

Asennus- ja käyntiinajo-ohje ohutlevy tuotteiden valmistusjärjestelmälle

Juuso Mäkinen

Opinnäytetyö

Kesäkuu 2018

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), energiatekniikan tutkinto-ohjelma

| | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Tekijä(t) Mäkinen, Juuso | Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä Kesäkuu 2018 |
| | Sivumäärä 42 | Julkaisun kieli Suomi |
| | | Verkojulkaisulupa myönnetty: Kyllä |
| Työn nimi Asennus- ja käyntiinajo-ohje ohutlevy tuotteiden valmistusjärjestelmälle | | |
| Tutkinto-ohjelma Energiatekniikan tutkinto- ohjelma | | |
| Työn ohjaaja(t) Parviainen, Miikka & Kivistö, Hannu | | |
| Toimeksiantaja(t) FINN- POWER Oy | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Toimeksiantaja toimi ohutlevytyökoneiden ja järjestelmien valmistukseen erikoistunut FINN- POWER Oy. Tehtävänä oli luoda asennus- ja käyntiinajotoimien tarkastuslistat yrityksen PSBB- valmistusjärjestelmälle, johon sisältyi pääosiltaan automaattivarasto, levytyökeskus ja taivutusautomaatti. Toisena tehtävänä oli tutkia käyntiinajoprosessin nykytilaa asiakkaan tiloissa tehtävien käyntiinajotoimien ohella. Tarkastuslistojen tavoitteena oli selkeyttää käyntiinajoprosessin kulkua työntekijöille, sekä toimia dokumentaationa tehdyistä toimenpiteistä.</p> <p>Työ toteutettiin toimintatutkimuksena, jossa työn tekijä osallistui käyntiinajotoimiin yrityksen tuotantotiloissa ja asiakaskohteessa. Aineisto analysoitiin laadullisin menetelmin ja sen perusteella kerättiin perustietämystä järjestelmän toiminnasta ja tarkastuslistojen rakenteesta. Tietämystä tarkennettiin avoimien ja teemahaastattelujen keinoin. Haastatteluja ja havainnointia käytettiin käyntiinajotyön tilan kartoittamiseen.</p> <p>Tuloksina saatiin kaksi kappaletta tarkastuslistoja. Mekaanisesta asennustyöstä ja käyntiinajotoimenpiteistä tehtiin erilliset tarkastuslistat. Aineistona olleita ohjeita ja tarkastuslistoja analysoitiin ja niiden rakenteesta löytyi kehitettävää. Käyntiinajon nykytila kartoitettiin päällisin puolin, joten vain kriittisimmät kehityskohteet saatiin selville.</p> <p>Työssä tehtyjen tarkastuslistojen pohjalta pystyy jatkossa rakentamaan mallin myös muiden järjestelmäkohtaisten tarkastuslistojen luomiseen. Jatkotoimenpiteinä tarkastuslistat tarvitsevat tarkennusta käyntiinajokohteessa. Nykytilan kartoitusta pystyy käyttämään hyväksi mahdollisessa jatkotutkimuksessa käyntiinajoprosessin toiminnasta ja kehittämisestä.</p> | | |
| <p>Avainsanat (asiasanat) Tarkistuslista, dokumentointi, ohutlevyvalmistus, käyntiinajo, toimintatutkimus</p> | | |
| <p>Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet) Opinnäytetyön liitteet 4 ja 5 ovat salassapidettäviä ja piilotettu julkisessa versiossa. Salassapidon perusteena on Julkisuuslain mukainen yrityksen liikesalaisuus. Salassapitoaika on viisi (5) vuotta.</p> | | |

| | | |
|--|--|--|
| Author(s) Mäkinen, Juuso | Type of publication Bachelor's thesis | Date June 2018 Language of publication: Finnish |
| | Number of pages 42 | Permission for web publication: Yes |
| Title of publication Assembly and start-up instruction for sheet metal manufacturing system | | |
| Degree programme Degree programme in Energy Technology | | |
| Supervisor(s) Parviainen, Miikka & Kivistö, Hannu | | |
| Assigned by FINN- POWER Oy | | |
| Abstract <p>Employer of the thesis was FINN- POWER Oy. Its field of business is engineering and producing automated sheet metal processing machinery. Assignment was to produce installation and start- up checklists for PSBB- manufacturing system. Main parts of the manufacturing system are automated storage, punching machine and automatic bending machine. Another assignment was to research current state of start-up process at customer projects. Main priority for checklists was to clarify start- up process for start- up engineers and increase level of documentation.</p> <p>Ways of activity analysis was used for project. Textual material was analyzed by the ways of qualitative method. Textual material were used to increase acknowledge about the system and structure of the checklists. Acknowledge was specified by the interviews. Interviews and observing was used to search the state of start- up process.</p> <p>As a result of the thesis was two checklists. One for the installation and another for the start- up. Textual material was analyzed and there were some developable structural parts. Current state of the start- up was researched quite narrow and only the most critical targets of development were found.</p> <p>It is possible to use developed start- up checklists to produce another system checklists. As following operation it is important to increase acknowledge about the system at start- up site. It is also possible to use research about the current state of start- up for upcoming projects of start- up and development.</p> | | |
| Keywords/tags (subjects) Checklist, documentation, sheet metal manufacturing, start- up, activity analysis | | |
| Miscellaneous (Confidential information) Appendices 4 and 5 are confidential which have been removed from the public thesis. Grounds of secrecy: Business or professional secret. Period of secrecy is five (5) years. | | |

Sisältö

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Lähtökohdat | 4 |
| 1.1 | Opinnäytetyön tausta..... | 4 |
| 1.2 | Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus | 4 |
| 1.3 | Työn toteuttaminen ja aineisto..... | 5 |
| 1.4 | Tutkimusmenetelmät | 6 |
| 2 | Käyntiinajo ja tarkastuslistojen käyttö | 7 |
| 3 | Lyhenteet ja käsitteet | 7 |
| 4 | Levyntyöstötekniikat | 8 |
| 4.1.1 | Lävistäminen..... | 8 |
| 4.1.2 | Suuntaisleikkaus | 10 |
| 4.1.3 | Taivuttaminen..... | 11 |
| 5 | PSBB- järjestelmä | 12 |
| 6 | Automaatiojärjestelmä..... | 19 |
| 6.1.1 | Automaatiojärjestelmän rakenne..... | 19 |
| 6.1.2 | Ohjaus ja ohjelmistot..... | 20 |
| 7 | Koneturvallisuus ja turvalaitteet | 21 |
| 7.1 | Koneturvallisuus | 21 |
| 7.2 | Turvalaitteet | 22 |
| 8 | Ohjeistus ja dokumentointi..... | 26 |
| 8.1 | Ohjeen laatiminen | 26 |
| 8.2 | Dokumentointi | 26 |
| 9 | Haastattelut | 28 |
| 9.1 | Haastattelutyypit..... | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 10 Käyntiinajajien haastattelut | 29 |
| 11 Tulokset | 30 |
| 11.1 Tarkastuslistan rakenne | 30 |
| 11.2 Haastattelujen tulokset | 31 |
| 11.3 Käyntiinajon nykytila | 33 |
| 12 Pohdinta | 33 |
| Lähteet | 35 |
| Liitteet | 38 |
| Liite 1. Termit osa 1 | 38 |
| Liite 2. Termit osa 2 | 39 |
| Liite 3. Termit osa 3 | 40 |
| Liite 4. Installation checklist (salassa pidettävä) | 41 |
| Liite 5. Start- up checklist (salassa pidettävä) | 42 |
| Kuviot | |
| Kuvio 1. Lävistystyökalu | 9 |
| Kuvio 2. Erikoistyyökalulla tehty tuuletusaukko | 10 |
| Kuvio 3. PSBB- valmistusjärjestelmä | 12 |
| Kuvio 4. PSBB- järjestelmällä valmistettava kaappi | 13 |
| Kuvio 5. Yksilohkoinen Combo- varasto | 14 |
| Kuvio 6. Night Train FMS | 15 |
| Kuvio 7. Shear Genius ja lastauslaite LD..... | 16 |
| Kuvio 8. Multi-Tool lävistystyökaluja | 16 |
| Kuvio 9. SPB- kappalepuskuri | 17 |
| Kuvio 10. PSR- poiminta- ja pinontarobotti ennen taivutusautomaattia | 18 |
| Kuvio 11. Automaatiojärjestelmän ohjauksen rakenne..... | 20 |
| Kuvio 12. Turvavaloverhon käyttökohde | 23 |

| | |
|---|----|
| Kuvio 13. Schmersal turvalukko | 24 |
| Kuvio 14. Kosketukseton turvarajakytkin | 25 |

1 Lähtökohdat

1.1 Opinnäytetyön tausta

Opinnäytetyö tehtiin Kauhavalla toimivalle Finn-Powerille Oy:lle. Yritys on perustettu vuonna 1969 ja PLC- ohjattujen ohutlevytyöstökoneiden valmistus alkoi 80- luvulla. Nykyisin Finn-Power on osa italialaista Prima Industrie- konsernia, joka jaotellaan Prima Poweriin ja Prima Electroon. Prima Powerin toimintaan kuuluu nykyaikaisten automatisoitujen ohutlevyvalmistusjärjestelmien sekä levytyökeskusten suunnittelu, valmistus ja asentaminen.

Työn aiheena on Prima Powerin PSSB FMS- järjestelmän asennukseen ja käyntiinajoon käytettävä tarkastuslista, sekä alustava tutkimus prosessin nykytilasta mahdollisia kehitystoimia varten. Yritykseltä löytyy jo tällä hetkellä käytössä olevia ohjeita ja tarkastuslistoja tuotteiden testaukseen ja käyntiinajoon, sekä parametrintiin tuotantotiloissa. Kyseinen tarkastuslista tehdään nimenomaan asiakkaalla tapahtuvaa asennus- ja käyntiinajotyötä varten, joka poikkeaa tuotantotiloissa tehtävästä testauksesta. Tarkastuslista tulee yrityksen sisäiseen käyttöön. Aihe valikoitui toimeksiantajan tarpeesta selkeyttää asennus- ja käyntiinajoprosessia ja tehdä työn kulusta helpommin omaksuttava, esim. vähemmän kokemusta kyseisestä järjestelmästä omaaville työntekijöille. Myös nykyaikaisten levyntyyöstöjärjestelmien laaja automaation ja tiedonsiirron määrä lisää haasteita käyntiinajoprosessille. Aiheen valintaan vaikutti myös opinnäytetyön tekijän kiinnostus automaatiojärjestelmiä ja levytyöstössä käytettävää laitteistoa kohtaan.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus

Aihealue rajattiin PSBB- järjestelmään, joka kattaa automaattivaraston, levytyökeskuksen, lajittelurobotin ja levyntaivuttimen. Jokaisesta järjestelmän soluista on olemassa useita malliversioita ja revisioita, mutta tarkastuslistan laatimisessa pyritään luomaan yksinkertaistettu ja työn loogista kulkua kuvaava. Yksityiskohtaisesti yhtä järjestelmävariaatiota kuvaava tarkastuslista ei olisi järkevä toteuttaa, koska lähes kaikki PSBB- järjestelmät poikkeavat hieman toisistaan

erilaisten optioiden ja malliversioiden osalta. Tarkastuslistan laatimiseksi on tunnettava järjestelmän toiminta, sekä käyttöön ja asennustapoihin vaikuttavat tekijät.

Tavoitteena oli luoda selkeä tarkastuslista PSBB- järjestelmän asennus- ja käyntiinajoa varten ja tutkia asiakkaan tiloissa tehtävän asennus- ja käyntiinajoprosessin toimintaa. Tarkastuslistan ideana on toimia helposti seurattavana koko asennus- ja käyntiinajoprosessin ajan. Tarkastuslistan käyttö helpottaa uusien ja vähemmän järjestelmäkohtaista kokemusta omaavien työntekijöiden perehtymistä laitteiston asennus- ja käyntiinajotoimiin. Siitä on tarkoitus tehdä selkeä ja yksinkertainen malli, jota pystytään käyttämään työn kulkua kuvaavana. Tarkastuslistan avulla käyntiinajotoimien etenemistä voidaan seurata ja tehdyistä toimenpiteistä jää dokumentaatio yrityksen haltuun. Tarkastuslistan laatimisen yhteydessä käydään läpi asennuksen kulku ja etsitään mahdollisia kehityskohteita, sekä päivitettyjä toimintatapoja.

