

samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JANNE OJANEN

Kokoonpano-ohjeen valmistaminen toimeksiantajayritykselle

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Ojanen, Janne: Kokoonpano-ohjeen valmistaminen toimeksiantajayritykselle
Opinnäytetyö, AMK
Konetekniikka, insinööri
Huhtikuu 2024
Sivumäärä: 22

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella ja tutkia teknistä kokoonpanoa, jonka perusteella toimeksiantajayritykselle valmistettiin kokoonpano-ohje valmistettavasta tuotteesta. Työn ohessa havainnointiin mahdollisia kehityskohteita tuotannosta. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Aslemetals Oy, joka on satakuntalainen keskisuuri metalliteollisuuden yritys, jonka ydinosamista ovat teräs- ja levyrakenteet sekä erilaiset putkistot.

Opinnäytetyö on toteutettu toiminnallisena opinnäytetyönä ja sen tiedonkeruumenetelminä toimivat havainnointi ja dokumenttianalyysi. Havainnointia voitiin toteuttaa kokoonpanon taltiointi vaiheessa, kun kokoonpanon jokainen vaihe valokuvattiin. Dokumenttianalyysia käytettiin opinnäytetyön teoriapohjan luomiseen ja teorioiden soveltamiseen.

Opinnäytetyön teoriaosuus on muodostettu tuotantoa, kokoonpanoja ja kokoonpano-ohjeita käsittelevien aineistojen pohjalta. Opinnäytetyössä esitellään myös kokoonpano-ohjeiden luomisprosessi toimeksiantajayritykselle.

Opinnäytetyön tuloksena toimeksiantajayritys sai toimivat kokoonpano-ohjeet. Valmistuneita kokoonpano-ohjeita ei julkaista osana opinnäytetyötä toimeksiantajayrityksen pyynnöstä.

Avainsanat: LEAN, kokoonpano, kokoonpano-ohje

ABSTRACT

Ojanen, Janne: Development of Assembly Instructions for the Client Company
Bachelor's thesis
Degree programme in Mechanical Engineering
April 2024
Number of pages: 22

The objective of this thesis was to examine and study the technical assembly, which served as a basis for the preparation of the assembly instructions for the client company. In addition to work, possible areas for development in production were observed. The thesis was commissioned by Aslemetals Oy from Satakunta region. Aslemetals' core competence are steel and plate structures and different pipe systems.

The thesis has been conducted as a functional thesis, with observation and document analysis serving as its research methods. Observation was executed during the assembly process, while each phase of the assembly was photographed. Document analysis was used to establish the theoretical framework of the thesis and to integrate theories.

The theoretical part of the thesis is based on materials related to production, assemblies, and assembly instructions. The thesis also provides a presentation of the process of creating the assembly instructions for the client company.

As a result of the thesis, the client company received functional assembly instructions. At the request of the client company, the completed assembly instructions will not be published with the thesis.

Keywords: LEAN, assembly, assembly instructions

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
1.1 Työn tavoitteet ja rajaukset.....	5
1.2 Menetelmät ja luotettavuus.....	6
1.2.1 Dokumenttianalyysi.....	6
1.2.2 Havainnointi	6
1.2.3 Luotettavuus	7
1.3 Aslemetals Oy	8
2 LEAN-TUOTANTO.....	8
2.1 Seitsemän hukkaa	9
2.2 LEAN 5S.....	10
3 LAATU	10
4 KOKOONPANO	12
4.1 Valmistettavuus	12
4.2 Kokoonpantavuus.....	13
5 KOKOONPANON TALTIOINTI	14
5.1 Kokoonpanon taltioinnin suunnittelu	14
5.2 Kokoonpanon taltioinnin toteutus	15
6 KOKOONPANO-OHJEET	16
6.1 Vaihe vaiheelta- ohjeet.....	16
6.2 Työvaiheet SolidWorksista	17
6.3 Sanallinen ohjeistus.....	17
6.4 Valokuvat ja 3D-mallin kuvat ohjeistukseen	17
7 POHDINTA JA PALAUTE	19
LÄHTEET	21

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan ja tutkitaan teknistä kokoonpanoa, sekä perehdytään kokoonpano-ohjeiden valmistamiseen. Opinnäytetyöllä pyritään antamaan vastaukset siihen, kuinka ohjeistuksesta saadaan selkeä ja miten hiljaisen tiedon voi taltioida työntekijöiltä osaksi ohjeistusta. Kokoonpanon taltiointia tehtäessä tarkasteltiin myös mahdollisia kehityskohteita tuotannossa. Opinnäytetyössä toimeksiantajayritykselle valmistettiin kivenmurskaimen rungon kokoonpano-ohjeet. Opinnäytetyössä ei julkaista valmistunutta ohjeistusta toimeksiantajayrityksen pyynnöstä.

1.1 Työn tavoitteet ja rajaukset

Opinnäytetyön tarkoituksena on valmistaa toimeksiantajayritykselle kokoonpano-ohjeet kiven murskaimen runkoa varten. Tärkeimpinä tavoitteina ovat ohjeistuksen valmistaminen siten, että siinä esitetään työvaiheet oikeassa järjestyksessä ja kuvaillaan jokainen työvaihe apuvälineineen mahdollisimman selkeästi ja yksinkertaisesti. Ohjeistuksen tarkoituksena on vakiinnuttaa kokoonpanotyötä. Ohjeistus on myös jäsenneltävä siten, että se olisi mahdollisimman käyttäjäystävällinen ja ohjeiden hyödyntäminen on tehokasta.

