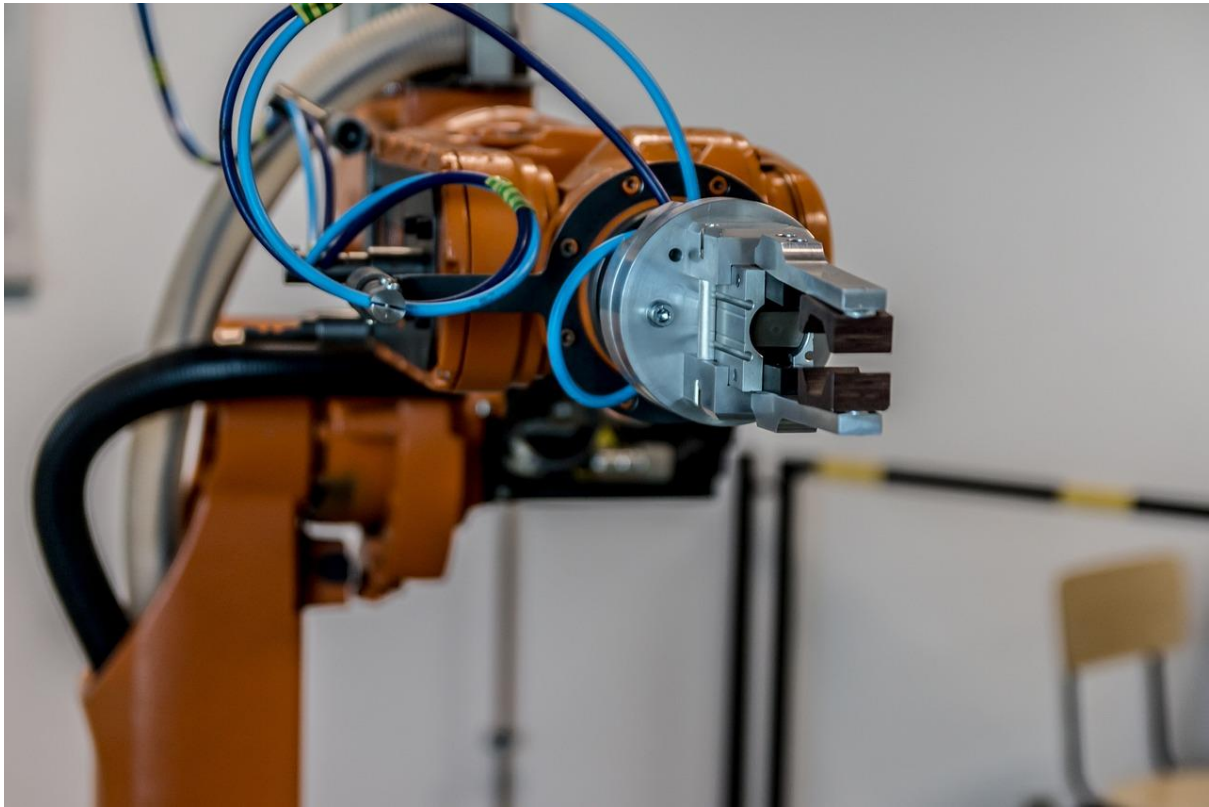


doc. dr. sc. Marin Kaluža, prof. struč. stud.  
Marina Kaluža, mag.inf.



# INDUSTRIJSKA ROBOTIKA - PRIRUČNIK -



doc. dr. sc. Marin Kaluža, prof. struč. stud.  
Marina Kaluža, mag.inf.

# **INDUSTRIJSKA ROBOTIKA**

**- PRIRUČNIK -**

RIJEKA, 2023.

doc. dr. sc. Marin Kaluža, prof. struč. stud.  
Marina Kaluža, mag.inf.

## **INDUSTRIJSKA ROBOTIKA**

### *Nakladnik*

Prospekt d.o.o., Dražice 138, Rijeka

### *Za nakladnika*

Leonardo Matković

### *Recenzenti*

izv. prof. dr. sc. Sanja Čandrlić  
Emil Prpić, dipl. ing. el.

### *Lektor*

Una Matić Vukelić, prof.

