

Opinnäytetyö AMK

Konetekniikka

2025

Mikko Ranne

Ohutlevytuotteen valmistuksen tehokkuuden parantaminen



Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2025 | 39 sivua

Mikko Ranne

Ohutlevytuotteen valmistuksen tehokkuuden parantaminen

Työn tavoitteena oli parantaa Stera Technologies Oy:n Kaarinan tehtaassa valmistettavan ohutlevytuotteen valmistuksen tehokkuutta. Tehdas on muuttanut uusiin tiloihin vuonna 2024 ja työpisteet ovat sen myötä uudelleen suunniteltuja.

Työntutkimusmenetelmänä käytettiin havainnointitutkimusta. Tutkimuksessa tarkasteltiin 50 kappaleen tuotantoerän ajankäyttöä valmistusprosessin eri vaiheissa. Tutkittuja työvaiheita olivat särmäys, pemmaus, pursotus ja kokoonpano. Ajankäyttö jaettiin tuottavaan ja tuottamattomaan aikaan. Samalla tehtiin yleisiä havaintoja työvaiheista ja koottiin yhteen työntekijöiden palautteita ja kehitysideoita.

Lopputuloksena syntyi raportti eri työvaiheiden ajankäytöstä, sekä kehitysehdotukset työvaiheiden kehittämiseksi. Kutakin työvaihetta havainnoitiin ja raportoitiin erikseen, sillä työvaiheiden välissä tuote varastoidaan ja varastointiaika sekä valmistuksen eteneminen vaiheiden välillä riippuu työvaihekohtaisesta työsuunnittelusta. Erityisesti särmäysvaiheessa tehtävän jäykisteen vaikutus ajankäyttöön eri työvaiheissa oli merkittävä. Jäykisteen poisjättämisen mahdollisuutta kannattaa selvittää. Työohjeiden päivityksessä ja työntekijöiden kehitysideoiden huomioimisessa on kehityspotentiaalia.

Asiasanat:

Lean-ajattelu, työntutkimus, ohutlevy, tehokkuus

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2025 | 39 pages

Mikko Ranne

Improving the efficiency of manufacturing a sheet metal product

The aim of the thesis was to improve the efficiency of the production of a sheet metal product manufactured at Stera Technologies Oy's Kaarina factory. The factory moved to new premises in 2024, and the workstations have been redesigned as a result.

The research method used was observational research. The study examined the time use of a production batch of 50 pieces in different stages of the manufacturing process. The work stages studied were bending, pemming, extrusion and assembly. Time use was divided into productive and non-productive time. At the same time, general observations were made on the work stages and feedback, and development ideas from employees were collected.

The end result was a report on the time usage of different work phases, as well as development proposals for developing the work phases. Each work phase was observed and reported separately, as the product is stored between work phases and the storage time and the progress of production between phases depends on the work phase-specific work planning. In particular, the effect of the stiffener applied during the edging phase on time usage in different work phases was significant. It is worth investigating the possibility of omitting the stiffener. There is development potential in updating the work instructions and taking into account employees' development ideas.

Keywords:

Lean thinking, work study, sheet metal, efficiency

Sisältö

Käytetyt lyhenteet ja sanasto	7
1 Johdanto	8
2 Stera Technologies Oy	9
3 Lean-tuotanto teoria	10
3.1 Perusteet	10
3.2 Lean työkaluja ja menetelmiä	11
3.2.1 5S-menetelmä	11
3.2.2 Kanban	12
3.2.3 Just-In-Time (JIT)	12
3.2.4 Kaizen	13
3.3 Haasteet	13
4 Työntutkimusteoria	14
4.1 Työntutkimus ja sen tavoitteet	14
4.2 Työntutkimuksen menetelmiä	14
4.3 Työntutkimuksen hyödyt	16
5 Lähtötilanne	17
5.1 Tutkittu kappale	17
5.2 Tuotantoalueen layout	17
5.3 Tuotannon haasteet	18
6 Tehdyt työntutkimukset	20
6.1 Työntutkimuksen toteutus	20
6.2 Särmäys	20
6.2.1 Särmäysvaiheen hyvät puolet ja kehityskohteet	22
6.2.2 Särmäyksen aikalajien jakautuma	24
6.3 Pemmaus	25
6.3.1 Pemmausvaiheen hyvät puolet ja kehityskohteet	26
6.3.2 Pemmauksen aikalajien jakautuma	27

6.4 Pursotus	28
6.4.1 Pursotusvaiheen hyvät puolet ja kehityskohteet	28
6.4.2 Pursotuksen aikalajien jakautuma	29
6.5 Kokoonpano	29
6.5.1 Kokoonpanovaiheen hyvät puolet ja kehityskohteet	30
6.5.2 Kokoonpanon aikalajien jakautuma	31
7 Yhteenveto	32
7.1 Ajankäyttö	32
7.2 Kehitysehdotukset	33
Lähteet	36

Liitteet

Liite 1. Havainnointitutkimuksen pohja	
Liite 2. Havainnointitutkimuksen eräluettelo	

Kuvat

Kuva 1. Kappale X.	17
Kuva 2. Tehtaan layout.	18
Kuva 3. Amada särmäyskone.	21
Kuva 4. Finnpower särmäyskone.	21
Kuva 5. Pemmausvaihe.	25
Kuva 6. Kokoonpanovaihe.	30

Kaaviot

Kaavio 1. Ajankäyttö särmäysvaiheessa.....	25
Kaavio 2. Ajankäyttö pemmausvaiheessa.	27
Kaavio 3. Ajankäyttö pursotusvaiheessa.	29

Kaavio 4. Ajankäyttö kokoonpanovaiheessa.....	31
Kaavio 5. Ajankäyttö työvaiheittain minuutteina.....	32
Kaavio 6. Ajankäyttö työvaiheittain prosentteina.....	32

Taulukot

Taulukko 1. Ajankäyttö per kappale.	33
Taulukko 2. Ajankäytön jakautuma aikalajeittain.	33

Käytetyt lyhenteet ja sanasto

NPI	New Product Introduction
Pemmaus	Niittimuttereiden kiinnitys ohutlevyyn
Primerointi	Tartuntapohjusteen levitys
TTT	Työterveys ja työturvallisuus

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehtiin Stera Technologies Oy:n uudessa Kaarinan tehtaassa. Tavoitteena oli tutkia ja parantaa tietyn ohutlevytuotteen valmistuksen tehokkuutta. Tehokkuuden arvioimiseksi tehtiin työntutkimus ja sen pohjalta laadittiin kehitysehdotukset valmistuksen tehostamiseksi.

Tutkimustyön pohjaksi paneuduttiin työntutkimuksen menetelmiin ja Lean-tuotannon teoriaan. Työntutkimuksissa tarkasteltiin ajankäyttöä eri työvaiheissa, tavoitteena selvittää ajankäytön jakautumista tuottavaan ja tuottamattomaan aikaan. Työn tutkimusmenetelmänä käytettiin havainnointitutkimusta ja lisäksi työntekijöiden kokemuksia ja havaintoja.

Tutkimuksen lopputuloksena syntyi raportti ajankäytöstä eri työvaiheissa ja lista kehitysehdotuksista työvaiheiden kehittämiseksi.

