



Konepajatoiminnan tehostaminen kuitulaserin avulla

Riku Kokko

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2023

Ajoneuvotekniikka
Työkonetekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Ajoneuvotekniikka
Työkonetekniikka

KOKKO, RIKU:
Konepajatoiminnan tehostaminen kuitulaserin avulla

Opinnäytetyö 23 sivua
Huhtikuu 2023

Opinnäytetyön taustana on konepajalle hankitun kuitulaserin tarjoamat mahdollisuudet konepajalla valmistettävien erilaisten hitsauskoonpanojen tuotannon tehostamiseen. Työssä kerrotaan kuitulaserin toiminnasta, sen ominaisuuksista ja erilaisista käyttökohteista sekä vertaillaan sitä konepajalta löytyvään plasmaleikkuriin.

Paljon vaihtelevia projekteja sisältävä konepajatoiminta vaatii kokonaisuuksien valmistamiseen paljon erilaisia työvaiheita. Kokonaisuudet sisältävät usein erilaisia putki- tai palkkirakenteita sekä hitsattavia teräslevyosia. Usein vaaditaan monta erillistä työvaihetta sekä laitetta näiden kokoonpanojen valmistamiseen. Kuitulaserin avulla pystytään toteuttamaan monia näistä työvaiheista nopeasti ja tarkasti mahdollistaen useiden työvaiheiden karsimista.

On hyvin vaikeaa saada toiminnan tehostamisesta numeerista dataa ilman laajoja tutkimuksia ja vertailuja, joten opinnäytetyössä keskitytään kuitulaserin tarjoamien ominaisuuksien ja käyttökohteiden esittelyyn. Lukijalle havainnollistetaan tuloksia parhaan mukaan kuvien avulla sekä pohditaan sanallisesti kuitulaserin vaikutuksia tuotantoon.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Automotive engineering

KOKKO, RIKU:

Improving the machine shop operations with the help of a fiber laser

Bachelor's thesis 23 pages
April 2023

The background for this thesis is fiber laser purchased for the machine shop and the possibilities it offers to improve the efficiency of production in the machine shop. The work talks about the operation of fiber laser, the features, and different uses of it and compares it to a plasma cutter found in the machine shop.

Machine shop operations, which include a lot of varied projects, require a lot of work steps to manufacture the assemblies. The assemblies often contain various pipe or beam structures and weldable steel sheet parts. Often many different operations and machines are required to produce these assemblies. With the help of fiber laser, it is possible to carry out many of these operations at once quickly and accurately giving the possibility of reducing the work step required.

It is very difficult to get numerical data on the improved efficiency of the production without extensive studies and comparisons, so the thesis focuses on the presentation of the features and applications of fiber laser. The results are illustrated for the reader as best as possible with pictures and effects of fiber laser on production are discussed verbally.

Keywords: machine shop, production, improvement

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	KUITULASERIN KOMPONENTIT	6
2.1	Leikkuupää.....	8
2.2	Suuttimet.....	9
3	LASER- JA PLASMALEIKKAAMISEN TOIMINTA JA EROT.....	11
3.1	Leikkausprosessit.....	11
3.1.1	Kuitulaserilla leikkaaminen paineilmaa käyttäen	11
3.1.2	Kuitulaserilla leikkaaminen happea käyttäen	12
3.1.3	Plasmalla leikkaaminen	14
3.2	Leikkuunopeus	14
3.3	Tarkkuus	15
3.4	Levyvahvuus	16
4	KUITULASERIN MUUT OMINAISUUDET JA HYÖDYT	17
4.1	Putkien leikkaaminen	17
4.2	Mahdollisuus leikata muitakin materiaaleja	18
4.3	Kaivertaminen	19
5	POHDINTA	20
	LÄHTEET.....	23

1 JOHDANTO

Tässä työssä tutkitaan konepajatoiminnan tehostamista kuitulaserin avulla sekä esitellään kuitulaseria laitteena sekä sen monia käyttökohteita. Aiheeseen paneudutaan kiinalaisen valmistajan Bodorin CT-sarjan yhdistelmälaserin pohjalta. Käytössä olevan mallin tärkeimpinä ominaisuuksina mainittakoon kuuden kilowatin teholähde, automaattinen polttopisteen säätö, levypuolella 3048 x 1524 millimetrin työalue automaattisella vaihtopöytäjärjestelmällä, putkipuolella putkien suurin nimellispituus 6 metriä ja suurempien etu- ja takapyöritysyksiköiden ansiosta leikattavien putkien suurin halkaisija Ø350mm.

