



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Kim Holopainen

---

## **Työkalujärjestelmän kehittäminen**

Opinnäytetyö

Kevät 2022

Konetekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Konetekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Kim Holopainen

Työn nimi: Työkalujärjestelmän kehittäminen

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2022

Sivumäärä: 38

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Tämä opinnäytetyö tehtiin Trala Automaatio Oy:lle Alahärmään. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää yrityksen työkalujärjestelmää toimivammaksi ja järjestelmällisemmäksi pääasiassa Leanin alaisen työkalun 5S-menetelmän avulla. Suurin ongelma lähtötilanteessa oli se, että kaikki työvälineet oli hajautettu ympäri tuotantotiloja, ja sen seurauksena kukaan työntekijöistä ei ollut täysin varma, missä mikäkin nimike sijaitsee, ja sen seurauksena työkalujen etsimiseen kului ajoittain liian kauan aikaa. Työkalujen etsimiseen hukattu aika haluttiin poistaa järjestelmällisemmän työkalujärjestelmän avulla. Keskittämällä kaikki lastuavat työkalut yhteen paikkaan, saadaan aikaan yksinkertainen ja tehokas varastointimenetelmä. Työkalujärjestelmän kehittämisen ohella käytetyille porille, jyrshintapeille ja jyrsinvaihtopäille halutaan kehittää teroitussjärjestelmä, jotta niitä voidaan hyödyntää piensarjoissa.

Työkalujen etsimiseen kulutettu hukka-aika on Lean-kulttuurin oppien mukaan arvoa tuottamatonta työtä ja se haluttiin poistaa. Kaikki työkalut nimettiin 5S:n oppien mukaisesti. Vanhat ja rikkiäiset työkalut hävitettiin, jotta saatiin kasvatettua tilaa uudelle systemaattiselle varastoinnille. 5S-menetelmä ja jatkuva parantaminen vaikutti eniten sovellusosuuden tekemiseen, sen pohjalta työkalujen varastoinnista tuli selkeä ja kaiken sai mahtumaan käytännöllisesti. Teoriaosuudessa käsitellään työvälineitä, lastuavia työkaluja, sekä Leania ja sen alaisia työkaluja.

Merkittävimpiä kehityskohteita olivat käytettyjen työkalujen teroitussjärjestelmän kehittäminen, jonka avulla käytössä olleet porat, jyrshintapit sekä jyrsinvaihtopäät saadaan uusiokäyttöön niitä teroittamalla ja hyödyntämällä piensarjoihin. Pientavaralaatikostojen hankkiminen työkaluja varten oli suuri edistysaskel parempaan entisestä varastoinnista. Varastointi tehdään näin järjestelmällisesti kompaktiin tilaan. Kaikkien työkalujen paikat on merkitty Lean-oppien mukaisesti, joten enää ei kulu hukka-aikaa oikeiden työkalujen etsimiseen. Tässä opinnäytetyössä toteutettu työkalujärjestelmän kehittäminen lyhensi paljon asetusaikoja, ja työkalukustannukset pienenevät todennäköisesti myös merkittävästi. Työn lopputuloksena työkalujen varastointiin saatiin haluttua järjestelmällisyyttä ja visuaalista selkeyttä.

<sup>1</sup> Asiasanat: Lean, 5S, Työstökone, Varastointi, Työkalu

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author/s: Kim Holopainen

Title of thesis: Tool systems improvement

Supervisor(s): Kimmo Kitinoja

Year: 2022

Number of pages: 38

Number of appendices: 0

---

The thesis was made for Trala Automaatio Oy in Alahärmä. The main goal of the thesis was to create a new, more functional and organized tool system with the help of 5S-method. The biggest problem in the beginning of the thesis was, that every tool was distributed all around the production area, and because of that, nobody knew exactly where something specific was stored. Because of the messy tool system, it took too much time to find something what you needed quickly. With the help of an organized tool system, it would be possible to find proper tooling in a shorter time. By centralizing all the cutting tools to one place, a simpler and more efficient storage method could be had. Along with the tool system improvement, a new sharpening system was developed for used drills, milling tools, and milling switch heads to re-use them in a small series production.

The time wasted to find proper tooling is unproductive value according to Lean-culture and that was something which everyone wanted to remove. All tools were named after 5S-method. Old and broken tools were removed, which created more space to new systematic storage. 5S-method and continuous improvement affected mostly to application and because of that, tool storage became clearer and everything fitted well. In the theory section, cutting tools, Lean and tools connected to Lean were discussed.

The most significant improvements were developing a tool sharpening system for the secondhand tools, which aimed at re-using carbide drills, carbide milling tools and milling heads by sharpening them. Drawer units were a huge improvement towards a better storage compared to old storage. The drawer units offered organized and compact storing to all small cutting tools. Now every tool spot was named with a sticker after the Lean studies, so no more time wasted to find correct tools. Tool system improvement shortened greatly the setting times, and most likely annual tooling expenses would decrease. As a result of the thesis, the tool system is now much organized, and it is visually clearer.

<sup>1</sup> Keywords: Lean, 5S, Tool system, CNC-lathe, Tool

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuva- ja kuvioluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Työn tausta .....	8
1.2 Työn tavoitteet.....	8
1.3 Työn rakenne .....	8
1.4 Yritysesittely .....	9
2 TYÖVÄLINEIDEN HALLINTA.....	13
2.1 Työvälineet.....	13
2.2 Lastuavat työkalut .....	14
2.3 Lean .....	15
2.3.1 Kaizen.....	16
2.3.2 5S-menetelmä.....	17
3 TYÖKALUJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN.....	20
3.1 Lähtötilanne tuotantotiloissa .....	20
3.2 Uusien varastointimenetelmien kehittäminen .....	22
3.3 Työkalujen selvitys .....	25
3.4 Työkalujen uudelleensijoittaminen.....	26
3.5 Lastuavien terien teroitus .....	32
3.6 Tulokset.....	33
4 YHTEENVETO .....	34
LÄHTEET .....	36

## Kuva- ja kuvioluettelo

Kuva 1. Yrityksen toimitilat Alahärmän teollisuusalueella .....	10
Kuva 2. Citizen Cincom D25 pitkäsorvausautomaatti .....	11
Kuva 3. Citizen Cincom D25 sisältä .....	12
Kuva 4. Citizenin jatkona oleva FMB:n turbo 3–36 tangonsyöttölaite .....	12
Kuva 6. Teräpalojen säilömistä ennen 5S-prosessia .....	21
Kuva 7. Porien kierretappien ja tangonsyöttölaitteen holkkien säilömistä ennen 5S- prosessia .....	21
Kuva 8. Terävarsien ja aventimien säilömistä ennen 5S-prosessia .....	22
Kuva 9. Trestonin pientavaralaatikostot asennettuna seinään .....	23
Kuva 10. Karaholkeille mallinnettu säilytysteline GWS-laatikostoon .....	24
Kuva 11. ER 11- sekä ER 16 holkeille mallinnettu säilytysteline GWS-laatikostoon .....	24
Kuva 12. Ulkokierretulkit ennen järjestelyä ja nimeämistä .....	26
Kuva 13. Ulkokierretulkit järjesteltynä ja nimettynä .....	27
Kuva 15. Työkalunvaihtopiste järjesteltynä ja työvälineet nimettynä .....	29
Kuva 16. Tankoholkit ennen järjestelyä ja nimeämistä .....	30
Kuva 17. Tankoholkit järjesteltynä ja nimettynä .....	30
Kuva 18. Karaholkkien säilytys ennen .....	31
Kuva 19. Karaholkkien säilytys jälkeen .....	31
Kuva 21. Teroitukseen menevien työkalujen laatikkoja Trestonin laatikostojen päällä .....	33
Kuvio 1. Lean 5S vaiheet .....	18

Kuvio 2. Asetusaikalaskelmia .....	28
Kuvio 3. Työkalukustannuslaskelmia .....	32

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Lean</b>	Toyotan kehittämä ajatusmalli tuotannon tehostamiseen.
<b>5S</b>	Lean-ajatteluun liittyvä työkalu, joka keskittyy tuotannon siisteyteen.
<b>Kaizen</b>	Lean-ajatteluun liittyvä työkalu, joka keskittyy jatkuvaan parantamiseen.
<b>Kaikaku</b>	Radikaali parannus, jonka ansiosta vältetään ylioheus.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Trala Automaatio Oy:ssä halutaan kehittää lastuavien työkalujen varastointia ja sitä kautta tehostaa tuotannon läpimenoaikoja, sekä tehdä vuotuisella tasolla kustannussäästöjä työkalujen suhteen. Tässä tapauksessa työkaluilla tarkoitetaan esimerkiksi lastuavan työstön terän pitimiä, terävarsia, sekä teräpaloja, kierretappeja, poranteriä, aventimia ja jyrshintappeja. Lähtötilanteessa työkalujen säilytys ei ollut kovin järjestelmällistä. Niitä ja muita oheistarvikkeita säilytettiin ympäri tuotantotiloja useassa eri laatikostossa. Työkalujen etsimiseen kului ennen liian kauan aikaa, eikä kukaan ollut täysin varma, onko esimerkiksi jotain tiettyä poraa tai terävartta olemassa jossain päin tuotantotilaa.