Kokoonpano-ohjeeseen oli tarkoitus sisällyttää asennusvaiheista tietoja, jotka eivät tule ilmi teknisistä piirustuksista. Tavoitteena oli kokoonpanon taltiointi vaiheessa myös löytää kokoonpanosta kehityskohteita.

Opinnäytetyö on rajattu keskeisiin tuotannollisiin ja kokoonpanoihin liittyviin teorioihin, joiden pohjalta kokoonpanoprosessia tarkasteltiin ja kokoonpanon ohjeistusta lähdettiin luomaan.

1.2 Menetelmät ja luotettavuus

Tämä opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö ja menetelmällisinä toteutus tapoina toimivat dokumenttianalyysi ja havainnointi. Nämä tiedonkeruumenetelmät todettiin parhaimmiksi tätä työtä varten, sillä aihealueeseen liittyviä aineistoja on kattavasti saatavilla ja havainnointia oli mahdollista toteuttaa kokoonpanon taltioinnin aikana.

1.2.1 Dokumenttianalyysi

Dokumenttianalyysi on tiedonkeruumenetelmä, jossa johtopäätöksiä voidaan tehdä kirjalliseen muotoon saatetuista aineistoista. Dokumentteja voivat olla kaikki tarkasteltavasta aiheesta olevat kirjoitetut, puhutut ja kuvatut materiaalit, jopa esineistö. Dokumenttianalyysin tavoitteena on analysoida aineistoja johdonmukaisesti ja näin saada informaatioarvoa tutkittavaan asiaan. (Ojasalo ym., 2009, s. 121.) Tässä opinnäytetyössä dokumenttianalyysia on käytetty hyödyksi tiedon hankinnassa ja hankitun tiedon vertailussa eri lähteistä. Osaltaan dokumenttianalyysia on myös käytetty siinä, kun kuvien ja muistiinpanojen perusteella on luotu kokoonpanon työvaihetta kuvaava kirjallinen selite.

1.2.2 Havainnointi

Havainnointia voidaan hyödyntää, kun halutaan saada selville, kuinka ihmiset käyttäytyvät tietyssä ympäristössä. Havainnointia voidaan hyödyntää tuloksena itsessään, tai sillä voidaan täydentää ja tukea esimerkiksi kyselyjä ja haastatteluita. Joskus myös kyselyt ja haastattelut voivat olla havainnointia täydentävänä osapuolena. (Ojasalo ym., 2009, s. 103.)

Havainnointia voidaan käyttää myös silloin, kun kehittämiskohteena ovat esineet, kuvat ja ympäristö. Havainnoimalla voidaan selvittää, kuinka jokin asia tehdään ja mitä asian tekemisessä käytetään. Havainnointi sopii menetelmäksi

silloinkin, kun tutkittavilla on kielellisiä vaikeuksia, esimerkiksi lapset, tai tutkittavat eivät mielellään kerro tutkittavasta asiasta. (Ojasalo ym., 2009, s. 103.)

Havainnoinnin suunnittelussa on otettava huomioon, kuinka näkyvänä ja osallistuvana roolissa itse havainnoitsija on. Havainnointitekniikoita on kahdenlaista, on jäsenneltyä eli strukturoitua havainnointia ja strukturoimatonta, joka on väljempää ja joustavampaa. Strukturoitua tekniikkaa käytetään silloin, kun tiedetään ennakkoon mitä halutaan tarkastella ja strukturoimatonta silloin, kun halutaan kerätä mahdollisimman laajasti tietoa asiasta. (Ojasalo ym., 2009, s. 105.)

Opinnäytetyötä tehdessä havainnointia on toteutettu kokoonpanon taltiointi vaiheessa. Havainnointi tapahtui strukturoidusti, sillä tarkasteltavat kohteet olivat ennalta määritettyjä, eli kuinka kokoonpano eteni, mitä työ- ja apuvälineitä käytettiin ja ilmaantuiko työtä seuratessa mahdollisia kehityskohteita. Havainnoitsijan rooli oli tässä tapauksessa näkyvä ja osittain osallistuva, sillä havainnointi tapahtui taltiointia tehdessä ja tietyistä kokoonpanon vaiheista haluttiin lisätietoja.

1.2.3 Luotettavuus

Tämän opinnäytetyön luotettavuuteen vaikuttavista tekijöistä merkittävämpiä ovat lähdeaineistoihin liittyvät tekijät. Näitä tekijöitä ovat esimerkiksi lähteen uskottavuus ja ajantasaisuus. Lähdeaineistoja on arvioitu kriittisesti ja aineistoja on etsitty luotettaviksi todetuista paikoista, kuten ammattikorkeakoulun kirjastosta ja Finnasta. Toinen seikka on opinnäytetyön tuloksena valmistuneen ohjeen luotettavuus ja paikkansapitävyys. Ohje käytiin lopuksi toimeksiantajayrityksen kanssa läpi ja mahdolliset virheet ja epäkohdat korjattiin. Lopuksi ennen opinnäytetyön julkaisua toimeksiantaja on lukenut työn ja hyväksynyt, ettei työ sisällä tietoja, joita ei saisi julkaista yrityksen ulkopuolelle.

1.3 Aslemetals Oy

Aslemetals Oy on raumalainen keskisuuri metalliteollisuuden alihankintayritys. Yrityksen juuret sijoittuvat vuoteen 1961, kun Niilo Lehtinen perusti Asennusliike N. Lehtinen -nimisen yrityksen. Aslemetals Oy -nimellä yritys aloitti toimintansa vuonna 1992. (Aslemetals Oy, 2024a.)

