

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

2025

Esko Savo

Laserleikkausaseman käyttöönotto ja ohjaus



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikka

2025 | 25 sivua

Esko Savo

Laserleikkausaseman käyttöönotto ja ohjaus

Tämä opinnäytetyö käsittelee laserleikkausaseman käyttöönottoa ja ohjausta DCA Instruments Oy:ssä. Työn tavoitteena oli parantaa tuotannon tehokkuutta ja vähentää materiaalihukkaa, erityisesti molybdeenin ja tantaalin osalta, joita käytetään yrityksen tuotteissa. Laserleikkausaseman hankinta perustuu tarpeeseen nopeuttaa tuotantoprosessia ja vähentää ulkoisen alihankinnan tarvetta.

Työssä käydään läpi laserleikkausaseman käyttöpaikan valmistelu, asennus, käyttöönotto ja ohjaus. Lisäksi tarkastellaan laserleikkauksen yleisiä periaatteita ja menetelmiä sekä arvioidaan hankinnan vaikutuksia yrityksen tuotantoon.

Työssä myös käsitellään laserleikkausaseman ohjausta tuotannonohjauksen näkökulmasta ja kerrotaan, miten laserleikkausaseman integrointi tuotannonohjaukseen toteutettiin.

Havaittiin, että laserleikkausparametrien säätäminen vaatii aikaa ja asiantuntemusta. Koulutuksen ja kokeilujen avulla löydettiin kuitenkin toimivat parametrit, jotka takaavat laadukkaan leikkausjäljen.

Laserleikkausaseman käyttöönotto on osoittautunut onnistuneeksi investoinniksi. Laserleikkausaseman käyttöönotto on parantanut tuotannon joustavuutta, sillä osia voidaan nyt leikata tarpeen mukaan ilman pitkien alihankintatoimitusaikojen aiheuttamia viivästyksiä. Suosituksena esitetään leikkausaseman käytön laajentamista erikoismateriaalien lisäksi tavallisempiin materiaaleihin mahdollisuuksien mukaan.

Asiasanat:

Laserleikkaus, käyttöönotto, leikkausparametrit, tuotannonohjaus

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2025 | 25 pages

Esko Savo

Implementation and control of a laser cutting station

This thesis addresses the implementation and control of a laser cutting station at DCA Instruments Oy. The aim of the thesis was to improve the production efficiency and reduce material waste, particularly with molybdenum and tantalum, which are used in the company's products. The acquisition of the laser cutting station is based on the need to expedite the production process and reduce the reliance on external subcontracting.

The thesis covers the preparation of the installation site, installation, commissioning, and control of the laser cutting station. Additionally, it examines the general principles and methods of laser cutting and evaluates the impact of the acquisition on the company's production.

The thesis also discusses the control of the laser cutting station from a production management perspective and explains how the integration of the laser cutting station into production management was implemented.

It was found that adjusting the laser cutting parameters requires time and expertise. However, through training and experimentation, effective parameters were identified that ensure high-quality cutting results.

The implementation of the laser cutting station has proven to be a successful investment. It has improved production flexibility, as parts can now be cut as needed without the delays caused by long subcontracting lead times. It is recommended to expand the use of the cutting station to more common materials in addition to special materials, where possible.

Keywords:

Laser cutting, implementation, cutting parameters, production control

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Yritysesittely	7
3 Laserleikkausasema	8
3.1 Laserleikkausaseman hankintaperusteet	8
3.2 Yleistä laserleikkauksesta	8
3.3 Laserleikkausasema	9
3.4 Käyttöpaikkavaatimukset	10
4 Käyttöpaikan valmistelu	11
4.1 Käyttöpaikan valinta ja layout	11
4.2 Käyttöpaikan valmistelu	13
4.3 Laserleikkausaseman asennus	14
5 Käyttökoulutus ja työstöarvot	17
6 Laserleikkausaseman ohjaus	22
7 Yhteenveto ja johtopäätökset	24
Lähteet	25

Kuvat

Kuva 1. G-Weike LF1313 Laserleikkausasema. (Rensi Finland Oy)	9
Kuva 2. Layout-kuva saapuvan tavaran vastaanottotilasta	12
Kuva 3. Laserleikkausaseman sijoituspaikka kuvan takaosassa kaasupullojen vieressä.	14
Kuva 4. Laserleikkausasema asennettuna.	15
Kuva 5. Savukaasun poistopuhallin putkitettuna.	16
Kuva 6. Laserleikkausasema sisäpuolelta.	17
Kuva 7. Cypcut-ohjelman parametrivalikko.	18

