

ŠOLSKI CENTER CELJE



Srednja šola za strojništvo, mehatroniko in medije

Raziskovalna naloga

AVTOMATIZACIJA DELOVNEGA PROCESA

Avtorja:

Klemen Rajter, M-2. f

Aleš Rosenstein, M-2. f

Mentorja:

mag. Andro Glamnik univ. dipl. inž.

mag. Matej Veber univ. dipl. inž.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje 2018

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	7
1.1	PREDSTAVITEV PROBLEMOV.....	7
1.2	HIPOTEZE	7
1.3	METODE RAZISKOVANJA.....	8
2	PREDSTAVITEV POTEKA RAZISKOVALNE NALOGE	9
2.1	IZDELAVA STOJALA ZA POLIZDELKE	10
2.1.1	STOJALO ZA TEČAJ NOSILNI.....	12
2.1.2	STOJALO ZA OJAČITEV ZGORNJO.....	15
2.1.3	STOJALO ZA OJAČITEV STRANSKO	16
2.2	IZDELAVA SIMULACIJSKEGA PROSTORA	17
2.2.1	IZDELAVA SIMULACIJSKE ODLAGALNE MIZE	18
2.3	IZDELAVA PRIJEMALA	19
2.4	PROGRAMIRANJE ROBOTA	20
2.4.1	ROBOT UR.....	20
2.4.2	PROGRAMIRANJE ROBOTA UR	22
3	FINANČNI PODATKI	23
4	PREDSTAVITEV REZULTATOV	25
5	ZAKLJUČEK	26
6	ZAHVALA.....	27
7	VIRI	28

KAZALO SLIK

Slika 1: Delovno mesto	6
Slika 2: Metoda merjenja	8
Slika 3: Delovni postopek	9
Slika 4: Konstrukcija stojala.....	10
Slika 5: Ojačitev zgornja.....	11
Slika 6: Ojačitev stranska.....	11
Slika 7: Tečaj nosilni	11
Slika 8: Vodilo za tečaj nosilni.....	12
Slika 9: Problem nepravilnih polizdelkov.....	13
Slika 10: Opravljen problem	13
Slika 11: Zaustavljalec	14
Slika 12: Vodilo ojačitve zgornje	15
Slika 13: Vodilo ojačitve stranske	16
Slika 14: Programska shema vodila.....	16
Slika 15: Shema simulacijskega prostora.....	17
Slika 16: Simulacijska odlagalna miza	18
Slika 17: Shema našega robota	20
Slika 18: Robot UR10.....	21
Slika 19: Zaslona na dotik.....	22

KAZALO TABEL IN GRAFOV

Tabela 1: Izhodiščni podatki	23
Tabela 2: Leto 2018	23
Tabela 3: Leto 2019	24
Tabela 4: Avtomatizacijska vrednost po 2018	24
Tabela 5: Potrditev hipotez	25

IZJAVA

Mentorja Andro Glamnik in Matej Veber v skladu z 2. in 17. členom Pravilnika raziskovalne dejavnosti »Mladi za Celje« Mestne občine Celje, zagotavljata, da je v raziskovalni nalogi z naslovom:

Avtomatizacija delovnega procesa,

katere avtorja sta Klemen Rajter in Aleš Rosenstein :

- besedilo v tiskani in elektronski obliki istovetno,
- pri raziskovanju uporabljeno gradivo navedeno v seznamu uporabljene literature,
- da je za objavo fotografij v nalogi pridobljeno avtorjevo (-ičino) dovoljenje in je hranjeno v šolskem arhivu,
- da sme Osrednja knjižnica Celje objaviti raziskovalno nalogo v polnem besedilu na knjižničnih portalih z navedbo, da je raziskovalna naloga nastala v okviru projekta Mladi za Celje,
- da je raziskovalno nalogo dovoljeno uporabiti za izobraževalne in raziskovalne namene s povzemanjem misli, idej, konceptov oziroma besedil iz naloge ob upoštevanju avtorstva in korektnem citiranju,
- da smo seznanjeni z razpisni pogoji projekta Mladi za Celje

Celje, 12. 3. 2018

žig šole

Podpis mentorja(-ice)

Podpis odgovorne osebe

POVZETEK

V današnjem svetu se v proizvodnjo uvaja čedalje več avtomatizacije. Pri tem stroj prevzame izvrševalno funkcijo, medtem ko človek obdrži nadzorovalno in načrtovalno funkcijo. To pomeni, da dolgočasno in nevarno delo opravljajo stroji, istočasno pa se poveča hitrost proizvodnje. Vsa tehnologija, potrebna za avtomatiziranje, nama je vzbudila zanimanje za njeno spoznavanje. Tako sva sprejela ponudbo, da bova v podjetju Gorenje pod nadzorom nadrejenih v proizvodnjo uvedla kolaborativnega robota. Najin izziv je bil postaviti robota v proizvodnjo, da bo opravljal monotono delo namesto delavca. Za uspešno izvedeno nalogo sva najprej morala izdelati stojalo za zlaganje polizdelkov, s katerega jih je kasneje robot jemal, in zlagal na stroj za točkovno varjenje. Stroj ima vrtečo mizo, ki se zavrti in omogoča, da lahko delavec med samim varjenjem nalaga kose že za drugi cikel. Polizdelke, s katerimi sva delala, stroj zavari na kad in služijo kot ojačitve. V stroj za varjenje pa zaradi standardov in varnostnih razlogov nisva smela posegati.