### *Slog i prijelom*

Autori

### *Dizajn ovitka*

Autori

### *Mjesto izdanja*

Rijeka

### *Godina izdanja*

2023.

### *Elektroničko izdanje (URL)*

<https://lms.cekom-kckzz.hr/e-izdanja/>

Publikacija je izdana u okviru projekta „Razvoj kompetencija kroz učenje temeljeno na radu“ financiranog od strane Europske unije iz Europskog socijalnog fonda.

Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost autora i ni na koji način ne može se smatrati da odražava gledište Europske komisije.

# Sadržaj

1	USPOSTAVA RAZVOJNOG OKRUŽENJA.....	1
1.1	Instalacija softvera RobotStudio.....	2
1.1.1	Opis radnog zadatka.....	2
1.1.2	Osnovni koncepti .....	2
1.1.3	Rješenje radnog zadatka .....	2
1.1.3.1	Postavljanje probne ( <i>trial</i> ) licence .....	11
1.1.3.2	Postavljanje samostalne ( <i>standalone</i> ) licence.....	13
1.1.3.3	Postavljanje mrežne ( <i>network</i> ) licence.....	14
1.1.3.4	Inicijalno postavljanje virtualnog kontrolera .....	17
1.1.4	Pitanja i zadaci.....	18
1.1.5	Literatura i izvori .....	19
1.2	Postavljanje robotske ruke u RobotStudio.....	20
1.2.1	Opis radnog zadatka.....	20
1.2.2	Osnovni koncepti .....	20
1.2.3	Rješenje radnog zadatka .....	21
1.2.3.1	Otvaranje novog projekta i postavljanje robotske ruke na radnu površinu.....	21
1.2.3.2	Prilagodba kuta promatranja (perspektive) na robota.....	25
1.2.3.3	Pomicanje robota korištenjem alata Freehand .....	25
1.2.3.4	Pomicanje robota korištenjem igrace palice alatom FlexPendant.....	28
1.2.4	Pitanja i zadaci.....	29
1.2.5	Literatura i izvori .....	31
2	RAD SA SOFTVEROM ROBOTSTUDIO .....	32
2.1	Izbornik File .....	33
2.1.1	Osnovni koncepti .....	33
2.1.2	Pitanja i zadaci.....	38
2.1.3	Literatura i izvori .....	38
2.2	Izbornik Home.....	39
2.2.1	Osnovni koncepti .....	39
2.2.1.1	Grupa Build Station.....	39
2.2.1.2	Grupa Path Programming .....	42
2.2.1.3	Grupa Controller .....	42
2.2.1.4	Grupa Freehand .....	42
2.2.1.5	Grupa Graphics .....	43
2.2.2	Pitanja i zadaci.....	44



2.2.3	Literatura i izvori .....	45
2.3	Izbornik Modeling.....	46
2.3.1	Osnovni koncepti .....	46
2.3.1.1	Grupa <i>Create</i> .....	46
2.3.1.2	Grupa CAD Operations.....	50
2.3.1.3	Grupa Measure.....	51
2.3.1.4	Grupa Freehand .....	54
2.3.2	Pitanja i zadaci.....	54
2.3.3	Literatura i izvori .....	55
2.4	Izbornik Simulation.....	56
2.4.1	Osnovni koncepti .....	56
2.4.1.1	Grupa Collisions .....	56
2.4.1.2	Grupa Configure .....	58
2.4.1.3	Grupa Simulation Control.....	60
2.4.1.4	Grupa Monitor.....	61
2.4.1.5	Grupa Signal Analyzer .....	64
2.4.1.6	Grupa Record Movie.....	67
2.4.2	Pitanja i zadaci.....	68
2.4.3	Literatura i izvori .....	69
2.5	Izbornik Controller.....	70
2.5.1	Osnovni koncepti .....	70
2.5.1.1	Grupa Access .....	71
2.5.1.2	Grupa Controller Tools.....	72
2.5.1.3	Grupa I/O.....	80
2.5.1.4	Grupa Configuration .....	81
2.5.1.5	Grupa Virtual Controller .....	90
2.5.1.6	Grupa Transfer .....	93
2.5.2	Pitanja i zadaci.....	97
2.5.3	Literatura i izvori .....	98
2.6	Izbornik RAPID .....	99
2.6.1	Osnovni koncepti .....	99
2.6.1.1	Grupa Access .....	100
2.6.1.2	Grupa Edit .....	102
2.6.1.3	Grupa Insert.....	104
2.6.1.4	Grupa Find.....	106
2.6.1.5	Grupa Controller .....	115