Yrityksen ydinosamista ovat teräs- ja levyrakenteet sekä erilaiset putkistot. Yritys valmistaa myös betoniteollisuuden muotistoja ja turvateknisiä tuotteita. Aslemetals Oy:lla on kolme toimipistettä, näitä ovat Raumalla Kaaron konepaja, Eurajoella sijaitsevat Lapijoen konepaja ja Olkiluodon telakka. Yrityksen hallinto on Lapijoen konepajan yhteydessä. Kaaron konepajalla valmistetaan alihankintana erilaisia hitsattuja teräs- ja levyrakenteita. Päätuotteita ovat vaativat teräsrunkorakenteet, kulutusteräksiset kappaleet ja erilaiset säiliöt. Lapijoen konepajalla valmistetaan putkistomoduuleita ja koneikkoja. (Aslemetals Oy, 2024b.)

2 LEAN-TUOTANTO

Lean-tuotanto perustuu pitkälti Toyotan kehittämään valmistusjärjestelmään TPS (Toyota Production System), jonka olennaisin ajatus on eliminoida tuotannosta kaikki turha, joka ei hyödytä asiakasta. Lean-tuotannossa ydinasia on tuotantovälineiden hyödyntäminen mahdollisimman tehokkaasti, kuitenkin pitämällä mahdollisimman pieniä varastoja ja toteuttamalla tuotanto niin yksinkertaisesti kuin on mahdollista. Lean-tuotanto pohjautuu usein JOT (Juuri Oikeaan Tarpeeseen) toimintaperiaatteelle, jonka tavoitteena on panostaa sellaisiin toimintoihin, jotka tuovat lisäarvoa asiakkaalle. (Hietikko, 2008, s. 159-160.)

Lean-tuotantoa pyritään kehittämään tehokkaammaksi tekemällä jatkuvasti pieniä parannuksia. Tärkeässä osassa työn vakiinnuttamisessa ovat työhjeet

ja kirjalliset menetelmäkuvaukset. Tapa, miten työ tehdään saattaa poiketa oleellisesti eri kerroilla, jos työtä ei ole vakiinnutettu. Saattaa olla, että työntekotapoja on yhtä monta kuin on tekijääkin, tai tapa tehdä työ poikkeaa eri kerroilla muista syistä. Vasta työn vakiinnuttaminen samanlaiseksi antaa lähtökohdat tehdä kehitystyötä järjestelmällisesti. (Ahokas, ym., 2011, s.6-21.) Toimeksiantajalle tehdyn työhjeistuksen yksi tarkoituksista on vakiinnuttaa kokoonpanon kasaamisen järjestys ja tehokkuuden parantamiseksi ohjeistuksesta on käytävä helposti ilmi mm. kokoonpanossa käytettävät apuvälineet ja muut asiat, jotka eivät tule ilmi teknisistä piirustuksista, kuitenkin varmistuen ohjeistuksen helppolukuisuudesta. Ohjeistuksesta pyrittiin jättämään kaikki siihen kuulumattomat turhat asiat pois.

2.1 Seitsemän hukkaa

Toyota Production Systemin seitsemän keskeisintä hukan tyyppiä ovat:

- Liikatuotantoa, mutta ei osata ajoittaa oikeaa määrää asiakkaan tarpeisiin nähden.
- Raaka-aineiden, keskeneräisen tuotteen ja valmiiden tuotteiden turha varastointi.
- Työntekijöiden turha liikkuminen prosessissa.
- Yleisesti tuotteet ja palvelut, jotka eivät täytä asetettuja vaatimuksia.
- Tarpeettomat tuotteiden siirrot prosessien välillä.
- Prosessoidaan tuote asiakkaan vaatimusten ylitse.
- Joutilaana olo ennen seuraavaa työvaihetta. (Chiarini, 2012, s.19.)

Kokoonpanoa taltioidessa, hukkiin liittyviä seikkoja ilmaantui ja nämä havainnot laitettiin eteenpäin. Esimerkiksi työntekijöiden turha liikkuminen ilmeni siten, että uudet hitsauslangat ovat varastoituna hallin toisessa päässä ja pitkässä juoksussa niiden hakemiseen menevä aika on merkittävää, tietenkin pitää muistaa, että hitsaustarvikkeet vaativat niille soveltuvat varastointitilat ja varasto sattuu olemaan toisessa päässä hallia tämän kokoonpanoaseman osalta. Koska eri kokoonpanoja on menossa useampi samanaikaisesti, niin välillä myös nosturiliikenne aiheutti joutenoloa kokoonpanotyöhön.

2.2 LEAN 5S

5S on alkujaan japanilaisen Hiroyuki Hiranon kehittämä viisiportainen menetelmä, jolla organisoidaan työympäristö. Tavoitteena on pitää työpiste siistinä ja karsia sinne kuulumaton tavara pois, tämä johtaa käytettävyyden parantamiseen. Menetelmää on yleisesti pidetty siivousohjelmalla tai kertaalleen tehtävänä kehitystoimenpiteenä, mutta tosiasiasa se on jokaisen työhön sisällytettävä toimintamalli, jota tulee noudattaa osana työtä päivittäin. Kaikki ylimääräiset asiat, jotka eivät vaikuta tehtävän suorittamiseen poistetaan, näitä voivat olla rikkoutuneet työkalut, lika, ylimääräiset työkalut ja muu työtehtävän kannalta tarpeeton. Ylimääräisen poistolla pyritään tehostamaan läpimenoaikaa ja virtausta. 5S jaetaan viiteen askelmaan, joita ovat:

- Lajittelu (Seiri), Kaikkien turhien asioiden poisto, joita ei tarvita tehtävään työhön.
- Järjestäminen (Seiton), Kaikilla tarvittavilla asioilla on oma paikkansa, josta ne on helppo ottaa ja johon ne on helppo palauttaa.
- Puhdistaminen (Seiso), Huolehditaan työalueen ja välineiden siisteydestä.
- Standardointi (Seiketsu), Ylläpidetään luotua järjestystä tekemällä ohjeistus siitä, miten asiat saadaan pysymään niiden omilla paikoilla, esim. visuaaliset ohjeet työkalujen sijainnille.
- Sitoutuminen (Shitsuke), Kaikki sitoutuvat noudattamaan menettelyjä rutiininomaisesti.
- Turvallisuus (Anzen), Bonuksena tuleva seikka, joka on seurausta edellisistä askelmista. (Väisänen, 2013.)