2 Stera Technologies Oy

Stera Technologies on globaalisti toimiva teknologiayritys, joka työllistää yli 800 huippuosaajaa Suomessa ja Virossa seitsemällä eri paikkakunnalla. Konsernin tarjoama kokonaisuus kattaa sopimusvalmistuspalvelut, Stera-tuotemerkin laite- ja jakokaapit sekä SteraSmart-tuoteperheen tuotantoautomaattoratkaisut ja langattomat järjestelmät tuotantoympäristön seurantaan. (Stera Technologies Oy n.d. a)

Stera-konserni tähtää pitkäaikaiseen ja kannattavaan liiketoimintaan, joka perustuu eettiseen ja vastuulliseen toimintatapaan. Yritys ottaa toiminnassaan huomioon taloudelliset, ekologiset ja sosiaaliset näkökulmat. Stera noudattaa kaikessa toiminnassaan paikallisia lakeja ja määräyksiä sekä konsernin omia arvoja ja eettisiä ohjeistuksia, jotka ohjaavat sen päätöksentekoa ja käytännön toimintaa. (Stera Technologies Oy n.d. b)

Steran ympäristö, TTT (työterveys- ja työturvallisuus) sekä henkilöstöpolitiikka koskee koko organisaatiota niin Suomessa kuin Virossakin. Näitä periaatteita sovelletaan myös laajemmin koko toimitusketjussa ja yhteistyökumppaneiden kanssa tehtävässä toiminnassa. Steran strategiassa keskeisessä roolissa ovat henkilöstön hyvinvointi ja osaamisen jatkuva kehittäminen, kestävä kehitys sekä korkean asiakastyytyväisyyden varmistaminen. (Stera Technologies Oy n.d. b)

3 Lean-tuotanto teoria

3.1 Perusteet

Lean on johtamisfilosofia, jonka tavoitteena on poistaa kaikki turha ja arvoa tuottamaton työ. Sen keskeisenä päämääränä on lisätä asiakastyytyväisyyttä, parantaa laatua, vähentää kustannuksia ja nopeuttaa tuotannon läpimenoaikoja. Leanin ydinajatus on: tehdään oikeat asiat, oikeaan aikaan, oikeassa määrässä ja oikeille asiakkaille. Toiminta perustuu vahvasti asiakkaan tarpeisiin, ja jatkuva, systemaattinen kehittäminen on keskeinen keino toiminnan tehostamiseen. (Blomberg & Junkkari 2018, 4.)

Lean tuotannossa tuottavuuden kasvua ei haeta lisäämällä työtahtia, vaan vähentämällä erilaisia tehottomuutta aiheuttavia tekijöitä eli hukkaa. Hukalla tarkoitetaan kaikkea toimintaa, joka ei tuo lisäarvoa ja on tarpeetonta työn kannalta. Nämä hukcatekijät hidastavat sujuvaa työskentelyä. Kun niitä karsitaan järjestelmällisesti, paranee sekä työn laatu että tuottavuus. (Kouri 2010, 10.)

Lean tuotannon kahdeksan hukan lajia ovat:

1. Ylituotanto.
2. Liika varastointi.
3. Odottelu.
4. Turha liikkuminen.
5. Turha kuljetus.
6. Laatuvirheet.
7. Yliprosessointi.
8. Ihmisten taitojen hyödyntämättömyys. (Blomberg & Junkkari 2018, 7–11.)

3.2 Lean työkaluja ja menetelmiä

Leaniin liittyy monia menetelmiä ja periaatteita. Jokaista työkalua voidaan käyttää yksinään, mutta suurin hyöty saadaan Leanin kokonaisvaltaisesta toteutuksesta. (Lean Manufacturing Tools n.d.) Seuraavissa kappaleissa esitetään esimerkkejä Lean tuotannossa käytetyistä menetelmistä.

3.2.1 5S-menetelmä

5S-järjestelmä on Japanista lähtöisin oleva systemaattinen lähestymistapa työpaikan organisointiin ja ylläpitoon. Viisi s-kirjainta tulevat sanoista *sortteeraus*, *systematisointi*, *siivous*, *standardisointi* ja *seuranta* (Learn Lean Sigma n.d.)

Sortteeraus (Seiri). Työpisteeltä hävitetään kaikki tarpeeton. Ajoittain tarpeelliset asiat pidetään piilossa mutta saatavilla ja tarpeelliset asiat pidetään lähellä. (Learn Lean Sigma n.d.)

Systematisointi (Seiton). Pohditaan, mitä tavaroita säilytetään ja missä ne sijaitsevat. Selvitetään, mitkä tarvikkeet ovat tarpeen pitää suoraan työpisteillä ja mitkä voidaan varastoida keskitetysti yhteisiin säilytystiloihin. Tavoitteena on löytää ratkaisuja materiaalien varastointiin liittyviin haasteisiin ja tarkastella, miten materiaali kulkee tuotantoprosessin läpi. Työpisteet, kulkureitit ja muut alueet määritellään selkeästi, ja työkaluille sekä apuvälineille osoitetaan ja merkitään omat paikkansa. (Tehos n.d.)

Siivous (Seiso). Siivous aloitetaan työntekijöiden omilta työpisteiltä, minkä jälkeen siirrytään huolellisesti järjestämään yhteiset tilat. Tavoitteena on saada koko työympäristö kerralla siistiksi ja näyttää konkreettisesti, miltä puhtaan tilan tulisi näyttää. Selkeä ja näkyvä muutos lisää työntekijöiden motivaatiota jatkaa 5S-menetelmän toteuttamista. (Tehos n.d.)

Standardisointi (Seikatsu). Standardisointivaiheessa määritellään selkeät ohjeet, menettelyt ja rutiinit, jotka varmistavat 5S-käytäntöjen johdonmukaisen

soveltamisen koko työpaikalla. Standardoinnilla varmistetaan, että kaikki organisaatiossa noudattavat samoja käytäntöjä ja ylläpitävät aikaisemmissa vaiheissa luotua järjestystä ja puhtautta. (Croft n.d.)

Seuranta (Shitsuke). Seuranta tarkoittaa 5S-käytäntöjen upottamista organisaation kulttuuriin niin, että niistä tulee pysyvä toimintatapa. Tämä vaatii jatkuvaa työtä, mukaan lukien säännöllistä koulutusta, auditointia ja työntekijöiden osallistumista. Tavoitteena on edistää kurinalaisuutta ja jatkuvaa parantamista, jossa puhtaan ja järjestelmällisen työtilan ylläpitäminen on kaikille työntekijöille luonnollista. (Croft n.d.)

3.2.2 Kanban

Kanban on visuaalinen järjestelmä, jolla hallitaan työtä sen edetessä prosessin läpi. Kanban visualisoi sekä prosessin (työnkulun) että prosessin läpi kulkevan työn, ja tavoitteena on tunnistaa prosessin mahdolliset pullonkaulat ja korjata ne. Tavoitteena on, että työ etenee kustannustehokkaasti, optimaalisella nopeudella ja suoritusteholla. (Wilson n.d., 3.)

Kanbanin ydinajatus on tehdä projektin tehtävät ja niiden eteneminen näkyväksi Kanban-taululla. Tehtävät esitetään taululla kortteina, jotka sijoitetaan eri sarakkeisiin valmiusasteen mukaan. Yleisimmin käytössä on vähintään kolme saraketta: "Tekemättä", "Työn alla" ja "Valmis". (Koskinen 2021.)

3.2.3 Just-In-Time (JIT)

Just-in-Time (JIT) on logistiikka- ja varastohallintamenetelmä, jonka perusajatus on tuoda raaka-aineet ja komponentit tuotantoon vasta niitä tarvittaessa. Tämä toimintatapa minimoi varastointitarpeen, leikkaa kustannuksia ja parantaa toimitusketjun joustavuutta sekä reagointinopeutta. (Logos Logistics n.d.)

JIT-filosofia perustuu hukan poistamiseen yksinkertaistamalla tuotantoprosessia, vähentämällä valmisteluaikaa, valvomalla tuotantoprosessin materiaalivirran hallintaa painottaen ennaltaehkäisevää kunnossapitoa ylimääräisten varastojen poistamiseksi tai vähentämiseksi ja varastojen tehokkaalla käytöllä. (Pourasiabi 2012, 1222.)

3.2.4 Kaizen

Kaizen on Lean-tuotannon työkalu, joka parantaa laatua, tuottavuutta, turvallisuutta ja työpaikkakulttuuria. Kaizenissa keskitytään pieniin, päivittäisiin muutoksiin, jotka johtavat ajan mittaan merkittäviin parannuksiin. (Do 2017.)

3.3 Haasteet

Lean tuotannon hyödyntämisen haasteita ovat resurssien puute, huono johtaminen, huono koulutus ja tekninen tietämys, inhimilliset asenneongelmat, Lean-filosofian tuntemuksen puute, huono suunnittelu, metodologian puute ja muutosvastarinta työntekijöiden taholta (Pandey & Tyagi 2018, 697).

