

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Sami Kinnunen ja Pasi Piirainen

SÄHKÖLUKON KOKOONPANON STANDARDOINTI

Opinnäytetyö

Syyskuu 2013



OPINNÄYTETYÖ
Syyskuu 2013
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800

Tekijät
Sami Kinnunen, Pasi Piirainen

Nimeke
Sähkölukon kokoonpanon standardointi

Toimeksiantaja
Abloy Oy

Opinnäytetyön aiheena oli sähkölukon kokoonpanon standardointi. Standardoinnin tarkoituksena oli luoda kokoonpanoon yhtenäiset työskentelymenetelmät ja sen myötä parantaa kokoonpanon tuottavuutta. Menetelmäkehitystyö tehtiin tuotannossa jo pitkään olleeseen volyymituotteeseen.

Menetelmäkehityksen toteuttaminen aloitettiin perehtymällä aluksi kokoonpanon lähtötilanteeseen ja senhetkiseen työohjeistukseen. Lähtötilanne analysoitiin ottamalla kokoonpanotyöstä videomateriaalia, sekä sen ohella perehdyttiin kokoonpano-ohjeeseen. Suunnittelun jälkeen uutta työmenetelmää lähdettiin etsimään kokeilemalla tuotteelle erilaisia kokoonpanojärjestyksiä.

Standardoinnin tuloksena kokoonpanoon saatiin yhtenäiset työskentelymenetelmät sekä työpisteet. Työ dokumentoitiin tekemällä uusi kokoonpano-ohje sekä lisäksi kokoonpanotyöstä kuvattiin opastusvideo. Uuden kokoonpanojärjestyksen myötä toimeksiantajan asettama 5 %:n aikasäästö tuotteen loppukokoonpanossa ylitettiin.

Koska opinnäytetyö sisältää yrityksen toiminnalle tärkeää tuotantoteknistä materiaalia, siitä tehtiin toimeksiantajan toiveesta erillinen lyhennetty julkinen versio.

Kieli
suomi

Sivuja 35
Liitteet 1
Liitesivumäärä 2

Asiasanat
standardointi, työmenetelmät, työympäristö, ergonomia



THESIS
September 2013
Degree Programme in Electrical Engineering

Karjalankatu
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
+358 (13) 260 6800

Authors
Sami Kinnunen, Pasi Piirainen

Title
Standardization of Electric Lock Assembly

Commissioned by
Abloy Oy

The topic of this thesis was to standardize an electric lock assembly. The purpose of standardization was to get more uniform working methods and that way to improve productivity. Production development was made to a product that was already in production.

Production development was started by studying the initial situation and work instructions. The initial situation was analyzed by getting video footage of the assembly work and also studying assembling instructions. After planning, the new working methods were found by testing different assembling orders.

Uniform working methods and working stations were the result of the standardization work. The work was documented by making new assembly instructions and an additional tutorial video. With standardized working methods productivity of the assembling increased over 5%, which was a minimum target set by the client.

Because this thesis includes important material of the operation of the company, an additional, separate public version was made of this thesis.

Language
Finnish

Pages 35
Appendices 1
Pages of Appendices 2

Keywords
standardize, work methods, work environment, ergonomics

Alkusanat

Ennen opinnäytetyön aloitusta olimme molemmat työskennelleet Abloylla sähkölukkojen kokoonpanon tuotannossa jo useamman vuoden ajan, joten sinne tehtävä tuotannonkehitystyö oli kiinnostava aihe. Kone- ja tuotantotekniikkaan liittyvä opinnäytetyön aihe ei kuitenkaan varsinaisesti ollut meidän sähkötekniikan koulutusta vastaava työ, mutta työn aihe otettiin haasteena vastaan.

Opinnäytetyön yhteydessä tehtyjen työvälineiden kehitystyöt ideoitiin ja suunniteltiin alustavasti itse ensin paperille, jonka jälkeen ne yhteistyökumppanit piirsivät ne puhtaaksi ja valmistivat.

Kiitämme Abloy Oy:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö yritykselle, sekä erityiskiitokset kuuluvat opinnäytetyön toimeksiantajalle ja yhteistyössä mukana olleelle henkilöstölle. Lisäksi kiitämme myös hyvästä yhteistyöstä kehitystyössä mukana olleita alihankkijayritystä sekä yksityistä suunnittelijaa.

Terminologia

EL560	painikeohjattu sähkölukkomalli
Jigi	kokoonpanoalusta
KAIZEN	jatkuvan parantamisen menetelmä
LEAN	valmistus mahdollisimman vähäisellä hukalla
Luksi	SI-järjestelmän mukainen yksikkö valaistusvoimakkuudelle
Proto	kehitysversio

Sisältö

Alkusanat
Terminologia

1 Johdanto	7
2 Abloy Oy yritysesittely	8
3 Työn rajaaminen	9
4 Työympäristön kehittäminen	10
4.1 LEAN	10
4.2 Työn standardointi	14
4.3 Työpisteen rakentaminen	16
4.4 Kokoonpanoalusta.....	21
5 Kokoonpanon menetelmäkehitys	23
5.1 Testilukkojen kasaamien ja videoiden ottaminen	23
5.2 Testilukkojen ja videoiden analysoinnit	24
5.3 Kokoonpanon menetelmien kehitys.....	25
5.4 Tuotteiden laatu	28
6 Työergonomia	28
6.1 Optimaalinen asento.....	28
6.2 Istumatyö.....	29
6.3 Optimaalinen tuoli	29
6.4 Optimaaliset liikkeet	30
6.5 Työpisteen valaistus.....	30
7 Tuloksien tarkastelu	31
8 Dokumentointi	32
9 Pohdintaa	33

Lähteet

Liitteet

1 Johdanto

Toimeksiantajana opinnäytetyölle toimi Abloy Oy:n Joensuun tehdas. Työ tehtiin Abloy:n Sähkölukot osastolle kokoonpanoon ja työ rajautui tarkemmin yhteen tuoteperheeseen. Työn tavoitteena oli ensisijaisesti tuotantotyön kehittäminen ja sekä sen yhtenäistäminen standardoinnin myötä. Työn standardoinnilla tarkoitetaan tuotteen loppukokoonpanon kaikkien osa-alueiden tarkastelua ja saaduista tiedoista koostaa yksi yhtenäinen työmenetelmä. Menetelmäkehitystyössä tutkittiin LEAN-käsitteiden mukaisesti työskentely-ympäristöä ja työmenetelmiä sekä lisäksi työergonomiaa.

Kasvavan kokoonpano-osaston myötä työlle nähtiin tarve, kun tarkasteltiin kokoonpanossa nykyisiä työskentelytapoja sekä työnohjeistuksia. Sähkölukkojen kokoonpanossa on henkilökuntaa kymmeniä ja ilman yhtenäistettyä työmenetelmää tuotteen kokoonpanolle on tapoja niin monia kuin on kokoojiakin. Tuotteiden työohjeistukset olivat myös osittain vanhoja ja puutteellisia. Työn standardoinnilla oli tavoitteena parantaa kokoonpanon tuottavuutta sekä tuotteiden laatua. Lisäksi yhtenäiset työskentelymenetelmät helpottavat jatkossa kokoonpanon työopastusta.

Menetelmäkehitystyön kohteeksi valittiin DIN-tuoteperheen painikeohjattu EL560 -lukkomalli, joka on yksi tuotannon volyymituotteista. Valintaan päädyttiin, koska kokoojat ja ennen kaikkea toimeksiantaja näkivät tarpeelliseksi tehdä standardi mallin kokoonpanolle. Lukkomallin työohjeistus ei myöskään ollut ajan tasalla. Työlle jouduttiin tekemään ajan ja resurssien puutteiden vuoksi rajauksia, mutta siltikin työlle tuli laajuutta.

Työtä lähdettiin toteuttamaan tutkimalla senhetkisiä työskentelymenetelmiä sekä työpistejärjestelyjä. Tuotekohtainen työohjeistus otettiin tarkasteluun ja katsottiin mitä tulee päivittää ja korjata. Menetelmäkehitystyötä varten rakennettiin oma työpiste, jossa tehtiin työmenetelmien kokeilut ja koejärjestelyt. Kokoonpanon työmenetelmissä oli kehitettävää paljon ja kehityskohtien löytämiseksi muun muassa kuvattiin kokoonpanotyöstä videomateriaalia. Kokoonpanotyöstä kuvattiin videota usean työntekijän työpisteeltä ja videoiden sisältö analysoitiin huomioon ottaen työtavat, järjestelyn, ergonomian ja työskentelyn nopeuden. Videoiden tutkimisen jälkeen työssä oli helppo edetä lopulliseen päämäärään. Työn tulos dokumentoitiin kokoonpanoon tekemällä tuotekohtainen standardoitu kokoonpano-ohje ja opastusvideo sekä työstä tehtiin uusi työaikamittaus.

2 Abloy Oy yritysesittely

Abloy Oy on osa ASSA ABLOY -konsernia, jonka pääkonttori sijaitsee Ruotsissa. ASSA ABLOY on maailman johtava oviympäristöratkaisujen toimittaja, joka tarjoaa asiakkailleen turvallisia ja helppokäyttöisiä sovelluksia ovien avaamiseen ja sulkemiseen. Abloy Oy on johtavia lukko- ja rakennushelavalmistajia ja sähköisen lukitusteknologian edelläkävijä. Henkilöstöä Abloy Oy:n tehtailla työskentelee noin 900 henkeä. [8.]

Lukitustuotteita valmistavia tehtaita on Suomessa kaksi, jotka sijaitsevat Joensuussa ja Björkbodassa. Joensuun tehdas on näistä suurempi ja siellä valmistetaan kattavasti Abloyn tuotteita. Abloyn organisaatio on jaettu 7 liiketoimintayksikköön, joista kukin on erikoistunut oman tuotevalikoimansa kehitykseen ja valmistukseen. Liiketoimintayksiköitä ovat rakennuslukitus, laitelukitus, sähkölukot, mekaaniset lukkorungot, rakennushelat, network solutions ja door control. [8.]

Abloyn Joensuun tehtaan tuotevalikoimasta löytyy ovensulkimia ja oviautomaatiikkaa, rakennusheloja, rakennus- sekä laitelukitus tuotteita ja sähkölukkoja. Tuotannon toiminta koostuu monesta eri osa-alueesta. Toimintoja ovat osavalmistus, osien varastointi, lukitustuotteiden loppukokoonpano ja pakkaaminen.