1.3 Työn toteuttaminen ja aineisto

Työn toteuttaminen alkoi aiheen tarkentamisesta opinnäytetyön toimeksiantajan kanssa. Aiheen tarkentuessa pohdittiin työn laajuutta ja ajankäyttöä. Jo tässä vaiheessa oli selvää, että työtä varten kerättäisiin yrityksen hallussa olevaa kirjallista aineistoa koskien PSBB- valmistusjärjestelmää. Soveltuvaa aineistoa oli esim. asennusohjeet ja tarkastuslistat valmistusjärjestelmän soluista, kuten esim. levytyökeskuksesta ja lastauslaitteesta.

Toimeksiantajalta kerätty kirjallinen aineisto analysoitiin laadullisia menetelmiä käyttäen. Koko aineisto luettiin läpi, jolloin siitä saatiin hyvä yleiskuva. Aineistoa alettiin luokitella käyttäen kriteereinä aineiston selkeyttä lukijalle, sekä ohjeiden ja tarkastuslistojen rakenteen johdonmukaisuutta. Tämän perusteella aineiston sisältämät tarkastuslistat jaoteltiin luokittelukriteerien mukaisesti. Selkeimmän ja johdonmukaisimman rakenne otettiin malliksi tehtävään tarkastuslistaan. Kirjallisen aineiston tietojen perusteella alettiin pohtia tietoperustan rakennetta siitä löytyviä tietoja.

Muita aineiston keräysmenetelmiä olivat havainnointi ja laitteistoon tutustumisen aikana tehtävät käyntiinajajien teemahaastattelut. Työn edetessä seurattiin hallissa tehtävää käyntiinajotyötä ja todettiin, että varsinaisen asiakkaan tiloissa tapahtuvan loppuasennuksen seuraaminen olisi tärkeää opinnäytetyön kannalta.

Tietoperustan sisällön suunnitteleminen aloitettiin tutustumalla työnantajalla saatuun aineistoon, joka sisälsi useita työohjeita, tarkastuslistoja ja esitteitä järjestelmän soluista. Etsimällä avainsanoja ja yhtäläisyyksiä järjestelmän eri osien asennuksesta ja käyntiinajotoimenpiteistä, pystyttiin tietoperustasta luomaan kattava ja riittävän laaja kokoelma nykyaikaisen ohutlevyvalmistusjärjestelmän toiminnasta sekä asennus- ja käyntiinajotoimenpiteisiin vaikuttavista seikoista. Tietoperustan määrittelemiseksi käyntiinajotoimissa oltiin mukana ja sen perusteella pohdittiin tärkeitä asioita niiden onnistumiseksi.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Kerätyn kirjallisen aineiston perusteella tutkimus toteutettiin laadullisena eli kvalitatiivisena tutkimuksena. Perusteita tälle olivat aineiston rakenne ja materiaalin monimuotoisuus. Sen käsittely määrällisen tutkimuksen keinoilla ei olisi ollut järkevää, koska aineiston analysointi numeraalisesti tai tilastollisesti ei ollut mahdollista.

Laadullisen tutkimusmenetelmän haasteina oli aineiston analysointi, koska siinä esiintyvien asioiden ymmärtäminen vaati järjestelmän tuntemusta. Tämän vuoksi tietämystä kirjallisen aineiston sisällöstä lisättiin järjestämällä haastatteluja työntekijöille, jotka olivat työskennelleet laitteiden parissa useita vuosia.

Kohdentamalla kysymykset kirjallisen aineiston alueille, joissa oli epäselvyyksiä, saatiin lisättyä tietämystä juuri näistä seikoista. Tärkeänä aineistonhankintamenetelmänä käytettiin myös havainnointia.

Pääosin työskentely suoritettiin toimintatutkimuksen keinoin. Tähän päädyttiin, koska toimintatutkimuksen keinot soveltuivat tarkastuslistojen luomiseen.

Tarkastuslistojen tavoitteena oli luoda muutos toimintamalleihin

käyntiinajokohteissa. Toimintatutkimuksessa tutkija oli osana työryhmää ja toimi

käytännönläheisesti osana tutkittavaa ympäristöä. Siinä sulautuivat systemaattinen tietojen keräys esim. kirjallisen aineiston ja haastattelujen muodossa, joka liitettiin käytännön työskentelystä löydettyihin toimintamalleihin. Osittain tutkimuksessa keskityttiin ihmisten toimintamallien arviointiin ja tarkastuslistojen käyttöä pohdittiin näiden perusteella.

2 Käyntiinajo ja tarkastuslistojen käyttö

Käyntiinajolla tarkoitetaan asennetun laitteiston saattamista käyttökuntoon. Käyntiinajo ei sisällä varsinaisesti mekaanisia asennustoimia, mutta laitteiston säätämistä. Pääosa käyntiinajon toimenpiteistä sisältyy automatisoidun järjestelmän toimintakuntoon saattamiseen ja laitteiston toiminnan varmistamiseen erilaisissa käyttötilanteissa. Käyntiinajaessa on varmistuttava laitteiston toiminnasta myös vikatilanteissa ja turvallisuudesta laitteita käytettäessä. Turvallisten raja- arvojen asettaminen onkin yksi tärkeistä toimenpiteistä.

Käyntiinajon etenemistä valvotaan usein tarkastuslistoilla. Työntekijöiden näkökulmasta tarkastuslistojen käyttö selkeyttää prosessin kulkua. Niiden käyttö tekee myös työryhmien välisestä työskentelystä ja työvaiheiden tilasta helpommin seurattavan. Työntekijöiden välillä ne toimivat dokumentteina tehdyistä käyntiinajotoimista. Yrityksen kannalta tarkastuslistat ovat kätevä tapa seurata työn etenemistä ja suunnitellun aikataulutuksen toteutumista. Niiden avulla pystytään jäljittämään tietyn työvaiheen tekijät ja ajankohta esimerkiksi ongelmatilanteiden varalle. Asiakkaan näkökulmasta tarkastuslistoilla voidaan todentaa tiettyjen työsuoritteiden valmistuminen projektin mukaisessa aikataulussa ja asiakas voi varmistua laadukkaasta työstä.

3 Lyhenteet ja käsitteet

Nykyaikainen levyntyyöstö- ja konetekniikka sisältää paljon lyhenteitä ja erikoissanastoa. Tässä kappaleessa on koottu työn kannalta merkittävät lyhenteet ja käsitteet sisällön ymmärtämiseksi. Osa lyhenteistä ja käsitteistä ovat yleisesti käytössä olevia konetekniikkaan ja levyntyyöstöön liittyviä käsitteitä. Prima Powerilla on käytössä myös useita omia tuotteisiin ja työstötapoihin liittyviä termejä ja

lyhenteitä, jotka ovat tärkeitä tietää työn sisällön ymmärtämiseksi. Lyhenteet on esitetty Liitteissä 1,2 ja 3.

4 Levyntyöstötekniikat

Työstömenetelmien tunteminen on tärkeää, jotta järjestelmän toimintaan pystytään perehtymään. Kun työstömenetelmät ja laitteiston toiminta tunnetaan, voidaan asennus- ja käyntiinajotoimet suorittaa onnistuneesti, sekä tarkastuslistasta tehdä kattava. Sen vuoksi tietoperustassa käsitellään PSBB- valmistusjärjestelmälle tyypilliset ohutlevyntyöstötekniikat lävistäminen, kulmaleikkaus ja taivutus.

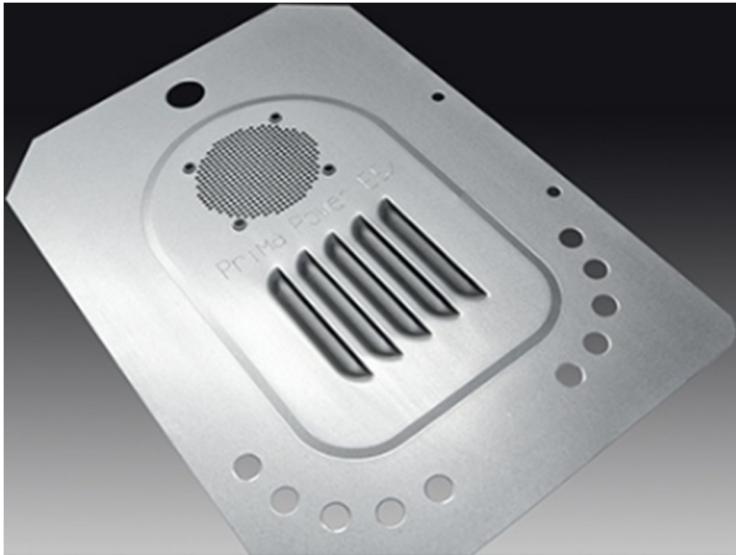
4.1.1 Lävistäminen

Lävistämällä tarkoitetaan erilaisten suljettujen muotojen leikkaamista ohutlevyyn. Jos levyyn leikataan avoimia muotoja lävistintä käyttäen, on kyseessä nakertaminen. Lävistimiä käytetään nykyään pääosin servotoimisilla sähkömoottoreilla ja kuularuuvilla. Lävistyksessä käytettävä puristusvoima on luokkaa 150-600 kN. Lävistin koostuu tyynystä, pistimestä ja irrottimesta. Pistin on työstettävän levyn yläpuolinen liikkuva osa, joka lävistää levyn. Tyyny on pistimen parina toimiva levyn alapuolinen osa, joka ottaa levyyn kohdistuvan pistimen aiheuttaman voiman vastaan ja tukee levyä (ks. Kuvio 1).



Kuvio 1. Lävistystyökalu (Ultratech high performace n.d., muokattu)

Lävistimeen on saatavilla myös erilaisia erikoistyökaluja. Erikoistyökaluilla voidaan ohutlevyyn muovata mm. tuuletusaukkoja, jäykistäviä muotoja ja syvennyksiä. Pääperiaatteena on, että levy puristetaan pistimen ja tyynyn väliin. Tällöin levy muotoutuu halutulla tavalla. Nakerrusta ja erityistyökalujen käyttöä varten levytyökeskuksiin on saatavilla numeerisesti ohjattuja kääntyviä työkaluja. Näitä kääntötyökaluja kutsutaan INDEX- työkaluiksi. Niillä on oma työkalupaikka työkalurevolverissa (turret), jonka rakenne mahdollistaa pistimen kääntämisen haluttuun astekulmaan. Kuviossa 2 on esitetty erikoistyökalulla tehtyjä tuuletusaukkoja. (Matilainen, Parviainen, Havas, Hiitelä, Hultin 2011, 179-183)



Kuvio 2. Erikoistyökälulla tehty tuuletusaukko (Prima Power The Punch Ex series n.d)

Lävistämisen vaiheet voidaan jakaa karkeasti neljään eri vyöhykkeeseen. Pistimen terän tunkeutuessa materiaaliin syntyy pyöristynyt vajaasärmä, sekä leikkausvyöhyke, jota kutsutaan myös kiillottuneeksi vyöhykkeeksi. Kiillottuneen vyöhykkeen alapuolelle syntyy murtunut vyöhyke, jossa materiaalin leikkaantumisen loppuu ja murtuminen alkaa. Alapintaan syntyy kappaleen irrotessa jäystettä. (Havas 2008, 3.)

4.1.2 Suuntaisleikkaus

Suuntaisleikkaus on yleisin menetelmä leikata ohutlevyyn suoraviivaisia linjoja. Yleensä suuntaisleikkauksessa leikataan ohutlevyyn 90-asteen kulmassa toisiinsa nähden olevia leikkauksia. Suuntaisleikkausta käytetään suorareunaisten kappaleiden irrottamiseen levyaihiosta, sekä jäljelle jääneen levyrainan paloitteluun jätekuljettimelle sopivan kokoisiksi kappaleiksi. Leikkauksessa käytettävä leikkuri koostuu ylä- ja alapuolisesta terästä. Erilaisia suuntaisleikkausmenetelmiä ovat yhdensuuntainen leikkaus, viistoleikkaus ja heilurileikkaus. Kulmaleikkureissa on käytössä terä, joka leikkaa yhdensuuntaisesti ja teräpalat ovat 90-asteen kulmassa toisiinsa nähden.