## 1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on saada aikaan järjestystä ja selkeyttä työkalujen varastointiin Leanin ja siihen liittyvän työkalun 5S-menetelmän avulla, alentaa vuotuisella tasolla työkalukustannuksia, sekä lyhentää asetusajoja. Tavoitteena on myös keskittää kaikki lastuavat työkalut yhteen paikkaan, tarkoituksena saada aikaan yksinkertainen ja tehokas varastointimenetelmä. Työkalujärjestelmän kehittämisen ohella käytetyille porille, jyrshintapeille ja jyrsinvaihtopäille kehitetään teroitusjärjestelmä, jotta niitä voidaan hyödyntää piensarjoissa.

## 1.3 Työn rakenne

Alkuun kerrotaan työn taustoista ja tavoitteista sekä esitellään opinnäytetyön toimeksiantajayritys Trala Automaatio Oy. Sen jälkeen käydään läpi teoriaa työvälineistä ja niiden hallinnasta. Teoriaosuuden lopussa käsitellään Lean-ajatusmallia sekä siihen liittyvää työkalua 5S-menetelmää ja jatkuvaa parantamista. Teoriaosuuden jälkeen on sovellus työkalujärjestelmän kehittämiseen. Se sisältää selvityksen lähtötilanteen ongelmakohdista työkalujen varastoinnissa, uusien varastointimenetelmien tutkimisesta, työkalujen läpikäymisestä, työkalujen uudelleensijoittamisesta ja kierrätysjärjestelmän kehittämisestä.



## 1.4 Yritysesittely

Trala Automaatio Oy on pienestä liikkeelle lähtenyt vakavarainen härmäläisyritys (Trala Automaatio Oy, i.a.). Yritystoiminta on alkanut vuonna 1996, mutta konepajatoiminta on alkanut jo aikaisemmin toiminimellä. Konepajatoiminta alkoi Ylihärmän Kankaankylästä, josta muutettiin Ylihärmän teollisuusalueelle suurempiin toimitiloihin vuonna 2001. Nykyisiin tuotantotiloihin Alahärmän teollisuusalueelle siirryttiin vuonna 2007. 26 vuoden aikana Trala Automaatio Oy on ottanut kehitysaskelen yhden miehen konepajasta nykyaikaiseksi alihankintakonepajaksi, joka työllistää nykyisin yhdeksän alansa ammattilaista. Laadukkaiden osien taustalla ovat alansa huippuosaajat ja modernit CNC-työstökoneet. Kuvassa 1 on esitetty Trala Automaatio Oy:n toimitilat Alahärmässä.

J. Alasaari (Henkilökohtainen tiedonanto, 28.12.2021) kertoo, että Trala Automaatio Oy ei ole perinteinen sorvaamo, vaan yritys on keskittynyt pelkästään pitkäsorvaamiseen Swiss-tyyppisillä sorveilla. Tuotanto on hyvin pitkälle automatisoitu, sillä kaikki koneet ovat CNC-ohjattuja ja sorvien jatkeena on automaattinen tangonsyöttölaite. Yrityksen tulevaisuuden visiona on hakea kasvua koneinvestoinneilla, markkinoinnilla, henkilöstön koulutuksella ja lisäyksellä. Organisaatiossa on hiljattain tapahtunut nuorennusleikkaus. Perheyriksen nuoremman polven käynnistämällä työkalujärjestelmän kehittämällä haetaan kustannussäästöjä, sillä työkalukustannukset vievät ison osan vuotuisista menoista.



Kuva 1. Yrityksen toimitilat Alahärmän teollisuusalueella.

Tässä konepajassa käytettävät Swiss-tyyppiset sorvit on kehitetty nimensä mukaisesti Sveitsissä 1800-luvun loppupuolella (Eurometalli, 2016). Tämän tyyppisen sorvin tarkoitus on ollut helpottaa kelloon tulevien hienomekaanisten komponenttien valmistusprosessia ja kasvattaa tuotantoa yksittäisosista suuremmiksi sarjoiksi. Swiss-tyyppisen sorvin ero perinteiseen sorviin verratessa tulee esimerkiksi pitkäsorvaamisessa, sillä koneen rakenteen ansiosta koneistettavien osien mittatarkkuus ja pinnanlaatu pysyvät täsmällisenä. Työstettävä materiaali ei taivu koneen rakenteen ansiosta. Swiss-tyyppinen sorvi on optimi tuotantokone erilaisten akselien, holkkien ja tappien sorvaamiseen suurina sarjoina. Tämän tyyppinen sorvi on siis toimintoiltaan hyvin monipuolinen.

Työstökone on kehitetty pääasiassa suurille volyymeille ja ennen kaikkea monimutkaisille sekä mittatarkoille komponenteille (Konekuriiri, 2018). Swiss-tyyppinen sorvi on yhtä helppo ohjelmoida kuin tavallinen CNC-sorvi ja lisäksi sillä on hyvin lyhyet asetusajat työstä toiseen

siirryttäessä. Kuvissa 2–4 on esitetty Citizenin Cincom D25 Swiss-type sorvi ja FMB:n tangonsyöttölaite.



Kuva 2. Citizen Cincom D25 pitkäsorvausautomaatti.



Kuva 3. Citizen Cincom D25 sisältä.



Kuva 4. Citizenin jatkona oleva FMB:n turbo 3–36 tangonsyöttölaite.

## 2 TYÖVÄLINEIDEN HALLINTA

Työvälineiden kirjo konepajassa on valtava, sillä erilaisia työstöjä varten on erilaisia työvälineitä ja siitä syystä valtavan massan hallinta ja varastointi on erityisen tärkeää (Kauppinen, 2009, s. 30). Laadukkaalla työvälineidenhallinnalla vältetään sekaannuksia ja poistetaan hukka-aikaa pois oikeiden työkalujen etsimisessä.

### 2.1 Työvälineet

Jokaisessa työstökoneessa on jonkinlainen työväline, jonka ansiosta työstettävää materiaalia saadaan muokattua haluttuun muotoon tai kokoon (Engineering Choice, i.a.). Lastuavassa työstössä käytetään monenlaisia työvälineitä joko yksin tai montaa erilaista työkalua yhdessä, jotta saadaan aikaiseksi haluttu lopputulos. Yleisesti lastuavat työkalut jaetaan 6 eri pääkategoriaan, joita ovat poraus-, kierteitys-, jyrsintä-, sorvaus-, avarrus- ja kalvintatyökalut.

Työstökoneen pitimet on suunniteltu pitämään työkalua tukevasti kiinni täsmällisessä paikassa (T.M. Smith Tool, 2020). Konepajoissa on käytössä kiinteitä sekä uivia pitimiä. Kaikki pitimet ovat tarkkuuskoneistettuja, jotta niillä pystyy tekemään tarkkoja työstöjä. Oikeanlaisiin pitimiin sijoittaminen kannattaa, sillä niiden avulla työstökoneesta saa kaiken irti. Työkalu, kara ja työstökone yhdessä vaikuttavat pitimen valintaan. Yleisimpiä pidinmalleja ovat pikavaihtopitimet, uivat holkki-istukat, Morse kartiolliset pitimet sekä erilaiset erikoispitimet. Nykyaikaisessa CNC-työstökoneessa käytetään useimmiten pikavaihtopitimiä. Niiden käyttöä suositetaan nopean vaihtamisen takia, joka tehostaa tuotantoa.