Kuva 8. Leikkausarvojen vaikutus leikkausjälkeen. Kuva levyn alapuolelta. 20

Taulukot

Taulukko 1. Layout-kuvan numeroiden selitteet. 13

Taulukko 2. Löydettyjä leikkausarvoja molybdeeni- ja tantaalilevyille. 20

1 Johdanto

Laserleikkaus on teollisuudessa laajasti käytetty menetelmä, joka mahdollistaa tarkkojen ja monimutkaisten muotojen leikkaamisen erilaisista materiaaleista. Tämä opinnäytetyö keskittyy laserleikkauksen käyttöönottoon ja ohjaukseen DCA Instruments Oy:ssä. Työn tavoitteena on parantaa tuotannon tehokkuutta ja vähentää materiaalihukkaa, erityisesti molybdeenin ja tantaalin osalta, joita käytetään yrityksen tuotteissa.

Tässä työssä käsitellään laserleikkauksen asennusta, käyttöönottoa ja ohjausta. Lisäksi tarkastellaan laserleikkauksen yleisiä periaatteita ja menetelmiä sekä arvioidaan hankinnan vaikutuksia yrityksen tuotantoon.

2 Yritysesittely

DCA Instruments oy valmistaa asiakkaidensa käyttöön ohutkalvokasvatuslaitteita puolijohteisiin liittyvään tutkimus- ja tuotantokäyttöön.

Laitteen sisälle asetetun näytteen pinnalle kerrostetaan erilaisia aineiden atomeja molekyylisuihkulla UHV-tyhjiöolosuhteissa. Näin pystytään kasvattamaan esimerkiksi piinäytteen pintaan erittäin ohuita kerroksia muita aineita tasalaatuisesti, ja valmistamaan näytteistä puolijohteita.

Yritys on toiminut vuodesta 1989 asti, ja toimittanut asiakkailleen yli 300 järjestelmää maailmanlaajuisesti. Yrityksen tuotteet menevät kaikki vientiin.

Yrityksessä on viime vuodet koettu suurta kasvua. Viiden vuoden aikana yrityksen liikevaihto on kasvanut vajaasta 7 miljoonasta eurosta lähes 22 miljoonaan euroon ja henkilöstömäärä 36 henkilöstä 56 henkilöön. Vuonna 2022 yritys muutti uusiin, suurempiin toimitiloihin.

3 Laserleikkausasema

3.1 Laserleikkausaseman hankintaperusteet

Yritys käyttää tuotteissaan kohtuullisen paljon molybdeeniä ja tantaalia. Näiden materiaalien käyttö on tavallista seosaineina, mutta yrityksen tuotteissa niitä käytetään puhtaana, levystä leikattuina osina. Nämä materiaalit ovat hyvin kalliita.

Yrityksen tarkoituksena on pystyä vähentämään levyistä syntyvää hävikkiä, sekä nopeuttamaan tuotantoa. Aiemmin levyt on ostettu, toimitettu alihankintaan leikattavaksi ja haettu valmiiksi leikattuina paloina takaisin.

Ongelmana on ollut prosessin hitaus, sekä alihankinnan kykenemättömyys maksimoimaan levyistä hyödynnettävä materiaali. Yrityksessä on arvioitu pystyttävän hyödyntämään vähintään 10% aiempaa enemmän materiaalia leikkaamalla itse tarvittavat osat. Laserleikkausaseman hankinnan arvioidaan maksavan itsensä takaisin noin kahdessa vuodessa.

Lisäksi suurena hyötynä pidetään sitä, että osia saadaan leikattua silloin kun halutaan. Alihankinnan toimitusajat ovat pahimmillaan useita viikkoja. Tämän takia varsinkin yksittäisten testikappaleiden ja muiden nopeasti tarvittavien osien saatavuus paranee.

3.2 Yleistä laserleikkauksesta

Laserleikkaus on teollisuudessa yleisimmin käytetty lasertyöstösovellus. Se perustuu termiseen prosessiin, jossa tarkasti fokusoitu lasersäde sulattaa tai höyrystää materiaalia muodostaen kapean ja tasalaatuisen leikkausrailon. Tämä railo ulottuu läpi materiaalin, ja sulanut sekä höyrystynyt materiaali poistetaan tehokkaan kaasuvirtauksen avulla. (Kujanpää ym. 2005, 133–136)

Leikkaustekniikoita on polttoleikkaus, sulattava leikkaus ja höyrystävä leikkaus. Polttoleikkaus käyttää happea leikkauskaasuna, mikä tehostaa prosessia

oksidoinnin tuottamalla ylimääräisellä energialla. Sulattava leikkaus käyttää inerttiä kaasua, esimerkiksi typpeä, sulan materiaalin poistamiseen. Tämä prosessi minimoi hapettumisen, mikä on erityisen tärkeää ruostumattomalle teräkselle. Höyrystävä leikkausta käytetään pääasiassa epämetallien, kuten akryylin, leikkaamiseen, ja se perustuu materiaalin höyrystämiseen. (Kujanpää ym. 2005, 133–136)

