



Erno Illikainen

# Käyttöohjeet konelaboratorioon

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

10.2.2021

## Tiivistelmä

Tekijä: Erno Illikainen  
Otsikko: Käyttöohjeet konelaboratorioon  
Sivumäärä: 27 sivua + 1 liitettä  
Aika: 10.2.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Ammatillinen pääaine: Valmistus- ja tuotantotekniikka  
Ohjaajat: Ohjaava opettaja Tero Karttiala

---

Tämän insinööriyön tilaajana toimii Metropolia Ammattikorkeakoulu. Insinööriyön aiheena on koneteknisen laboratorion eri laitteiden käyttöohjeiden virtualisointi ja uusinta.

Insinööriyön tavoitteena oli uudistaa käyttöohjeet sekä sen myötä helpottaa opiskelijan itsenäistä työskentelyä eri työkoneilla. Koneiden käyttöohjeet olivat vanhat tai epäselvät. Ratkaisulla piti tehdä opiskelijan itsenäisestä työskentelystä työstökoneella helpompaa ja turvallisempaa.

Kone-laboratoriosta otettiin 360 asteen kuva, johon upotettiin jokaiseen kuvassa näkyvään työstökoneeseen kunkin laitteen käyttöohje. Painamalla kyseistä konetta 360-asteen kuvassa käyttöohjeet tulevat esiin. Ohjeissa on kirjallinen osuus sekä lyhyt opastusvideo kyseisen työstökoneen käyttöön.

Päivittämällä työohjeet digitaaliseen muotoon voitiin helpottaa opiskelijan- ja opettajan työtä. Jokaisella oppilaalla on nykyään useimmiten jokin älylaite (puhelin, tabletti tai kannettava tietokone) mukanaan, joten työohje on jokaisella aina saatavilla nopeasti.

Avainsanat: virtualisointi, uusinta, käyttöohjeet, 360-kuva

## Abstract

Author: Erno Illikainen  
Title: Instructions for a Mechanical Laboratory  
Number of Pages: 27 pages + 1 appendix  
Date: 10 February 2021

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Mechanical Engineering  
Professional Major: Manufacturing and Production Engineering  
Instructors: Tero Karttiala, Senior Lecturer

---

This Bachelor's thesis was commissioned by Metropolia University of Applied Sciences. The objective of the Bachelor's thesis was virtualization of operating instructions for various devices used in the mechanical engineering laboratory. The main goal was to update the operating instructions and thereby, facilitate the student's independent work with different machinery.

The starting point for the project was very simple. The current operating instructions for the machines were old and outdated, or unclear. The solution was intended to make the student's independent work on the machine easier and safer.

As a result, a 360-degree image of the machines was taken in the laboratory, where the operating instructions for all the devices were embedded. By clicking the particular machine in the 360-degree image, the operating instructions pop up for that specific machine. The instructions include the text format and a short video how to operate the chosen machine.

Updating the work instructions to a digital format facilitates the student's as well as the teacher's work. Since everyone has nowadays some kind of a smart gadget or a device (phone, tablet, or laptop) at their disposal the work instructions are always available quickly when required

Keywords: virtualization, updating, instructions, 360 pictures

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Koneiden esittely	2
3	Laboratorion nykytila	10
4	Thinglink ja pudotusvalikot	11
5	Kaavoja ja niihin liittyvää teoriaa	12
5.1	Sorvauksen peruskaavoja	12
5.2	Porauksen peruskaavoja	14
5.3	Sahauksen perusteita	16
6	Tulokset	17
7	Pohdinta	18
	Lähteet	19

## 1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli saada Metropolian Myyrmäen-kampuksen koneteknisen laboratorioon helppokäyttöiset, toimivat sekä nykyaikaiset käyttöohjeet eri työstökoneiden käyttöön. Lähtötilanne projektiin oli, että käyttöohjeita koneisiin oli hyvin rajallinen määrä sekä ne olivat kirjallisessa muodossa. Ohjelaput olivat myös huonokuntoisia ja sen vuoksi myös vaikeasti luettavia.