Tankoholkkien merkitystä ei voi väheksyä pitkäsorvaamisessa (Trusty Cook, i.a.). Niitä on olemassa erilaisille halkaisijoille sekä työstettävän materiaalin ulkomuodolle, kuten pyörö, neliö tai kuusiokulma. Oikeanlaisen tankoholkin avulla työstettävää tankoa pystyy ohjaamaan tarkemmin ilman värinöitä ja sen ansiosta mitta- sekä laatutoleranssit pysyvät täsmällisenä. Työstettävä materiaali pysyy virheettömänä, kun käytössä on oikea holkki.

Kierretulkkeja käytetään apuvälineenä, jotta pystytään varmistua kierteen toleransseista ja niille asetettujen standardien täyttymisestä (Cutwel, 2022). Yleisimpiä kierretulkkeja ovat kierrekammat ja tappi- sekä kiekkotulkit. Niiden avulla pystytään tarkistamaan tietyn kierteen muotokulma, nousu ja halkaisija. Tulkkeja on saatavilla kaikille eri kierteille erilaisilla toleransseilla riippuen siitä, kuinka tiukka tai väljä kierre on. Standardi toleranssi on 6H.

## 2.2 Lastuavat työkalut

Lastuavalla työstöllä tarkoitetaan erilaisia valmistusmenetelmiä, joiden päätarkoitus on poistaa kappaleesta materiaalia (Valmistajat, i.a.). Näihin työstömenetelmiin lukeutuu esimerkiksi sorvaus, jyrsintä, poraus, hiominen ja avarrus. Lastuavan työstön työvaiheet ovat rouhinta ja viimeistely. Rouhintavaiheessa kappaleesta pyritään poistamaan mahdollisimman paljon lastua ja viimeistelyvaiheessa tuote saa lopullisen mittatarkkuuden sekä pinnanlaadun.

Useimmiten konepajojen käytössä on kääntöteräisiä-, vaihtokärkisiä- tai kovametallisia poria (Sandvik, i.a.-f). Kovametalliporien käyttö valmistuksessa on huomattavasti kannattavampaa kuin HSS-porien käyttö, koska ne ovat kestoaltaan pidempi ikäisiä, reiän laatu on parempi ja ne ovat kustannustehokkaampia. Nopeampi leikkuunopeus, parempi paikannus- ja mittatarkkuus sekä pinnanlaatu ovat kovametalliporan etuja (Guhring, 2022a). Lyhyemmät työstöajat ja tiukemmat toleranssit kääntävät koneen käyttöasteen maksimaaliseksi.

Kierretyövälineet jaetaan 3 eri alakategoriaan eli kierresorvaukseen, kierrejyrsintään ja perinteiseen tappikierteitykseen (Sandvik, i.a.-d). Käyttö valitaan sen mukaan, mihin kierrettä ollaan tekemässä. Kierresorvaustyövälineet soveltuvat pyörähdyskappaleille, joihin halutaan erilaisia ulko- tai sisäkierteitä. Kierrejyrsintä on näistä kolmesta menetelmästä vähiten käytetty, ja sitä käytetään esimerkiksi silloin, kun kyseessä on ohutseinäinen kappale. Yleisin kierteitysmenetelmä on perinteinen tappikierteitys, joka on hyvin kustannustehokas ja nopea tapa saada aikaan haluttu kierre. Kierretappeja on saatavilla pinnoitettuna erisuuruisille lämpö- ja kulutuskuormitukselle optimoituina. Työkalu voi olla lastua edellään työntävä tai lastua nostava malli. Manglaava tappi muovaa kierteen profiiliin ilman lastuamista.

Jyrsimien kirjo on nykypäivän konepajamaailmassa valtava (Sandvik, i.a.-b). Yleisimmin käytössä olevia jyrsimiä ovat täyskovametalli-, kulma-, taso-, katkaisu-, ura-, viiste sekä hammaspyörien valmistamiseen tarkoitetut vierintäjyrsimet. Erilaisten jyrsintyökalujen laaja valikoima tarjoaa käyttäjälleen lähes rajattomat mahdollisuudet, mitä valmistamiseen tulee. Hyvä suorituskyky ja nopea koneistaminen ovat avainasemassa nykypäivän jyrsintapeissa (Guhring, 2022b). Hyödyntämällä erilaisia jyrsimiä tuottavuus lisääntyy ja työkalun käyttöikä pitenee.

Sorvaustyövälineitä on jyrsimien tapaan monenlaisia riippuen käyttötarkoituksesta (Sandvik, i.a.-h). Sorvaustyövälineisiin kuuluvat terävarret ja teräpalat, jotka kiinnitetään terävarteen.

Sorvaustyövälineet jaetaan ulko- ja sisäSORVAUSTYÖVÄLINEISIIN. Erilaisia työstöjä varten on oltava monenlaisia teriä, joilla saadaan haluttuja muotoja aikaiseksi työstettävään materiaaliin. Teräpalat jakautuvat omiin kategorioihin tarkoituksperänsä, muotonsa ja kokonsa perusteella. Tietynlainen terän geometria on optimaalinen rouhintaan ison lastunmurtajan ansiosta, samanlainen terä pienemmällä lastunmurtajalla on viimeistelyyn soveltuva, jolla saadaan aikaiseksi lopullinen pinnanlaatu.

Avarrustyökalujen avulla saadaan aikaiseksi tarkka toleranssinen reikä, ja sen takia se soveltuu erityisen hyvin kappaleen viimeistelyvaiheeseen (Sandvik, i.a.-a). Avarruksella pyritään kappaleen pinnankarheuden ja toleranssien täyttymiseen. Rouhinta ja viimeistely ovat avartamisen eri työvaiheet, rouhinnassa valmiiksi tehtyä reikää suurennetaan viimeistelyvaihetta varten (Sandvik, i.a.-g). Viimeistelyllä saavutetaan reiälle vaadittu mittatoleranssi ja pinnankarheus. Työkalun valintaan vaikuttaa esimerkiksi työstettävä materiaali, sen lastuttavuus ja kovuus.

Kalvintatyökalut ovat avarrustyökalujen tavoin reikien viimeistelyvaiheeseen tarkoitettuja moniteräisiä työkaluja (Sandvik, i.a.-c). Niillä saavutetaan avarrustyökalujen tavoin erinomainen pinnankarheus sekä täsmällinen mittatoleranssi. Läpirei'ille on saatavilla kierukkaaurallisia ja pohjarei'ille suoraurallisia kalvimia (Sandvik, i.a.-e). Läpijähdytetyssä kalvimessa on parempi lastunpoisto-ominaisuus, ja läpijähdytyksen ansiosta työkalu ei kulu niin nopeasti. Suuren syöttönopeuden ja minimaalisen lastuamissyvyyden takia reikään saadaan loistava pinnanlaatu.

### 2.3 Lean

Lean-ajattelumalli on lähtöisin Japanista toisen maailmansodan jälkeiseltä ajalta (Lean, i.a.). Sodan jälkeen Japanin oli pakon edessä nostettava teollisuus nopeasti takaisin jaloilleen ja sitä oli myös kehitettävä. Yhdysvallat ja ennen kaikkea Henry Ford olivat hyvin avuliaita japanilaisia kohtaan, sillä Ford jakoi japanilaisille hänen kehittämiänsä ja Fordin tehtaissa hyväksi havaittuja metodeja. Tämän seurauksena japanilaiset alkoivat käyttämään Fordin metodeja ja niiden metodien pohjalta on luotu Lean-ajattelumalli. Uudet toimintatavat kuten tuotannon tehostaminen ja mahdollisten virheiden ehkäisy oli Japanin teollisuuden uusi alkua.

Lean perustuu täysin Toyotan tuotantosysteemiin (Toyota Production System, TPS), joka tarkoittaa heidän sisäistä tuotantofilosofiaansa (Six Sigma, i.a.). Leania on kehitetty melkein 100



vuotta hyvällä menestyksellä. Lean tarkoittaa käytännössä sitä, että eri laatujohtamisen osa-alueet ja lainalaisuudet sovelletaan käytännössä tuotantoon. Lean ei pyri vaikuttamaan yksittäisiin asioihin, vaan se keskittyy saamaan kokonaisuudesta toimivamman ja tehokkaamman. Edellä mainitun myötä Leanin keskeisin tavoite on lyhentää tuotteen läpimenoaikaa virtaustehokkuuden maksimoimiseksi.