4 Työntutkimusteoria

4.1 Työntutkimus ja sen tavoitteet

Työntutkimus tarkoittaa työvaiheiden järjestelmällistä tarkastelua ja sen avulla kartoitetaan, mitä työtehtäviin kuuluu, miten ne suoritetaan ja miksi. Tutkimalla ja mittaamalla työprosesseja saadaan selkeä kuva nykykäytännöistä, mikä puolestaan mahdollistaa toimintojen yksinkertaistamisen ja työn sujumuuden parantamisen. (Työterveyslaitos n.d.)

Työntutkimuksen päämääränä on kehittää työmenetelmä ja työolosuhteet siten, että työsuoritus on mahdollisimman taloudellinen, tehokas ja turvallinen ottaen huomioon sille asetetut tavoitteet. Tämän seurauksena voidaan vakioida eli standardisoida uusi työtapa ja kouluttaa työntekijät niihin, sekä määrittää tarkasti työn suorittamiseen vaadittava aika. Itse tutkimuksessa arvioidaan kriittisesti kaikkia työvaiheita ja valmistus- tai palveluprosessin osa-alueita, jotka vaikuttavat suorituksen tehokkuuteen, turvallisuuteen ja kustannuksiin senhetkisten olosuhteiden puitteissa. (Laine n.d., 5)

Työntutkimuksessa ei pelkästään tarkastella työn kulkua ja tunnisteta siihen liittyviä haasteita, vaan sen lopputuloksena esitetään myös konkreettisia parannusehdotuksia. Toisin kuin pelkkä yksittäisten ongelmien ratkaisu, työntutkimus voi johtaa täysin uudenlaiseen toimintamalliin, joka parantaa työn tehokkuutta kokonaisvaltaisesti. Tutkimuksen laajuus voi vaihdella yksinkertaisesta nykytilan analysoinnista aina uuden työmenetelmän tai prosessin käyttöönottoon ja sen vaikutusten arviointiin asti. (Työterveyslaitos n.d.)

4.2 Työntutkimuksen menetelmiä

Työn kehittäminen lähtee perusteellisesta työntutkimuksesta. Siinä erilaisin kuvaustekniikoin tehdään näkyväksi koko työprosessi ja sen vaiheet. Aikatutkimuksissa hyödynnetään yleensä havainnointia sekä ajankäytön

seurantaa. Kun keskitytään työtehtävän vaatiman ajan mittaamiseen, puhutaan työmittauksesta. Sen tarkoituksena ei ole mitata yksittäisen työntekijän suoritusta, vaan määrittää työvaiheen normaaliaika, eli se aika, jonka koulutettu ja kokenut työntekijä pystyy saavuttamaan normaaleissa olosuhteissa. (Työterveyslaitos n.d.)

Työn kehittämisen ensimmäinen vaihe on nykytilanteen kartoittaminen. Tässä vaiheessa analysoidaan työnkulku sekä tarkastellaan käytettyä aikaa ja käytössä olevia työmenetelmiä, sillä kehitystyö edellyttää perusteellista ymmärrystä siitä, miten työtä tällä hetkellä tehdään. (Työterveyslaitos n.d.)

Työntutkija havainnoi työn normaalia suorittamista, mittaa siihen käytettyä aikaa ja saattaa tallentaa työvaiheita myös videolle. Kerättyjen muistiinpanojen perusteella työn eteneminen voidaan kuvata selkeästi esimerkiksi kaavioiden tai aikataulujen avulla. (Työterveyslaitos n.d.)

Nykytilanteen kartoituksen perusteella asiakkaalle toimitetaan yksityiskohtaiset raportit, joissa työpäivän ajankäyttö on jaoteltu tarkasti eri osa-alueisiin. Raporteissa työpäivä pilkotaan erilaisiin toimintoihin, kuten valmistelutyöhön, häiriöihin ja varsinaiseen jalostavaan eli tuottavaan työhön. (Työterveyslaitos n.d.)

Jalostava työaika tarkoittaa sitä osaa työajasta, joka kuluu tehtäviin, joissa tuotteen tai palvelun arvo asiakkaalle kasvaa. Tällaisia ovat esimerkiksi vaiheikaan kuuluvat konkreettiset työvaiheet, kuten valaminen, maalaus, osien kokoaminen, hitsaus tai hiusten leikkaaminen. Asiakas on lähtökohtaisesti valmis maksamaan vain näistä arvoa lisäävistä toiminnoista. Työpäivään sisältyy kuitenkin myös muita välttämättömiä tehtäviä, jotka eivät suoraan lisää arvoa, mutta ovat tuotteen tai palvelun valmistumisen kannalta tarpeellisia. Näihin kuuluvat esimerkiksi tarkastukset, materiaalien siirrot, valmistelutyöt ja apuvaiheet. Lisäksi työaikaan sisältyy häiriöaikaa, joka koostuu esimerkiksi odottelusta, etsimisestä tai muista työn sujuvuutta haittaavista tekijöistä. (Ahokas ym. 2011, 9.)

Havainnointitutkimuksessa kirjataan havaintoja tyypillisesti minuutin välein joko havainnointilomakkeelle tai suoraan tietokoneelle. Tavoitteena on saada laaja-alainen käsitys tuotannossa esiintyvistä ilmiöistä tai seurata työajan käyttöä tarkasti minuutin tarkkuudella. On suositeltavaa, että havainnointi kattaa koko työvuoron alusta loppuun, jotta kaikki työpäivän aikana tapahtuvat toiminnot tulevat hyvin dokumentoiduiksi. (Laine n.d., 32.)

4.3 Työntutkimuksen hyödyt

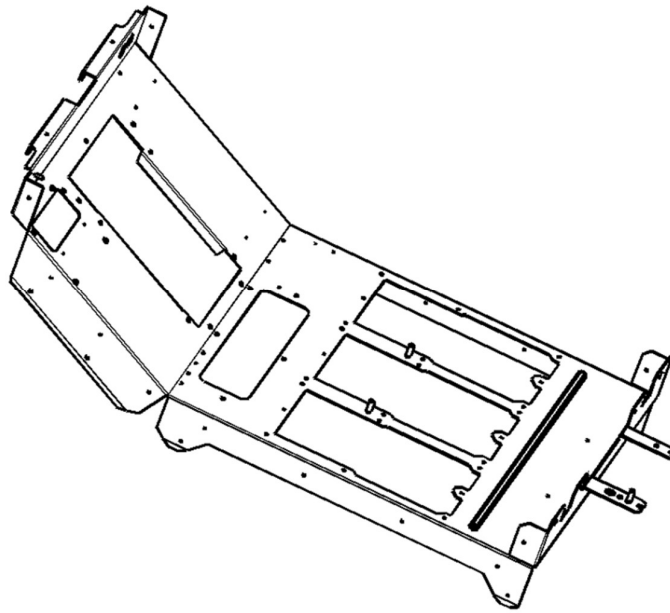
Työntutkimuksen keskeinen tavoite on parantaa työn tuottavuutta ja edistää työhyvinvointia. Sen avulla voidaan lisäksi kehittää tuotteiden ja palveluiden laatua, arvioida työresurssien tarkoituksenmukaisuutta, parantaa työolosuhteita ja työvälineiden käyttöä, vahvistaa työturvallisuutta sekä tukea esimerkiksi hinnoittelun tai kustannuslaskennan tarkentamista. (Työterveyslaitos n.d.)

Työntutkimus auttaa yrityksiä ja organisaatioita saamaan syvällisemmän käsityksen nykyisistä työkäytännöistään ja kehittämään niitä entistä paremmin omien tavoitteidensa suuntaisesti. Sen päämääränä on kehittää työmenetelmistä taloudellisempia, tehokkaampia ja turvallisempia. Tämä mahdollistaa toimivien työskentelytapojen vakioimisen organisaation sisällä. Lisäksi työntutkimus tukee henkilöstön perehdytystä, työn opastusta sekä työnjaon ja mitoituksen suunnittelua. Myös työntekijät hyötyvät tutkimuksesta, erityisesti ne, jotka haluavat kehittää omaa työtään ja toimintatapojaan. (Työterveyslaitos n.d.)