Hyvät ohjeistukset ovat avain koneiden turvalliseen käyttöön ja vähentävät koneiden tai koneiden osien virheellistä käyttöä. Selkeillä ohjeilla pyritään myös välttämään virheellisestä käytöstä johtuvia mahdollisia työtapaturmia.

Lähtötilanteessa konelaboration koneiden mukana tulleet paperilla olevat ohjeet olivat vanhoja sekä huonokuntoisia. Niiden käyttäminen monessa eri ryhmässä on ollut hidasta, koska ohjeita on ollut vain rajallisesti. Virtuaalisessa muodossa olevia ohjeita taas kaikki voivat ladata itselleen, ja jokainen voi katsoa ohjetta samanaikaisesti. Fyysisissä paperiohjeissa ongelmaksi tulee myös se, että oppilaat etenevät työssä eri nopeudella, mikä vuorostaan aiheuttaa enemmän sekaannuksia paperiohjeita käytettäessä.

Uudet ohjeet tehtiin Thinglink ohjelmassa upotettuina pudotusvalikoina 360-kuvassa. Pudotusvalikot aukeavat kuvassa klikkaamalla kyseisen koneen kohdalta, mikä avaa käyttäjälle ohjeita kuvina, kirjallisena ja lyhyinä opastusvideoina.

Insinööriyön tavoite on valmistustekniikan laboration käyttöohjeiden laatiminen digitaaliseen muotoon turvallista sekä itsenäistä käyttöä varten opiskelijalle. Aihe kattaa vannesahan, kahden manuaalisorvin, puoliautomaattisen CNC-sorvin, jyrsinkoneen sekä pylväsporakoneen turvalliset käyttöohjeet, jotka pohjautuvat koneiden valmistajan laatimiin käyttöohjeisiin.

Ohjeiden laatimisessa käytetty selainpohjainen käyttöliittymä on Visumo Oy:n tuottama Thinglink. Siihen voidaan ladata visuaalista koulutusmateriaalia, kuten tässä tapauksessa otettu 360-kuva sekä konekohtaiset ohjeistukset.

Valmistustekniikan laboratoriosta on otettu 360 asteen kuva, jota voidaan tietokoneella tai älylaitteella pyörittää halutun työstökoneen kohdalle. Halutun työstökoneen kohdalle on liitetty pudotusvalikko, josta avautuu ensimmäisenä kyseisen koneen kuva. Mikäli käyttäjä valitsee väärän kohdan, hän huomaa aukeavasta kuvasta, että kyseessä on väärä laite. Tämä pienentää huomattavasti virheitä harjoitustöitä aloittaessa. Seuraavaksi alaspäin vierittäessä tulevat esiin kirjalliset ohjeet sekä muutamia minuutteja kestävä yleisen käytön opetusvideo kyseiseen koneeseen. Päivitetyissä ohjeissa noudatetaan valmistajien alkuperäisiä ohjeita sekä turvallisuussuosituksia.

## **2 Koneiden esittely**

Tässä luvussa esitellään insinööriyössä esiintyvät koneet, joille käyttöohjeet tehtiin. Ensimmäisenä kuvataan pylväsporakone, toiseksi jyrsin, kolmanneksi vannesaha, neljänneksi puoliautomaattinen CNC-sorvi sekä viimeiseksi kaksi manuaalisorvia.

Kuvassa 1 näkyy perinteinen pylväsporakone. Kyseinen laite on hyvin tyyppillinen konelaboratorion tai konepajaan kuuluva työkalu. Toimintaperiaate on lähestulkoon jokaisessa pylväsporakoneessa sama. Työkappale asetetaan ruuvipuristimeen, joka on asennettu pylväsporakoneen pöydälle. Kappaleen asemoimiseksi pylväsporakoneen pöytä liikkuu X-, Y- ja Z-akselin suuntaisesti. Poraaminen suoritetaan pinoolia liikuttamalla Z-suunnassa tai automaattisyötöllä.