3 LAATU

Laatu tarkoittaa kaikkia tuotteen ominaisuuksia tai piirteitä, jotka vastaavat asiakkaiden tarpeita ja odotuksia. Kun yrityksen tuotteet ovat korkealaatuisia,

asiakkaat ovat tyytyväisiä ja asiakassuhteet ovat vahvoja ja kestäviä. (Suomi.fi, n.d.)

Sertifiointi on prosessi, joka perustuu arvioimiseen. Arvioimisen tuloksena myönnetään todistuksia eli sertifikaatteja. Näillä sertifikaateilla osoitetaan, että yritys tai tuote täyttää ne standardit tai muut kriteerit, jotka mainitaan sertifikaatissa. Yritysten sertifiointi tapahtuu paikan päällä pistokoeluonteisesti ja siinä otetaan otanta toiminnasta. Otantaa arvioidessa tarkastellaan yrityksen toiminnan kuvauksia, käytäntöjä sekä saavutettuja tuloksia. (Sertifiointi, n.d.)

Arvioinnin kriteereinä käytetään yleisesti yhtä tai useampaa kansainvälisesti tunnettua standardia, kuten esimerkiksi ISO 9001 laatujärjestelmää, ISO 14001 ympäristöjärjestelmää, ISO 13485 lääkinnällisten laitteiden toimialan laatujärjestelmää tai ISO 45001 työturvallisuusjärjestelmää ja niin edelleen. Standardit voivat olla myös toimiala- tai aihekohtaisia, esimerkiksi ISO 27001 tietosuojaa. Erilaisia standardeja ja kriteerejä on paljon ja toimialakohtaisesti asiakas saattaa vaatia yritykseltä harvinaisemmankin standardin noudattamista ja sertifiointia. Vain tahot, joilla on hyväksyntä eli akkreditointi voivat suorittaa arvioinnin ja myöntää todistuksen sertifiointista, näitä tahoja on monia, esimerkiksi Bureau Veritas, KIWA ja Det Norske Veritas. (Sertifiointi, n.d.)

Säilyttääkseen kilpailukykynsä, yrityksen on jatkuvasti kehitettävä tuotteitaan ja prosessejaan sekä huomioitava laatu, työterveys, työturvallisuus ja ympäristönäkökohdat. Kansainvälisten standardien sisältämien ohjeiden, vaatimusten ja määrittelyjen noudattaminen ja niiden sulauttaminen yhteen johtamisjärjestelmään muodostaa toimintajärjestelmän. Yritys voi itse räätälöidä itselleen sopivan järjestelmän ja sitä noudattamalla kehittää ja ohjata toimintaansa ja saavuttaa siten merkittäviä etuja. (Tuominen & Moisio, 2021, s.4.)

Aslemetals Oy:n toimintaa ohjaavat ISO 9001, ISO 14001, EN1090-1 ja ISO EN 3834-2 vaatimukset täyttävät sertifioidut toimintajärjestelmät. (Aslemetals Oy, 2024c.)

4 KOKOONPANO

Kokoonpano tarkoittaa tuotekohtaisten osien, standardikomponenttien ja tarvikkeiden yhdistämistä toimivaksi tuotteeksi tai tuotteen osaksi. Tuote voi sisältää osakokoonpanoja ja loppukokoonpanon. Osakokoonpanoista muodostuu toimivia osakokonaisuuksia. Loppukokoonpanossa osakokoonpanot, muut osat ja komponentit liitetään eri tavoin toisiinsa. (Tekes, 2001, s.6.)

Kokoonpanotyö sisältää osien käsittelyä, liikuttamista, varastoimista, sovittamista, tarkastamista ja liittämistä. Liittämistapoja ovat esimerkiksi ruuvaaminen, niittaaminen, silloittaminen ja hitsaaminen, puristaminen, kutistaminen ja liimaaminen. Voidaan katsoa, että ainoastaan liittäminen nostaa tuotteen jalostusarvoa. Lisäkustannuksia ja aikaviiveitä aiheuttavia toimia ovat tarkastukset, liikuttelut ja varastointi, koska ne eivät jalosta tuotetta eteenpäin. Kokoonpanotoiminta vaatii kuitenkin toimiakseen nämä toimet, mutta ne ovat syytä pitää niin vähäisinä kuin mahdollista. (Tekes, 2001, s.7.)

Kokoonpano tapahtui kokoonpanotyölle erikseen valmistetulla telineellä eli jigillä. Runko kokoonpantiin jigillä ja liittämistapana toimi silloittaminen ja hitsaus. Runko kokoonpantiin jigillä kasaan, jonka jälkeen se nostettiin varusteluasemalle varustelukokoonpanoon.

4.1 Valmistettavuus

Valmistettavuus eli DFM (Design for Manufacturing), pitää sisällään menetelmät ja järjestelyt, joilla pyritään yksinkertaistamaan tuotekonstruktion valmistamista ja laskemaan tuotteen valmistuskuluja. Voidaankin sanoa DFM:n olevan tietokantapohjainen systemaattinen tuotekehitysmenetelmä, joka käyttää sille asetettuja ohjeita ja peruseriaatteita auttaakseen tuotekehitystiimiä suunnittelemaan tuote mahdollisimman tehokkaasti valmistettavaksi, täyttäen sille asetetut laatuvaatimukset. (Lempiäinen & Savolainen, 2003, s.13.)

