



Karelia-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Konetekniikka

Automatisoidun särmäyssolun kehittäminen

Jere Kantelinen

Opinnäytetyö, Helmikuu 2024

www.karelia.fi



Karelia
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2024
Konetekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä(t)
Jere Kantelinen

Nimeke
Automatisoidun särmäyssolun kehittäminen

Toimeksiantaja
Ouneva Oy

Tiivistelmä

Särmäys on yleinen ohutlevytyömenetelmä. Särmäyspuristimella voidaan taivuttaa levyjä teollisuuden eri tarpeisiin. Usein särmäyspuristimia käyttävät ihmiset, mutta automaation yleistyessä myös robotit voivat hoitaa särmäyksen. Automatisaatio voi vaikuttaa työntekijöiden työkuvaan, mutta myös lisätä yrityksien kilpailukykyä sekä työntekijöiden määrää.

Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin automatisoidun särmäyssolun kehittämiseen ja sen tuottavuuden parantamiseen. Tavoitteena oli myös saada suurimmat kappale-erät automatisoitua, jotta työntekijä vapautuisi pienempien sarjojen ja vaihtelevampien töiden pariin.

Särmäyssoluun rakennettiin uusi tarttuja ja noutopaikka sekä kehitettiin kappaleitten pinoamista EUR-lavoille. Useiden kappaleitten vuoksi tarttuja tehtiin säädettäväksi, jotta koneenkäyttäjän ei tarvitse joka kerta vaihtaa uutta tarttujaa robottiin. Noutopaikkaa isonnettiin, jotta kappaleita saadaan kerralla enemmän tuotettavaksi. Pinoamista myös kehitettiin niin, että saatiin enemmän kappaleita mahdutettua EUR-lavalle.

Kieli
suomi

Sivuja 23

Asiasanat
särmäys, robotiikka, automatisointi, särmäyssolu



THESIS
February 2024
Degree Programme In Mechanical and Mechanical Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author (s)
Jere Kantelinen

Title
Developing an Automized Press-Brake Cell

Commissioned by
Ouneva Oy

Abstract

Press-brake bending is a common sheet metal working method. With a press-brake metal sheets can be bent to accommodate many different industrial needs. As automation becomes more widespread, robots have the potential to replace the need for human operators in the bending process. Automation can also affect the roles of employees but can also increase the competitiveness of companies and the number of employees.

This thesis focuses on the development of a robotic cell for the press-brake bender and improving its productivity. An additional objective was to automate the manufacturing of larger quantities of components while enabling employees take over more varied tasks and smaller production runs. The bending cell includes a robot that retrieves the blank from the pick-up location and delivers it to the press-brake bender for bending.

A new gripper and pick-up location were constructed for the robotic cell, and a system for stacking the components onto EUR-pallets was developed. The gripper was made adjustable due to the production of multiple different pieces. Adjustable gripper eliminates the need for the machine operator to change the gripper between different products. The pick-up location was expanded to increase the quantity of blanks. Additionally, improvements were made in the stacking process to accommodate a greater number of products onto the EUR-pallet.

Language
Finnish

Pages 23

Keywords
press-brake bending, robotics, automatization

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Toimeksiantajan esittely.....	5
2.1	Historia	5
2.2	Nykypäivä	6
2.3	Ouneva Oy, Vilvasen yksikkö	7
3	Särmäys.....	7
3.1	Yleistä.....	7
3.1.1	Erilaisia särmäysmenetelmiä	8
3.1.2	Vapaataivutus eli ilmapäälisärmäys	8
3.1.3	Pohjaniskusärmäys.....	9
3.1.4	Elastisen vastimen käyttö	9
4	Robotiikka	10
4.1	Automaation yleistymisen	10
4.2	Erilaiset robottien käyttötavat teollisuudessa	11
5	Konekanta.....	12
5.1	Cone1600-särmäyspuristin	12
5.2	Motoman-robotti.....	13
5.3	Solun layout.....	14
6	Työn toteutus ja tulokset	15
6.1	Osien määrittäminen.....	15
6.2	Tarttujan teko	15
6.2.1	Tarttujan vaadittavat ominaisuudet	15
6.2.2	Tarttujan valmistus	16
6.3	Noutopaikan teko.....	18
6.4	Johdotuksen ongelmat.....	20
6.5	Takavasteen poisto.....	20
6.6	Lavaus	20
7	Pohdinta.....	21
	Lähteet.....	23

1 Johdanto

Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Ouneva Oy:lle. Työn tarkoituksena oli kehittää automatisoitua särmäyssolua. Toimeksiantajalla oli solu jo toiminnassa, mutta sille täytyi saada useampia tuotteita tuotettavaksi sekä lisäksi kehittää pinoamista.