Slika 1: Delovno mesto

[Osebni vir]

Ključne besede: kolaborativni robot, UR10, stojalo, polizdelek, avtomatizacija

ABSTRACT

In today's world productions are initiating more and more automation. In doing so the machine takes the executive function and the human keeps the supervising and planning function. This means, that the boring and dangerous work is being done by the machines and at the same time the speed of production increases. All the necessary technology for the automation woke a lot of interest in us and we wanted to get to know it better. So we accepted the offer from company Gorenje, to initiate the collaborative robot in the production, under the surveillance of superiors. Our challenge was, to put a robot in the production, that would do all the monotone work instead of a worker. For a successful mission, we first had to make a stand for the intermediate products to put on, which the robot would later be taking from the stand and putting them on the machine for spot welding. The machine has a rotating table, that makes possible during welding, that worker puts on pieces already for the second cycle. The machine welds the intermediate products we were working with on a bathtub, where they serve as a reinforcement. With the welding machine we weren't allowed to interfere though, because of the standards and security measures.

Key words: collaborative robot, UR10, stand, intermediate products, automation

1 UVOD

1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMOV

Pri izvedbi naloge sva se srečevala s številnimi težavami, povezanimi tako z izdelavo mehanskih komponent kot tudi z izdelavo aplikacije za robota. Že na samem začetku se je pojavila prva težava, in sicer kako bo robot prijemal kose, kajti prijemati mora štiri različne kose, od tega pa sta dva zrcalno enake oblike. Odlagati pa jih mora vedno na isto mesto, torej jih mora tudi prijete vedno na istem mestu. Drugi problem je predstavljalo prijemalo, kajti za vse kose sva morala uporabiti isto prijemalo. Pri tem se je pojavila še ena dilema, in sicer s čim jih bomo prijemali. Z rešitvijo vseh omenjenih problemov pa se je pojavil naslednji. Robota nisva mogla preizkušati na samem delovnem mestu, ker bi s tem motila proizvodnjo. Sledilo pa je še programiranje robota. Tako je med izdelavo naloge prihajalo do različnih problemov.

1.2 HIPOTEZE

Cilj najine raziskovalne naloge je avtomatizirati del proizvodne linije v podjetju Gorenje. V ta namen sva si postavila naslednje hipoteze.

- Napravila bova ustrezno stojalo, s katerega bo robot jemal polizdelke.
- Naredila bova simulacijski prostor.
- Napravila bova ustrezno prijemalo.
- Naredila bova program za robota.
- Robot bo prej kot v 32 sekundah naložil polizdelke na stroj.

1.3 METODE RAZISKOVANJA

Uporabila sva naslednje metode raziskovanja:

- Metodo analize, ki temelji na razčlenitve neke celote na njene osnovne sestavne dele.
- Primerjalno metodo, s katero sva primerjala različne ideje in našla najboljšo rešitev.
- Metodo merjenja, saj smo morali izmeriti, s kakšno silo pritiskajo polizdelki na zaustavljalec in prve polizdelke.
- Eksperiment, saj sva preizkušala ideje, ki se včasih tudi niso obnesle.



Slika 2: Metoda merjenja

[Osebni vir]

2 PREDSTAVITEV POTEKA RAZISKOVALNE NALOGE

Glavni namen raziskovalne naloge je bil, da robot opravlja delo v monotonem in časovno neizkoriščenem okolju namesto človeka. Na samem začetku sva se lotila ideje, kako bo robot pobiral polizdelke in jih odlagal na stroj. Porodila se nama je ideja, da napraviva stojalo, v katerem bodo polizdelki poravnani in zloženi v vrsto. Nato sva glede na pozicijo kosov na stojalu izrisala načrt za prijemalo robota. Preden sva to preizkusila v realnem okolju, sva pripravila simulacijski prostor. V simulacijski prostor sva postavila izdelano stojalo za polizdelke, kolaborativnega robota, mizo za obračanje nosilcev tečajev in improvizirano mizo za odlaganje polizdelkov, ki je identična realni odlagalni mizi na liniji za izdelavo kadi. Simulacijski prostor je bil tako podoben realnemu delovnemu mestu. Preden sva napisala aplikacijo za robota, sva morala zaradi varnosti narediti simulacijo poteka dela v programski obliki. Sledilo je pisanje programa za robota in test v simulacijskem prostoru. Na podlagi tega sva ugotovila, da proces deluje brezhibno in je pripravljen za selitev v proizvodnjo.