Tiettyjä DFM-ohjeita suunnittelijoille ovat esimerkiksi:

- Varmistaa valitun valmistusmenetelmän saatavuudesta ja käytettävyydestä.
- Varmistaa, että valitut rakennemateriaalit ovat sopivat käytettävälle valmistusmenetelmälle.
- Varmistaa, että valmistusmenetelmän mitat, ulottuvuudet, tarkkuudet ja suorituskyky vastaavat suunniteltua tuotetta ja sen vaatimuksia
- Selvittää raaka-aineiden dimensiot, toimitustilat ja saatavuus
- Tarkastaa, että valittu valmistusmenetelmä kykenee vaadittuun mittatarkkuuteen ja tasalaatuisuuteen.
- Varmistaa tarkastettavuus ja laatuksiteerien täytyminen valmiilta osilta. (Pere, 2021, s.25–3)

Erityisen tärkeää DFM:ssä on suunnittelijoiden ja valmistuksesta vastaavien välinen yhteistyö. Niiden, jotka suunnittelevat on tärkeää tietää valmistusmenetelmistä, jotta suunnittelu ja valmistus on mahdollista yhdistää tehokkaasti. Suunnittelussa asioita pitää katsoa molemmilta kannoilta ja tätä kautta syntyykin arvio kustannuksista, laadusta, läpimenoajasta ja muista merkittävistä tekijöistä. (Lempiäinen & Savolainen, 2003, s.16.)

4.2 Kokoonpantavuus

Kokoonpantavuus eli DFA (Design for Assembly), on kokoonpantavuutta huomioivaa suunnittelua jo suunnittelun alkuvaiheista lähtien. DFA:lla pyritään optimoimaan kokoonpanoprosessia ja näin mahdollistamaan tuotteen järkevä ja kustannustehokas kokoonpantavuus. Optimoinnilla halutaan saavuttaa tuottavin ratkaisu, mutta sitä ei saa tehdä tinkimällä laatuvaatimuksista. Esimerkiksi hitsattava kokoonpano täytyy suunnitella siten, että hitsaus ergonomiassa säilyy hyvänä. Tämä ilmenee lopulta parempana hitsin laaduna ja tuottavuutena. (Pere, 2021, s.25–3.) Opinnäytetyötä tehtäessä DFA ilmeni muun muassa siten, että murskaimen runko oli kallistuvan jiggin kanssa nosturin avulla

käänneltävissä eri asentoihin, jolloin hitsaajien ergonomia säilyi hyvänä ja hitsaustyöt voitiin tehdä ergonomisesti ja turvallisesti.

Yleisiä DFA-ohjeita kokoonpanojen suunnittelijoille:

- Pyrkimys pitämään rakenteet mahdollisimman yksinkertaisina, sekä kokoonpantaessa suosimaan itsensä paikoittavia ratkaisuja.
- Suunnitellaan mahdollisimman yhdenmukaiset asennussuunnat.
- Kokoonpanossa pyritään käyttämään yksinkertaisia liitosmenetelmiä ja välttämään turhia erillisiä liitososia.
- Yksittäisten osien määrää on pidettävä vähäisenä.
- Älä turhaan suunnittele uutta, vaan käytä mahdollisuuksien mukaan standardoituja osia, komponentteja piirteitä.
- Käytetään toiminto- tai rakennemoduloituja ratkaisuja.
- Valitaan kohteelle tarkoituksenmukaiset toleranssit. (Pere, 2021, s.25–3.)

5 KOKOONPANON TALTIOINTI

Kokoonpanon taltiointia lähdettiin tekemään järjestelmäkameran ja muistiinpanovälineiden kanssa murskaimen rungon kokoonpanoasemalle. Päivien päätteksi taltioinnin tulokset jäseneltiin taulukkoon selkeään muotoon, myöhemmin tehtävää ohjeistusta varten. Kokoonpanoa suoritti kerrallaan kaksi työntekijää.

5.1 Kokoonpanon taltioinnin suunnittelu

Toimeksiantajaryityksellä oli selkeä kokonaiskuva kokoonpano-ohjeen vaatimuksista. Näitä olivat selkeät kuvat, ytimekäs sanallinen kuvaus työvaiheesta työvälineineen ja oikea kokoonpano järjestys. Taltioinnin suunnittelussa otettiin huomioon, miten asetettuihin vaatimuksiin tullaan pääsemään ja mitä

taltioinnissa pitää eritoten huomioida. Taltioinnin suunnittelua helpotti tutustumiskäynti etukäteen paikassa, jossa kokoonpano tullaan tekemään. Näin pystyttiin heti miettimään kohteen valaistusta, kuvakulmia ja työturvallisuuteen vaikuttavia seikkoja.

Taltioinnin suunnitteluvaiheessa pääkysymykseksi muodostui se, että kuinka työvaiheet ovat parhaiten dokumentoitavissa oikeaan järjestykseen, kun samaa kokoonpanoa tekee kaksi työntekijää samanaikaisesti. Tähän avuksi luotiin Excelillä kolmesarakkeinen taulukko, johon tulee valokuvan ottoaika, kirjallinen kuvaus ja työvaihetta kuvaava järjestysnumero. Näin valokuvat olisivat tietokoneelta helposti yhdistettävissä oikeaan kuvaukseen.

