



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TUOTANNON LÄPIMENOAJAN KEHITTÄMINEN ANTPLANT MIKROTEHTAASSA

TEKIJÄ/T:

Henri Nikulainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Henri Nikulainen	
Työn nimi Tuotannon läpimenoajan kehittäminen ANT Plant mikrotehtaassa	
Päiväys 20.5.2021	Sivumäärä/Liitteet 22
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) EID Robotics Oy	
Tiivistelmä <p>Insinööriyön tarkoituksena oli kartoittaa keinoja EID Robotics Oy:n ANT Plant mikrotehtaan läpimenoajan parantamiseen. Työssä selvitettiin tuotantoa hidastavia ongelmakohtia ja kehitysideoita tuotannon tehokkuuden lisäämiseen. Mikrotehtaan standardisointi oli opinnäytetyön päätavoite. Opinnäytetyössä ei mainita asiakkaiden eikä standardisoitavien komponenttien tuotenimiä salassapitovelvollisuuden takia.</p> <p>Työ toteutettiin keräämällä ja tutkimalla aineistoja aikaisemmista mikrotehdas projekteista, sekä haastatellamalla yrityksen työntekijöitä. Projektien alku-, väli- ja loppuraporteista sekä eri työtehtävissä työskenteleviltä työntekijöiltä kerättiin tietoa työkokemusten pohjalta, saaden näin kokonaisvaltaisen kuvan mikrotehtaan valmistuksen työvaiheista ja niihin liittyvistä pullonkaloista.</p> <p>Keskeisimmät tulokset saatiin standardisoimalla robottisoluissa käytettäviä komponentteja, nopeuttaen kyseisten osien tilaamista ja mikrotehtaan valmistuksen aloittamista tuotannossa. Yhdessä yrityksen työntekijöiden ja opinnäytetyössä saatujen tulosten perusteella päästiin johtopäätökseen standardisoinnin vaikutuksesta mikrotehtaan läpimenoajassa. Standardisointi vaikutti läpimenoaikaan huomattavasti, keskimääräisestä noin kahdeksan kuukauden mittaisesta läpimenoajasta pystyttiin vähentämään noin kaksi ja puoli kuukautta pois, saaden uudeksi teoreettiseksi läpimenoajaksi noin viisi ja puolikuukautta.</p>	
Avainsanat läpimenoaika, standardisointi, mikrotehdas	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering	
Author(s) Henri Nikulainen	
Title of Thesis Enhancing Production Lead Time in ANT Plant Microfactory	
Date 20 May 2021	Pages/Appendices 22
Client Organisation /Partners EID Robotics Oy	
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to find ways to enhance the lead time of EID Robotic Oy's ANT Plant microfactory by researching problem areas and to give ideas to improve the leadtime. The main goal was to standardize the microfactory. Microfactory is a modular production line which consists of different kind of robotic cells.</p> <p>The thesis was carried out by gathering material from earlier microfactory projects and interviewing workers from EID Robotics. After examining the information from different reports and workers from different work fields inside the company, a clear and comprehensive picture of the current state of production with its problems was made.</p> <p>The essential results were achieved by standardizing as many components of the robotic cells as possible. Standardized components could be now ordered in a shorter period of time which means starting the production could be done earlier than before. The effect of standardization was considerable, the average lead time of ANTPlant microfactory dropped down from eight months to five and half months.</p>	
<p>Keywords lead time, standardization, microfactory</p>	

KÄSITTEET

LÄPIMENOAIKA	Läpimenoaika kuvaa tarvittavaa aikaa tilauksen vastaanottamisesta tuotteen toimittamiseen asiakkaalle
KAUPINTAVARASTO	Kaupintavarasto on fyysisesti asiakkaan omistama varasto, jonka taloudellinen omistus on toimittajalla
HUKKA	Prosessia hidastavat tuottamattomat ja tarpeettomat kustannuksia aiheuttavat tekijät
BULKKITAVARA	Tavara, jota ostetaan tai myydään suurissa erissä, kuten pultit ja mutterit

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
1.1	EID Robotics Oy.....	8
1.2	Antplant mikrotehdas-konsepti.....	8
2	TEORIAA	10
2.1	Standardi	10
2.2	Läpimenoaika	11
2.3	Lean-ajattelu	11
2.3.1	Hukka	12
2.3.2	5S-menetelmä	13
2.4	Materiaalinhallinta.....	14
2.4.1	Kaupintavarastot.....	14
2.4.2	Ostotoiminta.....	14
3	MIKROTEHTAAN STANDARDISOINTI	16
3.1	Robotit.....	16
3.2	Näytöt.....	16
3.3	Sähkökeskukset	16
3.4	Teollisuus tietokoneet	17
3.5	Merkkivalot ja majakat	17
3.6	Painonapit	17
3.7	Venttiiliterminaalit.....	17
3.8	Huoltoyksiköt.....	17
3.9	Bulkkivara.....	17
3.9.1	Pultit, mutterit, aluslevyt.....	17
3.9.2	Paineilmaletkut ja -liittimet	17
4	TULOKSET JA KEHITYSIDEAT	19
5	YHTEENVETO.....	21
	LÄHTEET	22

KUVALUETTELO

Kuva 1. Esimerkki ANTPlant mikrotehtaasta	9
Kuva 2. Prosessin parannus mukaillen SixSigman artikkelia	12
Kuva 3 Alkuperäinen aikataulu osa 1.	19
Kuva 4 Alkuperäinen aikataulu osa 2	19
Kuva 5 uusi aikataulu osa 1.	20
Kuva 6 uusi aikataulu osa 2.	20

1 JOHDANTO

Insinööriä käsittelee läpimenoajan parantamista ANT Plant -konseptissa. Työn aiheen määritteli toimeksiantaja EID Robotics Oy. Aiheen valitsemiseen vaikutti sen mielenkiintoisuus sekä yrityksen ajankohtainen tarve.