5 Lähtötilanne

5.1 Tutkittu kappale

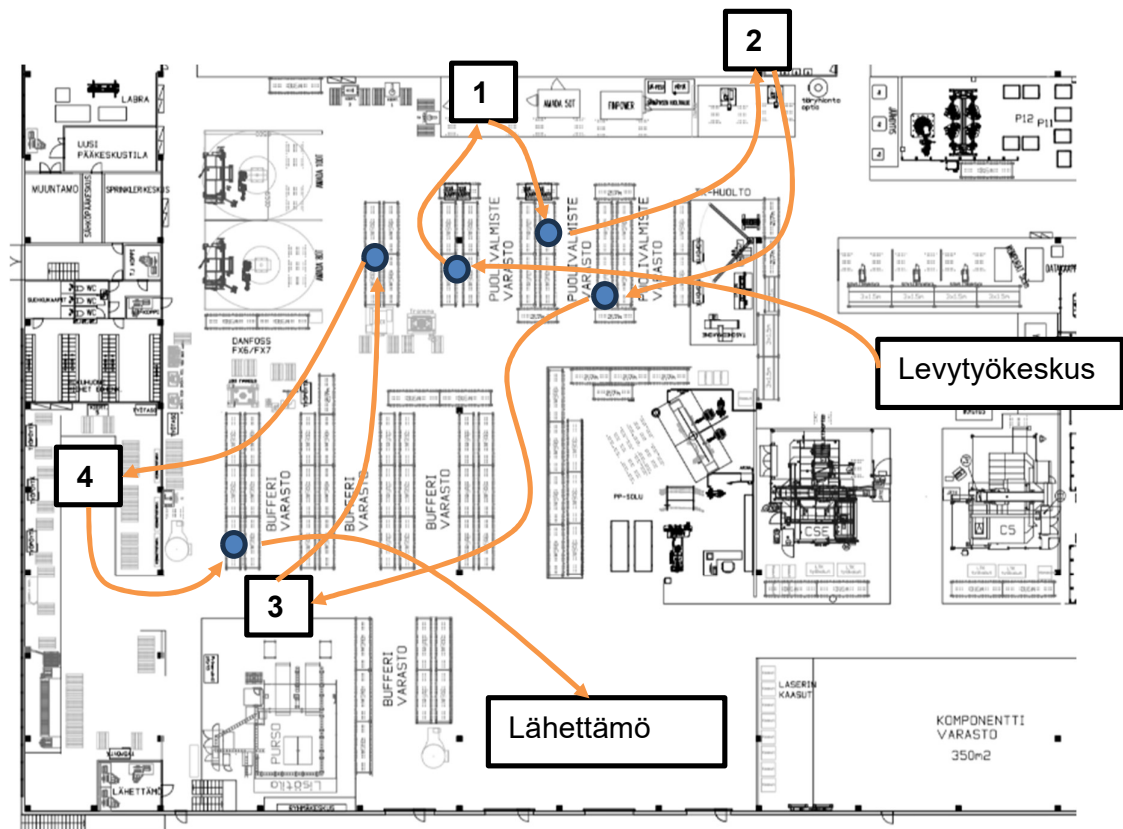
Tutkittavana oli sinkitystä teräksestä valmistettu ohutlevykappale (kappale X), joka on osa asiakasyrityksen valmistamaa kokonaisuutta. Kappale koostuu isosta keskirungosta, sivupaneeleista ja kansi osasta. Pienemmät osat liitetään keskirunkoon kiinni pop-niiteillä. Kappale on kuvattu kuvassa 1.



Kuva 1. Kappale X.

5.2 Tuotantoalueen layout

Tuotteen levyaihio leikataan levytyökeskuksella ja se kuljetetaan trukilla puolivalmistevalmistevarastoon särmäyspisteen 1 läheisyyteen. Jokaisen työvaiheen 1–3 jälkeen tuote siirretään puolivalmistevalmistevarastoon ja vaiheen 4 jälkeen bufferivarastoon. Bufferivarastosta tuote kuljetetaan lähettämöön, josta tuote toimitetaan asiakkaalle. Tehtaan layout on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Tehtaan layout.

Kuvan 2 vaihe 1 on särmäys. Särmäys tapahtuu kahdella eri särmäyskoneella layout-kaaviossa esitetystä sijainnista. Levy taivutetaan ja reunat käännetään. Vaiheessa 2 tapahtuu pemmaus, jossa kappaleeseen puristetaan kiinni niittimuttereita myöhempiä ruuvien kiinnittämistä varten. Vaihe 3 on pursotus, jossa levyn keskellä olevan aukon reunoihin pursotetaan tiivistenauha. Viimeisessä vaiheessa 4 tapahtuu kokoonpano, jossa kappaleeseen liitetään puolivalmisteverastosta haettuja lisäosia.

5.3 Tuotannon haasteet

Tutkimukseen lähdetessä Stera kertoi kappaleen valmistuksen olevan haastavaa. Valmistusvaiheita on neljä: särmäys, pemmaus, pursotus ja kokoonpano. Vaiheiden välissä aihiot välivarastoidaan. Työvaiheista ensimmäinen, eli särmäys on työläin, koska kappaleessa on paljon taitoksia ja

jokaiseen taitokseen käytetään eri työkalua. Kappaleita tehdään harvoin ja pieniä määriä, joten niiden valmistukseen ei olla erityisesti panostettu. Työohjeet ovat osin puutteelliset ja päivittämättä. Osa työohjeista on käsin kirjoitettuja. Työvaiheisiin kuluva aika ei tarkalleen tunneta ja tähän paneudutaan tässä tutkimuksessa, tarkoituksena löytää mahdollisia tehostustoimenpiteitä eri työvaiheisiin.

6 Tehdyt työntutkimukset

6.1 Työntutkimuksen toteutus

Kappaleen valmistuksen vaiheita tutkittiin työntutkimuksen avulla. Menetelmäksi valittiin havainnointitutkimus. Tutkimuksia varten laadittiin ajanseurantalomake (liite 1) ja eräluettelo (liite 2), joihin havainnot kirjattiin suoraan Exceliin laaditulle lomakkeelle.

Tutkimusta tehtiin erikseen neljän eri työvaiheen osalta, viidenkymmenen kappaleen läpimenoajan verran. Tuotteen eräkokoko oli 50 kappaletta. Tutkimuksessa seurattiin yhden erän valmistusta neljässä eri työvaiheessa (särmäys, pemmaus, pursotus ja kokoonpano). Tehdas toimii kahdessa vuorossa. Työvuoron aikana kullakin tutkitulla työpisteellä työskenteli yksi työntekijä kerrallaan.

Tässä tutkimuksessa on tutkittu kutakin työvaihetta ja niiden ajankäyttöä erikseen, sillä vaiheiden välissä tuote varastoidaan puolivalmisteverastoon ja varastointiaika sekä valmistuksen eteneminen vaiheiden välillä riippuu työvaihekohtaisesta työnsuunnittelusta.

6.2 Särmäys

Särmäyspisteellä on kaksi särmäyskonetta: Amada (kuva 3) ja Finnpower (kuva 4). Työntekijä noutaa trukilla puolivalmisteverastosta leikatut aihiot työpisteelle. Työpisteellä työntekijä nostaa aihion kerrallaan särmäyskoneeseen ja kone suorittaa särmäyksen eri vaiheissa. Särmäyksen jälkeen kappale nostetaan lavalle ja tämän jälkeen lava siirretään puolivalmisteverastoon. Särmäystä teki kolme eri työntekijää, yksi henkilö kerrallaan.



Kuva 3. Amada särmäyskone.



Kuva 4. Finnpower särmäyskone.

Kappaleen särmäämiseen käytetään Amada-särmäyskoneella kolmea eri ohjelmaa, joka tarkoittaa myös kolmea työkalunvaihtoa. Ensin tehdään jäykiste yhdellä ohjelmalla ja sen jälkeen muut särmäykset. Kappaleen kahta muuta särmäysohjelmaa ei voi yhdistää yhdeksi, koska särmäyspuristin ei ole tarpeeksi leveä tarvittavalle määrälle teräpaloja.

Finnpower särmäyskoneita käytetään, koska sen teräpaloihin on koneistettu väisteet kappaleessa oleville kohoumille.

