

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Koneautomaatiotekniikka

2018

Elias Akkanen

KOKOONPANO-OHJEIDEN LUOMINEN PIIRILEVYJYRSIMEN MODUULEILLE

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka | Koneautomaatiotekniikka

2018 | 26 sivua, 2 liitesivua

Elias Akkanen

KOKOONPANO-OHJEIDEN LUOMINEN PIIRILEVYJYRSIMEN MODUULEILLE

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda suomenkieliset kokoonpano-ohjeet Cencorp Automation Oy:n valmistamaa 1000 BR Evolution -piirilevyjyrsintä varten. Piirilevyjyrsin koostuu erilaisista moduuleista, jotka kukin kootaan ja asennetaan paikoilleen erikseen. Näiden moduulien aikaisemmat kokoonpano-ohjeet olivat vanhentuneita tai ne puuttuivat kokonaan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli dokumentoida mahdollisimman selkeät ja helppolukuiset kokoonpano-ohjeet kolmelle piirilevyjyrsimen moduulille. Kokoonpano-ohjeet tehtiin piirilevyihin tarttuvaan tarttuja-moduuliin, tarttujaa x- ja y-akseleiden suuntaisesti liikuttavaan X-akseliin sekä tarttujaa Z-akselin suuntaisesti ja sen ympäri liikuttavaan ZW-moduuliin. Uusien työntekijöiden tuli pystyä kokoamaan moduulit luotuja ohjeita seuraamalla.

Kokoonpano-ohjeet luotiin seuraamalla kokoonpanijoiden työskentelyä ja kirjaamalla heidän kommenttejaan. Ohjeisiin dokumentoitiin jokaisen moduulin tarkat työvaiheet alusta loppuun ja lisättiin kuvia lukemisen helpottamiseksi.

Työn alussa käsitellään piirilevyjen perusteita sekä niiden historiaa ja tulevaisuutta. Lisäksi perehdytään 1000 BR Evolution -piirilevyjyrsimeen ja piirilevyjyrsimiin yleisesti. Lopuksi pohditsellaan hyvän ohjekirjan rakennetta ja tarkastellaan saatuja tuloksia.

Opinnäytetyön tuloksena valmiit kokoonpano-ohjeet luovutettiin työnantajalle. Ohjeita tullaan varmasti päivittämään tulevaisuudessa tekniikan kehittyessä ja ne saatetaan kääntää eri kielille. Ohjeiden luomisen yhteydessä päivitettiin myös sähköiset osaluettelot.

ASIASANAT:

Kokoonpano-ohje, piirilevy, tarttuja

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Machine Automation

2018 | 26 pages, 2 pages in appendices

Elias Akkanen

CREATING ASSEMBLY INSTRUCTIONS FOR THE MODULES OF PCB DEPANELING ROUTER

The purpose of this thesis was to create assembly instructions for company called Cencorp Automation Oy. The instructions were created for modules of 1000 BR Evolution which is a PCB depaneling router. The Router consists of different kind of modules which are all assembled and installed separately. The previous assembly instructions were out of date or they were missing entirely.

The aim was to create as simple and easy to read instructions as possible for three modules. These modules were the gripper, the X-module and the ZW-module. The gripper grabs the PCBs and moves them to the wanted location. The X-module moves the gripper between y- and x-axes. The ZW-module moves the gripper between and around the z-axis. New assemblers were expected to assemble these modules by following created instructions.

The assembly instructions were created by monitoring the work of assemblers. Each of the modules were assembled by hand and all the parts and working methods were documented. Pictures were added to guide the reader.

The beginning of this thesis covers the basics of printed circuit boards and their history and future. In addition, the 1000 BR Evolution and depaneling routers are introduced in general. Finally, the results are covered with speculations.

The created assembly instructions were handed to Cencorp Automation Oy when they were finished. The instructions will probably be updated in the future as the technology evolves. They might also be translated into another language. Online parts lists were updated together with the instructions.

KEYWORDS:

Assembly instructions, printed board circuit, gripper

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 PIIRILEVYT	7
2.1 Piirilevyjen historia	7
2.2 Piirilevyt tänä päivänä	7
2.3 Piirilevyt tulevaisuudessa	8
3 PIIRILEVYJYRSIN	9
3.1 Tyypillinen piirilevyjyrsin	9
3.2 1000 BR Evolution	10
3.3 Moduulien tarkoitus	11
3.4 1000 BR Evolutionin moduulit	11
3.4.1 X-akselin rakenne ja toiminta	12
3.4.2 ZW-moduulin rakenne ja toiminta	13
3.4.3 Tarttujan rakenne ja toiminta	14
3.4.4 Moduulien toiminta yhdessä	16
4 OHJEIDEN LUOMINEN	17
4.1 Standardoitu työskentely	17
4.2 Hyvän ohjeen malli	20
4.3 Ohjeiden rakenne	20
5 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	23
5.1 Työn eteneminen	23
5.2 Työn laatu ja parannusehdotukset	23
5.3 Työn tulevaisuus	24
6 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	26

LIITTEET

Liite 1. Cencorp 1000 BR Evolution

KUVAT

Kuva 1. Kokoamisvaiheessa oleva 1000 BR Evolution -piirilevyjyrsin.	10
Kuva 2. Valmiiksi koottu X-akseli.	12
Kuva 3. Paikalleen asennettu ZW-moduuli.	13
Kuva 4. Paikalleen asennettu tarttuja ilman sormia.	15
Kuva 5. Usean kappaleen kuljettamiseen tarkoitettu tarttuja.	15
Kuva 6. Moduulit asennettuna paikoilleen.	16
Kuva 7. Lean-malli hukan vähentämiseksi (mukailten Liker & Meier, 2006).	19
Kuva 8. Jokaisen kokoamisvaiheen perusrakenne.	21

1 JOHDANTO

Tämän työn toimeksiantaja on Cencorp Automation Oy. Cencorp Automation on yksi Suomen tunnetuimmista automaatiolaitteiden valmistajista ja yritys työllistää yli 150 henkilöä Suomessa, Yhdysvalloissa, Saksassa, Ranskassa ja Kiinassa. Yritys on erikoistunut piirilevyjyrsinkoneiden, ladontakoneiden sekä testauslaitteiden valmistamiseen. Cencorp Automationin visiona on olla maailman johtava automatiikan ratkaisuja tarjoava yritys elektroniikan aloilla. Yrityksen tehtävänä on tarjota innovatiivisia ja edullisia automaatioratkaisuja, jotka parantavat tuottavuutta ja laatua. (Cencorp Automation Oy 2018.)

Yritys perustettiin alun perin Yhdysvalloissa vuonna 1978 nimellä Colorado Engineering Corporation. Yritys siirtyi myöhemmin suomalaisomistukseen ja nimeksi vaihdettiin PMJ Automec Corporation, josta myöhemmin muodostui Cencorp Automation Oy. Tällä hetkellä Cencorp Automationin päämaja sijaitsee Salossa. Yli 30-vuoden kokemus automaatioalalla on mahdollistanut yrityksen menestyksen tarjoamalla asiakkaiden toiveiden mukaan räätälöityjä automaatioratkaisuja. (Cencorp Automation Oy 2018.)

Tämän insinööriyön tavoitteena on luoda kokoonpano-ohjeet kolmelle Cencorp 1000 BR Evolution -piirilevyjyrsimen moduulille. Moduuleista ei ole aikaisempia kokoonpano-ohjeita tai olemassa olevat ohjeet ovat vanhentuneita. Kokoonpano-ohjeet on tarkoitettu yrityksen uusille työntekijöille, joilla ei vielä ole tarkkaa tuntemusta laitteesta ja sen kokoonpanosta. Työssä seurataan moduulien kokoonpanoa ja dokumentoidaan työvaiheet yrityksen ja kokoonpanijoiden toiveet huomioiden. Valmiiden ohjeiden tulee olla helposti luettavia, selkeitä ja virheettömiä. Työn alussa perehdytään piirilevyjen ja piirilevyjyrsimien perusteisiin, minkä jälkeen tarkastellaan kokoonpano-ohjeiden luomisprosessia. Työn päätteeksi arvioidaan lopputuloksia, eteen tulleita haasteita sekä ohjeiden tulevaisuutta.