Kyseinen kokoonpano mahdollistaa muun muassa levyosien leikkaamisen noin 20 millimetrin levyvahvuuteen asti ja suurien putkien leikkaamisen tarkasti CNC-ohjauksen ansiosta. Kuitulaser mahdollistaa monimutkaistenkin geometrioiden leikkaamisen suurella tarkkuudella, osien merkkäamisen kaivertamalla ja muidenkin materiaalien kuin metallin leikkaamisen. Hyvän leikkuupinnanlaadun ansiosta tiettyjen osien myöhempi käsittely vaatii vähemmän aikaa ja esimerkiksi osien putsamiseen tai tiettyihin koneistuksiin aiemmin käytetty aika voidaan käyttää tehokkaasti muuhun.

Konepajatoiminnan tehostamisen tutkiminen numeerisina arvoina tai tilastoina on hankalaa, mutta tässä työssä käytetään vertailukohteena konepajalta löytyvää plasmaleikkuria muun muassa leikkuunopeuksia vertailtaessa, mutta suurin osa arvioinnista on omiin kokemuksiin perustuvia havaintoja päivittäisestä työympäristöstä.

Syynä työlle on oma kiinnostus, kokemukset työnjohtajana konepajalla sekä kokemukset kuitulaserin käyttämisestä osana monipuolista osien valmistamista konepajaympäristössä. Ulkopuolisen silmään yksinkertaiselta leikkauslaitteelta vaikuttava kuitulaser sisältää kuitenkin monimutkaista tekniikkaa ja sen käyttäminen vaatii koneenkäyttäjältä vahvaa ammattitaitoa ja kokemusta. Asiantuntevalla käytöllä se kuitenkin kokonaisuutena mahdollistaa vaativien ja tarkkojen osien valmistamisen hyvin tehokkaasti niin ajankäytön kuin hukkamateriaalin ja myöhempien työvaiheiden kokoonpanon ajansäästön osalta.

2 KUITULASERIN KOMPONENTIT

Kuitulaserin käyttämiseen tarvitaan itse leikkuupään lisäksi useita laitteita kuten kompressori, teholähde ja jäähdytin. Kuvasta 1 nähdään yleiskuvaa Bodorin CT-sarjan yhdistelmälasera. Oikealla puolella kokonaisuutta ikkunapaneelin takaa löytyy leikkuupöytä, tämän vasemmalla puolella oven takana putkipuoli. Itse laserin ympärille on rakennettu kehikko, jonka avulla tason päälle on saatu sijoitettua aiemmin mainitut laitteet.



Kuva 1. Bodor CT-sarjan yhdistelmälasera, Riku Kokko

Kuvassa 2 nähdään tarkemmin laserin yläpuolelle sijoitettuja laitteita. Kuvassa etualalla vasemmalta oikealle on kompressorin kuivain, kompressorin säiliö, ruuvikompressori. Ruuvikompressorin takaa löytyy laserin keskusyksikkö, jonka sisältä löytyy esimerkiksi laserin ohjaamiseen vaadittava tietokone ja servovahvistimet. Keskusyksikön vieressä oikealla nähdään Maxphotonicsin valmistama kuuden kilowatin teholähde. Viimeisenä kuvassa oikealla on jäähdytin leikkuupäässä kiertävän jäähdytysnesteen viilentämistä ja kierrättämistä varten.