Osavalmistuksesta valmiit tuotteet tulevat varastointiin ja sieltä varastotyöntekijät toimittavat osat kokoonpanoon. Kokoonpanossa kasataan tilatut lukkorungot ja toimitetaan pakkaukseen. Pakkauksessa valmiit lukot pakataan ja lisätään tarvittavat oheistarvikkeet ja ohjeet. Valmiit paketit/tilaukset viedään lähetykseen ja osaston työ on kirjaamista vaille valmis.

Sähkölukot-liiketoimintayksikkö kehittää ja tuottaa sähköisiä lukkoja korkean laatu- ja turvallisuustason ammatillisiin sekä asuinrakennuksiin. Sähkölukot-liiketoimintayksikön tuotantovolyymi on noin 170 000 elektromeekaanista lukkoa vuodessa, joista noin 65 % menee vientiin. Sähkölukon tuotevalikoimat koostuvat skandinavian sekä keski-euroopan mallistoista, jotka sisältävät moottori- ja solenoiditoimisia lukkorunkoja. [8.]

3 Työn rajaaminen

Suunnittelu aloitettiin tyhjältä pöydältä ja mietittävää oli paljon. Ideat lähtivät syntymään meidän omista näkemyksistä ja lisäksi niitä laajennettiin Abloyn työntekijöiden näkemysten mukaan. Työlle täytyi saada riittävästi laajuutta ja sitä saatiinkin lopulta niin paljon, että jouduimme tekemään suuria rajauksia.

Työn aluetta lähdettiin selvittämään valitsemalla ensin lukkomalli, jolle oli työn aloitushetkellä tarpeellisinta tehdä menetelmäkehitys tutkimus. Lukko malliksi valittiin EL-560 -lukkorunko ja kaikki sen versiot lukuun ottamatta viimeisimpiä malleja. Molemmilla opinnäytetyöntekijöille on usean vuoden kokemus kyseisestä mallista ja tietotaitoa tehdä sille oma standardi.

Työpiste kuuluu olennaisena osana alueeseen sekä lukkorungon kokoonpano. Työympäristö osittain johtuen siitä, että kokoonpanossa täytyy esim. hakea osia ja tarvikkeita kasaamisen ohessa. Työergonomiaa ei voi unohtaa ja sitä on tarkasteltava niiltä osin kuin se koskettaa työntekijöitä.

Menetelmäkehitystyön työosuus ja dokumentointi olivat aikaa vieviä ja laajat projektit, joten ne tehtiin osittain yhteistyössä. Työn pääpaino ja kirjallinen osuus jaettiin kuitenkin karkeasti kahteen osaan osapuolten kesken; työympäristöön liittyvät aiheet ja työn tekoon liittyvät aiheet.

Seuraavassa listassa on esitetty työnjako:

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| - tiedonhankinta | Sami & Pasi |
| - suunnittelu ja ideointi | Sami & Pasi |
| - työympäristön kehittäminen | Pasi |
| - kokoonpanon menetelmäkehitys | Sami |
| - työergonomia | Sami |
| - tekstin muut osat | Sami & Pasi |
| - dokumentointi | Sami & Pasi |

4 Työympäristön kehittäminen

Tuotantotyössä tuotannon tehokkuuteen sekä tuotannon tekemään tulokseen vaikuttavat monet tekijät, kuten työskentely-ympäristön siisteys sekä ympäristön olosuhteet (työtilan valaistus, ilmanlaatu jne.) [7, s. 24.]. Tehdyn tuloksen kannalta kuitenkin yksi tärkeimmistä tekijöistä on tuotteen läpivientiaika osien valmistuksesta aina loppukokoonpanoon ja pakkaukseen saakka.

Tehty opinnäytetyö liittyi osittain jo aikaisemmin Sähkölukot-osastolla aloitettuun LEAN KAIZEN -projektiin, joka on eräänlainen yleinen kansainvälinen toimintamalli tuotannon kehittämiseen. Kyseiseen projektiin liittyen sähkölukkojen osavalmistuksessa ja kokoonpanotiloissa tehtiin aikaisemmin täysi layoutin muutos. Muutoksella pyrittiin selkeyttämään tuotannon materiaalivirtausta alusta loppuun. Tehdyn layoutmuutoksen jälkeen nykyisin materiaalivirta on aikaisempaa selkeämpi, alkaen varastopaikoilta osavalmistuksen kautta tuotteiden loppukokoonpanoon sekä siitä tuotteiden pakkaamoon ja pakkaamosta edelleen lähettämöön. Opinnäytetyössä keskityttiin LEAN-toimintamallia noudattaen etsimään mahdollisia tapoja nopeuttaa tuotteiden loppukokoonpanoon käytettyä aikaa.

4.1 LEAN

LEAN on asiakaslähtöinen prosessijohtamisen malli, joka perustuu virtauksen maksimointiin sekä hukkan eli menetetyt ajan poistamiseen. Lean toimintamallin perimmäinen tarkoitus on lyhentää läpimenoaikoja, ei niinkään toimia hukkan poistomenetelmänä. Yksi keskeisimmistä tavoitteista on nopeuttaa tuotantoa eli lyhentää läpimenoaikaa. Läpimenoaika on käytetty aika tuotteen valmistamisen aloituksesta siihen, kun tuote on valmiina toimitusta varten. Jos läpimenoaika ei laske, taloudellista parannusta ei todennäköisesti saavuteta. [2.]

Läpimenoaikojen vaikutus tuotannolle on erittäin suuri. Tarkastelemalla eroja läpimenoajan ja potentiaalisen läpimenoajan välillä on todettu, että olisi mahdollista lyhentää läpimenoaikaa jopa puoleen ottamalla käyttöön LEAN-menetelmät ja tiedostamalla ongelmat [3, s. 33].

Läpimenoajan lyhentäminen vaikuttaa muun muassa varastoon, jota on ylläpidettävä, jotta työ saataisiin suoritettua. Välivarastointi vähenee sekä keskeneräisen työn arvo laskee. Nopeutunut läpimenoaika sekä vähentynyt välivarastointi vaikuttavat laskevasti materiaalin käsittelytarpeeseen, joka puolestaan alentaa tuotannon ja varastoinnin tilantarvetta. Välivarastoinnin vähentyminen vähentää myös romutuksen tarvetta, millä voi olla suuri vaikutus yrityksen tulokseen. [3, s. 34.]

Läpimenoaikojen pieneneminen lyhentää myös tuotteiden toimitusaikoja, jolloin asiakkaat saavat tilaamansa tuotteet nopeammin ja asiakkaiden tarve pitää palvelua ylläpitävää välivarastoa pienenee. Tämän seurauksena on radikaali valmisvaraston arvon pudotus, jonka seurauksena yrityksen toimintaan sitomia pääomia vapautuu. Varastoinnin vähentyminen ja läpimenoaikojen nopeutuminen vaikuttavat myös yleiseen järjestykseen, jolloin komponenttien ja raaka-aineiden etsiminen helpottuu, joka puolestaan säästää aikaa ja työtä. [3, s. 34.]

Kaiken toimintatavan lähtökohtana on asiakkaalle tuleva lisäarvo. Yritys on Leanin mukainen, kun tuotanto-organisaatiosta on karsittu pois kaikki, mikä ei tuota lisäarvoa. Yrityksen on tehtävä analyysiä sen väliltä, mitä tehdään itse ja mitä hankitaan ulkopuolisilta toimittajilta. LEAN-valmistus on siis valmistamista ilman ylimääräisiä hukkia ja kuluja. [3, s. 19–20.]

LEAN-käsitteeseen liittyviä hukkia ovat odotus, ylituotanto, tarpeettomat liikuttelut, kuljetukset, yliprosessointi, varastointi sekä virheet. Nämä ovat ei arvoa lisääviä elementtejä, joita on havaittavissa jokaisessa organisaatiossa, olipa se valmistava tai palveluita tuottava. Perusajatuksena on poistaa tai minimoida nämä seitsemän esiintyvää hukkaa, jotka määritellään seuraavasti: [3, s. 22–24.]

Odotus

Odotusta esiintyy, kun tuotannossa on valmius suorittaa jokin työvaihe, mutta jokin työvaiheeseen liittyvä osa tai palvelu puuttuu. Näin pysähtyy koko prosessi.

Ylituotanto

Kun valmistetaan tuotetta enemmän kuin asiakas vaatii, syntyy ylituotantoa. Se aiheuttaa varastointia, kuljetustarvetta, sitoo pääomia ja tuottaa laatuongelmia. Ylituotanto on siten monessa mukana ja vaikuttaa muidenkin hukkien syntyyn.

Tarpeettomat liikuttelut

Turhilla liikkeillä tarkoitetaan kaikkea sitä ylimääräistä liikettä, jota joko työntekijä tai tuotannossa oleva kappale tekee prosessin aikana, Turhaa liikettä syntyy myös tuotantosolussa tai työpisteiden välillä, kun työntekijän on liikuttava pystyäkseen tekemään vaiheen työsuorituksen. Turhiksi liikkeiksi katsotaan kaikki ne liikkeen, joilla ei lisätä tuotteen arvoa.

Kuljetukset

Kuljetuksen tuoma hävikki syntyy, kun tavaraa, puolivalmistetta ja tuotteita kuljetetaan paikasta toiseen. Tämä on hukka, jota syntyy jatkuvasti ja huomaamatta.

Yliprosessointi

Yliprosessointi on tuotteen tarpeetonta käsittelyä tai työstämistä sellaisilla vaiheilla, jotka eivät tuota lisäarvoa lopputuotteeseen. Syntyy hukkaenergiaa, joka ei kulu optimaalisesti tehtäviin töihin. Ihmiset tekevät kovasti töitä, mutta eivät parhaalla mahdollisella työtavalla. Monesti perehdyttämisen puute aiheuttaa huonosti suunniteltuja työmenetelmiä. Yliprosessointi on usein tulosta huonosta tai ajattelemattomasta tuotekehityksestä ja -suunnittelusta.