2.6.1.6	Grupa Test and Debug .....	121
2.6.1.7	Grupa Path Editor .....	127
2.6.2	Pitanja i zadaci.....	130
2.6.3	Literatura i izvori .....	132
2.7	Izbornik Add-Ins.....	133
2.7.1	Osnovni koncepti .....	133
2.7.2	Pitanja i zadaci.....	134
2.7.3	Literatura i izvori .....	134
3	IZRADA PROJEKTA GIBANJA ROBOTA IZMEĐU VALJAKA.....	135
3.1	Izrada novog projekta s postavljanjem robota i alata.....	136
3.1.1	Opis radnog zadatka.....	136
3.1.2	Rješenje radnog zadatka .....	136
3.1.3	Pitanja i zadaci.....	139
3.1.4	Literatura i izvori .....	140
3.2	Izrada statične geometrije kao radne okoline .....	141
3.2.1	Opis radnog zadatka.....	141
3.2.2	Rješenje radnog zadatka .....	141
3.2.3	Pitanja i zadaci.....	144
3.2.4	Literatura i izvori .....	145
3.3	Izrada trajektorije gibanja robota.....	146
3.3.1	Opis radnog zadatka.....	146
3.3.2	Rješenje radnog zadatka .....	147
3.3.2.1	Postavljanje robota na početnu poziciju i otvaranje kliješta .....	147
3.3.2.2	Izrada gibanja robota lijevo, brzo i krivocrtno do pozicije iznad lijevog valjka	151
3.3.2.3	Izrada gibanja robota linearno, sporo, precizno do lijevog valjka.....	156
3.3.2.4	Stiskanje kliješta i postavljanje vremena čekanja .....	158
3.3.2.5	Izrada povratnog gibanja robota linearno, sporo, precizno do pozicije iznad lijevog valjka.....	166
3.3.2.6	Izrada povratnog gibanja robota desno, brzo i krivocrtno do početne pozicije	167
3.3.2.7	Izrada gibanja robota desno, brzo i krivocrtno do pozicije iznad desnog valjka	168
3.3.2.8	Izrada gibanja robota linearno, sporo, precizno do desnog valjka .....	170
3.3.2.9	Otpuštanje kliješta i postavljanje vremena čekanja .....	173
3.3.2.10	Izrada povratnog gibanja robota linearno, sporo, precizno do pozicije iznad desnog valjka .....	175

3.3.2.11	Izrada povratnog gibanja robota lijevo, brzo i krivocrtno do početne pozicije	175
3.3.3	Pitanja i zadaci.....	176
3.3.4	Literatura i izvori .....	178
3.4	Izrada i snimanje simulacije .....	179
3.4.1	Opis radnog zadatka.....	179
3.4.2	Rješenje radnog zadatka .....	179
3.4.3	Pitanja i zadaci.....	182
3.4.4	Literatura i izvori .....	183
3.5	Provjera kolizije.....	184
3.5.1	Opis radnog zadatka.....	184
3.5.2	Rješenje radnog zadatka .....	184
3.5.3	Pitanja i zadaci.....	188
3.5.4	Literatura i izvori .....	188
3.6	Prilagodba programa RAPID.....	189
3.6.1	Opis radnog zadatka.....	189
3.6.2	Rješenje radnog zadatka .....	189
3.6.2.1	Prozor za uređivanje RAPID programskog kôda i objašnjenje osnovnih dijelova programa.....	189
3.6.2.2	Pokretanje i izvođenje programa RAPID .....	190
3.6.2.3	Prilagodba (optimizacija i fleksibilizacija) programa RAPID.....	194
3.6.3	Pitanja i zadaci.....	199
3.6.4	Literatura i izvori .....	201
3.7	Sinkronizacija i spremanje programa RAPID i kontrolera .....	202
3.7.1	Opis radnog zadatka.....	202
3.7.2	Rješenje radnog zadatka .....	202
3.7.3	Pitanja i zadaci.....	206
3.7.4	Literatura i izvori .....	207
4	PROGRAMIRANJE INDUSTRIJSKOG ROBOTA S POMOĆU PRIVJESKA ZA UČENJE	208
4.1	Izbornici privjeska za učenje .....	209
4.1.1	Opis radnog zadatka.....	209
4.1.2	Osnovni koncepti .....	209
4.1.2.1	Pomicanje robotske ruke s pomoću <i>joysticka</i> na privjesku za učenje....	209
4.1.2.2	Postavke i informacije o sustavu.....	211
4.1.3	Rješenje radnog zadatka .....	213