5.2 Kokoonpanon taltioinnin toteutus

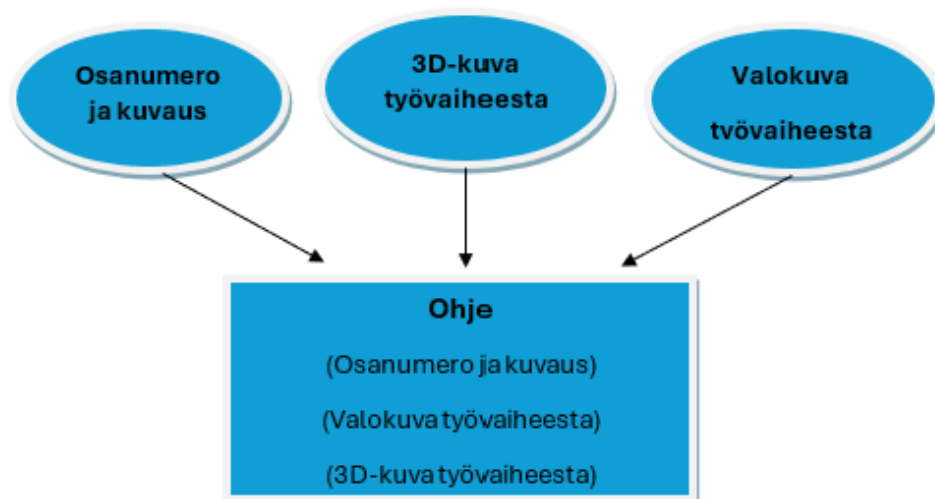
Taltiointia tehtiin useita päiviä, kokoonpanoasemalla tehtiin paljon nostotöitä, joten työturvallisuus oli syytä huomioida. Tietyissä tilanteissa oli syytä varmistaa, onko kohdetta turvallista mennä kuvaamaan. Taltioinnissa tärkeintä oli saada selkeä valokuva työvaiheista, sekä merkata muistiin jokainen tapahtuma ja linkittää tapahtuman kellonaika, jotta sanalliset kuvaukset ovat myöhemmin tehokkaasti löydettävissä ja yhdistettävissä valokuvaan.

Taltioinnissa saatiin kuvattua oleelliset aputyökalut, sekä niiden käyttökohde. Jokaisesta työvaiheesta saatiin useampi valokuva ja näistä pystyttiin karsimaan parhaat ohjeistusta varten. Koska DFA oli käsitteenä tuttu, taltioinnissa voitiin kiinnittää huomiota esimerkiksi työvaiheisiin, jossa jonkin osan asettaminen kävi ns. itsensä paikoittavasti, esimerkiksi osassa olevat viistetyt tapit, jotka ohjautuivat reikiin. Tästä oli hyvä tehdä heti muistiinpano ohjeistusta varten.

6 KOKOONPANO-OHJEET

6.1 Vaihe vaiheelta- ohjeet

Ihmiset suosivat kokoonpano-ohjeita, jotka esittävät kokoonpanotoiminnot kaavioiden sarjassa sen sijaan, että olisi vain yksi kaavio, joka näyttää kaikki toiminnot. (Agrawala ym., 2003, s.2). Ohjeistuksen muodoksi valittiin step-by-step -tyyppinen muoto, eli vaihe vaiheelta etenevä ohjeistus. Valintaan vaikutti myös se, että toiseen runko malliin on aiemmin ohjeistus myös tehty step-by-step -tyyppisesti, eikä nähty syytä siihen miksi ohjeistuksen tyyppiä ei tehtäisi yhtenäisellä tyyllillä. Formaattina käytettiin Word -mallia ja tyyliä määriteltiin siihen samanlaisiksi kuin toisen rungon kokoonpano-ohjeessa. Ohjeistus valmistettiin hyödyntäen taltioinnista syntyneitä kuvamateriaaleja ja muistiinpanoja. Näiden lisäksi ohjeistukseen lisätään 3D-mallista otetut kuvat osista ja näiden sijainti kokoonpanossa, noudattaen oikeaa kokoonpanojärjestystä, eli kokoonpano eteni valokuvina ja 3D-mallin kuvina järjestelmällisesti. Kun oikea osanumero ja työvaihetta englannin kielellä kuvaava teksti oli paikallaan, voitiin valokuva ja 3D-mallista otettu kuva liittää ohjeeseen. Yksittäisen työvaiheen rakentumista havainnollistetaan kuviossa 1.



Kuvio 1. Työvaiheen rakenne ohjeessa.

6.2 Työvaiheet SolidWorksista

Käyttöön saatiin jigin ja rungon 3D-mallit. Koska rungon 3D-malli oli valmiista kokoonpanosta hydraulikkoineen ja muine laitteineen, ensin tuli poistaa piirteet, jotka eivät kuulu tähän kokoonpanoon. Sitten runko liitettiin jigiin käyttäen Mate-toimintoa. Kun runko oli kiinnitettynä jigiin voitiin 3D-mallia lähteä taltioimaan. Ensimmäisenä piilotettiin Hide components-toiminnon avulla kaikki piirteet siihen asti, että jäljelle jäi kokoonpanon ensimmäinen vaihe, eli jigiin ensimmäisenä tuotu osa. Tämä osa muutettiin vihreäksi ja työvaiheesta otettiin kuvakaappaus. Show components-toiminnon avulla osia tuotiin kuvina taltioidussa järjestyksessä ja samaa kaavaa toistettiin, kunnes kokoonpano oli kokonaan taltioitu 3D-kuvina.