Yksinkertaisesti sanottuna Leanin avulla toimintaan pyritään tuomaan järjestystä, järkevyyttä ja erityistä täsmällisyyttä asiakasta ajatellen (Kouri, 2010, s. 6–7). Lean-ajatteluun liittyy olennaisesti ehdoton laatuajattelu, jonka myötä kaikki tehdään niin täsmällisesti, että tuotteen ja toiminnan laatu säilyvät hyvällä tasolla. Jokainen yrityksessä työskentelevä on vastuussa laadusta. Asiakas määrittää tuotteen tai palvelun arvon, ja se koostuu tuotteen erilaisista ominaisuuksista, laadusta, sekä toimitusajasta, että varmuudesta. Kaikille asiakkaille arvo ei merkitse samoja asioita, mutta hyvin usein ne koostuvat samoista asioista.

Asiakaslähtöisyys ja lisäarvon tuottaminen asiakkaalle kiteytyy siihen, että yrityksen sisällä hahmotetaan ne toiminnot, jotka lisäävät arvoa asiakkaalle ja kohdistetaan yrityksen voimavarat yksinomaan näihin toimintoihin. Kun arvoa kasvatetaan suhteessa toiminnan kustannuksiin, parannetaan yrityksen kilpailukykyä ja varmistetaan toiminta myös tulevaisuudessa. (Kouri, 2010, s. 6–7)

### 2.3.1 Kaizen

Kaizen on Lean-ajatteluun pohjautuva menetelmä ja se tarkoittaa jatkuvaa parantamista (Lean Six Sigma, i.a.). Kaizen-menetelmä on ollut jo kauan käytössä eri teollisuuden aloilla ja viime vuosina se on rantautunut muillekin aloille menestyksekkäästi. Hukan sekä hävikin, että virheiden ja vikojen vähentäminen jaetaan yleisesti kahteen eri luokkaan: Kaizen ja Kaikaku. Kaizenia ja kaikakua verrataan usein länsimaisiin SPC:n ja Lean Six Sigmaan. (Six Sigma, 2016). Menetelmät ovat hyvin samankaltaisia ja ne tähtäävät samoihin lopputuloksiin. Niin Kaizen kuin SPC käsittelevät hukkaa ja täten ne ovat lähtökohtaisesti käyttäjien vastuulla. Molemmat menetelmät tasoittavat prosessin kulkua usein eri tavoin. Merkittävin ero näiden kahden välillä on hukan tunnistaminen. Kaizenissa hukan määrää arvioidaan esimerkiksi hukkakävelyn avulla. Sen toteuttaminen vaatii kokemusta ja hyviä johtamistaitoja. Hukkakävelyn aikana on tärkeää arvioida, koska täytyy siirtyä kaikakuun eli radikaaliin parannukseen, jonka ansiosta vältetään ylioheus.



Yksi Lean-ajattelumallin alaisista asioista on jatkuva parantaminen, joka tarkoittaa sitä, että minimoidaan hukka ja maksimoidaan virtausta (Logistiikan Maailma, i.a.-a). Kehitystyötä tehtäessä itse työntekijät ovat hyvin tärkeässä roolissa. Karkeasti voidaan sanoa, että suurin virhe/hukka on jättää työntekijöiden ammattitaito käyttämättä. Täsmällinen ja kokonaisvaltainen jatkuva parantaminen vaatii sen, että ongelmakohtia kirjataan ylös ja kehitetään vaihtoehtoisia parannuskeinoja ongelmien poistamiseksi, ja sen jälkeen parannuskeinoja kokeillaan konkreettisella tasolla.

### 2.3.2 5S-menetelmä

Lean-ajattelun 5S-menetelmä on luotu parantamaan ja maksimoimaan työn tuottavuutta (Kiwa Inspecta, i.a.). Sen kulmakivinä pidetään yleisesti erilaisten työmetodien vakioimista sekä pyritään poistamaan hukka ja arvoton työ pois. Tämän työkalun avustuksella pystytään saavuttamaan tuotannollisia laatuparannuksia sekä lisäämään työturvallisuutta että kehittää jo olemassa olevista työmetodeista entistä tehokkaampia. 5S-menetelmää ei pidä sekoittaa mihinkään siivouskampanjaan, ohi menevään tarjouskampanjaan tai muuhun vastaavaan. Se pitää olla jokapäiväinen vakiotoimenpide, joka jokaisen organisaatiossa työskentelevän täytyy sisäistää.

Välittömänä hyötynä siisteys ottaa harppauksen eteenpäin yrityksessä (Kiwa Inspecta, i.a.). Työn tekemisestä tulee vaivattomampaa ja nopeampaa, organisaation sisällä työtyytyväisyys nousee merkittävästi ja ennen kaikkea työturvallisuustaso lisääntyy. Välillisenä hyötynä pystytään tuottamaan entistä parempaa laatua, joka johtaa parempaan asiakas-tyytyväisyyteen (Kiwa Inspecta, i.a.). Myös tuotteiden läpimenoajat pienenevät huomattavasti, ja pakolliset kustannukset saadaan laskettua minimitasolle sekä mahdollisten työtaturmien määrä saadaan laskusuhdanteeseen.

5S:n suorittaminen ei katso yrityksen toimialaa, henkilöstömäärää tai taloudellista tilannetta, koska se soveltuu kaikenlaisille yrityksille (SafetyCulture, 2022). Sen avulla pyritään poistamaan seitsemää eri hukkaa, joita ovat esimerkiksi ylituotanto, erilaiset säilytyskulut, sisälogistiikan kuormittaminen ja odottaminen. Kuviossa 1 on esitetty 5S-menetelmän eri vaiheita.

- 0S** Tee nykytilan analyysi ja määritä tavoitteet sekä suunnittele ja aikatauluta eteneminen.
- 1S** Lajittele tarpeelliset tavarat ja luovu tarpeettomista.
- 2S** Määrittele kaikille tavaroille paikkansa ja laita tavarat paikoilleen. Pidä koko ajan mielessä tehokkuus, turvallisuus ja ergonomia.
- 3S** Siivoaa sekä pidä tilat siisteinä ja järjestyksessä.
- 4S** Vakiinnuta aiemmat 5S käytännöt osaksi arkipäivän rutiineja tekemällä selkeitä visuaalisia ohjeita työpisteisiin.
- 5S** Sitoudu uuteen toimintakulttuuriin ja opeta sen käyttö myös työtovereillesi, jotta hyvät käytänteet leviävät.

Kuvio 1. Lean 5S vaiheet (mukaillen Koneturva, i.a.).

5S-menetelmän ensimmäisessä vaiheessa työpisteiltä erotellaan kaikki turha pois ja jäljelle jää vain ne apu- ja työvälineet, jotka ovat oikeasti aktiivisessa käytössä (Kiwa Inspecta, i.a.). Useimmiten työpisteille on kertynyt vuosien saatossa kaikkea sinne kuulumatonta esimerkiksi rikkiäisiä työkaluja, mallikappaleita ja erilaisia muistilappuja.

Toisessa vaiheessa kaikki tarpeelliset ja aktiivisessa käytössä olevat työkalut ja muut tarvikkeet järjestetään huolellisesti, jonka jälkeen jokaiselle tavaralle nimetään paikka esimerkiksi tarralapulla (Kiwa Inspecta, i.a.). Tämä työvaihe on erityisen tärkeä tehdä perusteellisesti, sillä hyvän järjestyksen ansiosta kaikki tavarat löytyvät nopeasti ja vaivattomasti sekä työn päätyttyä ne on helppo laittaa takaisin paikoilleen. Järjestelyn ollessa valmis yhdellä katsauksella saadaan selville, minne mikäkin kuuluu ja mitä puutteita mahdollisesti on. Erilaiset värikoodit ja kyltit ovat tarralappujen ohella päteviä merkitsemiseen. Isommille esineille soveltuvia järjestelymenetelmiä ovat esimerkiksi lattian maalaaminen ja työpisteen rajaaminen

huomioteipillä. Tämä vaihe pyrkii poistamaan hukan arvoa tuottamattomasta ajasta sillä, että työkalujen ja muiden tarvikkeiden etsimiseen ei kulu liikaa aikaa (Kiwa Inspecta, i.a.). Kaikki tavarat sijoitetaan lähtökohtaisesti sillä tavalla, että niiden hakemiseen ei kulu mahdottomasti liike-energiaa.