Slika 3: Delovni postopek

[Osebni vir]

2.1 IZDELAVA STOJALA ZA POLIZDELKE

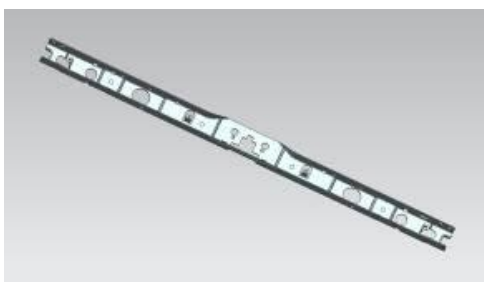
Najprej sva se lotila izdelave stojala za polizdelke. Pri nalogi sva se srečala z naslednjimi polizdelki: tečaj nosilni desni, tečaj nosilni levi, ojačitev zgornja ter ojačitev stranska. Odločila sva se, da narediva eno stojalo, na njem pa vodila za vse štiri polizdelke. Soočila sva se s številnimi problemi. Ideje sva najprej narisala na papir in jih predstavila nadrejenim. Izmed vseh idej sva eno izbrala in jo realizirala. Načrt je bilo najprej potrebno narisati v 3D-obliki.



Slika 4: Konstrukcija stojala

[Osebni vir]

Sledilo je izdelovanje. Najprej sva pričela z izdelavo okvirja in že pri tem naletela na prvi problem. Predstavljal ga je naklon, kajti če bi bil naklon vodil premajhen, kosi ne bi drseli po vodilih, če pa bi bil prevelik, bi nastal problem pri jemanju kosov s stojala, kajti na prvi kos pritiska sila teže ostalih kosov. Tako sva z uporabo eksperimentalne metode z nagibanjem vodil ugotovila idealen naklon in glede na njega naredila ogrodje stojala.



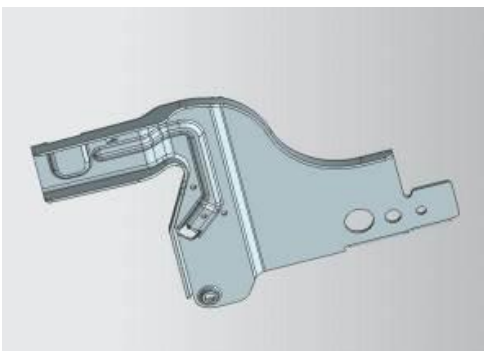
Slika 5: Ojačitev zgornja

[Osebni vir]



Slika 6: Ojačitev stranska

[Osebni vir]

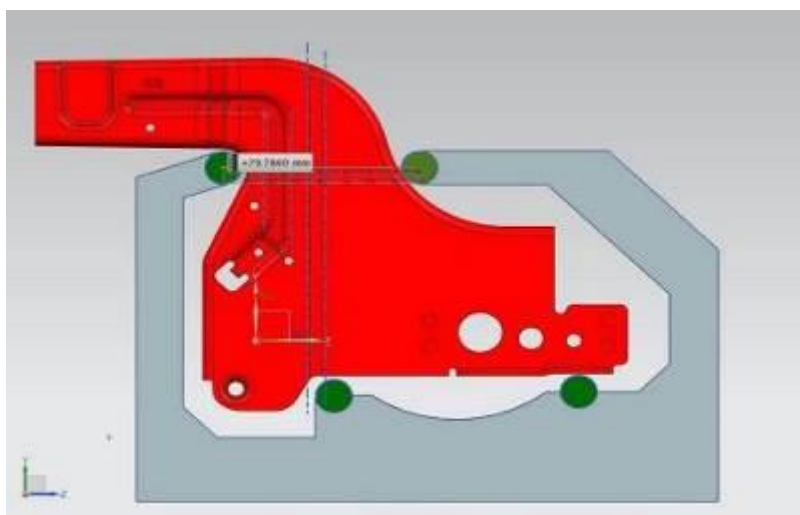


Slika 7: Tečaj nosilni

[Osebni vir]

2.1.1 STOJALO ZA TEČAJ NOSILNI

Tečaj nosilni se nama je glede na obliko izdelal najzahtevnejši, zato sva se ga lotila najprej. V programu za 3D-risanje sva določila položaj, ki se nama je izdelal najidealnejši za vodila. To sva sklepala glede na težo kosa in glede na možnosti, kje bi se kos lahko izmuznil in padel z vodil. Za vodila sva uporabila kovinske cevi premera 15 mm, ki pa bi jih bilo zelo težko pritrditi na stojalo. Delo nama je olajšal z laserjem izrezan 3 mm debel kos pločevine, razviden s slike 8, ki je bil narejen tako, da so na njem vsa potrebna vodila za kos tečaj nosilni. Za rezanje z laserjem sva morala kos narisati v 2D-obliki, in sicer v dxf formatu.



