää ottaa materiaalia varastoon, jos on oletettavissa tuotteelle kysyntää myös lähitulevaisuudessa. Lisäksi ostettaessa materiaalia suurempi erä kerralla, voidaan hankinnan kokonaiskustannuksia laskea, verrattuna siihen, että materiaalia ostettaisiin useissa pienemmissä tilauksissa. Voi myös olla, että jonkin tuotteen valmistaminen on selkeästi taloudellisempaa suuremmissa valmistuserissä, jolloin varastoinnille on selkeä peruste. (Logistiikan Maailma 2020c.)

Varastot voidaan jakaa karkeasti niiden toiminnan mukaan joko perusvarastoihin, varmuusvarastoihin, puskurivarastoihin, prosessivarastoihin ja sesonkivarastoihin (Logistiikan Maailma 2020d).

Perusvarastossa varasto vaihtelee aina kulutuksen mukaan. Voidaan käyttää myös termiä käyttövarasto tai eräkokovarasto. (Logistiikan Maailma 2020d.)

Varmuusvarastolla on varauduttu tuotteen kysynnän vaihteluun, ja pyritty välttämään puutetilanteita. Varmuusvarastoa käytettäessä varastotaso, sekä myös yrityksen varastoon sidottu pääoma kasvaa, joten varmuusvaraston tarve kannattaa määritellä tarkoin, eikä turhaa varastoa tule pitää (Logistiikan Maailma 2020d.)

Puskurivarastolla varaudutaan tilanteisiin, joissa varaston täydennystoimitukset viivästyvät tai raaka-aineen saannissa on ongelmia. Varastoinnilla pyritään poistamaan tavarantoimittajista johtuvaa epävarmuutta. (Logistiikan Maailma 2020d.)

Prosessivarastoksi kutsutaan varastoa, jossa tuotteita säilytetään tuotannon eri vaiheiden välillä. Prosessivaraston määrään vaikuttaa tuotteiden läpimenoajat, sekä kuinka paljon tuotteita on odottamassa seuraavaa valmistusvaihetta. Myös prosessivarastoon on sitoutunut pääomaa, joka ei tuota arvoa yrityksen toiminnalle. Imuohjautuvalla tuotannolla pyritään pitämään prosessivarasto mahdollisimman pienenä. (Logistiikan Maailma 2020d.)

Kausivarastoa voidaan käyttää, kun tuotteen kysyntä on vakiintunutta, mutta kausiluonteista. Kausivarastoinnin etuna on lomautusten tai ylitöiden välttäminen, kun tuotetta tehdään tasaisesti ympäri vuoden, vaikka tuotteen menekki onkin kausiluonteista. (Logistiikan Maailma 2020d.)

2.4 Tuotannonsuunnittelu

Tuotannonsuunnittelun perustana on kysyntä. SOP- prosessissa (Sales and Operation Planning) kysyntää suunniteltaessa voidaan yhdistää ennusteisiin tietoa oletetusta tulevaisuuden kysynnästä. (Logistiikan Maailma 2020e.)

Tärkeimpinä osa-alueina tuotannonsuunnittelussa ovat materiaalin ja kapasiteetin suunnittelu. Kysyntäsuunnitelman perusteella voidaan luoda karkean tason tuotantosunnitelma, josta voidaan laskea materiaalitytöt. Materiaalitytöiden

lisäksi määritellään kapasiteettitarpeet tuotannolle. Kapasiteettia voidaan sopeuttaa joko henkilö- ja konekapasiteettia lisäämällä tai vähentämällä, tai alihankintaa hyödyntämällä. Tarvittavat materiaalivaraukset, ja tuotannon hienokuormitus tulevat tuotantosuunnitelmaan mukaan tulleiden tuotantotilausten kautta. Käytännössä koko tuotannosuunnitteluprosessi toimii jossain tietojärjestelmässä. Lattiatason ohjaus voidaan suorittaa käyttämällä joko paikan päällä tapahtuvaa visuaalista ohjausta, tai vaihtoehtoisesti tietojärjestelmän kautta suoritettavaa ohjausta, tai molempien edellä mainittujen yhdistelmää. (Logistiikan Maailma 2020e.)

Tuotantosuunnitelman aikataulun mukaisesti voidaan ajoittaa osto- ja valmistusimpulssit. Tuotannon ohjaus keskittyy toiminnan ajoitukseen ja työmääriä antamiseen. Tuotantosuunnitelman tarkoituksena on varmistaa toimitusten tapahtuminen oikea-aikaisesti. Lähtökohtaisesti tilaus valmistetaan toimitusajan kohtaa edeltävänä aikana, mutta tilausten ruuhkauttaessa aikataulun, on järkevää siirtää valmistusta aikaisemmaksi, jos se on mahdollista. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 191, 196.)

2.5 Imuohjaus

Imuohjaus on tuotannon ohjaustyyli, jossa tuotanto valmistaa tuotteita vasta, kun niille on tarve. Eli imuohjauksessa varastotasot, sekä myös keskeneräinen tuotanto pyritään pitämään mahdollisimman alhaisena. Useimmiten imuohjauksen impulssit tuotannolle annetaan visuaalisena ohjauksena, esim. Kanban-korttien avulla. Kortilla ”annetaan lupa” valmistaa tiettyä osaa tai tuotetta tietty määrä. Keskeneräinen tuotanto ja varastomäärien ylärajat määräytyvät korttien määrästä. Korteja vähentämällä keskeneräinen tuotanto vähenee ja päinvastoin. (Logistiikan Maailma 2020f.)

Toinen tyyli tuotannon visuaaliselle ohjaukselle on 2-laatikkojärjestelmä. Tällöin nimikettä säilytetään kahdessa laatikossa, joista tuotannon käytössä on toinen laatikko, ja toinen odottaa. Kun käytössä olevasta laatikosta on nimikkeet käytetty, otetaan toinen laatikko käyttöön. Tyhjä laatikko antaa impulssin valmistaa,

tai tilata kyseistä nimikettä. Järjestelmän nimestä huolimatta laatikoita voi olla myös useampia, riippuen tahdistä, jolla laatikko tyhjenee. Laatikoiden määrän ja koon tulee olla mitoitettuna niin, että tyhjän laatikon täyttämiseen menevä aika on lyhyempi kuin aika, joka tuotannolta menee tyhjentää uusi käyttöön otettu laatikko. (Logistiikan Maailma 2020f.)

Imuohjauksen toteutus on helppoa, kun materiaalien tarve on kohtuullisen tasaista, ja täydennykset ovat nopeita. Toteutus vaikenee, jos tuotteen kysyntä vaihtelee voimakkaasti, ja täydennykset ovat hitaita suorittaa, esim. kaukana sijaitsevan materiaalityöntekijän takia. (Logistiikan Maailma 2020f.)

Imuohjauksen periaate on selkeimmillään imuvarastona toteutetussa tuotannossa. Esimerkiksi kokoonpano- ja osavalmistussolujen välissä on tuotteen osat käsittävä varasto. Kun kokoonpano ottaa tietyn osan varastosta, antaa varaston vajoaus impulssin osavalmistukselle tuottaa kyseistä osaa, jolloin vajoaus täytetään. (Lapinleimu, ym. 1997, 221).

3 Lean

Lean toimintamalli on alun perin kehitetty Japanissa Toyotan tuotantoperiaatteiden pohjalta, ja tällä hetkellä se on johtava tuotantoperiaate lähes kaikilla toimialoilla. Yritykset, jotka noudattavat Lean-periaatteita, ovat tavallisesti toimialansa kannattavimpia ja nopeimmin kasvavia. (Kouri 2009, 6.)

Lean on jatkuvan parantamisen ideologia, jossa yritys kehittää itseään paremmaksi ja kilpailukykyisemmäksi, keskittymällä vain arvoa tuottavaan toimintaan. Lean pyrkii yksinkertaistamaan asioita, ja tekemään niistä käytännönläheisempiä, jotta organisaation jokainen työntekijä ymmärtäisi tavoitteet, joihin pyritään. Lean ei ole pelkästään toimihenkilöiden laatutyökalu, vaan sen kokonaisvaltaiseen hyödyntämiseen tarvitaan koko henkilöstön osallistuminen kehitykseen. (QL Partners. 2020.)

Keskeisintä Leanissa on hukkan poistaminen tehokkaasti tuotannon eri vaiheista. Hukka on seurausta vaihtelun aiheuttamista virheistä. Pelkästään hukkan poistamisella ei välttämättä saavuteta hyviä tuloksia, vaan hukka pyrkii tulemaan uudestaan esiin. Minimoimalla vaihtelua, myös hukkan syntyminen vähenee. Ongelmat ovat seurausta vaihtelusta, joten vaihtelun merkityksen ymmärtäminen on tärkeää hukkia poistettaessa. (Six Sigma. 2020a.)

Leanissa tuotantoa ohjataan asiakaslähtöisesti. Tuotteissa ei ole mitään ylimääräistä, vaan ainoastaan ne piirteet, joista tuotteen arvo asiakkaalle koostuu. Tuotanto myös aloitetaan vasta tilauksesta, JIT- periaatteella (Just In Time). JIT- prosessissa tuotantoa ohjataan tilauksen mukaisilla syötteillä ja tiedoilla, ja tuotteet pyritään valmistamaan mahdollisimman lähellä toimitusta, ettei pääoma sitoudu varastoon. (QL Partners. 2020.)

3.1 5S

5S on viisivaiheinen Lean- työkalu, jolla pyritään vähentämään toimintaa haittaavaa ja hidastavaa vaihtelua aiheuttavia tekijöitä pitämällä työympäristö, useimmiten työpiste siistinä ja toimivana. Suomennettuna 5S vaiheet ovat Lajittelu, järjestely, puhdistus, standardisointi ja ylläpitäminen. (Kouri 2009, 26.)

Lajitteluvaiheessa käydään koko työpiste läpi, ja karsitaan ylimääräiset työkalut ja materiaalit pois. Järjestelyvaiheessa määritetään kaikille työpisteen tarvittaville työkaluille ja tavaroille omat paikat, paikoituksessa voidaan käyttää myös visuaalista merkintää selkeyttämiseksi. Puhdistusvaiheessa suoritetaan konehuollot, ja pidetään työpiste, ja -ympäristö siistinä. Standardointivaiheessa määritellään toimenpiteet, joilla 5S- menetelmää hyödynnetään, työpisteen järjestys otetaan osaksi työntekoa. Ylläpitovaiheessa toteutetaan kolmea ensimmäistä vaihetta jatkuvasti osana työntekoa. 5S- tasoa voidaan myös auditoida, jolloin kehitys voidaan havaita. (Kouri 2009, 27.)

5S- menetelmästä on etuna yritykselle parantunut tuottavuus ja laatu, alhaisemmat kustannukset, sekä työtaturmariskit pienenevät. Menetelmästä on hyötyä

myös työntekijälle, koska työpisteen siisteys parantaa myös viihtyvyyttä, ja työergonomia paranee. (Six Sigma. 2020b.)

3.2 DMAIC

DMAIC on Lean Six Sigman mukainen järjestelmällinen ongelmanratkaisumenetelmä. Tällä menetelmällä pyritään tunnistamaan prosesseista ongelmakohdat, kehittämään parannusehdotukset niille ja poistamaan ongelmat, jolloin prosesseista tulee tehokkaampia. (Six Sigma. 2020c.)

DMAIC- menetelmä on jaettu viiteen eri vaiheeseen: määrittely, mittaus, analysointi, parannus, ja ohjaus (Six Sigma. 2020c.)

Määrittelyvaiheessa tunnistetaan virhe prosessissa, sekä rajataan se, ja asetetaan kehitysprojektille vaatimukset. Määrittelyvaiheen tuloksena tulisi ongelmasta olla selkeä kuvaus, sekä ongelman vaikutus yrityksen toimintaan ja asiakkaan antamaan arvoon. Määrittelyvaiheessa voidaan käyttää apuna esimerkiksi VSM- arvovirtakuvausta, tai SIPOC- kaaviota. (Six Sigma. 2020c.)

Mittausvaiheessa kuvataan tutkittava prosessi, sekä suoritetaan vaadittavat mitaukset, joilla todennetaan ongelma, sekä pyritään jo keräämään tietoa mahdollisista ongelman aiheuttajista. Mittausvaiheessa selvitetään suorituskyvyn lähtötaso, sekä laaditaan tiedonkeruusuunnitelma. Mittausmenetelmien on oltava tarkkuudeltaan niin hyviä, että tuloksia voidaan tulkita luotettavasti. Menetelmien on oltava myös toistettavissa tarvittaessa. (Six Sigma. 2020c.)

Analysointivaiheessa havaitaan lähtötason ero asetettuun tavoitteeseen nähden. Analysoidaan tarkasti mittausvaiheen tuloksia, ja varmistutaan ongelman aiheuttajista. Analysoinnin havainnot voivat muuttaa käsitystä määrittelyvaiheessa kuvattua ongelmasta, joka taas johtaa projektin uudelleenmäärittelyyn. Tällöin on kolmea ensimmäistä DMAIC- vaihetta toistettava, kunnes kehitysprojektin määrittely on vakiintunut, ja voidaan siirtyä projektin seuraavaan vaiheeseen. (Six Sigma. 2020c.)

Parannusvaiheessa kehitetään ongelmalle ratkaisu, ja testataan ratkaisun toimivuus. Vaihe voidaan aloittaa määrittelemällä eri vaihtoehtoja ratkaisuiksi, joista sitten valitaan paras vaihtoehto. Jos vaihtoehtoina on useampi ratkaisu, voidaan valinnan apuna käyttää esim. ratkaisunvalintamatriisia. Valitusta ratkaisusta tehdään pilottikokeilu, jolla testataan ratkaisun toimivuutta. Testivaiheen jälkeen pilotista kehitetään varmatoiminen toimintamalli, joka otetaan käyttöön. Parannusvaiheen tarkoituksena on saada kestävä parannus prosessin toimintaan. (Six Sigma. 2020c.)