2 PIIRILEVYT

Piirilevy eli PCB (Printed Circuit Board) on kiinnitysalusta, joka yhdistää elektroniikkalaitteiden komponentit toisiinsa ilman erillisiä johtimia. Useimmiten piirilevy muodostuu kuparifoliosta, joka kiinnitetään epoksiliimalla lasikuituvahvisteiseen muovilevyyn. Ylimääräinen folio poistetaan kemiallisella syövytyksellä eli etsauksella tai jyrsimällä kytkentäkuvion muodostamiseksi. Kuparijohtimien avulla piirilevyn komponentit kommunikoivat keskenään ilman, että tarvitaan johtoja tai muita johtimia. Komponenttien lisäys piirilevyyn tapahtuu yleensä juottamalla. Käyttötarkoituksesta riippuen piirilevyssä voi olla useita kuparikerroksia. (Aaltonen ym. 2002, 313–315.)

2.1 Piirilevyjen historia

Ennen kuin piirilevyt kehitettiin, virtapiirit rakennettiin metallisille levyille ja kytkennät saatiin aikaan johdoilla. Tämä teki kytköksistä suurikokoisia, kömpelöitä, painavia sekä hauraita. Virtapiirit olivat myös hankalia tehdä, mikä teki niistä kalliita. Nykyaikaisen piirilevyn kehittäminen aloitettiin 1900-luvun alussa, mutta varsinaisena piirilevyn keksijänä pidetään itävaltalaisista insinööreistä Paul Eisleria, joka kehitti piirilevyn radiota varten vuonna 1936. Tämän seurauksena muun muassa Saksa ja Yhdysvallat tajusivat piirilevyjen strategisen arvon ja alkoivat soveltaa niitä aseteknologiassaan. Toisen maailmansodan jälkeen Yhdysvallat julkaisi piirilevyt kaupalliseen käyttöön, mutta ne yleistyivät kuluttajaelektronikassa vasta 1950-luvun puolivälissä. (Sattel 2018.)

2.2 Piirilevyt tänä päivänä

Nykyään piirilevyjä on kaikkialla. Niitä on lähes kaikissa kodin elektroniikkalaitteissa. Tietokoneet, tulostimet, televisiot, mikroaaltouunit ja matkapuhelimet perustuvat kaikki piirilevyihin, joista on vuosien kuluessa tullut pienempiä, tiiviimpiä ja edullisimpia valmistaa. Piirilevyt ovat mahdollistaneet automaation, jonka avulla piirilevyt on saatu massatuotantoon. Piirilevyjyrsin ja ladontakone ovat yleisimpiä laitteita piirilevyjä valmistettaessa. Piirilevyjyrsin jyrsii piirilevyt kehikostaan, ja ladontakone asettelee komponentit jo leikattuihin piirilevyihin. Automaattiseen tuotantolinjaan voi kuulua myös juotospastan annostelija, juotosuuni sekä testaus- ja ohjelmointipaikka. (Haiko ym. 2012, 16–19.)

Piirilevyjen yleisyys ja helppo saatavuus ovat innostaneet ihmisiä kokeilemaan piirilevyjen valmistusta itse ja piirilevyistä onkin tullut monien harrastus. Piirilevyjen valmistus onnistuu kotonakin varsin yksinkertaisilla laitteilla, kunhan huolehtii työturvallisuudesta. Esimerkiksi yksittäisten piirilevyjen komponenttiladonta onnistuu käsin tekemällä ja piirilevyn leikkaaminen onnistuu paperileikkuria muistuttavalla piirilevyleikkurilla. Työ on hidasta, mutta työkalut ja laitteet ovat edullisia. Piirilevyjä itse tehdessä täytyy muistaa, että nykyaikaiset piirilevyt ovat erittäin herkkiä ja niiden jännitekesto on pieni. Siksi on tärkeää huolehtia, ettei piirilevyn komponentteihin pääse vapautumaan staattista sähköä. (Haiko 2012, 26–27; Haiko 2009, 16–19.)

2.3 Piirilevyt tulevaisuudessa

Piirilevyjen tulevaisuudesta ei ole mitään varmuutta, sillä tekniikka kehittyy koko ajan ja maailma sen mukana. Piirilevyjä tullaan kuitenkin vielä käyttämään jonkin aikaa ja niiden kehityksestä on erilaisia ideoita. Piirilevyjen signaalien siirtonopeudet tulevat kasvamaan ja tiedonsiirto saattaa muuttua langattomaksi, jolloin fyysistä kosketusta kupariin ei tarvita. Piirilevyistä pyritään nyt jo tekemään joustavia ja tulevaisuudessa kaikki piirilevyt saattavatkin olla taivutettavissa. Näin ne kestävät enemmän kuormitusta ja sopivat monipuolisimpiin käyttötarkoituksiin. Piirilevyjen ympäristövaikutuksiinkin on toivottu muutosta, sillä kasvanut tuotanto on lisännyt elektroniikkajätteen määrää. Tavoitteena on, että piirilevyjen valmistusprosessissa käytettäisiin luonnolle ystävällisiä materiaaleja. Materiaalien säästössä saattaakin tulla avuksi koko ajan yleistyvä 3D-tulostaminen, jonka avulla voitaisiin tehdä aivan uuden muotoisia piirilevyjä aikaa ja rahaa säästäen. (What`s next for PCBs?)

3 PIIRILEVYJYRSIN

Jyrsin on yleisnimitys laitteille, jotka jyrsivät materiaalia. Jyrsiminen on lastuava työstömenetelmä, jonka avulla työstettävä kappale saadaan halutunlaiseksi poistamalla siitä materiaalia lastuina. Jyrsimiä käytetään yleensä joko metallin tai puun työstöön, mutta myös muut kiinteät materiaalit ovat mahdollisia. Käytettävä työkalu valitaan aina materiaalin kovuuden sekä halutun lopputuloksen mukaan. Nykyään jyrsimet ovat usein tietokoneohjattuja, automaattisia laitteita mutta myös perinteiset manuaaliset jyrsimet ovat vielä yleisiä. (How milling machines work.)

3.1 Tyypillinen piirilevyjyrsin

Piirilevyjyrsin on laite, jolla piirilevy saadaan irrotettua aihioistaan. Laitetta ohjataan piirilevyn suunnitteluohjelmalla luodulla osasijoittelulla ja johdotuskuvasta tuotettavalla Gerber-tiedostolla. Aihioista irrottamisen lisäksi laite voi tehdä piirilevyn johdotuksen, sekä porata tarvittavat reiät ja aukottaa piirilevyn reunat. Kun jyrsimiseen käytettävä terä ja sen pyörityskoneisto sijaitsevat työstettävän kappaleen yläpuolella, sanotaan laitetta yläjyrsimeksi. Alajyrsimessä ne ovat puolestaan työstettävän kappaleen alapuolella. (Haiko 2009, 16–19.)

Piirilevyjyrsin on usein liitetty johonkin automaattiseen tuotantolinjaan, jolloin laitteesta löytyy monta eri tuotantoon osallistuvaa moduulia. Piirilevyjyrsimet ovat usein monta sataa tai tuhansiakin kiloja painavia, eristettyjä laitteita, jotka ovat vaativia käyttöympäristönsä. Ne vaativat paineilmaverkoston, korkean jännitteen sekä oikeanlaiset ympäristön lämpötilat toimiakseen. Hinnaltaan laitteet ovat miljoonaluokkaa, sillä ne sisältävät huipputeknologiaa ja ovat työläitä rakentaa. (Haiko 2009, 16–19.)