Slika 8: Vodilo za tečaj nosilni

[Osebni vir]

AVTOMATIZACIJA DELOVNEGA POSTOPKA
Raziskovalna naloga

Najino sklepanje, kako bodo kosi drseli, ni bilo najbolj pravilno, kajti kosi so se izmuznili z vodil in padli na tla. Če so že pridrseli do konca, so se na eni strani zložili tesneje skupaj kot na drugi strani. To je na določeni dolžini vodil povzročilo, da so popadali s stojala. Težavo sva odpravila tako, da sva spremenila kot, pod katerim so drseli na stojalu. Kot sva spremenila tako, da sva znižala pozicijo zgornjih dveh vodil za 10 mm. S tem sva dosegla, da se tečaji nosilni zlagajo enako široko na obeh straneh in se ne obračajo postrani.



Slika 9: Problem nepravilnih polizdelkov

[Osebni vir]



Slika 10: Opravljen problem

[Osebni vir]

AVTOMATIZACIJA DELOVNEGA POSTOPKA
Raziskovalna naloga

Vodilo je potrebovalo nekaj, kar kose ob koncu ustavi, da ne bi popadali na tla. Napravila sva zaustavljalec, ki je kose zadržal na vodilih. Narejen je tako, da mora robot polizdelek dvigniti vertikalno z vodil. Pri jemanju kosov s stojala pa je nastopila nova težava. Ko sva poizkusno jemala kose z vodil, se ostali niso pomaknili nižje. Do tega je prišlo, ker so se nekateri kosi zagostili med vodili zaradi prevelike sile med nalaganjem na stojalo. Problema sva se lotila tako, da sva z opazovanjem najprej ugotovila, kje je nastala težava. Opazila sva, da ima kos med vodili še dovolj prostora, da se nekoliko obrne postrani in zagostdi. To sva odpravila tako, da sva na stojalo dodala še nekaj dodatnih vodil, ki so omejila gibanje kosa. S tem nama je uspelo napraviti vodilo za tečaj nosilni. Za zrcaljen polizdelek sva porabila veliko manj časa, kajti napraviti sva morala le zrcalno podobo prvega vodila.



Slika 11: Zaustavljalec

[Osebni vir]

2.1.2 STOJALO ZA OJAČITEV ZGORNJO

Narediti stojalo za ojačitev zgornjo je bilo veliko lažje, kajti ta polizdelek je preprostejše oblike kot prejšnji. Pri tem stojalu sva morala le s testiranjem ugotoviti, po kateri strani kos najlepše drsi. Glede na ugotovitve sva načrt narisala s pomočjo 3D-programa NX. Uporabila sva dve vodili za drsenje in štiri vodila, ki so preprečila, da bi se polizdelek med drsenjem obrnil. Tudi pri izdelovanju zaustavljalca ni bilo veliko težav. Na koncu vodil za drsenje sva navarila le dva majhna dela pločevine, ki sva ju morala malo zviti v smeri vodil, sicer so polizdelki zaradi prevelike hitrosti popadali na tla. Robot ojačitev zgornjo prime od spodaj in jo z linearnim gibom dvigne vertikalno z vodila.



Slika 12: Vodilo ojačitve zgornje

[Osebni vir]

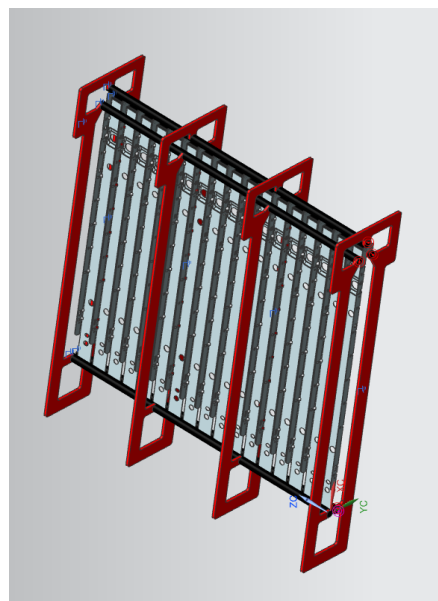
2.1.3 STOJALO ZA OJAČITEV STRANSKO

Izdelave tega stojala sva se lotila tako, da sva najprej ugotovila, kako bi polizdelek najlažje drsel. Nato sva narisala skico, na kateri je bila razvidna pozicija vseh uporabljenih vodil. Glede na skico bi bilo pritrjevanje vodil zelo zahtevno, zato sva se odločila, da zopet uporabiva laser. Narisala sva kos, ki služi kot držalo vseh vodil, in jih dala izdelati več. Nato sva vse skupaj zavarila in nastalo je stojalo, razvidno s slike. Ustavljalec predstavlja le ploščat kos kovine, navarjen pravokotno glede na vodila, in sicer na konec vodil. Robot s stojala jemlje po dve ojačitvi stranske hkrati, kajti na en cikel potrebujemo dva takšna polizdelka. Robot prime polizdelka na sredini. Za premagovanje ovire oziroma ustavljalca pa mora spodnja dela polizdelkov zamakniti nekoliko levo, nato pa z linearnim gibom povleči proti sebi.