Ohjausvaiheessa vahvistetaan parannusvaiheen ratkaisu, suorittamalla tiedonkeruuta ja analysointia prosessista. määritetään ohjeet, joilla ylläpidetään parannettu suorituskyky. Lopuksi parannettu prosessi auditoidaan, jotta prosessin toimivuutta voidaan arvioida auditoinnin perusteella ennalta sovitun ajanjakson kuluessa. (Six Sigma. 2020c.)

3.3 Jatkuva parantaminen – Kaizen

Lean- toiminnassa pyritään jatkuvasti parantamaan toimintaa systemaattisesti. Leanin ajatusmallissa jokainen työntekijä on vastuussa tuotteen ja toiminnan laadusta ja kehitystyöstä. Tuotannossa syntyvää hukkaa pyritään eliminoimaan, ja tuotannon virtausta parantamaan. Tuotannon virtauttaminen, sekä varastojen poistaminen tuovat monesti esiin tuotannossa esiintyviä ongelmia ja kehityskohteita, jotka ilmenevät esimerkiksi pullonkauloina prosessissa. (Kouri 2009, 14.)

4 Prosessikuvaus

Prosessikuvaus on myös osa prosessien kehitystyötä. Prosessikuvauksien avulla voidaan mitata tuloksia, sekä arvioida laatua. Niitä voidaan myös käyttää yrityksen toimintatapojen kuvaamiseen. Useimmiten prosessien kuvaukseen ryhdytään tarpeesta kehittää prosessia. Tavoitteena kehityksessä on jatkuva parantaminen, joten kehittämisprosessi voidaan uusida aina tarvittaessa. (Suomidigi 2021.)

4.1 Prosessien tunnistus

Prosessikuvaus alkaa, kun organisaation johto tunnistaa eri prosessit ja määrittää niille omistajat. Omistajat taas määrittelevät prosessille alun, sekä mihin se päättyy. Tunnistuksen jälkeen prosessit ryhmitellään ja nimetään. Omistajan tehtäviin kuuluu prosessin kehittäminen ja ylläpito. Joissakin tapauksissa prosessi voi ylittää myös organisaatorajat, jolloin eri vaiheilla on eri omistajat. Tällöin pitää tehdä selväksi, kenellä on kokonaisvastuu. (Suomidigi 2021.)

4.2 Kuvattavan prosessin valinta ja kuvastason määrittäminen

Tunnistamisen jälkeen tehdään valinta kuvattavasta prosessista. Prosessia rajataan niin, että alku ja loppu on määritelty hyödyllisellä tavalla. Myös kaikki ydinprosessit rajataan, eheän prosessikokonaisuuden varmistamiseksi. Rajauksella voidaan varmistaa, että prosessi alkaa ja päättyy asiakkaaseen. Rajauksessa on otettava huomioon tarkoituksenmukaisuus ja hallittavuus. (Suomidigi 2021.)

Kuvaustason määrittää prosessin omistaja. Alussa selvitetään syyt kuvaukselle, ja mihin kuvausta käytetään. Käyttötarkoituksesta määräytyy prosessin kuvaustaso. Jos prosessikuvauksen tarkoituksena on helpottaa uuden työntekijän perehdytystä prosessiin, täytyy kuvauksen olla tarkempi ja yksityiskohtaisempi, kuin mitä johdon tarpeisiin tulevassa kuvauksessa. (Suomidigi 2021.)

Kuvaus voidaan aloittaa laatimalla jo tässä vaiheessa perustiedot prosessista, kuvaustason päättämisen helpottamiseksi. Prosessin omistaja täyttää kuvauksen perustiedot, ja jatkossa prosessien kuvaaminen on vastuutettava selkeästi, kuvausten pysymiseksi ajan tasalla. (Suomidigi 2021.)

Prosessikuvaukset muuttuvat yleensä sitä muodollisemmiksi, mitä tarkemmalla tasolla kuvaus suoritetaan. Etukäteen on hyvä miettiä, millainen prosessikaavio laaditaan, millaiset työvaiheet kuuluvat prosessiin, ja ketkä osallistuvat prosessin eri vaiheisiin. Myös kuvausvälineet ja kuvausten dokumentointi tulee suunnitella. (Suomidigi 2021.)

4.3 Kuvaus

Kuvaus koostuu prosessin perustiedoista, sanallisesta kuvauksesta, ja kaaviosta. Tärkeintä on, että kuvauksesta löytyy tärkeimmät asiat selkeästi ja johdonmukaisesti. Kuvaaminen aloitetaan laatimalla perustiedot prosessista. Perustiedoista, tulee selvittää, miksi prosessi mallinnetaan, sekä keskeiset tiedot prosessista. Sanallista kuvausta täytetään samalla, kun prosessista tehdään myös graafista kuvausta. Sanallisessa kuvauksessa esitetään sanallisesti, ja yksityiskohtaisesti prosessin vaiheet, toiminnot, tehtävät ja toimijat, sekä lähtö- ja tulostila. Perustietojen, ja sanallisen kuvauksen on tuettava toisiaan. Perustietojen avulla tunnistetaan lähtökohdat prosessista, ja sanallisella kuvauksella tuetaan graafista kuvausta, ja kuvataan prosessin tehtäviä tarkemmin. (Suomidigi 2021.)

Prosessikuvauksen viimeisenä vaiheena valmiit kuvaukset liitetään osaksi prosessikarttaa, josta nähdään prosessin liittymäpinnat muihin prosesseihin. Prosessin omistaja huolehtii, ettei irrallisia kuvauksia ole vaan prosessit ovat osa suurempaa kokonaisuutta toiminnassa. (Suomidigi 2021.)

5 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia toimeksiantajan tuotantoa, ja löytää tuotannosta kehityskohteet, joita voidaan lähteä kehittämään. Tavoitteena on tunnistaa yrityksen toiminnasta kehityskohteita, ja niitä analysoimalla tunnistaa niille keskeiset syyt, ja luoda ratkaisut ongelmien poistamiselle, sekä saada tehostetua yrityksen tuotantoa, ja vähennettyä toiminnassa esiintyvää hukkaa. Työssä käytetään apuna Lean Six Sigman mukaista DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmää.

6 Tuotannon kehitystyö

Opinnäytetyön suoritus aloitettiin perehtymällä yrityksen toimintaan. Perehtymisvaiheessa selvitettiin yrityksen toimintatavat tilauksen vastaanottamisesta valmiin tuotteen luovutukseen asiakkaalle. Yrityksen selkeästi myydyimmät tuotteet ovat Väyläviraston tyyppihyväksytyt H2- törmäysluokan sillankaiteet, joita toimeksiantajayritys valmistaa ja asentaa itse paikalleen. Toimintaan tutustumisvaiheessa perehdyttiin useampaan edellä mainittuun tilaus-toimitusprosessiin. Prosessin selkeimmät vaiheet ovat työn tilaus, työn järjestely, konepajatuotanto, pintakäsittely, paikalleen asennus.

6.1 Toiminnan kuvaus ja lähtötilanne yrityksessä.

Tilauksen vastaanottovaihe

Kun tilaus vastaanotettiin, suoritettiin yrityksen johdon toimesta raaka-ainevarastojen katselmointi. Katselmoinnissa tarkastettiin varastojen saldot valmiiden nimikkeiden ja siltakohtaisesti valmistettavien tuotteiden valmistuksessa tarvittavien raaka-aineiden osalta.

Katselmointi suoritettiin tekemällä tilaajalta saadun aineiston pohjalta valmistussuunnitelma, josta selvisi kunkin kohteen valmistusmäärät tuotteittain. Mitään varastosaldoja ei ollut yrityksen tietokannassa, vaan sekä valmiit tuotteet ja raaka-ainemäärät, sekä tuotteiden valmistukseen sisältyvien puolivalmisteiden kappalemäärät piti tarkastaa käymällä fyysisesti varastoalueella. Katselmoinnin pohjalta suoritettiin materiaalien tilaus.

Tuotteiden valmistus tuotannossa

Tietyt tuotteet sillankaiteissa kuuluvat kaidekokonaisuuteen kohteesta riippumatta, joten niillä on tasainen kysyntä vuosittain. Näitä tuotteita voidaan valmistaa järkevässä mittasuhteessa myös varastoon. Siltakohtaisesti valmistettavia tuotteita ovat mm. kaidepylväät ja erilaiset kaidevarusteet (esim. suojaverkot ja säle-elementit). Nämä tuotteet valmistetaan aina kohdekohtaisesti tilauksesta, joten näiltä osin tuotanto toimii imuohjauksella.

Kohdekohtaisesti valmistettavat tuotteet luetteloitiin tilauksen jälkeen, useimmiten ruutupaperille, ja tämä ruutupaperi toimi työmääräimenä tuotteiden valmistukselle. Työmääräin kopioitiin työntekijälle ja alkuperäinen versio arkistoitiin urakkakohtaiseen projektikansioon. Kun työmääräimessä esitetyt nimikkeet oli valmistettu, kuitattiin ne valmistetuiksi arkistoituun työmääräimeen.

Tuotteiden pintakäsittely

Useimmiten sillankaiteiden tuotteiden pintakäsittelynä on kuumasinkitys. Tuotteet toimitettiin kuumasinkitykseen pääosin heti niiden valmistuttua tuotannosta. Tuotteiden pintakäsittely pyritään aikatauluttamaan siltakohteiden urakka-aikataulujen mukaisesti niin, että tuotteet ovat pintakäsiteltyinä noin viikkoa ennen toimitusta asiakkaalle. Tuotteiden kuumasinkityksen seurannasta ei kuitenkaan ollut minkäänlaista seurantajärjestelmää, vaan tuotteiden seuranta katkesi siihen, kun tuote oli valmistunut tuotannosta. Eli kuumasinkitykseen toimitusta odottavien tuotteiden, kuumasinkityksessä olevien tuotteiden, ja sinkittyinä olevien tuotteiden nimikkeitä ja määriä ei ollut missään ylhäällä, vaan kunkin tuotteen seuranta piti tehdä esimerkiksi tarkastamalla tuotteiden tilanne varastoalueella tai käymällä sinkityslaitoksella.

Asennusvaihe

Siltatyömaissa urakka-aikataulut elävät paljon, koska työmailla on useita eri toimijoita, ja myös kelit vaikuttavat osaltaan työvaiheiden toteutukseen. Eri siltakohteiden asennusten aikataulut onkin haastavaa, koska monien kohteiden aikataulut ajoittuvat useasti toistensa kanssa päällekkäin. Toimeksiantajayrityksessä urakoiden aikataulut oli hoidettu seinälle kiinnitettävällä urakkalenterilla. Kalenteria ei kuitenkaan päivitetty aikataulujen muuttuessa, joten siitä ei varsinaista hyötyä ollut.

Kun tilaajan kanssa sovittu asennusajankohta lähenee, suoritetaan tarvittavien tuotteiden ja materiaalien keräily. Keräilyä varten ei ollut minkäänlaista listaa keräiltävistä tuotteista, vaan keräily suoritettiin käyttämällä apuna kulloisestakin kohteesta olevaa yleispiirustusta. Yleispiirustuksesta selviää kaiteiden kokonaispituus metreinä, ja kaidepylväiden lukumäärä, sekä esimerkiksi sillan liikunta-saumojen sijainnit, jotka on otettava huomioon kaidejaossa. Keräily tehtiin

pääasiassa kaidepylväsmäärän perusteella, ja kaidejako suunniteltiin käsin yleispiirustuksen päälle. Pylväsmäärällä ja määrittelyllä kaidejaolla pystyy keräämään tavarat, mutta se on todella työläs tapa, kun ei ole olemassa mitään listaa mistä tarkastaa kerätyt tuotteet, sekä keräilyvaiheessa pitäisi tuntea kaidera-kenne ulkoa että pystyisi keräämään kulloinkin tarvittavat tuotteet.

Varsinainen kaiteen asennusvaihe on yksinkertainen, kaiteet asennetaan voimassa olevien ohjeiden ja määräysten mukaisesti paikalleen, ja asennuksen jälkeen kohteesta luodaan tarvittavat laatuasiakirjat.

6.2 Havainnot toiminnasta

Tutustumisvaiheessa pystyttiin toteamaan, että toiminnassa esiintyy hukkaa, joka tässä tapauksessa on enimmäkseen ylimääräistä ja turhaa työtä, joka ei tuo lisäarvoa yritykselle. Hukkaa esiintyy niin työntekijöiden kuin myös työnjohdon työtehtävissä. Kehitettävää löytyy kokonaisvaltaisesta toiminnasta, jotta toiminnasta saataisiin tehokkaampaa, ja välttyttäisiin ylimääräiseltä työltä. Lisäksi kehitystoimilla olisi mahdollisuus saada materiaalien hallintaa paremmin haltuun, jolloin materiaalien ja tuotteiden varastosaldoista olisi parempi tieto työnjohdolla. Tarve kehitystoimenpiteille on syntynyt yrityksen toiminnan kasvun myötä, kun entiset menetelmät eivät sovellu enää niin hyvin nykyisen kokoiseen toimintaan.

6.3 Tuotannonkehitysprosessi

Tuotannonkehitysprosessissa hyödynnetään DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmää. Prosessi aloitetaan määrittämällä ongelmat, joita yrityksen tuotannossa esiintyy. Määrityksen jälkeen ongelmia tarkastellaan tarkemmin, ja analysoidaan mistä ne johtuvat ja mitä ne aiheuttavat yrityksen tuotannolle.

Analysoinnin jälkeen valitaan kehityskohteet, joita lähdetään kehittämään. Valintojen jälkeen ideoidaan kehitystoimenpiteet, jotka toteutetaan tuotannolle.