Työn tavoitteena oli saada robotille uusia tuotteita tuotettavaksi ja näin nostaa koneen käyttöastetta. Eri tuotteet vaativat erilaiset tarttumat ja jokaiseen tuotteeseen on suunniteltava erikseen myös tuotteiden nouto sekä pinoaminen.

Robottisolu on automatisoitu niin, että koneen käyttäjän ei tarvitse kuin laittaa aihiot paikalleen ja asettaa oikea ohjelma. Robotti hoitaa yksin taivutukset sekä pinoamisen. Robotti kykenee pyörimään ilman valvontaa useitakin tunteja, mikäli aihioita on vaan tarpeeksi.

2 Toimeksiantajan esittely

2.1 Historia

Toimeksiantajana toimi Ouneva Oy:n Vilvasen yksikkö. Ouneva Oy on osa Ouneva Groupia. Ouneva Group on vuonna 1972 perustettu suomalainen perheyritys, josta on kehittynyt kansainvälinen järjestelmätoimittaja sähkökomponenttien kysynnän myötä. Ouneva Oy on perustettu Toijalassa 9.6.1972, jolloin Liisa ja Heikki Nevalainen sekä Ounaslehdon perhe ostivat ruuvikaapelikenkiä valmistaneen Kansasen Konepajan. Nimi Ouneva Oy juontuu yhteisomistuksesta. (Ounevan perehdytyskansio 2020.)

Liikeideana Ouneva Oy:llä oli korvata tuontitavara, ja yrityksen ensimmäiset tuotteet olivat putkikaapelikengät sekä jatkoholkit kuparijohtimille. Alkuaikoina yritys toimi vain kolmen henkilön toimesta. Toijalassa yrityksellä oli toimitilanaan 500 neliön

teollisuushalli. Yrityksen toimitilat kuitenkin tuhoutuivat tulipalossa vain neljä kuukautta toiminnan aloittamisen jälkeen, jonka jälkeen uudet toimitilat löytyi Virroilta vanhasta navetasta ja tuotanto käynnistyi jälleen 1.1.1973. (Ounevan perehdytyskansio 2020.)

Ensimmäisen 18 kuukauden tilikauden liikevaihto oli noin 300 000 markkaa. Kun määräaikainen vuokrasopimus loppui vuoden 1981 syksyllä, uudet tuotantotilat löytyivät Tuupovaarasta. (Ounevan perehdytyskansio 2020.)

2.2 Nykypäivä

Ouneva Oy on kansainvälinen sähköliitinvalmistaja, ja yrityksen erikoisosaamista on liitosteknologia. Yritys toteuttaa asiakaskohtaisesti liitin- ja virtatieratkaisuja sähköteollisuuden tarpeisiin. Ouneva Oy tekee myös ohutlevymekaniikan sopimusvalmistusta elektroniikka-, koneenrakennus- ja sähköteollisuudelle. Toimitukset voivat olla yksittäisistä komponenteista aina laajoihin kokoonpanoihin. Ouneva Oy työllistää 132 henkilöä ja sen liikevaihto on 25.2 miljoonaa euroa. (Ounevan perehdytyskansio 2020.)

Ouneva Groupin yhtiöt ovat:

- Alsiva Oy
 - Erikoistunut alumiinin ja sinkin painevaluun.
- Eswire Oü
 - Mahdollistaa käsityövaltaiset työt kustannustehokkaasti ilman, että tuotantoa täytyy siirtää kaukomaihin. Yhtiö toimii Virossa.
- Jotwire Oy
 - Johdinsarjojen, elektroniikka- ja järjestelmäkokoonpanojen valmistaja.
- Ouneva Oy
 - Ohutlevymekaniikkojen ja liitoskomponenttien valmistaja.
- Top Speed Oy
 - Maalaus ja pintakäsittely.
- Valukumpu Oy
 - Erikoistunut tarkkuusruiskuvaluuihin, meistoon sekä pintakäsittelyyn.

- Ase Utra Oy
 - Yksi suurimmista äänenvaimenninvalmistajista maailmassa.
(Ounevan perehdytyskansio 2020.)

2.3 Ouneva Oy, Vilvasen yksikkö

Vilvasen yksikkö on ohutlevytehdas, jonka laaja teknologiavalikoima takaa monipuolisen palvelun ja antaa mahdollisuuden suunnitella tuotteen valmistusta useista näkökulmista. Tuotannossa lisääntynyt automaatio varmistaa kilpailukyvyn tulevaisuudessakin. (Ounevan perehdytyskansio 2020.)

Ohutlevymekaniikan valmistustavat ovat:

- levytyöstö
- särmäys
- hitsaus
- pulverimaalaus
- tiivistys
- kokoonpano.

(Ounevan perehdytyskansio 2020.)