Myös harrastekäyttöön löytyy piirilevyjyrsimiä, mutta ne ovat toiminnaltaan paljon yksinkertaisempia kuin massatuotantoon tarkoitettut. Niissä ei ole mukana esimerkiksi kupari- ja lasikuitupölyn imurointia tai mahdollisuutta kappaleen liikutteluun. (Haiko 2009, 16–19.)

3.2 1000 BR Evolution

1000 BR Evolution (liite 1) on Cencorp Automationin uusin piirilevyjyrsinmalli. Se on piirilevyjen massatuotantoon tarkoitettu automaattinen laite, josta Cencorp Automation valmistaa erilaisia yksilöitä asiakkaidensa toiveiden mukaisesti. Laitteen toimintaperiaatteena on kuljettaa piirilevyaihiot kuljetinhihnalla pitkin alajyrsimelle, joka jyrsii yksittäiset piirilevyt irti aihioista. Tämän jälkeen tarttuja kuljettaa leikatut piirilevyt omalle kuljetinhihnalleen. Jyrsinnässä syntyvä lasikuitu- ja kuparipöly imuroidaan talteen. Laitteessa on automaattinen työkalunvaihtaja, jota käytetään esimerkiksi jyrsinterän kuluessa loppuun. Tietotekniikka on sijoitettu laitteen alta löytyvään vetolaatikkoon ja käyttöliittymä on laitteen edessä olevalla liikuteltavalla alustalla. Häätöpainikkeet ja merkkivalot on sijoitettu näkyville paikoille ympäri laitetta (kuva 1).



Kuva 1. Kokoamisvaiheessa oleva 1000 BR Evolution -piirilevyjyrsin.

3.3 Moduulien tarkoitus

Kielitoimiston sanakirja määrittelee moduulin itsenäiseksi osaksi, jollaisista voidaan koota erilaisia kokonaisuuksia. Esimerkiksi hyllystö koostuu moduuleista, kun se rakennetaan erilaisista tasoista ja laatikoista. (Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy.) Moduulien ei tarvitse olla fyysisiä esineitä, sillä esimerkiksi ohjelmoinnissakin käytetään moduuleita tehtäessä koodinpätkistä suurempia kokonaisuuksia.

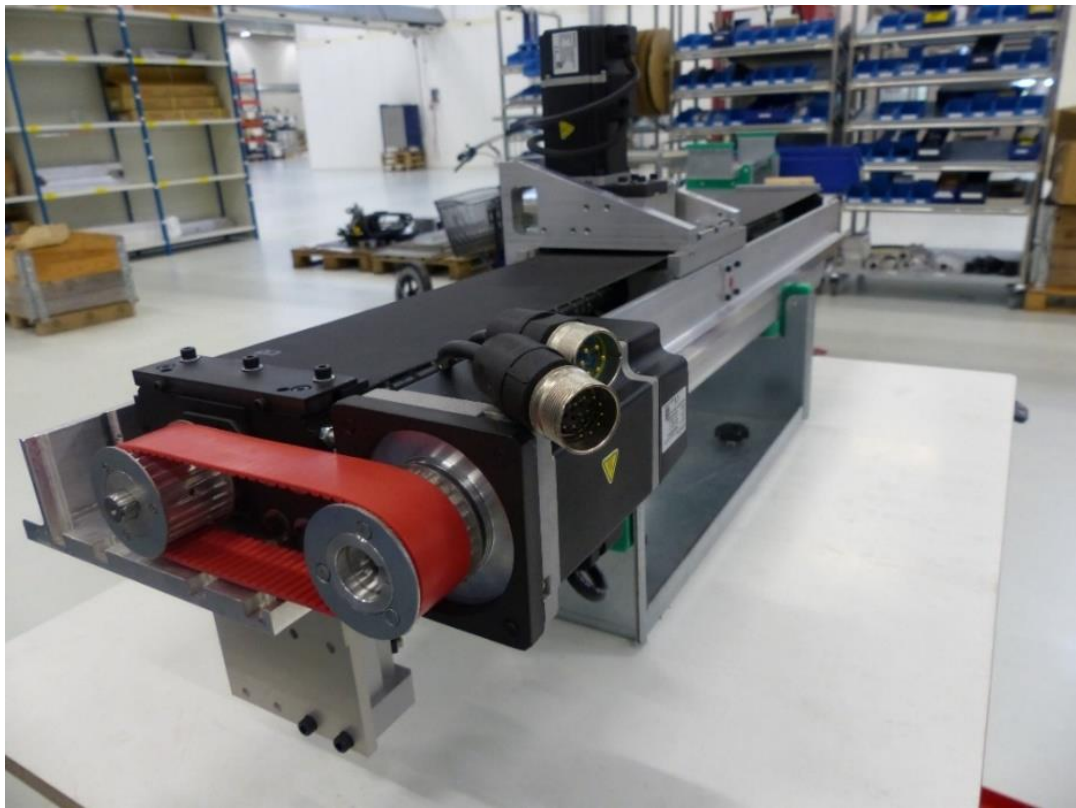
Moduulien ideana on helpottaa valmistettavan kokonaisuuden suunnittelua, kokoamista sekä huoltamista. Useimpien tuotteiden suunnitteluun kuuluu CAD-piirustusten tekeminen. Kokonaisuuden piirtäminen on helppoa, kun piirustus voidaan jakaa osiin ja lopuksi yhdistää yhdeksi piirustukseksi. Mikäli tuotteen piirustuksessa esiintyy virheitä, voidaan ne korjata yksittäisen moduulin piirustuksesta ilman, että tuotteen muihin moduuleihin kosketaan. Moduulit mahdollistavat laadun paranemisen ja ajan säästön, kun työmäärä jaetaan usealle työntekijälle, joista jokainen pystyy erikoistumaan omaan moduuliinsa.

3.4 1000 BR Evolutionin moduulit

Niin kuin useimmat piirilevyjyrsimet myös 1000 BR Evolution rakentuu erilaisista moduuleista. Yhteensä piirilevyjyrsimessä on kuusi erilaista moduulia. Jokaisella moduulilla on oma henkilökohtainen kokoojansa, joka on erikoistunut vain kyseiseen moduuliin. Moduulin valmistuessa se jätetään odottamaan asennusvuoroaan ja aloitetaan uuden moduulin kokoaminen. Tässä työssä luotiin kokoonpano-ohjeet kolmelle moduulille: X-akselille, ZW-moduulille sekä tarttujalle. Näiden moduulien lisäksi laitteessa on jyrsin-moduuli, piirilevykuljetin sekä sähkövaunu.