Kuva 2. Yleiskuva laserin katolta, Riku Kokko

2.1 Leikkuupää



Kuva 3. Laserin leikkuupää putkipuolen etupakan edessä, Riku Kokko

Kuvassa 3. nähdään laserin leikkuupää putkipuolella etummaisena pyörityspakan edessä. Ylimmäisenä päässä nähdään siihen virtalähteeltä vedetty valokuitukaapeli. Ympäriällä kiertävät jäähdytysnesteen tulo- ja lähtöletkut. Näiden alapuolelta leikkuupäästä löytyy kollimaattori, jolla valokuidussa kulkeva valo saadaan kollimoitua vapaassa aineessa kulkevaksi lasersäteeksi. (Paschotta, 2023). Kollimaattorilinssejä tästä leikkuupäästä löytyy kaksi. Kollimaattorin alta löytyy focusyksikkö, josta löytyvillä linsseillä saadaan säädettyä lasersäteen polttopisteen sijaintia, myös focuslinssejä leikkuupäässä on kaksi. Focusyksikön yhteydestä löytyy sarja suojalinssejä, joita tämän mallin leikkuupäässä on yhteensä kolme kappaletta, kaksi alasuojalinssiä focuslinssien alapuolella sekä yksi yläsuojalinssi ennen kollimaattorilinssejä. Focusyksikön kyljessä nähdään leikkuupään tiedonsiirtokaapeli, jonka kautta leikkuupää ilmoittaa keskusyksikölle esimerkiksi kapasitanssin muutoksista. Alimpana leikkuupäästä löytyy ke-raami, johon liitetään kierteille pyörittämällä itse suutin.

Leikkuupään liikkeet tapahtuvat lineaarijohteita pitkin servomootoreiden avulla, mikä mahdollistaa hyvin tarkat liikkeet. Leikkuupää on kiinnitettyä omaan kelkkaansa, joka liikkuu koordinaatistossa Z-akselin suuntaisesti. Itse kelkka on kiinnitettyä suurempaan kelkkaan, jonka avulla leikkuupäätä pystytään liikuttamaan X-akselin suuntaisesti. Y-akselin liikkeet mahdollistetaan liikuttamalla tätä suurempaa kokonaisuutta levypuolella työalueen pituussuunnassa ja putkipuolella liikuttamalla leikattavaa putkea takapyörityspakan avulla eteen- ja taaksepäin.

2.2 Suuttimet



Kuva 4. Double- ja single-layer -suutin, Riku Kokko

Laserissa joudutaan käyttämään leikkuuprosessien erojen takia leikattavan materiaalin ja levyvahvuuden mukaan erilaisia suuttimia. Kuvassa 4 nähdään kaksi

erilaista käytössä olevaa suutinta. Ylempää double-layer -suutinta käytetään paksuilla hiiliteräksillä, jos apukaasuna käytetään happea. Alempaa single-layer -suutinta käytetään esimerkiksi leikatessa ruostumatonta terästä. Suuttimen valitseminen vaikuttaa merkittävästi leikkuujälkeen ja käytettäviin parametreihin. Bodorin käyttöohjekirjan mukaan voidaan yleisesti ajatella, että pienempi suuttimen halkaisija aiheuttaa suuremman kaasun virtausnopeuden, jolloin sulan materiaalin poistaminen on tehokkaampaa, joka tekee siitä hyvän valinnan esimerkiksi ohutlevyjen leikkaamista varten. Suuremmalla halkaisijalla kaasun virtausnopeus taas on pienempi ja sulan materiaalin poistaminen heikompaa, jolloin se sopii paremmin paksujen levyjen hitaaseen leikkaamiseen. (Bodor, 2018.)

3 LASER- JA PLASMALEIKKAAMISEN TOIMINTA JA EROT

3.1 Leikkausprosessit

Konepajalla leikattavien osien levyvahvuus ja putkien seinämävahvuus vaihtelee pääasiassa 2-6 millimetrin välillä, mutta levyosia leikataan myös tätä paksuudesta levyistä ja putkien seinämävahvuuksista aina 20 millimetriin asti. Leikattaessa ensinnä mainittuja paksuuksia on mahdollista käyttää leikkausprosessissa apukaasuna paineilmaa, joka mahdollistaa hyvin kustannustehokkaan ja nopean leikkaamisen. Kalliimpi vaihtoehto on typpi, jonka tarkoituksena on syrjäyttää happi leikkuuprosessista, jolloin leikattavaan kappaleeseen ei pääse muodostumaan esimerkiksi hapettumia tai lämmöstä johtuvia värimuutoksia. (Generon 2018.) Paksumpia hiiliteräksiä leikatessa apukaasuna käytetään happea, mutta tässä tapauksessa laserin toiminta ja leikkausprosessi on hyvin erilainen.