Varastointi

Tuotteet tai komponentit, joita ei tarvita asiakkaan tilaamiin tuotteisiin, aiheuttavat varastointia ja ovat hukkaa. Varastoinnista ei päästä eroon kokonaan, mutta varastointia voi vähentää. Onkin kehitetty useita tietokoneille, joilla pyritään optimoimaan varastojen kokoa ja tilauserien ajoitusta tai kokoa. Varastoissa esiintyy myös hävikkiä, joka voi olla kalliiden komponenttien kohdalla hyvin kallista ja harmillista. Varastoilla tarkoitetaan raaka-aineita, keskeneräistä työtä, valmistuotevarastoa ja jakeluketjun varastoissa olevaa laskuttamatonta tuotevalikoimaa.

Virheet

Tuotantoprosesseissa syntyy usein virheellisiä tuotteita tai palveluksia. Tavoitteena pitäisi kuitenkin olla ns. nollavirhetoiminta. Kun tuotteita tai työtä joudutaan korjaamaan, syntyy kustannuksia kaikkein korkeimmalla kustannustasolla. Lisäksi on huomioitavaa, että tuotteeseen on jo ennen korjaamista sitoutunut se kustannusmassa, joka siihen oli tarkoitus sitouttaa. Virheet ovat siten kallein hukka ja siksi ehdottomasti vältettävien hukan muoto. [3, s. 22–24]

LEAN pitää sisällään lukuisia konsepteja, teorioita ja työkaluja kuten esimerkiksi 5S:n, työn standardoinnin, solu-layoutin, hukan vähentämisen sekä virtauksen. Useimmiten LEAN ymmärretään väärin ja oletetaan, että siihen liittyvät työkalut itsessään ratkaisisivat ongelmat. Näin ei kuitenkaan ole tarkoitus, vaan työkalujen ideana on tuoda tuotantoprosesseista ongelmakohdat esiin. Työkalujen ja konseptien avulla esiin tulleet ongelmat jäävät ihmisten ratkaistavaksi. Lähtökohtaisesti henkilöstön tehtävänä on nostaa ongelmat esiin ja esimiehillä on oltava riittävä tietotaito ratkaista esiin tulleet ongelmat. [2.]

Yksi LEANin perustyökaluista on 5S-ohjelma. Menetelmän nimi tulee viidestä japaninkielisestä S-kirjaimella alkavista sanoista, jotka ovat Seiri (Errottele), Seiton (Järjestele), Seiso (Puhdista), Seiketsu (Vakioi) ja Shitsuke (Ylläpidä). 5S on työpaikan siisteyttä ja järjestystä ylläpitävä menetelmä. [3, s. 25.]

Ohjelman keskeisenä tavoitteena on muun muassa saada aikaan siisti ja järjestelmällinen työpiste, joka on turvallinen ja tehokas sekä työntekijälleen viihtyisä. Tavoitteena on myös vähentää tapaturmia, hylkyä, hukkakäyntiä, tuotantoseisokkeja, virheitä sekä ohjausongelmia. 5S-ohjelmaa noudattamalla voidaan parantaa viihtyvyyttä ja tuottavuutta sekä näin antaa myös hyvä ensivaikutelma asiakkaalle. [4, s. 7.]

5S-ohjelmaa noudattaen työskentely nopeutuu paremman siisteyden, järjestelyn ja puhtauden ansiosta. Samalla myös tilojen käyttö tehostuu ja vapautuvaa tilaa voidaan käyttää muihin tarkoituksiin, kun tarpeettomat materiaalit, työkalut ja muut tavarat eivät häiritse enää toimintaa. [4, s. 8.]

4.2 Työn standardointi

Opinnäytetyön päällimmäinen tarkoitus oli tehdä työntekijöille yhtenäinen ja toimiva kokoonpanomalli eli standardi. Standardin yhteydessä puhutaan työntutkimuksen kokonaisuudesta, joka johtaa standardointiin.

Työntutkimus aloitetaan yleensä tutkittavan työkokonaisuuden havainnoimisella ja kuvaamisella. Käytettävät työmenetelmät kartoitetaan, kehitetään ja vakiinnutetaan. Työvaiheiden ergonomia ja työturvallisuus tutkitaan sekä selvitetään ajankäyttö. Työntutkimuksessa tarkastellaan työtä kolmesta näkökulmasta: taloudellisesta, teknologisesta ja työntekijänäkökulmasta.[1, s. 6.]

Taloudellisuuden kannalta säästöä kertyy, mikäli jokainen työntekijä pystyy parantamaan tehokkuuttaan ja päivän tuottavuutta. Vaikka hetkellisesti kustannuksia tuleekin työpisteen rakentamisesta ja uuden työmenetelmän opettelemisesta. Teknologisessa ajattelussa laatu paranee sekä sen ohella mahdollisesti tulee uusia innovatiivisia ratkaisuja, jotka edesauttavat tuotannon kehittämistä. Työntekijöiden kannalta yhtenevät työskentelytavat helpottavat kaikkia ja tekemällä työvaiheet samalla tavalla on myös helpompi jatkossa opastaa uusia työntekijöitä.

Työntutkimukseen voidaan katsoa kuuluvan sen tavoitteiden mukaisesti neljä osalueta: [1, s. 6.]

- 1) **menetelmätutkimus** eli taloudellisen, turvallisen ja tehokkaan työmenetelmän kehittäminen.
- 2) **työn vakiinnuttaminen** eli tehokkaimman menetelmän standardointi
- 3) **työnopastus** eli tehokkaimman menetelmän opastus sekä uusille että vanhoille työntekijöille.
- 4) **työnmittaus** eli työhön tarvittavan ajan selvittäminen.

Menetelmätutkimus on järjestelmällistä, mihin kuuluu kaikki tuotannon osatekijät, kuten työn tekeminen, raaka-aineet, koneet ja laitteet sekä niiden yhteistoiminta. Menetelmätutkimuksen tavoitteina on laskea tuotannon kustannuksia sekä parantaa tuottavuutta, ergonomiaa ja työturvallisuutta. Työmenetelmiä kehitettäessä ja teknisiä muutoksia toteutettaessa on tärkeää, että työtehtävät ja työympäristö suunnitellaan ja toteutetaan huomioon ottaen ergonomia-, terveys- ja turvallisuusvaatimukset.[1, s. 6.]

Työn vakiinnuttamisella eli standardoinnilla on tarkoitus tuoda uusi ja parhaimmaksi todettu työmenetelmä kaikkien työntekijöiden käyttöön. Uusi työmenetelmä ei poista mahdollisuutta kehittää sitä edelleen, vaan on erittäin hyvä pohja lähteä jatkokehittämään menetelmää. Ilman standardia ei ole edellytyksiä systemaattiselle tuotannonkehittämiselle ja siksi tämä on erittäin olennainen osa tulevaa ajatellen. [1, s. 6.]

Työnopastuksella on varmistettava, että työntekijät osaavat tehokkaat ja turvalliset työmenetelmät. Työnopastukseen kuuluvat osa-alueina työntekijöiden perehdyttäminen; opastus työhön, työmenetelmiin ja työvaiheisiin sekä ammattitaidon kehittäminen.[1, s. 7.]

Työnmittauksella tarkoitetaan tiettyyn työtehtävään tietyllä työmenetelmällä tarvittavan ajan määrittämistä. Työhön tarvittava aika riippuu aina käytettävästä menetelmästä. [1, s. 7.].

Toistuvissa työtehtävissä työhön käytetty aika laskee toistokertojen lisääntyessä harjaantumisen ansiosta. Tämä näkyy muun muassa siinä, että yksinkertaiset työvaiheet ja liikesarjat tulevat rutiininomaisiksi, työntekijän suoritusvarmuus kasvaa ja liikkeiden liikenopeudet kasvavat. Standardisoinnin ja työn vakiinnuttamisen tehokkuus tuottavuuden parantamisessa perustuu juuri toistokertojen lisäämiseen ja harjaantumisen hyödyntämiseen. [1, s. 15]

Tässä työssä puhutaan työaikamittauksesta, jossa on mitattu valmiin tuotteen loppukokoonpanoon käytetty aika ennen ja jälkeen uuden työmenetelmän. Mitatun kokoonpanoajan määritykseen palataan myöhemmin.

4.3 Työpisteen rakentaminen

Sähkölukkojen kokoonpanotilassa työpisteet jakaantuvat kokoonpanon tuotemallien tuoteperheiden mukaan. Tuoteperheistä riippuen yksittäisellä työpisteellä voidaan kasata useampaa eri tuotemallia.

Tässä työssä keskityttiin ainoastaan DIN-tuoteperheen osalta kokoonpanoon käytettävään työpisteeseen. DIN-tuoteperhe sisältää profiilioven sekä umpioven tuotemallistot. Työpisteen standardointi rajautui työn laajuuden vuoksi pelkästään umpioven mallien kokoonpanoon.

Työpisteen ja työvälineen mitoituksessa ja työvälineiden sijoittelussa on otettava huomioon seuraavat seikat: [6, s. 32.]

1. käyttäjien mitat ja niiden vaihtelu
2. tehtävän mukainen perustyöasento (istuminen tai seisominen)
3. asennon tukeminen ja vaihtelu
4. katselukohteiden sijoittelu (katseen suunnat ja katseluetäisyys)
5. käsien työskentelyalueet
6. työskentelykorkeus ja työtason korkeus
7. jalkatila.

Tutkimustyön kohteena olleen DIN-tuoteperheen umpioven mallien kokoonpanopisteitä on tuotannossa kaksitoista, joista jokaisen ulkoasu on erinäköinen. Aikaisemmin kokoojat ovat järjestäneet kokoonpanopisteensä omanlaisekseen, joten työpisteitä on niin monia erilaista kuin on tekijöitäkin. Tämä aiheuttaa ylimääräistä ajanhukkaa, kun kokoonpanopisteelle siirtyy eri henkilö kokoamaan tuotteita. Hän luonnollisesti järjestelee ensin työpisteen itselleen sopivaksi. Kokoonpanon pöydillä oli paljon välittömästi tarpeettomia työkaluja sekä pöytien hyllyille oli välivarastoitu osia joita ei päivittäin tarvitse kokoonpanotyöhön.

Kokoonpanotilassa käy myös usein vierailulla Assa Abloy -konsernin edustajia sekä muita Abloyn yhteistyökumppaneiden edustajia. Vierailijoidenkin kannalta olisi hyvä, mikäli työpisteet olisivat yhdenmukaisia, se antaisi ulkopuolisille heti edustavamman ja siistimmän vaikutelman kokoonpanotilasta.