3.4.1 X-akselin rakenne ja toiminta

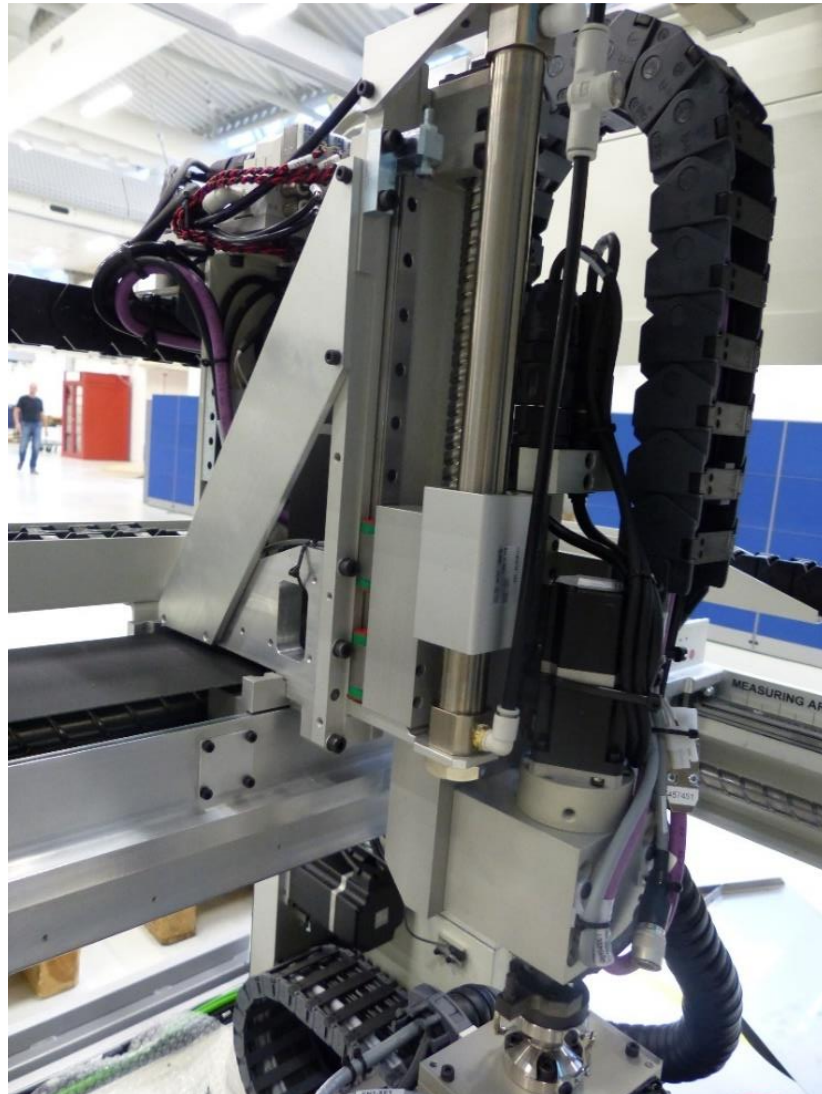
X-akseli (kuva 2) on sähköpneumaattinen moduuli, joka liikuttaa tarttuja-moduulia niimensä mukaisesti x-akselin suuntaisesti katsottaessa laitetta ylhäältä päin konenäön kuvakulmasta. Moduuli liikuttaa tarttujaa myös y-akselin suuntaisesti liikkumalla piirilevyjyrsimen laidoissa olevia kuularuuveja pitkin. X-akseli on jykevärakenteinen, noin 30 ki-
loa painava ja yli metrin pituinen. Se kannattelee ZW-moduulin ja tarttujan painon. Moduulin päädyssä olevalla moottorilla pyöritetään suojan alla olevaa kuularuuvia, joka saa tarttujan liikkumaan x-akselin suuntaisesti.



Kuva 2. Valmiiksi koottu X-akseli.

3.4.2 ZW-moduulin rakenne ja toiminta

ZW-moduuli (kuva 3) on myös sähköpneumaattinen moduuli, joka on kiinni X-akselissa. ZW-moduulin tehtävänä on liikuttaa tarttujaa z-akselin suuntaisesti ja sen ympäri. Moduulin pneumaattinen sylinteri liikuttaa tarttujaa ylös ja alas, ja moduulissa oleva moottori pyörittää sitä. ZW:n yhteyteen on asennettu kouru, jota pitkin energiasiirtoketjut ja niiden sisällä olevat sähköjohdot kulkevat. ZW-moduuliin asennetaan usein myös konenäön kamera, jolla valvotaan piirilevyjen laatua. Kameran tarpeellisuus riippuu asiakkaan tilauksesta ja tarpeesta. Pituudeltaan ZW on noin puolimetriä ja painoltaan noin kymmenen kiloa.



Kuva 3. Paikalleen asennettu ZW-moduuli.

3.4.3 Tarttujan rakenne ja toiminta

Tarttuja on automaatiolaitteiden ja robottien yleisin työkalu. Tarttujan tarkoituksena on siirtää kappaleita tai toimia työkalunvaihtajana. Yleensä tarttuja on erikseen suunniteltu kyseistä prosessia varten, mutta on myös mahdollista käyttää yleisesti käytössä olevia standarditarttuja. (Leino 2017, 16–17.) Tarttujat voidaan jakaa kolmeen yleisimpään ryhmään perustuen tarttumismenetelmään (Leino 2017, 16–17):

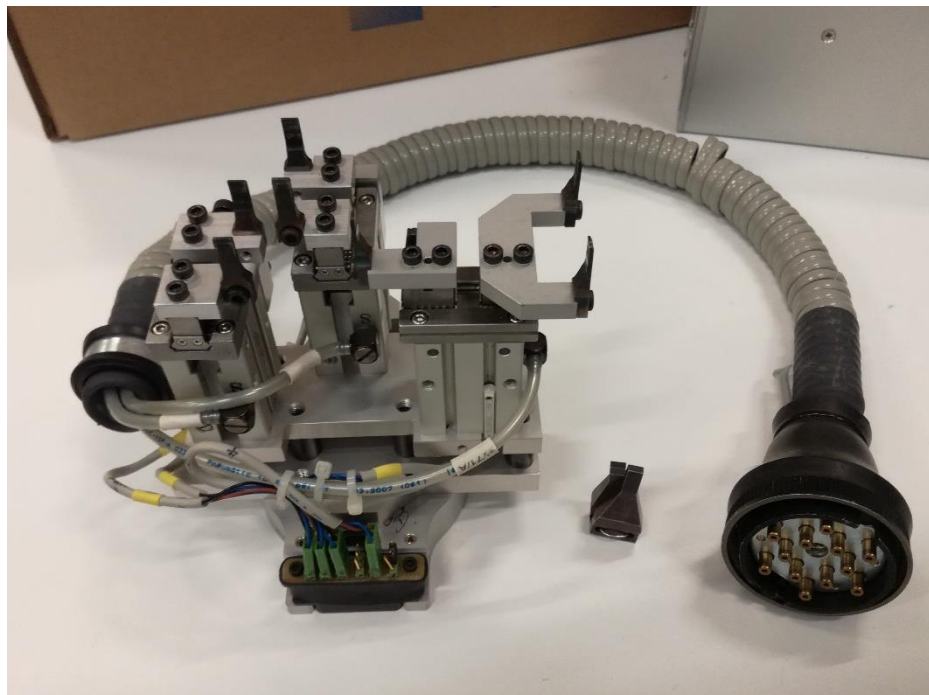
- Mekaaninen tartunta on yksinkertaisin ja myös yleisin tarttumistapa. Mekaaniset sormet puristavat kappaleen hellästi toistensa väliin siten, ettei kappale pääse putoamaan. Sormien liikettä ohjataan sähköisesti, pneumaattisesti tai hydraulisesti.
- Sähkömagneettia käytetään nostettaessa magneettisia kappaleita. Tällöin saadaan suuri nostovoima, kunhan kappaleen muoto on tasainen ja pinnanlaatu siileä.
- Imu- ja tyhjiötartuntaa käytetään silloin, kun mekaanisten tarttujen käyttö on hankalaa. Hankalia kappaleita ovat esimerkiksi erittäin suuret kappaleet sekä kappaleet, joissa ei ole tukevia reunoja. Kappaleet nostetaan kumisten imukuppien avulla, jotka eivät naarmuta kappaleen pintaa. Imu- ja tyhjiötartunnan riskinä on kappaleen putoaminen, mikäli imupaine putoaa.