4.1.4	Pitanja i zadaci.....	217
4.1.5	Literatura i izvori .....	218
4.2	Izrada programskog modula .....	219
4.2.1	Opis radnog zadatka.....	219
4.2.2	Osnovni koncepti .....	219
4.2.3	Rješenje radnog zadatka .....	221
4.2.3.1	Otvaranje prozora Program Editor na privjesku za učenje .....	221
4.2.3.2	Brisanje softvera iz privjeska za učenje .....	222
4.2.3.3	Stvaranje novog programa.....	225
4.2.3.4	Postavljanje naredbi (instrukcija) u program .....	226
4.2.3.5	Izvođenje programa .....	234
4.2.3.6	Spremanje programa .....	237
4.2.4	Pitanja i zadaci.....	238
4.2.5	Literatura i izvori .....	238
5	RAD S GEOMETRIJAMA NA RADNOJ STANICI .....	239
5.1	Izrada statičnih geometrija na radnoj stanici.....	240
5.1.1	Opis radnog zadatka.....	240
5.1.2	Rješenje radnog zadatka .....	241
5.1.2.1	Izrada i postavljanje kvadra na radnu stanicu .....	241
5.1.2.2	Izrada i postavljanje valjaka na radnu stanicu .....	241
5.1.2.3	Provesti uniju valjaka i kvadra te izvesti geometriju u datoteku na računalo 244	
5.1.2.4	Provesti oduzimanje valjaka od kvadra, te izvesti geometriju u datoteku na računalo 248	
5.1.2.5	Uvoz vanjskih geometrija na radnu stanicu .....	253
5.1.3	Pitanja i zadaci.....	254
5.1.4	Literatura i izvori .....	255
5.2	Izrada trajektorija gibanja robota po krivuljama geometrija.....	256
5.2.1	Opis radnog zadatka.....	256
5.2.2	Rješenje radnog zadatka .....	257
5.2.2.1	Izrada novog projekta, postavljanje robota i alata .....	257
5.2.2.2	Uvoz geometrijskog tijela kvadar s tri valjkasta izbočenja .....	260
5.2.2.3	Uvoz geometrijskog lika (tekst) .....	260
5.2.2.4	Izrada putanje gibanja robota po bridovima gornje plohe kvadra i gornjih ploha sva tri valjka.....	261
5.2.2.4.1	Izrada putanje gibanja robota po bridovima gornje plohe kvadra .....	263

5.2.2.4.2	Izrada putanje gibanja robota po kružnici gornjih ploha valjaka .....	268
5.2.2.5	Izrada putanje gibanja robota po bridovima geometrijskog lika (tekst) ..	278
5.2.2.6	Povezivanje trajektorija gibanja u cjelokupnu trajektoriju gibanja po bridovima kvadra, valjaka i slova .....	287
5.2.2.7	Kontinuirano izvođenje cjelokupne trajektorije gibanja u automatskom načinu rada robota .....	288
5.2.3	Pitanja i zadaci.....	290
5.2.4	Literatura i izvori .....	291
Popis slika.....		292

# 1 USPOSTAVA RAZVOJNOG OKRUŽENJA

Nastavna cjelina obuhvaća postupak instalacije softvera RobotStudio tvrtke ABB koji se koristi za upravljanje raznim modelima robotskih ruku. U ovim nastavnim materijalima koristit će se robotska ruka ABB IRB 120. Nastavna cjelina prikazuje osnove korištenja softvera RobotStudio, postavljanja robotske ruke te korištenja privjeska za učenje.