6.3 Sanallinen ohjeistus

Ohjeiden alussa kerrottiin perusasioita. Työn suorittajan tulee tutustua työtapaohjeisiin yleistoleransseihin, hitsauksen yleisohjeeseen ja hitsauksen teknisiin vaatimuksiin. Alussa esiteltiin kokoonpanon rakennetta ja kerrottiin ohjeistuksessa työn alla olevan osan olevan merkattuna vihreällä värillä. Sanallinen ohjeistus eteni vaihe vaiheelta työkuvien kanssa, teksti on tehty selkeästi tukemaan ohjeiden visuaalista puolta.

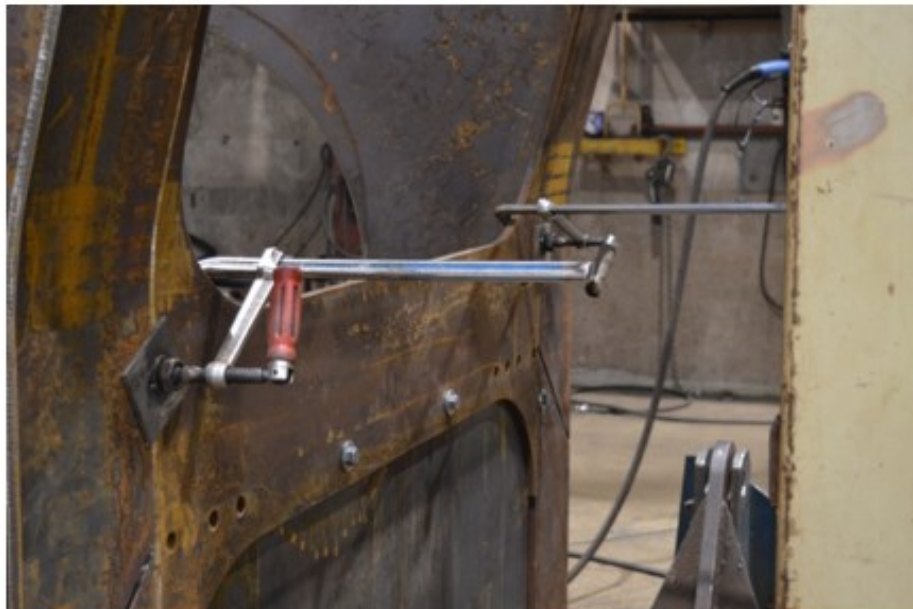
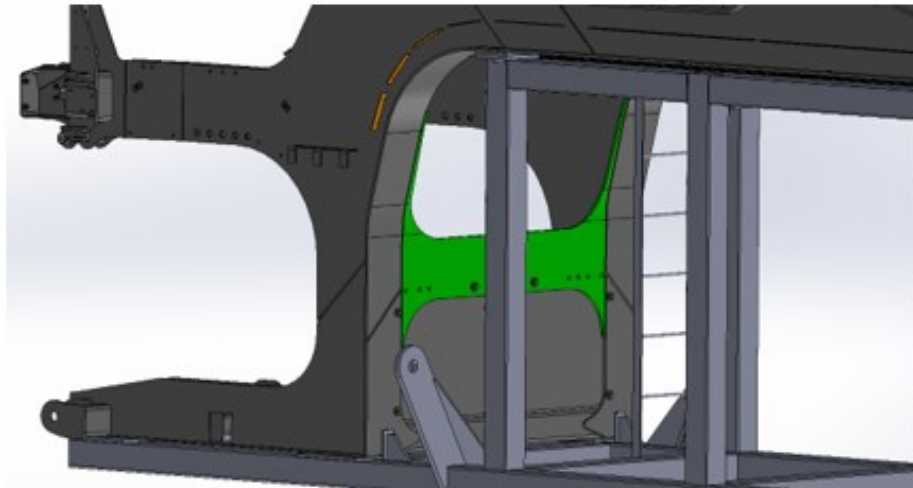
6.4 Valokuvat ja 3D-mallin kuvat ohjeistukseen

Valokuvat valittiin ohjeistukseen parhaimman otoksen perusteella. Kuvan valitus ja tarkkuus olivat vertailussa kuvien välillä. Eroja samankin työvaiheen kuvien laadussa tapahtui herkästi, esimerkiksi nosturiliikenne ja vieressä tehtävät hitsaustyöt vaikuttivat valaistukseen.

3D-mallin kuvakaappaukset työvaiheista liitettiin aina todellisen valokuvan alapuolelle. Kuvia pyrittiin ottamaan 3D-mallista siten, että ne tukevat valokuvaa mahdollisimman hyvin ja antavat lisäinformaatiota. Huomioitavia asioita olivat kuvakulma ja suunta, sekä joissain tapauksissa 3D-mallin avulla oli helppo

antaa selkeyttä, esimerkiksi tietyn osan sijaintiin sisällyttämällä kuvaan enemmän materiaalia, kuin valokuvasta tulee ilmi. Esimerkki työvaiheesta kokoonpano-ohjeessa kuviossa 2.

17. Import part XXXXXX, attach to guide plate with bolts, use clamps, tack weld



Kuvio 2. Havainnollistava esimerkki ohjeesta.

7 POHDINTA JA PALAUTE

Opinnäytetyön tavoitteena oli valmistaa toimeksiantajayritykselle kokoonpano-ohjeet ja tarkastella samalla löytyykö kokoonpanoprosessista kehityskohteita. Kokoonpano-ohjeiden tavoitteina oli onnistua esittämään kokoonpano mahdollisimman selkeästi, sisällyttäen ohjeisiin sellaisia asioita, jotka eivät tule ilmi teknisistä piirustuksista.