Laserleikkauksella on useita etuja. Se ei vaadi erikoistyökaluja monimutkaisten muotojen leikkaamiseen. Tarkkuus laserleikkausprosessissa on erittäin korkea. Leikkaus voidaan suorittaa 1-, 2-, tai 3-ulotteisesti prosessista riippuen. Laserleikkaus on myös nopea prosessi. (Kujanpää ym. 2005, 133–136)

3.3 Laserleikkusasema

Laserleikkasemaksi valittiin G-Weike LF1313, kuvassa 1.



Kuva 1. G-Weike LF1313 Laserleikkusasema. (Rensi Finland Oy)

Kyseessä on 2kW laserleikkuri 1300 mm x 1300 mm leikkausalueella. Koneen paikoitustarkkuus on +/-0.02 mm ja leikkausnopeus suurimmillaan 40metriä minuutissa. Koneen sisälle mahtuu 1000 mm x 2000 mm levy. Koneessa on automaattinen korkeudenseuranta, joka säätää leikkuupäätä levyn korkeuden mukaan. Koneetta ohjataan CypCut-ohjelmistolla. Laseraseman ostohinnan lisäksi kuluja aiheutuu käyttöpaikan valmistelusta ja tyypipullojen hankinnasta. Toimitusaika-arvio oli 3,5-4,5kk.

Toimitukseen kuuluu lähes kaikki tarpeellinen, mm. jännitteentasaaja, laserlähde, vesijäähdytyskone, savukaasujen poistopuhallin sekä lisensoitu Windows-pc käyttöä varten. Yrityksen hankittavaksi jää vielä tyypipullopatteri ja leikkaustasolle asetettavat hunajakennolevyt ohuempien levyjen leikkausta varten.