3.1.1 Kuitulaserilla leikkaaminen paineilmaa käyttäen

Leikattaessa ohutta levyä ja käytettäessä paineilmaa apukaasuna, perustuu leikkausprosessi leikattavan metallin sublimoitumiseen. Suurienergisestä ja tarkasti kohdistetun lasersäteen tuottaman lämmön ansiosta metalli muuttuu muotoaan suoraan kiinteästä olomuodosta höyryksi. Korkeapaineinen paineilma puhalttaa syntyneestä leikkuu-urasta kaiken pois samalla suojaten leikkuupäätä ja estää mahdollisten metalliroiskeiden kulkeutumisen leikkuupään sisään suoja-linssiin.

Kuitulaserin hyötysuhde energiankulutuksen osalta on korkea. Artikkelissaan Shane Zang vertaa kuitulaseria vanhempaa tekniikkaa olevaan hiilidioksidilaseriin ja kertoo kuitulaserin energiankäytön olevan kolmesta viiteen kertaa pienempi kuin hiilidioksidilaserilla, joka tarkoittaa kuitulaserin hyötysuhteen olevan yli 86%. (Zang, 2018.) Kaasuja vertailtaessa voidaan todeta kaasuna paineilman olevan hyvin edullista verrattuna muihin mahdollisiin apukaasuihin kuten happeen ja

tyypeen. Paineilmaa pystytään muodostamaan kompressorilla, jolloin suurimpana kustannuksena on kompressorin käyttämä sähkö ja leikkuunopeudet voivat olla paljon suurempia paineilmaa käytettäessä. Huonoina puolina paineilmaille leikatessa on, ettei levyaksuuden kasvaessa levyosien reunaan syntyvä purse alkaa kasvamaan liian suureksi eikä leikkuupinnanlaatu ole enää hyvä. Kuvasta 5. nähdään pientä pursetta putken sisälaidalla, mutta leikkuupinnan siistiminen esimerkiksi mekaanisesti on tässä vaiheessa vielä pieni työ.



Kuva 5. Ø48,3 putken leikattu reikä paineilmaa käyttämällä, Riku Kokko

3.1.2 Kuitulaserilla leikkaaminen happea käyttäen

Leikkaamisessa apukaasuna on mahdollista käyttää esimerkiksi happea ja typpeä. Typpeä ei meillä konepajalla ole käytössä, joten vertailussa paineilmaille leikkaamiseen käytämme happea. Hapella leikatessa on mahdollista leikata

paksumpia materiaaleja kuin paineilmalla ja oikein säädettynä leikkuupinnanlaatu on parempi kuin paineilmalla. Huonoina puolina mainittakoon hitaampi leikkuunopeus sekä suuremmat käyttökustannukset.

Tässä tapauksessa sublimoitumisen sijaan lasersäde kohdistaa pienelle alueelle suuren määrän energiaa lämmittäen leikkauspistettä, johon samaan aikaan tuodaan happea. Tämä aiheuttaa kappaleen pinnassa eksotermisen reaktion, jonka avulla metalli saadaan sulatettua leikkuu-urasta. Samalla kaasunpaine poistaa leikkuu-urasta sulaa materiaalia. (Generon, 2018.)



Kuva 6. Leikkuupinta 20 millimetrin S355 levyssä, Riku Kokko

Kuvasta 6. nähdään 20 millimetrin levyssä leikkuupinta leikkuun jälkeen. Yläosa leikkuupinnasta on hieman röpelöinen, joka johtuu todennäköisesti hieman epätasaisesta materiaalin sulamisesta. Leikkuupinnan alaosa on kuitenkin siisti ja tasainen, joten materiaalin sulaminen on tehostunut syvemmillä ja sula materiaali on päässyt poistumaan leikkuu-urasta tasaisemmin.

3.1.3 Plasmalla leikkaaminen

Plasmaleikkauksessa sulatusprosessi on hyvin samankaltainen kuin kuitulase-
rilla hapella leikatessa. Korkealämpöistä ionisoitua kaasusuihkua käytetään su-
lattamaan leikattavaa materiaalia ja poistamaan materiaalia leikkuu-urasta. Pro-
sessissa leikkuupäässä oleva elektrodi toimii katodina ja leikattava kappale ano-
dina ja näiden välille muodostuu valokaari. Elektrodi on leikkuupäässä vesi- tai
ilmajähdytteisessä suuttimessa, joka supistaa valokaarta aiheuttaen nopean ja
korkealämpöisen plasmasuihkun syntymisen. Plasmasuihkun osuessa leikatta-
vaan kappaleeseen ionisoitu kaasu palautuu takaisin normaaliin olotilaansa va-
pauttaen suuren määrän lämpöä ja kaasunpaine puhaltaa sulan metallin pois
leikkuu-urasta. Plasmaleikkaamisen edellytyksenä leikattavan materiaalin on ol-
tava sähköä johtavaa, kuten esimerkiksi teräslevy. (The Welding Institute, 2023.)