Tämän tutkimustyön tarkoituksena oli tutkia ja rakentaa standardityöpiste, joka olisi työskentelyn kannalta optimaalinen ja mitä ei tarvitsisi järjestellä uudelleen. Tällöin jokaisen työpisteen voisi järjestellä yhdenmukaiseksi.

Kokoonpanopöydän varustukseen kuuluvat kolme ruuviväännintä, kaksi hyllykköä poimintalaatikostoja varten, kokoonpanojigi sekä testauslaite valmiin tuotteen loppu-tes-
taukseen. Työpöydän ympäristöön kuuluu lisäksi kaksi kärryä, joita käytetään valmiiden
tuotteiden siirtämiseen työpisteeltä pakkaamon hyllyyn, sekä niillä haetaan myös varas-
tosta työpisteelle raskaampia osia kuten lukkopesiä ja kansia.

Menetelmäkehityksessä käytetyn työpisteen rakentaminen aloitettiin niin sanotusti puh-
taalta pöydältä, eli kokoonpanoon oli hankittu layout-laajennustöiden yhteydessä uusia
työpöytiä, joista yksi otettiin testikäyttöön. Työpöydät ovat Trestonin valmistamia säh-
kömoottorin avulla korkeussäädettäviä pöytiä (malli: WB-ESD). Työpöytään kuuluu
kaksi korkeus- ja kaltevuussäädettävää hyllytasoa, sekä työkalu- ja valaisinkannatin.
Työpöydän korkeussäätö mahdollistaa myös työskentelyn seisten. Testauskäytössä tosin
havaittiin ergonomian kannalta korkeuden jäävän vajaaksi pitkälle henkilölle. Toisaalta
myös seisten koottaessa työpisteen aputasoina toimivat kärryt jäivät liian matalalle.

Itse työpöydät olivat jo ennakkoon koottuja, joten työpisteen rakentamisessa voitiin
keskittyä suoraan olennaiseen eli kokoonpanotyössä tarvittaviin välineisiin. Pöydässä
oli myös valmiiksi kiinnitettynä kaksi kääntövarrella olevaa telinettä poimintalaatikos-
toja varten. Ideana kääntövarren päässä olevat liikuteltavat laatikostot olivat hyvä, mutta
käytännön ja ergonomian kannalta se kuitenkin todettiin käyttökelvottomaksi, joten
kääntövarret irrotettiin ja palattiin käyttämään poimintalaatikostoille kokoonpanossa jo
aikaisemmin käytössä olleita hyllyköitä.

Työpistettä lähdettiin rakentamaan silmälläpitäen LEAN periaatteita ja erityisesti 5S-
menetelmää noudattaen. Työpistettä rakennettaessa pyrittiin minimoimaan siinä olevat
”ylimääräiset” osat ja tarpeettomat tavarat. Siihen etsittiin vain volyymituotteiden ko-
koonpanoon tarvittavat osat, joita tarvitaan lähes päivittäin. Pöydillä seisovat osat kas-
vattavat omalta osaltaan turhaan varastoarvoa. Työpisteille tarpeettomana varastosta
vähennetyt osat aiheuttavat lisäkustannuksia, kun varastoja täydennetään sitä mukaa
kuin kirjanpidosta vähennetään osia. Esimerkiksi varastosta haetaan laatikollinen osia
seisomaan työpisteelle, jolloin varastoon tuodaan täydennyksenä uusi laatikko, tällöin
osia on jo kaksinkertainen määrä tarpeeseen nähden.

Kokoonpanon sujuvuuden kannalta kaikkia osia ei haeta suoraan varastosta työpisteille, vaan suuremmissa erissä tulevat pienemmät osat vähennetään varastosta tiimikohtaiseen välivarastoon, josta kokoojat hakevat osia työpisteille. Välivarastoinnilla on omat puolensa; haittapuolena aiheuttaa ylimääräistä osien siirtelyä, mutta vastaavasti vähentää ylimääräistä käyntiä itse varastossa, sekä myös helpottaa varastokirjanpitoa kun päivittäisten tapahtumien määrä on pienempi suurempien eräkokojen ansiosta. Toisaalta varastosta vähennettyjen osien välivarastointi hankaloittaa saldojen seuranta ja osittain lisää materiaaliin sidotun pääoman arvoa. Välivarastoon vähennettävien osien eräkoot onkin pyrittävä pitämään sopivan kokoisina jolloin se toimii vielä puskurina, mutta ei sido liikaa pääomaa.

LEAN periaatteiden kannalta työpistettä suunniteltaessa keskityttiinkin miettimään, miten voisi vähentää turhaa käyntiä varastossa tai välivarastossa lisäämättä kuitenkaan enää liikaa osien varastointia työpisteille. Kokoonpanopöydissä tilaa on rajallisesti käytettävissä sekä työergonomian ja työn sujuvuuden kannalta sivuille ei kärryjen lisäksi voi aputasoja laittaa, jotta vältytään muun muassa ylimääräisiltä vartalon kiertoliikkeiltä. Osien sijoittelun ja järjestyksen suhteen olikin tehtävä kompromissi ratkaisuja.

Aikaisemmin työpisteen hyllyköissä olevissa poimintalaatikostoissa käytettiin vain yhden kokoisia laatikoita. Nämä laatikot ovat kuitenkin liian pieniä joillekin koottavan lukon osille, jolloin suurempia joutui hakemaan välivarastosta useamman kerran päivän aikana. Vaihtoehtoisesti osia sijoiteltiin hyllykön päälle sekä pöydän sivuille kärryyn tai pöydän päähän erillisiin isompiin laatikoihin.

Ratkaisuna tähän löydettiin Trestonin tuotevalikoimasta hyllykköön sopivia leveämpiä poimintalaatikoita. Hyllykön laajempiin laatikoihin voitiin sijoittaa isoimpia menekiosia (esim. anturilevyjä, painonokkia, telkiä tai vetolevyjä), joita aikaisemmin on joutunut hakemaan useammin välivarastosta. Laatikoita tilattiin aluksi vain pieni erä koekäyttöön ja koekäytössä ne havaittiin toimivaksi ratkaisuksi. Tarve poistua työpisteeltä hakemaan lisää osia pieneni, mutta toisaalta työpisteelle ei tullut liikaa osia ja osat sai keskitettyä ergonomian kannalta sopivalle tasolle. Isompia osia kuten anturilevyjä ja vetolevyjä oli myös helpompi poimia laajemmista laatikoista ja tämäkin osittain joudutti kokoonpanon sujuvuutta.

Tuotteiden kokoonpanon ja testauksen jälkeen niihin kiinnitetään eri malleista riippuen erilaisia ohje- ja CE tarroja. Kokoojat tulostavat tarvittavat tarrat itselleen siihen tarkoitettulla tarratulostimella ja tarroja tulostetaan yleensä kerralla noin 200–300 kappaletta. Tarrat tulostetaan rullalla olevalle valmiille nauha-arkille, jossa on tarrapohjat valmiina ja tulostuksen jälkeen valmiit tarrat pyöritetään uudestaan rullalle. Optimaalista työpistettä suunniteltaessa mietittiin samalla eri ratkaisuja miten ympäri työpistettä lojuneet valmiit tarrarullat olisi helpommin käsillä.

Yleisimmin tarvittaville tarrarullille päätettiin suunnitella oma teline, joka voidaan sijoittaa kätevästi poimintahyllyköiden päälle ja josta tarrat ovat helposti otettavissa. Telineen pohjaan tehtiin poterot kahdelle magneetille, joiden avulla se pysyy tukevasti kiinni hyllyssä. Telineeseen lisättiin myös sen toiselle sivulle jarrulevy joka pitää rullan paremmin paikoillaan, ettei tarraa otettaessa rullalta se pääsisi purkautumaan vapaasti akseliltaan. Liite 1 sisältää tarratelineen mittapiirroksen sekä siihen kuuluvan jarrulevyn piirroksen.



Kuva 1. Tarrateline yhdelle rullalle

Yllä olevan kuvan tarratelineen protoversio oli kokoonpanossa koekäytössä opinnäytetyön teon ajan ja se havaittiinkin toimivaksi ratkaisuksi. Teline kuitenkin jäi osittain vielä kehitys asteelle ja siitä tehdyt mittapiirroukset sopivatkin hyvin jatkojalostukseen, mikäli teline päätetään ottaa kokoonpanossa laajemmin käyttöön.

Kuvassa 2 on esitettyä koko opinnäytetyön tuloksena valmistunut standardinmukainen työpiste. Valmis työpiste on yleisilmeeltään siistinnäköinen ja kaikki kokoonpanotyössä tarvittava on ergonomiankin kannalta käsien ulottuvilla. Kuvan työpisteellä poimintahyllyköissä on vain EL560 malliin tarvittavat osat. Muiden yleisimmin kasattavien lukkomallien vaihto-osat nostettiin työpisteen ylähyllylle, mistä ne ovat kätevästi vaihdettavissa tarpeen mukaan poimintahyllykköön. Työpöydän keskellä jigin ja testausyksikön välissä on sijoitettuna pienemmät jokaiseen malliin tarvittavat vakio-osat.

Kokoonpanopisteelle suunniteltiin myös opinnäytetyön ohessa uusi kokoonpanoalusta, josta lisää seuraavassa kappaleessa. Kokoonpanopisteen järjestelyistä ja miten oikeaan kokoonpanojärjestykseen päädyttiin, kerrotaan myöhemmässä vaiheessa kappaleessa kokoonpanon menetelmäkehitys.



Kuva 2. Valmis työpiste

4.4 Kokoonpanoalusta

Tuotannossa olevat lukkorunkomallit kootaan siihen tarkoitettulla kokoonpanoalustalla eli jigillä. Jigin käyttötarkoitus on pitää koottava lukkorunko tukevasti pöydällä ja näin helpottaa kokoonpanoa. Koottaessa lukkorunkoa lukkopesä asetetaan jigiiin ja tähän aletaan kokoonpanojärjestystä noudattaen asettaa paikoilleen tarvittavia osia. Kokoonpanon edetessä lukkorunko kiinnitetään alustaan ruuvilla.