1000 BR Evolutionin tarttuja (kuva 4) on mekaaninen tarttuja. Sekin on sähköpneumaattinen moduuli, ja sen tehtävänä on leikattujen piirilevyjen siirtäminen kuljetushihnalle. Tarttujan leukoihin kiinnitetään sormet, joiden etäisyyttä toisistaan säädetään kuularuuvien avulla sähköisesti. Sormet tarttuvat piirilevyn sivuista ja toimivat myös jyrsimen teränvaihtajana. Optisella kuituvahvistimella piirilevyjyrsin tulkitsee sormien välisen etäisyyden ja osaa säätää sitä. Sormien lukitus tapahtuu pneumaattisesti. X-akselin ja ZW:n avulla tarttujaa voidaan liikuttaa XYZ-suunnassa ja lisäksi pyörittää oman akselinsa ympäri. Kun tähän vielä lisätään sormien avaus ja sulkeminen, saadaan moduulien kombinaatiosta viisiakselinen.

Cencorp Automation valmistaa niin piirilevyjyrsimet kuin muutkin laitteet, asiakkaan toiveiden mukaisesti. Tämän takia laitteiden moduulitkin usein eroavat toisistaan. Kuvassa 5 on esitetty toisenlainen tarttuja, joka on suunniteltu siirtämään erilaisia kappaleita, kuin ensimmäisenä esitetty tarttuja. Tällä tarttujalla on mahdollista kuljettaa useampi kappale kerralla, mikä nopeuttaa tuotantoa.



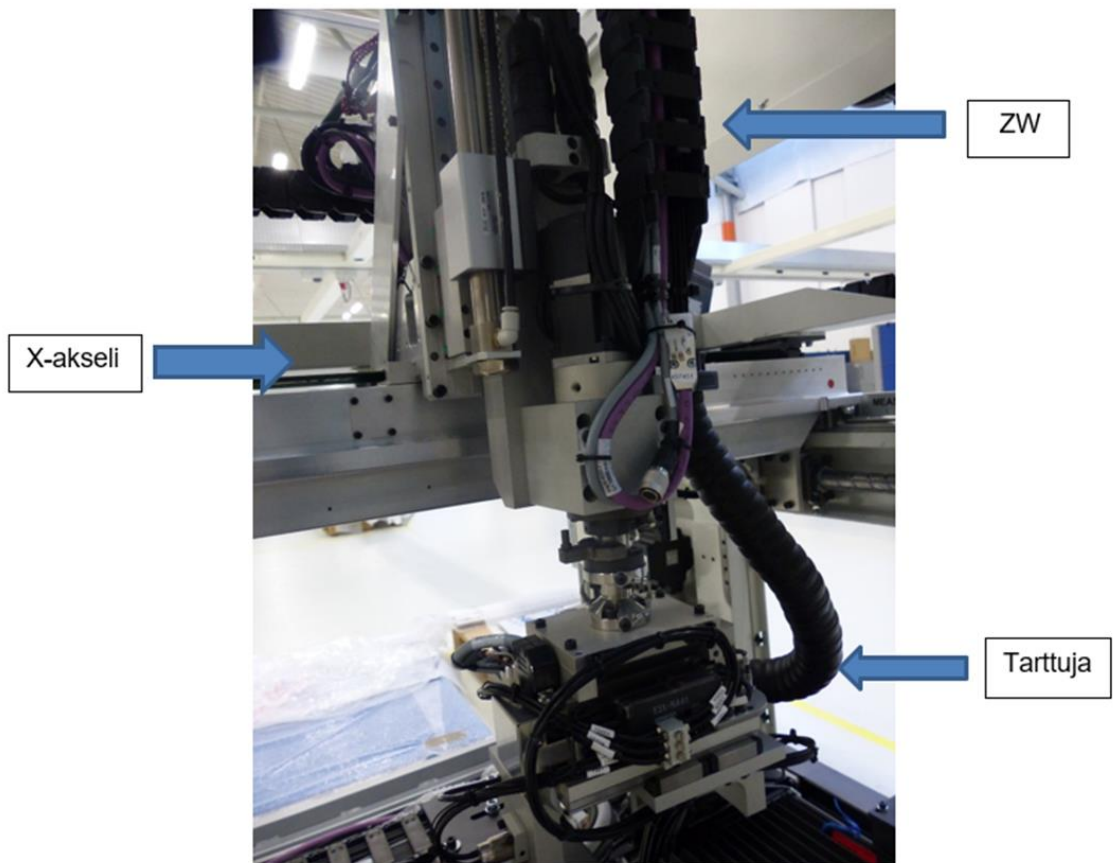
Kuva 4. Paikalleen asennettu tarttuja ilman sormia.



Kuva 5. Usean kappaleen kuljettamiseen tarkoitettu tarttuja.

3.4.4 Moduulien toiminta yhdessä

X-akseli, ZW ja tarttuja ovat suunniteltu toimimaan yhdessä virheettömästi, niin kuin kaikki laitteet. ZW sekä tarttuja sisältävät piirilevyn, jotka ohjaavat moduulien yhteistoimintaa. Mikäli jokin vika kuitenkin ilmaantuu, ovat moduulit helposti irrotettavissa toisistaan huoltoa varten. Viat liittyvät usein jonkin moduulin rakenteeseen, esimerkiksi tarttujan leuat saattavat liikkua huonosti, mikä vaatii aina huoltoa. Jos vika on ohjelmisto-kohtainen, voidaan piirilevyt uudelleenohjelmoida. Kuvassa 6 on esitetty X-akseli, ZW sekä tarttuja yhdessä asennettuna paikoilleen piirilevyjyrsimeen.



Kuva 6. Moduulit asennettuna paikoilleen.

4 OHJEIDEN LUOMINEN

Ennen työn aloittamista pidettiin aloituspalaveri työn toimeksiantajan Cencorp Automation kanssa. Palaverissa sovittiin, mille moduuleille tehtäisiin kokoonpano-ohjeet ja millaiset ohjeiden tulisi pääpiirteittäin olla. Lisäksi perehdyttiin yrityksen historiaan, periaatteisiin ja työskentelymalleihin.