Kolmannessa vaiheessa siivoaminen ei tarkoita ainoastaan yleistä siivoamista, vaan se koskee myös työkaluja ja koneita siinä määrin, että niiden täytyy olla aina käyttövalmiina ja moitteettomassa kunnossa (Kiwa Inspecta, i.a.). Tämän vaiheen merkitystä ei saa laiminlyödä, sillä siivous on lisättävä osaksi päivittäisiä toimintoja, jotta voidaan parantaa työyhteisön työturvallisuutta ja viihtyvyyttä.

Neljäs vaihe eli standardointi ei liity primäärisesti jokapäiväisiin toimiin, vaan sen päätarkoituksena on vakioida ja ylläpitää tähän asti kehitettyjä vaiheita, jotta koko 5S-prosessi pysyy aktiivisena tulevaisuudessakin (Kiwa Inspecta, i.a.). Hyvä apu on esimerkiksi 5S-työkaavio, johon kirjataan kaikki oleellinen tieto siitä, mitä pitää tehdä, missä pitää tehdä ja milloin tehdään. Mikäli 5S-prosessin aikaisemmat työvaiheet on tehty asianmukaisesti, ilmenee työpiteen hyvä järjestys pikaisella silmäyksellä.

Viides vaihe eli ylläpitäminen tarkoittaa sitä, että jokainen organisaatiossa työskentelevä omaksuu ja ylläpitää uusia toimintatapoja sekä ottaa ne osaksi jokapäiväistä toimintaa (Kiwa Inspecta, i.a.). Uusia toimintatapoja tulee aktiivisesti harjoitella ja seurata siksi, että ne pysyvät rutiininomaisina. Ylläpitäminen on 5S-prosessin vaikein ja samalla tärkein osio syystä, että mikäli ylläpito muodostuu ongelmakohdaksi, kaikki muutkin vaiheet kärsivät ja vaarana on koko 5S-prosessin kaatuminen. Auditoinnin tavoite on varmistaa 5S:n toimivuus sekä tuoda esille vahvuudet ja mahdolliset ongelmakohdat (Logistiikan Maailma, i.a.-b). Sen avulla tuodaan ilmi hyviä toimintatapoja ja organisaation sitoutumista toiminnan kehittämiseen. Auditointi on tärkeässä osassa jatkuvan parantamisen suhteen.

### 3 TYÖKALUJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Työkalujärjestelmän kehittämisen lähtökohtana on hajautettu varastointi, joka pitää muuttaa 5S-menetelmän mukaiseksi eli keskitetyksi ja paremmin hallittavaksi. Kaikilla työkaluilla pitäisi olla oma nimetty paikkansa, johon ne voidaan vaivattomasti käytön jälkeen palauttaa. Rikkinäiset ja käyttämättömät työkalut hävitetään. Suurin osa kehittämisestä tehtiin olemassa olevilla resursseilla työnjärjestelyn avulla.

#### 3.1 Lähtötilanne tuotantotiloissa

Lähtötilanteen kartoitus on oleellinen tehtävä kehittämisprosessin alkuvaiheessa, jotta on mahdollista havaita kehityskohteet. Kartoitusta tehdessä yrityksen työntekijöitä, sekä johtoporrasta haastateltiin ja näistä keskusteluista kävi ilmi, että työkalujen varastointi ei ole optimaalisinta. Suurin ongelmakohta lähtötilanteessa oli se, että kaikki koneistamiseen vaadittavat työkalut olivat hajautettuna ympäri tuotantotilaa useaan eri GWS-vetolaatikostoon. Tämän seurauksena kukaan työntekijöistä ei ollut täysin varma siitä, mistä laatikosta löytyy mitään nimikettä. Kun nimikkeitä on satoja, kuluu työkalujen etsimiseen ajoittain liian paljon aikaa. Hajautettu varastointi aiheuttaa logistista hukkaa ja siitä oli päästävä eroon. Yksi pullonkaula lastuavien työkalujen varastoinnissa on niiden paljous, sillä kaikkia on suuret lukumäärät ja kaikki uudet sekä vanhat että ehjät ja rikkinäiset työkalut ovat keskenään sekaisin. Tämän takia laatikostoissa on liian paljon nimikkeitä vailla asianmukaista järjestystä. Oikeiden työkalujen etsimiseen hukattu aika koituu ylimääräiseksi kuluksi yritykselle, sillä arvokas työstökone ei tee mitään odottaessa. Käytössä olleita teräpaloja, terävarsia, poria ja jyrsintappeja löytyi laatikostojen sekä työstökoneiden päältä. Käytettyjä työkaluja ei kierrätetty juuri mitenkään, vaan suurimmaksi osaksi niitä käytettiin kertaluontoisesti, jonka jälkeen ne hävisivät massan sekaan. Kuvissa 6, 7 ja 8 on esitetty työvälineiden säilömistä ennen työtä.



Kuva 5. Teräspalojen säilömistä ennen 5S-prosessia.



Kuva 6. Porien kierretappien ja tangonsyöttölaitteen holkkien säilömistä ennen 5S-prosessia.



Kuva 7. Terävarsien ja aventimien säilömistä ennen 5S-prosessia.

### 3.2 Uusien varastointimenetelmien kehittäminen

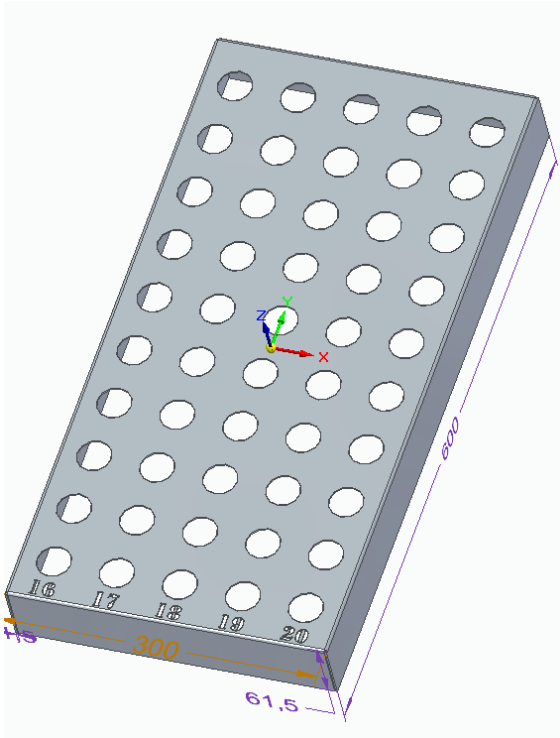
Uusia varastointimenetelmiä pohdittaessa selvää oli, että kaikki työvälineet keskitetään yhteen paikkaan, josta kaikki tavarat löytyvät vaivattomasti. Hetken pohdinnan jälkeen suurin osa varastoinnista päädyttiin pitämään vanhoissa hyväksi havaituissa GWS-laatikostoissa. Ennen projektia kaikki pientavarat kuten porat, jysintapit ja kierretapit olivat sekavassa järjestyksessä GWS-laatikostoissa ja tähän haluttiin parannusta. Muutaman vaihtoehdon jälkeen parhaaksi ja monikäyttöisimmäksi valikoitui Trestonin pientavaralaatikostot, joita tilattiin kuusi kappaletta, kuten kuvasta 5 ilmenee. Trestonin laatikostoihin oli helppo sijoittaa kaikki pientavarat täsmällisesti lajiteltuna. Kara- sekä ER-holkkien säilytys tapahtui GWS-laatikostoissa vanereihin jyrityissä rei'issä. Holkit olivat järjestyksessä, mutta esimerkiksi oikean kokoisen karaholkin etsimiseen meni liian kauan aikaa, sillä holkkien kokoja ei ollut merkattu mitenkään vanereihin. Holkeille täytyi siis kehittää uusi systemaattisempi säilytysmetodi, kuten kuvista 6 ja 7 ilmenee. Säilytyksen ratkaisuksi mallinnettiin Solid Edgellä erilaisia elementtejä kara- sekä ER-holkeille, ja ne teetettiin alihankkijalla. Kuvassa 9 on esitetty

hankittuja Trestonin pientavaralaatikostoja. Kuvissa 10 sekä 11 on esitetty Solid Edgellä mallinnetut säilytystelineet ER- sekä karaholkeille.