3 Särmäys

3.1 Yleistä

Särmäys on työstömenetelmä, jota käytetään ohutlevytuotannossa. Särmäyksessä kappaletta taivutetaan särmäyspuristimen yläterän eli painimen sekä alaterän eli vastimen välissä haluttuun kulmaan. (Mäki-Mantila 2001, 6.)

Särmäyspuristimissa on takavasteet, joihin kappale painetaan aina ennen taivutuksen tekoa. Yleensä särmäyspuristimen ohjelmiin on ohjelmoitu takavasteiden

sijainti, johon ne liikkuvat automaattisesti jokaisen taivutuksen jälkeen.

Särmäyspuristin on yleisin kone ohutlevyteollisuudessa. (Mäki-Mantila 2001, 6.)

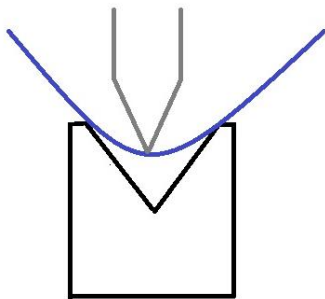
3.1.1 Erilaisia särmäysmenetelmiä

Särmäyspuristimilla voidaan särmätä eri menetelmillä, joita muun muassa ovat vapaataivutus, pohjaaniskutaivutus ja elastisen vastimen avulla tehdyt taivutukset. Särmäyspuristimilla voidaan tehdä myös litistyksiä, jotka tehdään litistystyökaluin. (Mäki-Mantila 2001, 6.).

3.1.2 Vapaataivutus eli ilmavälisärmäys

Vapaaväli- eli ilmavälisärmäyksessä aihio ei painu vastimen uran pohjaan asti, jolloin pohjalle jää ilmarako (kuva 1), josta tulee myös särmäyksen nimitys.

Ilmavälisärmäystä kutsutaan myös kolmipistetaivutukseksi. (Lepola & Makkonen 2005, 305.)

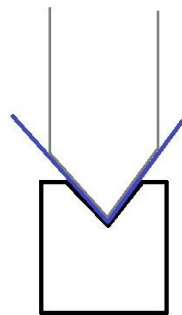


Kuva 1. Ilmavälisärmäys, jossa näkyy miten aihio ei painu vastimen pohjaan asti (mukaillen Lehtimäki 1995, 13).

Tällä menetelmällä taivutetaan pääsääntöisesti paksuja levyjä, mutta myös ohuita levyjä ja tämä onkin yleisin särmäysmenetelmä. Koska ylätökalu ei paina kappaletta alatyökalun pohjaan asti kappaleeseen täytyy tehdä takaisinjoustopakia ylitaivutus. (Lepola & Makkonen 2005, 305.)

3.1.3 Pohjaniskusärmäys

Pohjaiskusärmäyksessä painin painaa levyaihion täysin vastimen uran pohjalle, kuten kuvassa 2 on esitetty. Särmäykseen vaadittava puristusvoima on kaksinkertainen ilmapölysärmäykseen verrattuna. Pohjaiskusärmäyksessä materiaali ylittää myötörajan ja siihen tapahtuu pysyvä muodonmuutos, jolloin takaisinjousto ei tapahdu ja ylitaivutusta ei tarvita. (Lepola & Makkonen 2005, 305.)

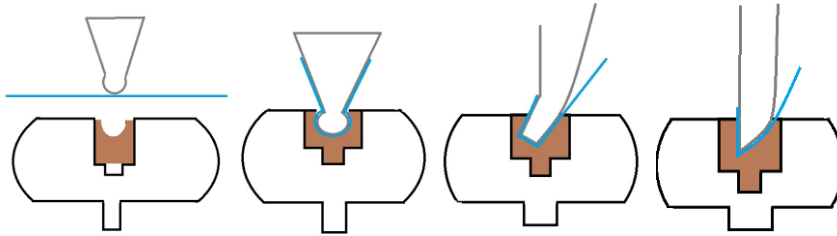


Kuva 2. Pohjaiskusärmäys, jossa näkyy miten painin painaa taivutettavan kappaleen vastimen pohjaan asti (mukaillen Lehtimäki 1995, 13).

Pohjaiskusärmäyksellä saadaan mittatarkkoja sekä jäykkiä kappaleita ohutlevytuotannossa. Pohjaiskusärmäystä käytetään ohuiden levyjen taivutukseen. (Lepola & Makkonen 2005, 305.)

3.1.4 Elastisen vastimen käyttö

Elastisessa vastimessa on laatikkomallinen alatyökalu, joka on täytetty yleisimmin uretaanilla tai synteettisellä kumilla. Täyttöaine muovautuu ylätyökalun mukaisesti, joten ylätyökalun muoto ratkaisee mihin muotoon taivutus valmistuu (kuva 3). (Mäki-Mantila 2001, 7.)



Kuva 3. Elastinen taivutus (mukaillen Lehtimäki 1995, 22).