6.2.1 Särmäysvaiheen hyvät puolet ja kehityskohteet

Tutkimuksen aikana särmäysvaiheesta tehtiin havaintoja sekä lisäksi haastateltiin työntekijöitä ja kuunneltiin heidän kehitysideoitansa.

Särmäyspisteellä havaittiin seuraavat hyvät puolet:

- Aihiot tuodaan särmäyspisteen läheisyyteen levytyökeskukselta.
- Tarvittavat osat ja valmislavat ovat työntekijän vieressä.
- Malliosat ovat särmäyspisteen vieressä hyvin näytillä. Tutkittavan kappaleen malliosa on toistaiseksi hyllyssä muuton jäljiltä (malliosaa ei myöskään olla tarvittu).
- Kappaleen särmäyksessä käytetään useaa ohjelmaa. Yhdellä ohjelmalla särmätään kaikki osat läpi, jonka jälkeen ohjelma vaihdetaan ja osat särmätään uudella ohjelmalla jne.
- Teräpalat ovat lähellä ja hyvin merkittyjä.
- Särmäyksen työjärjestys on tehokas.

Särmäysvaiheessa havaittiin myös seuraavia kehityksen kohteita:

- Kappaleen työohje tulisi päivittää selkeämpään muotoon, sillä nykyinen on käsin kirjoitettu.
- Valmiiksi särmättyjä kappaleita mahtuu yhdelle lavalle vain kuusi kappaletta. Tämä tarkoittaa sitä että 50 kappaleen sarjassa valmiin lavan vientejä ja uuden lavan tuonteja tapahtuu yhdeksän kertaa.
- Viimeiset särmäykset tehdään eri koneella koska kyseisen koneen teräpaloissa on väisteet kappaleeseen tehtyihin vetoreikiin. Amadan teräpalat voisi koneistaa vastaavanlaisiksi, jotta kaikki särmäykset voitaisiin tehdä samalla särmäyskoneella.
- Ensimmäinen kappaleeseen tehtävä särmäys on jäykiste, jonka tarkoituksena on jäykistää kappaletta. Työntekijä tekee särmäyksen

särmäyskoneella. Kappaleeseen tehtävä jäykiste saattaa aiheuttaa vääntymiä ja mittavirheitä kappaleessa. Kappaleeseen tehtävä jäykiste on mahdollisesti turha. Jäykisteen tarkoitus on tehdä kappaleesta jäykempi, mutta jäykisteen läheisyydessä on särmäyksiä, jotka saattavat ajaa samaa asiaa. Kannattaa tutkia onko kappaleeseen tehtävän jäykisteen särmääminen mahdollista siirtää robotin tehtäväksi robottisärmäyssoluun, sillä jäykisteen särmääminen on yksinkertaista. Kappaleen robotille siirtämistä hankaloittaa se, että kappale on suhteellisen iso ja täten "veltto" ja tämä johtaa helposti huonoon paikoitukseen, joka taas johtaa laaturvirheisiin. Mikäli kappaleen jäykisteen tekeminen siirrettäisiin robotille, kappaleelle pitäisi rakentaa oma tarttuja. Robotin tarttujan tekemistä hankaloittaa kappaleessa olevat isot reiät jotka ikään kuin jakavat kappaleen kahteen osaan. Tarttujan täytyy saada kappaleesta kiinni reikien molemmin puolin. Olemassa olevien tarttujen sopivuutta kannattaa tutkia erikseen. Tarttujan tekemisen mahdollisuudesta puhuttiin työvälinsuunnittelijan kanssa. Työvälinsuunnittelijan ja robottisärmäyssolun operaattorin mielestä jäykisteen tekemisen siirtäminen robotille on mahdollista.

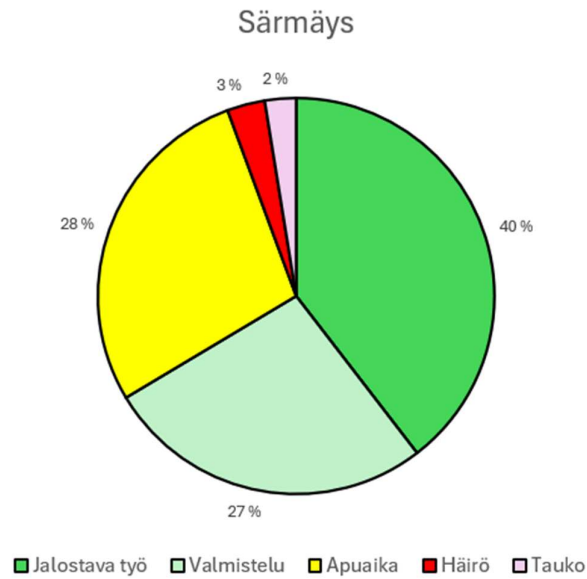
- Kappaleen särmäys vaatii monta työkalunvaihtoa, joka tarkoittaa myös sitä, että robotin ohjelma pitää vaihtaa yhtä usein ja tähän kuluu aikaa. Koska kappaleita tehdään pienissä erissä, ei robotin käyttö välttämättä ole kannattavaa. Ihminen särmää usein nopeammin kuin robotti, etenkin monimutkaisia kappaleita. Tämän takia robotille kannattaa jättää yksinkertaiset ja isot sarjat. Jäykistevaiheen pois jättäminen säästäisi aikaa yli 70 minuuttia 50 kappaleen sarjassa. Asetusaikaa tästä on noin 22 minuuttia, joka on sama eräkoosta riippumatta.
- Työntutkimuksen kuluessa tutkija teki ehdotuksen jäykisteen poisjättämisestä työsuunnittelijoille ja NPI-prosessivastaavalle. Työntekijä teki yhden kappaleen, jossa ei ollut jäykistettä. Viimeisen särmäysvaiheen jälkeen testikappaleen jäykkyyttä kokeiltiin käsin. Kappaleen jäykkyydessä ei ollut huomattavissa eroa. Kappaleen mitat pysyivät samoina, vaikka jäykiste jätettiin tekemättä. Työntekijän mielestä jäykisteen teko, olisi syytä siirtää

robotille, jotta työntekijöille jäisi aikaa tehdä muita haastavampia ja mielekkäämpiä töitä.

- Ajallinen säästö robotti vs. ihminen on vähäinen, sillä työkalun vaihto robottisärmäyssolulla kestää melkein saman verran kuin jäykisteen tekeminen käsin. Robottisärmäyssolun työkalunvaihto kestää noin tunnin ja jäykisteen tekeminen noin puoli tuntia. Jäykisteen tekeminen käsin, mukaan lukien työkalunvaihto, kestää noin 70 minuuttia (50 kpl). Ohjelman tekeminen robotille ei vie paljoa aikaa, joten ohjelman voisi kuitenkin tehdä tilanteita varten, jolloin robotilla ei ole muuta työtä. Tällöin saadaan ainakin vähennettyä särmääjän fyysistä rasitusta, sillä yksi kappale on suhteellisen painava.

6.2.2 Särmäyksen aikalajien jakautuma

Kaaviossa 1 on esitetty aikalajien jakautuma särmäysvaiheessa. Suurin osa ajasta, 40 % kului jalostavaan työhön eli särmäyskoneen käyttöön. 28 % ajasta kului apuaikaan ja se sisälsi lavojen hakua ja tavaroiden siirtelyä. Lisäksi tähän sisältyi ruoka- ja kahvitaukoja. 27 % koostui valmistelusta: valmistelu-aika koostui enimmäkseen työkalun vaihdoista ja testisärmäyksistä. 3 % koostui häiriöistä ja 2 % ylimääräisistä tauoista. Häiriöaika koostui aiemmassa työvaiheessa syntyneistä laatu-poikkeamista. Kappaleeseen tehdyn vetoreiän kierteitys piti tehdä uudelleen. Ylimääräinen tauko muodostui odotusajasta lähellä työvuoron loppua. Kokonaisaika tutkitun 50 kappaleen valmistukseen särmäysvaiheessa oli 809 minuuttia, eli 13 tuntia ja 29 minuuttia.