4.1 Standardoitu työskentely

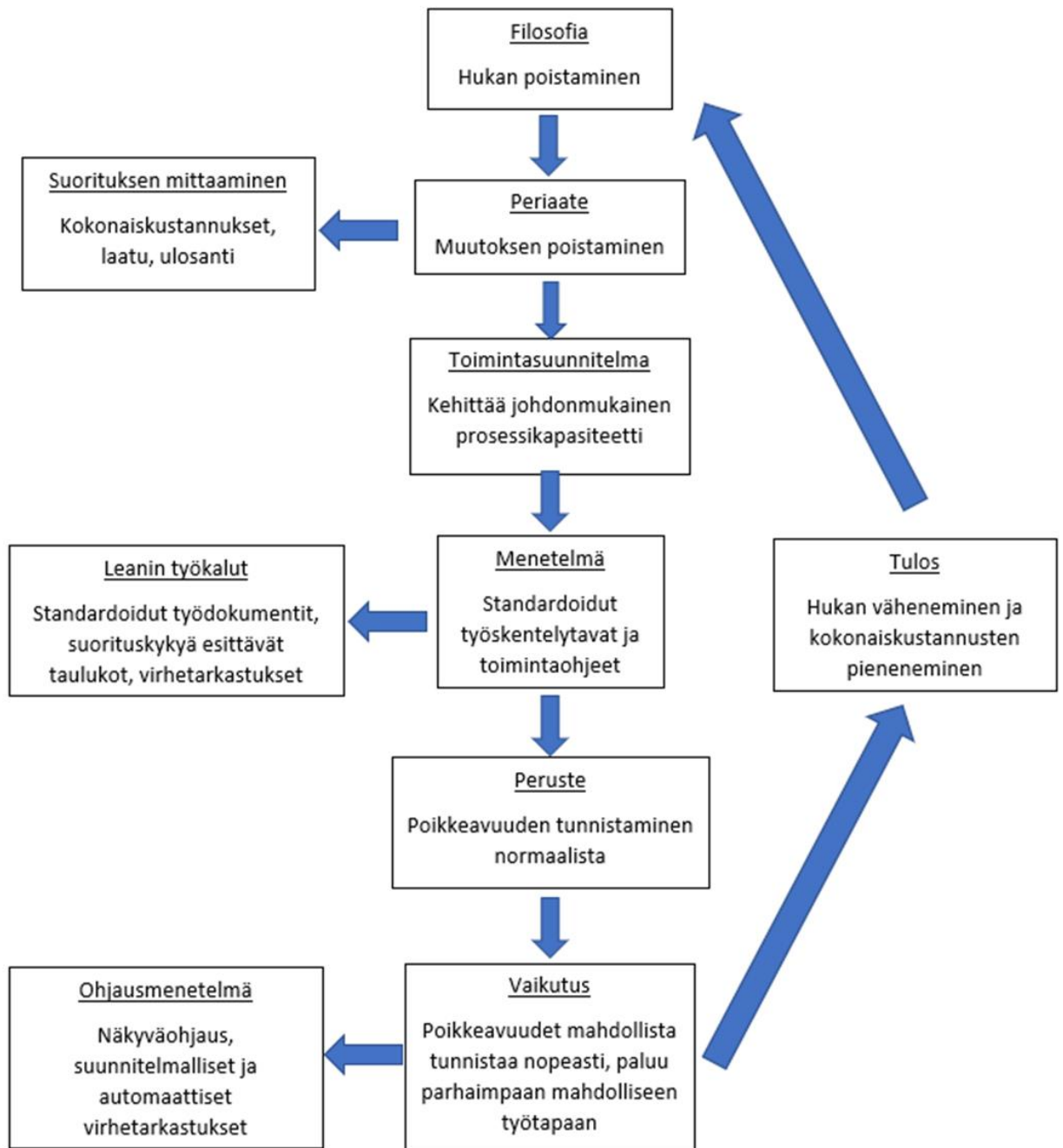
Useimmissa työpaikoissa työnteko on standardoitua. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaiselle työntekijälle on annettu oma työtehtävä, johon he erikoistuvat. Näin ei kuitenkaan ollut vielä 1900-luvun alussa. Yhdysvaltalainen koneinsinööri Frederick Taylor halusi rohkaista teollisuusyrityksiä kokeilemaan massatuotantoa julkaisemalla ajatuksensa tieteellisestä liikkeenjohdosta (Scientific Management) vuonna 1911. Taylor tiesi, että työntekijöillä on erilaisia vahvuuksia ja heidän potentiaalinsa vaihtelee työstä riippuen. Hänen ajatuksenaan oli, että on parempi tarkastella ja tutkia työntekoa, kuin luottaa vanhoihin käytäntöihin. (Mulder 2015.)

Taylorin ajatusten mukaisesti teollisuusyrityksissä alettiin tutkia työtehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä. Työtehtävien suorittamiselle sovittiin tietyt standarditavat ja tehtäviin valittiin niihin parhaiten soveltuvat työntekijät. Heille alettiin myös maksaa palkkaa perustuen heidän tehokkuuteensa. Jokaiselle työtehtävälle annettiin oma johtajansa, minkä avulla työvastuuta saatiin jaettua useammalle. Näiden parannusten avulla työtehokkuus saatiin moninkertaistettua ja motivaatiota lisättyä. (Mulder 2015.)

1990-luvulla syntyi toinen mullistava johtamisfilosofia. Se sai nimekseen Lean, ja se muodostui autovalmistaja Toyotan tuotantoratkaisuista. Lean-ajattelun päämääränä on taata asiakastytyväisyys tarjoamalla mahdollisimman laadukkaita tuotteita karsimalla hukkaa. Tätä hukkaa ovat kaikki tuotteeseen vaikuttavat ylimääräiset toiminnot, jotka tuottavat turhia kustannuksia ja hidastavat työntekoa. Pienentämällä esimerkiksi ylituotantoa ja odotusaikoja pyritään parantamaan tuotteen laatua, pienentämään tuotantokustannuksia ja lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja. Lean-ajattelussa tärkeänä osana on ajatus jatkuvasta kehityksestä. Täydellisyyteen ei päästä koskaan, vaan on oltava avoin muutoksille. (Liker & Meier 2006, 113–117.)

Tänä päivänä Lean-ajattelu on yleistä ja ajattelumalli on levinnyt myös teollisuuden ulkopuolelle, kuten esimerkiksi terveydenhuoltoon. Työssä luodut kokoonpano-ohjeetkin tehtiin näitä malleja noudattaen. Taylorin ajatusten mukaisesti jokaisella työntekijällä on Cencorp Automationilla oma työtehtävänsä, joka on valittu työntekijän vahvuudet huomioon ottaen. Tällä tavalla saadaan varmistettua valmistettavien laitteiden laatu. Kun tuotanto on osaavien työntekijöiden käsissä, voidaan keskittyä Lean-ajatteluun ja pohtia hukkan osuutta.

Vaikka toiminta perustuukin edellä mainittuihin ohjeisiin, niin Cencorpin tuotantoa ei ole varsinaisesti järjestetty "tayloristisen" tehokkaasti tai "Leanin" jäsenmukaisesti ja virtaviivaisesti. Tuotanto perustuu itseohjautuviin soluihin, jotka pystyvät itsenäiseen työskentelyyn. Pääsääntöisesti työntekijät kykenevät myös itsenäiseen ongelmanratkaisuun. He antavat myös jatkuvasti palautetta suunnittelulle, jotta prosessia voitaisiin edelleen kehittää. Työntekijöiltä edellytetään keskimääräistä enemmän ammatillista osaamista kuin tyyppillisissä teollisuuden kokoonpanotehtävissä. Asentajilta vaaditaan kohtuullisen hyvät taidot metallitekniikassa, mittauksessa, pneumatiikassa, sähkötekniikassa ja elektroniikassa. Kuva 7 esittää Lean-ajattelun rakennetta. (Heinävaara 2018.)



Kuva 7. Lean-malli hukan vähentämiseksi (mukailen Liker & Meier, 2006).

4.2 Hyvän ohjeen malli

On vaikeaa määrittellä yksittäistä mallia hyvälle kokoonpano-ohjeelle, sillä ihmiset ovat erilaisia ja heidän seuraamis- ja havainnointikykynsä eroavat toisistaan. Toiset ymmärtävät parhaiten kuvia, kun taas toiset ymmärtävät vain tekstiä. Hyvä ohje on kuitenkin usein helppo erottaa huonosta ohjeesta. Huonossa ohjeessa etenemisjärjestys on usein sekava ja lauseet ovat tarpeettoman pitkiä. Ohjeen ulkoasuun ei aina ole teemaan sopiva. Pelkästään jo asiavirheet voivat tehdä ohjeesta huonon. Pyhälahden (2002) mukaan ”Hyvä ohjeteksti on selkeä ja yksitulkintainen, ja se etenee loogisesti. Usein lukijaa auttaa se, että ohje sisältää sekä tekstiä että kuvia. Kuten niin monessa muussakin tekstilajissa, myös ohjeteksteissä pätee tekstintekijän kultainen sääntö: ajattele tekstiä lukijan näkökulmasta.”