Opinnäytetyön tarkoituksena ja tavoitteena oli selvittää keinoja ja kehitysideoita kohdeyritykselle, millä tavoin mikrotehtaan valmistusaikaa voitaisiin lyhentää. Työ on pääosin kehittämistyö, johon käytetään tutkimustyön menetelmiä, kuten yrityksen henkilöstön haastatteluja. Aihe on rajattu koskemaan mikrotehtaan läpimenoaikaa, alkaen uuden kaupan syntymisestä loppuen asiakkaan luona tehtävään hyväksymistestaukseen. Opinnäytetyössä on noudatettu rajattomia resursseja valtuutan sekä henkilöstön suhteen.

Työn tuloksena yritettiin saada selville mikrotehtaan valmistusprosessia nopeuttavia tekijöitä. Suurimmaksi pullonkaulaksi havaittiin mikrotehtaan standardisoinnin puute, mikä hidasti projektin ostotilausten tekemistä sekä komponenttien toimitusaikoja, aiheuttaen täten tuotannon aloittamisen hidastumisen ja riskin koko projektin myöhästymiselle.

1.1 EID Robotics Oy

EID Robotics Oy on vuonna 2010 perustettu yritys, joka valmistaa automaattioratkaisuja asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Päätoimialana on kone- ja prosessisuunnittelu. Yrityksen nimessä esiintyvä sana ja yrityksen tunnuslause EID on lyhenne Everything Is Doable:sta, eli kaikki on tehtävissä.

Päätoimipiste ja tuotantotilat sijaitsevat Kuopiossa, mutta yrityksellä on myös myyntikonttori Bostonissa, USA:ssa. EID Robotics Oy työllistää tällä hetkellä yhteensä noin 20 henkilöä. Kuluvan vuoden tilauskanta täyttyi heti alkuvuodesta. Yritys on myöskin lähes tuplannut henkilöstön aiempiin vuosiin verrattuna.

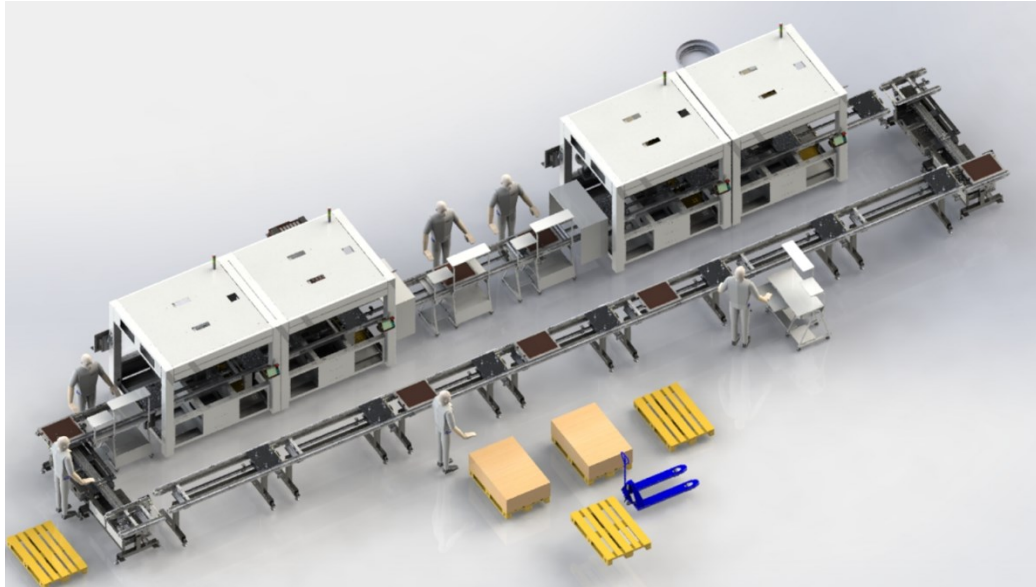
Kasvu on ollut yrityksen historian rajuin. Tilausmäärän kasvun vuoksi kohdeyritys on joutunut pohtimaan projektien läpimenoaikojen parantamista, vastatakseen kysyntään paremmin sekä aikataulullisesti että kustannustehokkaammin. Yrityksen tämänhetkinen maksimikapasiteetti valmistaa isoimpia laitekokonaisuuksia, asiakkaiden toiveiden mukaan räätälöityjä automaattioratkaisuja, on noin kolme kappaletta per vuosi.

1.2 Antplant mikrotehdas-konsepti

Asiakaskeskeiset innovaatiot parantavat tehokkuutta ja kilpailua teollisuudenalalla, sillä ne tarjoavat tuotantoon taloudellisesti kannattavia automaatiokokonaisuuksia. Yritys on kehittänyt konseptin, joka mahdollistaa paikallisen vaihtoehdon halpatuonnin sijaan.

ANT Plant mikrotehdas on täysin automatisoitu, avaimet käteen -periaatteella valmistettava modulaarinen automaatiokokonaisuus, joka koostuu useista erilaisista robottisoluista. Jokaisella solulla on oma yksilöllinen tehtävä, kuten komponenttien liittäminen toisiinsa. Mikrotehdas pystyy valmistamaan melkein mitä tahansa, sillä sen skaalautuvuus on lähes loputon.