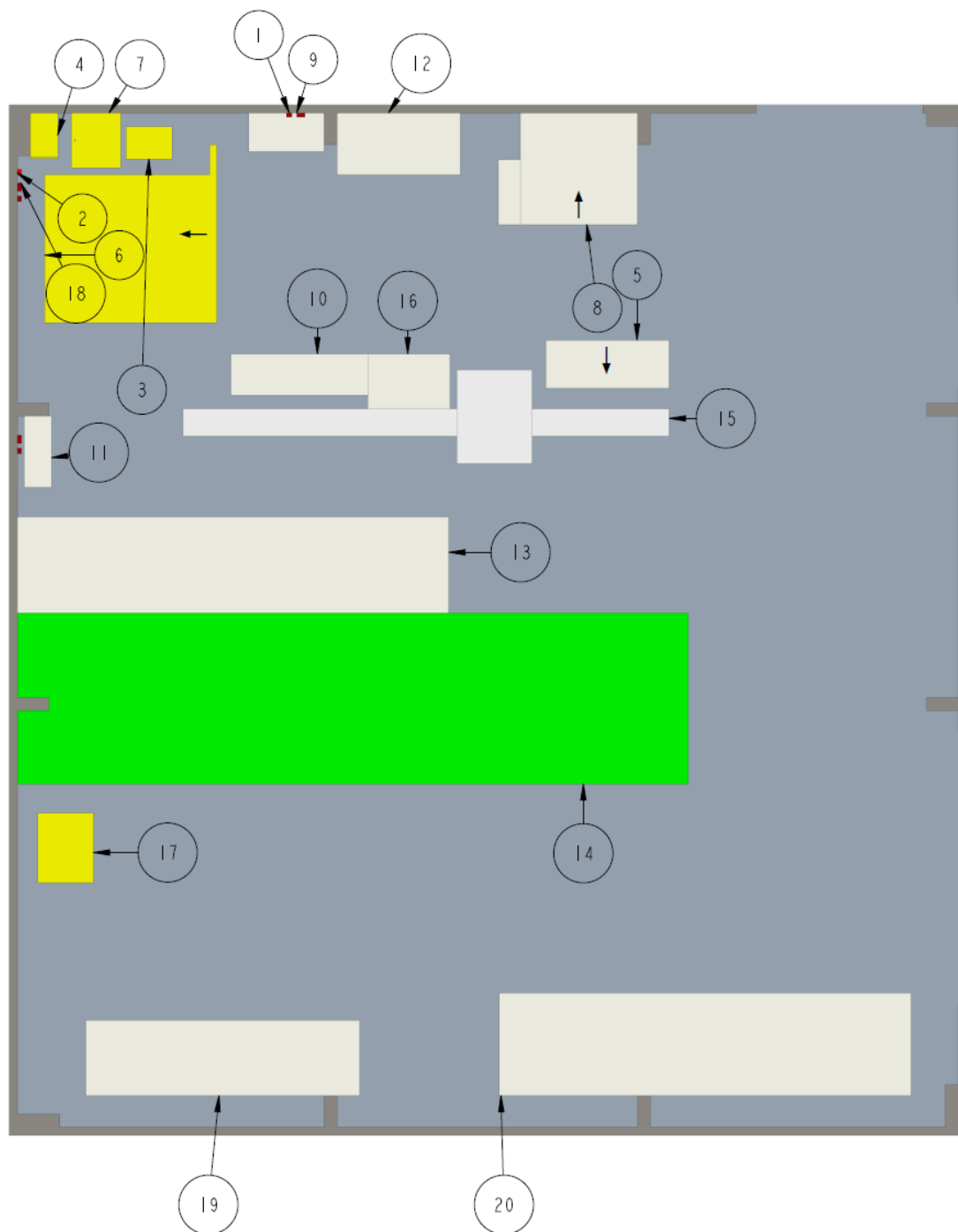
3.4 Käyttöpaikkavaatimukset

Koneen ulkomitat ovat 2100x2480x1850mm, ja se vaatii noin 3m x 3m lattiapinta-alaa. Tämän lisäksi jännitteentasaaja, laserlähde, vesijäähdytyskone ja tyypipullopatteri vaativat koneen läheisyydestä oman tilansa. Koneeseen pitää liittää paineilma, tyyppi, savukaasujen poisto sekä sähköt. Laserleikkurille 32A voimavirtapistorasia, jäähdytyskoneelle ja savukaasun poistopuhaltimelle kummallekin 16A valovirtapistorasiat.

4 Käyttöpaikan valmistelu

4.1 Käyttöpaikan valinta ja layout

Käyttöpaikaksi valittiin saapuvan tavarán vastaanotto-tila, koska koneistustiloissa ei ollut riittävästi tilaa laitteelle. Kyseisessä tilassa varastoidaan ja sahataan putket. Tilassa varastoidaan myös laserkoneessa leikattavat tantaali- ja molybdeenilevyt. Koneen tieltä piti siirtää pari hiomakonetta ja kiillotuskone. Niiden tilantarve oli kuitenkin niin pieni, että vaihtoehtoinen paikka löytyi helposti. Käyttöpaikan pohjakuvan perusteella laadittiin kuvassa 2 näkyvä mittakaavaan piirretty layout-kuva, miten päin koneet järjestettäisiin mahdollisimman toimivan työtilan saavuttamiseksi.



Kuva 2. Layout-kuva saapuvan tavaran vastaanottotilasta

Layout-kuvassa laserleikkuriin liittyvät asiat ovat ilmaistu keltaisella, olemassa olevat välineet ja kalusteet valkoisella, vihreällä varaus tulevaa putkisahauslinjaa varten ja punaisella pistorasioiden paikat. Selitteet numeroiduille asioille näkyvät taulukossa 1.

Taulukko 1. Layout-kuvan numeroiden selitteet.

Numero	Kuvaus
1	3x16A 400V pistorasia
2	3x32A 400V pistorasia
3	Jäähdytin
4	Jännitteentasaaja
5	Taivutuskone
6	Laserleikkusasema
7	Laserlähdekaappi
8	Levyleikkuri
9	Levymankeili
10	Materiaalihylly Ta ja Mo-levyille
11	Hylly (pieni)
12	Leikkauspöytä
13	Putkihylly
14	Putkisahalinja
15	Vannesaha
16	Laatikosto
17	Tyypipullopatteri
18	230V Pistorasia
19	Trukkihylly (lavat)
20	Trukkihylly (putket)

4.2 Käyttöpaikan valmistelu

Käyttöpaikan valmistelussa päätettiin käyttää yrityksen omaa työvoimaa kustannusten pienentämiseksi ja siksi, että tuotannossa oli hieman normaalia hiljaisempaa.

Laseraseman vaatimat sähköliitännät löytyivät muilta osin koneen asennuspaikan yhteydestä, mutta 32A voimavirtapistorasia puuttui. Tämä asennettiin yrityksen sähköosaston toimesta.

Laitteen tuottamat savukaasut päätettiin johtaa tilassa olevaan huippuimurilla varustettuun ilmanvaihtokanavaan ja sieltä ulos. Savukaasun poistopuhallin suunniteltiin asennettavan seinälle laserleikkusaseman yläpuolelle ja putkittaa siitä koneen takana olevaan liitäntään.

Tyypipullopatterille varattiin tilaa muutaman metrin päästä. Käyttö päätettiin kuitenkin aloittaa varovaisemmin muutamalla irtopullolla koneen vieressä, koska typen kulutuksesta yrityksen käyttömäärillä ei oltu varmoja.