6.4 Kehityskohteiden määrittäminen

Kokonaisuutena toiminnasta jäi kuva, että tuotannon ohjaus oli työlästä työnjohdolle. Valmistusprosessin eri vaiheissa tuli paljon ylimääräistä työtä, eli hukkaa, joka oli suurimmaksi osaksi selvitystyötä, mitä on tehty tai on tekemättä, paljonko raaka-aineita on jäljellä tai mikä on kunkin valmiin tuotteen varastosaldo. Myös tuotannon ohjaus oli haastavaa, kun seuraavaa tarvittavaa työtä ei ollut ns. järjestelty, vaan aikaa meni selvittämiseen, että mikä tuote/työ pitää tehdä seuraavaksi.

Myös materiaalin seurannassa ilmeni hukkaa ylimääräisen työn muodossa. Niin varastoalueella olevista raaka-aineista, kuin myös pintakäsittelyssä olevista tuotteista ei seurantatietoa, ja räikeimmillään tämä näkyi siinä, kun pintakäsittelylaitoksella piti käydä tarkastamassa, että mitä tuotteita pintakäsittelyssä sillä hetkellä on.

Vaikeudet toiminnan hallitsemisessa on tullut pikkuhiljaa, kun yrityksen toiminta on kasvanut. Aiemmin toiminnan ollessa pienempää, on käytössä olleilla toimintatavoilla pärjätty, mutta toiminnan kasvaessa on tietynlainen järjestelmällisyyden puute vaikeuttanut työnjohdon työntekoa. Työntekijöiden tekemiseen tämä ei ole suuresti heijastunut, välillä on joutunut työmääräintä odottamaan hieman, tai tekemään jotain osia kiireellä, mutta muuten vaikutus on ollut työntekijätasolla pieni.

Työntekijöiden työn tekemiseen liittyvät havainnot liittyivät lähinnä opastukseen. Muutamissa useasti toistuvissa valmistusprosesseissa valmistus on sen verran monivaiheista, että kokemattoman työntekijän työn aloitus näissä tuotteissa vaati pidemmän perehdytyksen kokeneemmalta työntekijältä. Osittain tämä johtuu myös Väyläviraston sillankaiteiden piirustussarjasta, joka on kaiteen osien valmistuksen kannalta todella sekava. Piirustukset pitävät sisällään paljon turhaa tietoa valmistuksen kannalta.

Lisäksi materiaalin hallinnan takia työntekijät joutuivat tekemään ylimääräistä hukkaan menevää työtä. Raaka-ainemateriaalien varastopaikkoja ei ollut

määritetty minnekään, vaan tulleen raaka-aineen paikka saattoi vaihdella toimituserän mukaan, vaikka olisi ollut materiaaliltaan ja profiililtaan samaa tavaraa. Tämä aiheutti materiaalin etsimistä varastoalueella, koska materiaaleista ei ollut olemassa seurantaa.

Havainnoinnin perusteella myös varastonhallinta oli yksi osa-alue, joka vaati kehitystoimenpiteitä. Yrityksellä ei ollut seurantajärjestelmää varastossa oleville valmiille nimikkeille, eikä myöskään tulleille raaka-aineille tai varastossa oleville puolivalmisteille. Ainoastaan määräajoin suoritettava inventaario antoi yrityksen johdolle tietoa varastosaldoista. Muulloin varastosaldojen tarkistus tapahtui niin ikään fyysisesti paikan päällä tehtävällä tarkastuksella. Lisäksi varastoa ei ollut määritelty mitenkään, vaan uuden erän saapuessa varastoon, se laitettiin sinne missä oli kulloinkin tilaa, eikä mihinkään ennalta määritettyyn hyllypaikkaan. Tämä aiheutti sen, että varastossa olevien tuotteiden varastopaikat eivät olleet yleisessä tiedossa yrityksen työntekijöiden keskuudessa, vaan se henkilö kuka oli tuotteet vienyt varastoon tiesi niiden sijainnin. Tämän takia tuotteiden noutamiseen varastosta meni ylimääräistä aikaa sellaisilta työntekijöiltä, jotka eivät olleet tietoisia tuotteen muuttuneesta varastopaikasta.

6.5 Kehitystyön tavoitteet

Kehityskohteiden määrittämisessä tunnistetut ongelmakohdat aiheuttavat lähes päivittäin jotain ylimääräistä työtä, joka voi toisinaan olla hyvin pienimuotoistakin. Mutta useasti toistuessaan vuositasolla hukan määrä nousee huomaamatta suureksi, jolloin sen merkittävyys toiminnalle kasvaa.

Eryteisesti työnjohdon tehtävissä hukan osuus päivittäisestä työstä kasvoi välillä suureksi. Työnjohdon tehtävissä esiintyvä hukka oli pääasiassa ylikuormitusta, sekä tarpeetonta liikkumista. Työntekijöiden työssä esiintyvä hukka koostui odottamisesta, sekä ylimääräisistä siirroista ja kuljetuksista. Mittausvaiheen tuloksena voidaan todeta, että toiminnassa esiintyy hukkaa eri muodoissa, joka aiheuttaa yrityksessä ylimääräistä työtä.

Tavoitteena kehitysprosessille on saada vähennettyä hukka mahdollisimman tehokkaasti pois yrityksen päivittäisestä toiminnasta, sekä saada tuotannon virtausta parannettua. Kehitystyön jälkeen tuotannon ohjaus pitäisi olla helpommin suoritettavissa, eikä toiminnassa olisi niin paljoa ylimääräistä työtä.

6.6 Tuotannon kehityksen vaihtoehtojen ideointi

Suurimpana kehityskohteena toiminnassa havaittiin sen kokonaisvaltainen hallitseminen. Kehitystä vaati niin tuotannon ja materiaalin seuranta, ja varastonhallinta. Toiminta onnistui kyllä entiselläkin toimintamallilla, mutta työssä esiintyi paljon hukkaa, josta pitäisi pyrkiä päästä eroon. Käytännössä kaikki edellä luetellut kehityskohteet saadaan korjattua ottamalla toiminnanohjausjärjestelmä käyttöön yrityksessä. Järjestelmän käyttöönotolla saadaan myös helpotettua työnjohdon työtä laskutuksen osalta, kun työhön kuluneet työtunnit ja materiaalit saadaan kerralla tarkastettua järjestelmästä.

Työohjeiden puutteellisuuteen ratkaisuna voisi toimia esimerkiksi prosessikuvaukset. Kuvaukset tehtäisiin nimenomaan painottaen kuvauksen myöhempää käyttöä työohjeena. Työohjeen lisäksi kuvauksesta olisi hyötyä myös kuvastamaan prosessien nykytilaa. Kuvattaviksi prosesseiksi valittaisiin ne valmistusprosessit, joissa tarvitaan eniten työohjeistusta. Prosessikuvauksen jälkeen on prosessista mahdollista tunnistaa myös hukkaa, joka poistettaisiin sopivilla kehitystoimenpiteillä.

6.7 Toteutettavien toimenpiteiden valitseminen

Käytyämme kehitysvaihtoehtoja läpi aivoriihessä yhdessä toimeksiantajan kanssa, päätimme toteuttaa opinnäytetyön puitteissa toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton, sekä tehdä prosessikuvaus kaidepylvään valmistusprosessista. Kuvaus tehdään pääasiassa uuden työntekijän perehdytystä varten, mutta siitä oletetaan olevan hyötyä myös työnjohdolle, kun prosessin nykytila selviää kuvauksesta.

Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto on taas lähes välttämätön toimenpide yrityksen toiminnalle. Aiemmin on pärjätty ilman minkäänlaista järjestelmää, mutta nykyään, kun toiminta on pikkuhiljaa kasvanut, on tuotannon hallinnasta tullut haastavampaa ilman toiminnanohjausjärjestelmää. Tavoitteena on saada tuotannon ohjaukseen suunnitelmallisuutta, sekä saada poistettua tuotannosta turha kiireellä tekeminen.

7 ERP- toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto

7.1 Tavoitteiden asettaminen järjestelmälle

ERP-järjestelmän käyttöönottoprojekti aloitettiin yhteisellä palaverilla toimeksiantajan kanssa. Palaverissa määritettiin toimeksiantajan vaatimukset järjestelmän ominaisuuksille.

Toimeksiantajan määrittämissä vaatimuksissa tärkeimmäksi nousi tuotteiden valmistuksen vaiheiden seuranta. Tavoitteena on tietää, missä valmistusprosessin vaiheessa eri tuotteet milläkin hetkellä menevät.

Seuraavana vaatimuksena oli materiaalin seuranta. Seuranta tarvitaan erityisesti raaka-ainevarastojen seuraamisessa, jollaista toimeksiantajalla ei entuudestaan ollut. Lisäksi seurantaan kuuluisi tieto mitkä tuotteet ovat pintakäsittelyssä, ja tuotteiden varastopaikat.

Vaatimuksena järjestelmälle oli myös hinta. Järjestelmän käyttöönotto- ja ylläpitokustannukset eivät saisi olla ylisuuret yrityksen kokoon nähden, vaan järjestelmän pitäisi olla kustannuksiltaan toimiva, jotta järjestelmän ylläpito on yleensä mahdollista.

Myös laskutuksen sisällyttäminen järjestelmään oli toimeksiantajan toiveena. Aiemmin laskutus on hoidettu oman ohjelmiston avulla, ja olisi käytön kannalta järkevämpää, jos kaikki tehtävät olisi mahdollista suorittaa yhdellä järjestelmällä.

7.2 ERP-järjestelmien vertailu

Eri järjestelmien vertailu aloitettiin tutustumalla alihankkijayritysten käyttämiin toiminnanohjausjärjestelmiin. Tutustuminen suoritettiin ottamalla yhteyttä yrityksiin ja selvittämällä käyttökokemuksia ohjelmistoista. Tutustumisen yhteydessä suoritettiin myös benchmarkkausta erääseen alihankkijaan, jossa päästiin tutustumaan konkreettisesti ohjelmiston käyttöön ja ominaisuuksiin.

Benchmarkkauksen tuloksena pystyttiin käytännössä sulkemaan jo muut vaihtoehdot pois vertailusta, koska esitellyssä järjestelmässä oli mahdollisuus saada toimeksiantajan esittämät vaatimukset järjestelmälle, sekä käyttöönotto- ja ylläpitokustannukset olivat erittäin edullisia verrattuna konepajateollisuudessa yleisemmin käytössä oleviin järjestelmiin. Lisäksi muista yrityksistä saatujen hyvien kokemusten perusteella, joissa kyseinen järjestelmä on käytössä, oli valinta varsin helppo tehdä.

Ennen lopullista valintaa järjestettiin vielä tapaaminen KHAP Oy:n toimitiloissa, jossa järjestelmän toimittaja esitteli tarkemmin järjestelmää, sekä neuvoteltiin mahdollisuuksista muokata järjestelmää yrityksen tarpeita vastaavaksi.

7.3 ERP-järjestelmän valinta

Järjestelmiin tutustumisen jälkeen toimeksiantaja valitsi käyttöönotettavaksi järjestelmäksi PRCoden tuottaman ProSe- projektin seurantajärjestelmän. Järjestelmä sopii ominaisuuksiltaan hyvin yrityksen toimintaan, ja on pienen yrityksen tuottamana hyvin muuntautumiskykyinen asiakasyritysten toiveisiin. Miinuksena järjestelmälle on, että tällä hetkellä tuoterakennetta ei voi luoda, vaan valmiiseen tuotteeseen tulevat puolivalmisteet täytyy päivittää varastosaldoihin manuaalisesti syöttämällä uudet kappalemäärät järjestelmään. Tätä ei kuitenkaan koettu isoksi ongelmaksi, koska yrityksen tuotannossa esiintyvät tuoterakenteet ovat pääosin hyvin yksinkertaisia, eivätkä koostu usein yli viidestä eri tuotteesta.

7.4 Järjestelmän käyttöönotto

ProSe- järjestelmän käyttöönotto aloitettiin yhteisellä palaverilla järjestelmän toimittajan, sekä KHAP Oy:n edustajan kanssa. Palaverissa sovittiin järjestelmän käyttöönoton vaiheista, sekä mahdollisista muutoksista järjestelmään yrityksen toiveiden mukaisesti.

Yrityksen toiminnan tuominen järjestelmään aloitettiin luomalla tarvittavat nimikeryhmät tuotteille (kuva 1). Nimikeryhmät painottuvat käytännössä kokonaan sillan teräsrakenteisiin, kuten sillankaiteisiin ja varusteisiin. Nimikeryhmissä eroteltiin sillankaideosissa selkeästi omiksi ryhmikseen määräytyvät tuotteet, kuten esimerkiksi putkijohteet, ja yläjohteet ovat omana ryhmänään. Jokaisen tuoteryhmän alta löytyvät valmiit tuotekokonaisuudet, sekä tuoteryhmän tuotteissa esiintyvät puolivalmisteet (kuva 2).