3.2 Leikkuunopeus

Ohutta materiaalia, levyvahvuus yhdestä viiteen millimetriä, voidaan kuitulase-
rilla leikata suurilla nopeuksilla. Leikkuupään liikkeitä ohjataan usealla servo-
moottorilla, jolloin liikkeet ovat nopeita ja tarkkoja. Esimerkiksi tällä hetkellä käy-
tössä olevat parametrit kahden millimetrin ruostumattomalle teräkselle toimivat
leikkuunopeudella 6,5 metriä minuutissa ja leikkuupää saavuttaa kyseisen no-
peuden hyvin nopeasti. Todellisuudessa itse koko leikkuuprosessi ei toimi ky-
seisellä leikkuunopeudella, koska geometrioiden harvoin ollessa pelkästään
suoria viivoja, täytyy leikkuupään nopeutta hidastaa ja kiihdyttää. Lisäksi pika-
liikkeet leikattavien kappaleiden välillä ja lävistykset vievät aikaa.

Paksummilla levyillä, levyvahvuus 10-20 millimetriä, leikkuunopeus tippuu vain
murto-osaan poistettavan materiaalin määrän kasvaessa sekä rakenneteräksillä
myös leikkuuprosessin luonteen muuttuessa. Materiaalin sulattaminen hapen
avulla vaatii enemmän aikaa ja molemmissa leikkuuprosesseissa jo itse levyn
lävistäminen joudutaan tekemään kahdessa tai kolmessa vaiheessa. Käytän-
nössä levyn lävistäminen tehdään tässä tapauksessa laittamalla lasersäde
päälle usean eri askeleen aikana, jotka kukin ovat huomattavasti korkeammalla

kuin itse leikkuukorkeus. Lasersäde on päällä keskimäärin 500 millisekuntia kerrollaan poistaen pienen kerroksen materiaalia. Tällä tavalla voidaan kaivertaa materiaalia pois ennen itse varsinaista lävistystä ja leikkaamisen aloittamista. Itse leikkuunopeus esimerkiksi 20 millimetriä paksulla rakenneteräslevyllä se on noin 1-1,2 metriä minuutissa.

Plasmalla leikatessa leikkuunopeudet ohuilla levyillä, levyvahvuus 3-5mm, ovat noin 3,5 metriä minuutissa ja esimerkiksi 20 millimetriä paksulla rakenneteräksellä leikkuunopeus on vain 1 metri minuutissa, joka on samaa luokkaa kuitulaserin kanssa. Lisäksi kyseisen plasman pikaliikkeet ovat hitaita ja itse lävistys sekuntikellolla mitattuna kestää noin 3 sekuntia.

3.3 Tarkkuus

Bodor ilmoittaa laserinsa tarkkuudeksi 0,05 millimetriä ja toistuvassa liikkeessä 0,03 millimetriä. Levyvahvuuden kasvaessa leikkuu-urasta tulee kalteva, mutta Bodorin mukaan heidän kuitulaserillaan levyvahvuudesta riippuen railon kaltevuus on keskimäärin noin 0,10-0,20 millimetriä. (Bodor. 2016.) Katalonian tekniiksessä yliopistossa suoritettussa tutkimuksessa vertailtiin eri parametrien vaikutusta muun muassa leikkuu-uran pinnanlaatuun ja leikkaamisen tarkkuuteen kuitulaserilla. Tutkimuksessa säädettäviä parametreja olivat lasersäteen taajuus, pulssinleveys, leikkuunopeus ja teho. Leikkuut tehtiin 0,8mm paksuiselle ruostumattomalle teräslevylle leikkaamalla 10 millimetriä * 10 millimetriä kokoisia neliöitä. Lopputuloksena mittavirheet vaihtelivat parametreista riippuen 0,22% ja 0,93% välillä (Buj-Corral, Costa-Herrero, & Domínguez-Fernández, 2021.) Mittavirheitä parametrien pystytään vähentämään parametrien lisäksi esimerkiksi kompensoimalla leikkuu-uran leveyttä leikkaamalla hieman ulompana kappaleen aitoon geometriaan nähden ja vastaavasti sisägeometrioiden kohdalla sisempänä.