Kuva 1. Erlo-pylväsorakone.

Kuvassa 2 nähdään käsikäyttöinen jyrsinlaite. Jyrsimen tyypillinen käyttö on työstettävän kappaleen plaanaaminen haluttuun mittaan tai pinnan viimeistely. Jyrsimellä voidaan myös jyrsiä uria. Jyrsimen pöytään on kiinnitettynä ruuvipu-ristin, johon kappale kiinnitetään. Pöytää voidaan liikuttaa X-, Y-, ja Z-akselin suuntaisesti kuvassa näkyvillä kangilla.



Kuva 2. Hartford-jyrsin.

Kuvassa 3 on vannesaha, toiselta nimeltään kaarisaha. Tässä Sabi-merkkisessä sahasa toimintaperiaate on, että terä laskeutuu ylhäältä alaspäin hyd-

raulisesti. Kuvassa oikealla näkyvästä käyttöpaneelista saadaan säädettyä erilaisia sahaukseen liittyviä arvoja sekä nopeuksia, esimerkiksi sahauksen automaattisyötön nopeutta tai ohjelmoitavan kappalemäärän laskuria sekä kappaleen kiinnittämiseen käytettävää hydraulipuristinta.



Kuva 3. Sabi-vannesaha.

Kuvassa 4 on vannesahan ohjainyksikkö, josta saadaan säädettyä sahan asetukset. Sahassa on myös ohjelmoitava ”toista”-toiminto. Jos halutaan esimerkiksi sahata 10 kappaletta 500 mm:n pituisia akselinpätkiä, saha ohjelmoidaan toistamaan työkierto 10 kertaa. Tästä toiminnossa on käyttöohjeissa opastus, sekä esimerkki.



Kuva 4. Sabi-vannesahan ohjainyksikkö.

Kuvassa 5 on puoliautomaattinen CNC-sorvi. Kuten manuaalisorvissa tässä sorvissa kappale kiinnitetään karaan ja työkalukasetti työkaluistukkaan. Kuvassa näkyvällä ohjauspaneelilla ohjataan sorvia.



Kuva 5. Puoliautomaattinen Haas-CNC-sorvi.

Kuvassa 6 nähdään tyypillinen manuaalisorvi. Kaikkien manuaalisorvien toimintaperiaate on lähestulkoon sama. Kappale kiinnitetään sorvin karaan sekä materiaalista riippuen katsotaan koneen käyttötaulukosta oikeat kierros- sekä syötöasetukset.



Kuva 6. Colchester Triumph 2000 -manuaalisorvi.

Konekohtaisiin asioihin tullaan, kun puhutaan vaihteiston käyttövivoista. Kuvassa 7 on kuva manuaalisorvin vivustosta. Kyseessä voi olla erilaisia automaattisyötön nopeuksia, karan pyörimisnopeuksia tai kierteitykseen liittyviä asetuksia. Koneen vipujen asentoja kuvastaa jokin kirjain, esimerkiksi A, B, C, tai R-, S-, T-asento. Itse käyttöohjeesta selviää, mitä milläkin kirjainyhdistelmällä saadaan aikaiseksi. Kaikissa valmistustekniikan laboratorion manuaalisorveissa näin ei kuitenkaan ole. Erimerkkisissä laitteissa valmistajat ovat saattaneet käyttää eri kirjainyhdistelmiä tai numeroita osoittamaan haluttuja arvoja.



Kuva 7. Colchester Triumph 2000 -manuaalisorvin vivusto.

Kuvassa 8 on valmistustekniikan laboriorion 360-kuva, johon upotukset ohjevalikoista tulivat. Kuva on otettu keskeltä laboriatoriota niin, että saatiin kaikki koneet näkymään kuvassa. Näin saatiin vielä pidettyä optio myöhemmälle lisäyksille CNC-koneiden ohjeista.