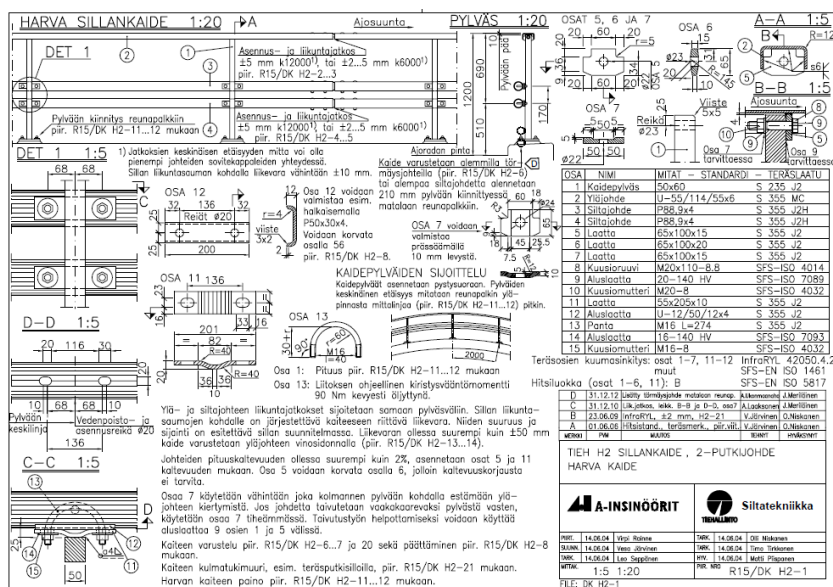
Nimikeryhmä	K
▶ H2 Puolivalmisteet	
H2: Kaidepylväät + -osat	
H2: Kaidetarvikkeet	
H2: Liitoskappaleet	
H2: Putkijohteet	
H2: Sälekaide	
H2: Verkkokaide	
H2: Vinopäätetuotteet	
H2: Yläjohteet	
R15/DK- kaideosat	
R15/DK- puolivalmisteet	
Raaka-aineet, kirikkaat	
Raaka-aineet, musta	
Siltatarvikkeet	
_DK 2- kaideosat	
_DK 3- kaideosat	

Kuva 1 Nimikeryhmät.

Työvaiheet Materiaalit [varasto] Varastopaikat Poissaolossyt Yhtyketoimet Ostopaikat Kulkuvälineet Laitteet/Työkälut Salasanamääritys									
Materiaali määritykset (varasto)									
Etsi	Etsi	Päivitä	Tulosta	Hinta päivitys					
Nimikeryhmä	Inv. lista	Nimike	Kuvaus	Yks.	Osto €	Myynti €	Kate %	Määrä	Saldo
								Raja	Hälytys
H2 Puolivalmisteet	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1(PV), L= 1060	1060 tolppa-aihiio	kpl					
▶ H2: Kaidepylväät + -osat	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1(PV_kon), L= 1060	1060 tolppa-aihiio, koneistettu	kpl					
H2: Kaidetarvikkeet	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1, L=2000 PV	2000 tolppa-aihiio, koneistettu	kpl					
H2: Liitoskappaleet	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1-1	1060 tolppa, 2x jöoti	kpl					
H2: Putkijohteet	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1-7 (+1*)	1060 tolppa, verkko+2x jöoti, 1 nouseva	kpl					
H2: Sälekaide	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1-7 (-2*)	1060 tolppa, verkko+2x jöoti, 2 nouseva	kpl					
H2: Verkkokaide	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1-7 (+3*)	1060 tolppa, verkko+2x jöoti, 3 nouseva	kpl					
H2: Vinopäätetuotteet	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1-7 (-1*)	1060 tolppa, verkko+2x jöoti, 1 laskeva	kpl					
H2: Yläjohteet	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1-7 (-2*)	1060 tolppa, verkko+2x jöoti, 2 laskeva	kpl					
R15/DK- kaideosat	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1-7 (-3*)	1060 tolppa, verkko+2x jöoti, 3 laskeva	kpl					
R15/DK- puolivalmisteet	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1-7 (0)	1060 tolppa, verkko+2x jöoti, suora	kpl					
Raaka-aineet, kirikkaat	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 1-7, (0), L=2000	2000mm tolppa, 2x jöoti + verkko, suora						
Raaka-aineet, musta	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 11	Jöotin korvallinen	kpl					
Siltatarvikkeet	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 111	240/5- iohteen korvallinen	kpl					
_DK 2- kaideosat	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 221(PV), L=1200	1200 tolppa-aihiio	kpl					
_DK 3- kaideosat	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 221(PV_kon), L=1200	1200 tolppa-aihiio, koneistettu	kpl					
	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 221-15	1200 tolppa, 240/5- iohjeella	kpl					
	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 221-6	2x jöoti+2x väljöoti+ nilukka	kpl					
	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 33	Rillukan korvallinen	kpl					
	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 41, b = 80mm	Verkon korvallinen 80mm	kpl					
	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 63	väljöiöitin korvallinen	kpl					
	<input checked="" type="checkbox"/>	R15/DK H2, osa 80	Peruslevy	kpl					

Kuva 2 Esimerkki nimikelistauksesta nimikeryhmän sisällä.

Sillankaiteissa esiintyvät tuotteet nimettiin ja numeroitiin Väyläviraston R15/DK H2- piirustussarjan mukaisesti (kuva 3). Nimikerivillä on piirustussarjan mukainen tuotenimi, ja tuotteen kuvauksessa esiintyy KHAP Oy:n työntekijöiden keskuudessa vakiintuneita nimityksiä tuotteille. Omat nimitykset päätettiin sisällyttää kuvaukseen, jotta työntekijöiden on helpompi sisäistää mitä tuotetta kulloinkin tarkoitetaan. Virallisia nimityksiä taas käytetään esimerkiksi puolivalmisteita tilattaessa alihankkijoilta.



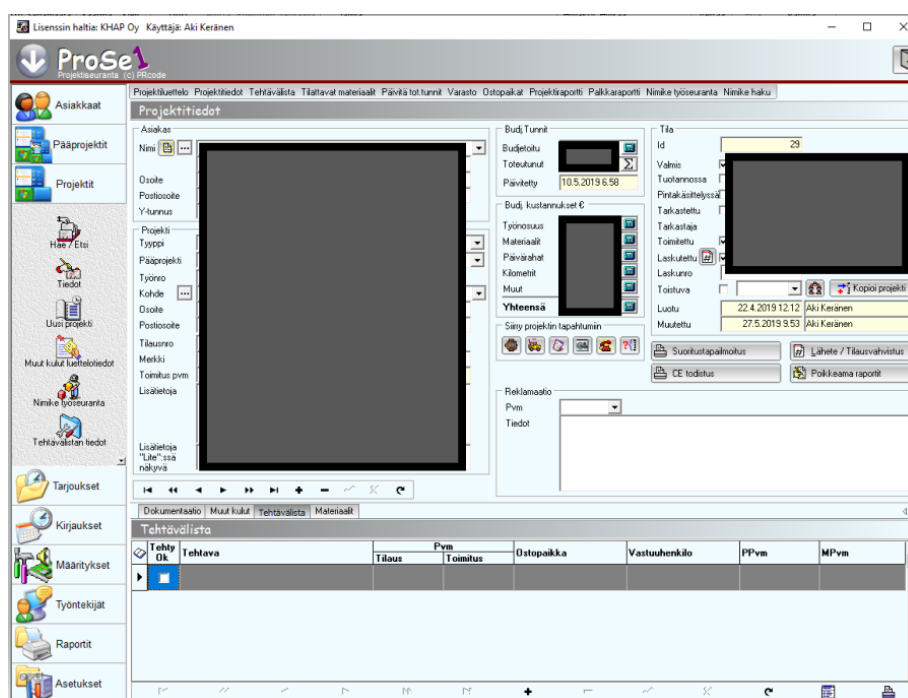
Kuva 3 Väyläviraston tyyppiinpiirustus H2-1 (Väylävirasto 2020).

Jokaiselle tuotteelle määritettiin myös varastorajat, jonka alittumisesta järjestelmä varoittaa rajan alittumisesta ilmoituksella, sekä tuoterivi muuttuu luettelossa punaiseksi. Varastorajoja määritettäessä huomioitiin muutamien tuotteiden kohdalla varsin pitkät raaka-aineiden toimitusajat, joten raja määritettiin kohtalaisen suureksi näiden tuotteiden osalta. Muuten rajat määritettiin sillä periaatteella, että rajan alittumisen jälkeen tuotetta riittää keskimäärin kuukaudeksi.

Tuotteiden ja tuoteryhmien luomisen jälkeen järjestelmään kirjattiin tuotteiden sillä hetkellä olleet varastosaldot. Varastosaldot otettiin tuoreimmasta inventaariolistasta, joka oli sillä hetkellä n. pari viikkoa vanha. Inventaarion jälkeen tehdyt työt olivat vielä tuoreeltaan tiedossa, joten tuotteiden saldot voitiin määrittää luotettavasti. Tässä vaiheessa tuotteille määritettiin inventaariolistasta myös osto- ja

myyntihinnat, joita tarkastettiin ja tarvittaessa päivitettiin yhdessä yrityksen johdon kanssa.

Seuraavaksi järjestelmään luotiin sillä hetkellä jo varmistuneet työtilaukset, jotka ovat nimettyinä tästä eteenpäin projekteiksi. Projekteille asetettiin tiedossa olevat toimitusajat ja muut oleelliset tiedot. Kuvassa 4 on esitettyä projektin luontivaiheessa avautuva *projektitiedot*-ikkuna.



Kuva 4 Olemassa olevan työtilauksen tuonti järjestelmään.

Projektin edetessä *Projektitiedot – välilehdelle voidaan tuoda tietoa projektista, esimerkiksi dokumentaation alle* tuodaan kaikki projektin asiakirjat, mitkä on ennen kansioitu omaan projektikansioon yrityksen arkistossa. Tämä vähentää jo oleellisesti ylimääräistä paperityötä, kun osa asiakirjoista voidaan pitää toiminnanohjausjärjestelmässä, eikä tarvitse aina tulostaa fyysisesti paperille. Myös tiedon etsiminen projekteihin liittyen helpottuu, kun esimerkiksi asennuspöytäkirjat, ja valmistuspiirustukset löytyvät suoraan tietokoneelta samasta paikasta. Lisäksi projektin alta löytyvä tehtävälista toimii muistilistana projektiin liittyen. Kaikkien eri projektien tehtävät löytyvät myös koottuna omalta välilehdeltään päävalikosta.

Projektien luomisen jälkeen jokaiselle projektille luotiin työmääräin, josta löytyy tiedot projektiin sisällytyistä tuotteista (kuva 5). Samalla välilehdellä luodaan myös tilausvahvistukset ja lähetteet projektille, ja luodaan toimitusehdot. Jokaiselle kolmelle työkalulle saadaan myös luotua valmiita lisätietopohjia. Työmääräimessä hyödyllisiksi lisätietopohjiksi selkiintyi käyttöönoton jälkeen mm. piirustusnumerot kullekin tuotteen valmistukselle, jos projektina oli sillankaiteiden valmistus urakkakohteeseen.

Kuva 5 Projektin nimikelistan luonti työmääräimeen

Luettelointivaiheessa (kuva 6) voidaan myös määrittää mitkä tuotteet luettelosta otetaan valmistuksen seurantalistalle (SL) rastittamalla ne nimikerivin oikeassa reunassa.

Nimiketiedot														Varastosaldon päivitys		Seurantalistalle		Projektin toimituspvm päivitys	
Rivi	Nimike	Kuvaus	Määrä	Yksikkö	Toimitettu		Toimitus Pvm	Myynti A-Hinta €	Ale %	Alv		Veroton €	Summa €	SL					
					Määrä	Pvm				%	€								
▶	100	R15/DK H2, osa 221-6	2x jooiti+2x väl	5	kpl			7.5.2020						<input checked="" type="checkbox"/>					
	200	R15/DK H2, osa 221-6, L=2000	2x jooiti+2xväli	2	kpl			7.5.2020						<input checked="" type="checkbox"/>					
	300	R15/DK H2, osa 2S B, L= 3225	Yläjohde, 3m l	1	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	400	R15/DK H2, osa 2E B, L= 3160	Yläjohde, 3m l	1	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	500	R15/DK H2, osa 2, L= 7990	Yläjohde, 8m	1	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	600	R15/DK H2, osa 3 B, L= 3990	Jooiti, 4m	4	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	700	R15/DK H2, osa 3 B, L= 7990	Jooiti, 8m	2	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	800	R15/DK H2, osa 31S B, L= 3137	Väljooiti 3m alc	2	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	900	R15/DK H2, osa 31E B, L= 3137	Väljooiti 3m loj	2	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	1000	R15/DK H2, osa 31 B, L= 7990	Väljooiti, 8m	2	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	1100	R15/DK H2, osa 30S B, L= 3137	Rillukka 3m alc	1	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	1200	R15/DK H2, osa 30E B, L= 3137	Rillukka 3m loj	1	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	1300	R15/DK H2, osa 30 B, L= 7990	Rillukka 8m	1	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	1400	R15/DK H2, osa 21	Yläjohteen kie	2	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					
	1500	R15/DK H2, osa 22	Yläjohteen liito	4	kpl			7.5.2020						<input type="checkbox"/>					

Kuva 6 Nimikeluettelo

Kuvan 7 mukaisella seurantalistalla tuotteet järjestyvät toimituspäivän mukaisesti niin, että ylimpänä on seuraava toimitukseen lähtevä nimike. Lisäksi toimituspäivän lähestyessä nimikerivi muuttuu vaaleanpunaiseksi. Seurantalistalla on työvaihekohtainen seuranta. Työvaihepainikkeet täyttyvät valmistuksen mukaisesti vasemmalta oikealle, ja rivin ollessa täysi, on tuote pintakäsiteltynä ja valmiina odottamassa toimitusta asiakkaalle. Työvaiheiden nimiä pystyy vapaasti asetuksesta muuttamaan, tässä tapauksessa vaiheiden nimet katsottiin parhaiten yrityksen tuotantoon sopivaksi, yhdessä toimeksiantajan kanssa.