Hyödyt ovat asiakkaalle kattavat. Mikrotehtaan valmistavat korkealaatuiset tuotteet ovat vastaus tuotannon siirtämisen kehittyviin maihin, jossa yritykset pyrkivät parantamaan kilpailukykyä edullisemmän kustannustason ja verosuunnittelun avulla. Korkealaatuiset tuotteet ehkäisevät hukkaa sekä vähentävät asiakkaiden reklamaatioita. Konseptin idea kiteytyy paikalliseen valmistukseen halpatuonnin sijaan. (EID Robotics.)



Kuva 1. Esimerkki ANTPlant mikrotehtaasta.

"Automaatioyritykset kuten EID Robotics, joka pystyy yhdistämään laitteet, robotit, mekaniikan ja ohjelmoinnin laajaksi ja kokonaisvaltaiseksi ratkaisuksi, ovat poikkeuksellisia. Heidän luova ajattelutapa mahdollistaa täysin uusia tapoja valmistaa automaatioratkaisuja tuotannon eri prosesseissa. En ole koskaan nähnyt vastaavaa" (Jaakola 2019).

2 TEORIAA

Tässä luvussa käsitellään teoriaa liittyen läpimenoajan parantamiseen. Aihealueet ovat materiaalinhallinta, Lean-filosofia, standardit ja standardisointi. Jokainen aihealue tukee läpimenoajan lyhentämistä.

2.1 Standardi

Standardi on yhdenmukainen ratkaisu, joka on eri laadinta- ja lausuntovaiheiden lopputulos. Standardisoinnin lajeja ovat muun muassa:

- **Perusstandardit**
 - Mittayksiköt, käsitteet, yksiköt
- **Tuotestandardit**
 - Vaatimukset määritetään tuotteelle tai tuoteryhmälle, jotta ne sopivat tarkoitukseensa. Koskevat esim. mittoja, kestävyyttä, turvallisuutta
- **Menetelmästandardit**
 - Yksityiskohtaisia ohjeita esimerkiksi tuotannon prosesseista, raaka-aineista ja komponenttien ominaisuuksista
- **Palvelustandardit**
 - Vaatimuksien määrittely, palvelujen on täytettävä vaatimukset sopivuuden varmistamiseksi
- **Turvallisuusstandardit**
 - Tuotteen takaama turvallisuus ihmiselle ja ympäristölle
- **Sanastostandardit**
 - Käsitteiden määritelmiä, selitykset, kuvat, esimerkit
- **Testausstandardit**
 - Tuotteiden testausmenetelmien määrittely
- **Suunnittelustandardit**
 - Yhteneväisten suunnitteluperusteiden määrittely
- **Järjestelmästandardit**
 - Esim. laatu- ja ympäristöjärjestelmät

(Karppinen, 2007, 8-9.)

Standardit luovat yhteiset pelisäännöt kaikille yrityksille niiden toimintaan. Standardit helpottavat yrittäjien, kuluttajien ja viranomaisten elämää. Yhteisten toimintatapojen laatiminen sekä niiden kirjaaminen lopputuotteeseen, standardiin, lisää tuotteiden turvallisuutta, suojelee kuluttajaa sekä helpottaa koti- ja ulkomaan välistä kauppaa. Määriteltujen standardien avulla yritykset tietävät, millä tasolla he tuottavat tuotteita toisille yrityksille. Standardi on yleisesti usean eri maan yhteinen pelisääntö, ja tutkimustuloksesta muodostunut yksimielisyys tietystä aihekokonaisuudesta.

Nykypäivänä yrityksen osallistuminen standardien laadintaan viestii siitä, että yritys on vastuullinen ja arvostaa kestävä kehitystä. Standardisointi antaa kilpailuetua yrityksille, sillä standardisointi antaa kriittistä ja ainutlaatuista tietoa prosessista. (YTL)

Eri maissa noudatetaan eri standardijärjestöjen standardeja. Suomessa yleisin käytettyjä standardeja ovat SFS-EN:n määrittelemät standardit.

Yrityksessä ei ole käytössä virallista standardisointi menetelmää, vaan yritys luo omat standardinsa. Opinnäytetyössä esitetty tuotelinja on yrityksen oma innovaatio ja tästä syystä tuotantolinjaa ei ole standardisoitu perinteisen standardien tuottajien toimesta.

2.2 Läpimenoaika

Läpimenoajalla tarkoitetaan valmistusaikaa, joka kuuluu tuotteen valmistukseen. Tähän otetaan mukaan ilta-ajat ja viikonloput, jolloin ei tehdä varsinaista työtä. Läpimenoaikaan kuuluu tuotteen koko elinkaari raaka-aineesta lopputuotteeksi. Läpimenoaikaa voidaan mitata esimerkiksi kappalemäärissä tai painossa. Läpimenoaikaan vaikuttavat esimerkiksi työmenetelmistä, toimintatavoista, tuotannon ohjauksesta ja ohjaustavasta sekä tiimien yhteistyöstä ja esimiehistä. (Larikka, Heinilä, Selin, Tuominen 2007, 139.)

Läpimenoaika on yrityksen oma suorituskyvyn mittari. Arvioidun ja toteutuneen läpimenoajan suhdetta voi verrata toteutuman jälkeen. Hyvällä läpimenoajalla vältetään välivarastojen syntymistä. Välivarastojen välttämällä yritys pienentää tuotantolinjalle sidottua pääomaa. (Qk-Karjalainen 2014.)

Yrityksen pienentyneet varastointi kustannukset nostavat yrityksen pääoman kiertonopeutta. Toisaalta liian pienet välivarastot voi aiheuttaa tuotanto- ja raaka-aine ongelmia, esimerkiksi erityisolosuhteissa, jonka koronaepidemia on osoittanut.