Nykyisin koottaviin DIN-tuoteperheen lukkoihin on ollut käytössä kolmea erilaista jigiiä. Ensimmäisellä versiolla kokoonpano onnistui vain pelkästään umpioiven tai profiilioiven lukkorungoille. Tämän jälkeen tuli uudistettu versio, jolla onnistui kasata tuoteperheen kaikkia malleja. Tuotannon laajentuessa kokoonpanopaikkoja tarvittiin lisää ja näin myös uusia kokoonpanoalustoja. Kokoonpanoalustojen valmistuskustannukset kilpailutettiin ja tämän seurauksena valmistaja vaihtui. Uudelta valmistajalta tuli telakkamallinen kokoonpanoalusta, jossa on samassa testausyksikkö sekä kokoonpanojigi. Tätä aikaisemmin käytetyissä versioissa on erilliset testausyksiköt solenoidi- sekä moottorilukoille.

Uuden valmistajan kanssa yhteistyössä kehitetty nykyinen telakkamallinen ratkaisu todettiin kuitenkin vievän liikaa tilaa pöydältä. Telakkamallin yhteydessä oleva testausyksikkö on liian korkea, vaikka sitä on yritetty muuttaa matalammaksi. Testausyksikkö tulee pöydällä olevien poimintalaatikoiden eteen ja samalla myös siirtää niitä edemmäksi kokoojasta. Tämä heikentää työpisteen ergonomiaa, kun osia joutuu kurottamaan edempää. Iso telakkaratkaisu peittää myös osittain työpisteellä olevia osahyllyköitä.

Valmistajan vaihdon yhteydessä myös kokoonpano jigiiin tyyli muuttui samalla. Lukkorungon painonokan kiinnitykseen käytettiin aiemmin erillistä ruuvitappia, mutta uudessa mallissa se on valmiiksi kiinni jigiiin pohjassa ja lukkorunko kiinnitetään tähän erillisellä kiinnitysmutterilla. Valmiiksi paikallaan oleva ruuvitappi kuitenkin hankaloittaa kokoonpanoa, koska painonokka paketti on tavallaan kasattava osa kerrallaan paikalleen.

Tehdyn tutkimuksen perusteella todettuun kokoonpanojärjestykseen tämä ratkaisu ei ollut toimiva, koska tutkimuksessa todettiin painonokkapaketin kokoamiseen kuluvan turhaan ylimääräistä aikaa jos sen kokoaa osa kerrallaan. Tehdyn menetelmäkehityksen tuloksena saadun uuden kokoonpanojärjestyksen mukaisesti paketti kasataan valmiiksi käsissä, jolloin kiinteä ruuvitappi on hidasteena kokonaista pakettia paikalleen asettaessa.

Optimaalisinta työpistettä suunnitellessa päätettiin jakaa nykyinen telakkaratkaisu takaisin erilleen eli jigi ja testausyksikkö omina yksikköinä. Testausyksikön ja kokoonpanoalustan erottamiselle oli tarve käytännöllisistä syistä. DIN -tuoteperhe sisältää moottori- sekä solenoiditoimisia lukkorunkoja ja näiden testaamiseen käytetään neljää erilaista testausyksikköä malleista riippuen.

Telakan kiinteässä testausyksikössä oli vain testausmahdollisuus EL460/EL560-solenoidimalleille sekä EL420/EL520-moottorimalleille. DIN-tuotemallisto sisältää myös EL418/EL518-moottorilukot joille on oma testausyksikkö sekä EL432/EL532-painikeohjatut moottorilukot, joille on omansa HI-O-väyläinen testausyksikkö. Jälkimmäisille malleille joutui käyttämään telakasta erillistä testausyksikköä jonka sijoitus jo valmiiksi täydelle pöydälle oli hankalaa. Osittain myös tästä syystä testausyksikkö päätettiin erottaa telakasta, jolloin itse erillinen testauslaite voidaan sijoittaa poimintarasioiden taakse ja tämän voi vaihtaa tarvittaessa kun vaihdetaan koottavaa lukkomallia. Näin säästyy pöydältä tilaa ja työpisteen yleisilme säilyy siistinä.

Itsessään testausyksikön siirto pöydän takaosaan hankaloitti lukkorunkojen sähköistä testausta, koska samalla testausyksikön ohjausnapit siirtyivät kauemmaksi kokoojasta. Tämä päätettiin ratkaista tuomalla testausyksikön ohjausnapit erilliseen kokoonpanojigiin kiinnitettävään ohjausrasiaan. Ohjausrasia on testausyksiköstä lukkorunkoon kiinnitettävän johdon varrella jolloin ei erillisiä johtoja tarvitse. Samalla myös testausjohdon ”lähtöpiste” saatiin lähemmäksi kokoojaa. Muuten testausjohto olisi irrallisena ollut mahdollisesti haitaksi pöydällä olevien poimintarasioiden päällä.

Tuotantoteknisistä syistä kokoonpanoalustan varsinaisesta kehitystyöstä ei kerrota tarkemmin tässä opinnäytetyön julkisessa versiossa.

5 Kokoonpanon menetelmäkehitys

Menetelmäkehitys koostuu kolmesta osa-alueesta ja yhdessä ne muodostavat suuremman kokonaisuuden. Kokonaisuutta lähdettiin rakentamaan testilukkojen ja videoiden avulla ja testattujen lukkomallien ja otettujen videoiden analysoinnilla.

Näiden osien yhteydessä käytiin läpi muitakin mahdollisia tekijöitä, jotka vaikuttavat kokoonpanoon ja erityisesti jos näimme niissä kehittämisen varaa.

5.1 Testilukkojen kasaamisen ja videoiden ottaminen

Testattavia koelukkoja tuli useita kappaleita. Kokoonpanon työnopastajista kukin kasasi yhden lukon ja niitä tehtiin yhteensä kolme kappaletta. Lukkojen kasaaminen katsottiin ja samalla kiinnitimme huomiota kasaustapaan. Lisäksi purimme lukot ja tarkastelimme rasvauksen. Rasvauksessa sekä kokoonpanossa oli suuria eroja.

Omia testilukkoja tehtiin useita kymmeniä kappaleita. Näillä lukkoilla kokeilimme erilaisia menetelmiä kasata lukkoja ja tutkimme millä keinoilla ja tavoilla saataisiin paras mahdollinen ratkaisu kasaamiseen.

Lisäksi päätimme tehdä yhden oman testilukon jossa rasvaus tehty oikeaoppisesti ja se lähetettiin vuositestiä vastaavaan kulutustestiin. Lukkoa testattiin pari kuukautta ja lukko tuli takaisin analysoitavaksi. Lukko kävi testihuoneessa missä on aina useita kymmeniä lukkoja koekäytössä. Lukoille tehdään sen käyttöiän mukainen kulutustesti missä testataan sen elinkaaren kestävyyttä. Parin kuukauden aikana tulee aukaisuja ja kiinnilaittoja vastaava määrä ja enemmän mitä vuodessa normaalissa käytössä tulisi.

Muiden työntekijöiden luvalla otimme videokuvaa kokoonpanosta. Kuvaus materiaalia saatiin kasaan todella hyvin ja näistä oli mitä parhain katsoa mahdollisia kasaustapoja kuin myös virheitä. Kukin kokoonpanija kasasi noin 2-5 lukkoa aikavälillä 20-60min. Videoiden pituus vaihteli tilanteen mukaan.

5.2 Testilukkojen ja videoiden analysoinnit

Testattavista lukoista lähes kaikki purettiin ja tutkittiin. Poikkeuksena olivat omat testilukot missä havainnointiin muita asioita.

Työnopestajien lukot purettiin ja rasvaus tutkittiin. Näistä lukoista kaikki olivat eritavalta kasattuja ja rasvaus ei ollut yhtenevä. Kokoonpanossa kasaustjärjestys vaihteli tekijän mukaan ja rasvaus ei ollut malliesimerkin mukainen. Rasvaa laitettiin joko liian vähän tai liian paljon sekä vääriin paikkoihin. Yleisin virhe on ollut liian vähäinen rasvan määrä jolloin lukko tulee ennen pitkää kuivamaan. Mikäli lukko pääsee kuivamaan alkaa osien kulutuskestävyys jyrkästi kärsiä ja toiminta-aika lyhentyä puoleen siitä mitä se on oikein malliesimerkin mukaan rasvatulla lukkomallilla.

Kasaamista tehtiin mm. vain yhdellä kädellä joten työnopeus ja tehokkuus kärsivät. Osia otettiin kahdella kädellä vain toiselta puolelta jolloin tapahtuu ns. vartalon ylikiertoa mikä taas voi johtaa työterveysriskiin. Turhien liikkeiden määrä vaihteli, mutta niitä tapahtui kaikilla.

Videoista näki laajasti melkein kaikkien nykyisten työntekijöiden tavan kasata lukkoja. Edellä mainitut virheet toistuivat, mutta niiden lisäksi löytyi myös hyviä vinkkejä parempaan suuntaan. Yksi hyvä vinkki oli esimerkiksi esivalmistella vetolevy lukkomallin mukaan ja toinen että kasataan painonokkapaketti kokonaan valmiiksi kädessä ennen kuin laitetaan lukkopesään. Videoiden pohjalta oli hyvä lähteä kokeilemaan kasaamisjärjestystä ja erilaisia menetelmiä kasata lukko.

5.3 Kokoonpanon menetelmien kehitys

Alustavan työpisteen järjestelyn jälkeen aloitimme paikkatestaamiset kokeilemalla parhaaksi katsottuja ja mietittyjä menetelmiä. Alkuun kasasimme kymmeniä lukkoja ilman rasvaa ja pohdimme laatikoiden sijoittelua hyllystöihin.

Laatikostot merkattiin numeroin 1-40 ja tehtiin piirustus työpöydästä missä näkyi laatikoiden paikat. Siirroissa merkattiin piirustukseen esim. 1 ja 2 vaihtaa paikkaa jne.

Laatikoiden paikat vaihtelivat paljon ja lopulta löytyi hyvä järjestys millä lähteä kasamaan varsinaisia testilukkoja rasvan kanssa. Laatikoiden paikat vaihtuivat vielä vähän kokeilujen edetessä. Sijoittelulla haimme sitä, että tulisi mahdollisimman tehokkaasti hyödynnettyä molemmat kädet. Tarkoituksena oli myös, että turhat liikkeet jätetään pois ja ennen kaikkea ettei tule ylikiertoja tai muita liikkeitä mitkä voisivat johtaa työterveysriskiin ja sairastumisiin.