Suuntaisleikkauksen tärkeimpiä säätötoimenpiteitä on oikean teräväljin säätäminen leikkurille. Teräväljin säädöllä tarkoitetaan leikkausterien reunojen välistä etäisyyttä

kohtisuoraan leikkauslinjaan nähden. Teräväli säädetään, jotta leikkausvoimat eivät kasva liian suuriksi (terän kuluminen) ja leikattu pinta pysyy hyvälaatuisena. Tavoiteltu leikkauspinnan muoto on yleensä kohtisuora leikkaus levyn pintaan nähden. Leikkauspinnan kohtisuoruuden säätöön voidaan vaikuttaa muuttamalla terien viistokulmaa. Viistokulman säätö on tarpeellista vasta yli 16mm paksujen levyjen leikkauksessa. Terävälän säätöön vaikuttaa leikattavan levyn materiaali. Yleisenä säätöarvona voidaan pitää, että teräväli säädetään 10% levyn paksuudesta. (Matilainen, Parviainen, Havas, Hiitelä, Hultin 2011, 169-174.)

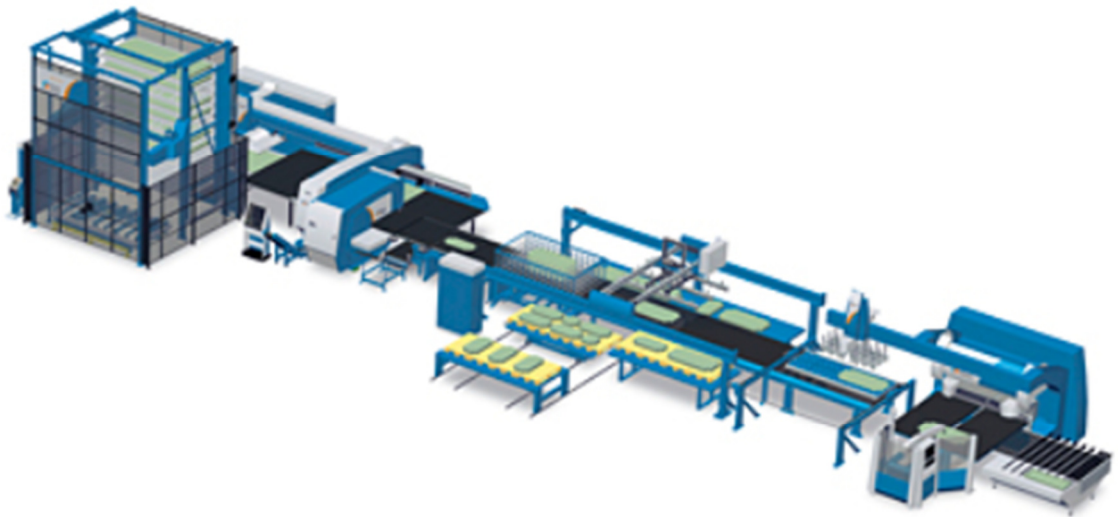
4.1.3 Taivuttaminen

Useita ohutlevytuotteita valmistettaessa on tarpeellista taivuttaa aihioita. Harvat valmiit tuotteet ovat kaksiulotteisia. Taivuttamiseen on käytössä useita eri tekniikoita ja menetelmiä, mutta peruspiirteittäin taivutustapahtuma voidaan jakaa aina kolmeen eri vaiheeseen. Taivutuksen alkuvaiheessa tapahtuu elastinen taivutus. Tämän aikana ohutlevymateriaalin myötöraja ei ole ylitetty ja levy palautuu alkuperäiseen muotoonsa. Elastisen taivutusvaiheen jälkeen siirrytään elastis-plastiseen taivutukseen. Materiaalin myötölujuus levyn pinnoilla ylittyy ja metalli alkaa muovautua pysyvästi ulkopinnoilla keskustaa kohti. Tässä vaiheessa elastisena olevat osiot pyrkivät palauttamaan levyn alkuperäiseen muotoonsa, mutta plastinen muodonmuutos on aiheuttanut levyyn pysyvän venymän. Plastisen taivutuksen vaiheessa elastisten kohtien osuus pienenee ja levyyn syntyy pysyviä muodonmuutoksia. Eri vaiheiden huomioiminen on tärkeä osa taivutettavien ohutlevykappaleiden suunnittelua ja taivutusautomaatin ohjelmointia.

Nykyaikainen ja automatisoitu tapa tehdä taivutuksia on käyttää taivutusautomaattia. Se soveltuu erityisesti reunoilta taivutettujen tuotteiden valmistukseen. Taivutusautomaatti koostuu kappaleenkäsittelijästä, joka koordinoi numeerisesti levyn sijaintia taivutuspöydällä. Kappaleenkäsittelijä kykenee myös kiertämään levyä vaakatasossa, jotta aihiolevyn eri reunoille tehtävät taivutukset ovat mahdollisia. Ylempi- ja alempi levynpidin pitävät levyä paikoillaan taivutusprosessin ajan. Varsinaisen taivutustoimenpiteen suorittavat alempi ja ylempi taivutustyökalu. Työkalun kärki kääntää levyn reunan haluttuun kulmaan levynpitimiä vasten. (Matilainen, Parviainen, Havas, Hiitelä, Hultin 2011, 239- 267.)

5 PSBB- järjestelmä

Finn-Powerin PSBB- järjestelmä on suunniteltu lävistämällä, leikkaamalla ja taivuttamalla valmistettävien ohutlevytuotteiden valmistusjärjestelmäksi. PSBB on lyhenne sanoista Punch (lävistys), Shear (leikkaus), Buffering (puskurointi) ja Bending (taivutus). Järjestelmästä on olemassa useita eri variaatioita, jotka suunnitellaan asiakkaan toiveiden mukaisesti. Pääosin valmistusjärjestelmä koostuu kuitenkin aina automaattivarastosta, lastauslaitteesta, levytyökeskuksesta, puskurointiyksiköstä, poiminta- ja pinontarobotista, kääntölaitteesta ja taivuttimesta (ks. Kuvio 3).



Kuvio 3. PSBB- valmistusjärjestelmä (Tuotantolinja PSBB n.d.)

PSBB- järjestelmällä pystytään valmistamaan monimuotoisia ohutlevytuotteita. Esimerkkeinä PSBB- järjestelmällä valmistettaviksi tuotteiksi ovat sähkökaappien rungot ja ovet tai peltinen toimistokaappi, jonka kaikki osat voidaan valmistaa järjestelmällä (ks. Kuvio 4).



Kuvio 4. PSBB- järjestelmällä valmistettava kaappi (The clever drawer cabinet 2014.)

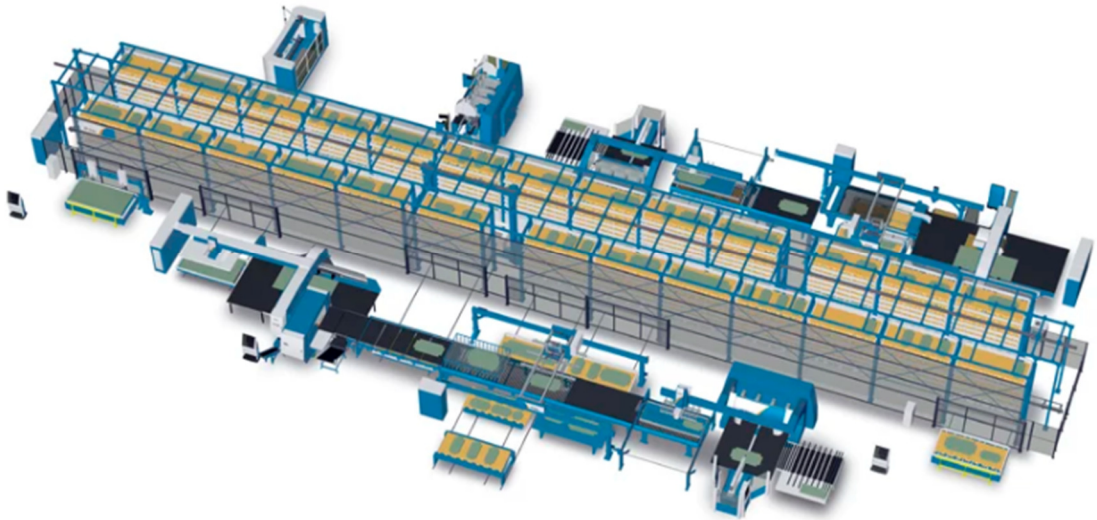
Automaattivarasto

Järjestelmä sisältää aina automaattivaraston ja materiaalinsyötön, joka voi olla kompaktin kokoluokan Combo-FMS, suurempi Night Train-varastojärjestelmä tai suoraan kelalta halutun mittaista ohutlevyä leikkaava Cut-to-length- linjasto. Combo on pystyvarasto, jossa ohutlevynippuja liikutellaan kuljetuskasettien avulla hyllyihin. Pystyssä olevia hyllyrivejä, joita kutsutaan lohkoiksi, voi olla yksi tai kaksi kappaletta. Hyllypaikat voidaan mitoittaa erikokoisille levynipuille. Varasto pystyy hoitamaan materiaalinsyötön levytyökeskuksen lastauslaitteelle täysin automaattisesti ja se voi toimia myös jo prosessoitujen tuotteiden välivarastona. Kuviossa 5 on yhdellä kasettilohkolla varustettu Combo- varasto. (PSBB 2014)



Kuvio 5. Yksilohkoinen Combo- varasto (Combo Storage n.d.)

Suuremman kokoluokan varastojärjestelmä on nimeltään Night Train. Sen toimintaperiaatteena on automatisoida materiaalivirrat ja tiedonkulku suurissa valmistusjärjestelmissä. Night Train FMS- järjestelmään voidaan liittää useita levytyökeskuksia ja valmistuslinjoja, kuten esimerkiksi PSBB- linjasto. Varastojärjestelmä pystyy toimimaan raakamateriaalivarastona, välivarastona ja lopputuotteiden varastointipaikkana. Night Train- varastojärjestelmä koostuu lohkoista, joissa on päällekkäisiä hyllypaikkoja materiaalikaseteille (ks. Kuvio 6). Lohkojen ja hyllypaikkojen määrä voi vaihdella asiakkaan toiveiden mukaisesti. (Manufacturing system Night Train FMS n.d.)



Kuvio 6. Night Train FMS (Manufacturing system Night Train FMS n.d.)

Materiaalia voidaan syöttää PSBB- linjastolle myös Cut-to-length- kelaleikkurin kautta. Vaihtoehtoisesti kelalta voidaan leikata materiaalilevyjä myös varastoitavaksi Combo tai NT- varastojärjestelmiin. Leikkuri leikkaa halutun mittaisia aihiolevyjä kelalla olevasta raaka-aineesta ja materiaalin vaihto automaattisesti, kelaa vaihtamalla, on mahdollista. Suoristetut ja haluttuun mittaan leikatut aihiolevyt syötetään levytyökeskukselle lastauslaitteen avulla. (PSBB 2014)

Levytyökeskus

Tärkeänä osana levytyökeskuksen toimintaa on LD- lastauslaite. Se noutaa levyt yksi kerrallaan automaattisesti varastojärjestelmästä lähetetyn vaunun päältä levytyökeskukselle työstettäväksi. Levyjen poiminta toimii alipainekäyttöisillä imukupeilla. LD kuljettaa levyn levytyökeskuksen pöydälle, josta levyä liikuttelevan pitimen kynnet tarraavat levyyn ja levytyökeskus aloittaa automaatio- ohjelman mukaiset lävistys, muovaus ja leikkaustoimenpiteet.

PSBB- valmistusjärjestelmän ytimessä toimii SG- sarjan levytyökeskus (ks. Kuvio 7).