2.3 Lean-ajattelu

Lean-ajattelumalli on laatuajattelusta johdettu käytännönläheinen ja selkeitä työkaluja ja menetelmiä nostava johtamisfilosofia. Lean-mallin juuret johtavat Japaniin 1900-luvun alkuun, kun Sakichi Toyoda sai idean tuottavuuden parantamisesta. Sakichi onnistui vähentämään materiaalin tuhlausta sekä ajankäyttöä. Työkalut jatkuvaan parantamiseen olivat valmiina. (SixSigma.)

Laitteiden vikaantumisille etsittiin syitä kysymällä useaan otteeseen peräkkäin, miksi virhe tapahtui. Näin saatiin selvitettyä todelliset syyt ja laitetta voitiin kehittää paremmaksi. Tämä jatkuva kehittäminen johti Toyodan liiketoiminnan kilpailukyvyyn markkinajohtajuuteen. Lopulta Lean-periaatteet mahdollisti Toyotan kehittymisen maailman suurimmaksi autonvalmistajaksi. (SixSigma.)

Leanin perustana on asiakaslähtöinen, jatkuvaan parantamiseen perustuva ajattelutapa. Tuotteisiin suunnitellaan vain ne yksityiskohtaiset asiat, joita asiakas arvostaa. Tuotanto aloitetaan ja toteutetaan täten vasta asiakastilauksen jälkeen kysynnän ja myynnin ehdoilla. Kokonaisuuden toimivuus ja jatkuva kehittyminen ovat tärkeitä.

Asioita pyritään käytännöllistämään ja yksinkertaistamaan siten, että jokainen ymmärtäisi mitä tarkoitetaan ja mihin pyritään. Valittaessa Lean-ajattelutapa organisaatioon kilpailukyvyyn kehittämisen kantavaksi ajatukseksi, keskitytään jatkuvan parantamisen kulttuurin perehdyttämiseen koko organisaatioon, sen toimintaan kokonaisuutena, jolla on yhteiset prosessit ja toimintatavat. (SixSigma.)

Six Sigman vaiheet	Prosessin parannus	Uudelleen suunnittelu
1. Määrittely	Ongelman tunnistaminen Vaatimuksen määrittäminen Tavoitteen asettaminen	Suppeat vai laajat ongelmat? Tavoite/muutos vision määrittely Ongelman laajuuden selvitys
2. Mittaus	Tiedosta ongelma Viimeistele ongelma Mittaa avainkohdat	Vaatimusten suorituskykymittaus
3. Analysointi	Syy-seuraus hypoteesi Tunnista keskeiset ydinsyyt Hypoteesien kelpuuttaminen	Parhaan käytännön tunnistaminen Pullonkaulat? Vaihtoehtoiset polut
4. Parannus	Ydinsyiden poistaminen Ratkaisun testaaminen Standardisoiminen Tuloksen mittaus	Uuden prosessin suunnittelemisen Toteuta uusi prosessi, rakenteet ja systeemit
5. Ohjaus	Standardimittaukset Ongelmien korjaus	Mittausten luonti Ongelmien korjaus

Kuva 2. Prosessin parannus mukaillen SixSigman artikkelia

2.3.1 Hukka

Tuottamattomat toiminnot eli hukat estävät tehokkaan työnteon. Tuotannon hukat voidaan jakaa kahdeksaan eri luokkaan:

- Ylituotanto

Tuotteita valmistettaessa varastoon yli kysynnän se sitoo turhaan resursseja. Ylituotanto vaikeuttaa ongelmien havainnointia ja lieventää niiden vaikutusta. Yleisin hukan tuottaja on ylituotanto, sillä yli ylituotannon vuoksi muodostuu muita hukkia.

- Odottelu ja viivästyks

Viivästyksiä aiheuttavat pääosin laite- ja konehäiriöt, puutteet materiaaleista sekä rajoittavat tekijät prosesseissa. Nämä turhat odottelut aiheuttavat hukkaa, sillä ne eivät tuota mitään lisäarvoa asiakkaalle. Odottamista pystytään ehkäisemään esimerkiksi tasoittamalla työmääriä.

- Virheet

Virheet aiheuttavat yritykselle turhia kustannuksia. Vialliset ja virheet tuotteet lisäävät työskentelyä ja materiaalinkulutusta, asiakkaiden reklamaatiota sekä koko kapasiteetin kuluttamista.

- Kuljettaminen

Turha liike niin ihmisten kuin materiaalien keskuudessa aiheuttavat hukkaa, turha liikuttelu eri työvaiheiden välillä ei kasvata asiakasarvoa. Työtä tehdään eri paikoissa, vaikka hajasijoittelulle ei ole perusteita.

- Liikkuminen

Työntekijän tiedonhakemisen, työkalujen sekä muun informaation etsimisen vaikeus ja tätä varten tapahtuva liikkuminen lisää työturvallisuusriskiä, sekä vie aikaa muulta tuottavalta työltä.

- Yliprosessointi

Asiakkaiden kannalta turhat asiat, kuten väärillä menetelmillä tai työkaluilla tehty tehdyt vialliset tuotteet. Yliprosessointi sitoo resursseja turhaan ja täten pidentää läpimenoaikaa.

- Varastointi

Tuotteiden pitkäaikainen varastointi, suuret eräkoot ja ylimääräiset materiaalit aiheuttavat lisäkustannuksia. Läpimenoajat pidentyvät ja ongelmien havainnointi häiriintyy.