Slika 13: Vodilo ojačitve stranske

[Osebni vir]

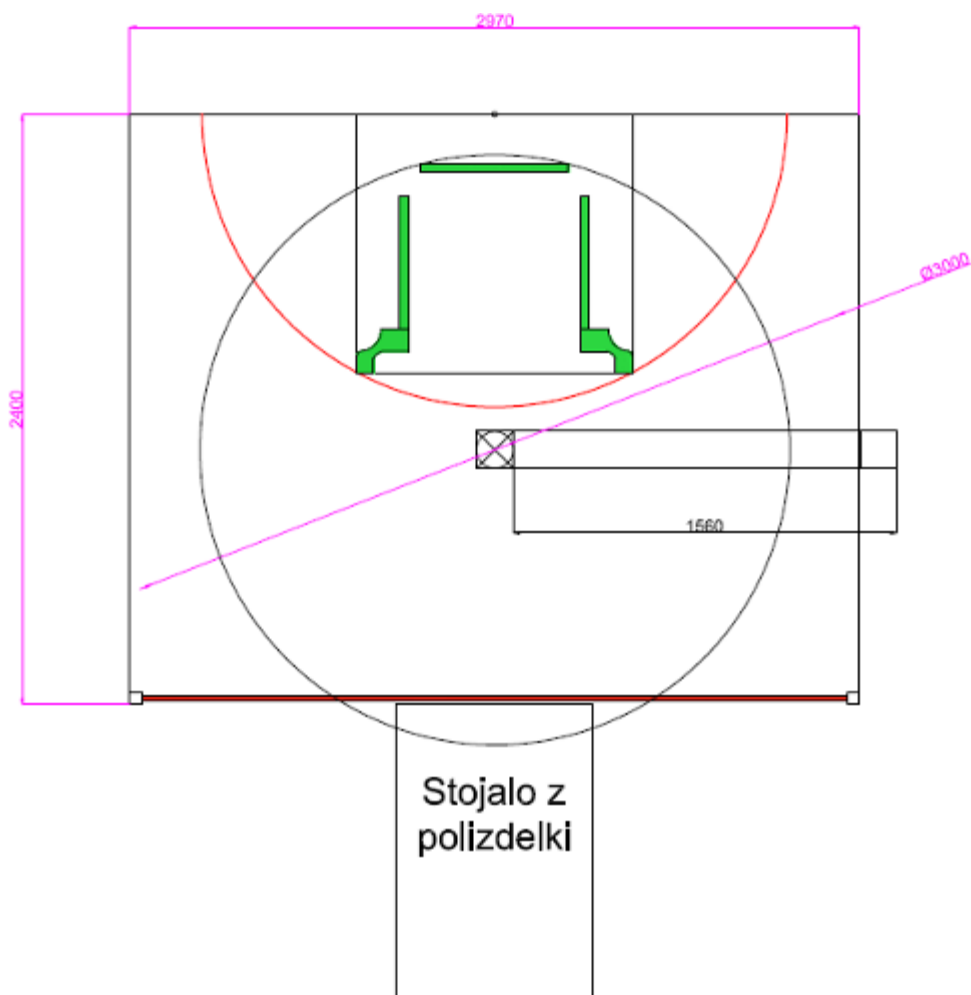


Slika 14: Programska shema vodila

[Osebni vir]

2.2 IZDELAVA SIMULACIJSKEGA PROSTORA

Nadrejeni v podjetju Gorenje so nama predlagali, da napraviva t. i. simulacijski prostor. Zanj smo se odločili, da ne bi motili proizvodnje, medtem ko smo preizkušali stojala in programirali robota. Priskrbeli so nama miren kotiček v podjetju, kjer sva lahko delala. Tja sva postavila robota, najino stojalo in simulacijsko odlagalno mizo, ki sva jo morala glede na to odločitev izdelati naknadno. Simulacijski prostor je bil na las podoben realnemu okolju, torej je bilo delovanje robota enako kot v proizvodnji liniji. Ista aplikacija za robota, ki sva jo napisala v simulacijskem prostoru, je lahko uporabljena tudi za realni delovni prostor. V simulacijskem prostoru sva naletela še na nekaj težav, ki jih prej nisva predvidela.