Kuvio 7. Shear Genius ja lastauslaite LD (Shear Genius n.d.)

Levytyökeskuksen ominaisuuksiin kuuluu lävistys, muovaus ja kulmaleikkaus. Lävistämällä pystytään tekemään hyvin monimuotoisia reikiä ja reikäsarjoja työstettävään levyyn. Lävistävän pistimen muoto voi vaihdella ja reiät voivat olla esim. pyöreitä tai nelikulmaisia. Myös useamman reiän kerralla lävistäviä työkaluja on käytettävissä toistuvien reikäsarjojen valmistamiseen. Työkalut asetetaan levytyökeskuksen revolveriin, jossa on työkalupaikkoja 16-20 kpl. Valikoituihin työkalupäihin voidaan asettaa myös Multi-Tool nimellä kutsuttavia moniosaisia lävistystyökaluja (ks. Kuvio 8).

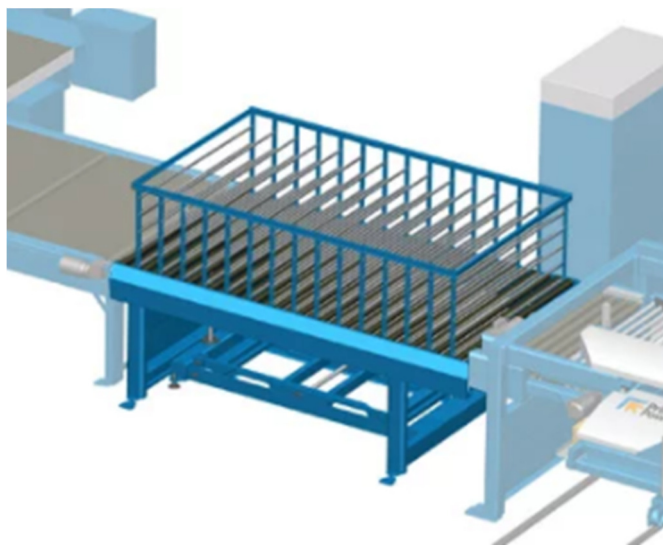


Kuvio 8. Multi-Tool lävistystyökaluja (Shear Genius n.d.)

SG- levytyökeskukseen saa optiona myös kierteittävän työkalun, jolla lävistettyihin reikiin voidaan tehdä kierteet. Jos haluttua reunan muotoa ei pysty toteuttamaan kulmaleikkurin avulla, voidaan lävistintä käyttää nakertimena monimutkaisimpien muotojen irrottamiseen levyaihiosta. Levytyökeskuksella on myös mahdollista muovata työstettävää kappaletta. Muovauksen mahdollinen maksimikorkeus on 16 mm. Muovaamalla tuotteeseen pystytään tekemään esimerkiksi tasaista pintaa jäykistäviä muotoja. Myös muovaustyökalu asetetaan revolveriin lävistystyökalujen tavoin, sille varattuun pesään, jossa muovaustoiminnon käyttäminen on mahdollista. Lävistämisen ja muovauksen jälkeen levystä leikataan irti halutut kappaleet kulmaleikkurin avulla. Kulmaleikkuri pystyy leikkaamaan suoria linjoja 90-asteen kulmassa. Nämä kappaleet lähetetään eteenpäin hihnakuljettimella. Ylimääräiseksi jäävät levyrangat voidaan leikata pienempiin osiin ja tiputtaa leikkauspöydästä löytyvän luukun kautta jätekuljettimelle tai suoraan jätekeräykseen. (Shear Genius n.d.)

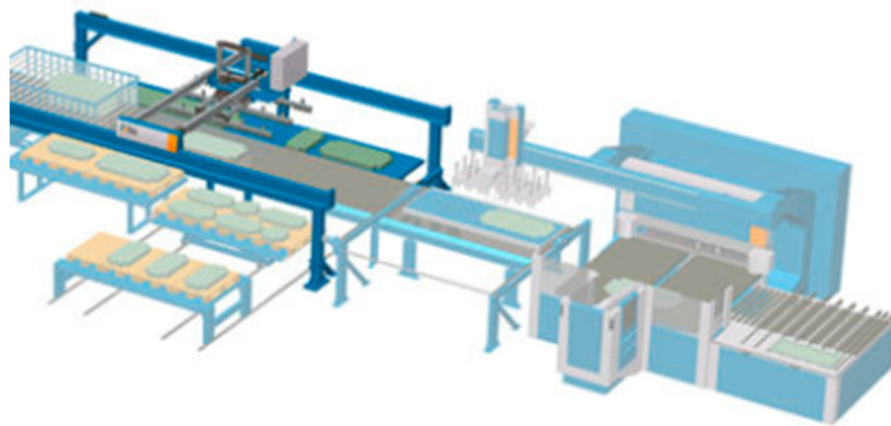
Välivarastointi ja lajittelu

Levytyökeskuksen jälkeen aihiot siirtyvät hihnakuljettimella pitkin SPB-kappalepuskurille. Se pystyy varastoimaan kulmaleikkurilta tulevia kappaleita pystysuunnassa liikkuvaan telineeseen, jossa on 10 kappalepaikkaa. SPB-kappalepuskurilla voidaan nopeuttaa valmistusjärjestelmän läpimenoaikaa pienentämällä viivettä kulmaleikkurin ja seuraavan työvaiheen välillä (ks. Kuvio 9). Kappalepuskurista levyaihiot siirretään PSR- poiminta- ja pinontarobotille. (SPB n.d.)



Kuvio 9. SPB- kappalepuskuri (SPB n.d.)

PSR on suunniteltu paljon erilaisia kappaleita valmistavan tuotantolinjan tarpeisiin. Se pystyy siirtelemään levyaihoita odottamaan vuoroaan ennen taivuttimelle siirtämistä. Kappaleita on mahdollista pinota esimerkiksi vaunujen, trukkilavojen tai lastauspöytien päälle. Valmiita kappaleita, joita ei tarvitse taivuttaa, voidaan siirtää pois tuotantolinjalta. Samoin on myös mahdollista nostaa tuotantolinjalle taivutukseen muualta tulevia kappaleita. Poiminta- ja pinontarobotti toimii lastauslaitteen tavoin alipainekäyttöisillä imukupeilla. Eroavaisuutena LD-lastauslaitteeseen PSR- robotin imukuppivivistöjä pystytään liikuttelemaan erikseen, jotta leikatuista monimutkaisien muotoisista kappaleista saadaan tarrattua kiinni. Kuviossa 10 on esitetty PSR- poiminta- ja pinontarobotti ennen taivutinta. (PSR n.d.)



Kuvio 10. PSR- poiminta- ja pinontarobotti ennen taivutusautomaattia (PSR n.d.)

Taivutin

Pinonta- ja lajittelurobotilta taivutettavat kappaleet siirtyvät kuljetinta pitkin automaattitaivuttimen kääntöpöydälle. Imukupeilla varustettu kääntöpöytä kääntää kappaleen suunnitellusti taivutuksen mahdollistamiseksi.

PSBB- järjestelmän viimeisenä soluna toimii EBe- taivutusautomaatti. Se on servomoottorikäyttöinen automaattitaivutin, jossa ylä- ja alapuolisia taivutusteriä ohjataan erikseen. Taivutus voidaan toteuttaa kahdella eri tavalla, liu'uttamalla taivutusterää levyä vasten tai rullaamalla terää kappaletta vasten. Näin ollen myös pinnoitettujen kappaleiden taivuttaminen onnistuu jälkiä jättämättä.

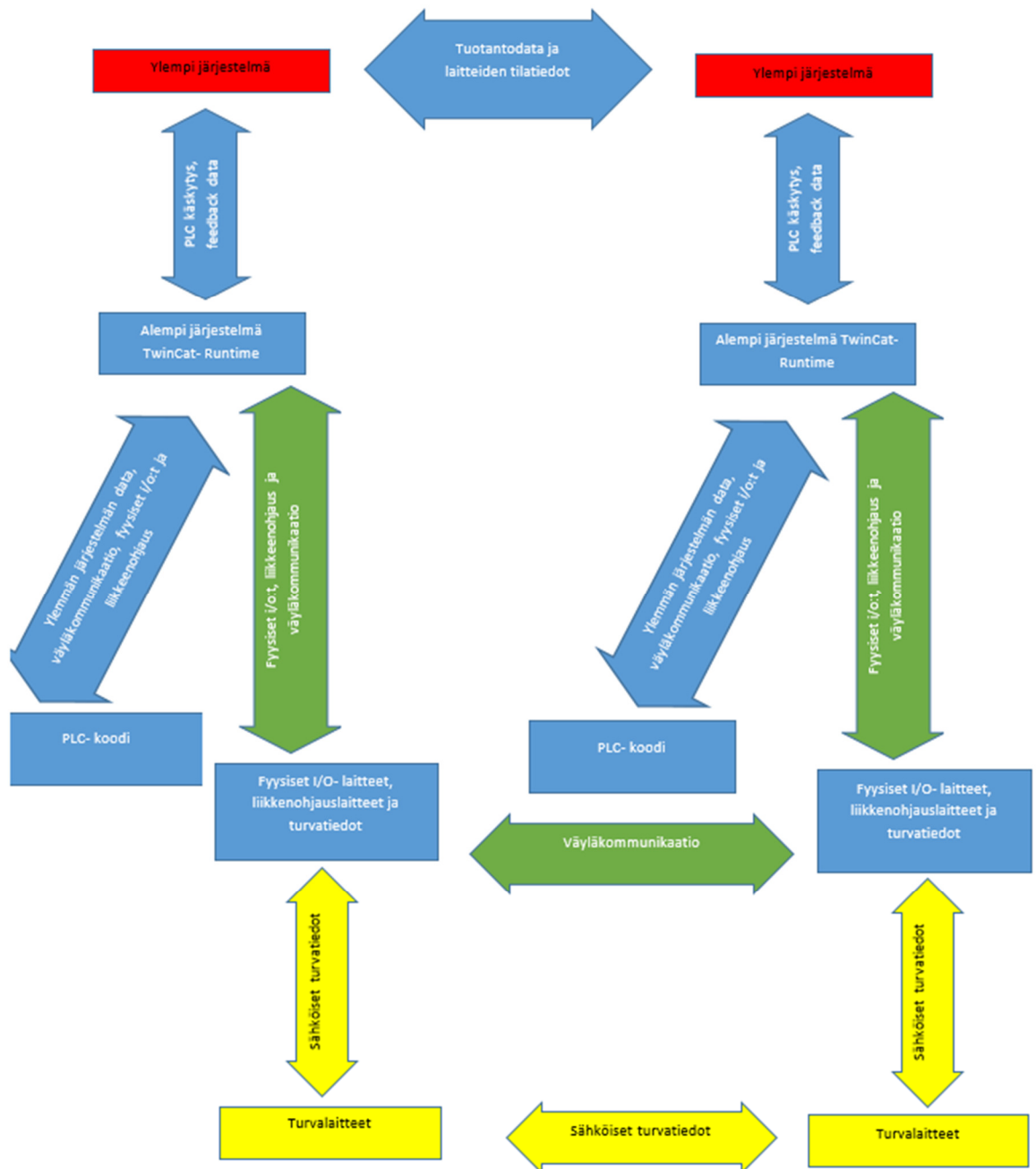
Kappaleen liikuttamisen haluttuun taivutusasteeseen automaattitaivuttimella hoitaa CNC- ohjattu manipulaattori. Manipulaattori pystyy myös pyörittämään kappaletta horisontaalisesti 360- astetta, joten esimerkiksi kulmiin tehtävät taivutukset ovat mahdollisia. (Ebe 2013)

6 Automaatiojärjestelmä

PSBB- valmistusjärjestelmä on täysin automatisoitu, joten automaatiojärjestelmän toiminta on kriittinen osa järjestelmää. Suurin osa käyntinajotyöstä liittyy juuri automaatiojärjestelmän toimintakuntoon saattamiseen. Tietoperustassa on esitelty PLC- ohjatun valmistusjärjestelmän toiminnan periaaterakenne, ohjelmistot ja käytössä olevat turvalaitetyypit.