Kuva 8. Laboratorion 360-kuva

### 3 Laboratorion nykytila

Jos lähdetään tarkastelemaan laboratorion aloitustilannetta ja verrataan sitä tämänhetkiseen tilanteeseen eli insinöörityö projektin jälkeiseen aikaan, mitään fyysisiä muutoksia laboratorioon ei ole tullut, koska projekti oli käytännössä digitaalinen. Alkuperäiset paperilla olevat käyttöohjeet ovat siis vieläkin myös saatavana. Syy kirjallisten ohjeiden säästämiseen oli se, että vikatilanteessa käyttäjän työ ei keskeydy vaan hän voi pyytää kirjallisia ohjeita opettajalta.

Tarve työlle oli hyvin ajankohtainen vanhojen ohjeiden kunnan ja saatavuuden takia. Laboratorioiden kehittäminen käyttöystävällisemmiksi on myös tarkoituksenmukaista, kun halutaan saada oppilaille tehokkaammin hyödynnettyä rajallista laboratoriossa käytettyä aikaa. Laboratorioiden suuren käyttöasteen takia on oppilaan etu päästä ohjeiden pariin ja aloittamaan harjoituksia mahdollisimman tehokkaasti, jotta kaikki ehtivät saada harjoitukset tehdyksi.

Ideana on myös vielä saada aikaiseksi insinöörityön ohessa tehtyä laitteille QR-koodilista, joista pääsee tiettyyn ohjeeseen tai tiettyyn videon kohtaan ohjevideossa. Tämä tehdään yhteistyössä opettajan sekä laboratorionsinöörin kanssa.

Tarkoituksena on vielä enemmän yksinkertaistaa joitakin asioita tai helpottaa ongelman ratkaisua oppilaalle.

## 4 Thinglink ja pudotusvalikot

Thinglink on selainpohjainen alusta, jota käytettiin tämän insinööriyön pudotusvalikoiden tekoon. Thinglink on suunniteltu verkko-oppimiseen sekä koulutukseen.

Visuaalisessa muodossa olevat ohjeet on helppo hahmottaa harjoitustyötä aloittaessa, kun työpisteen näkee reaaliaikaisesti äylaitteelta, samalla kun on fyysisesti myös laboratoriossa. Virtuaalisessa 360 asteen ympäristössä olevat valikot avautuvat klikkaamalla, kun ollaan halutun koneen kohdalla. Avattu valikko sisältää ensimmäisenä kyseisen laitteen nimen sekä yleiskuvan laitteesta. Tämä tehtiin siksi, että voidaan minimoida käyttäjä virheiden mahdollisuus siinä, että oppilas katsoisi väärän laitteen ohjetta sekä sen myötä käyttäisi kyseistä työstökoneetta virheellisesti.

Alaspäin vierittäessä valikkoa tulevat kirjalliset ohjeet laitteen käyttöön virran kytkemisestä itse työstökoneen asetusten säätämiseen. Valikosta löytyy myös vielä lyhyt opastusvideo laitteen käytöstä ja operoinnista. Opastusvideon perusteella pyritään visuaalisesti näyttämään opiskelijalle perusasetusten kytkentä sekä koneen käyntiin laittaminen. Videota katsomalla ei kuitenkaan korvata opiskelijan harjoitustöiden suorittamista kyseessä olevalla laitteella. Opetusvideossa on vielä erikseen upotukset työvaiheittain: kun videossa painetaan vihreää nappia, niin upotus tulee esille ja kertoo, miksi ja mitä napista tapahtuu. Näin edetään koko video läpi kohta kohdalta. Thinglink on ollut tähän erinomainen työkalu, koska sen virtuaalinen pohja on suunniteltu juuri monimuotoiseen visuaaliseen opastukseen.

## 5 Kaavoja ja niihin liittyvää teoriaa

Tässä luvussa esitellään insinööriyössä käsiteltyjen laitteiden peruskaavoja sekä hieman niihin liittyvää teoriaa.