ProSe

Nimike työvaiheseuranta

Määrittelyt

Näytettävät nimikkeet: Alle < 2000, Yli >= 2000, Kaikki | Hintatasa €: 2000 | Näytä valmis: 3 pv | Projekti | Lähete | Tulosta | Varasto info





Suodatus: Työnro, Tilaja, Nimike, Kuvaus, Hyllypaikka

Työ...	Tilaja	Nimike	Kuvaus	Määrä	Yksikkö	AHinta	Sto- lettu	Tilak- tu	Saa- punnat	Koneistettu	Silloi- tettu	Hik- sattu	Valmi-	Sirkissä	Pintakäsitely	Määrä	Tomh Ok
152		Kohausruusia L=4000	PL 10x300	6	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
152		Pintavesiputki	L=450/ U=100	4	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
164		CFCHS 219,1x6,3 - RST	L= 3570	1	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
164		Putki 139,7x5 - RST	L= 1125	2,25	m		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
163		R15/DK H2, osa 2 Vinopäälle	H2- Vinopäälteen vinopäälle	4	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
163		R15/DK H2, osa 70/71	H2- vinopäältheadapteri	4	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
166		Rappuralli zmk	1435x400	4	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
155		IPE 500	L= 7930	2	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
155		IPE 500	L= 4980	1	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
155		IPE 300	L= 5090	2	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
155		HEA 300	L= 5270	2	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
155		PP 200x200x8	L= 5000	2	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
155		PP 150x150x5	L= 3900	4	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
155		PP 150x1510x5	L= 2000	2	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
44		R15/DK H2, osa 1-7 (0)	1060 tolppa, verkko-johto, suora	38	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
44		R15/DK H2, osa 1-7 (0), aloitus	1060 tolppa, verkko-johto, suora	2	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
44		R15/DK H2, osa 1-7 (0), lopetus	1060 tolppa, verkko-johto, suora	2	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
44		H2- verkkoelementti 0	Suora verkkoelementti	40	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
89		R15/DK H2, osa 1-7 (0)	1060 tolppa, verkko-2x johto, suora	73	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			
89		R15/DK H2, osa 1-7 (0), aloitus	1060 tolppa, verkko-2x johto, suora	2	kpl		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓			

Yhteensä: 6

Kuva 7 ProSen työvaiheseuranta

Nimikkeiden projektikohtaisen luetteloinnin jälkeen saadaan projektista työmäärän, tilausvahvistus, tai lähete. Tiedostot saa tulostettua paperille, tai ladattua pdf- tiedostomuodossa. Kuvassa 8 on esimerkki tulostettavasta työmääräimestä.

KHAP Oy		TYÖMÄÄRÄYS		12.02.2020 08.30	
Projektitoukka (c) Project		Työnro #154		Sivu: 1	
Lisenssin haltija: KHAP Oy					
Tilaisu  Toimitusosoite  		Tilaus nro Tilaus pvm Toimitus pvm Toimitusehto Toimitustapa Maksuehto Viitteemme Viitteenne Kohde Osoite Postiosoite Merkki		Työ nro 154 Lähetä nro 150 Kirjaaja Aki Keränen	
Kaidetolppien hitsaus Hitsataan kaidetolpat alla olevan luettelonin mukaisesti. Pirstusluettelo (R15/DK H2): H2-1, H2-6, H2-12 Hitsausmerkintä 89					
Rivinvr	Nimike	Määrä	Yks.	Toim.	Toim. pvm
100	R15/DK H2, osa 221-6 2x jöoti+2x välijöoti+ rillukka	5	kpl		7.5.2020
200	R15/DK H2, osa 221-6, L=2000 2x jöoti+2x välijöoti+ rillukka	2	kpl		7.5.2020
300	R15/DK H2, osa 2S B, L= 3225 Yläjohde, 3m aloitus	1	kpl		7.5.2020
400	R15/DK H2, osa 2E B, L= 3160 Yläjohde, 3m lopetus	1	kpl		7.5.2020
500	R15/DK H2, osa 2, L= 7980 Yläjohde, 8m	1	kpl		7.5.2020
600	R15/DK H2, osa 3 B, L= 3980 Jöoti, 4m	4	kpl		7.5.2020
700	R15/DK H2, osa 3 B, L= 7980 Jöoti, 8m	2	kpl		7.5.2020
800	R15/DK H2, osa 31S B, L= 3137 Välijöoti 3m aloitus	2	kpl		7.5.2020
900	R15/DK H2, osa 31E B, L= 3137 Välijöoti 3m lopetus	2	kpl		7.5.2020
1000	R15/DK H2, osa 31 B, L= 7980 Välijöoti, 8m	2	kpl		7.5.2020
1100	R15/DK H2, osa 30S B, L= 3137 Rillukka 3m aloitus	1	kpl		7.5.2020
1200	R15/DK H2, osa 30E B, L= 3137 Rillukka 3m lopetus	1	kpl		7.5.2020
1300	R15/DK H2, osa 30 B, L= 7980 Rillukka 8m	1	kpl		7.5.2020
1400	R15/DK H2, osa 21 Yläjohteen kieli ± 10mm	2	kpl		7.5.2020
1500	R15/DK H2, osa 22 Yläjohteen liitoslatta, t=6mm	4	kpl		7.5.2020
1600	R15/DK H2, osa 25	4	kpl		7.5.2020

Kuva 8 Esimerkki tulostettavasta työmääräimestä

7.5 Tulokset ERP- käyttöönottoprojektista

Käyttöönottoprojekti aloitettiin keväällä 2019. Tuotannon ja projektien vaiheseurannan osalta järjestelmä otettiin käyttöön huhti-toukokuun vaihteessa. Järjestelmän käyttö laskutuksen apuna otettiin käyttöön syys-lokakuussa 2019. Työntekijöiden palkkaraportointia ei ole vielä otettu käyttöön toimeksiantajan toiveesta, se on tarkoitus ottaa käyttöön alkuvuoden 2021 aikana, mutta sitä ei enää sisällytetä opinnäytetyöhön. Kaikki tarvittava on järjestelmään tehty, enää tarvitsee ottaa käyttöön työtuntien syöttäminen järjestelmään työntekijöiden keskuudessa.

Kokonaisuutena prosessin ERP- käyttöönottoprojekti oli onnistunut. Vuoden 2019 kesästä lähtien tilaukset on toimitettu järjestelmää hyväksikäyttäen. Järjestelmää käytettäessä on töiden aikataulutukset helpottunut, ja omasta tekemisestä

johtunut kiire tuotannossa on poistunut. ProSen kautta suoritettava materiaalin seuranta on helpottanut varastojen hallintaa niin raaka-aineiden, kuin myös valmiiden tuotteiden osalta, ja materiaalien seurantaan sisältynyt hukka on vähentynyt oleellisesti. Järjestelmän käyttöönotto vähensi työnjohdon työhön sisältyvää ylimääräistä työtä selkeästi, helpottaen tuotannon ohjausta, sekä vähentäen turhaa materiaalien hallintaan liittyvää työtä. Myös töiden aikataulutukset helpottui, kun kaikki työt löytyivät samasta järjestelmästä toimitusaikatauluineen.

Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto on koettu myös hyväksi uudistukseksi työntekijöiden keskuudessa. Järjestelmästä saadut työmääräimet ovat koettu selkeinä, joista hitsaajat ovat saaneet tarvittavan tiedon työn tekemistä varten. Tuotannon ohjauksesta johtunut odottaminen on myös jäänyt pois.

Järjestelmästä on ollut hyötyä myös laskutuksen kannalta. Projektikohtaisesti tulleet muut kulut ja materiaalikulut on saatu tarkistettua helposti järjestelmästä saadusta projektiraportista, ja tämän takia laskutusta varten tehty selvitystyö on vähentynyt aiemmasta.

8 Prosessikuvaus

8.1 Prosessien tunnistaminen

Prosessien tunnistaminen aloitettiin tutustumalla yrityksen toimintaan. Toiminnasta voitiin tunnistaa ydinprosesseiksi tilaus-toimitusprosessi, valmistus/ tuotantoprosessi, sekä asennusprosessi. Prosessien tunnistaminen rajattiin yrityksen päätoimialaan, sillan teräsrakenteiden valmistukseen ja paikoilleen asennukseen.

8.1.1 Tilaus-toimitusprosessi

Käytännössä kaikki yrityksen toiminta sisältyy tilaus-toimitusprosessiin. Prosessi alkaa yritykselle tulleesta yhteydenotosta, tarjouskyselystä. Tarjouskyselyn

perusteella laaditaan tilauksen mukaisesta työstä tarjous, joka mahdollisesti johdattaa varsinaiseen tilaukseen. Tilauksen jälkeen yritys valmistaa myymänsä tuotteet, sekä sopimuksen mukaan joko toimittaa ne asiakkaalle asennusvalmiina, tai asentaa tuotteet paikalleen yrityksen omalla asennushenkilökunnalla.

8.1.2 Valmistus/ Tuotantoprosessi

Yrityksen tuotanto voidaan jaotella karkeasti kahteen eri tuotantomalliin, tilauskohtaisesti tiettyyn työkohteeseen sidottuihin tuotteiden valmistukseen, sekä tasaisen kysynnän tuotteiden valmistukseen.

Tilauskohtaisten tuotteiden valmistus

Tilauskohtaisesti valmistetut tuotteet tehdään työtilauksen perusteella tehdyn valmistuserittelyn mukaisesti. Tuotteet tehdään tilauskohtaisesti, koska niiden toiminnalliset mitat vaihtelevat kohteittain, eikä näin ollen ole järkevää tehdä niitä varastoon. Tuotteiden valmistaminen on siis käytännössä täysin imuohjautuvaa, ja tuotanto aloitetaan aina vasta tilauksen jälkeen. Yrityksen päätoimialassa, sillankaiteiden valmistuksessa näihin tuotteisiin luetaan kaidepylväiden valmistus, suojaverkkojen valmistus, sekä muiden sillankaiteen varusteiden valmistus. Kaidepylväiden, sekä suojaverkkojen valmistus ovat jatkuvasti toistuvia tuotteen valmistusprosesseja, jotka ovat tuotantomääriltään merkittäviä tuotteita yritykselle.

Tasaisen kysynnän tuotteiden valmistus

Tasaisen kysynnän tuotteita voidaan valmistaa järkeviä eriä varastoon, niiden myyntivolyymi on vuositasolla tasainen ja ne eivät ole sidottuina pelkästään tiettyihin työtilauksiin, vaan ovat moduloitavissa lähes kaikkiin sillankaidetyyppeihin. Tasaisen kysynnän tuotteisiin ovat luettavissa esimerkiksi yläjohteet, vinopäätetarvikkeet, sekä kaiteen kiinnityksessä tarvittavat varusteet.

Valmistusprosessit voidaan molemmissa tapauksissa jakaa samoihin osaprosesseihin.

Valmistusprosessien sisällä toistuvia osaprosesseja ovat materiaalien vastaanotto, tuotteen valmistus, viimeistely, pintakäsittely, varastointi, ja toimitus.

8.1.3 Asennusprosessi

Asennusprosessi sisältää valmiiden tuotteiden paikalleen asennuksen tilaajan työmaalla, sekä siihen liittyvät tukitoimet. Prosessi alkaa työn aikataulutamisella tilaajan kanssa. Kun sovittu aikataulu lähestyy, voidaan suorittaa kohteeseen sisältyvien kaidetuotteiden keräily.

Keräily suoritetaan yleensä asennusta edeltävänä työpäivänä, ettei kerätyt materiaalit vie turhaa varastotilaa.

Varsinainen sillankaiteiden asennus suoritetaan voimassa olevien säädösten mukaisesti, eikä varsinaista vaihtelua eri kohteiden asennusten välillä synny.

Asennuksen jälkeen kohteesta luodaan tarvittavat dokumentit, mm. asennuspöytäkirjat sekä mahdolliset poikkeamaraportit, jotka luovutetaan tilaajalle työn jälkeen.

8.2 Kuvattavan prosessin valitseminen

Toimeksiantajan puolesta toiveena prosessikuvaukselle oli, että kuvauksen perusteella laadittua työohjetta voitaisiin käyttää apuna uuden työntekijän perehdytyksessä. Eniten tarvetta työohjeelle on havaittu kaidepylvään valmistusprosessissa, joten se valikoitui kuvattavaksi prosessiksi.

Valittu valmistusprosessi on tuotantomäärältään suuri, lähes jatkuvasti tuotannon alla on jonkun työkohteen kaidepylväät. Näin ollen hukkan poistolla prosessista voi olla merkittävää hyötyä yritykselle.

Prosessikuvausta rajataan koskemaan ainoastaan kaidepylvään hitsausta. Kaidepylvään valmistukseen kuuluu myös aihion koneistusta, pitäen sisällään sahausta, porausta ja viistämistä, mutta näitä vaiheita ei sisälletä

prosessikuvaukseen. Koneistusvaiheet tehdään isommissa erissä, kulloisenkin tilauskannan mukaan, eikä niitä tehdä projektikohtaisesti.

8.3 Käyttötarkoitusten ja kuvaustason päättäminen

Prosessikuvauksen käyttötarkoitus on ensisijaisesti kertoa tuotantoprosessin nykytilasta, sekä toimia apuna uuden työntekijän perehdytyksessä. Nykytilakuvauksen jälkeen voidaan prosessista saada poistettua hukkaa, jolloin prosessia saadaan tehostettua.

Tällä hetkellä uuden työntekijän perehdyttää vanha työntekijä, mikä taas sitoo yrityksen resursseja muulta tuotannolta. Prosessikuvauksen avulla voidaan poistaa vaihe vaiheelta ns. kädestä pitäen neuvominen. Kuvaustasoksi määritettiin vaihe vaiheelta kuvaus, ja vaatimuksena prosessikuvaukselle on, että sen avulla uusi työntekijä saa tarvittavat tiedot tuotteen valmistusprosessin eri vaiheista.

8.4 Kuvaustapojen ja välineiden valitseminen

Prosessin kuvaus päätettiin suorittaa tutustumalla ensin valmistusprosessiin toimeksiantajan tuotantotiloissa, jonka jälkeen luodaan prosessikaavio, josta selviää prosessin rakenne. Tutustumisvaiheessa prosessikuvaukseen osallistuu yrityksen työntekijä, jonka työtä seurataan ja dokumentoidaan.