3.4 Levyvahvuus

Konepajalla käytössä olevalla plasmalla päästään läpi jopa 40 millimetriä vahvasta levystä. Kyseisellä levyvahvuudella leikkuujälki ei ole enää hyvä, mutta esimerkiksi aihoiden leikkaaminen koneistusta varten on mahdollista. Kuitulaserilla tällä virtalähteellä paksuin leikattava levyvahvuus on 20 millimetriä, mutta teoriassa olisi mahdollista jopa leikata 25 millimetriä vahvaa levyä. Käytännössä kuitenkin niin vahvoille levymateriaaleille on harvoin sovelluksia, ja leikkuujäljen huonontumisen myötä vaatisivat leikattavat kappaleet enemmän jälkikäsittelyä leikkuun jälkeen.

4 KUITULASERIN MUUT OMINAISUUDET JA HYÖDYT

4.1 Putkien leikkaaminen

Työssä tutkimuksen kohteena ollut yhdistelmälasersisäntä levypuolen lisäksi myös putkipuolen. Leikkuupään siirtäminen levy- ja putkipuolen välillä on nopea operaatio, mikä auttaa paljon hyvin vaihtelevassa projektityöskentelyssä. Leikatavan kappaleen suurin pituus on noin 6,5 metriä ja lisävarusteena ostetun suuren etupakan ansiosta suurin halkaisija pyöreillä putkilla on 350 millimetriä ja neliöputkipalkeilla 230 x 230 millimetriä. Putkipuolella kappaleet kiinnitetään etu- ja takapyörityspakoihin. Kuvassa 7. nähdään takapyörityspakka, johon leikkattava putki kiinnitetään erilaisia leukoja käyttäen, joihin puristusvoima tuotetaan servomootoreiden avulla. Putkea pystytään pyörittämään vapaasti mihin tahansa kulmaan ja kuinka monta kierrosta tahansa. Itse takapyörityspakan kelkka liikkuu kuvassa näkyviä johteita pitkin.



Kuva 7. Putkipuolen takapyörityspakka, Riku Kokko

Kuvassa 8. nähdään yksi putkipuolen parhaita puolia monipuolisessa projektityössä. Erilaisia valmistettavia putkirakenteita on paljon ja putkien liittäminen toisiinsa vaatii lähes aina jonkinlaisen satulapinnan. Laserin avulla tämä on mahdollista tehdä nopeasti ja siististi säästään aikaa ja vaivaa koneistamisen osalta. Nykyaikaisten CAD-ohjelmistojen avulla osien sovittaminen ja muokkaaminen on vaivatonta.



Kuva 8. Satulapinta Ø21,3 putkessa, Riku Kokko

4.2 Mahdollisuus leikata muitakin materiaaleja

Kuitulaseria voidaan käyttää muidenkin materiaalien kuin erilaisten metallien leikkaamiseen. Laserilla on mahdollista leikata esimerkiksi puuta, muovia tai vaikkapa eristevillaa. Konepajalla harvoin, jos koskaan, on tarvetta leikata muuta kuin metallia, mutta kuitulaserilla on mahdollista leikata esimerkiksi koristeita laserleikkaamiseen erikseen tarkoitettua vanerista.

4.3 Kaivertaminen

Kuitulaserin avulla tehtäessä useita erilaisia osia kokoonpanoja varten, on kaivertaminen todettu todella tehokkaaksi tavaksi pysyä perillä valmistettavista osista koko tuotannon ajan. Vaihtelevia projektitöitä tehtäessä osia voi olla parhaillaan useaan kymmeneen eri työhön ja niiden erottelu toisistaan voi olla hankalaa ilman merkkausta. Kuitulaser hoitaa sen todella nopeasti ja tarkasti. Kaivertaminen tapahtuu ajamalla merkattavat geometriat pienellä teholla ja suurella leikkuunopeudella korkeammalta kuin tavallisesti leikatessa. Tätä hyväksi käyttämällä voidaan osiin merkata myös esimerkiksi särmäysviivoja, josta on suuri apu esimerkiksi kuvassa 9. näkyvien muunnoskartioiden tamppaamisessa.