### 5.1 Sorvauksen peruskaavoja

Seuraavassa on tuotu esiin niin sanottuja yleissorvauksen peruskaavoja. Sorvauksessa oikein asetetut arvot lastuamiselle takaavat erinomaisen lopputuloksen, minkä lisäksi ne myös säästävät työkaluja huomattavasti. Esimerkiksi sorvin kärkiterälle on asetettu jotkin ihannearvot. Niiden mukaan toimiessa materiaalista riippuen terä kestää pitkäkin käyttöä. Työelämässä näillä pienillä seikoilla voi olla isokin merkitys, kun laitekustannukset saadaan pidettyä kurissa.

Sorvausta on myös monenlaista ulkosorvauksesta sisäsorvaukseen. Lyhyesti ulkosorvaus tarkoittaa sorvattavan kappaleen ulkopinnan työstämistä. Se voi olla esimerkiksi akselin ohentaminen haluttuun mittaun tai akselin muotoon sorvausta. Sisäsorvaus on nimensä mukaisesti akselin sisällä työstämistä, kun esimerkiksi avarretaan akselin sisään paikka laakerille.

Lastuamisnopeudella tarkoitetaan kyseisellä kaavalla laskettua optimaalista nopeutta lastuamiselle eli kuinka nopeasti terällä työstetään kappaletta.

Lastuamisnopeus  $v_c$  (m/min)

$$v_c = \frac{D_m \times \pi \times n}{1000}$$

Karanopeudella tarkoitetaan seuraavalla kaavalla laskettua koneen kierroslukua karan pyörimiselle.

Karanopeus  $n$  (r/min)

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D_m}$$

Lastuvirralla tarkoitetaan seuraavalla kaavalla laskettua poistettavaa aineen määrää aikayksikköä kohden.

Lastuvirta  $Q$  (cm<sup>3</sup>/min)

$$Q = v_c \times a_p \times f_n$$

Nettoteholla tarkoitetaan laskennallista tehoa, jonka koneen on pystyttävä välittämään työstettävään kappaleeseen lastuamisen onnistumiseksi.

Nettoteho  $P_c$  (kW)

$$P_c = \frac{v_c \times a_p \times f_n \times k_c}{60 \times 10^3}$$

Koneistusajalla tarkoitetaan seuraavalla kaavalla koneistettavaa matkaa jaetuna ajalla.

Koneistusaika  $T_c$  (min)

$$T_c = \frac{l_m}{f_n \times n}$$

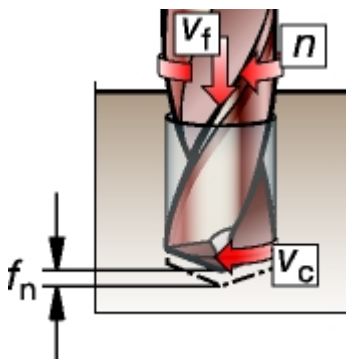
## 5.2 Porauksen peruskaavoja

Seuraavaksi käydään lävitse porauksen laskukaavoja ja määritelmiä. Porauksen onnistumisessa lastuamisnopeus ja -syöttö ovat avainasemassa porauksen onnistumiseksi.

Syöttönopeus (kuva 9) on seuraavalla kaavalla laskettava nopeus, jolla kappaletta halutaan porata.

Syöttönopeus  $f_n$  (mm/r)

$$v_f = f_n \times n$$



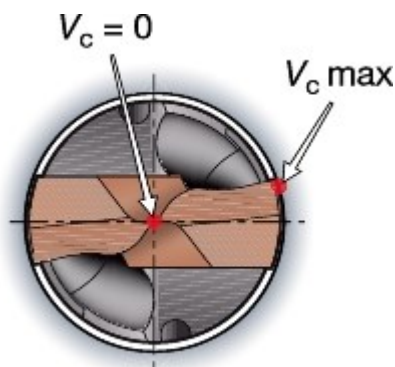
Kuva 9. Syöttönopeus

Lastuamisnopeus on seuraavalla kaavalla laskettava nopeus syötölle.