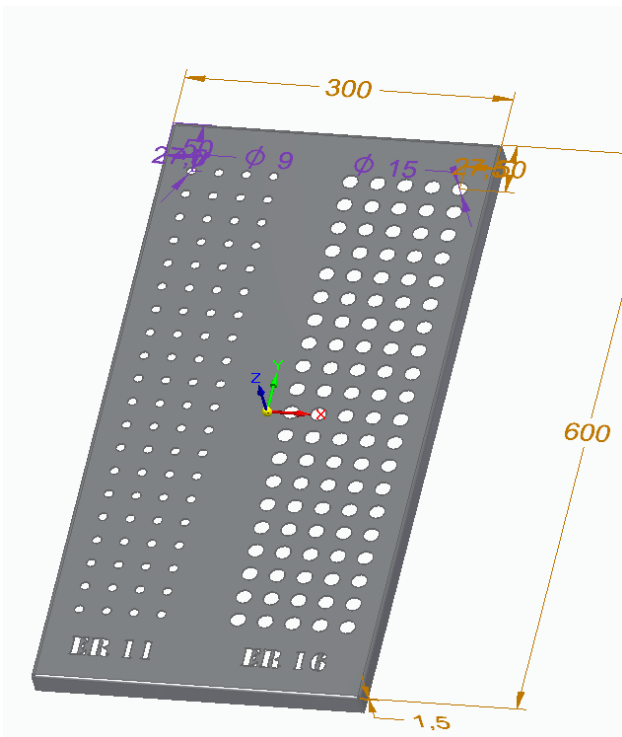


Kuva 8. Trestonin pientavaralaatikostot asennettuna seinään.





Kuva 9. Karaholkeille mallinnettu säilytysteline GWS-laatikostoon.



Kuva 10. ER 11- sekä ER 16 holkeille mallinnettu säilytysteline GWS-laatikostoon.



### 3.3 Työkalujen selvitys

Varastoinnin tila oli sekava ja liian hajautettu. Tuotantotiloissa on 9 GWS-vetolaatikostoa, jotka sisälsivät eri määrän erilaisia lastuavia työkaluja. Laatikostojen ohella esimerkiksi osa tankoholkeista säilöttiin työkalunvaihtopisteessä, jonka työkaluseinälle oli myös kertynyt turhia tavaroita. Erottelu alkoi sillä, että koko tuotantotilasta kerättiin yhteen kaikki porat, kierretapit ja jysintapit. Laatikoihin oli kertynyt vuosien aikana suuret määrät työkaluja, osaa käytettiin päivittäin ja osaa ei ollut käytetty vuosiin. Pelkästään HSS- ja kovametalliporia oli saadottain. Keräyksen jälkeen jokainen nimike lajiteltiin omiin eriinsä ja rikkiäiset työkalut eroteltiin pois. Jokaisen nimikkeen ollessa omassa erässään oli helppo erotella HSS- ja kovametalliporanterät sekä jysintapit. Seuraavaksi tuotantotiloista kerättiin kaikki teräpalat ja ne käytiin huolella läpi, sillä osa teräpaloista oli hankittu jotain spesiaalityötä varten, jota ei ole enää vuosiin tehty. Käytössä olevat teräpalat lajiteltiin käyttötarkoituksen mukaan esimerkiksi rouhinta, viimeistely, kierteitys ja katkaisu. Teräpalojen lajittelun jälkeen seuraavana käytiin lävitse kaikki terävarret. Suurin osa terävarsista oli asianmukaisessa kunnossa, mutta vuosien saatossa laatikon perälle oli jäänyt rikkiäisiä terävarsia, jotka laitettiin metallinkierrätykseen.

Lastuavien työkalujen erottelun jälkeen vuoronsa sai kierretulkit ja mittavälineet, joiden kunto tarkastettiin ja katsottiin ettei joukossa ole rikkiäisiä mittavälineitä tai tulkkeja. Kierretulkkien ja mittavälineiden läpikäymisen jälkeen oli tangonsyöttölaitteiden holkkien vuoro. Tankoholkeja on montaa eri versiota, kuten kierteellisiä sekä sokkamallisia ja näistä kahdesta eri variatiosta on vielä eri ulkohalkaisijalla olevia holkkeja. Ensimmäisenä eroteltiin kaikki kierteelliset tankoholkit, jotka jaoteltiin ulkohalkaisijan perusteella omiin eriinsä. Sokkamalliset tankoholkit eroteltiin ulkohalkaisijan perusteella omiin eriinsä. Tankoholkkien jälkeen kaikki karaholkit käytiin läpi ja joukosta eroteltiin pois kaikki rikkiäiset sekä huonokuntoiset holkit. Seuraavaksi ER-holkit eroteltiin koon perusteella, ja niitä on neljää eri kokoa ER-11, ER-16, ER-20 sekä ER-25. Ne laitettiin sivuun odottamaan uudelleensijoittamista, kuten kaikki muutkin erotellut lastuavat työkalut. Muiden työkalujen jälkeen oli ER-holkki-istukoiden vuoro. Yrityksellä on käytössä kuudella eri ulkohalkaisijalla olevia ER-holkki-istukoita, jotka jakaantuvat kiinteisiin ja uiviin istukoihin. Niiden joukosta löytyi satunnaisia rikkiäisiä yksilöitä. Viimeisenä eroteltiin kaikki työstökoneiden sekä tangonsyöttölaitteiden varaosat läpi. Varaosien joukosta löytyi varaosia sellaisiinkin koneisiin, mitä yrityksellä ei enää ole ollut vuosiin. Lastuavien työkalujen sekä varaosien jälkeen työkalunvaihtopisteeltä karsittiin kaikki pois, sillä siellä ei ollut mitään hyödyllistä tankoholkkien ohella.

### 3.4 Työkalujen uudelleensijoittaminen

Työkalujen uudelleensijoittelu alkoi sillä, että kolme GWS-laatikostoa sijoitettiin vierekkäin aikaisemmin hankittujen Trestonin pientavaralaatikostojen välittömään läheisyyteen. GWS-laatikostot siivottiin perusteellisesti, jotta niihin olisi mukava uudelleen sijoittaa työvälineet. Varsinainen uudelleensijoittamisprosessi aloitettiin sillä, että valmiiksi sorteeratut porat sijoitettiin kokoluokittain Trestonin pientavaralaatikostoihin alkaen HSS-porista, jotka veivät tilaa kaksi täyttä laatikostoa. Kovametalliporat sijoitettiin kokoluokittain HSS-porien viereen. Porien sijoittelun jälkeen jäljellä oli 3 pientavaralaatikostoa ja ensimmäisenä niihin sijoitettiin yleisimmät käytössä olevat kierretapit, jotka lajiteltiin nostaviin, työntäviin ja manglaaviin. Kierretappien jälkeen NC-porat sekä viisteteterät uudelleen sijoitettiin pientavaralaatikostoon. Kahteen viimeiseen pientavaralaatikostoon sijoitettiin kaikki jyrshintyökalut kokoluokan ja käyttötarkoituksen mukaan. Viimeiseen laatikostoon sijoitettiin Iscarin jyrsinvaihtopäät jyrshintappien mukaisesti kokoluokan ja käyttötarkoituksen mukaan. Kun kaikilla työkaluilla oli uusi järjestelmällinen sijainti varastossa, nimettiin kaikkien työkalujen paikat 5S-menetelmän mukaisesti. Kuvissa 12 ja 13 on esitetty kierretulkkien järjestys ennen ja jälkeen.



Kuva 11. Ulkokierretulkit ennen järjestelyä ja nimeämistä.



Kuva 12. Ulkokierretulkit järjesteltyinä ja nimettyinä.