Kuvassa 3 on esitetty, kuinka painimen muoto määrittää taivutuksen muodon, sekä kuinka alatyökalun täyttöaine muovautuu ylätyökalun mukana

4 Robotiikka

4.1 Automaation yleistyminen

Tuotannon automatisointi parantaa tuotantoa merkittävästi. Toisin kuin ihmistyöntekijät, robotit eivät pidä taukoja, sairaslomia eikä työnteko keskeydy muuten kuin häiriöiden tapahtuessa. Näin ollen tuotteiden läpimenoaika paranee huomattavasti. Robottia käyttäessä työkierrosta poistuu myös mahdollisuus ihmisen tekemään inhimilliseen virheeseen. Automatisointi myös vähentää sairaslomia ja onnettomuuksia sekä keventää työntekijöiden työtä ja muuttaa työnkuvaa mielekkäämmäksi. (Algol Technics Oy 2020.)

Robotit eivät ole kovinkaan uusi keksintö, vaan ensimmäiset robotit on otettu käyttöön jo 60-luvulla autoteollisuudessa. Robotiikka muuttaa teollisuudessa työnkuvaa, joka vaatii koko ajan uuden oppimista. (Algol Technics Oy 2020.)

Automaation yleistyessä on käsitys että robotit vähentäisivät työpaikkoja. On kuitenkin teorioitu, että automaation lisääntyminen kasvattaisi yrityksen kilpailukykyä ja kasvua, jolloin yritys tarvitsisi uusia työntekijöitä. Automaatiolla on kuitenkin yhteys työnkuvan muuttumiseen, jossa robottien yleistyessä vanhat työt korvaantuvat uusilla töillä. Automaatiikka ja sen vaatima infrastruktuuri voi myös osaltaan lisätä

työntekijöiden määrää työnkuvan muuttuessa, sillä robotit vaativat toimiakseen operaattoreita, ohjelmoijia sekä koneenhuoltajia. (Wilson 2014, 17.)

4.2 Erilaiset robottien käyttötavat teollisuudessa

Autoteollisuudessa robotit auttavat autovalmistajia käsittelemään työvoimapulaa. Monissa työpisteissä robotit auttavat ihmistä valmistamaan enemmän nopeammassa ajassa. Roboteissa on turvallisuusrajat, jotka pysäyttävät ne aina kun ihminen on liian lähellä. (Matthews 2022.)

Elektroniikkateollisuudessa esimerkiksi saksalainen Beyerdynamic- elektroniikkayritys valmistaa äänentoistolaitteita hyödyntäen kaksisormista pihtiotinrobottia, joka asentaa kaiuttimen oikealle paikalleen. Toinen robotti hoitaa kaiuttimen liimauksen. Nämä kaksi robottia itsessään ovat lisänneet tuottavuutta 50 prosenttia. (Matthews 2022.)

Lääketeollisuudessa käytetään myös robotteja esimerkiksi lääkkeiden ja muiden tarvikkeiden kuljetuksiin. Nykyään robotit myös auttavat kirurgeja leikkauksissa. Osassa leikkauksissa robotit ovat jopa parempia kuin ihmiset. (Matthews 2022.)

Hitsausrobotit eivät ole vieneet läheskään kaikkea manuaalista työtä hitsareilta, ja joitain osia on vieläkin hitsattava käsin. Tästä huolimatta monet hitsausyritykset ovat huomanneet, että robottihitsaus tuottaa korkealaatuisia tuotteita ilman suoraa ihmisen osallistumista, jolloin työntekijöitä voidaan siirtää toisiin mahdollisiin työtehtäviin. (Matthews 2022.)

Ravintolat ovat myös hyödyntäneet robotteja ruuan teossa tai esimerkiksi tilauksien ottamisessa. Ketjuravintoloissa ihmiset odottavat samanlaista ruokaa jokaisessa toimipisteessä, joten robotin aina samanlainen työnjälki auttaa pitämään ruuan yhdenmukaisena paikasta riippumatta. (Matthews 2022.)

Lainvalvonnassa robotit toimivat lähinnä vain tiedonkerääjinä, jotka tarkkailevat ympäristöä ja tästä kerätyllä datalla voidaan tutkia tarkemmin mitä on tapahtunut. On myös olemassa esimerkiksi pomminpurkurobotteja, jotta ihmisen ei tarvitse joutua riskitilanteeseen parantaen työntekijöiden turvallisuutta. (Matthews 2022.)

5 Konekanta

Tässä opinnäytetyössä tarkkaillaan vain särmäyspuristinta sekä robottia, jotka ovat solussa, vaikka yrityksen konekanta on huomattavasti suurempi. Muut koneet eivät kuitenkaan ole olennaisia tämän työn kannalta.