6.1.1 Automaatiojärjestelmän rakenne

Automaatiojärjestelmä koostuu ylemmästä ja alemmasta järjestelmästä. Ylempänä järjestelmänä toimii Windows- pohjainen käyttöliittymä. Käyttöliittymä käskyttää alemmaa järjestelmää suorittamaan esiohjelmoituja tehtäviä. Alempi järjestelmä käsittelee ylemmän järjestelmän lähettämän ennalta määritellyn tiedon ja ohjaa fyysisiä I/O- laitteita ja liikkeenohjauslaitteita ylemmän järjestelmän käskytyksen mukaisesti. Järjestelmän eri solujen ylempät järjestelmät kommunikoivat keskenään mm. laitetilatietojen ja tuotantostatuksen näkökulmasta. Solujen alemmat järjestelmät vaihtavat keskenään automaatiojärjestelmän toiminnan kannalta kriittisiä tietoja. Järjestelmän eri solujen kokonaisturvallisuuden kannalta tärkeät turvalaitteet on linkitetty toisiinsa ja ne kommunikoivat sähköisesti keskenään. Kuviossa 11 on esitetty graafisesti eritasoisten järjestelmien ja solujen välinen kommunikaatio. (Beckhoff Infosys n.d.)



Kuvio 11. Automaatiojärjestelmän ohjauksen rakenne

6.1.2 Ohjaus ja ohjelmistot

Järjestelmän ohjaus on toteutettu hyödyntämällä Beckhoffin TwinCat- järjestelmää. Järjestelmä koostuu teollisuuskäyttöön suunnitelluilla tietokoneilla pyörivästä TwinCat –runtimesta, joka huolehtii IEC 61131- 3 standardin mukaisen PLC- koodin ajamisesta, millä ohjataan konetta fyysisesti. Lisäksi TwinCat- runtime hallinnoi fyysisen I/O- järjestelmän päivittämisestä ja akselien liikkeiden hallinnasta. Osassa

järjestelmistä PLC:hen sisältyy myös TwinCat –safetyruntime, joka on SIL3 tai Ple-standardin mukainen ohjelmitava turvakontrolleri. (Beckhoff Infosys n.d.)

Teollisuustietokoneella Windows- alustalla pyörii Tulus- ohjelma. Tulus toimii ohutlevytuotteiden valmistusjärjestelmän käyttöliittymänä, koneen operaattorille suunnattuna vikadiagnostiikkajärjestelmänä, varastokirjanpito- ohjelmistona ja työjonon hallintajärjestelmänä. Tulus on kykenevä kommunikoidaan tuotantolaitoksen toiminnanohjausjärjestelmän kanssa toimien tuotannonohjausjärjestelmänä. Lisäksi laitevalmistajan edustajilla on käytössään erilaisia käyntiinajoon ja huoltotoimintaan käytettäviä lisäohjelmistoja. (Tulus Prima Power n.d.)

7 Koneturvallisuus ja turvalaitteet

7.1 Koneturvallisuus

Ohutlevytuotteiden valmistusjärjestelmien suunnittelussa noudatetaan koneturvallisuusstandardeja. Koneturvallisuusstandardit määrittelevät koneiden, laitteiden ja koneen komponenttien turvallisuuteen liittyviä seikkoja. Niiden perustana toimii EU:n konedirektiivi 2006/42/EY. Koneturvallisuuden erityissäännöksiin piiriin kuuluvat muunmuassa painelaitteet, räjähdysvaarallisten tilojen laitteet (ATEX) ja henkilöhissit.

Konedirektiivi edellyttää koneen valmistajan tai muun markkinoille saattajan suorittamaan koneelle turvallisuussuunnitelman laatimisen. Tässä suunnitelmassa otetaan huomioon terveyteen ja turvallisuuteen liittyvät riskit koneen koko elinkaaren ajalta. Myös väärinkäytön mahdollisuus on huomioitava turvallisuussuunnitelmaa laatiessa. (Koneturvallisuusesite, 2-3.)

Koneasetusta sovelletaan kaikkiin uusiin koneisiin. Sen sovellusalueelle kuuluu niin pienet yksittäiset koneet, kuin suuret useammasta koneesta koostuvat konelinjat. Rakennettaessa konelinjaa useista koneista, vastaa linjan toimittaja koko järjestelmän vaatimuksenmukaisuudesta. Koneen valmistajan vastuisiin kuuluu arvioida koneen käytöstä aiheutuvat riskit, selvittää sitä koskevat turvallisuusvaatimukset, rakentaa

kone näiden turvallisuusvaatimusten mukaisesti, laatia käyttöohjeet ja tehdä vaatimustenmukaisuusvakuutus.

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksella koneen valmistaja tai markkinoille saattaja vakuuttaa, että kone täyttää siltä vaaditut terveys- ja turvallisuusvaatimukset. Sen sisältöön kuuluu kaikki ne säännökset ja standardit, joita on käytetty koneen suunnittelussa. Osaan näistä standardeista ja säännöksistä kuuluu koneen käyttöönottovaiheessa tehtävät mittaukset ja varmennukset. Näitä mittauksia dokumentoidaan käyttäen hyödyksi tarkastuslistoja testivaiheessa.

Vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatimisen jälkeen koneelle voidaan myöntää CE- merkintä. (Työsuojeluoppaita ja ohjeita 16. 2008.)

7.2 Turvalaitteet

Valoverhot

Valoverho on optisen anturin toimintaan perustuva turvalaite. Se tunnistaa valonsäteen intensiteetin heikkenemisen tai katkeamisen. Valoverhoja käytetään yleisesti laajoissa laitekokonaisuuksissa ihmisten kulkemisen estämiseksi vaara-alueille laitteiston toimiessa. Valoverhot soveltuvat kohteisiin, joissa vaaditaan korkeaa turvallisuustasoa vakavan loukkaantumisriskin vuoksi. Valoverhon etäisyys vaarallisesta laitteesta tulee olla riittävän suuri, jotta vaarallinen liike saadaan pyseytettyä ennenkuin henkilö tavoittaa vaara- alueen. Hyvänä esimerkkinä valoverhon käyttökohteeksi on muun muassa kulkuaukko levytyökeskuksen lastauspöydän läheisyyteen tai muu vapaa aukko tuotantolinjalle (ks. Kuvio 12).



Kuvio 12. Turvaloverhon käyttökohde (Turvaloverho n.d.)

Optisten anturien rakenne koostuu lähettimestä ja vastaanottimesta. Lähetin sisältää virtalähteen, modulaattorin, valonlähteen ja optiikan. Vastaanotin sisältää vahvistimen, demodulaattorin ja liitäntäpiirit, joista kahdennettu I/O- viesti vietään turvapiirille. Lähettimen ja vastaanottimen välisen signaalin katketessa turvapiiri pysäyttää laitteiston toiminnan estäen onnettomuusriskin. Valoverhot sijoitellaan siten, ettei kukaan voi päästä vaara- alueelle tahattomasti sädettä katkaisematta. Turvalaitteissa on sisäänrakennettu vikadiagnostiikka, joka estää turvalaitteiden kuitaamisen laitteen ollessa vikaantunut. (Malm, Kivipuroja Tiusanen. 1998, 18-22.)

Hätäseis- pysäytys

Hätäpysäytyksellä tarkoitetaan toimintoa, jossa hätäseis- painiketta painamalla laitteiston liike pysähtyy. Hätäseis- painike on tarkoitettu käytettäväksi, kun laitteiston toiminnassa havaitaan vaarantava virhe tai onnettomuustilanteen sattuessa laitteisto on saatava pysäytettyä. Laajoissa kokonaisuuksissa hätäpysäytyspiirejä voi olla useita, jotta koko järjestelmää ei tarvitse pysäyttää. Tällä estetään turvallisesti toimivien osioiden turha pysäyttäminen esimerkiksi yhden

laitteen vikaantumisen vuoksi. Kaikki hätäseis- piirit ovat kahdennettuja ja kanavien toiminnan samanaikaisuutta valvotaan. Riippuen hätäseis- piirin ohjaamasta laitteesta, myös laitteen toimintaa voidaan valvoa. (Malm, Kivipuro ja Tiusanen. 1998, 36-37.)

Turvalukot

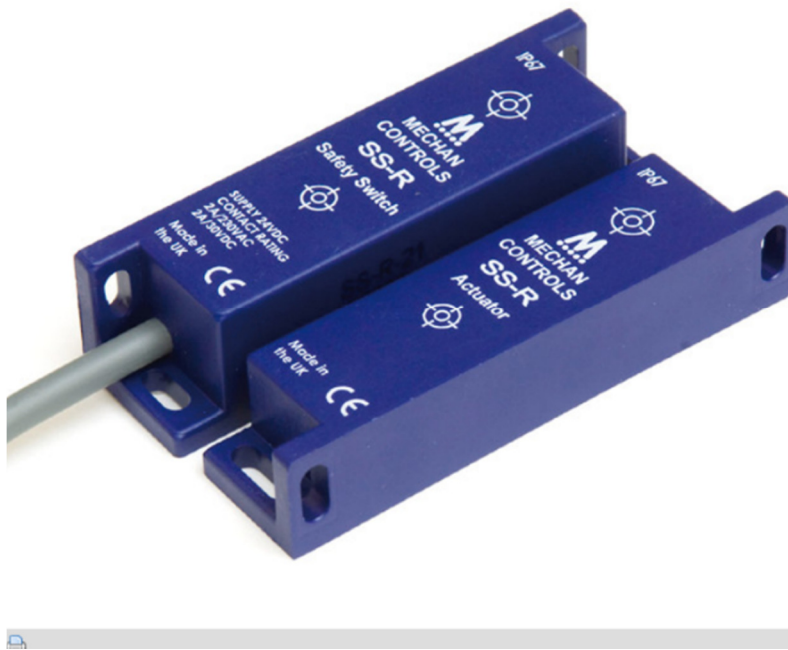
Sähköinen turvalukko soveltuu käytettäväksi luukuissa ja ovissa, jotka halutaan lukita sähköisesti. Lukittavissa tiloissa on yleensä laitteita, joiden toiminta ja liike halutaan pysäyttää henkilöturvallisuuden vuoksi ennen tiloihin pääsyä. Tuotantolaitoksissa turvalukkoja käytetään myös estämään henkilöiden pääsy prosessialueelle, jotta muiden turvalaitteiden ylimääräisiltä reagoineilta vältyttäisiin. Tämä parantaa tuotantoprosessin tehokkuutta minimoimalla laitteiston pysäytykset inhimillisten virheiden vuoksi. Sähköinen turvalukko voidaan avata pyytämällä avauslupa esimerkiksi erillisellä painikkeella. Painikkeen käyttö tiedustelee lupaa prosessin automaatiojärjestelmältä, joka pysäyttää laitteet ennen lukon avauslupan antamista. Lukkoihin on myös olemassa mekaaninen avain vikatilanteiden varalle. Sisäpuolinen avaus onnistuu hätäpainikkeen avulla. Kuviossa 13 on esitetty Merschal- turvalukko. (Turvalukot OEM. N.d.)



Kuvio 13. Schmersal turvalukko (Now with greater tamper protection 2017)

Kosketuksettomat turvakytkimet

Kosketuksettomia turvakytкимиä käytetään luukkujen ja ovien valvontaan. Niiden toiminta perustuu magneettisen vasteosan ja turvakytkimen vastaanottavan osan toimintaan. Valvottavan luukun tai oven ollessa auki, vastaanotinosan signaalikoskettimet ovat kiinni. Kosketintiedot kytketään turvapiiriin. Kun magneettinen vastakappale siirretään vastaanotinosan havaintoetäisyydelle, signaalikoskettimet aukeavat ja turvapiiri on turvallisessa tilassa. Suositeltava asennustapa on asentaa vastaanotinosaa kiinteästi koneen runkoon ja magneettiosa avautuvaan luukkuun tai oveen. Olemassa on myös elektronisia turvakytкимиä, joiden toiminta perustuu radiotaajuuden etätunnistusteknologiaan. Vastaanotin vastaanottaa lähetinosan signaalia, jolloin turvapiiriin kytketyt koskettimet ovat auki. Elektronisen turvakytkimen etuja ovat mm. toimintapisteen tarkkuus ja soveltuvuus tiloihin, joissa on paljon metallipölyä. Kuviossa 14 on esitetty Mechan Controlsin elektroninen turvarajakytkin. (Kosketuksettomat turvarajakytkimet. OEM. N.d.)