- Työntekijän luovuus

Työntekijän huomatessa asioita, jotka aiheuttavat hukkaa tai tarpeettomia vaiheita prosessissa, aiheuttavat hukkaa, mikäli häntä ei kuunnella. Henkilöstöllä onkin suuri rooli Lean-filosofiassa, sillä heidän pitää saada osallistua kehittämiseen. (Lean ajattelu kahdeksan turhuuden poistoon, 2018.)

2.3.2 5S-menetelmä

5S-kehitystyökalu lähtöisin Japanista ja se on osa Lean-käsitettä. HiroYuki Hirano on kehittänyt menetelmän osana hänen kokonaisvaltaista lähestymistapaansa tuotantojärjestelmiin. Viisiportaisen työympäristön organisointimenetelmän tarkoituksena on oman työpisteen organisointi toimivaksi. Menetelmällä pyritään tunnistamaan arvoa lisäämättömiä toimintoja eli hukkia, ja niiden poistamista prosesseista. Nämä muutokset mahdollistavat paremman laadun ja turvallisuuden, sekä tehokkaamman ja visuaalisesti miellyttävämmän työympäristön. 5S-työkalu on usein yritysten ensimmäinen askel Lean-ajatteluun, sillä menetelmä on hyvin konkreettinen sekä sillä saadaan nopeasti näkyviä tuloksia aikaan. (5S-kehitystyökalu, 2013.)

5S-menetelmän vaiheet:

- Lajittelu (Seiri)

Lajittelulla tarkoitetaan oman työnteon kannalta tarpeettomista tavaroista luopumista. Eli muun muassa kaikki turhat laitteet, kansiot, materiaalit ja välineet.

- Systematisointi (Seiton)

Systematisoinnilla tarkoitetaan työpaikan järjestyksen sekä tuotannon toimintamallien selkeyttämistä. Tämä voi edellyttää esimerkiksi työpisteiden rajausta kalusteilla ja lattioita maalaamalla. Selkeät ja tavaroista tyhjät käytävät, säilytysjärjestelmät, jotka ovat helposti saatavilla, nämä kaikki ovat tärkeitä tuotannon systematisoinnissa. Työntekijät huomaavat heti, jos jokin esine ei ole paikallaan ja osaavat korjata asian välittömästi. Erilaisilla värikoodeilla, kylteillä sekä nimilapuilla voidaan helpottaa merkitsemistä.

- Siivous (Seiso)

Siivouksella viitataan oman työpisteen ja työalueen siisteyteen. Konkreettisesti tämä tarkoittaa tuotantotilojen ja työvaatteiden siivousta ja puhdistusta, mutta myös tuotannon koneiden huolto-ohjelmien suunnittelua sekä sen mukaisia huoltotoimenpiteitä. Puhtauden ja järjestyksen ylläpitämiseksi tulee työympäristön, koneiden ja laitteiden sekä työkalujen siisteydelle asettaa selkeät tavoitteet.

- Standardisointi (Seiketsu)

Standardisoinnilla tarkoitetaan sopimista yhteisistä pelisäännöistä ja toimintatavoista. Esimerkkeinä työpisteeseen kuuluvat työkalut ja siivousaikataulut. Standardisointi edellyttää myöskin selkeiden visuaalisten ohjeiden luomista, sillä ne helpottavat työntekijöitä pitämään tavarat oikeissa paikoissa. Standardisointiin kuuluu myös 5S-ohjelman seurannasta, johtamisesta sekä arvioinnin sopimisesta.

- Seuranta (Shitsuke)

Sovittuja uusia menetelmiä ja käytäntöjä noudatetaan seurannalla, jolla varmistetaan 5S-menetelmän rutiinin muodostaminen. Tehokas seuranta edellyttää esimiehen ja henkilöstön kommunikointia. Seuranta on kaikista vaikein ja arvokkain osa 5S-työkalun vaiheista. Seurannan pettäessä muutkin vaiheet ovat vaarassa kaatua omaan mahdottomuuteensa. (Tervala, 2020.)

2.4 Materiaalinhallinta

2.4.1 Kaupintavarastot

Kaupintavarastoinnilla tarkoitetaan mallia, missä toimittaja tuo oman varastonsa asiakkaalle, mutta tuotteiden omistus pysyy myyjällä tuotteen käyttöön asti. Menetelmän ansiosta asiakkaan pääomaa ei sidota varastointiin.

Tällä toiminnalla voidaan hyödyntää kahta perusmallia. Seisovassa pohjavarastossa palveluntuottaja perustaa varaston lähelle asiakasta ja ylläpitää varastotasoja. Tuotteet, jotka ovat varastossa ovat toimittajan omistuksessa, laskutuksen tapahtuessa täydennysten mukaan.

Kaupintavarastojen saldoja pystytään seuraamaan reaaliaikaisesti, kun varastosta otot kirjataan tai kirjautuvat automaattisesti järjestelmään. Täydennysehdotukset tulevat nimikkeittäin tehtyjen tarvelaskentojen mukaan. Hallinnassa on mahdollista käyttää asiakkaan, toimittajan tai yhdessä molempien toiminnanohjausjärjestelmää.

Näiden varastojen tarkoitus on vähentää yrityksen työmäärää materiaalinhallinnassa siten, että edullisten ja muiden projekteissa käytettävien tuotteiden tilausprosessia ei tarvitse erikseen käsitellä: tilauksia, vastaanottoa, inventointia, hyllytystä tai luovutusta ei tarvitse tehdä. Nämä edellä mainitut edut säästävät työvoimakustannuksia. (Logistiikan Maailma.)