4.3 Ohjeiden rakenne

Kokoonpano-ohjeiden muodoksi valittiin Word-dokumentti, sillä se mahdollistaa sekä tekstin että kuvien selkeän esittämisen. Myös PowerPoint-dokumenttia pidettiin hyvänä vaihtoehtona. Työnantajalta kuitenkin löytyi valmis mallipohja Word-dokumentin kansilehdeksi, sekä valmiit ylä- ja alatunnisteet. Jokaiseen ohjeeseen tehtiin samanlainen perusrakenne:

1. Kansilehti
2. Sisällysluettelo
3. Kokoamisvaiheet

Myös jokaiseen kokoamisvaiheeseen tehtiin samanlainen perusrakenne (kuva 8):

1. Kokoamisvaiheen otsikko
2. Osaluettelo
3. Ohjetekstit
4. Kuvat

Prepared by	No.	Process		
Reviewed by	Approved by	Date Modified	Rev	Change description
		yyyy-mm-dd	1.0	Changes marked as

5 Energiasiirtoketjun asennus

ID	Rev	Name	Description	Qty
M308105	0	Support plate		1
M302917	0	Spacer	20x3-51	1
M302805	0	Support		1
20100049	00	ETC	B17.3.063 ESD	16
20100055	00	Fastener set	117.3.12PZ ESD	1
20100145	00	Intermediate spool	171 ESD	3
14000417	0	Hex socket-head screw	M4*12 DIN 912 12,9	2
14000422	0	Hex socket-head screw	M4*35 DIN 912 12,9	2
14000987	0	Sunk screw	M5*12 DIN 7991	4

Asennetaan tukilevy M308105 pohjalevyn M3104434 sivulle M4*12 ruuveilla. Kuva 21.

Asennetaan välilevy M302917 ja kannatin M302805 M4*35 ruuveilla moottorin viereen. Kuva 22.

Asennetaan välipuolat 20100145 energiasiirtoketjun 20100049 ensimmäiseen, keskimmäiseen ja viimeiseen palaan.

Asennetaan energiasiirtoketju M5*12 ruuveilla niin, että se aukeaa ulospäin.



Kuva 21.



Kuva 22.

Kuva 8. Jokaisen kokoamisvaiheen perusrakenne.

Kuva 8. Jokaisen kokoamisvaiheen perusrakenne.

Osaluettelo aloittaa aina kokoamisvaiheen. Se on luultavasti kokoamisvaiheen tärkein osa. Tarkastamalla varastointi- ja revisionumeroinnin kokoonpanija voi varmistua siitä, että hänellä on oikea osa. Osaluettelosta selviää myös osan nimi, selostus sekä kappalemäärä.

Osaluetteloja seuraavat ohjetekstit. Ne ohjaavat kokoonpanijaa loogisessa kokoamisjärjestyksessä. Tekstit rakennettiin lyhyiksi lauseiksi tavoitteena pitää ohjeet yksinkertaisena ja helppolukuisina niin, että ammattihenkilö osaa lukea niitä. Tekniset termit kirjoitettiin niiden virallisilla nimillä, eikä slangisanoja käytetty. Kokoonpanon osiin viitattaessa käytettiin sekä osan nimeä että varastointinumeroa ymmärtämisen helpottamiseksi.

Jokainen kokoamisvaihe päättyy havainnollistaviin kuviin. Ne auttavat kokoonpanijaa tekstin ymmärtämisessä. Kuvat pyrittiin kuvaamaan mahdollisimman tarkasti ja epäselvät sekä piilossa olevat yksityiskohdat esitettiin nuolilla. Kuvaaminen tapahtui aina kokoamisasteella, jottei kuvissa esiinny lukijaa harhauttavia ylimääräisiä yksityiskohtia. Kuvat numeroitiin ja niihin viitattiin aina lauseiden perässä.

5 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Ohjeet luovutettiin Cencorp Automationille kuuden viikon harjoittelujakson päätteeksi, ja ne siirtyivät laatuinsinöörin tarkistettavaksi. Yritys lisää ohjeisiin vielä virallisia merkintöjä ennen käyttöönottoa ja arkistoi ne tietokantaansa.

5.1 Työn eteneminen

Jokaisen moduulin ohjeet rakennettiin kokoonpanijoiden työtä seuraamalla. He selostivat työvaiheita ja kuvailivat syitä kokoonpanojen eri ratkaisuihin. Työvaiheet ja materiaalit kirjattiin aina ensin muistivihkoon nopean työtahdin takia. Tämän jälkeen muistivihon merkinnät siirrettiin varsinaiseen ohjekirjaan, missä niistä rakennettiin yksinkertaisia ohjeita. Jokaisen moduulin kokoonpanossa kesti keskimäärin kolme työpäivää. Normaalisti aikaa kuluisi vähemmän, mutta kokoonpanijoiden panostus ohjeiden luomiseen nosti moduulien kokoonpanoaikaa. Jokaisen työohjeen luomisessa kesti noin 10–12 työpäivää. Työohjeiden teon yhteydessä päivitettiin myös moduulien sähköiset osaluettelot. Ne sisälsivät käytöstä poistuneita osia, eikä kaikkia osia oltu kirjattu lainkaan.

5.2 Työn laatu ja parannusehdotukset

Työn alussa oli hieman vaikeuksia sisäistää työtehtävää johtuen nopeasta työtahdistista ja uudesta työympäristöstä. Ohjeiden rakenteen suunnittelu jäi vajaaksi ja tämän takia ensimmäiseksi tehdystä tarttujaohjeesta tuli ulkonäöltään hieman erinäköinen, kuin muista ohjeista. Kaikista ohjeista unohtui myös automaattinen sisällysluettelo, joka päivittyisi automaattisesti aina kun ohjekirjan sivuja muokataan. Vaikean alun jälkeen työ alkoi kuitenkin sujua hyvin, eikä ongelmia enää tullut vastaan. Kokoonpanijat tekivät välitarkastuksia ja virheet pyrittiin korjaamaan heti. Parannusehdotuksena ohjeiden tiedostomuoto voitaisiin kenties vaihtaa PowerPoint-tiedostoksi. Diaesityksenä ohjeiden rakentaminen olisi helpompaa ja niiden lukeminen onnistuisi helposti tietokoneelta. Se ei kuitenkaan ole hyvä esitystapa paperilta luettaessa.

5.3 Työn tulevaisuus

Ohjekirjoja tullaan varmasti päivittämään tulevaisuudessa, sillä automaatiotekniikka kehittyy koko ajan. Piirilevyt ja niiden työstökoneet tulevat muuttumaan ja moduuleihin kehitellään uusia toimintaratkaisuja, jolloin vanhat ratkaisut väistyvät niiden tieltä. On tärkeää, että aina kun moduulien rakennetta muutetaan, muutokset päivitetään myös ohjeisiin sekaannusten välttämiseksi. Tällä hetkellä sähköisten osaluetteloiden muutokset täytyy jälkikäteen päivittää manuaalisesti ohjeisiin. Tulevaisuudessa osaluettelot voitaisiin linkittää suoraan ohjeisiin, jolloin ohjeiden osaluettelot pysyisivät aina ajan tasalla.

Valmistuneet ohjeet saatetaan kääntää eri kielille tulevaisuudessa. On tärkeää, että tekstin kääntämisen tekee henkilö, jolla on sekä tekninen osaaminen, että kielellinen pätevyys kääntää ohjeet toiselle kielelle. Suomenkielessä on monia sääntöjä, jotka suoraan käännettynä menettävät merkityksensä. Mikäli moduulien kokoamisessa esiintyy virheitä oikeasta kieliopista huolimatta, on paras tarkistaa ohjeet asiavirheiden varalta.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda kokoonpano-ohjeet piirilevyjyrsimen moduuleille. Toimeksiantajan Cencorp Automationin ongelmana olivat vanhentuneet kokoonpano-ohjeet. Niissä ei ollut kokoonpanoa selkeyttäviä kuvia ja ne sisälsivät vanhentunutta tietoa, kuten käytöstä jo poistuneita osia. Uusien ohjeiden tuli olla selkeitä, sekä helppolukuisia niin, että uudet työntekijät osaavat lukea niitä.