Kuvio 14. Kosketukseton turvarajakytkin (Elektroniset turvajakytkimet n.d.)

8 Ohjeistus ja dokumentointi

8.1 Ohjeen laatiminen

Ohjeen laatimisessa pyritään luomaan toimintoa kuvaava ja tekijää käskevä mahdollisimman yksinkertainen malli halutun toiminnon aikaansaamiseksi. Ohjeen rakenteen tärkeitä asioita ovat ohjeistettavan ilmiön tunteminen, jotta rakenteesta saa selkeän ja helposti omaksuttavan. Näin ohjeen käyttäjä hahmottaa helposti, kuinka toimia ohjeessa kerrotulla tavalla.

Ohjeistuksen rakenne määrittelee vahvasti ohjeen selkeyden ja johdonmukaisuuden. Rakennetta laatiessa on mietittävä tarkasti, kuinka ohjeen rakenne koostuu. Vaihtoehtoisia tapoja ohjeen rakenteelle ovat esimerkiksi yhden aihepiirin käsitteleminen tai ohjeen luominen ohjeistettavan toiminnon aikajärjestyksen mukaisesti. Ohjeen rakenteen selkeyteen vaikuttaa myös tekijän tunnistaminen. Ohjetta luettaessa on tunnistettava onko ohjeistetun toiminnon suorittajana ohjeen lukija vai ulkopuolinen tekijä. Ohjeistettavien toimintojen kriittisyys on tultava esille ohjeesta.

Ohjeen kirjoittajan toimii yleensä henkilö, joka on perehtynyt ohjeistettavaan asiaan ja omaksunut siinä käytettävät termit ja toimintamallit. Tämän vuoksi ohjetta laatiessa on muistettava käyttää selkeää kielellistä rakennetta ja avattava erikoissanastoa. Toimintoja kuvattaessa on mietittävä ohjeen käyttäjän tietotaitoa ja osaamista kyseistä ohjeistettavaa asiaa kohtaan. Jos ohjetta käyttää esimerkiksi vain tietyn ammattikunnan edustaja, voidaan ohjetta laatiessa olettaa tietty osaaminen kyseiseltä aihealueelta. Näitä olettamuksia ei saa kuitenkaan tehdä liikaa ja ohje on aina hyvä tehdä riittävän yksityiskohtaiseksi. (Ohjeita ohjeiden tekijöille n.d.)

8.2 Dokumentointi

Dokumentointi on tärkeä osa projektin läpivientiä ja toimii perustana eri työryhmien väliselle työskentelylle, toimittajan ja tilaajan välillä, sekä työnantajan ja työntekijän välisenä informaatioväylänä. Syitä dokumentoinnille ovat mm. työntekijöiden ja työryhmien välisen tiedon siirtäminen, jatkosuunnitelmien laatiminen dokumenttien

perusteella, sopimusten ylöskirjaaminen epäselvyyksien välttämiseksi, projektin suunnitellun toteutumisen seuraaminen ja tiedon muistiin jääminen tulevien projektien tai epäselvyyksien varalle.

Dokumentaation tuottaminen voi olla monitasoista ja monipuolista riippuen dokumenttien laadusta. Tiettyt asiat pitää dokumentoida hyvinkin tarkasti halutun mallin mukaisesti ja osassa dokumentteja riittää selkeä luettavuus ja informaation siirtyminen lukijalle. Yksi projektin tärkeimmistä dokumenttityypeistä on aikataulutuksen dokumentointi. Tämän perusteella voidaan seurata projektin etenemistä ja suunnitelmien toteutumaa, sekä informoida muita projektikohteessa toimijoita. Resurssien dokumentointiin liittyy esimerkiksi työntekijöiden, työvälineiden ja tilojenkäytön kirjaaminen, kuten esim. työvälineiden vienti ja tuonti pois työkohteesta. Projektin vaiheiden ja tehtävien dokumentointiin liittyy useita muuttujia ja jotkin projektin vaiheet ovat kriittisempiä dokumentoinnin osalta. Erityisesti henkilöturvallisuuden ja vastuuta siirtävien työvaiheiden dokumentoinnin taso ja laatu on määritelty lainsäädännössä. Tärkeänä dokumentoinnin laajina erityisesti laajoissa projektiluontoisissa kohteissa on muutosdokumentaation laatiminen. Tämä dokumentaatiotyyppi varmistaa kaikkien työntekijöiden tietämyksen projektin nykytilasta, siihen tehdyistä muutoksista ja informoi myös projektin suunnittelua tehdyistä virheistä ja epäkohdista.

Dokumentin sisältämiä tärkeitä asioita ovat sen kohde, eli projekti, jota varten dokumentti on luotu. Siitä pitää löytyä dokumentin tyyppi ja selvitys mitä varten dokumentti on laadittu. Dokumenteista pitää myös aina löytyä niiden laatijan nimi ja tiedot, sekä päivämäärä milloin dokumentti on täytetty tai päivitetty. Projektin alussa on hyvä päättää minne ja missä muodossa dokumentit tallennetaan. Nykyään edottomasti yleisin dokumenttien tallenustapa on tallentaminen yrityksen käytössä olevalle serverille. Joissain tilanteissa käytetään myös paperille täytettäviä arkistoitavia dokumentteja tai sähköiset dokumentit tallennetaan muistitikulle.

9 Haastattelut

9.1 Haastattelutyypit

Haastattelun toimijoina toimivat haastattelija ja haastateltava. Haastattelut voivat olla rakenteeltaan hyvin tarkasti tiettyä rakennetta noudattavia tai vapaamuotoisempia. Vapaamuotoisen haastattelun erottaa kuitenkin keskustelusta haastattelijan tavoite kerätä tietoa tutkimusta varten. Tätä tietoa voidaan käsitellä erilaisilla analyysimenetelmillä tutkimuksen tulosten saavuttamiseksi. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka. 2006)

Avoim haastattelu

Avoimessa haastattelussa ei seurata tiettyä tiukkaa linjaa haastattelun aihesisällön ja rakenteen kohdalla. Tilanne on hyvin lähellä arkipäiväistä keskustelua ja haastattelija ja haastateltava ovat vahvasti vuorovaikutuksessa toisiinsa. Normaalisti keskustelutilanteesta poiketen haastattelija ohjaa keskustelua haluamaansa suuntaan ja keskustelun tarkoituksena on saada vastauksia tutkimuksessa esiin nousseisiin kysymyksiin. Avoimessa haastattelussa haastateltavan annetaan siirtyä haastattelijan kysymyksistä aiheellisesti kauemmas, jotta voidaan nähdä kuinka eri asiat vaikuttavat haastateltavan mielipiteisiin.

Haastattelija esittää haastateltavalle uusia kysymyksiä ja tarkennuksia keskustelun edetessä. Näillä selvitetään tutkimuskohteen kannalta tärkeitä yksityiskohtia ja mielipiteitä. Jos keskustelun edetessä löytyy uusia tutkimusta edistäviä aihe- alueita, voidaan keskustelu ohjata niille lisäkysymysten avulla. (Saaranen- Kauppinen & Puusniekka. 2006)

Teemahaastattelu

Teemahaastattelussa haastatellaan erilaisten ennalta määrättyjen aihealueiden mukaisesti. Haastattelukysymyksiin ei haeta tiukasti rajattuja vastauksia, mutta kysymysten aiheet on määrätty ennalta, teemoittain. Tämä kohdistaa vastaukset tiettyjen rajojen sisäpuolelle. Aiheen on oltava haastattelijalle jokseenkin tuttu, jotta teemahaastattelun kysymysten laatiminen onnistuu ja teemat osataan kohdistaa alueelle, josta haetaan vastauksia tutkimusongelmiin. Vastausten laajuus

teemakysymyksiin saattaa vaihdella laajasti riippuen haastateltavasta. Kaikki kysymykset pyritään kuitenkin käymään läpi eri haastateltavien kanssa siinä laajuudessa, missä haastateltava niihin vastaa. Teemakysymyksien sisältöä voi kasvattaa kysymällä aihealueen sisäisiä lisäkysymyksiä. Teemahaastattelua suunnitellessa on hyvä pohtia ketä haastattee, haastattelun avoimuuden ja haastateltavan omien mielipiteiden vahvan vaikutuksen vuoksi. (Haastattelu n.d. ja Saaranen- Kauppinen & Puusniekka. 2006)

10 Käyntiinajajien haastattelut

Teemahaastattelu

Työn alkuvaiheilla ongelmaksi muodostui järjestelmän tuntemus. Jotta PSBB-järjestelmän ja siihen kuuluvien solujen toimintaan päästiin perehtymään tarkemmin, tehtiin Kauhavan toimipisteen käyntiinajohallissa teemahaastatteluja käyntiinajajille. Haastattelut suoritettiin samalla, kun laitteiden toimintaan perehdyttiin osallistumalla tuotantotiloissa tehtäviin käyntiinajotoimiin. Teemahaastattelut eivät siis varsinaisesti liittyneet tarkastuslistan laatimiseen, vaan tarvittavan perustietämyksen keräämiseen järjestelmän solujen ominaisuuksista ja toiminnasta.

Haastatteluteemat laadittiin toimeksiantajalta kerätyn kirjallisen aineiston perusteella ja työn tekijälle siihen mennessä heränneiden kysymysten pohjalta.

Teemahaastattelun aihe- alueita olivat:

- Kauan olet työskennellyt yrityksessä ja missä työtehtävissä?
- Onko PSBB- järjestelmä kokonaisuutena sinulle tuttu/ oletko ollu käyntiinajamassa kyseistä järjestelmää?
- Oletko työskennellyt erityisesti jonkin järjestelmän solun parissa?
- Kuinka tuotantotiloissa tehtävä käyntiinajotyö eroaa mielestäsi asiakkaan tiloissa tehtävästä?

Avoin haastattelu

Avoin haastattelu tehtiin käyntiinajotoimien ohella asiakkaan tiloissa. Kyseinen järjestelmä ei ollu PSBB- järjestelmä, mutta myös siihen kuului samankaltaisesti liitettä automaattivarastoon. Haastateltavana henkilönä toimi noin puoli vuotta töissä ollut työntekijä. Verrattain lyhyen työssäoloaikansa vuoksi tarkastuslistaa koskeva keskustelu oli järkevää, koska tarkastuslistan tavoitteina oli helpottaa uusien

ja vähemmän kokemusta omaavien työntekijöiden toimimista heille vieraan järjestelmän parissa. Haastattelu tehtiin avoimen haastattelun keinoin, mikä soveltui hyvin haastatteluaiheeseen ja tilanteeseen. Avoimen haastattelun keinot sallivat keskustelun siirtymisen joustavasti aihe- alueiden välillä. Päällimmäisinä kysymyksinä olivat dokumentoinnin nykytaso, sekä erityisesti huomiota ja erityistä tarkkuutta vaativat toimenpiteet käyntiinajossa. Käyntiinajotoimien edetessä heräsi useita lisäkysymyksiä ja huomioita liittyen tarkastuslistan rakenteeseen ja sisältöön. Avoimen haastattelun rakenne salli tarttua näihin esille tulleisiin asioihin ja siirtyä luontevasti pohtimaan niitä osana tarkastuslistan rakennetta.

11 Tulokset

11.1 Tarkastuslistan rakenne

Tarkastuslistoja päätettiin tehdä kaksi kappaletta. Kahteen erilliseen tarkastuslistaan päädyttiin selkeyden parantamiseksi, sekä asennustöiden ja käyntiinajotöiden erilaisen luonteen vuoksi. Asennuksen tarkastuslista sisältää enemmän mekaanisia toimenpiteitä, kuin käyntiinajo (ks. Liite 4). Siitä löytyvät kuitattavat kohdat pitävät myös huolen, että laitteiston käyntiinajovaiheessa ei tarvitse tehdä suurempia asennustöitä. Tämä on tärkeää, koska käyntiinajovaiheessa ei ole enää välttämättä saatavilla tarvittavia työkaluja ja tarvittavaa asennusapua.