5.1 Cone1600-särmäyspuristin

Yrityksellä on käytössään Cone1600-särmäyspuristin, joka on servo-ohjattu sekä varusteltu korkealaatuisella lineaariohjauksella. Cone1600 on suunniteltu tarkkoihin taivutuksiin vaativissa taivutusratkaisuissa. Särmäyspuristin esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Cone1600-särmäyspuristin (Kuva: Jere Kantelinen).

Särmäyspuristimessa on kaksi servomootoria. Sähköservotekniikka yhdistettynä kuularuuveihin tekee koneesta tarkan sekä ympäristöystävällisen, koska tämän myötä koneeseen ei tarvitse vaihtaa ollenkaan suodattimia tai hydraulikkaöljyjä. Särmäyspuristimessa on 440kN puristusvoima sekä sillä on mahdollista taittaa 1600 mm leveää levyä. Y-akselin tarkkuuden toistuvuus on ± 0.005 mm. (Technical Solutions 2014.)

5.2 Motoman-robotti

Yrityksellä on käytössään Motoman YR-MH00050-B00 (kuva 5), joka on monikäyttöinen 6-akselinen robottikäsi. Solussa robotti hoitaa tuotteen noutamisen, särmäyksen sekä lavauksen.

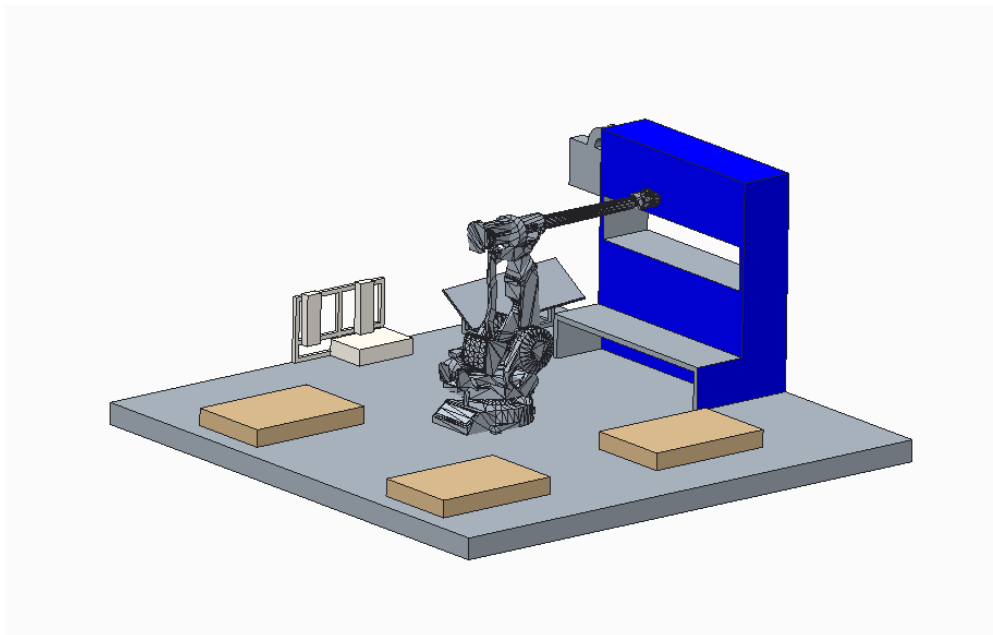


Kuva 5. Motoman YR-MH00050-B00-robotti (Kuva: Jere Kantelinen).

Robotti on nopea ja erittäin tarkka omistaen ± 0.07 liiketoistettavuuden. Robotti pystyy nostamaan 50 kg, mikä on kuitenkin hyvin ylimitoitettu solun käyttötarkoituksiin. Robotti ylittää työskentelemään 2061 mm päässä. (Yaskawa Catalogue of Motoman Robots 2018, 5.)

5.3 Solun layout

Kuten kuvassa 6 on esitetty, solussa on kolme lavauspaikkaa, hakupaikka, kalibrointitaso, särmäyspuristin sekä robotti. Aluksi koneenkäyttäjä pinoaa aihiot hakupaikalle, joka on kuvattuna valkoisena tasona kuvan vasemmalla reunalla.



Kuva 6. Solun layout. (Kuva: Jere Kantelinen).

Tämän jälkeen robotti hakee aihion tasolta ja vie sen kalibrointitasolle, joka on kuvattuna robotin takana harmaana levynä. Kalibrointitaso on kalteva levy, joka varmistaa, että robotti tarttuu jokaisesta kappaleesta samalla tavalla kiinni. Kalibrointitasolta robotti hakee kappaleen särmäyspuristimelle, joka on kuvattuna sinisenä. Kun kappale on taivutettu haluttuun muotoon, robotti vie kappaleen yhdelle lavauspaikalle. Lavauspaikat ovat ruskeita tasoja robotin ympärillä. Robotti on ohjelmoitu siten, että se tekee 6–8 pinoa yhdelle lavauspaikalle ajettavista kappaleista riippuen.