Pientavaralaatikostojen jälkeen siirryttiin uudelleen järjestelemään isompia sekä osittain harvemmin käytettyjä työvälineitä GWS-laatikostoihin. Ensimmäiseen laatikostoon sijoitettiin tangonsyöttölaitteen holkit, ER-holkit, karaholkit, paineilmaholkit, aventimet sekä vierintäjyrsimet. Toiseen laatikostoon sijoitettiin pitkät porat, keskiökärkiporat, erikoiskierretapit, sisä- ja ulkokierretulkit, teräpalat ja terävarret. Kolmanteen laatikostoon sijoitettiin työstökoneiden sekä tangonsyöttölaitteiden varaosia, uusia terävarsia, ER-holkki-istukoita, mittavälineitä ja erikoistulkkeja. Kun kaikki työvälineet olivat saaneet lopullisen paikkansa, nimettiin kaikki 5S-menetelmän mukaisella tavalla. Lastuavien työkalujen sijoitteluun vaikutti ergonomia ja johdonmukaisuus. Paljon käytetyt työkalut sijoitettiin laatikostossa ylä- ja keskitasolle ja vähemmän käytetyt alatasolle. Työkalujen uudelleensijoittelun jälkeen keskityttiin työkalunvaihtopisteeseen, johon hankittiin vain tarvittavat työkalut selkeyden takia. Varaston uudelleenjärjestelyn jälkeen kaikki laatikostot ja työkalunvaihtopiste puhdistettiin perusteellisesti ulkoisesti sekä sisäisesti. Tuotantotilojen yleisilme siisteyden suhteen oli muuten mallikasta, eikä siihen tarvinnut puuttua. Standardointi aloitettiin uuden varastoinnin esittelyllä henkilöstölle, ja siinä käytiin läpi työkalujen uudet sijainnit. Samalla tuotiin esille varastoon liittyvät käytännöt. Työkalujärjestelmän ylläpitäminen on koko organisaation vastuulla, eikä vain yhden työntekijän. Kun kaikki toimivat käytäntöjen mukaan, varastointi toimii moitteettomasti ja kaikki pysyy järjestyksessä. Työkalujärjestelmälle määritettiin myös vastuhenkilö, jonka velvollisuutena on

viikoittain tarkastaa kaikki paikat läpi ja ilmoittaa, mikäli jotain puuttuu. Sama vastuhenkilö huolehtii myös oikea-aikaisesti teroitukseen lähtevistä työkaluista.

Muutama viikko työkalujen uudelleensijoittelun jälkeen työntekijöitä haastateltiin siitä, olivatko tehdyt muutokset heidän mieleisiään ja kuinka uudelleenjärjestely vaikuttaa asetusaikeihin. Keskimääräisesti työntekijät vastasivat uuden työkalujärjestelmän olevan merkittävästi organisoidumpi kuin aiemmin ja hiljalleen työvälineiden uudet paikat alkoivat tulla tutuksi. Asetusaikoihin liittyen työntekijät vastasivat keskimääräisesti, että ennen työkalujärjestelmän kehittämistä asetuksen tekoon kului 5 minuuttia ja nyt 3 minuuttia. Kuviossa 2 ilmenee suoraan verrannollisesti työkalujärjestelmän kehittämisestä johtuva aikasäästö vuositasona. Kuvissa 16, 17, 18 ja 19 on esitelty tanko- sekä karaholkkien säilytystä ennen ja jälkeen.

<b>Asetusajat ennen työkalujärjestelmän kehittämistä</b>			
<b>Asetukset per vuosi</b>	<b>Käytetty aika per asetus (min)</b>	<b>Yhteensä</b>	
3000	5	15000 min per vuosi	
<b>Asetusajat työkalujärjestelmän kehittämisen jälkeen</b>			
<b>Asetukset per vuosi</b>	<b>Käytetty aika per asetus (min)</b>	<b>Yhteensä</b>	
3000	3	9000 min per vuosi	
<b>Säästetty aika vuodessa yhteensä</b>		<b>6000 min</b>	

Kuvio 2. Asetusaikalaskelmia.



Kuva 13. Työkalunvaihtopiste järjesteltynä ja työvälineet nimettynä.





Kuva 14. Tankoholit ennen järjestelyä ja nimeämistä.



Kuva 15. Tankoholit järjesteltynä ja nimettynä.



Kuva 16. Karaholkkien säilytys ennen.



Kuva 17. Karaholkkien säilytys jälkeen.



### 3.5 Lastuavien terien teroitus

Ennen teroitusjärjestelmän kehittämistä useimpien työkalujen elinkaaren pituus rajoittui 1–2 työstöön erikokoisille tuotantosarjoille. Työstön jälkeen käytössä ollut työkalu hävitettiin ja seuraavaa työstöä varten haettiin hyllystä uusi työkalu. Tähän haluttiin muutosta siten, että kertaalleen käytettyjä työkaluja voidaan teroittaa ja uudelleen käyttää esimerkiksi piensarjojen sekä prototyypin valmistamiseen. Kuvassa 19 on esitetty kustannuslaskelma työkalukustannuksista ennen ja jälkeen.

Tarkastelussa olevien työvälineiden kustannukset vuositasona ennen kierrätysjärjestelmää										
Jyrsintappien hankinnat			Kovametalliporian hankinnat			Multi-Master vaihtopää hankinnat			Yhteensä ennen: 30 000 €	
Kpl	Hinta/kpl €	Yhteensä	Kpl	Hinta/kpl €	Yhteensä	Kpl	Hinta/kpl €	Yhteensä		
300	40 €	12 000 €	200	30 €	6 000 €	200	60 €	12 000 €		
Tarkastelussa olevien työvälineiden kustannukset vuositasona kierrätysjärjestelmän jälkeen										
Jyrsintappien kierrättäminen (teroittaminen)			Kovametalliporian kierrättäminen (teroittaminen)			Multi-Master vaihtopäiden kierrättäminen (teroittaminen)			Yhteensä jälkeen: 13 800 €	
Kpl	Hinta/kpl €	Yhteensä	Kpl	Hinta/kpl €	Yhteensä	Kpl	Hinta/kpl €	Yhteensä		
300	20 €	6 000 €	200	15 €	3 000 €	200	24 €	4 800 €		
Kustannussäästöt kierrätysjärjestelmän ansiosta										
16 200 €										

Kuvio 3. Työkalukustannuslaskelmia.

Teroitusjärjestelmän kehittäminen aloitettiin kartoittamalla lähialueilla toimivat teroituspalveluita tarjoavat yritykset, jonka jälkeen yritysten tarjoamien palveluiden hinnat kilpailutettiin. Laadukkaimman palvelun tarjoaja löytyi nopeasti ja päätettiin, että teroitusta vaativat työkalut lähetetään vähintään kerran kuukaudessa kyseiselle yritykselle teroitettavaksi. Teroitusta vaativille työkaluille hankittiin pienlaatikkoja Trestonin laatikostojen päälle, ja niihin jokainen työkalu eroteltiin esimerkiksi HSS-jyrsintappi ja kovametalli jyrsintappi. Kuvassa 20 on esitetty teroitusta vaativien työkalujen laatikkoja.





Kuva 18. Teroitukseen menevien työkalujen laatikkoja Trestonin laatikostojen päällä.

### 3.6 Tulokset

Opinnäytetyön tuloksena yritys sai uuden järjestelmällisen, visuaalisesti selkeämmän ja helpokäyttöisen työkalujärjestelmän. Työkalujen varastointi- ja työkalunvaihtopiste on 5S-menetelmän mukaisesti pelkistetty, kun kaikki turha on karsittu pois. Kaikilla työkaluilla ja oheistavaroilla on nimetty paikka, josta ne ovat nopeasti haettavissa ja vaivattomasti käytön jälkeen palautettavissa. Teroitusjärjestelmän kehittämisen myötä käytetyt porat ja jysintapit uusiokäytetään piensarjojen ja prototyyppien valmistamiseen. Uusiokäytön takia työkalukustannukset tulevat alenemaan vuositasolla merkittäviä summia, täsmällisistä luvuista ei kuitenkaan näin nopeasti voi olla varma. Tulevan tilikauden päätteeksi pystytään havainnollistamaan paremmin kustannussäästöt työkalujen osalta.