Rakenteellisesti asennuksen tarkastuslista koostuu otsikoista turvallisuus, nostovälineet, erikoistyökalut, asennuspaikan valmistelut, solukohtaiset tarkastuskohteet, turvalaitteet ja asennuspaikan viimeistely. Kyseessä on siis työjärjestyksen mukainen rakenne. Solukohtaisia asennusohjeita yrityksen käytöstä löytyy jo kaikille järjestelmän soluille. Asennuksen tarkastuslista keskittyy varmistamaan, että asennustoimet on suoritettu ohjeistuksen mukaisesti ja turvallisuutta noudatetaan.

Käyntiinajon tarkastuslistan rakenteeseen vaikutti jo olemassa olevien solukohtaisten käyntiinajon tarkastuslistojen rakenne. Käyntiinajon tarkastuslista jäi vajaavaiseksi Combo- automaattivaraston ja taivutusautomaatin osalta. Aineistona käytettävät dokumentit eivät kattaneet riittävästi kyseisiä järjestelmän soluja, joten niiden

käyntiinajon tarkastuslistan laatiminen jätettiin opinnäytetyön kokonaisuuden ulkopuolelle. Tarkastuslistaa aiotaan täydentää näiden osalta myöhemmin. Haastattelujen ja toimintatutkimuksen perusteella laadittua rakennetta verattiin jo olemassa olevien tarkastuslistojen rakenteeseen. Näiden perusteella käyntiinajon tarkastuslistan järkeväksi rakenteeksi muodostui työjärjestyksen mukainen rakenne. Tämän rakenteen perusteella liikkeelle lähdettiin tilanteesta, jolloin laitteisiin ei ole kytketty virtaa, mutta kaikki asennukset on suoritettu. Ennen laitteiden päällekytkemistä käyntiajotoimia varten halutaan varmistua mekaanisen asennuksen valmiustasosta ja kytkentöjen oikeellisuudesta. Kun nämä ovat kunnossa, voidaan laitteeseen kytkeä virrat. Järjestelmän ollessa päällä, on varmistuttava, että hätäpysäytystoiminnot ovat kunnossa, jotta turvallista työskentelyä voidaan jatkaa. Tämän jälkeen voidaan järjestelmän soluja lähteä käyntiinajamaan ohjeiden mukaisesti. Käyntiinajon tarkastuslista esitetty Liitteessä 5.

11.2 Haastattelujen tulokset

Teemahaastattelut

Teemahaastattelujen avulla työn tekijä keräsi itselleen tietoa kokonais kuvan saamiseksi PSBB- järjestelmän perusrakenteesta ja sen asennukseen ja käyntiinajoon liittyvistä työvaiheista. Näitä tietoja käytettiin työn jatkamiseksi ja niiden pohjalta syntyi uusia kysymyksiä liittyen käyntiinajotoimiin. Teemahaastattelujen myötä tutuksi tuli erityisesti SGe- levytyökeskus ja sen keskeisimmät käyntiinajoon liittyvät toimenpiteet.

Haastattelun tulokset analysoitiin teorialähtöisesti. Aineiston perusteella tehdyt oletukset ja käyntiinajoa seurattaessa saadut kokemukseräiset tiedot yhdistettiin ja niistä etsittiin yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia. Juuri näitä vertaamalla löydettiin tarkastuslistaan asioita, jotka vaativat enemmän huomiota. Haastattelun tuloksena saatiin selville, että Kauhavalla tuotantotiloissa tehtäviin käyntiinajotoimiin löytyy hyvät ohjeet, mutta asiakkaan tiloissa tehtäviin suppeammat. Myös laajemman, kuten PSBB- järjestelmän, tietojenkäsittelyn ja automaatiojärjestelmän rakenne ei ollut selkeä. Tämä vaikutti tarkastuslistan luomisessa yhteyksien ja laitteiden välisen kommunikaation laajempaan pohtimiseen. Haastatteluun vastanneet henkilöt olivat

toimineet käyntiinajon työtehtävissä noin 2-6 vuotta, joten ei ollut täysin varmaa löytyykö kaikki tieto kirjallisina ohjeina vai henkilöiden omina kokemuksina ja toimintatapoina. Tästä voitiin päätellä, että kokeneiden työntekijöiden tietämys olisi hyvä saada kerättyä talteen kirjalliseksi materiaaliksi.

Avoim haastattelu

Avoimella haastattelulla kerättiin tietoa ja kokemuksia vähemmän työkokemusta omaavan henkilön näkökulmasta käyntiinajon ohjeistukseen. Haastattelun alkuvaiheilla tuotiin aiheeksi tarkastuslistojen nykytilanne ja niiden saatavuus kohteeseen. Haastattelun perusteella todettiin, että tarkastuslistojen etsiminen tietojärjestelmästä on haastavaa asiakkaan tiloissa esim. huonojen Internet-yhteyksien vuoksi. Ratkaisuksi tähän pohdittiin käyntiinajettavan koneen mukana lähetettävää tarkastuslistakansiota, josta kaikki olemassa olevat dokumentit löytyisivät. Tällä hetkellä koneiden mukana toimitetaan esim. CE- hyväksynnän vaatima hätäpysäytystoimintojen testaukseen vaadittava tarkastuslista. Todettiin, että tarkastuslistojen laatu ja saatavuus vaihtelee huomattavasti eri järjestelmien välillä.

Käyntiinajoprosessin rakennetta järjestelmäkohtaisessa käyntiinajossa pohdittiin. Oikeanlainen rakenne tarkastuslistalle olisi tärkeä sen selkeyden kannalta.

Haastattelun perusteella järkevä rakenne olisi työvaiheiden mukainen.

Haastattelussa kerättiin tietoa käyntiinajotoimien kriittisistä työvaiheista ja tuloksia verrattiin jo olemassa oleviin tarkastuslistoihin ja niiden sisältöön. Tämän perusteella selvisi, että tärkeä käyntiinajotoimien alkupuolella tehtävä työvaihe olisi laitteiden välisten kommunikaatioiden toimintakuntoon saattaminen. Erityistä tarkkuutta vaatisi Profibus- väylien asianmukainen kytkeminen ja päätevastusten asento.

Haastattelun loppuvaiheilla keskustelun aiheeksi nousi useamman työryhmän tai työntekijän välisen kommunikaation tehostaminen. Laajoja

järjestelmäkokonaisuuksia ei aina käyntiinaja sama henkilö tai työryhmä, joten jonkinlainen työkalu työn etenemisen ja muutosten teon dokumentointiin olisi

tarpeellinen. Nyt moni asia hoidetaan puhelimitse, mikä on ajoittain hankalaa esim. melun, aika- erojen tai työaikojen takia. Käyntiinajon tarkastuslista toimisi tällaisena työkaluna ja sen perusteella tiedettäisiin missä vaiheessa käyntiinajotoimet ovat.

Pelkän tekstimuotoisen tarkastuslistan lisäksi olisi hyödyllistä käyttää jonkinlaista mobiilisovellusta tai ohjelmaa, minne voisi lisätä valokuvia ja kommentoida niitä. Tämän tulisi olla helposti käytettävä ja nopeatoiminen.

11.3 Käyntiinajon nykytila

Työn tekijän järjestämien haastattelujen ja osallistuvan havainnoinnin perusteella asiakkaan tiloissa tehtävä käyntiinajoprosessi kaipasi selkeyttä ja johdonmukaisuutta. Eryteisesti dokumentointi ja informaation kulku työntekijöiden ja projektijohdon välillä nosti esiin haasteita. Laajemmissa järjestelmäkokonaisuuksissa asennustyön selkeys ja tehtyjen vaiheiden kirjaaminen toisi helpotusta keskeneräisen työn jatkamiseen työntekijöiden osalta. Projektijohdon osalta selkeämpi dokumentointi työvaiheiden etenemisestä oletettavasti auttaisi aikataulutuksen seuraamisessa ja järjestämisessä. Käyntiinajohenkilökunnan välinen kommunikointi sujui hyvin puhelimen välityksellä, mikä helpotti ongelmien ratkaisemista. Havaittavissa oli myös haasteita Suomen ja Italian toiminnan välisen kommunikaation kesken, liittyen pääosin aikataulutukseen. Yleinen työskentely kohteessa on hyvällä tasolla ja työnkuva oli selkeä. Käyntiinajon analysointi on tehty käyttäen lähteinä haastatteluja ja havainnointia yhdestä kohteesta, joten käyntiinajokohteiden väliset eroavaisuudet voivat olla suuria.

12 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteeksi asetettiin PSBB- järjestelmän käyntiinajossa ja asennuksessa käytettävä tarkastuslista. Tarkastuslistojen kirjoittamiseen tarvittavaa aineistoa kerätessä huomattiin ohjeiden ja olemassa olevien tarkastuslistojen erilaisuus rakenteellisesti ja kirjoitustyyllillisesti. Dokumenteista löytyi seikkoja, joita voitaisiin muuttaa selkeämmiksi ja tyyli yhdenmukaistaa. Tämä helpottaisi niiden käyttöä ja toisi yhtenevän ilmeen yrityksessä käytettäville asiakirjoille. Työn aikana tarkastuslistojen käyttö todettiin hyödylliseksi ja toimivaksi tavaksi seurata työn etenemistä, sekä dokumentoida tehtyjä toimenpiteitä. Tästä hyötyvät käyntiinajohenkilökunta ja projektin toiminnasta vastaavat henkilöt.

Tarkastuslistan luomisen yhteydessä tehty käyntiinajon nykytilan tutkimus on suppea ja siihen sisältyy paljon epävarmuustekijöitä. Otanta on liian pieni, jotta käyntiinajon nykytila voitaisiin luotettavasti arvioida. Tässä tehdyn tutkimuksen perusteella löydettiin kriittisimpiä kohtia, mutta perustason selvittäminen vaatisi jatkotoimenpiteitä. Kartoitukset voitaisiin järjestää esimerkiksi lomakyselyjen muodossa suuremmalle määrälle työntekijöitä, jolloin tulokset olisivat luotettavampia ja ryhmien välinen vertailu helpompaa.

Tarkastuslistojen luominen onnistui kohtalaisesti muutamia ongelma- alueita lukuunottamatta. Tulokseksi saatiin asennus- ja käyntiinajon tarkastuslistat, joiden toimivuutta dokumentointivälineenä voidaan testata tulevaisuudessa. Tarkastuslistojen laatuun vaikutti suuresti olemassa olevien ohjeiden ja tarkastuslistojen laatu, koska niitä käytettiin pohjana työssä. Ongelmakohtia olivat mm. uudempien järjestelmän solujen käyntiinajo- ohjeiden puuttuminen. Näitä olivat Combo- automaattivarasto ja taivutusautomaatti. Käyntiinajotoimia näiden järjestelmän osien kohdalta olisi pitänyt seurata kohteessa, mikä osoittautui ajankäytöllisesti haastavaksi. Tarkastuslistaa päätettiin täydentää näiltä kohdin opinnäytetyön ulkopuolella. Opinnäytetyön aikana saatujen kokemusten perusteella toimivin tapa listojen tekoon olisi esiversioiden tekeminen ja niiden täydentäminen käyntiinajokohteessa, jossa koko järjestelmän laajuista käyntiinajoa voisi toteuttaa ja dokumentoida.

Lähteet

Anita Saarinen-Kauppinen & Anna Puusniekka. 2006. KvaliMOTV -

Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto.

Viitattu 28.5.2018. http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3.html

Combo Storage. Prima Power. N.d. Viitattu 4.4.2018.

<https://www.primapower.com/fi/combo-storage/>

Ebe. 2013. Viitattu 19.4.2018

https://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/306GB_Dec2013_Ebe.pdf

Elektroniset turvarajakytkimet. Kosketuksettomat turvarajakytkimet. Turva. Tuotteet. OEM. N.d. Viitattu 19.5.2018

http://www.oem.fi/Tuotteet/Turva/Turvarajakytkimet/Kosketuksettomat_turvarajakytkimet/Elektroniset_turvarajakytkimet/SSR_elektroninen_turvarajakytkin/823822-567601.html

Haastattelu. Aineistonkeruumenetelmät. Tukimateriaali. Opinnäytetyöpankki. N.d.