6 Työn toteutus ja tulokset

6.1 Osien määrittäminen

Työn alussa tutkittiin, mitä kaikkia uusia tuotteita solulla lähdetään työstämään. Toimeksiantaja antoi Excel-taulukon eri särmäystuotteista, joille osalle oli olemassa jo ohjelma solulle, mutta osaa niistäkin piti vielä kehittää. Ensisijaisesti valittiin tuotteet, joiden tekoon kului käsin särmäessä eniten aikaa sekä tuotteet, jotka olivat mittoja lukuun ottamatta samankaltaisia.

Näin saatiin työläimmät työt automatisoitua ja muutettua työntekijöiden työnkuvaa mielekkäämmäksi. Kun nämä tuotteet saatiin määriteltyä, tutkittiin mitä kehitettävää vanhoissa ohjelmissa on, eli onko niissä robotin hakuongelmia, pinoamisongelmia vai onko robotin tarttumat vain vajaita.

6.2 Tarttuman teko

6.2.1 Tarttuman vaadittavat ominaisuudet

Tarttumaan vaikuttavat tekijät tulevat valmistettavista kappaleista, sillä kappaleen aihio määrittää tarttumaan vaadittavat ominaisuudet. Tarttumaan suunniteltavat ominaisuudet ovat: kuinka tarttua kappaleesta kiinni, mistä materiaalista tarttuma tehdään sekä minkä kokoinen tarttuman täytyy olla (taulukko 1).

Taulukko 1. Tarttujan ominaisuudet ja niiden tarpeellisuus kuvattuna vaatimusluettelona. Tarpeellisuus pisteytetty asteikoilla 0–2, jossa 2 on tarpeellisin.

Tarpeellisuus ominaisuudet	2	1	0
Kiinniotto	imukupit	pihti	magneetti
Materiaali	alumiiniprofiili	teräsprofiili	
Koko	säädettävä	erikokoisia	

Imukupit valittiin tarttujan toimintatavaksi, sillä yritykseltä löytyi valmiiksi imukuppeja, ja nämä olivat osoittautuneet jo toimivaksi ratkaisuksi muissa tuotteissa. Imukupit ovat kooltaan 10x30mm, jolla saadaan ote kappaleitten ohuista reunoista. Koska aihiot ovat vain pinottuja levyjä, olisi pihtitarttujan hyvin vaikea saada kappaleista kunnollista otetta niin, että vain pinon ylin nousisi.

Materiaaliksi valittiin 30x30mm BSB alumiiniprofiili, koska sitä oli käytetty myös aiemmissa tarttujissa ja se on suhteellisen kevyttä verrattuna teräsprofiiliin. Lisäksi alumiiniprofiilissa on valmiina urat ja näin ollen tarttujasta saadaan kiilojen avulla helposti säädettävä.

Useampien osien tuotannon mahdollistamiseksi säädettävä tarttuja on paljon käytännöllisempi, kuin uuden tarttujan tekeminen jokaiselle eri osalle. Säädettävä tarttuja säästää koneen operaattorin aikaa, koska tarttujaa ei tarvitse kokonaan vaihtaa vaan sen saa tehtyä vain nopealla säädöllä aihoiden vaihtuessa. Myös hyllytilaa säästyy, kun ei ole useampia tarttuvia.

6.2.2 Tarttujan valmistus

Koska jokaisen tuotteen aihio on hiukan erilainen, on tarttuvia tarkasteltava erikseen joka tuotteelle. Tarttuja valmistettiin imukupeista ja alumiiniprofiilista. Alumiiniprofiili

on hyvä valinta tarttujien tekoon sen keveyden vuoksi. Alumiini kuitenkin vääntyy helposti, joten törmäystilanteen sattuessa tarttuja todennäköisesti taittuu. Toisaalta törmäystilanteen sattuessa robotti ei todennäköisesti vaurioidu tarttujan taipuessa, jolloin halvemmin korjattava alumiiniosa suojaa kalliimpaa robottia. Valmis tarttuja esiteltä kuvassa 7.



Kuva 7. Valmis säädettävä tarttuja (Kuva: Jere Kantelinen).

Tarttujien teosta tekee tarkkaa se, että imukupit täytyy sijoittaa siten, että ne eivät osu reikien kohdalle, mutta kuitenkin hyödyntäen koko levyn pinta-alaa. Näin vältetään levyn taipuminen imukuppien takia ja näin tarttuja saa kunnon otteen tuotteesta. Työssä valmistettiin säädettävä tarttuja tuotteille, jotka olivat kokoa lukuun ottamatta keskenään samanlaisia. Tuotteen aihiot olivat mitoiltaan 200x200 – 500x500, mutta muuten lähes samanlaisia. Näin ollen ei tarvitse valmistaa aivan jokaiselle osalle omaa tarttujaa ja säästetään hyllytilassa.