Kaavio 1. Ajankäyttö särmäysvaiheessa.

6.3 Pemmaus

Pemmausvaiheessa (kuva 5) kappaleeseen niitataan niittimuttereita osien kiinnittämistä varten. Pemmausvaiheessa työntekijä käyttää apunaan siirtotrukkia sekä magneettia, jolla mutterit pysyvät kiinni työstettävässä kappaleessa.



Kuva 5. Pemmausvaihe.

6.3.1 Pemmausvaiheen hyvät puolet ja kehityskohteet

Tutkimuksen aikana pemmausvaiheesta tehtiin havaintoja sekä lisäksi haastateltiin työntekijää ja kuunneltiin hänen kehitysideoitansa.

Pemmausvaiheessa huomattiin seuraavat hyvä puolet:

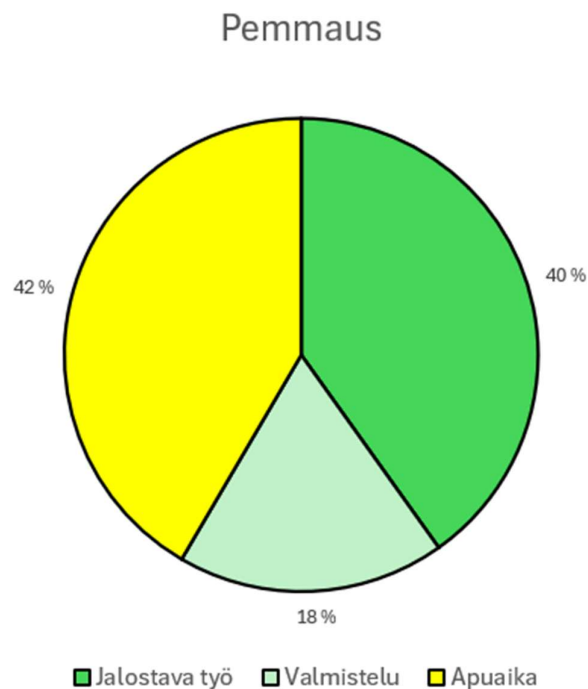
- Työntekijä tekee yhteen lavalliseen (6kpl) kaikki pemmit kerralla. Tämä työtapa vähentää lavojen siirtelyä ja toimii myös koska työkalunvaihdot ovat niin lyhyitä.
- Työpisteellä on hyvä ergonomia.
- Kaikki tarvittava materiaalit kuten lavat, ruuvit, osat yms. ovat lähellä.
- Työntekijä tekee ensimmäisen pemmausvaiheen samalla työkalulla, jolla on tehty edellisen lavan viimeinen vaihe. Näin säästytään yhdeltä ylimääräiseltä työkalunvaihdolta.
- Työvaihe vaikuttaa tehokkaalta.

Pemmausvaiheessa havaittiin myös seuraavia kehityksen kohteita:

- Tutkimuksen aikana ei esiintynyt häiriöitä mutta työntekijän kertoman mukaan yleisimmät häiriön aiheuttajat ovat paineilman katkeaminen tai automaattisyyden tukkiutuminen. Nämä häiriöt ovat harvinaisia, mutta niihin voi kulua aikaa noin puoli tuntia. Tutkittu työntekijä ei käyttänyt automaattisyyttöä, vaan hän asetti ruuvit paikoilleen käsin. Tämä oli hänen mielestään varmempaa ja nopeampaa.
- Apuajan osuutta lisää huomattavasti se, että lavalle mahtuu kerrallaan vain kuusi valmista kappaletta. Sama ongelma toistuu särmäyksessä.
- Kappaleita ei mahdu lavalle enempää kappaleen koon takia. Kappaleita ei myöskään voi pinota päällekkäin, koska alimmat kappaleet saattaisivat vääntyä.

6.3.2 Pemmauksen aikalajien jakautuma

Kaaviossa 2 on esitetty aikalajien jakautuma pemmausvaiheessa. Pemmaukseen käytetystä ajasta 42 % oli apuaikaa. Apuaikaa kului taukojen lisäksi valmiiden lavojen kuittaukseen ja lavojen kuljetukseen. Apuajan suuri määrä johtuu siitä, että valmiita tuotteita mahtuu yhdelle lavalle vain kuusi kappaletta, joka johtaa siihen, että täysi lava pitää kuljettaa trukilla välivarastoon. Kuljetuskertoja tarvitaan 50 kappaleen sarjassa 9 kappaletta. 40 % oli jalostavaa työtä eli pemmausta ja 18 % valmisteluaikaa. Valmisteluaikaa kului työkalun vaihtoon ja osien hakuun. Pemmausvaihe kokonaisuudessaan kesti yhteensä 279 minuuttia eli 4 tuntia ja 39 minuuttia.



Kaavio 2. Ajankäyttö pemmausvaiheessa.

6.4 Pursotus

Pursotusvaiheessa kappaleessa olevan aukon ympärille pursotetaan tiivistettä. Pursotus tehdään robotin toimesta.

6.4.1 Pursotusvaiheen hyvät puolet ja kehityskohteet

Tutkimuksen aikana pursotusvaiheesta tehtiin havaintoja sekä lisäksi haastateltiin työntekijää ja kuunneltiin hänen kehitysideoitansa.

Pursotusvaiheessa huomattiin seuraavat hyvät puolet:

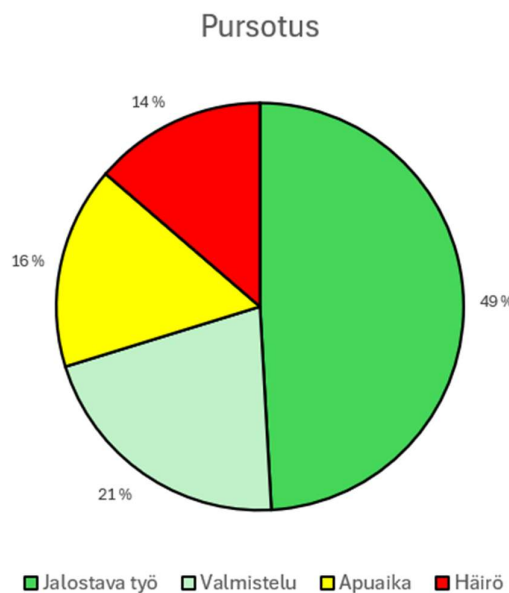
- Vaadittavat työvälineet ja tarvikkeet ovat hyvin työntekijän saatavilla.
- Robotin konenäön ongelmien ratkaisuun on panostettu.

Pursotusvaiheessa havaittiin myös seuraavia kehityksen kohteita:

- Pursotuspisteen robotin konenäköaseman valo oli lähiaikoina vaihdettu valkoisesta punaiseksi ja tämä aiheutti paljon häiriöitä.
- Operaattori joutuu laittamaan osat yksitellen robotin häkin sisään, koska kappale jää jumiin kahden kuljettimen väliseen saumaan. Operaattorin pitää odottaa, että kappaleen pois vievä kuljetin pysähtyy kokonaan ennen kuin hän voi mennä soluun sisälle laittamaan uuden kappaleen. Kappale kuitenkin pääsee solusta pois kuljettimen kuljettamana, koska robotti laittaa sen kuljettimelle kyljittäin. Robottisolun toimintaa voitaisiin nopeuttaa kehittämällä tapa, jolla kappaleet voidaan asettaa kuljettimelle, eikä solun sisälle. Ongelmana on mahdollisesti robotin tarttuminen kappaleeseen, mikäli kappale on kyljellään, jolloin se on huterä ja saattaa kaatua. Paikoitus asemaa ei voi käyttää koska kappale ei ole pelkkä suora levy, vaan siinä on taitoksia ja muita ulokkeita

6.4.2 Pursotuksen aikalajien jakautuma

Kaaviossa 3 on esitetty aikalajien jakautuma pursotusvaiheessa. Eniten aikaa, 49 %, kului jalostavaan työhön. Jalostavaan työhön kuului robotin tekemä pursotus, operaattorin tekemä primerointi, sekä operaattorin manuaalisesti suorittama kappaleen vienti solun robotin häkin sisälle. 21 % ajasta kului valmisteluun. Valmistelevia töitä olivat robotin tarttumista helpottavan telineen asennus, robotin tuotekohtaisen ohjelman haku ja testaus. Apuaika 16 % muodostui lavojen liikuttelusta sekä pursottimen suuttimen puhdistuksesta ja kahvi- ja ruokatauoista. Häiriöaika 14 % oli poikkeuksellisen suuri tutkimushetkellä robotin konenäköongelman selvittelyn vuoksi. Kokonaisaika pursotusvaiheessa oli 366 minuuttia, eli 6 tuntia ja 6 minuuttia.