Sijoittelulla haimme myös sitä että kaikki osat on sijoitettu lähelle kokoonpanon jigiiä ja että turhat osat eivät ole viemässä vähäistä tilaa hyllyköistä tai pöytätasosta. Näin ollen saimme kaiken tarvittavan lähelle työntekijää ja työpisteestä tuli selkeämpi.

Osien sijoittelun jälkeen pystyimme aloittamaan varsinaisen kokoonpanon testaamisen sekä kellottamisen. Aluksi pohdimme ja kokeilimme mikä olisi paras järjestys kasata EL560-lukkomalli. Videoista havaittuja järjestyksiä kokeiltiin ja eri menetelmiä kelloitettiin ja otettiin liikkeiden määrät ylös.

Järjestyksen löydyttyä täytyi katsoa paras tapa kasata malli. Tarkasteltavia asioita oli lähinnä rasvaus, esivalmistelut, painonokkapaketti ja liikkeiden määrä.

Rasvaaminen on yksi eniten aikaa vievistä vaiheista. Siihen katsoimme tuotteesta vastaavan suunnittelijan ja työopastajien kanssa malliratkaisun. Rasvan levittämisen vaiheet puolestaan testasimme ja kellotimme nopeimman sekä vähiten liikkeitä tarvitsevan tavan.

Esivalmisteluissa oli aluksi vain lukkopesä kasaaminen eli lukkopesä, rintalevy ja vaihdin laitettiin kiinni lukkopesään. Videoista katsoimme, että osa teki juuri näin ja toiset taas kasasivat niin sanotusti lennosta kasaan. Lennosta kasaan kokoonpanossa lukko kasataan osa kerrallaan ilman esivalmistelua.

Yksi työntekijä taas kasasi myös vetolevyn esivalmiiksi mikä katsottiinkin erittäin järkeväksi ja kokeilimme tapaa. Huomasimme että se nopeutti kokoonpanoa ja se lisättiin ennakkoon tehtäviin vaiheisiin. Lisäsimme vaiheen uuteen työohjeeseen mistä lisää dokumentointi luvussa. Laitettuamme vaiheen työohjeeseen kokoonpano tiimistä tuli aloite että jätetään esivalmistelut kokonaan pois kasaamisesta. Perusteluina oli että menee aikaa hukkaan turhaan pesien siirtelyyn jigiltä laatikkoon ja uudelleen. Sinällään ymmärrettävä perustelu, mutta asiassa ei huomioitu että se kumminkin nopeuttaa loppujen lopuksi kokoonpanoa. Aloite kumminkin hyväksyttiin ja palattiin takaisin alkuperäiseen toimintamalliin. Esivalmistelut jätettiin kokonaan pois työvaiheista.

Painonokkapaketissa löytyi kolme eri tapaa kasata paketti, osa kerrallaan pesään, puolittain pesään sekä kokonaan kädessä. Selkeästi nopein ja vähiten liikkeitä tarvitseva menetelmä oli kokonaan kädessä kasattava tapa.



Kuva 3. Painonokkapaketti koottuna

Taulukko 1. Painonokkapaketin kokoonpano

Kasaustapa	Liikkeidenmäärä /liikettä	Käytetty aika /sekuntia
Osa kerrallaan pesään	6	19
Puolittain pesään	5	17
Kokonaan kädessä	3	15

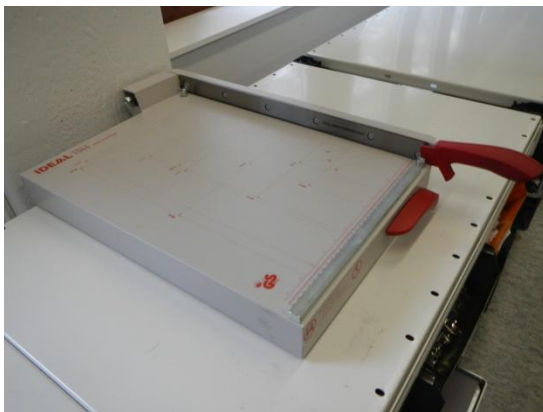
Liikkeiden määrä yleisesti katsottiin ja kokeiltiin itse. Lukko pyrittiin kasaamaan sulavasti vähäisimmällä liikkeiden määrällä. Kuten taulukosta 1 voidaan nähdä, liikkeiden määrä puolittui ja aikasäästöä tuli noin neljä sekuntia. Yksittäisenä kokonaisuutena painonokkapaketin kokoonpanossa säästynyt aika ei ole vielä suuri, mutta saavutettu aikasäästö alkaa kertaantua monissa vastaavissa kokonaisuuksissa.

Kokoonpanon menetelmäkehitys ei varsinaisesti rajoittunut EL560 lukkomalliin, koska DIN tuoteperhe sisältää useampia eri lukkomalleja ja näitä kasataan samoilla paikoilla. Yhtenä näistä tuoteperheen lukoista on EL564 lukkorunko. Kyseiseen lukkomalliin laitetaan kokoonpanon lopuksi 3kpl suojateippejä suojaamaan, ettei lukossa olevien liukutappien väliin pääse ulkopuolelta likaa.

Aikaisemmin kokoojat ovat leikanneet suojateipit saksia käyttäen isommista arkeista. Menetelmäkehityksen yhteydessä päätettiin etsiä nopeampi tapa leikata kyseiset suojateipit. Kävimme kokeilemassa Abloyn tuotantopalveluiden kopiohuoneessa tarra-arkin leikkausta paperileikkurilla (kuva 4). Malliksi kokeiltiin leikata kolme arkkia saksilla sekä kolme arkkia paperileikkurilla. Yhdestä tarra-arkista saa leikattua 24 siivua joissa jokaisessa on viisi kappaletta suojateippejä. Alla olevasta taulukosta selviää kokeilun tulokset.

Taulukko 2. Leikkaustapojen vertailu

Leikkaustapa	Aika
Saksilla	2 minuuttia 50 sekuntia
Paperileikkurilla	47 sekuntia



Kuva 4. Paperileikkuri

5.4 Tuotteiden laatu

Laatu yleisesti käsittää lukkomallin kasaamisen aina osien valmistamisesta täysin valmiiseen tuotteeseen asiakkaalle. Valmistettavia osia on lukematon määrä ja niiden laadunvalvonta on tärkeä osa jotta saadaan laadukas tuote asiakkaille.

Reklamaatiot eli palautukseen tulleet vialliset lukot ovat osa osaston toimintaa. Kokoonpanon yhteydessä toimii oma laadunvarmistus osasto, jonka henkilöstö tekee tiivistä yhteistyötä kokoonpanon sekä tuotekehityksen kanssa. Näin voidaan reagoida nopeasti reklamaatiopalautusten yhteydessä ilmeneviin mahdollisiin tuotteiden laadunvaihteluihin ja varmistaa edelleen tuotteiden korkea laatu.

6 Työergonomia

Ergonomia liitetään tässä tapauksessa työpisteen mitoittamiseen ja työasentoon. Käyttöpäätöksen 7§ edellyttää, että työskentelypaikkaan ja työasentoon kiinnitetään huomiota. Työturvallisuuslaki edellyttää, että työpiste ja siihen liittyvät työskentelyvälineet on mitoitettu sekä sijoitettu ergonomisesti oikein. Työpisteessä kuin myös välineissä tulisi olla säätömahdollisuudet työntekijän vaatimuksien mukaan valittavissa. Mahdollisuus työasennon vaihtamiseen on myös oltava ja se myös on, kokoonpanon voi tehdä seisten tai istuen. [6. s. 32]

6.1 Optimaalinen asento

Perustyöasennon valinta on tässä tapauksessa selkeä joko seisten tai istuen. Koska työ on pitkäkestoista ja paikallaan tehtävää sopii istualtaan tekeminen tähän parhaiten. Istualtaan tekeminen mahdollistaa vähäisen kuormituksen ja on paras asento milloin vaaditaan hyvää käsi ja näkö tarkkuutta kyseisessä työssä.

Seisomatyötä ei voi kokonaan sulkea pois ja se sopiikin vaihteluna istumatyölle kokoonpanossa. Tämä asento olisi paras milloin tarvitaan suurta voimaa ja liikkumista eli ei sovellu paikallaan tehtävään pitkäkestoiseen työhön.

6.2 Istumatyö

Istualtaan tapahtuva kasaaminen on siis pääsääntöinen työasento, mutta vaihteluna voi kokoonpanon tehdä seisten. Toteutuksena siten että säilyy asennon rentous, vaihtelumahdollisuus ja hyvän istuma-asennon edellyttämä jalkatila. Työasennon on oltava tasapainoinen ja mahdollisimman hyvin tuettu. Tasapainoinen työasento estää staattisen lihas jännityksen ja turhan lihasten jännittämisen. Näitä on esimerkiksi Liian kumara asento tai käden tuen puuttuminen. Tukea voidaan hakea työtuolin säädöistä ja työtason säädöistä. Tuolista on katsottava erityisesti selkänöjan säädöt ja käsinojen asennon korkeus. Työpöydästä täytyy katsoa työtason korkeus ja säätää se sopivaksi. Oikea työtason korkeus on silloin kun kyynärpäät ovat samalla tasolla pöytätason kanssa. [5, s. 102–106.]

6.3 Optimaalinen tuoli

Yksi tärkeimmistä ergonomiaan liittyvistä asioista on työtuoli ja sen mahdollisimman hyvä säädettävyys työntekijän mukaan. Hyvästä työistuimesta pitäisi löytyä seuraavat säädöt: [5, s. 105.]

- säädettävä istuintasonkorkeus
- säädettävä istuintason syvyys ja kallistus
- istuinpehmuste
- tuolissa on oltava pyöristetty istuinosaan etureuna
- helpot, esimerkiksi kaasujousella tapahtuvat säädöt
- vartalon kaarevuuksien mukaan muotoiltu istuinosa ja selkänöja
- tukeva jalkaosa (viisi sakarainen)
- pyörissä lukitus (tai istuessa lukkiutuvat pyörät).