Säädettävä tarttuja suunniteltiin teleskooppimaiseksi varreksi, jossa on kaksi poikittain menevää alumiini profiilia. Vaakaprofiili, joka kiinnitetään robotin tarttujaistukkaan, on mitaltaan 450 mm, jonka alle molemmin puolin kiinnitetään 300 mm pitkät alumiiniprofiilit samansuuntaisesti. Näiden alapuolella olevien alumiiniprofiileiden päihin kiinnitetään 250 mm pitkät alumiiniprofiilit osoittamaan eteenpäin. Eteenpäin suuntautuvissa alumiiniprofiileissa on molemmissa kiinni kolme 10x30 mm imukuppia. Kaikki kiinnitykset toimivat kolmiopalojen avulla, jotka kiinnitetään kiilalla profiileihin. Näin tarttujasta saadaan tarpeeksi tukeva eikä se muuta muotoaan, muuten kuin kolaritilanteissa. Säädettävästä tarttujasta tehtiin yksinkertainen ja helposti säädettävä, jotta solun operaattori saisi solun mahdollisimman helposti pyörimään ilman suurempia asetusten tekoja.

6.3 Noutopaikan teko

Osien erottelussa käytetään magneetteja levyjen toisistaan erottamiseen. Vanhalla noutopaikalla oli vain lavapaikka sekä harjatelineet. Noutopaikalle piti siirtää pumppukärryllä teholava, jossa oli magneettiteline kiinnitettynä. Noutopaikalle ei saanut kuin yhden pinon haettavia aihioita. Näin ollen operaattorin täytyy täyttää noutopinoa kohtuullisen usein. Harjatelineet olivat hakupaikalla, koska alumiinilevyjen erottelussa oli ollut ongelmia. Oli kuitenkin todettu, että harjat eivät olleet toimiva ratkaisu siihen ja niille ei ollut mitään käyttöä. Uusi aihioden hakupaikka esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Uusi kappaleitten hakupaikka, kuvassa kiinteä magneettiteline sekä kuormalava siirrettynä paikalleen (Kuva: Jere Kantelinen).

Uusi noutopaikka tehtiin niin, että magneettiteline on suoraan lavapaikan takana kiinteästi kiinni. Näin operaattorin ei tarvitse siirtää teholavaa lavapaikalle, vaan lavapaikalle siirretään vain normaali kuormalava, johon voidaan pinota hakupinot. Uuteen magneettitelineeseen voidaan kiinnittää kaksi magneettia ja näin ollen hakupaikat saadaan tuplattua. Harjatelineitä ei ole ollenkaan, koska harjoille ei nähty tarvetta.

6.4 Johdotuksen ongelmat

Yhtenä työn tavoitteena oli suojata robotin letkut niin, etteivät ne pääsisi hajoamaan tai hankautumaan poikki. Robotti oli hajottanut jo yhden magneettijohdon, koska se oli päässyt hankautumaan poikki, jonka takia johdotus oli otettu osaksi työtä.

Johdotusten suojaamiseksi testattiin aluksi 75 mm kutisteletkua, mutta tämä osoittautui liian jäykäksi ja se repesikin jo nopean testauksen jälkeen. Suojaukseen tilattiin myös kankaista punottua letkusuojaa, mutta suoja ei kuitenkaan saapunut ajoissa tarkasteltavaksi tässä opinnäytetyössä ja sen toimivuus jäi epävarmaksi.

6.5 Takavasteen poisto

Yhtenä työn tavoitteena oli poistaa särmäyspuristimen takavasteet käytöstä ja särmätä vain robotin tarkkuudella. Pääsyyinä tähän oli se, että eräässä tuotesarjassa on niin pieni taivutus, että takavasteet jäävät yläterän sekä alatyökalun väliin. Särmäyspuristimen takavasteissa on anturit, jotka antavat signaalin robotille, kun tuote on painautunut niitä vasten. Tämä signaali ei kuitenkaan ole pakollinen taivutuksen kannalta, vaan särmäyksen saa toimimaan myös ilman takavasteitten signaalia.

Alatyökalu tilattiin koneistettuna siten, että siinä olisi kiinteä takavaste ja taivutus on aina saman mittainen. Näin saatiin särmäys toimimaan halutun mittaiseksi, mutta tällöin alatyökalu on sidottu vain yhteen tuotesarjaan.

6.6 Lavaus

Lavaus on suunniteltava jokaisella tuotteella erikseen, sillä jokainen taivutettu kappale on eri muotoinen. Lavauksen tavoitteena on, että yhdelle EUR-lavalle

mahtuisi mahdollisimman paljon valmiita kappaleita. Kappaleet laitetaan lavalle pinoihin, joilla yhdelle lavalle mahtuu 6–8 pinoa riippuen siitä, minkä kokoisia valmiit tuotteet ovat. Pinojen täytyy olla suoria ja tukevia, jotta pinot eivät kaadu.