Kaavio 3. Ajankäyttö pursotusvaiheessa.

6.5 Kokoonpano

Kokoonpanovaiheessa (kuva 6) keskirunko ja siihen liittyvät osat liitetään yhteen pop-niiteillä. Kokoonpanovaiheen tutkimus suoritettiin yhden työvuoron aikana, jolloin kokoonpanoa suoritti yksi työntekijä. Tutkimusaika oli 7

tuntia. Kokoonpanijan käytössä oli lavasiirtoja varten pinontavaunu ja tukipyörätrukki. Tukipyörätrukki on harvemmin käytössä koska se oli myös muiden työntekijöiden käytössä. Havaittu kokoonpanija oli kokenut työntekijä.



Kuva 6. Kokoonpanovaihe.

6.5.1 Kokoonpanovaiheen hyvät puolet ja kehityskohteet

Tutkimuksen aikana kokoonpanovaiheesta tehtiin havaintoja sekä lisäksi haastateltiin työntekijää ja kuunneltiin hänen kehitysideoitansa.

Kokoonpanovaiheessa huomattiin seuraavat hyvät puolet:

- Työntekijällä on käytettävissä kääntöpöytä, jonka korkeus on säädettävissä.
- Kokoonpanoon vaadittavat osat ja työkalut ovat työntekijän läheisyydessä helposti saatavilla.
- Valmiiden kokoonpanojen lava on lähellä, työntekijän takana.
- Työpisteellä ei havaittu suuria hukan tai häiriön aiheuttajia.
- Työntekijät ovat itse löytäneet tehokkaat työtavat ja hyvän järjestyksen työpisteelle.

Kokoonpanovaiheessa havaittiin myös seuraavia kehityksen kohteita:

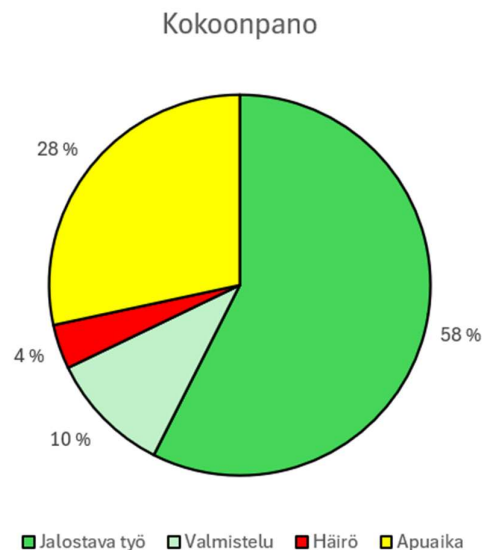
- Pieniä toistuvia häiriöitä aiheuttaa sivupaneelien ja keskirungon reikien yhteensopimattomuus. Tämä hidastaa kokoonpanoa, sillä reiät täytyy sovittaa yhteen voiman ja niiden läpi laitettavan piikin avulla.
- Työohjetta ei ole, osaksi sen vuoksi, että tuotteita menee suhteellisen vähän.

6.5.2 Kokoonpanon aikalajien jakautuma

Kaaviossa 4 on esitetty aikalajien jakautuma kokoonpanovaiheessa.

Kokoonpanovaiheen suurin osuus oli jalostava työ 58 %, joka muodostui osien kiinnityksestä ja tiivisteen laitosta. Apuaikaa oli 28 % ja se muodostui lavojen liikuttelusta ja tarvikkeiden hausta, sekä kahvi- ja ruokatauoista. Valmistelua oli 10 % ja se koostui lähinnä osien siirtelystä työpisteellä. Häiriöaikaa oli 4 % ja se aiheutui pienistä mutta toistuvista ongelmista osien yhteensopivuudessa.

Kokonaisaika kokoonpanovaiheessa oli 558 minuuttia, eli yhdeksän tuntia ja 48 minuuttia.



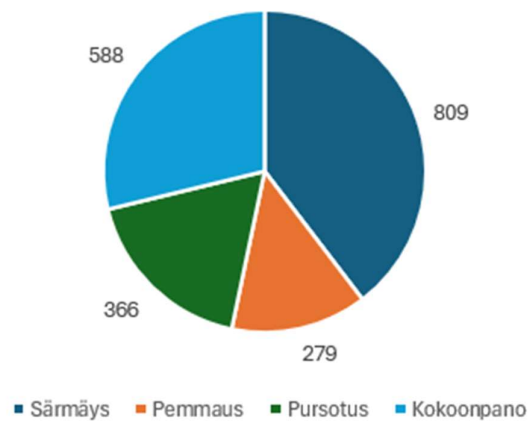
Kaavio 4. Ajankäyttö kokoonpanovaiheessa.

7 Yhteenveto

7.1 Ajankäyttö

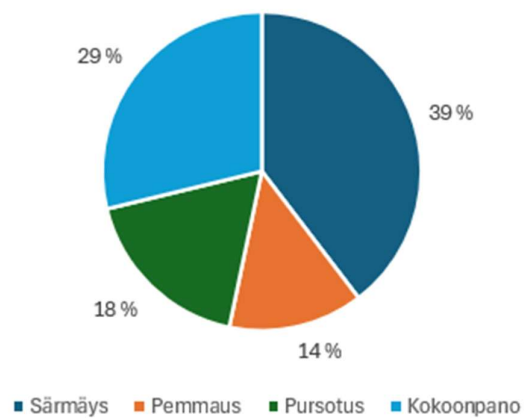
Työntutkimuksen tuloksena saatiin työvaiheittain 50 kappaleen tuotantoerän käsittelyyn käytetty aika. Ajankäytön jakautuma työvaiheittain on esitetty minuutteina ja prosentteina kaavioissa 5 ja 6.

Työvaiheisiin käytetty aika (min)



Kaavio 5. Ajankäyttö työvaiheittain minuutteina.

Työvaiheisiin käytetty aika (%)



Kaavio 6. Ajankäyttö työvaiheittain prosentteina.

Eniten aikaa työvaiheista kului särmäysvaiheessa (809 min, 39 %) ja vähiten kului pemmausvaiheessa (279 min, 14 %). Edellisestä laskettuna saatiin selville kussakin työvaiheessa yhden kappaleen käsittelyyn käytetty aika, joka on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Ajankäyttö per kappale.

	Vaihe	min	%	h	kpl	min/kpl
1	Särmäys	809	40	13,5	50	16,18
2	Pemmaus	279	14	4,7	50	5,58
3	Pursotus	366	18	6,1	50	7,32
4	Kokoonpano	588	29	9,8	50	11,76

Työntutkimuksessa ajankäyttö jaettiin lisäksi viiteen aikalajiin: jalostava-aika, valmistelu-aika, apuaika, häiriöaika ja ylimääräinen tauko-aika. Ajankäyttö aikalajeittain on esitetty taulukossa 2. Jalostavaa aikaa eri työvaiheissa oli 40–58 %. Häiriöaikaa oli 0–14 %. Poikkeuksellisen suuri 14 % häiriöaika pursotusvaiheessa johtui konenäköaseman valon vaihtamisesta.

Taulukko 2. Ajankäytön jakautuma aikalajeittain.

	Vaihe	Jalostava %	Valmistelu %	Apuaika %	Häiriö %	Ylimääräinen tauko %
1	Särmäys	40	27	28	3	2
2	Pemmaus	40	18	42	0	0
3	Pursotus	49	21	16	14	0
4	Kokoonpano	58	10	28	4	0

7.2 Kehitysehdotukset

Tähän on koottu kaikkien neljän työvaiheen keskeiset kehitysehdotukset työntutkimuksen ja tehtyjen havaintojen pohjalta.