Varastoinnin kehittäminen ei aiheuttanut paljon kustannuksia, sillä suurin osa tarvittavista resursseista esimerkiksi laatikostoista löytyi jo entuudestaan. Kustannukset muodostuivat porille, jysintapeille ja muille pientyökaluille hankituista Trestonin pientavaralaatikostoista ja alihankkijalla teetetyistä kara-, ER, sekä paineilmaholkkien säilytystelineistä. Varastoinnin kehittäminen maksaa itsensä takaisin hyvin nopeasti, sillä esimerkiksi ennen kehittämistyötä asetusajat olivat 5 minuuttia ja kehittämisen jälkeen 3 minuuttia. Asetusajat lyhenevät vuositasolla kokonaisuudessaan 6000 minuuttia eli 100 tuntia.

## 4 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Trala Automaatio Oy:n työkalujärjestelmää Lean-menetelmän alaisten työkalujen avustuksella visuaalisesti sekä toiminnallisesti järkevämmäksi kokonaisuudeksi. Tavoitteena oli selventää työkalujen varastointia ja hallintaa, sekä karsia kaikki rikkiäiset ja turhat työkalut pois, ja täten poistaa hukka-aikaa uutta työkalua etsittäessä. Työkalujärjestelmän kehittämällä haetaan vuositasolla kustannussäästöjä. Kustannussäästöjä tavoitellaan myös teroitusjärjestelmän kehittämisen myötä, ja sillä pyritään uusiokäyttämään käytettyjä poria ja jyrsintappeja. Työn alkuvaiheessa tehty lähtötilanteen kartoitus ohjasi omalta osaltaan työkalujen varastointia.

Kehittämistyötä tehdessä huomasi, millainen apu teoriaosuuden etukäteen tutkimisesta oli. Teoriaosioon löytyi laajasti tietoa monesta verkkolähteestä sekä kirjasta. 5S-menetelmä ja jatkuva parantaminen vaikutti eniten sovellusosuuden tekemiseen, sen pohjalta työkalujen varastoinnista tuli selkeä ja kaiken sai mahtumaan kompaktiin tilaan. Teoriaosuudessa käsiteltiin työvälineitä, lastuavia työkaluja, sekä Leania ja sen alaisia työkaluja. Työkalujärjestelmän seuranta on 5S-menetelmän tärkein vaihe, sillä ilman auditointia koko järjestelmä on vaarassa kaatua. Tämän takia yrityksessä määritettiin vastuuhenkilöt, jotka auditoivat viikoittain työkalujärjestelmää ja ilmoittavat mahdolliset ongelmakohdat sekä työkalupuutteet työnhondolle.

Tehty kehitystyö tarjoaa yritykselle selkeämpää ja keskitetympää työkalujen varastointia, jota on helppo kehittää entisestään, mikäli sille tulee tarvetta. Varastoinnista saatiin visuaalisesti miellyttävä 5S-menetelmää apuna käyttäen. 5S-menetelmän mukaisesti jokaisella varastossa olevalla työkalulla on nimetty paikka, ja sen ansiosta työkalujen etsimiseen ei enää kulu ylimääräistä aikaa. Työkalujärjestelmän kehittämisen ansiosta asetukset lyhenivät melkein puolella, joka tarkoittaa vuositasolla merkittäviä aikasäästöjä. Kehitetyn teroitusjärjestelmän ansiosta yritys pystyy hyödyntämään paremmin piensarjoihin käytettyjä työkaluja, kuten kovametalliporia. Kierrätysjärjestelmän ansiosta työkalukustannukset tulevat alenemaan vuositasolla merkittäviä summia. Trala Automaatio Oy:n asema metalliteollisuuden sopimusvalmistajana ja valmistettävien kappaleiden määrä muuttuvat varmasti tulevien vuosien aikana, mikä tarkoittaa työkalujen lisääntymistä ja varastointipaikkojen muuttumista. Tehty työ on iso voimavara ja kehitysalusta tulevaisuutta varten. Opinnäytetyöprosessi oli hyvin monipuolinen ja antoisa tulevaisuutta silmällä pitäen. Opinnäytetyön aikana oppi lisää layout-suunnittelusta, projektin hallinnasta, organisoinnista, yhteistyöstä eri tahojen kanssa sekä CAD-

mallinnuksesta. Lastuavien työkalujen varastointi 5S-menetelmän mukaisesti on hyvä kasvu-  
alusta, jotta tulevaisuudessa kaikki yrityksen työpisteet voidaan haluttaessa liittää mukaan  
5S-järjestelmään.

## LÄHTEET

Cutwel. (2022). *Understanding thread gauges*.

Eurometalli. (9.11.2016). *Tornos monikara-automaattisorvien kehityksen huipulla*. [https://isu-suu.com/eurometalli/docs/em9\\_2016/12](https://isu-suu.com/eurometalli/docs/em9_2016/12)

Engineering Choice. (i.a.). *What is machining? – Definition, process, and tool*. <https://www.engineeringchoice.com/machining-and-machining-tools/>

Guhring. (2022a). *Carbide drills*. <https://www.guhring.com/BrowseProducts/Products/Carbide-Drills>

Guhring. (2022b). *High performance end mills*. <https://www.guhring.com/BrowseProducts/Products/High-Performance-Variable-Helix-Pitch-End-Mills>

Kauppinen, V. (2009). *Konepajateknisiä pohdintoja*. <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/13067/isbn9789512299645.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kiwa Inspecta. (i.a.). *Lean management ja 5S-menetelmä*. <https://www.lis.fi/turvallisuuskehitys/lean-management-5s/>

Kouri, I. (2010). *Lean taskukirja*. Teknologiainfo Teknova Oy.

Konekuriiri. (21.3.2018). *Kilpailukyky Makrumin messuteemana*. <https://konekuriiri.fi/2018/03/21/kilpailukyky-makrumin-messuteemana/>

Lean. (i.a.). *History*. <https://www.lean.org/explore-lean/a-brief-history-of-lean/>

Lean6Sigma. (i.a.). *Kaizen: Mitä se tarkoittaa*. <https://www.leansixsigmakoulutus.fi/blogit/271-kaizen-event,-mit%C3%A4-se-tarkoittaa.html>

Logistiikan Maailma. (i.a.-a). *Lean-ajattelu*. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosesien-kehittaminen/lean-ajattelu/>

Logistiikan Maailma. (i.a.-b). *Auditointi*. <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/laatu/auditointi/>

SafetyCulture. (10.2.2022). *5S Lean*. <https://safetyculture.com/topics/5s-lean/>

Sandvik. (i.a.-a). *Avarrus- ja kalvintatyökalut*. <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/products/pages/boring-and-reaming-tools.aspx>

Sandvik. (i.a.-b). *Jyrsimet*. <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/products/pages/milling-tools.aspx>

- Sandvik. (i.a.-c). *Kalvimet*. <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/products/pages/reamers.aspx>
- Sandvik. (i.a.-d). *Kierrettyökalut*. <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/products/pages/threading-tools.aspx>
- Sandvik. (i.a.-e) *Mitä on kalvinta*. <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/reaming/pages/default.aspx>
- Sandvik. (i.a.-f). *Porat*. <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/products/pages/drilling-tools.aspx>
- Sandvik. (i.a.-g). *Reikien avarrus*. <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/boring/pages/default.aspx>
- Sandvik. (i.a.-h). *Sorvaustyökalut*. <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/products/pages/turning-tools.aspx>
- Six Sigma. (i.a.). *Lean*. <https://sixsigma.fi/lean/>
- Six Sigma. (16.6.2016). *Lean six sigma ja kaikaku*. <https://sixsigma.fi/lean-six-sigma-ja-kaikaku/>
- T.M. Smith Tool. (29.8.2020). *CNC Tool Holders: What are They and What are the Different Types*. <https://www.tmsmith.com/2020/04/29/cnc-tool-holders/>
- Trusty Cook. (i.a.). *Spindle liner & bar feeder accessories*. <https://trustycook.com/products/spindle-liners/>
- Trala Automaatio Oy (Trala). (i.a.). *Yrityksemme*. <https://trala.fi/yritys/>
- Valmistajat. (i.a.). *Lastuavat työstömenetelmät*. <https://valmistajat.fi/menetelmat/lastuavat-tyostomenetelmat>