Kuva 3. Laserleikkausaseman sijoituspaikka kuvan takaosassa kaasupullojen vieressä.

Tiloista siirrettiin tavaraa pois tieltä, kun toimituspäivä varmistui. Muun muassa kuvassa 3 etualalla oleva levyleikkuri siirrettiin trukilla pois laserleikkausaseman siirtoreitiltä.

4.3 Laserleikkausaseman asennus

Laserleikkausasema saapui oletettua myöhemmin 6 kuukauden päästä tilauksesta. Asennus aloitettiin jo saapumispäivänä. Laserleikkausasema oheislaitteineen saatiin siirrettyä omalla trukilla ja välineillä paikoilleen. Asennus kesti toimittajan asentajilta muutaman päivän. Kuvassa 4 laserleikkausasema

asennettuna käyttöpaikkaansa, vieressä jäähdytyskone ja takana oikealla laserlähde.



Kuva 4. Laserleikkausasema asennettuna.

Laserleikkausasema saatiin asennettua suunnitelman mukaisesti sillä poikkeuksella, että savukaasujen poistopuhallin asennettiin lattialle koneen taakse, kuvattuna kuvassa 5. Puhaltimen oletettua pienempi koko mahdollisti helpomman asennuksen. Tällä ei ole laitteen toiminnan kannalta merkitystä. Puhaltimeen on myös helpompi pääsy jatkossa mahdollisia huoltotoimia varten.

Käytön aloitusta varten puhallin kytkettiin vain pistokkeella pistorasiaan. Käyttäjälle laadittiin ohjeistus muistuttamaan puhaltimen kytkemisestä ja huippumurin tehostuksen kytkemisestä päälle ennen leikkausta. Puhaltimen ohjaus ja huippumurin tehostus tullaan integroimaan yhden painikkeen taakse tulevaisuudessa, kun sähkösuunnittelussa on aikaa asian toteuttamiseen.



Kuva 5. Savukaasun poistopuhallin putkitettuna.

5 Käyttökoulutus ja työstöarvot

Käyttökoulutus pidettiin myyjäliikkeen asennusta seuraavalla viikolla.

Koulutuksessa käytiin läpi laserleikkasemasen käyttö, parametrien muuttaminen ja haettiin parametrejä leikattaville materiaaleille.

Laserleikkasemasaa käytetään windows-pohjaisella Cypcut-ohjelmalla.

Kuvassa 6 laserleikkasemasen sisäpuolelta. Leikkauspöydän saa vedettyä ulos levyjen ja leikkeiden helpompaa käsittelyä varten.