Särmäys

Kappaletta särmäyttäessä tarvitaan monta teräpalaa ja se vie runsaasti aikaa.

- Kehitysehdotus: Muokataan teräpaloja niin, että särmäykset voidaan tehdä pienemmällä määrällä teriä ja yhdellä koneella (Amada).

Tutkimuksen aikana todettiin, että särmäysvaiheessa tuotteeseen tehtävä jäykiste aiheuttaa ongelmia eri työvaiheissa.

- Kehitysehdotus: Selvitetään voidaanko särmäysvaiheessa jättää jäykisteen tekeminen pois. Jos jäykiste kuitenkin pitää tehdä, suoritetaan työ robotilla.

Pemmas

Yleisimmät häiriön aiheuttajat ovat paineilman katkeaminen tai automaattisyötön tukkiutuminen. Automaattisyöttö ei ollut käytössä, vaan työ tehtiin manuaalisesti.

- Kehitysehdotus: Selvitetään ja korjataan paineilman katkeamisen syyt. Kehitetään automaattisyötön toimintaa niin, että häiriöitä ei synny.

Pursotus

Operaattori joutuu laittamaan osat yksitellen robotin häkin sisään, koska kappale jää jumiin kuljettimien väliseen saumaan.

- Kehitysehdotus: Purso-solulle tarvitaan menetelmä, jolla kappaleet voidaan laittaa kuljettimelle, jolloin operaattorin ei tarvitse viedä jokaista kappaletta erikseen solun sisään

Kokoonpano

Pieniä toistuvia häiriöitä aiheuttaa sivupaneelien ja keskirungon reikien yhteensopimattomuus ja tämä hidastaa kokoonpanoa. Reiät täytyy sovittaa yhteen niiden läpi laitettavan piikin avulla voimaa käyttämällä.

Yhteensopimattomuus johtuu kappaleeseen tehdyn jäykisteen aiheuttamasta vääntymisestä.

- Kehitysehdotus: Selvitetään voidaanko jäykiste jättää tekemättä. Jäykisteen poisjättämistä testattiin tutkimuksen aikana.

Yleiset

Eri työvaiheissa ilmeni puutteellisuksia työhjeissa.

- Kehitysehdotus: Työhjeiden päivitys ja puuttuvien työhjeiden laatiminen työntekijöiden palautteet ja kehitysideat huomioiden.

Lähteet

Ahokas, P.; Tiihonen, J.; Neuvonen, J. & Suikki, M. 2011. Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita. Teknologiateollisuus ry. Viitattu 24.4.2025

https://teknologiainfo.net/sites/teknologiainfo.net/files/download/Tyontutkimuksen_kasitteita_ebook.pdf

Blomberg, U & Junkkari, J. 2018. LEAN turha työ vähemmäksi. Intotalo Oy.

Viitattu 12.4.2025 <https://www.intotalo.com/wp-content/uploads/2018/03/OPAS-Lean-1.pdf>

Croft, D. n.d. Guide: 5S. Learn Lean Sigma Viitattu 8.3.2025

<https://www.learnleansigma.com/guides/5s/>

Do, D. 2017. What is Continuous Improvement (Kaizen)?. The Lean Way.

Viitattu 27.3.2025 <https://theleanway.net/what-is-continuous-improvement>

Koskinen, I. 2021. Mikä on Kanban? Katsaus menetelmään ja sen käyttöön ketterässä projektinhallinnassa. Severa. Viitattu 13.5.2025

<https://severa.fi/blogi/mika-on-kanban-katsaus-menetelmaan-ja-sen-kayttoon-ketterassa-projektinhallinnassa/>

Kouri, I. 2010. Lean-taskukirja. Helsinki: Teknologiaiinfo Teknova Oy.

Laine, J. n.d. Ohjeita ja neuvoja työntutkimuksen tekoa varten. Palkkatalo Oy.

Viitattu 4.5.2025 <https://www.palkkatalo.fi/wp-content/uploads/2017/08/ohjeita-ja-neuvoja-tyontutkimuksen-tekoa-varten.pdf>

Lean Manufacturing Tools n.d. Top 50 Lean tools. Viitattu 24.4.2025.

<https://leanmanufacturingtools.org/top-50-lean-tools-comprehensive-list-for-lean-manufacturing-and-service/>

Learn Lean Sigma n.d. 5S Starter Guide. Viitattu 2.3.2025

<https://www.learnleansigma.com/wp-content/uploads/2024/09/5S-Starter-Guide-LearnLeanSigma.pdf>

Logos Logistics n.d. Just-In-Time (JIT). Viitattu 15.3.2025

<https://www.logos3pl.com/fi/glossary/just-in-time/>

Pandey, P. & Tyagi, M. 2018. Lean manufacturing issues and challenges in small medium enterprises: A review. Journal of Emerging Technologies and Innovative Research. Vol. 5, Issue 12, 697.

Pourasiabi, H. 2012. Just In Time (JIT) Production and Supply Chain Management. ResearchGate. Viitattu 27.5.2025

https://www.researchgate.net/publication/341965168_Just_In_Time_JIT_Production_and_Supply_Chain_Management

Stera Technologies Oy n.d. a. Yritysesittely. Viitattu 10.4.2025

<https://www.stera.com/yritys/yritysesittely/>

Stera Technologies Oy n.d. b. Yritysvastuu. Viitattu 10.4.2025

<https://www.stera.com/yritys/yritysvastuu/>

Tehos n.d. Lean 5S opas. Viitattu 21.5.2025 <https://tehos.fi/lean-5s-opas/>

Työterveyslaitos n.d. Työntutkimuksesta sujuvuutta toimintaan. Viitattu 6.4.2025

<https://www.ttl.fi/yrittajan-digitieto-opas-digiajan-yritykselle/teema-1-digi-muuttaa-tyota/tyontutkimuksesta-sujuvuutta-toimintaan>

Wilson, K. n.d. KANBAN: WHAT IS IT AND HOW CAN I IMPLEMENT IT?.

International Institute for Learning. Viitattu 26.5.2025

<https://www.iil.com/resources/Kanban-What-is-it-and-how-can-I-implement-it.pdf>

Havainnointitutkimuksen pohja.

Havainnointitutkimus pohja

Tekijä:	
Valm. kpl:	

Tunti 1				
min.	Luokka	Nro.	Erän nimi	Huomio
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				

Havainnointitutkimuksen eräluettelon pohja.

Jalostava työ	101	
Jalostava työ	102	
Jalostava työ	103	
Jalostava työ	104	
Jalostava työ	105	
Jalostava työ	106	
Valmistelu	201	ERP-käyttö
Valmistelu	202	Työmäärän kirjaus
Valmistelu	203	Materiaalin siirrot työalueella
Valmistelu	204	Työpisteen valmistelu
Valmistelu	205	Osien haku
Valmistelu	206	
Valmistelu	207	
Valmistelu	208	
Valmistelu	209	
Valmistelu	210	
Valmistelu	211	
Valmistelu	212	
Häiro	301	ERP-ongelmat
Häiro	302	Materiaalipuutteet
Häiro	303	Laatupoikkeama
Häiro	304	Työkalu kateissa
Häiro	305	
Häiro	306	
Apuaika	401	Työvuoron aloitus- ja lopetustyöt
Apuaika	402	Kahvi- /ruokatauko
Apuaika	403	Henkilökohtainen tauko
Apuaika	404	Keskustelu työnjohto
Apuaika	405	Keskustelu työkaveri
Apuaika	406	Työpisteen siivous
Apuaika	407	Tarvikkeiden ym. Haku
Apuaika	408	Pakkauslavan haku
Apuaika	409	Valmiin lavan kuittaus
Apuaika	410	Lavalapun kiinnitys
Apuaika	411	Valmiin lavan vienti lähettämöön
Apuaika	412	Välipahvin haku
Apuaika	413	
Apuaika	414	
Apuaika	415	
Apuaika	416	
Apuaika	417	
Apuaika	418	
Apuaika	419	
Tauko	501	Ylimääräinen tauko
Tauko	502	Muu tauko
Tauko	503	