2.4.2 Ostotoiminta

Oston asema korostuu ostajan selkeästä toimenkuvasta ja sovitusta valtuuksista, joista tulee pitää kiinni. Yrityksellä tulee olla selkeät ohjeet siitä, miten ostorutiineissa tulee toimia. Rutiineita noudattamalla yritys varmistaa oikeiden tilauksien perille saapumisen. Onnistunut ostotoiminta hyödyttää yritystä vähentämällä tilausrivien määrää, varaston arvoa sekä materiaalien käsittelytarvetta.

Suuriosa yritysten liikevaihdosta ovat peräisin materiaalihankinnoista. Tämän seurauksena ostotoiminta vaikuttaa suuresti yrityksen kannattavuuteen. Ostotoiminnoilla on strategisen tason merkitystä, sillä tavoitteinen ostotoiminta tulee olla yhteensopiva yrityksen muiden tavoitteiden kanssa. (Sakki 1982, 11-52.)

3 MIKROTEHTAAN STANDARDISOINTI

Mikrotehtaan standardisoiminen aloitettiin selvittämällä, mitä kaikkea skaalautuvassa automaatiolinjassa voidaan standardisoida ja kuinka pitkälle. Tietoa etsittiin haastatteleamalla mekaniikka- ja sähkösuunnittelijoita, tuotantopäällikköä sekä ostopäällikköä. Näin saatiin kattava kokonaisuus komponenteista ja niiden alikokoonpanoista, mitä voidaan standardisoida.

Mikrotehdasta muokataan asiakkaiden tarpeen mukaan. Robottisolut ja niiden funktiot muuttuvat räätälöintien yhteydessä, mutta peruskomponentit, kuten robotit, pysyvät mikrotehtaassa samana. Standardisointi listaukseen sisältyvät komponentin mallityyppi, valmistaja, tilauskoodi sekä tarvittaessa alikomponenttien tiedot, esimerkiksi kaapeleiden tai I/O-korttien.

Standardisointi ei lopu koskaan. Jatkuvasti kehittyvä teknologia sekä yrityksen omat innovaatiot kehittävät mikrotehdasta jatkuvasti eteenpäin. Mitä pidemmälle standardisointia viedään, sitä tehokkaammaksi läpimenoaika kehittyi. Seuraavat alaluvut kertovat, mitä komponentteja mikrotehtaassa pystyttiin standardisoimaan.

3.1 Robotit

Soluja suunniteltaessa jouduttiin miettimään, minkä robotin ominaisuudet vastaavat parhaiten kyseessä olevan solun tehtävänkuvaan. Robotteja standardisoitiin samalta valmistajalta kolmea eri mallia. Jokaisen robotin mukana tilataan myös kontrolleri sekä virtakaapeli. Mekaniikkasuunnittelijan ei täten tarvitse muistaa ulkomuistista tai tutkia mikä robotti sopii soluun toiminnan kannalta parhaiten, sillä robottien tiedot ominaisuuksista ja myöskin ostoa varten tilauskoodit löytyvät listauksesta.

3.2 Näytöt

Jokainen solu sisältää oman näytön, missä sijaitsee käyttöliittymä. Näyttöjä standardisoitiin kahta eri mallia samalta valmistajalta, joiden ominaisuudet poikkeavat hieman toisistaan. Näytöt sijaitsevat yleensä joko soluun pultattuna kiinni tai jalustalla kauempana solusta. Riippuen siitä, voidaanko laitetta operoida välittömässä läheisyydessä vai kauempaa, esimerkiksi solun skannereiden turva-alueiden takia.

Standardisointiin ei kuulu muita kuin käyttöliittymänäytöt, sillä asiakkaat haluavat usein lisätä erikoisia ja eriominaisuuksilla varustettuja näyttöjä, kuten laitteen tietystä toiminnasta tai tilasta informaatiota antavia näyttöjä.

3.3 Sähkökeskukset

Sähkökeskusten standardisointi aloitettiin suunnitteleamalla mekaniikkakuvat keskuksesta ja keräämällä listauksen kaapin sisällöstä sekä tarvittavista kaapeleista. Sähkökeskusten ulkoiset mitat pysyvät samana, vaikka solu sisältäisi useamman sähkökeskuksen, joilla on eri rooli solun toiminnassa.

3.4 Teollisuus tietokoneet

Mikrotehtaassa käytettävät teolliset tietokoneet voidaan jakaa suorituskyvyn perusteella kolmeen eri luokkaan: kevyeseen, keskiraskaaseen ja raskaaseen tietokoneeseen. Tietokone on automaatiolinjaston tärkein komponentti, ja se valitaan yksilökohtaisesti linjaston arvioidun kuormituksen perusteella.

3.5 Merkkivalot ja majakat

Solun toimintaa indikoi majakat sekä merkkivalot. Majakaksi kutsutaan valotornia, joka on asetettu näkyvälle paikalle, yleensä solun katolle. Valotorni sisältää kolmesta viiteen väriä, yleisimpien ollessa vihreä, keltainen ja punainen. Vihreä tarkoittaa normaalia eli laite on käynnissä tai valmis käynnistettäväksi, keltainen mahdollisesta häiriöstä tai muusta epänormaalista tilanteesta, ja punainen vaaratai hätätilanteesta, esimerkiksi koneen mennessä hätäseis-tilaan. Myös merkkivaloja voidaan sijoittaa eri puolille solua, mikäli solun rakenne sitä vaatii. Merkkivalot tukevat majakan toimintaa, näyttäen saman informaation reaaliaikaisesti. Mikrotehtaaseen standardisoitiin yksi tietty malli majakoita sekä merkkivaloja.