Toimeksiantajalla oleva solu on ollut käytössä jo useamman vuoden, jolloin robotilla oli valmiit ohjelmat pinoamiselle. Valmiita ohjelmia pystyy hyödyntämään uusille tuotteille, sillä lähes kaikissa uusissa tuotteissa pinoaminen vastasi aiempia valmiita ohjelmia, eikä lavaukseen tarvinnut tehdä muutoksia. Osa uusista tuotteista ei kuitenkaan ollut tuotannossa opinnäytetyön aikana, joten pakkauksen toimivuus kaikilla tuotteilla jää epävarmaksi.

7 Pohdinta

Robotin hakupaikan laajentaminen tuplasi aihioitten määrän, jolloin koneenkäyttäjän ei tarvitse lisätä niin usein uusia aihioita tuotettavaksi. Aihioitten lisääntyessä myös kaikki lavauspaikat saatiin paremmin käyttöön. Näin koneenkäyttäjä vapautui pidemmäksi aikaa muihin työtehtäviin ja pääsi itse tekemään pienempiä tuotantoeriä manuaalisärmäyspuristimille.

Uusi tarttuja mahdollisti säädettävyydellään useampien eri tuotteiden valmistuksen helpommin kuin että tarttuja täytyisi vaihtaa jokaisen eri tuotteen kohdalla. Tämän lisäksi, kun tarttuja on tehty säädettäväksi, säästetään myös varastointitilaa.

Tarttujassa ei kuitenkaan ole antureita, jotka varmistaisivat säätöjen asetukset, jolloin säätö jää täysin operaattorin vastuulle. Ilman säätöjen oikeanlaista vaihtoa robotin törmääminen on mahdollista.

Osien kapeita taivutuksia oli lähes mahdotonta tehdä takavasteita vasten, koska yläpainin osui takavasteisiin. Testasimme pelkällä robotin tarkkuudella särmäystä uuden alavasteen kanssa, jossa oli kiinteä takavaste. Uusi alatyökalu varmisti tarkan ja samanmittaisen taivutuksen jokaiseen kappaleeseen, johon se oli hankittu.

Johdotusten kehityksen tuloksia ei ehditty opinnäytetyön tekoaikana tarkastelemaan, johtuen uusien tilattavien osien toimitusajoista. Näin ollen sen kehitys jäi vajavaiseksi, ja johdotusta on syytä kehittää tulevaisuudessa.

Työn tavoitteet olivat selkeät ja suurimpaan osaan niistä päästiin. Tarkoituksena oli saada yksitoikkoisimmat työt automatisoitua ja operaattorille vaihtelevampia töitä. Koska tässäkin työssä käytettävä robotin tarttuja on säädettävä, ei solu korvaa kuitenkaan täysin ihmistyövoimaa. Vaikka solu onkin automatisoitu jää operaattorin vastuulle kuitenkin tehdä tarvittavat säädöt tarttujaan sekä asettaa oikeat aihiot paikalleen.

Lähteet

- Algoltechics. 2020. Automatisointi.
<https://www.algoltechnics.fi/automaatio-ja-robotiikka/teollisuus/automatisointi/> 29.4.2020.
- Algoltechnics. n.d. Robotit parantavat suomen.
<https://www.algoltechnics.fi/blogi/robotit-parantavat-suomen/> 4.5.2020.
- Anon. 2020. Perehdytyskansio. Ouneva Oy. Vain sisäiseen käyttöön. 29.4.2020.
- Lehtimäki, A. Taivutustyökalut. 1995.
<https://tuotantovaline-kirjasarja.vmv-palvelut.com/lataa-kirjat-pdf/13-taivutustyokalut.pdf> 16.10.2023.
- Lepola, P. & Makkonen, M. Hitsaustekniikat ja teräsrakenteet. 2005.
 Suomi: Sanoma Pro Oy.
- Matthews, K. 2022. 6 Industries That Have Been Improved by Robotic Automation. Robotiq-blogi. <https://blog.robotiq.com/6-industries-that-have-been-improved-by-robotic-automation> 4.5.2020.
- Mäki-Mantila, J. Ohutlevyjien taivutus ja muovaus. Tekninen tiedotus / MET, osa 11/2001. Suomi: Metalliteollisuuden kustannus Oy.
- Technical Solutions. 2014. TwinCone 1600.
<http://technical-solutions.lv/cone-1600/> . 2.11.2023
- Wilson, M. Implementation of Robot Systems. 2014. Englanti: Buttersworth-Heinemann.
- Yaskawa Catalogue of Motoman Robots, 2018.