6.4 Optimaaliset liikkeet

Liikkeiden täytyy olla sulavia ja tuet eivät saa rajoittaa liikkeitä. Työpisteessä pitää pysyä muuttamaan asentoa, tuolin ja työpistetasen säädöt on näin ollen löydettävä. Jaloille riittävästi vapaata tilaa ja mahdollisesti säädettävä jalkatuki. [6.]

Toistuvaa vartalon ja pään kiertämistä on vältettävä ja työpiste pitää olla rakennettu niin, että näin ei pääse tapahtumaan. Mikäli kokoonpanossa täytyy kiertoja tehdä, on työtuolin oltava kääntyvää mallia ja tilaa oltava riittävästi kierroille. [6.]

6.5 Työpisteen valaistus

Valaistuksen osalta rajasimme alueen pelkästään oikeaan valaisuvoimakkuuteen ja heijastumiseen eli mittasimme työpisteen tasosta luksimäärän ja katsoimme heijastukset.

Suosittelavia valaistusvoimakkuuksia on määritelty ja niiden mukaan sopiva luksiarvo olisi työympäristössä 300 luksia ja työkohteessa 1000 luksia. Valaistuksen arvioinnissa käytetään Suomen valoteknisen seuran suosituksia sisävalaistukselle ja standardia SFS-EN12464-1 (2003) taulukkoa. [5, s. 152–153.]

Työpisteen valaistusvoimakkuudeksi mittasimme yli 2000 luksia mikä siis on reilusti yli suositellun voimakkuuden. Voimakkuutta ei saa säädetty muuten kuin vaihtamalla polttimon pienempi tehoiseen. Polttimon vaihdolla saimme valotehon säädettyä n 1000 luksiin. Heijastelua tulee lähinnä jigin pinnasta ja se saatiin korjattua muuttamalla jigin pinnoitusta kirkaasta matakksi.

Muita valaistukseen liittyviä asioita ei oteta huomioon koska työpisteessä ei ole mahdollisuutta kuin muuttaa valon voimakkuutta ja hieman valon suuntaa. Heijastelut korjattiin pinnoituksella.

7 Tuloksien tarkastelu

Opinnäytetyön toimeksiantaja asetti työlle tavoitteeksi saavuttaa vähintään 5 %:n aikasäästö kokoonpanoajassa verrattuna voimassaolevaan työaikamittaukseen. Menetelmäkehitystyön päätteeksi uudella kokoonpanojärjestyksellä kelloitettiin uusi virallinen työaikamittaus. Työaikamittauksen suoritti kokoonpanon henkilökuntaan kuuluva menetelmäkehityksestä vastaavan henkilö. Työaikamittaus pitää sisällään kymmenen lukon loppukokoonpanon sekä tuotetarrojen päiväyksen kirjaamisen, osien täydennykseen ja valmiiden tuotteiden siirron pakkaamoon.

Uuden työaikamittauksen perusteella aikasäästöä kokoonpanoajassa saavutettiin noin 11 % eli opinnäytetyölle asetettu tavoite tuottavuuden parantamiseksi ylitettiin. Saavutettu aikasäästö on kuitenkin viitteellinen, koska alkuperäisessä työaikamittauksessa on ollut mukana eri henkilö kokoamassa lukkoja. Uuden työaikamittauksen puitteissa sattui myös onnea sen suhteen, ettei koottavia lukkoja tarvinnut avata kertaakaan häiriöiden takia ja kokoonpano sujui muutenkin ongelmitta kerralla.

Taulukossa 3 on esimerkkinä yhden päivän aikana tehtävien kappalemäärien vertailu eri joutuisuuksien mukaan ennen ja jälkeen menetelmäkehitystyön.

Joutuisuus on työntekijän tietyllä tunnetulla työmenetelmällä tekemän työn tuloksellisuuden mitta. Se tarkoittaa työntekijän suorittamaa suhteellista työmäärää aikayksikössä lyhyenä mittausaikana, johon ei sisälly taukoja eli työn etenemisvauhtia. Joutuisuus eli työn etenemisvauhti vaikuttaa suoraan työn tuottavuuteen ja tulokseen. Työtutkimuksessa joutuisuus määritetään, jotta havaittu työsuorituksen mitattu aika voidaan normalisoida. Normalisoinnilla saadaan selville työmäärä, jonka voidaan edellyttää kaikkien harjaantuneiden työntekijöiden saavuttavan kyseessä olevalla menetelmällä. [1, s. 16.]

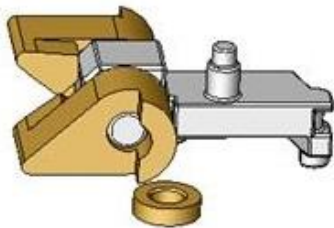
Taulukko 3. Kappalemäärät joutuisuuksien mukaan

	Joutuisuus kpl/8 h/hlö				
	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
Alkuperäinen	29	31	34	37	40
Uusi	32	35	38	41	45

8 Dokumentointi

Työohjeen päivittäminen kuului yhtenä tärkeänä osana opinnäytetyöhön. Koska kokoonpanotyöstä tehtiin standardi, uuden työohjeen oli oltava selkeä ja yksityiskohtainen. Pohjana työohjeelle käytettiin vanhaa EL560 työohjetta sekä lisäksi mallia otettiin uudemmasta EL402 lukkorungon työohjeesta. Edellistä työohjetta oli päivitetty ajan mittaan siltä osin, kuin päivityksiä tuotteeseen oli tullut. Päivityksistä huolimatta se oli puutteellinen ja epätarkka johtuen huonoista kuvista ja ohjeistuksesta.

Kuvat olivat Cad-ohjelmasta ja niistä ei näkynyt esim. mistä osa tulisi rasvata tai että kuinka paljon rasvaa siihen laitetaan. Ensimmäinen vaihe oli ottaa kaikista osista tarkat kuvat ja tehdä ohjeelle runko.



Kuva 5. Cad-kuva



Kuva 6. Uusittu kuva

Ohjeen runkoa lähdettiin rakentamaan vanhan ohjeen pohjalta ja tutustumalla yhteen uusimmista kokoonpano-ohjeista. Vanhasta ohjeesta kirjattiin ylös mitä korjattavaa siitä löytyi sekä myös mitä hyviä vinkkejä uudemmissa ohjeista löytyi.

Jotta uudesta ohjeesta voitiin tehdä tarkka ja selkeä, se oli uudistettava kokonaisuudessaan kokoonpanokuvien sekä kokoonpano-ohjeistuksen osalta. Uuteen ohjeeseen kuvattiin myös standardin mukaisen työpisteen järjestelyt työvälineiden ja osien suhteen.

Työohjeen lisäksi kokoonpanotyöstä kuvattiin opastusvideo selkeyttämään uuden kokoonpanomenetelmän opastusta. Videosta selviää tarkemmin kehitetyn kokoonpanotavan liikkeet ja video on mallina kahdenkäden työskentelyyn. Video on tarkoitettu pääsääntöisesti kokoonpanon opastajien käyttöön, jotta he pystyvät opastamaan uusille työntekijöille uuden kokoonpanotavan.

9 Pohdintaa

Opinnäytetyössä tuli useita eri viivästyksiä johtuen sähkölukot osastolla olleesta layout-remontista sekä jigien kehittämiseen ja protomallien tekoon tarvittavasta ajasta. Varsinainen testaaminenkin vei paljon aikaa, koska eri kasaustapojen oppimiseen eli harjaantumiseen tarvitsee tietyn ajan. Toistoja tarvitaan, jotta saatujen tuloksien ajat ovat keskenään vertailukelpoisia.

Osastoa laajennettiin ja työpisteiden määrää lisättiin. Uusiin kokoonpanopaikkoihin tuli täysin uudet työpöydät ja ruuvivääntimet sekä hyllystöt ja kärryt. Uusien työpöytien saapuminen ja paikkojen valmistuminen vei paljon aikaa, mutta lopulta pöydät tulivat ja niitä päästiin rakentamaan. Yksi uusi työpiste oli tarkoitettu standardointiin ja testailuun.

Työtasot eli työpöydät olivat ennalta valittuja ja osoittautuivat oletettua huonommiksi, koska ajateltuja liikuteltavia hyllystöjä ei pystynytään hyödyntämään. Lopulta muutosta alkuperäisiin hyllykyihin nähden ei voinut juurikaan tehdä, koska liikuteltavien hyllyköiden varret jouduttiin purkamaan kokonaan pois. Työpöydät olisi pitänyt valita paljon tarkemmin ja ottaa testiin yksi pöytä ja kokeilla miten se soveltuu kokoonpanoon.

Uudistettu kokoonpanojigi on ollut sähkölukkojen kokoonpanossa koekäytössä ja sen suhteen on tullut kokoojilta positiivista palautetta. Uusi jigi on yksinkertainen käyttää ja vie vähemmän tilaa pöydältä kuin aikaisempi iso telakkamallinen ratkaisu. Myös erillinen testausyksikkö ja jigi ratkaisu on saanut positiivista palautetta. Tällä tavoin poimintarasiat pöydällä ovat lähempänä ja osat niistä helpommin otettavissa.