Lastuamisnopeus  $v_c$  (m/min)

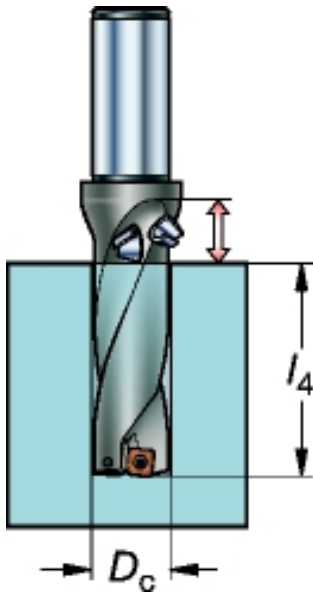
$$v_c = \frac{D_c \times \pi \times n}{1000}$$

Suurin lastuamisnopeus on poranterän kehällä, kuten kuvan 10  $v_c$  max on merkittynä punaisella pisteellä ja pienimmillään poran keskiössä, jossa se lähenee nolaa. Eri metalleilla on erilaisia ominaisuuksia vastustaa porausta kovuutensa ansiosta, joten poratessa pitää ottaa huomioon myös porattava materiaali.



Kuva 10. Lastuamisnopeus

Terälle oikein asetetun syötön nopeuteen vaikuttaa esimerkiksi se, porataanko alumiinia vai vaikka ruostumatonta terästä. Terän oikeaoppinen käyttö sekä oikeanterän valitseminen kullekin materiaalille takaa se terälle halutun käyttöiän. Terien materiaalin oikea valinta halutulle materiaalille on ensimmäinen asia, kun porausta ollaan aloittamassa. Huomioon pitää ottaa myös, että halutaanko työssä käyttää keskiöterää, joka lastuaa karkeasti nopeusalueella 0–50 % maksimilastuamisnopeudesta. Kehäterä vuorostaan lastuaa nopeusalueella 50–100 % lastuamisnopeuden maksimiarvosta  $v_c \text{ max}$ . Terän pituudella on myös merkitys onnistumisen kannalta. Terällä on L4-mitta, joka on terän suurin suositeltu reiän syvyys, jotta leikkuulastut pääsevät poistumaan terän yläosasta.



Kuva 11. Terän L4-mitta.

### 5.3 Sahauksen perusteita

Vannesahalla sahatessa huomioon on otettava terän materiaali ja terien rakenne ennen sahausta. Hiiliterästerät on nimensä mukaisesti valmistettu seostetusta hiilipitoisistateräksistä. Hiiliterästerät on tarkoitettu enemmän pehmeiden terästen, muovin sekä puun sahaukseen hiiliteräksen matalan päästölämpötilan takia, jossa terän pehmeneminen alkaa noin 200 celsiusasteen tienoilla.

Moni metalliterä voi koostua esimerkiksi jousiteräksestä valmistetusta rungosta ja pikateräksestä valmistetuista hampaista. Vastaavia erilaisia teräyhdistelmiä on useita, mutta pikateräshampaiset ovat yleisiä monimuotoisen käyttönsä ja korkeamman päästölämpötilan takia.

$$F_k = \frac{H_{kpl} \cdot P_s}{A}$$

- $F_k$  on keskimääräinen syöttö (mm/min).
- $H_{kpl}$  on kappaleen korkeus (mm).

- A on sahattavan kappaleen pinta-ala (cm<sup>2</sup>).
- Ps on sahauksen tuottavuus (cm<sup>2</sup>/min).

## 6 Tulokset

Tämän työn aikana saatiin toimiva 360 asteen kuva sekä upotuksiin työkonekohtaiset käyttöohjeet kahdelle manuaalisorville, vannesahalle, jyrsinlaitteelle, puoliautomaattiselle CNC-sorville sekä pylväsporakoneelle. Aikataulun sekä Covid-19-pandemian takia aikaa ei jäänyt tehdä CNC-koneille käyttöohjeita. Kyseisille koneille käyttöohjeiden sekä esimerkkivideon tekeminen olisi vaatinut huomattavan määrän työtunteja.