Kokoonpanotyön hiljaisen tiedon taltiointi onnistui hyvin, kun kokoonpano dokumentoitiin sellaisella tarkkuudella, mistä käy ilmi apuvälineet ja kuinka niitä on hyödynnetty kokoonpanossa. Kokoonpanon taltioinnin, sanallisten ohjeiden ja 3D-mallin kuvien ansiosta kokoonpano-ohjeista saatiin helppolukuiset ja käyttäjäystävälliset. 3D-kuvat ja valokuvat muodostavat kattavan, selkeän ja ymmärrettävän visuaalisen esityksen siitä, kuinka ja miten osat nivoutuvat yhteen ja miltä kokonaisuuden työvaiheen jälkeen kuuluu näyttää. Ohjeiden vahvan visuaalisuuden vuoksi on mahdollista, että ne toimivat virheitä ennaltaehkäisevästi, koska kokoonpanojärjestys on nyt vakiinnutettu ja asiat on esitetty yksinkertaisesti ja tarkasti, sekä työvaihe on helposti ja nopeasti tarkastettavissa. Kokoonpanoa taltioidessa mahdollisiin kehityskohteisiin kiinnitettiin huomiota lean-periaatteiden näkökulmasta. Havaintoja tehtiin hukkiin liittyen ja ajatukset niistä laitettiin eteenpäin.

Opinnäytetyö valmistui tiukalla aikataululla sovitusti ja työn tuloksiin oltiin tyytyväisiä. Ohjeet täyttivät niille asetetut vaatimukset ja ohjeet menevät käyttöön. Kiitosta saivat selkeät kuvat, niiden määrä ja kokonaisuuden huomioiva tarkkuus, esimerkiksi kuinka työvaiheessa käytettävät apuvälineet oli taltioitu ja kuvailtu. Englanninkielisiin kuvauksiin työvaiheista oltiin myös tyytyväisiä. Nyt ensikertalaisellakin olisi paremmat eväät lähteä suorittamaan kokoonpanoa, kun vilkaisee ohjeistuksen läpi.

Tehokkuus on tätä päivää, joten toivon, että tästä opinnäytetyöstä joku saa esimerkiksi idean hyödyntää lean-periaatteita ja tarkastella omaa tuotantoa esimerkiksi hukkien näkökulmasta. Vaikka opinnäytetyössä ei julkaista

valmistunutta kokoonpano-ohjetta, antaa opinnäytetyö selkeän kuvauksen siitä, kuinka voi tehdä vaihe vaiheelta -ohjeistuksen. Se on varmasti hyödyksi erilaisissa kokoonpanoissa, varsinkin työntekijän ollessa kokematon, tai asennusjärjestyksen ollessa kokoonpanon onnistumisen kannalta tärkeässä roolissa.

Mielekkäintä opinnäytetyössä oli päästä käyttämään koulussa opittuja taitoja, SolidWorks-ohjelman käyttö onnistui vaivattomasti ja oli hienoa huomioida kokoonpanon suunnittelun aikaisia asioita itse kokoonpanon aikana. Opinnäytetyön aikana opin myös lisää ohjeistuksista, lean-periaatteista ja kokoonpanoista. Näistä on varmasti hyötyä itselleni tulevaisuuden työelämässä.

LÄHTEET

Agrawala, M., Phan, D., Heiser, J., Haymaker, J., Klingner, J., Hanrahan, P. & Tversky, B. (2003). Designing effective step-by-step assembly instructions. *ACM Transactions on Graphics*, 22 (3).
<https://doi.org/10.1145/882262.882352>

Ahokas, P., Tiihonen, J., Neuvonen, J. & Suikki, M. (2011). Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. *Teknolohiateollisuus*. https://teknolohiateollisuus.fi/sites/default/files/file_attachments/tyomarkkinat_kannustava_palkkaus_palkkaustapoja_tyontutkimuksen_menettelytavat.pdf

Aslemetals Oy. (2024a). Historia. Haettu 7.4.2024 osoitteesta <https://www.aslemetals.fi/fi/historia>

Aslemetals Oy. (2024b). Teräs ja levyrakenteet. Osaaminen. Haettu 7.4.2024 osoitteesta <https://www.aslemetals.fi/fi/teras-ja-levyrakenteet>

Aslemetals Oy. (2024c). Etusivu. Haettu 24.4.2024 osoitteesta <https://www.aslemetals.fi/>

Chiarini, A. (2012). *Lean Organization: from the Tools of the Toyota Production System to Lean Office*. Springer Milano. <https://doi.org/10.1007/978-88-470-2510-3>

Hietikko, E. (2008). *Tuotekehitystoiminta*. Kuopio: Savonia ammattikorkeakoulu.

Lempiäinen, J. & Savolainen, J. (2003). *Hyvin suunniteltu – puoliaksi valmistettu*. Hakapaino.

Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti J. (2009). *Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan*. WSOYpro.

Pere, A. (2021). *Koneenpiirustus 1 & 2 (13., uudistettu painos)*. Kirpe.

Sertifiointi. (n.d.). *Sertifiointi*. Haettu 25.5.2024 osoitteesta <https://sertifiointi.com/sertifiointi/>

Suomi.fi. (n.d.). *Laadunhallinta. Laadun varmistaminen ja kehittäminen*. Haettu 25.4.2024 osoitteesta <https://www.suomi.fi/yritykselle/liiketoiminnan-kehittaminen/laadunhallinta/opas/tuotteen-laatu>

Tekes. (2001). *Keskiraskas ja raskas kokoonpanotoiminta 1998–2000. Teknologiahjelmaraaportti 2/2001, loppuraportti*. Tekes.

Tuominen, K. & Moisio, J. (2021). *Toimintajärjestelmän kehittäminen. Benchmarking*.

Väisänen, J. (15.1.2013). Viiden ässän kehitystyökalu. Haettu 24.4.2024 osoitteesta <https://qkk.fi/5s/>