Kuva 9. Kappaleeseen kaiverrettuja särmäysviivoja, Riku Kokko

5 POHDINTA

Investointina kuitulaser on yritykselle suurehko, hinnan riippuessa valmistajasta, kuitulaserin koosta niin leikkuualueen kuin virtalähteen osalta sekä laserin tyyppistä ominaisuuksien ja lisävarusteiden osalta. Valmistajia on todella paljon ja viime vuosina kiinalaiset valmistajat ovat alkaneet laitteillaan vallata markkinoita eurooppalaisilta ja yhdysvaltalaisilta valmistajilta, tässäkin työssä käsitellyn kuitulaserin on valmistanut kiinalainen Bodor ja valmistaja onkin Suomessa todella suosittu, laitteita on myyty Suomeen useita kymmeniä ja Suomesta löytyy heidän valtuuttamansa jälleenmyyjä, joka hoitaa laitteiden asennukset ja huollot.

Kiinalaisten valmistajien kuitulaserit ovat esimerkiksi eurooppalaisten kilpailijoiden valmistamiin verrattuna edullisempia, mutta tässä tapauksessa edullisempi hinta ei kuitenkaan tarkoita huonoa. Kiinan ollessa maailman suurin tuottajamaa, on heillä myös suuret markkinat rajojensa sisällä ja kuitulaserien valmistaminen onkin paljon kilpailtu ala ja eurooppalaisen kuitulaserin ostajan kannalta tämä on positiivinen asia. Varaosia valmistetaan paljon ja niitä on hyvin saatavilla Kiinasta suoraan valmistajilta. Lisäksi laitteet ovat jo suurella otannalla testattuja paikallisten markkinoiden toimesta, jolloin suurimmat ongelmat on pystytty korjaamaan ennen laitteiden myymistä ulkomaalaisille markkinoille sekä varsinkin nestausohjelmistot saavat usein päivityksiä tuoden uusia ominaisuuksia sekä korjaten vanhoja bugeja.

Kuitulaseria hankittaessa on mietittävä konepajalla valmistettavia tuotteita. Jos tehdään suursarjatuotantona esimerkiksi tietyn tyyppisiä putkiosia vain muutamasta eri putkikoosta, voi järkevintä olla investoida putkilaseriin yksinkertaisella leikkuupäällä ja manuaalisella polttopisteen säädöllä. Jos taas tuotanto koostuu hyvin monipuolisesta levy- ja putkiosia ja vieläpä useista eri materiaaleista ja materiaalivahvuuksista sisältävistä projekteista, voi kaikkein tehokkain ratkaisu olla tässäkin työssä käsitelty yhdistelmälasermuokkama leikkuupäällä, joka hoitaa polttopisteen säätämisen automaattisesti.

Tuotannon tehostamisesta kuitulaserin avulla on hyvin hankala ilman suurempia tutkimuksia saada mitään numeerista dataa. Suurimmaksi osaksi siis konepaja-

tuotannon tehostamista onkin arvioitava omakohtaisten kokemusten perusteella. Voidaan kuitenkin kuvitella esimerkiksi tilanne, jossa tarvitaan metrin pituisia kappaletta Ø48,3x3 teräsputkesta. Putkiin on tehtävä kaksi riviä 10 millimetrin halkaisijalla olevia reikiä 100 millimetrin reikävälillä ja rivit ovat 15 astetta keskilinjasta vastakkaisiin suuntiin. Reiät porataan CNC-jyrsimellä, mutta ensin on kappaleet sahattava, tehtävä ohjelma poraukselle ja rakennettava jigi putkien kiinnittämiseksi sekä kääntämiseksi tasan 30 astetta ensimmäisten reikien poraamisen jälkeen. Jo jonkinlaisen pyöritysijin suunnittelemisen ja rakentaminen tyhjästä vie paljon työaika ja jo tässä vaiheessa kappaleen valmiiksi saamiseen on vaadittu useita työvaiheita. Putkilaserin ollessa käytössä kappaleen valmistamiseksi vaaditaan 3D-malli putkiosasta, putken kiinnittäminen putkilaseriin ja itse leikkaaminen. Osa saadaan valmiiksi murto-osassa aiempaan menetelmään käytetystä ajasta ja tämän tyyppisten töiden toistuesssa erilaisina hyvin usein tuotannossa, on kuitulaserista ajankäytön kannalta korvaamattoman suuri hyöty. Lisätään edelliseen putkiosaan vielä hitsattava sivuhaara, mikä vaatii satulapinnan ja levystä leikattavat hitsattavat tulppalevyt päihin niin käytetystä työajasta ei voida enää puhua edes samassa mittakaavassa.