Nyt oppilas pystyy saavuttuaan konelaboratorioon tekemään harjoituksia itsenäisesti ja pääsemään hyvin alkuun uuden koneen käytössä sekä asetusten laittamisessa. Tämän työn tarkoituksena ei tietenkään ole korvata opettajan apua tai läsnäoloa vaan lähinnä keventää laboratorion käyttöaikaa, kun opettajan ei tarvitse jokaiselle ryhmän tai oppilaan kanssa erikseen käydä peruskäyttöohjeita lävitse. Opettajalle jää enemmän aikaa ongelmatilanteeseen ajautuneen oppilasryhmän auttamiseen.

Tästä insinööriyöstä tuli siis onnistunut kokonaisuus. Oppilaille on nyt käytössä nykyaikainen pääsy konekohtaisiin ohjeisiin älylaitteella. Opetusvideot kuvattiin myös laadusta tinkimättä 4K-kuvanlaadulla ja editoitiin niin, että ne olisivat mahdollisimman informatiiviset, mutta myös pidettiin video selkeänä kokonaisuutena ja jouhevasti etenevänä kokonaisuutena. Kirjalliset ohjeet upotuksissa pyrittiin pitämään videon perusteella saman kaavan mukaisina, niin että katsoi oppilas ensin videon tai ei, niin kirjallisten ohjeiden järjestys ja eteneminen kulkee sen kanssa käsi kädessä.

## 7 Pohdinta

Tämän insinööriyön tekemistä hankaloitti huomattavasti tiukka aikataulu ja nykyinen maailmantilanne Covid-19-pandemian vuoksi. Nämä syyt aiheuttivat nopeita ja yllättäviäkin muutoksia aikatauluihin sekä kokoontumismahdollisuuksiin vaihtelevien rajoitusohjeiden vuoksi.

Kaikesta tästä huolimatta insinööriyö saatiin kunnialla maaliin suurin piirtein alkuperäisessä suunnitelman ja aikataulun mukaisesti. Mazak- sekä Haas-CNC-koneisiin oli mahdollisuus vielä tehdä käyttöohjeet, mutta yllä mainittujen muutettujen vuoksi nämä vapaaehtoisena lisämateriaalina olleet CNC-koneet jäivät tekemättä aikataulusyistä.

Työn tekemistä helpotti huomattavasti oma mielenkiinto annettua projektia kohtaan sekä se, että kokemusta oli työelämästä työ- ja käyttöohjeiden tekemisestä.

Suureksi avuksi oli myös kaksi innovaatioprojektia tekemässä ollut oppilasta, joiden kanssa pidimme aivoriihiä laboratorion ohjeista. Heillä oli projektina virtuaaliodellisuuteen tehty valmistustekniikan laboratorio, joten projektimme olivat vuorovaikutuksessa toisiinsa. Pystyimme hyödyntämään 360-kuvia sekä ohjeistusta eri työstökoneille. Työn aikana oli tarkoitus päästä opettelemaan myös hieman uutta Thinglin- ohjelmiston käyttöä. Thinglink-ohjelmaan ladattiin 360-kuva, jossa pääsi tekemään visuaalisia pudotusvalikoita/ohjevalikoita sekä upouksia. Tämä oli iso plussa tulevaisuutta ajatellen, kun käyttöohjeiden laatimista tulevaisuudessa tulee varmasti vielä työelämän puolella vastaan.

Insinööriyön aikana oli tarkoituksena korjata ongelmia, jotka liittyivät koneiden peruskäyttöohjeiden puutteeseen tai niiden saatavuuteen. Ongelmat olivat siis lähtökohtaisesti fyysisiä, joten tämä rajasi hyvin insinööriyötä.

## Lähteet

Kaavoja lastuamiseen. Verkkoaineisto. Sandvik. <<https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/machining-formulas-definitions/pages/general-turning.aspx>>. Luettu 16.3.2021.

## Liitteet

Liite 1. <https://www.thinglink.com/video/1441327035367555073>.