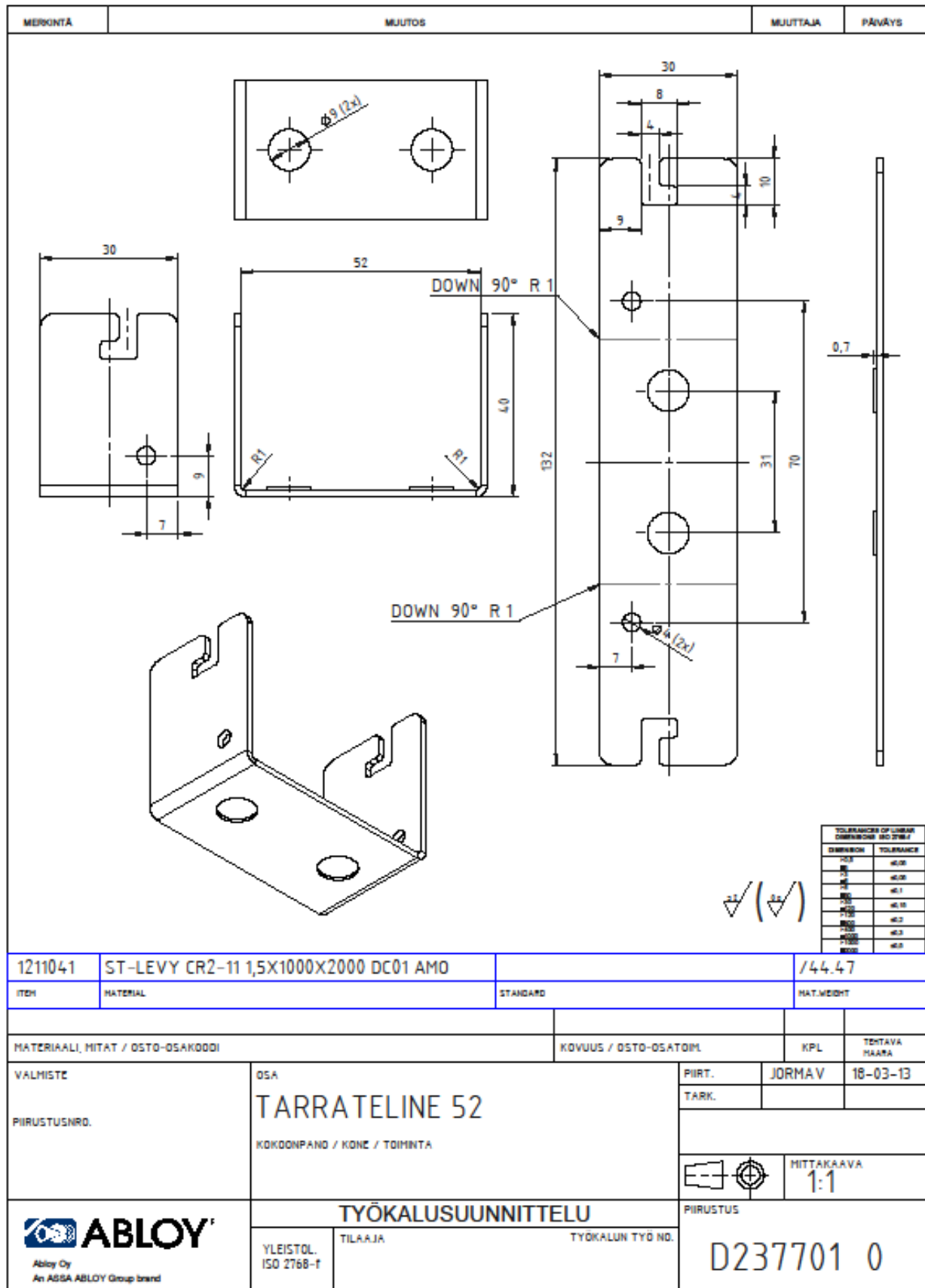
Kokoonpanon jigit on valmistettu alumiinista ja osa käytettävistä jigeistä on kiiltäväpintoisia. Työpisteissä joissa on tehokas työvalaistus, tämä aiheuttaa suoraan häikäisyä ja samalla rasittaa silmiä. Protomalliin kokeiluna hiekkapuhallettiin sen pinnat ja näin mat-pintaisena se on koekäytön perusteella ollut miellyttävämpi käyttää. Hiekkapuhallettu pinta sellaisenaan tosin kerää likaa ja tummuu ajallaan. Jatkossa mahdollisesti tuotannon käyttöön tulevien uusien jigien pinnat elaksoidaan, jolloin sen pinta säilyy siistimpänä pidempään.

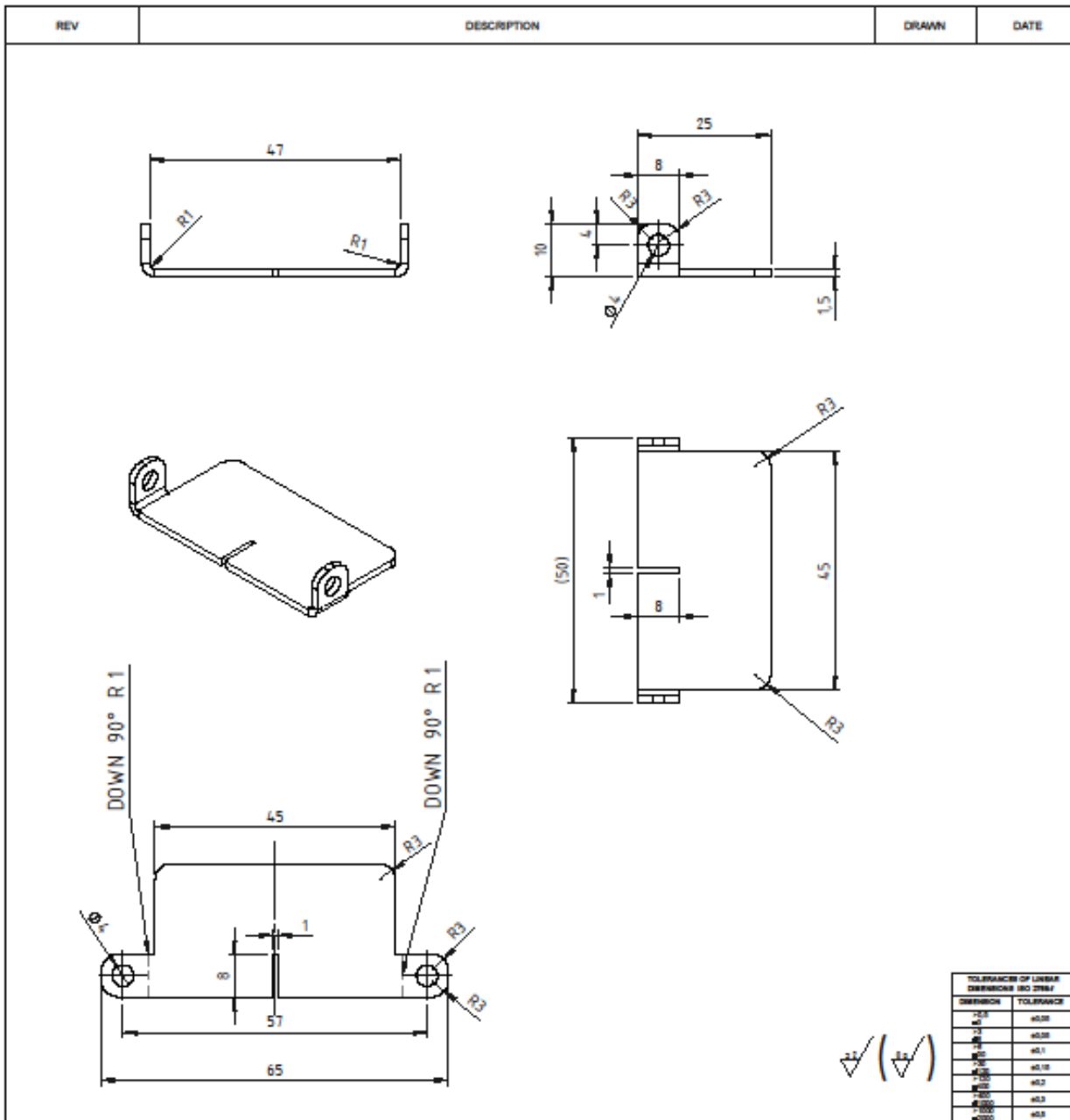
Tuotannossa olevat kokoonpano-ohjeet ovat tulosteena tiimikohtaisesti jaettuna kansioihin. Tulevaisuutta ajatellen opinnäytetyön yhteydessä heräsi ajatus työohjeiden siirtämisestä sähköiseen muotoon. Kokoonpano-ohjeet ovat sähköisessä muodossa, mutta ne eivät ole kokoonpanijoille helposti käytettävissä. Näiden helpon käytön voisi mahdollistaa nykyaikaisesti tabletti-tietokoneilla. Ajatus tabletteihin siirtymisestä saatiin opinnäytetyön dokumentointia tehdessä. Kokoonpano-ohjeet ja videolle kuvattu opastusmateriaali olisi helposti luettavissa ja katsottavissa. Työn yhteydessä tabletin käyttöä kokeiltiin ja kehityskelpoiseksi ideaksi.

Opinnäytetyöhön tehtiin liitteenä 25-sivuinen työohje ja opastusvideo, sekä suunnitelmia kokoonpano-alustasta ja tuotannon kehityksestä. Tuotantoteknisistä syistä näitä ei kuitenkaan voida julkaista, joten julkaistava versio opinnäytetyön raportista jäi lyhyeksi.

Lähteet

1. Ahokas, P. Tiihonen, J. Neuvonen J. & Suikki, M. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. EK-SAK tuottavuusryhmä. Teknologiateollisuus ry. 2011. ISBN 978-952-238-087-6.
2. Six Sigma, Yleistä Leanista. 2013. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/>. 20.8.2013
3. Virtaala, M. Virtaviivainen LEAN-liiketoiminta, Diplomityö. Konetekniikan osasto. Lappeenrannan Teknillinen Yliopisto. 2007.
4. Tuominen, K. Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen – 5S, Helsinki. 2010. ISBN 978-952-220-308-3.
5. Kämäräinen, M. Lappalainen, J. Oksa, P. Pääkkönen, R. Rantanen, S. Sillanpää, J. Riikonen, E. & Saarela, KL. Työsuojelun perusteet. 2003
6. Launis, M. & Lehtelä, J. Ergonomiaopas koneiden ja työvälineiden hankintaan, käyttöön ja tarkastamiseen, Helsinki, Työterveyslaitos. 2006. ISBN 951-802-715-3
7. Manos, A. & Vincent, C. The LEAN Handbook: A Guide to the bronze certification body of knowledge. ASQ Quality Press, Milwaukee Wisconsin. 2012. ISBN 978-0-87389-804-1
8. <http://www.abloy.fi> 25.8.2013





1211041	ST-LEVY CR2-11 1,5X1000X2000 DC01 AMO		/14.65
ITEM	MATERIAL	STANDARD	NAT.WEIGHT

This document is and stays our exclusive property and as such is not to be copied in whole or in part nor made available to any third party without our permission.

If not mentioned otherwise, dimensions do not include coating

PRODUCT
JARRULEVY 52

ASSEMBLY

TITLE

DRAWN JORMA V 19-03-13

TOTAL SURFACE AREA dm^2 PART VOLUME cm^3

SCALE 1:1

DRAWING
D237704 0