Työn tuloksena luotiin kokoonpano-ohjeet kolmelle piirilevyjyrsimen moduulille. Ohjeet luotiin tarttuoja-moduulille, X-akseli-moduulille sekä ZW-moduulille. Tarttujalle ja ZW-moduulille ei ollut olemassa ohjetta ennestään ja X-akselin vanhentunut ohje uusittiin kokonaan. Ohjeista saatiin selkeät ja helppolukuiset niin kuin tavoitteena oli. Ohjeiden toimivuutta ei varsinaisesti päästy testaamaan, sillä yrityksessä ei ollut uusia, vasta työssä aloittaneita kokoonpanijoita. Ohjeiden tekemisessä auttaneet kokoonpanijat kuitenkin varmistivat, ettei ohjeisiin jäänyt virheitä. He myös tekivät testikokoonpanoja seuraamalla vain luotuja ohjeita. Ohjeita tullaan päivittämään yrityksen tarpeiden mukaan. Ohjeiden luomisen yhteydessä päivitettiin myös sähköiset osaluettelot.

Työ oli kaikin puolin opettavainen kokemus. Sain työn ohessa tutustua Cencorp Automationin tuotantotiloihin ja pääsin tarkastelemaan laitteiden kokoonpanoa. Kollegani olivat erittäin avuliaita ja yhteistyö heidän kanssaan onnistui hyvin. Opin paljon uusia teknisiä termejä ja kokonaiskuvani insinööriyöstä laajeni.

LÄHTEET

Aaltonen, J.; Kousa, S. & Stor-Pellinen, J. 2002. Elektroniikan perusteet. 3., korjattu painos. Limes ry.

Cencorp Automation Oy. 2018. Company. Viitattu 16.8.2018. <https://cencorpautomation.com/company>

Haiko, T.; Salonen, K. & Harju, T. 2012. Digitaalielektroniikka. 1. painos. Helsinki. Sanoma Pro Oy.

Haiko, T. 2009. Analoginen Elektroniikka. 1. painos. Helsinki. WSOY Pro Oy.

Heinävaara 2018. Haastattelu. Esimies Cencorp Automationissa. Mika Heinävaaraa haastatteli 15.10.2018 Elias Akkanen

How milling machines work. Viitattu 3.11.2018. <https://www.thomasnet.com/articles/machinery-tools-supplies/how-milling-machines-work>

Kotimaisten kielten keskus ja Kielikone Oy. 2018. Viitattu 6.11.2018. <https://www.kielitoimiston-sanakirja.fi/moduuli>

Leino, L. 2017. Robottitarttujen perehdytysmateriaalin laatiminen Valmet Automotiven korihitsaamoon. Opinnäytetyö. Turku AMK. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/132701/Leino_Lauri.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Liker, J. & Meier, D. 2006. The Toyota Way Fieldbook. The McGraw-Hill Companies Inc.

Mulder, P. 2015. Scientific Management and Taylorism. Viitattu 4.10.2018. <https://www.toolshero.com/quality-management/scientific-management/>

Pyhälähti, M. 2012. Käyttö- ja kokoamisohjeet – haaste tekstintekijälle. Viitattu 28.8.2018. <https://www.kielikello.fi/-/kaytto-ja-kokoamisohjeet-haaste-tekstintekijalle>

Sattel, S. The History of PCBs. Viitattu 16.8.2018. <https://www.autodesk.com/products/eagle/blog/history-of-pcbs/>

What's next for PCBs? Viitattu 18.8.2018. <https://www.pcbcart.com/article/content/future-of-pcbs.html>

Cencorp 1000 BR Evolution



Cencorp 1000 BR EVO Depaneling

Fast and Flexible PCB Depaneling

Our 4th generation depaneling bottom router Cencorp 1000 BR, chosen by world-class manufacturers for its reliability and quality has now been upgraded to 1000 BR Evolution. New machine control system and our latest user interface makes this router now even more attractive. New streamlined technical design makes the maintenance easier and reduces maintenance costs and machine down time

To ensure higher yield when running several product variants we have included automatic rail adjust, automatic program change and equipped our BR with servo gripper mechanism to eliminate the need for any manual intervention or special tooling requirements.

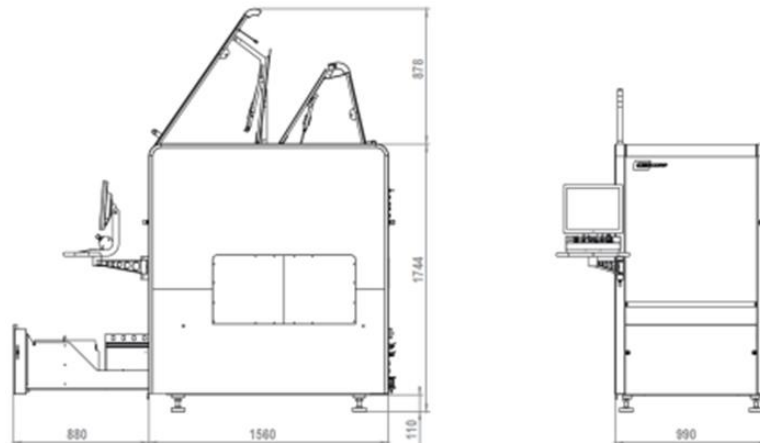
Equipped with extensive software options covering off-line CAD import, MES connectivity and traceability BR 1000 EVO meets the toughest quality demands in electronics industry today.

When selecting Cencorp as your router supplier You can be sure to use the original bottom router technology invented by Cencorp already back in the 1980s.





Cencorp 1000 BR EVO Technical Data



Pick & Place Work Envelope X-travel: 645 mm Y-travel: 940 mm Z-travel: 150 mm W-travel: 360 deg	Pick & Place Performance Max. axis speed: 2000 mm/s Max. acceleration: 15000 mm/s ² Rec. routing speed: 20–50 mm/sec	External Vacuum System Nilfisk Ec: Optional Ruvac: Optional Others: Optional Dust Flow Control: Optional
Router Work Envelope X-travel: 450 mm Y-travel: 415 mm Z-travel: 50 mm	Base Standards Teach In (CATS): Camera assist Broken bit detection: Optical Routing bit storage: 10+10 pcs Dust extraction support: Air ionisation	Software Options CMS: Local SPC APCC: Auto Prg. Change Barcode support: 1D or 2D
Accuracy Repeatability (x,y,z): ±0.03 mm [3 s] Repeatability (W): ±0.05 o [3 s]	Gripper System PCB pick & place: Servo gripper Gripper finger width: Programmable Gripper finger change: Automatic Gripping identification: Standard Tool rack f. gripper finger: 3–4 positions Pneumatic multigripper: Optional	Machine Dimensions Width: 992 mm Depth: 1560 mm Height: 1744 mm Weight: 1700 kg
Board Handling (panel) Min PCB size: 50x50 mm Max PCB size: 450x350 mm Thickness, max: 5mm Transfer protocol: SMEMA Optional: WMV Transfer height: 900+–25mm PCB conveyor type: Two segment Top clearance: 70 mm Bottom clearance: 20mm Conveyor speed up to: 16m/min adjustable Width adjustment**: Programmable Locking pins adj.: Programmable PCB stopper pos.: Programmable	Graphical User Interface Operating system: Windows USB memory: Standard Touch screen: Standard Network connection: Optional	Electrical Service Requirements Voltage EU (USA): 400 (208) VAC 10% Frequency EU (USA): 50 (60) Hz Branch circuit size: 16 A Average power cons.: 2 kW / phase
Machine Vision CATS: Standard Active vision: Optional Fiducial reg.time: < 1 s	Pneumatics Service Requirements Pressure: 5–7 bar ±10%, dry clean air Approx. air consumption: 100 l/min	Environmental Requirements Operating temperature: 10 ... 40°C Operating humidity (RH): 30% ... 85%
** Patented: US6222629, FI105315, Pending EP		

Cencorp Automation Ltd • Satamakatu 16, FI-24100 Salo, Finland • tel +358 40 717 0811, fax +358 2 551 1220 •
 www.cencorpautomation.com • VAT no. FI26385367