8.5 Prosessin kuvaaminen

Prosessin kuvaaminen aloitettiin tutustumalla hitsausprosessin eri vaiheisiin (kuva 9). Kaidepylvään hitsaus voidaan jakaa viiteen eri työvaiheeseen, alkaen osien keräilystä ja päättyen viimeistelyyn.



Kuva 9 Kaidepylvään hitsausprosessin eri vaiheet.

Osien keräilyvaiheessa otetaan tuotteen valmistamiseen tarvittavat osat jigipöydälle, ja asetetaan ne hitsausjigiin oikeille paikoille.

Silloitusvaiheessa osat silloitetaan siltahitseihin oikeille paikoilleen hitsausjigillä. Hitsausmenetelmänä tuotteen valmistuksessa on metallitäytelankahitsaus. Silloituksen jälkeen suoritetaan visuaalinen tarkastus, jolloin tarkistetaan, että osat ovat silloitettu oikein tuotteeseen.

Kokoonpanohitsaus on valmistusprosessin vaativin vaihe, ja tuotteen arvon kannalta tärkein vaihe. Tässä vaiheessa osat hitsataan tuotteeseen, ja hitsauksen jälkeen tuote on tarkastusta ja viimeistelyä vaille valmis.

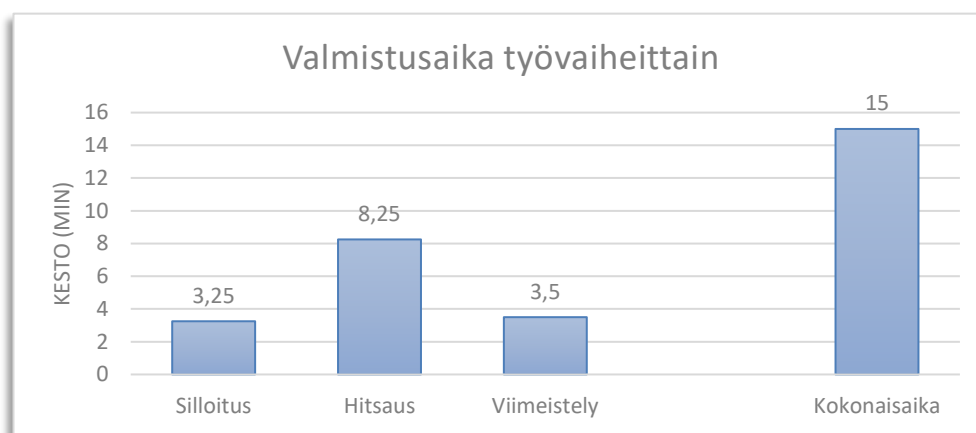
Tarkastusvaiheessa tuotteelle suoritetaan visuaalinen tarkastus hitsauksen jälkeen, sekä suoritetaan tarvittavat mittaukset toiminnallisten mittojen, sekä hitsien osalta. Tarkastuksessa kiinnitetään huomiota mahdollisiin valmistusvirheisiin, ja tarvittaessa korjataan ne.

Viimeistelyvaiheessa valmiille tuotteelle tehdään viimeistely, jossa poistetaan mahdolliset roiskeet ja suoritetaan määrätyt hiontatyöt tuotteelle. Viimeistelyn jälkeen valmiit tuotteet siirretään kuormalavalle odottamaan toimitusta pintakäsittelyyn. Tuotantoprosessin tuotoksena on vaatimuksia vastaava sillankaidepylväs.

8.6 Havainnot prosessista

Hitsausprosessiin tutustuessa otettiin selvää, kauanko yhden hitsauspylvään hitaamiseen menee aikaa (kuva 10). Otantaan on otettu mukaan viiden

kaidepylvään valmistus, joista saatujen vaiheajojen perusteella on laskettu jokaiselle vaiheen kestolle keskiarvot.



Kuva 10 Valmistusajat työvaiheittain.

Tuloksena saatiin, että yhden kaidepylvään valmistukseen meni aikaa keskimäärin 15 minuuttia. Otannan aikana ei tullut mitään poikkeavaa tai ylimääräistä työtä, vaan kaidepylväät pystyttiin valmistamaan keskeytyksittä.

Tuotantoprosessina kaidepylvään hitsaus on varsin tehokas. Tuotteen läpimenoaikaa pidentää puolivalmisteiden pitkä varastointiaika, mutta niiden tekeminen varastoon on perusteltua, koska isommalla tuotantoerällä saadaan yksikkökohtaisia kustannuksia alas, ja tuotteiden menekki on vuositasolla tasainen, eikä puolivalmisteita näin ollen valmisteta ”turhaan”. Osittain prosessin tehokkuus on myös ammattitaitoisen henkilöstön ansiota, valmistus hoituu pitkälti rutiinilla, eikä itse hitsausprosessia voi juurikaan enää tehostaa.

Hitsausaumat ovat geometrialtaan sellaisia, ettei tämänhetkisellä robotiikallaakaan saavuteta suurta etua, koska robotit eivät pysty hitsaamaan pylvään kiinnityslevyn hitsisaumoja, hitsattaessa standardin 1090–2 mukaisesti, joka ohjeistaa tekemään hitsijatkokset muualle kuin nurkkiin.

Prosessin tärkeimmät kehityskohteet liittyvät silloitushitsaukseen. Vanhat hitsausjigit, joita käytetään silloituksen apuna, eivät ole riittävän tarkkoja, ja niistä aiheutuu vaihtelua tuotteen laadulle. Laaturiheet huomataan useimmiten jo tuotannossa, eikä virheellisiä tuotteita päädy juurikaan asiakkaalle. Virheet liittyvät

kaidepylvään korvakkeiden asemointiin, sekä kiinnityslevyn kohtisuoruuteen kaidepylvääseen nähden.

Tulokseksi saaduista työvaiheajoista, silloitus ja viimeistely ovat vaiheita, joita on mahdollista tehostaa. Hitsaus on työvaiheena jo sen verran tehokas, että siinä ei ole mukana ylimääräisiä liikkeitä, eikä hitsien määrääkään voida mennä muuttamaan. Mahdollisesti toisenlaisella hitsauskoneella voi olla mahdollista päästä korkeampaan tuottavuuteen hitsatessa, mutta yrityksen käytössä olevat pulssi-hitsauslaitteet ovat jo varsin laadukkaita koneita vastaavaan hitsaukseen.



Kuva 11 Vanha hitsausjigi.

Hitsattaessa matalan reunapalkin kaidepylvästä käytetään silloituksen apuna kuvassa 11 näkyvää hitsausjigiä. Jigissä ei ole mahdollisuutta säätää siltajohteen korvallisia sillan kaltevuuden mukaisesti, vaan siihen täytyy hitsata aina erilliset vasteet korvakkeiden kaltevuuden aikaan saamiseksi (kuva 12). Kaltevuus määräytyy aina siltakohtaisesti, onko silta suora tai kaareva, jolloin sillan pystygeometria on nouseva/laskeva. Ylimääräisten vasteiden hitsaus tuottaa aina ylimääräistä työtä silloitusvaiheeseen, ja siltakohteissa, joissa on useampaa eri kaltevuutta, tämä ylimääräinen työ korostuu entisestään.



Kuva 12 Ylimääräinen siltajohteen korvakkeen vaste.

Hitsausjigin kaidepylvään kiinnityslevyn vaste ei myöskään ole riittävä, vaan silloitusvaiheessa voi tapahtua silloituksesta johtuvaa vääntelyä, jolloin kiinnityslevy ei ole enää kohtisuorassa kaidepylvääseen nähden (kuva 13). Kohtisuoruuspoikkeamaa on usein haastavaa havaita paljain silmin, joten sen joutuu tarkistamaan suorakulmaa apuna käyttäen. Poikkeama ei aiheuta muutosta valmiin tuotteen toiminnalle, mutta sillankaiteen asennusvaiheessa poikkeama aiheuttaa ylimääräistä työtä, koska pylväät asennetaan pystysuoraan, ja poikkeaman ollessa pylväässä, joudutaan pylväälle tekemään enemmän säätötyötä pystysuoruuden aikaansaamiseksi.



Kuva 13 Kohtisuoruuspoikkeama pylvään kiinnityslevyssä.

8.6.1 Prosessin kehitystoimenpiteen määrittely

Prosessin kehitys päätettiin toteuttaa Lean Six Sigman mukaista DMAIC- ongelmanratkaisumenetelmää käyttäen, jolloin ongelma tunnistetaan prosessista, suoritetaan tarvittavat mittaukset sekä luodaan ratkaisu ongelmalle.

Prosessin virhe oli tunnistettu prosessiin tutustumisvaiheessa. Virheenä oli kaidepylvään silloitusvaiheessa tapahtuvat poikkeamat, sekä ylimääräinen työ hitsausjigin muokkaamisessa. Tavoitteena prosessille on poistaa tuotteen valmistuksesta ylimääräinen työ, eli hukka, sekä saada poistettua valmiissa tuotteissa esiintyvää laadullista poikkeamaa, jolloin tuotteista saadaan tasalaatuisempia.

8.6.2 Mittaus

Prosessikuvaus oli tehty jo aiemmin kaidepylvään hitsauksen valmistusprosessista. Tuotteen valmistuksessa esiintyy virheitä, jotka johtuvat hitsausjigin puutteellisesta suunnittelusta.

Mittausvaiheessa otettiin kaidepylväistä 20 kpl:n valmistuserä tarkasteluun, ja selvitettiin ongelman esiintyvyys. Koe-erästä 12 kappaleessa esiintyi poikkeamaa silloituksen jälkeen. Tässä vaiheessa poikkeamat oli vielä kohtuullisen helppo korjata, eikä viallisia tuotteita päässyt varsinaiseen hitsausvaiheeseen asti. Normaalisti tuotannossa näin tarkkaa mittausta silloitusvaiheen jälkeen ei suoriteta, vaan silmämääräinen tarkastelu mahdollisille virheille tehdään viimeisimpänä tuotteen viimeistelyvaiheessa.

8.6.3 Analysointi

Mittausvaiheessa todennettujen virheellisten tuotteiden esiintymä ei välttämättä anna todenmukaista kuvaa tuotteen virheherkkyydessä. Jos haluaisi tarkastella virheiden toistuvuutta tarkemmin, pitäisi suorittaa useampi koe-erä tuotteen valmistukselle. Joskus virheellisiä tuotteita tulee enemmän, ja joskus vähemmän. Vaihtelu johtuu hitsausjigin käytön vaikeudesta, huolellinen silloitus olisi

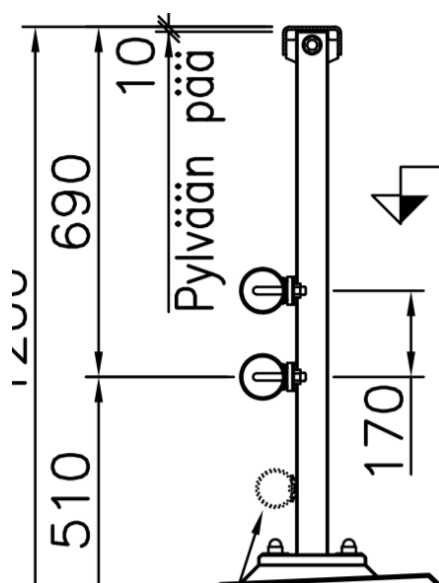
mahdollista tehdä, mutta vaatisi paljon enemmän valmistelutyötä eri työkohteiden välillä. Tämän työn kannalta ei virheiden esiintyvyyden määrällä ole niin suurta merkitystä, vaan riittää että tiedetään virhettä esiintyvän tuotteen valmistuksessa, ja että siihen pystytään kehitystoimilla vaikuttamaan selkeästi.

Syyt virheen esiintymiselle on helposti nähtävissä. Virheet tulevat hitsausjigistä silloitusvaiheessa, ja siirtyvät siitä valmiiseen tuotteeseen asti, mikäli virhettä ei huomata tuotteen valmistusvaiheessa. Prosessin kehityksen tuloksena pitäisi saada hitsausjigistä johtuva vaihtelu pois, jotta saadaan parannettua valmiiden tuotteiden laatua.

8.6.4 Parannus

Parannusvaihtoehtoina olivat käytännössä olemassa olevan hitsausjigin muokaus vastaamaan valmistusprosessin vaatimuksia, tai kokonaan uuden hitsausjigin suunnittelu. Koska vanhalle hitsausjigille olisi jouduttu tekemään käytännössä lähes kaikki samat toimenpiteet kuin uudelle jigille, päätettiin hitsausjigi tehdä kokonaan uudestaan. Uudesta hitsausjigistä tehdään rakenteeltaan kevyempi kuin vanhasta, jotta sen käsittely helpottuu, ja siirtely voidaan tehdä käsin. Vanha jigi oli rakenteeltaan painava, ja sitä siirreltäessä jouduttiin käyttämään apuna pylväskääntönosturia.

Ensimmäiseksi keskityttiin hukkatyön poistamiseen. Ongelmana oli siis kaidepylvään korvakkeiden asemointi oikeaan kaltevuuteen. Korvakkeista siltajohteen ja suojaverkon korvakkeet tulee asettaa sillan kaltevuutta vastaavaan kaltevuuteen, muissa korvakkeissa kaltevuuden huomioon ottamista ei tehdä. Korvakkeiden kaltevuus ilmoitetaan täysinä asteina, yleisimmin kaltevuudet ovat 0–3 asteen sisällä. Korvakkeiden etäisyys pylvään päästä on aina sama kaidepylvään keskilinjalta mitattuna (kuva 14).



Kuva 14 Siltajohteen korvakkeiden sijainti.