Slika 15: Shema simulacijskega prostora

[Osebni vir]

2.2.1 IZDELAVA SIMULACIJSKE ODLAGALNE MIZE

Glede na odločitev, da robota najprej preizkusimo v simulacijskem prostoru, sva morala narediti tudi simulacijsko odlagalno mizo. Izdelave simulacijske mize sva se lotila tako, da sva najprej natančno premerila mizo na stroju, nato pa z laserjem izrezala kose po merah in jih zavarila. Vse skupaj sva privarila na nosilno konstrukcijo, ki sva jo izdelala sama. Simulacijska miza je v enakem merilu kot miza na stroju, le da nima elektromagnetov, ki bi držali polizdelke. Le-ti so na stroju potrebni zaradi vrtenja mize. Najina miza pa je enostranska oziroma ni vrtljiva, zato vgradnja elektromagnetov ni potrebna.



Slika 16: Simulacijska odlagalna miza

[Osebni vir]

2.3 IZDELAVA PRIJEMALA

Izdelati sva morala tudi primerno prijemalo, ki je moralo biti narejeno tako, da lahko robot z njim premika vse polizdelke. Na izbiro sva imela vakuumske seske in elektromagnete. Najprej sva poizkusila z vakuumski seski, za katere smo potrebovali tudi dovod zraka in ventile za ustvarjanje vakuuma. Uporabila sva štiri seske, a se ni najbolje obneslo, kajti kosi so nekoliko mastni zaradi nanašanja emulzije pri njihovi izdelavi. Dogajalo se je, da se je kos nekoliko zamaknil v prijemalu, kar je povzročalo nenatančno odlaganje na stroj. Tega si nismo mogli privoščiti, kajti na stroju potrebujemo na milimeter natančno ponovljivost. Ostala nam je še možnost z elektromagneti, za krmiljenje katerih sva potrebovala releje in napajanje. Magneti so se obnesli veliko bolje, zato smo se odločili, da jih uporabimo. Uporabila sva štiri elektromagnete, ki so krmiljeni vsak posamezno. Za držanje sva uporabila aluminijasto ploščo. Za krmiljenje magnetov sva uporabila napajanje iz robota, za napajanje magnetov pa sva namestila drug vir. Ker pa sva želela krmiliti vsak magnet posamezno, sva potrebovala štiri releje. Vse skupaj sva nato zvezala in preizkusila, ker pa so se elektromagneti odlično obnesli, sva jih tudi uporabila za prijemalo.

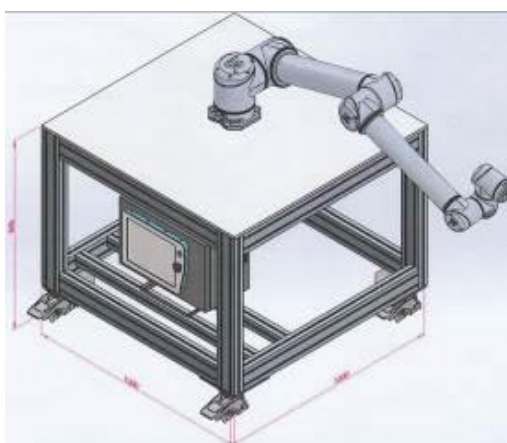
Uporabljeni deli za prijemalo:

- Elektromagnet 4 kos (24 V / DC / 2,5 W / Ø20 mm / 25 g / 20 N),
- Rele 4 kos (24 V / DC / min 5 W),
- Napajalnik (24 V / DC / min 5 A),
- Dvožilni vodnik (Ø0,75 mm)

2.4 PROGRAMIRANJE ROBOTA

2.4.1 ROBOT UR

Odločili smo se, da pri projektu uporabimo kolaborativni robot proizvajalca Universal Robots. Kolaborativni robot ima oznako UR10. Roboti UR so industrijski stroji, namenjeni upravljanju z orodji in opremo, za obdelavo, prenos sestavnih delov ali izdelkov. [1] Tako smo se odločili, saj menimo, da je v tem prihodnost. Roboti UR so opremljeni s posebnimi varnostnimi lastnostmi, ki so namenoma zasnovane za sodelovalne operacije, pri katerih robot deluje brez ograj in/ali skupaj s človekom. [1] Robota je enostavno programirati, lahko deluje ob ali s človekom brez varnostne ograje, če ne prenaša ostrih predmetov, s katerimi bi lahko poškodoval osebo. Robotu v varnostnih nastavitvah nastavimo silo, pri kateri se ustavi ob dotiku. Ima možnost nastavitve delovnega okolja, v katerem pričakujemo stik z ljudmi, in okolja, v katerem ne pričakujemo ljudi. Možno je nastaviti tudi ločene hitrosti in varnostne karakteristike. Ima fleksibilno in lahko robotsko roko, namestiti pa ga je enostavno. Na voljo imamo tri različne tipe robotov. Najmanjši je UR3, ki ima doseg do 500 mm in lahko premika breme do 3 kg, drugi je UR5, ki ima doseg do 850 mm in lahko premika breme do 5 kg. Največji pa je robot, ki sva ga tudi izbrala, ta je UR10, ki ima doseg do 1300 mm in lahko prenaša breme do 10 kg. Zanj sva se odločila, ker morava premagati precejšnje razdaljo. Skupaj z robotsko roko pa smo dobili zaslon na dotik za programiranje, krmilnik in podnožje robota.