Viitattu 28.5.2018. <https://www.kamk.fi/opari/Opinnaytetyopakki/Teoreettinen-materiaali/Tukimateriaali/Aineiston-keruumenetelmat/Haastattelu>

Havas, T. 2008. Rautaruukin erikoislujien terästen lävistäminen levytyökeskuksella. Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Konetekniikan koulutusohjelma.

Viitattu 10.4.2018. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe200901141025>

Infosys. Beckhoff. 2018. Viitattu 19.5.2018

https://infosys.beckhoff.com/index_en.htm

Koneturvallisuusseite. 2015. Artikkelin SFS:n sivustolla. Viitattu 19.5.2018

<https://www.sfs.fi/files/63/Koneturvallisuusseite2015web.pdf>

Kosketuksettomat turvarajakytkimet. Turvarajakytkimet. Turva. Tuotteet. OEM. N.d.

Viitattu 19.5.2018.

http://www.oem.fi/Tuotteet/Turva/Turvarajakytkimet/Kosketuksettomat_turvarajakytkimet/Yleista/Yleista/823813-567571.html

Malm, T., Kivipuro, M. ja Tiusanen, R. 1998. Laajojen kone- automaatiojärjestelmien

turvallisuus. Viitattu 28.4.2018. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1998/T1938.pdf>

Manufacturing system Night Train FMS. Prima Power. N.d. Viitattu 4.4.2018.

<https://www.primapower.com/manufacturing-system-night-train-fms/>

Matilainen, Parviainen, Havas, Hiitelä, Hultin. 2011 Ohutlevytuotteiden suunnittelijan käsikirja. Teknologiateollisuus Ry.

Now with greater tamper protection. Press releases. Schmersal. 2017. Viitattu 19.5.2018. <http://www.schmersal.com/en/press/press-releases/detail/article/now-with-greater-tamper-protection-in-accordance-with-iso-14119-azm201/>

Ohjeita ohjeiden tekijöille. Virkakieliohjeet. Ohjeet. Kotimaisten kielten keskus. N.d.

Viitattu 28.5.2018

https://www.kotus.fi/ohjeet/virkakieliohjeita/ohjeita_ohjeiden_tekijoille

Prima Power The Punch Ex Series. Products. Indumach. N.d. Viitattu 10.4.2018.

<http://www.indumach.com/en/products/prima-power-the-punch-the-ex-series/>

PSBB. 2014. Viitattu 4.4.2018

https://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/500GB_Sep2014_PSB_B.pdf

PSR. Prima Power. N.d. Viitattu 4.4.2018 <https://www.primapower.com/psr/>

Shear Genius. Prima Power. N.d. Viitattu 4.4.2018

<https://www.primapower.com/shear-genius-series/>

SPB. Prima Power. N.d. Viitattu 4.4.2018 <https://www.primapower.com/fi/spb/>

Sähkölukot avaimella. Turvajakytkimet. Turva. Tuotteet. OEM. N.d. Viitattu

19.5.2018.

http://www.oem.fi/Tuotteet/Turva/Turvarajakytkimet/Sahkolukot_avaimella/Sahkolukko_SLK/823803-544098.html

The Clever drawer cabinet. 2014. Viitattu 3.4.2018.

https://www.primaindustrie.com/uploads/editorialtext/docs/800GB_Oct2014_The_clever_drawer_cabinet.pdf

Tulus. Tuotteet. Prima Power. N.d. Viitattu 19.5.2018

<https://www.primapower.com/fi/ohjelmisto-tulus/>

Tuotantolinja PSBB. Prima Power. N.d. Viitattu 3.4.2018

<https://www.primapower.com/fi/tuotantolinja-psbb/>

Turvavaloverho. Optiset turvalaitteet. Turva. Tuotteet. OEM. N.d. Viitattu 19.5.2018.
http://www.oem.fi/Tuotteet/Turva/Optiset_turvalaitteet/Turvavaloverhot/Sormisuojaus_R_14/Turvavaloverho_SG4-B_14_sormisuojaus_8-napainen/823670-502495.html

Työsuojeluoppaita ja ohjeita 16. Koneturvallisuus. 2008. Tampere:

Työsuojeluhallinto. Viitattu 30.5.2018.

http://www.tyosuojelu.fi/documents/14660/2426906/Koneturvallisuus_tso_16-2009.pdf/6ae406a0-29fc-45fa-a4a6-19e38af399cc

Ultratech high performance. Punch press tooling. Products. Mate. N.d. Viitattu 10.4.2018. Muokattu. <https://www.mate.com/products/punch-press-tooling/thick-turret/ultra-tooling/ultratec-high-performance/>

Liitteet

Liite 1. Termit osa 1

| | | | |
|-------------------|--|------------------------------|--|
| Auto-index system | A system that enables automatic rotating of the tool in the working position | Työkalun pyöritysjärjestelmä | Järjestelmä, joka mahdollistaa työstöasemassa olevan työkalun pyörityksen automaattisesti |
| Clamp | A mechanism on the coordinate table that clamps the sheet to be processed | Kynsi | Koordinaattipöydässä oleva mekanismi, joka pitää kiinni työstettävästä levystä |
| Combo | An automatic storage system for storing sheet material and parts | Combo | Automaattivarastojärjestelmä levy materiaalin ja kappaleiden varastointiin |
| Combo FMS® | Combo storage system with one or more sheet metal working machines | Combo FMS® | Combo-varastojärjestelmä yhdistettynä yhteen tai useampaan levyntyöstökoneeseen |
| Control desk | The main control unit for operating the machine | Ohjauspulpetti | Pääohjauksikkö koneen käyttämistä varten |
| Coordinate table | The slide on the machine that moves the sheet to be processed | Koordinaattipöytä | Koneen kelkka, joka liikuttaa työstettävää levyä |
| Die | A tool that supports the sheet when the punch penetrates through it | Tyyny | Työkalu, joka tukee levyä alapuolelta pistimen lävistäessä sen |
| Gripper | A device that uses suction cups or magnets to lift the sheet from one position to another | Tarrain | Laite, joka imukuppien tai magneettien avulla nostaa levyn paikasta toiseen |
| Index tool | A rotating tool in the turret | Indeksityökalu | Pyörivä työkalu revolverissa |
| Multi-Tool | A specialized tool holder that holds more than one punch, located in the auto-index station of the turret | Multi-Tool | Erikoistyökalunpidin, jossa on useita pistimiä revolverin pyörivässä työkaluasemassa |
| NC Express™ | Automated CAD/CAM software | NC Express™ | Automatisoitu CAD/CAM-ohjelmisto |
| Nesting | A programmable method of placing parts on the sheet in order to minimize the amount of raw material wasted | Nestaus | Kappaleiden ohjelmoitava asettelu levyille niin että hukkamateriaalia jää mahdollisimman vähän |
| Night Train | A factory-wide storage system | Night Train | Laaja varastojärjestelmä |
| Night Train FMS® | Night Train storage system with one or more sheet metal working machines | Night Train FMS® | Night Train -varastojärjestelmä yhdistettynä yhteen tai useampaan levyntyöstökoneeseen |
| Production order | One or more NC programs to be run successively by the Tulus® software | Tuotantotilaus | Yksi tai useampia peräkkäin ajettavia NC-ohjelmia Tulus®-käyttöjärjestelmässä |
| Punch | A tool used to penetrate through sheet metal | Pistin | Työkalu ohutlevyn lävistämiseen |

Liite 2. Termit osa 2

| | | | |
|----------------------|--|--------------------|---|
| Punching | The process of using a punch and a die to punch holes in a sheet | Lävistys | Reikien lävistäminen levyyn pistimen ja tyynyn avulla |
| Punching tool | The combination of a punch and a die installed in the turret of a turret punch press | Lävistystyökalu | Levytyökeskuksen revolveriin asennettava pistimen ja tyynyn yhdistelmä |
| Ram | The part of the turret punch press that hits the tool and forces the punch through the sheet | Puskin | Levytyökeskuksen lävistykoneiston osa, joka iskee pistimen levyn läpi |
| Remote control panel | A secondary control unit for operating the machine | Kaukokäyttöpaneeli | Rinnakkainen ohjausyksikkö koneen käyttämistä varten |
| Right angle shear | A machine that uses two blades at a 90 degree angle to shear parts off the sheet | Kulmaleikkuri | Kone, jonka 90 asteen kulmassa olevat terät leikkaavat kappaleita irti levystä |
| Run-through | A sorting function that delivers parts from the machine to the given address straight over the conveyors | Läpiajo | Lajittelutoiminto, jossa kappaleet siirretään koneelta suoraan kuljettimien yli määriteltyyn osoitteeseen |
| Safety door | A door that protects material, not for people | Suojaovi | Suojaa materiaalia, ei kulkuovi |
| Scissor table | A table with a scissor mechanism that causes the lifting movement | Saksipöytä | Pöytä, jonka saksimekanismi saa aikaan nostoliikkeen |
| Scissor wagon | A wagon with a scissor mechanism that causes the lifting movement | Saksivaunu | Vaunu, jonka saksimekanismi saa aikaan nostoliikkeen |
| Scrap | Pieces of material left over when holes are punched in sheet metal | Metallijäte | Ohutlevyn lävistyksessä jäljelle jäävät materiaalin palaset |
| Service door | Access to the safety zone through the service door | Huolto-ovi | Huolto-oven kautta kuljetaan suoja-alueelle |
| Sheet | Material that sheet metal working machines process | Levy | Materiaali, jota levyntyöstökone työstää |
| Sheet holder | A set of pushers that keeps the sheet in place while the right angle shear shears it | Levynpidin | Sarja painimia, jotka pitävät levyä paikoillaan, kun kulmaleikkuri leikkaa sitä |
| Sheet stack | A stack of flat material sheets or finished parts | Levypino | Pino, jossa on suoria materiaalilevyjä tai valmiita kappaleita |
| Table | A stationary platform in machines and material handling devices | Pöytä | Paikallaan pysyvä taso koneissa ja materiaalinkäsittelylaitteissa |
| Tap | A tool used to cut internal screw threads in sheet metal | Kierretappi | Työkalu, jolla leikataan ruuvikierteitä ohutlevyyn |
| Tapping | The process of making threaded holes in sheet metal | Kierteitys | Kierrereikien tekeminen ohutlevyyn |
| Task list | A queue of production orders to be processed by the Tulus® software | Tehtävälista | Tulus®-käyttöjärjestelmällä ajettava tuotantotilausten jono |
| Tool holder | A holder in which the punch is installed in the upper turret and the die in the lower turret | Työkalunpidin | Työkalupesä, johon pistin asennetaan ylärevolverissa ja tyyny alarevolverissa |
| Tulus® | Finn-Power's operating system for sheet metal working | Tulus® | Finn-Power-käyttöjärjestelmä levyntyöstöön |

Liite 3. Termit osa 3

| | | | |
|--------------------|--|---------------------|--|
| Turret | Two revolving turret plates in a turret punch press, having a large number of tool stations for tools of different sizes | Revolveri | Kaksi pyörivää revolverilevyä levytyökeskuksessa, joissa on useita työkaluasemia erikokoisille työkaluille |
| Turret punch press | A machine used to punch holes in sheet metal | Levytyökeskus | Kone, joka lävistää reikiä ohutlevyyn |
| Vacuum system | A system for removing punching scrap | Alipainejärjestelmä | Järjestelmä lävistysjätepalojen poistamiseen |
| Wagon | A platform for material and parts, moving along rails | Vaunu | Kiskoilla liikkuva taso materiaalille ja kappaleille |
| Work chute | A hatch in front of the turret through which parts fall from the brush table onto a conveyor | Pudotusluukku | Revolverin edessä oleva luukku, josta kappaleet putoavat harjaspöydältä kuljettimelle |

Liite 4. Installation checklist (salassa pidettävä)

Liite 5. Start- up checklist (salassa pidettävä)