Käytännössä helpon kaltevuuden asemointi korvakkeille onnistuu lisäämällä nivel hitsausjigissä oleviin korvakkeiden vasteisiin. Nivel sijoitetaan kaidepylvään keskilinjan kohdalle, jolloin korvakkeiden etäisyys kaidepylvään päähän ei muutu, mutta korvakkeiden kaltevuutta voidaan säädellä vapaasti. Koska korvakkeiden vaste tulee kuitenkin olla lukittavissa tiettyyn kaltevuuteen, oli yksinkertaisin ratkaisu toteuttaa nivel kuusioruuvilla (kuva 15).



Kuva 15 Siltajohteen korvakkeiden asemointi kaltevuuteen nivelen avulla.

Eli korvakkeen vasteessa, sekä jigin pohjalevyssä on reikä, josta ruuvi työnnetään läpi, ja jigilevyn alapuolella on mutteri (kuva 16), johon ruuvi kiristetään, ja näin ollen saadaan vaste kiristettyä oikeaan kaltevuuteen. Jotta vasteen asemointi olisi mahdollisimman tehokasta, mutteri hitsattiin pohjalevyn alapuoleen kiinni, ja kiristys pystytään tekemään pelkästään yläpuolelta pulttipyssyä apuna käyttäen.



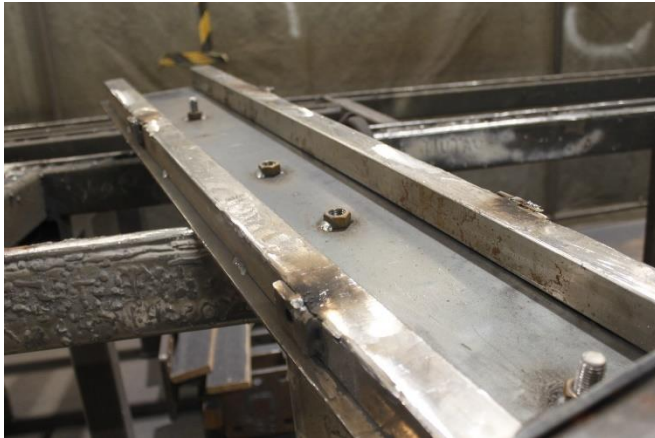
Kuva 16 Nivelen hitsattu mutteri jigilevyn alapuolella.

Toisena parannuskohteena prosessissa oli kiinnityslevyn kohtisuoruudessa esiintyvien poikkeamien poistaminen prosessista. Olemassa olevan jigien kiinnityslevyn vaste oli kiinnityslevyn kokoon nähden matala, joka helpotti silloituksesta johtuvaa vääntymistä, sekä hankaloitti vääntymisen havainnointia. Uuteen hitsausjigin vasteesta tehtiin suurempi, jolloin se tukee paremmin pylvään kiinnityslevyä silloitettaessa, sekä mahdollinen poikkeama kohtisuoruudessa havaitaan paremmin, koska kiinnityslevyn ja vasteen väliin ilmestyisi rako, joka huomataan visuaalisessa tarkastuksessa silloituksen jälkeen. Poikkeama saataisiin käytännössä kokonaan poistettua, jos kiinnityslevyn tukemiseen käytettäisiin erillisiä jigipuristimia (kuva 17), joilla kiinnityslevy puristettaisiin vastetta vasten. Puristimet jätettiin toistaiseksi pois jigistä, koska jigien käyttö nähtiin tehokkaammaksi ilman niitä. Jigiä päätettiin testata ensin, jotta nähtäisiin, toimisiko pelkkä vastelevyn muokkaus poikkeamien vähentämiseksi. Tarvittaessa puristimet lisätään jigisiin, jos poikkeamien esiintyminen jatkuisi.



Kuva 17 Jigipuristin.

Hitsausjigi valmistettiin 5 mm vahvasta teräslevystä, joka oli selkeästi kevyempi entiseen 15 mm vahvaan jigilevyyn. Uuden jigilevyn alle laitettiin jäykisteeksi 2kpl kuvassa 18 näkyviä 40x40x2- huonekaluputkia, ettei levy ”notkuisi” käytettäessä. Jigiä on myös helpompi liikuttaa hitsauspöydällä, kun se liukuu putkien varassa, eikä tarraudu alapuolella olevista muttereista ja pultin kannoista pöytään.



Kuva 18 Jigin alapuolen jäykisteputket.



Kuva 19 Uusi hitsausjigi.

8.6.5 Ohjaus

Uusi hitsausjigi otettiin heti sen valmistuttua käyttöön. Käyttöönoton jälkeisellä seurannalla voitiin todeta, että silloituksesta johtuvien virheiden määrä on

poistunut lähes kokonaan, eikä valmiissa tuotteissa esiinny enää niin paljoa vaihtelevuutta. Jigi on myös helpompi käyttää, erityisesti muokattavuutensa vuoksi. Jotta jatkossakin pystytään varmistamaan tuotteiden vaatimustenmukaisuus, tuotteille tehdään viikoittainen laaduntarkastus työnjohdon toimesta. Tarkastukset dokumentoidaan, ja mahdollisille poikkeamille tehdään poikkeamaraportit, joiden kautta poikkeamaa lähdetään selvittämään.

9 Tulokset

Opinnäytetyön tuloksena yrityksen toiminnasta saatiin poistettua hukkaa, ja kehitettyä yrityksen tuotantoa. Ylimääräisen työn määrä on vähentynyt ja ylimääräiset ostot ovat jääneet pois, kun tuotannonohjausjärjestelmästä nähdään suoraan tuotannon sekä materiaalivarastojen reaaliaikaiset tilanteet. Tuotannonohjausjärjestelmä näyttää myös tulevan tuotannon kuormituksen, jolloin tuotannon ohjauksessa on helpompi suunnitella tulevat tuotannon työt ilman, että ylimääräistä kiirettä syntyy. Järjestelmään on helppo syöttää pienemmätkin projektit, jolloin myös selvitystyön määrä laskutettaessa vähenee oleellisesti, eikä pienempiäkään projekteja jää laskuttamatta.

H2- sillankaidepylvään kokoonpanohitsauksesta tehty prosessikuvaus antoi tietoa prosessin nykytilasta, josta selvisi myös prosessissa esiintyvät ongelmat sekä niiden toistuvuus prosessissa. Prosessikuvauksen jälkeen kokoonpanohitsauksesta pystyttiin löytämään selkeä kehityskohde prosessin tehostamiselle, ja työvaiheelle suunniteltiin kokonaan uusi hitsausjigi tuotteen silloittamista varten. Hitsausjigi todettiin käyttöönoton jälkeen onnistuneeksi kehitystyöksi, ja prosessissa esiintyvä vaihtelu on vähentynyt selkeästi.

Prosessikuvauksen perusteella pystyttiin luomaan työohjeet kaidepylvään kokoonpanohitsaukselle, joka helpottaa varsinkin uuden työntekijän sisäänajoa tuotteen valmistukseen. Työohjeet tehtiin mahdollisimman vaihe vaiheelta kerrottaen ja valokuvilla tehostettuna, jotta hitsaajan on mahdollisimman helppo perehtyä tuotteen valmistukseen.

10 Pohdinta

10.1 Tulosten tarkastelu suhteessa tavoitteisiin

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää kehityskohteita yrityksen toiminnasta. Toiminnasta löydettiin kehitettävää, ja valitut kehityskohteet olivat sellaisia, joiden kehittämällä on yrityksen kannalta oikeasti merkitystä. Suurimpana kehitystyönä toimeksiantajan tuotannossa oli toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto. Järjestelmän käyttöönotto onnistui hyvin, ja siitä on ollut selkeää hyötyä tuotannon ohjauksessa. Muutos oli suuri, ja vaikuttaa kokonaisvaltaisesti koko yrityksen toimintaan, koska aiemmin ei ollut minkäänlaista järjestelmää käytössä. Erityisesti työnjohdon työstä on saatu poistettua hukkaa, joka ilmeni aiemmin ylimääräisenä työnä. Järjestelmän käyttöönotto on koettu hyvänä uudistuksena, projektien työvaiheiden sekä kulujen seuranta on helpottunut. Myös työntekijöiltä saatiin positiivista palautetta selkiintyneistä työmääräimistä, joita järjestelmästä saadaan tulostettua suoraan työkohtaisesti.

Prosessikuvauksen avulla saatiin sillankaidepylvään valmistuksesta poistettua hukkaa, sekä laadittiin työohjeet valmistusprosessille. Valmistusprosessille suunniteltiin ja valmistettiin uusi hitsausjigi, joka on vähentänyt selkeästi vaihtelua tuotteen laadussa. Uusi hitsausjigi on koettu hyväksi, ja sen helppokäyttöisyys on saanut kiitosta hitsaajilta. Jigin käsittely on helpompaa edellisiin verrattuna sen keveyden vuoksi, ja se on vaivattomasti muokattavissa eri kaltevuuksiin. Työohje toimii perehdytyksen apuna uusien työntekijöiden perehdytyksessä.

Toteutetut kehitystoimenpiteet valittiin sen mukaan, mikä on järkevää tehdä opinnäytetyön puitteissa, mutta joista on yritykselle myös oikeasti hyötyä. ERP:n käyttöönotto on laajuudessaan isotöinen, joten muut kehitystyöt olivat työmäärältään sitä pienempiä. Kokonaisuutena toimeksiantajan tuotantoa saatiin kehitettyä, ja toimintaan saatiin lisättyä järjestelmällisyyttä.

10.2 Toteutuksen ja menetelmän tarkastelu

Järjestelmän käyttöönotossa olisi voinut käydä vertailun vuoksi tarkemmin läpi muita järjestelmävaihtoehtoja, mutta koska järjestelmä käytännössä valittiin jo benchmarkkauksen yhteydessä, vertailu olisi ollut vain täytettä opinnäytetyöhön, eikä olisi tuonut lisäarvoa työn varsinaiseen tavoitteeseen, eli tuotannon kehittämiseen. Valittu järjestelmä osoittautui kuitenkin käyttöönoton jälkeen toimivaksi kokonaisuudeksi yrityksen tarpeeseen.

Järjestelmän käyttöönotto oli yksittäisenä kehitystoimenpiteenä todella vaativa, ja ei suoraan liity Lean- ideologiaan, mutta sille oli todellinen tarve toiminnassa ja käyttöönoton avulla pystyttiin poistamaan hukkaa, joka taas on Lean- ajattelun tärkeimpiä tavoitteita.

Toteutettu kehitystyö tehtiin DMAIC- ongelmanratkaisumenetelmää mukailleen, joka on yksi Lean Six Sigman kehitystyökaluista. Leanin tavoitteena on poistaa kaikki ylimääräinen, arvoa tuottamaton työ toiminnasta. Työn toteutuksen jälkeen toiminnasta saatiin pois hukkaa, ja DMAIC sopi hyvin kehitystyön rungoksi.

10.3 Ammatillinen kasvu ja kehitys

Tein opinnäytetyötä päivätyön ohessa, työskentelen toimeksiantajayrityksessä esimiestehtävissä. Opinnäytetyön tekeminen antoi paljon kokemusta tarkemmasta tutustumisesta tuotannon toimimiseen, sekä mitä kaikkea toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto vaatii, ja mitä eri asioita kannattaa ottaa huomioon järjestelmän käyttöönotossa.

Opinnäytetyön tekeminen oli mielenkiintoista, työn suorittamiseen sai varsin vapaat kädet toimeksiantajalta. Työn tekeminen vaikutti myös suoraan omaan työhöni päivätyössä, joten varsinkin ERP:n käyttöönottoprojekti oli hyvin motivoivaa tehdä, kun käyttöönoton etenemisen tuloksia pystyi heti näkemään omassa työkuvassa.

Oman oppimisen kannalta opinnäytetyön tekeminen oli kehittävää, työn tekemiseen liittyi toimimista eri sidosryhmien kanssa ja työ vaati paneutumista tuotannon ohjaukseen ja kehitysvaihtoehtojen ideointiin. Opinnäytetyö oli myös aihealueeltaan kiinnostava, ja liittyi vahvasti omaan kiinnostukseen tuotannon ohjauksen parissa työskentelystä, sekä Lean- ajattelusta.

10.4 Jatkotutkimus- ja kehittämisideat

Kehittämisideana yrityksessä voitaisiin ottaa Leanin mukaisia toimintamalleja laajemmin käyttöön. Esimerkiksi 5s- työkalulla saataisiin enemmän hyötyä tuotannosta, kun poistettaisiin vaihtelua aiheuttavia tekijöitä. 5s- projektit ovat myös kohtuullisen kevyitä viedä läpi, ja täten hyvin toteutettavissa.

Hyödyllisenä kehitystoimenpiteenä olisi myös aiheellista luoda nykyaikaisemmat valmistuskuvat sillankaiteiden tuotteista, vähintään niistä mitä valmistetaan omassa tuotannossa. Väyläviraston tyyppipiirustukset ovat valmistuksen kannalta epäselvät, ja sisältävät paljon ylimääräistä tietoa tuotteen valmistukselle. Nykyisten kuvien lukemiseen menee erityisesti tuoreemmilla työntekijöillä paljon aikaa, kun valmistuksessa tarvittavia mittoja joutuu etsimään piirustuksesta.

Opinnäytetyön puitteissa tehdyn työohjeen kaltaisille dokumenteille olisi myös käyttöä. Työohjeiden laadinta on myöhemmin mahdollista muille valmistusprosesseille, kun nyt tehty työohje on mallina pohjalla. Työohjeet helpottaisivat uuden työntekijän perehtymistä tuotteen valmistukseen, ja kun ohje tehdään prosessikuvauksen pohjalta, saadaan tietoa valmistusprosessin nykytilasta.

Myös toiminnanohjausjärjestelmässä löytyisi kehitysideoita yrityksen tarpeisiin. Tuoterakenteiden sisällyttäminen nimikkeisiin nopeuttaisi puolivalmisteiden varastoseurantaa, joka hoituu edelleen osittain visuaalisella tarkastelulla. Tässä on tosin nykyisellä järjestelyllä helppo soveltaa 2-laatikkojärjestelmää, joka auttaa pysymään ajan tasalla varastotilanteesta.