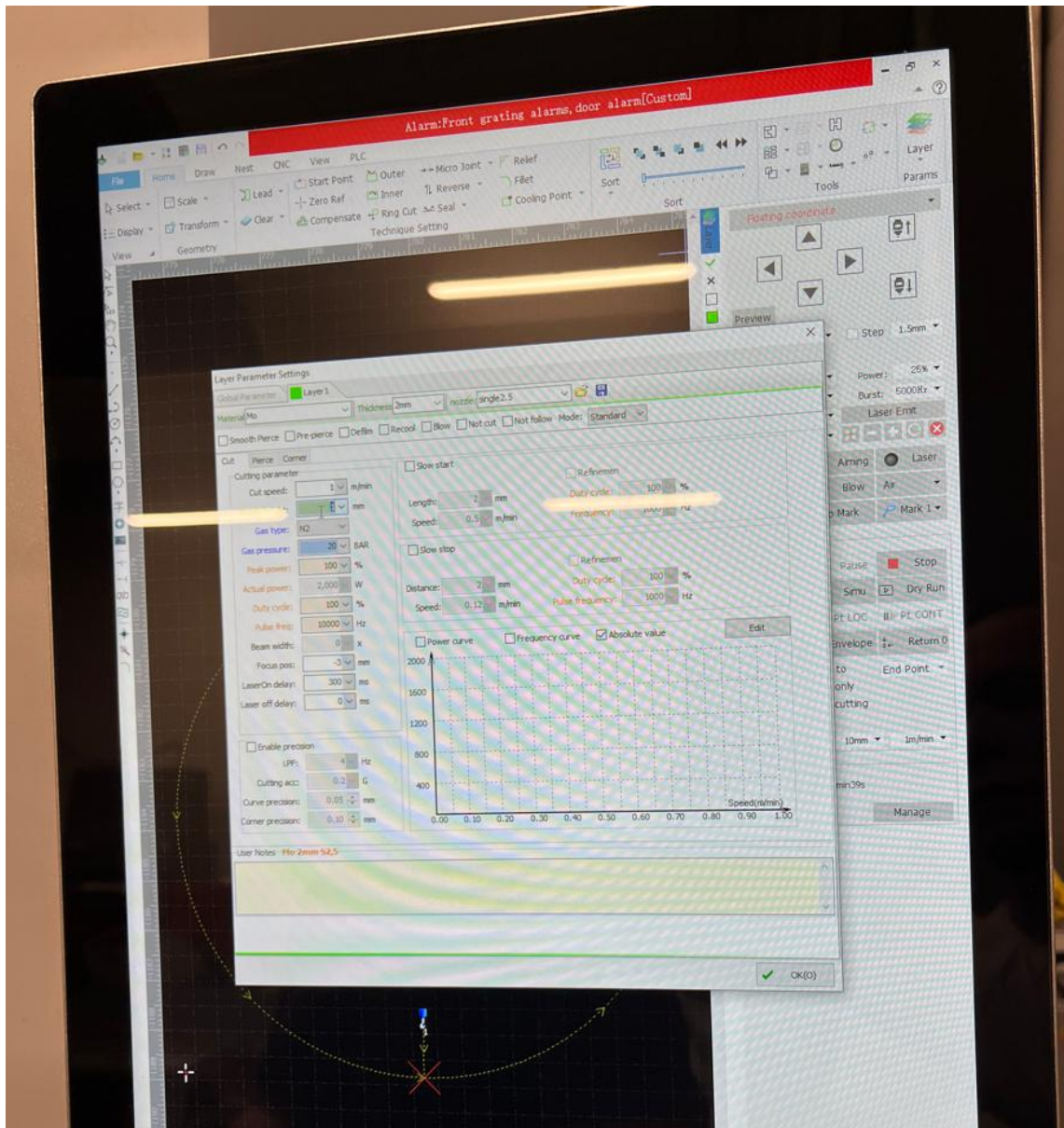


Kuva 6. Laserleikkasemasen sisäpuolelta.

Laserleikkasemasaa käytetään windows-pohjaisella Cypcut-ohjelmalla.

Ohjelmaan voi ladata halutun muodon esimerkiksi .dxf-muodossa, tai piirtää suoraan ohjelmaan. Piirroksiin voidaan myös lisätä ylimääräisiä viivoja sitä varten, jos halutaan että leikkaus puhkaisee levyn kohdasta, joka jää

hukkamateriaaliksi. Leikkausparametrit löytyvät eri "layer" valikoiden takaa, kuten kuvassa 7 näkyy.



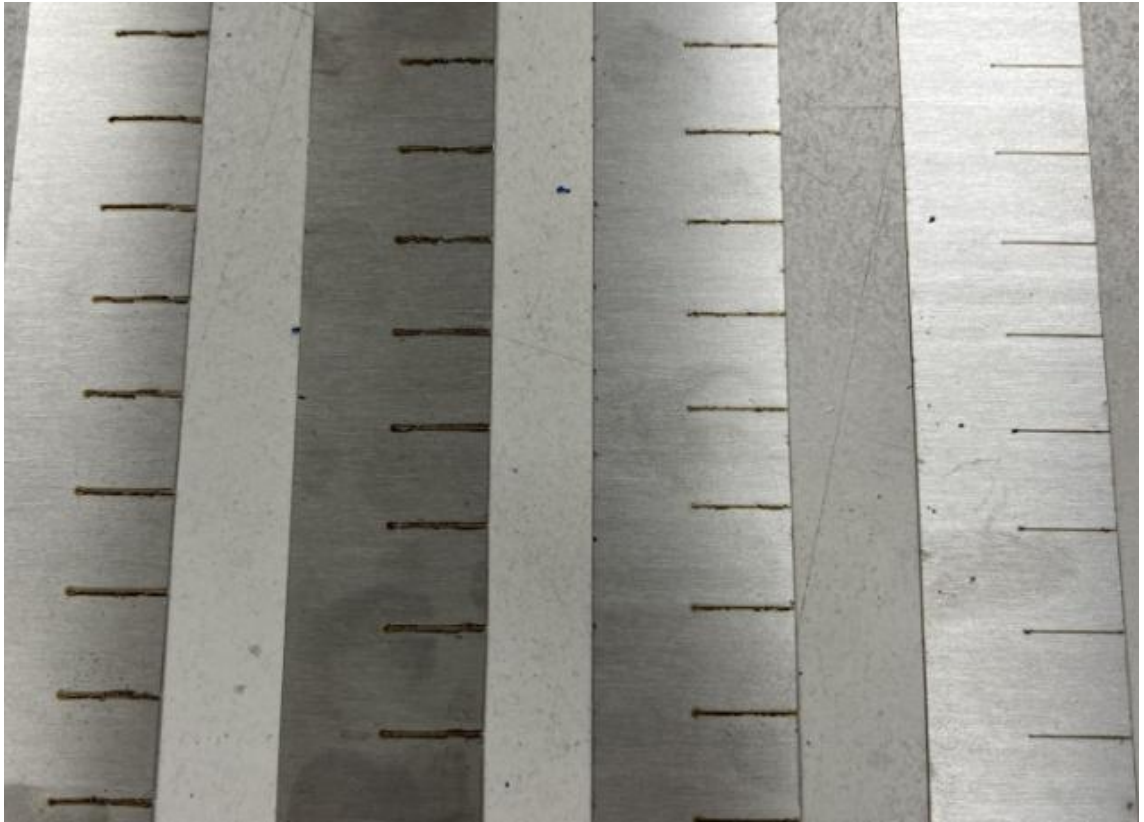
Kuva 7. Cypcut-ohjelman parametrivalikko.