Slika 17: Shema našega robota

[Osebni vir]

Tehnični podatki robota:

- 6-osna robotska roka
- delovni radij: 130 cm
- teža robota: 30 kg
- koristen tovor: 10 kg
- IP-razred: IP54
- napajanje: 100 V–240 V
- življenjska doba robota: 35000 delovnih ur

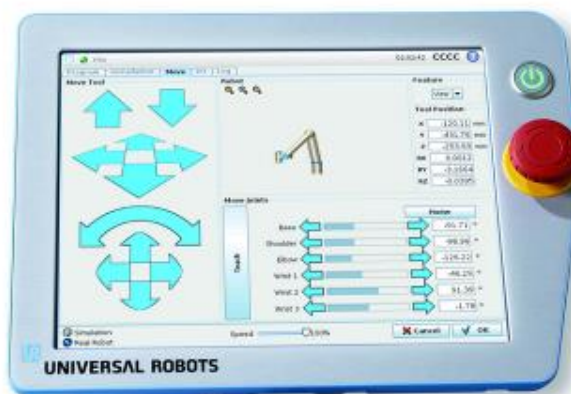


Slika 18: Robot UR10

[2]

2.4.2 PROGRAMIRANJE ROBOTA UR

Program je seznam ukazov, ki robotu naroča, kaj mora storiti. Uporabniški vmesnik PolyScope omogoča programiranje robota vsem, ki s tem nimajo veliko prakse. [1] Kot sva že omenila, je programiranje kolaborativnega UR-robota zelo enostavno in predhodna znanja za to niso potrebna. Kljub temu sva se udeležila usposabljanja za delo z robotom, ki ga je organiziralo podjetje Gorenje. Na spletni strani proizvajalca robota obstaja spletna akademija, kjer se lahko naučimo programirati in delati z njihovim robotom v zelo kratkem času, kar sva preizkusila tudi midva. Pri programiranju sva morala najprej nastaviti varnostne parametre. Pod to spada tudi npr. pri kakšni obremenitvi se robot zaustavi in kako hitro lahko deluje. Nato sva nastavila parametre prijema, kot so dolžina prijema, teža prijema ipd. Nato sva začela s premikanjem robota. Najprej sva si izbrala točko izhodišča, kamor sva robota predstavila ročno, za kar je bilo potrebno držati gumb za sprostitve zavor na robotu. Nato sva koordinate te točke shranila v program. Vse naslednje točke sva poiskala in shranila enako. Razen pri natančnih gibih sva robota premikala s pomočjo zaslona na dotik, s katerim sva upravljala tudi prijema. Ko sva končala, sva program preizkusila, in sicer najprej vsako točko posamezno po vrstnem redu, nato pa sva program zagnala tako, da se je proces ponavljal.



Slika 19: Zaslona na dotik

[3]

3 FINANČNI PODATKI

S tabele je razviden finančni vložek za robota, planirano število kosov v letih 2018, 2019 in cena delavca na letni ravni. Razvidno je tudi, da stroj za varjenje lahko deluje s tremi različnimi takti. V tabeli je zapisan podatek, v kolikšnem času se bodo povrnila vložena finančna sredstva za robota. Povratek vložka je odvisen od takta, s katerim bo stroj deloval. Iz tabel, je razvidno tudi, da se nam je na dolgi rok nakup in vgradnja robota UR10 splačala. To pa je dandanes tudi bistvo proizvodnje, da se odpravijo monotona in zahtevna delovna mesta z roboti, še posebej, če s tem zmanjšamo tudi stroške izdelave.