3.6 Painonapit

Jokaisen solun rungossa sijaitsee fyysiset painonapit, josta solua voidaan ohjata. Start, stop, reset ja hätäseis-nappeja käytetään esimerkiksi solun käynnistämiseen, resetoimiseen häiriötilanteissa, prosessin pysäyttämiseen tai yllättävissä tilanteissa hätäpysäytykseen, mikäli solun toiminnassa havaitaan odottamattomia prosessiin kuulumattomia tapahtumia tai vaaratilanteita. Painonappien lisäksi on standardisoitu taustalevy sekä kiinnitykset, joilla kokonaisuus kiinnitetään soluun.

3.7 Venttiiliterminaalit

Venttiiliterminaleilla ohjataan paineilmaohjauksia. Soluissa käytetään pääasiallisesti paineilmaa tuottamaan liike-energia sylintereille. Terminaaleja standardisoitiin viisi mallia.

3.8 Huoltoyksiköt

Paineilmajärjestelmä vaatii huoltoyksikön, joka jälkikäsittelee tulevan ilman vedenerottelulla, voitelulla, paineensäädöllä sekä suodatuksella. Huoltoyksiköitä standardisoitiin yksi malli.

3.9 Bulkkitavara

3.9.1 Pultit, mutterit, aluslevyt

Tuotannossa oli ollut käytössä ennestään kaupintavarasto (2.4.1 Kaupintavarastot) hylly. Hylly siirrettiin lähemmäksi tuotantohallin ulko-ovea turhan liikehinnän välttämiseksi.

3.9.2 Paineilmaletkut ja -liittimet

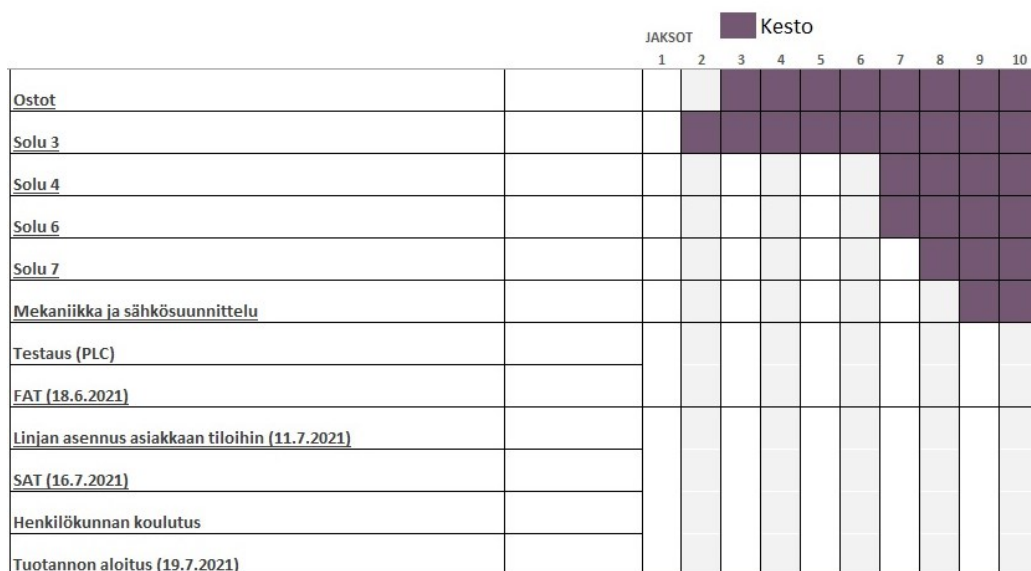
Mikrotehtaassa standardisoitiin kahden eri valmistajan paineilmalittimiä ja -letkuja. Valmistajan valinta on usein asiakkaasta riippuva.

Komponenttien standardisointi ei tarkoita sitä, että jokainen solu sisältäisi yhtä jokaista komponenttia. Standardisoinnin ideana oli luoda selkeä listaus komponenteista, johon oli otettu huomioon tämänhetkinen mikrotehtaan skaalautuvuus.

4 TULOKSET JA KEHITYSIDEAT

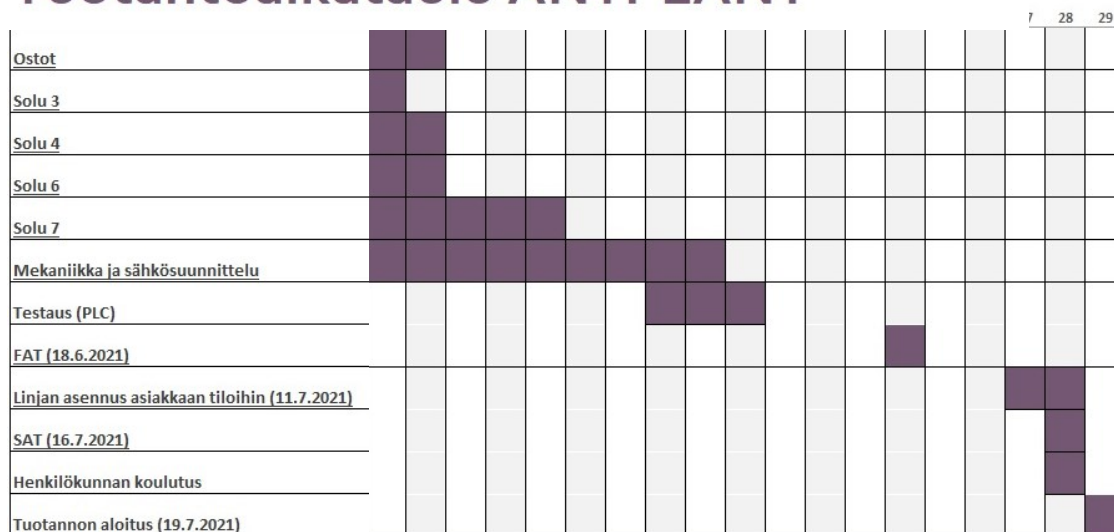
Mikrotehtaan läpimenoajan merkittäväksi hidastavaksi tekijäksi todettiin komponenttien puutteellinen standardisoiminen. Läpimenoaika saatiin pienennettyä standardisoinnin avulla yli kahdella kuukaudella, alkuperäisestä seitsemästä kuukaudesta viiteen kuukauteen.