Laserleikkauslaadun vuoksi useita leikkausparametreja pitää säätää. Tärkeimmät parametrit ovat teho, leikkausnopeus, polttopisteen asema, suuttimen geometria, työtäisyys sekä leikkauskaasu ja kaasun nopeus. (Kujanpää ym. 2005, 21.)

Cypcut-ohjelmasta löytyviä leikkausparametrejä ovat leikkausnopeus metreinä minuutissa, suuttimen korkeus millimetreinä, käytetty kaasutyyppi ja kaasun paine, teho ja pulssitaajuus sekä tarkennuspisteen sijainti.

Parametrien haku osoittautui hankalaksi, koska puhdas tantaali tai molybdeeni ovat erikoisia ja harvinaisia materiaaleja leikattaviksi. Materiaaleista ei ollut saatavilla mitään referenssiarvoja. Laserleikkausaseman mukana toimitettiin viitteelliset parametritaulukot yleisempiä materiaaleja, kuten ruostumatonta terästä, tai alumiinia varten. Molybdeenin kohdalla parametrien viilaaminen aloitettiin 2-3 kertaa paksumman ruostumattoman teräksen leikkuuarvoilla ja tantaalin parametrejä lähdettiin etsimään kaksi kertaa paksumman alumiinin parametrien pohjalta käyttöönottokouluttajan ammattitaitoon nojautuen. Parametrien haku kesti useita työpäiviä, mutta hiljalleen tulokset paranivat.

Kuvassa 8 on 0.127mm molybdeeniosia erilaisilla leikkausarvoilla leikattuna. Vasemmalla huonompaa ja oikealla parempaa leikkausjälkeä, kuvattuna leikkaukseen nähden takapuolelta, jonne purseetta muodostuu. Osassa tapauksista purseen muodostumista ei voitu kokonaan estää. Näissäkin tapauksissa leikkausarvoilla pystyttiin vaikuttamaan siihen, miten helppoa purseen poistaminen on.



Kuva 8. Leikkausarvojen vaikutus leikkausjälkeen. Kuva levyn alapuolelta.

Kokeilujen perusteella toimiviksi havaitut parametrit löytyvät taulukosta 2.

Taulukko 2. Löydetyjä leikkausarvoja molybdeeni- ja tantaalilevyille.

Materi aali	Paksuus (mm)	Nopeus (m/min)	Teho (W)	Kaa su	Kaasun paine (Bar)	Suutin (mm)	focus pos (mm)	Leikkauskorkeus (mm)
Mo	0.127	30	800	N2	5	S2.0	0	0.5
Mo	0.3	20	1000	N2	6	S2.0	-1	0.5
Mo	2	2	2000	N2	15	D2.0	-3	1
Ta	0.3	20	560	N2	5	S2.0	-1.5	0.5
Ta	1	20	1600	N2	10	S1.5	0	1
SS	2	10	2000	N2	12	S2.0	-1	0.5

Taulukosta näkyvät käyttäjän määrittämät leikkausarvot, sekä suuttimen koko ja tyyppi. Verrokkina taulukkoon on laitettu leikkausparametrit ruostumattomalle

teräslevylle vahvuudessa 2mm. Taulukosta pysty päättämään yhteisiä tekijöitä eri materiaaleille. Ainoastaan huomataan, että molybdeenin ja ruostumattoman teräksen leikkausarvot ovat muuten lähellä toisiaan samassa levyvahvuudessa, mutta leikkausnopeus on molybdeenilevyllä 5 kertaa hitaampaa.