Lähteet

- Kouri, M. 2009. Lean Taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.
- Lapinleimu, I., Kauppinen, V., & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.
- Logistiikan Maailma. 2020a. Toiminnanohjausjärjestelmä. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/ohjausjarjestelmat/toiminnanohjausjarjestelma/> 19.12.2020.
- Logistiikan Maailma. 2020b. Materiaalinojaus. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaalinojaus/> 19.12.2020.
- Logistiikan Maailma. 2020c. Varastointi. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/> 19.12.2020.
- Logistiikan Maailma. 2020d. Varastotyypit ja -tekniikka. <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolintaterminaalit/varastointi/varastotyypit-ja-tekniikka/> 19.12.2020.
- Logistiikan Maailma. 2020e. Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/tuotannonsuunnittelu-ja-ohjaus/> 19.12.2020.
- Logistiikan Maailma. 2020f. Visuaalinen ohjaus. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaalinojaus/visuaalinen-ohjaus/> 19.12.2020.
- QL Partners. 2020. Mitä on Lean. <https://www.ql.fi/mis-siomme/mita+on+lean/> 19.12.2020.
- Six Sigma. 2020a. Lean ja johtaminen. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/lean-ja-johtaminen> 19.12.2020.
- Six Sigma. 2020b. 5S- menetelmän etuja. <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-aessaen-kehitystyoevalu/> 19.12.2020.
- Six Sigma. 2020c. Lean Six Sigma DMAIC. <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/six-sigma/dmaic/> 19.12.2020.
- Suomidigi. 2021. JHS 152 Prosessien kuvaaminen. <https://www.suomidigi.fi/ohjeet-ja-tuki/jhs-suositukset/jhs-152-prosessien-kuvaaminen> 26.1.2021.
- Väylävirasto. H2-kaiteen tyyppiirustukset. 2020. [https://julkaisut.vayla.fi/silat/tyyppiirustukset/vanhat/dk-h2\(2006\)kuvat_\(31.12.2009\).pdf](https://julkaisut.vayla.fi/silat/tyyppiirustukset/vanhat/dk-h2(2006)kuvat_(31.12.2009).pdf) 19.12.2020.

Prosessi:	R15/DK H2- sillankaiteen osien valmistusprosessi
Tuote:	Kaidepylväs H2-1-7, L=1060 <i>Kaidepylväs suojaverkolla ja siltajohteilla</i>
Työvaihe:	Kaidepylvään hitsaus
Piirustusluettelo:	H2-1, H2-7, H2-11 (Väyläviraston piirustussarja R15/DK H2, 2012).

1. Työmääräimeen tutustuminen

Työmääräimestä selviää valmistettavan kaidepylvään tyyppi, kappalemäärät sekä mahdolliset hankekohtaiset lisätiedot. Kaidetyyppi, sekä kappalemäärät ovat lueteltuna nimikeriveillä, hankekohtaiset lisätiedot ovat työmääräimessä nimikerivien yläpuolella. Lisätietojen yhteydessä on myös lueteltu kaidetyyppiin viittaavat tyyppiin piirustukset, sekä lisätietoja sisältävässä työmääräimessä kulloisenkin siltakohteen yleispiirustukset, joista selviää mahdolliset tyyppiin piirustuksista poikkeavat mitat tuotteelle.

2. Osien ja materiaalien tarkastus

Tarkasta että sinulla on oikeat osat tuotteen valmistamiseen:

Nimike	Kuvaus
Pylväsaihio, osa 1	Latta 50x60 - 1060
Kiinnityslevy, osa 80	PL 210x210x20
Suojaverkon korvake, osa 41	PL 80x50x10
Siltajohteen korvake, osa 11	PL 205x55x10

3. Silloitushitsaus

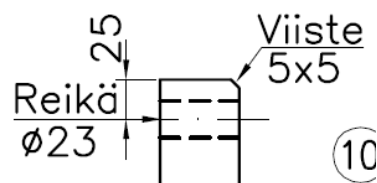
Silloitusvaiheessa osat liitetään toisiinsa silloitushitseillä.

- Aseta ensimmäisenä siltajohteen korvakkeet, osa 11 (2kpl) hitsausjigiin kuvan 1 mukaisesti.



Kuva 1 Osien 11 asetus jigiin.

- b) Aseta pylväsaihio (osa 1) hitsausjigiin. Tarkasta että pylväsaihio on asetettu hitsausjigiin oikein. Kun aihio on asetettu hitsausjigiin, on tyyppipiirustuksessa (kuva 2) osoitettu viiste 5x5 oikealla puolen pylväsaihiota (Kuva 3). Poikkeustapauksissa viiste voi olla myös vasemmalla puolen, mutta tällöin siitä on aina erillinen maininta työmääräimessä.



Kuva 2 Pylvään viiste (Väylävirasto, piir. H2-1).



Kuva 3 Pylvään viiste osoitettu nuolella.

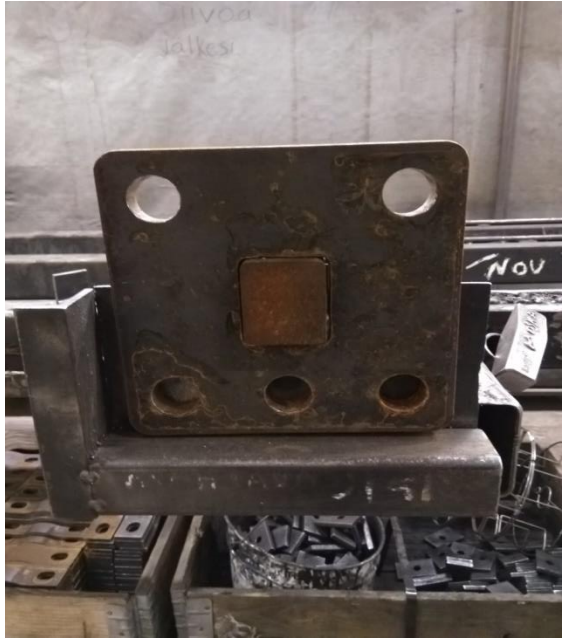
Silloita siltajohteen korvakkeet kaidepylvääseen.

- c) Aseta peruslevy (osa 80) hitsausjigissä olevaa vastetta vasten kuvan 4 mukaisesti. Huomaa että osa 80 tulee olla niin, että kolme reikää on levyssä alapuolella (Kuva 5). Tarkasta että osa 80 on tiukasti vasteessa kiinni, ennen silloitushitsausta. Silloita molemmilta pystyreunoilta, sekä päältä, yhteensä kolme silloitusta.



Kuva 4

Osan 80 asettaminen jigiiin.



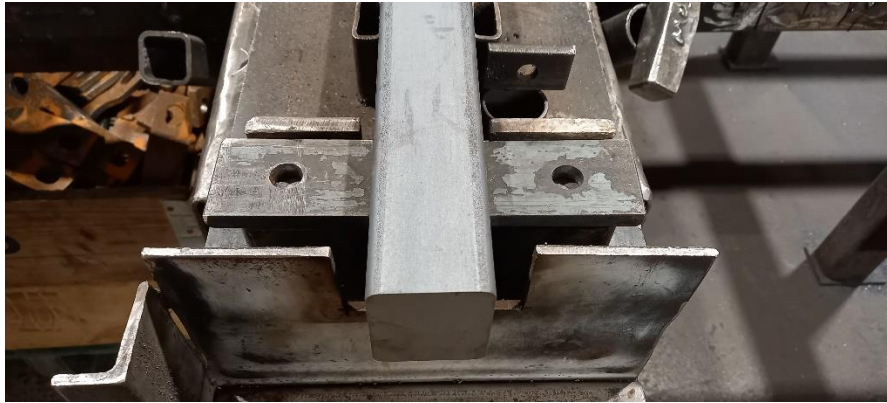
Kuva 5 Osan 80 asettaminen jigiin.

- d) Aseta osat 41 hitsausjigiin kuvien 6 ja 7 mukaisesti. Huomaa että korvallisessa oleva reikä ei ole keskellä korvallista. Jos silloitusvaiheessa oleva kaidepylväs on työkohteen aloitus- tai lopetuspylväs, niin osa 41 tulee 2kpl, muutoin aina 4kpl. aloitus sekä lopetuspylväät on luetteloitu erikseen työmääräimelle.

Silloitetaan jokainen korvallinen 2 silloitushitsillä päältä. Silloituksen jälkeen tarkastetaan korvallisen kohtisuoruus kaidepylvääseen nähden.



Kuva 6 Ylemmät verkon korvalliset, osa 41



Kuva 7 Alemmat verkon korvalliset, osa 41

4. Kokoonpanohitsaus

Nosta kaidepylväs pystyyn kuvien 8 ja 9 mukaisesti. Ujuta peruslevy sille tarkoitettuun paikkaan, jottei pylväs pääse kaatumaan hitsattaessa.



Kuva 8 Pylvään asemointi hitsausvaiheessa.

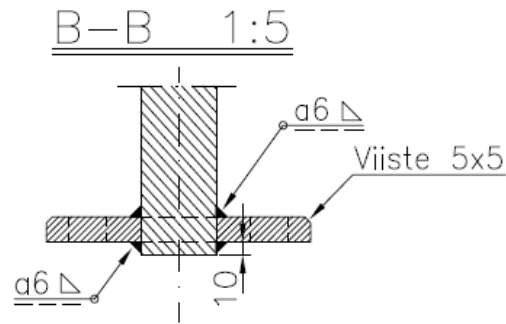


Kuva 9 Pylvään asemointi hitsausvaiheessa.

Aloita kiinnityslevyn (osa 80) hitsauksesta. Kiinnityslevy tulee pyrkiä hitsaamaan kahdella hitsaussaumalla/puoli, hitsausjatkosten välttämiseksi.

Jatkoksia ei myöskään saa sijoittaa nurkkiin, 1090-2- standardin mukaisesti. Tavoitteena on hitsata kaksi u:n muotoista saumaa jatkosten sijoituessa pylväsaihion pidemmille sivuille, jolloin lopputuloksesta saadaan siistimmän näköinen.

Kiinnityslevyn hitsausseamat tulee olla a-mitaltaan 6mm molemmin puolin (kuva 10).



Kuva 10 Osan 80 hitsausmerkintä (piir. H2-11)

Seuraavaksi kaidepylväs lasketaan pöytätasolle kuvan 11 mukaisesti.



Kuva 11 Pylvään asetus hitsauspöydälle.

Tässä asennossa hitsataan suojaverkon korvalliset (osa 41), sekä siltajohteen korvalliset (osa 11) kiinni. Pyri tuomaan hitsisaumat hieman korvallisen kulman yli, jotta toiselta puolelta hitsattaessa ei jäisi vajaata liitosta, tai tule liitosvirhettä.



Kuva 12

Osan 41 hitsaussauma



Kuva 13

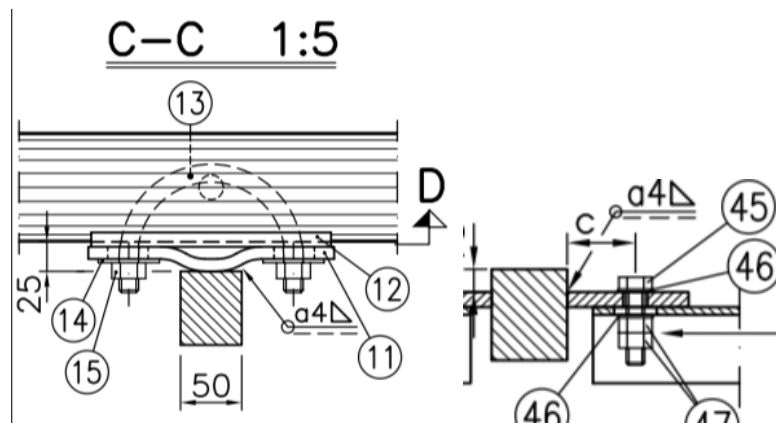
Osan 11 hitsaussaumat



Kuva 14

Osan 11 hitsaussaumat

Sekä suojaverkon, että siltajohteen korvakkeille on annettu hitsisauman a-mitaksi 4mm (kuva 15).



Kuva 15 Korvakkeiden hitsausmerkinnät, piir. H2-1, H2-7.

Seuraavaksi lasketaan kaidepylväs hitsauspöydässä olevasta aukosta kiinnityslevyn varaan, jotta voidaan hitsata kiinnityslevyn alapuolinen sauma alapiena asennossa (kuva 16). Hitsataan kiinnityslevyn (osa 80) alapuoli, a-mitta 6mm. Tässäkin tulee pyrkiä hitsaamaan mahdollisimman vähillä hitsausjatkoksilla.



Kuva 16 Osan 80 hitsaus

Viimeisenä hitsauksena hitsataan siltakohtainen merkintä pylvään kiinnityslevyn alapuolelle. Nostetaan kaidepylväs kuvan xx mukaisesti hitsauspöydälle, ja hitsataan numero kuvan 15 mukaisesti. Siltakohtainen numero löytyy työmääräimen lisätiedoista nimellä hitsausmerkintä.



Kuva 17 Siltakohtaisen numeron hitsaaminen

5. Tarkastus ja viimeistely

Tarkastusvaiheessa suoritetaan kaidepylväälle visuaalinen tarkastus, ja tarkastetaan hitsisaumojen vahvuudet.

Viimeistelyvaiheessa korjataan tarkastuksessa löytyneet virheet, sekä poistetaan työssä syntyneet hitsausroiskeet paineilmatalalla.

6. Työn kuittaus

Työn valmistuttua kuitataan työmääräimeen työ tehdyksi, sekä päivämäärä ja toimitetaan valmis työmääräys työnjohdolle.