Tabela 1: Izhodiščni podatki

Izhodiščni podatki		
Investicija v robota	36000	€
Letna količina 2018	80000	kos
Letna količina 2019	120000	kos
Cena delavca	16000	€ / leto
Takt linije QS 1	32	s
Takt linije QS 2	51	s
Takt linije QS 3	68	s
Delovnih dni na leto	235	dni
Čas izmene	25200	s

Tabela 2: Leto 2018

Leto 2018					
Število kadi na izmeno	340	kos/izm			
Potrebn čas za zagotovitev kadi		ob taktu	Delež izmene	Strošek delavca	Povračilna doba v letih
Takt linije QS 1	10894	s	0,4	6.916,6 €	5,2
Takt linije QS 2	17362	s	0,7	11.023,3 €	3,3
Takt linije QS 3	23149	s	0,9	14.697,7 €	2,4

AVTOMATIZACIJA DELOVNEGA POSTOPKA
Raziskovalna naloga

Tabela 3: Leto 2019

Leto 2019					
Število kadi na izmeno	511	kos/izm			
Potrebn čas za zagotovitev kadi		ob taktu	Delež izmene	Strošek delavca	Povračilna doba v letih
Takt linije QS 1	16340	s	0,6	10.374,9 €	3,5
Takt linije QS 2	26043	s	1,0	16.535,0 €	2,2
Takt linije QS 3	34723	s	1,4	22.046,6 €	1,6

Tabela 4: Avtomatizacijska vrednost po 2018

Avtomatizacijska vrednost po 2018					
Leto 2019					
Število kadi na izmeno	511	kos/iz m			
Potrebn čas za zagotovitev kadi		ob taktu	Delež izmene	Strošek delavca	Povračilna doba v letih
Takt linije QS 1	16340	s	0,6	10.374,9 €	2,8
Takt linije QS 2	26043	s	1,0	16.535,0 €	1,5
Takt linije QS 3	34723	s	1,4	22.046,6 €	1,0

4 PREDSTAVITEV REZULTATOV

S pomočjo zastavljenih hipotez in raziskovalnih metod nama je raziskavo uspelo pripeljati do konca. Kljub mnogim zapletom in težavam pri izdelavi stojala ter pri programiranju sva uspela raziskati in priti do funkcionalnosti avtomatizacije. Z izbiro prave ideje, z rezanjem in varjenjem sva potrdila prvi dve hipotezi. Z izbiro elektromagnetov nama je uspelo potrditi tretjo. Pri četrti hipotezi pa sva potrebovala le robota in zaslon na dotik, da sva uspešno napisala program. Za zadnjo hipotezo je bila potrebna hitrost robota in čim manj nepotrebnih gibov, s čimer sva jo tudi potrdila.

Tabela 5: Potrditev hipotez

Napravila bova ustrezno stojalo, s katerega bo robot jemal polizdelke.	✓
Naredila bova simulacijski prostor.	✓
Napravila bova ustrezno prijemalo.	✓
Napisala bova program za robota.	✓
Robot bo prej kot v 32 sekundah naložil polizdelke na stroj.	✓

5 ZAKLJUČEK

Projekt je na začetku izgledal veliko lažji, kot je dejansko bil. Prišlo je do veliko več zapletov, kakor sva jih predvidela. Vseh problemov bi se lahko lotila na več različnih načinov, prav tako tudi same naloge. Vedno sva izmenjala mnenja in ideje ter izbrala tisto, ki se nama je zdela najboljša. Tako sva prišla do vseh rešitev. Projekt je bil sicer zahteven, ampak z znanjem, ki sva ga pridobila v času šolanja, s podporo in z vztrajnostjo sva ga pripeljala do konca. Pri tem sva pridobila tudi nekaj novega znanja in izkušenj. Kot pri vsakem projektu je tudi pri najinem možna nadgradnja. Razmišljala sva, da je v prihodnje možno avtomatizirati tudi zlaganje polizdelkov na stojalo. Prav tako bi bil lahko avtomatiziran prevoz stojala od točke polnjenja do točke praznjenja. Možno bi bilo tudi povečanje števila kosov na stojalu, da bi ga bilo potrebno polniti manjkrat v določenem časovnem obdobju. Idej za nadgradnje pa je še veliko, naštela sva jih le nekaj.

6 ZAHVALA

Zahvaljujeva se mag. Andru Glamniku, univ. dipl. inž., in mag. Mateju Vebru, univ. dipl. inž., za celotno koordinacijo projekta in pomoč pri reševanju problemov. Prav tako se zahvaljujeva Dejanu Kokolu, da sva dobila tovrstno priložnost, in Dušanu Mesnerju za pomoč. Posebej pa bi se rada zahvalila Mihi Srtu, ki nama je priskrbel vse, kar sva potrebovala, nama pomagal pri raznih zapletih, s katerimi sva se srečevala skozi projekt, ter bil pripravljen pomagati tudi v svojem prostem času. Iskrena zahvala tudi profesorici slovenščine Brigiti Renner, prof., za njeno lektoriranje raziskovalne naloge.

7 VIRI

[1] Universal robots (online). (citirano 3.3. 2018). Dostopno na naslovu:

<https://www.industrijskiroboti.si/>

[2] Slika (online). (kopirano 3.3. 2018). Dostopno na naslovu:

<https://www.industrijskiroboti.si/>

[3] Slika (online). (kopirano 3.3. 2018). Dostopno na naslovu:

<http://atngmbh.com/en/universal-robots/>