6 Laserleikkausaseman ohjaus

Laserleikkausasema muodostaa hyvin pitkälti solumaisen yksikkönsä yrityksen tuotantoon. Solulle tyypillistä on itsenäinen toiminta muusta tuotannosta riippumatta. Solulla on omat työntekijänsä ja sitä kohdellaan työnjohdollisesti itsenäisenä yksikkönä. (Lapinleimu ym. 1997, 85–86)

Laserleikkausasemaa voidaan käsitellä solumaisesti, koska käyttäjiä tulee olemaan 1-2, ja kaikki laserleikkausta vaativat tantaali- ja molybdeeniosat kulkevat sen läpi jatkokäsittelyyn.

Aikaisempi malli osien valmistuksessa on ollut seuraavanlainen: Molybdeeni- ja tantaalilevyt on itse tilattu ulkomailta ja toimitettu alihankintayritykseen. Alihankintayritys on tilattaessa valmistanut levyistä halutut kappaleet ja toimittanut ne. Tilaustarve on kulkenut suunnittelusta työnjohdon kautta ostoihin.

Tarkoitus on jatkossa noudattaa samaa tapaa sillä poikkeuksella, että leikkaukset tehdään talon sisällä. Tuotannonohjaukseen haluttiin tehdä mahdollisimman vähän muutoksia tässä vaiheessa.

Tuotannonohjaus toteutetaan siten, että suunnittelusta tulevat tarpeet tuodaan työnjohtoon, joka välittää ja priorisoi tiedon laserleikkausaseman solulle.

Laserleikkausta päätettiin ohjata yksinkertaisella taulukolla, johon työnjohto lisää tarvittavat tiedot työmääräysten toteuttamista varten. Taulukkoon laitettiin projekti- ja piirrosnumerot, kappalemäärät, materiaali ja materiaalivahvuus, sekä päivämäärät, milloin työmääräys annettu ja milloin sen pitäisi olla valmis. Leikkausaseman käyttäjä kuittaa taulukkoon valmiin työn, valmistumispäivämäärän sekä minne on valmiit osat vieny.

Osa leikattavista kappaleista tarvitsee leikkauksen jälkeen taivuttaa. Tämä vaihe tehdään toistaiseksi alihankintana, jota varten leikkausaseman jonotaulukkoon lisättiin sarakkeet taivutuksen tilaus- ja valmistumispäivämäärille

ja tilausnumeroille. Näin työnjohdon on helpompi seurata yhdestä listasta kappaleiden kulkua.

Laserleikkauksen työohjauksesta tehtiin lisäksi kirjallinen ohjeistus.

7 Yhteenveto ja johtopäätökset

Työn aikana havaittiin, että laserleikkausparametrien säätäminen vaatii aikaa ja asiantuntemusta, erityisesti harvinaisten materiaalien, kuten molybdeenin ja tantaalin, osalta. Koulutuksen ja kokeilujen avulla löydettiin kuitenkin toimivat parametrit laadukkaan leikkaustuloksen aikaansaamiseksi.

Aikataulullisesti projekti venyi oletettua pidemmäksi. Laserlähteen toimitusaika oli pitkä, sekä laivaus kesti oletettua kauemmin. Viivästyksiin olisi voitu reagoida paremmin, jos myyjältä olisi saatu aiemmin tarkempaa tietoa. Muuttuvien aikataulujen sovittaminen yrityksen muuhun toimintaan aiheutti jonkin verran haasteita, muilta osin projekti saatiin suhteellisen kivuttomasti valmiiksi.

Laserleikkusaseman käyttöönotto on parantanut tuotannon joustavuutta. Osia voidaan nyt leikata tarpeen mukaan ilman pitkien alihankintatoimitusaikojen aiheuttamia viivästyksiä. Tämä on erityisen tärkeää yksittäisten testikappaleiden ja muiden nopeasti tarvittavien osien osalta.

Tuotannosta nousi esille selkeä halu leikkauttaa myös muista materiaaleista, kuten ruostumattomasta teräksestä ja alumiinista, valmistettavia osia. Suositellaan yritystä tutkimaan mahdollisuuksia laajentaa käyttöä esimerkiksi materiaalivarastoja suurentamalla ja henkilöresursseja kasvattamalla. Huomiota herätti myös taivutuksen tarve osalle leikattavista osista. Suositellaan yritystä tutkimaan mahdollisuutta lisätä taivutuskone tuotantoon. Varsinkin, jos leikattavien materiaalien kirjoa kasvatetaan, taivutettavia osia olisi enemmän. Tämä todennäköisesti tekisi taivutuskoneen lisäämisestä tuotantoon kannattavampaa.

Lähteet

Kujanpää, V.; Salminen, A.; Vihinen, J. 2005. Lasertyöstö.

Lapinleimu, I.; Kauppinen, V.; Torvinen, S. 1997. Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät.

Rensi Finland Oy. <https://www.rensi.fi/tuotteet/kuitulaserit/lf1390-lf1313/>