Suoranainen tuotannon tehostaminen ei ole ainoa asia, jota kuitulaserilla saavutetaan. Se luo yritykselle hyvän mahdollisuuden erottua kilpailijoistaan, jos on mahdollista markkinoida esimerkiksi kykyä valmistaa nopeasti, tehokkaasti ja tarkasti vaikkapa monimutkaisia putkipalkkeja. Yhdistelmälaservarustettuna putkilaserilla mahdollistaa tämän ja kilpailijoilla samanlaisten osien valmistamiseen menisi enemmän aikaa, se olisi kalliimpaa tai huonoimmassa tapauksessa kyseisten osien valmistaminen ei onnistuisi ollenkaan. Suomesta siirretään jatkuvasti tuotantoa ulkomaille kustannussyistä, jolloin menestymisen vaaditaan erikoistumista tai jotain erityisiä tuotteita, mitä ei muualla pystytä valmistamaan. Tämä luo yritykselle hyvän mahdollisuuden saada etu kovasti kilpailluilla markkinoilla. Markkinoinnin lisäksi se avaa yhden oven tuotannon kehittämiselle esimerkiksi kokoonpanovaiheessa. Kaiverusominaisuuden ansiosta esimerkiksi kokoonpanossa kiinnitettävät osat on mahdollista merkata levyysiin tai putkiin, mikä omalta osaltaan vähentää esimerkiksi tuotteiden kasaamista varten rakennettavien ”jigien” suunnitteluun ja valmistamiseen kulutettavaa aika tai kokoon-

panijan käyttämää aikaa esimerkiksi osien paikoittamiseen. Suuremmassa mitakaavassa voidaan kokoonpanojen ja osien suunnitteluasteella ottaa huomioon osat ja rakenteet, joiden valmistamista voidaan nopeuttaa laserin avulla.

Kokonaisuutena kuitulaser on hyvin monipuolinen ja kompakti työkalu konepajatoiminnan kehittämiseen. Nopeuden, tarkkuuden, monikäyttöisyyden ja kustannustehokkuutensa ansiosta se maksaa itsensä nopeasti takaisin hankintakustannuksista huolimatta ja mahdollistaa monipuolisemman konepajatoiminnan. Sen avulla on mahdollista korvata vanhoja työtapoja tai kehittää jo olemassa olevia sekä nopeuttaa lähes kaikkea konepajalla tapahtuvaa kokoonpanotyötä.

LÄHTEET

Bodor. 16.8.2016. The advantage of fiber laser cutting machine. Verkkosivu. Viitattu 12.4.2023. <https://www.bodor.com/de/news/company/2473.html>

Bodor. 2018. Fiber laser cutting principles. Viitattu 12.4.2023

Buj-Corral, I, Costa-Herrero, L & Domínguez-Fernández, A. 2021. Effect of Process Parameters on the Quality of Laser-Cut Stainless Steel Thin Plates. 31.7.2021. MDPI

Generon. 9.11.2018. Oxygen vs. Nitrogen Laser Cutting: Which is Better?. Verkkosivu. Viitattu 14.3.2023. <https://www.generon.com/oxygen-vs-nitrogen-laser-cutting-which-is-better/>

Paschotta, R. Fiber collimators. Verkkosivu. Viitattu 12.4.2023. https://www.rp-photonics.com/fiber_collimators.html

Zhang, S. 1.3.2023. The Accuracy of Fiber Laser Cutting – Explained. MachineMfg. Verkkosivu. Viitattu 18.3.2023. <https://www.machinemfg.com/how-accurate-is-fiber-laser-cutting/>

The Welding Institute. 2023. What is Plasma cutting? Verkkosivu. Viitattu 14.3.2023. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/faq-what-is-plasma-cutting>