Tuotantoaikataulu ANTPLANT



Kuva 3 Alkuperäinen aikataulu osa 1.

Tuotantoaikataulu ANTPLANT



Kuva 4 Alkuperäinen aikataulu osa 2.

Tuotantoaikataulu ANTPLANT

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ostot										
Solu 3										
Solu 4										
Solu 6										
Solu 7										
Mekaniikka ja sähkösuunnittelu										
Testaus (PLC)										
FAT (18.4.2021)										
Linjan asennus asiakkaan tiloihin (11.5.2021)										
SAT (16.5.2021)										
Henkilökunnan koulutus										
Tuotannon aloitus (19.5.2021)										

Kuva 5 Uusi aikataulu osa 1.

Tuotantoaikataulu ANTPLANT

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ostot										
Solu 3										
Solu 4										
Solu 6										
Solu 7										
Mekaniikka ja sähkösuunnittelu										
Testaus (PLC)										
FAT (18.4.2021)										
Linjan asennus asiakkaan tiloihin (11.5.2021)										
SAT (16.5.2021)										
Henkilökunnan koulutus										
Tuotannon aloitus (19.5.2021)										

Kuva 6 Uusi aikataulu osa 2.

5 YHTEENVETO

Insinööritöön tavoitteena oli lyhentää kohdeyrityksen mikrotehtaan läpimenoaika sekä selvittää mikrotehtaan valmistusta hidastavia tekijöitä, joihin reagoimalla tuotantoa voitaisiin nopeuttaa. Tavoitteessa onnistuttiin mielestäni hyvin, läpimenoajan parantamiseksi löydettiin korjattavia osa-alueita, joista merkittävin oli mikrotehtaan standardisointi.

Opinnäytetyö aloitettiin aiheen rajauksella ja työn tavoitteen sopimisella. Tavoitteen ollessa selkeä, tiedon kerääminen kirjallisuudesta ja muista lähteistä oli vaivatonta. Mikrotehdas oli tullut ennestään jo tutuksi työskennellessäni aikaisemmissa projekteissa. Lähtökohdat työn aloittamiseen olivat hyvin tiedossa. Tietoa kartoitettiin lisää valmistusprosessista haastatteleamalla yrityksen työntekijöitä eri työtehtävissä sekä tutkimalla aikaisempien projektien raportointeja. Valmistusprosessin tullessa selväksi ongelmakohtiin pystyttiin keskittymään tarkasti. Työn tulokseksi saatiin aikaisempaa parempi kuva tuotannon nykytilasta sekä ideoita, kuinka valmistusprosessia voitaisiin kehittää. Tulokseksi saatiin lyhyempi läpimenoaika ja kuinka se saavutettiin. Standardisoinnin puute osoittautui suurimmaksi ongelmaksi. Komponenttien standardisointi paransi läpimenoaika huomattavasti.

Opinnäytetyö vastasi sille annettuihin tavoitteisiin, kuinka mikrotehtaan läpimenoaika voitaisiin parantaa. Tärkeimmäksi kehitysideaksi muodostui mikrotehtaan komponenttien standardisointi, ja tulevaisuutta ajatellen standardisoinnista tulisi jatkaa ja kehittää mahdollisimman pitkälle, parantaen läpimenoaika. Jokainen uusi standardisoinnin kohde edesauttaa läpimenoaika.

LÄHTEET

EID Robotics. 2020. Verkkoaineisto. <https://eidrobotics.com/microfactory-benefits> Viitattu 02.05.2021.

Larikka, M. Heinilä, P. Selin, K. & Tuominen, J. 2007. Tuottavuuden jatkuva parantaminen. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Logistiikan Maailma. Varastonohjauksen ulkoistaminen. Verkkoaineisto. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastonohjaus/varastonohjauksen-ulkoistaminen> Viitattu 16.05.2021.

Lean ajattelu kahdeksan turhuuden poistoon. Verkkoaineisto. <https://blog.oppia.fi/2018/04/10/lean-ajattelu-kahdeksan-turhuuden-poistoon> Viitattu 22.04.2021.

Qk-Karjalainen. 2014. Mitä lean on. Qk-Karjalainen. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/mita-lean> Viitattu 20.04.2021.

Sakki J. 1982. Ostotoiminnan kehittäminen. Espoo: Weilin + Göös.

Tervala, M. 2020. Tavoitteena lyhyempi tuotannon läpimenoaika. Verkkoaineisto. <https://blog.pinja.com/tavoitteena-lyhyempi-tuotannon-lapimenoaika> Viitattu 25.04.2021.

YTL. Mitä standardisointi on. Verkkoaineisto. http://www.ytl.fi/mita_temme/standardisointi_vanha/mita_standardisointi_on. Viitattu 23.04.2021.

Työntekijä K. 2021. Yritys EID Robotics Oy. Keskustelu 20.03.2021.

Työntekijä J. 2021. Yritys EID Robotics Oy. Keskustelu 15.04.2021.

Työntekijä M. 2021. Yritys EID Robotics Oy. Keskustelu 20.04.2021.

Työntekijä O. 2021. Yritys EID Robotics Oy. Keskustelu 05.05.2021.