Cilj je ove nastavne cjeline instalirati i konfigurirati potreban softver na računalo kojim će se omogućiti upravljanje robotskom rukom te provoditi osnovne aktivnosti upravljanja robotskom rukom (npr. pomicanje pojedinih dijelova robotske ruke).

Svrha je ove nastavne cjeline upoznati čitatelje s osnovama rada softvera RobotStudio za potrebe upravljanja robotskom rukom jer će se ovaj softver koristiti u ostalim nastavnim cjelinama za potrebe upravljanja robotskom rukom.

Nastavna cjelina uključuje sljedeće teme: instalaciju softvera RobotStudio, postavljanje robotske ruke u RobotStudio te osnovne aktivnosti pomicanja raznih dijelova robotske ruke.

## 1.1 Instalacija softvera RobotStudio

Nastavna tema obuhvaća postupak preuzimanja i instalacije softvera RobotStudio. Softver RobotStudio koristit će se u ovoj nastavnoj cjelini i svim ostalim nastavnim cjelinama za područje industrijske robotike. RobotStudio je licencirani softver tvrtke ABB koja je ujedno i proizvođač raznih modela robotskih ruku za primjenu u području industrijske robotike.

Cilj je nastavne teme upoznati korake za preuzimanje, instalaciju i postavljanje licence za korištenje softvera RobotStudio.

### 1.1.1 Opis radnog zadatka

Potrebno je preuzeti softver RobotStudio za operacijski sustav koji se koristi na računalu (operacijski sustav Windows). Potom treba provjeriti zadovoljava li računalo minimalne zahtjeve propisane softverom koji se instalira te, ako zadovoljava, provesti postupak instalacije softvera RobotStudio. Budući da je RobotStudio licencirani softver tvrtke ABB, potrebno je postaviti licencu za korištenje softvera.

### 1.1.2 Osnovni koncepti

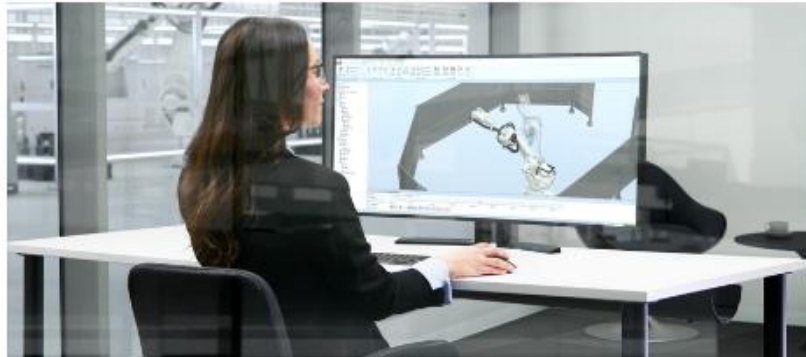
RobotStudio je softver tvrtke ABB koji služi za upravljanje robotima tvrtke ABB. Softver omogućuje lokalni rad i upravljanje robotima u *online* i *offline* načinu rada. ABB je izradio i softver RobotStudio Cloud koji je *web*-bazirani softver prilagođen korisnicima za programiranje i simulaciju robota. Softver radi zajedno s verzijom za stolna računala. RobotStudio nadalje omogućuje korisnicima s bilo koje lokacije brz pristup robotskim programima, unošenje potrebnih promjena i dijeljenje s drugima u stvarnom vremenu.

### 1.1.3 Rješenje radnog zadatka

S portala tvrtke ABB u sekciji robotics i podsekciji robotstudio (<https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio>) potrebno je odabrati preuzimanje probne verzije softvera RobotStudio. Za preuzimanje probne verzije potrebno je upisati osobne podatke (ime i prezime, e-adresu, poduzeće/instituciju te državu). Nakon upisivanja traženih podataka na upisanu e-adresu zaprimit će se poveznica za preuzimanje probne verzije softvera RobotStudio (Slika 1.1.3.1).



## Thank you for using RobotStudio®



Dear Customer,

Download the world's most-used offline programming tool for robotics. RobotStudio® comes with a full package of features and add-ons allowing for perfect offline simulation.

[DOWNLOAD ROBOTSTUDIO®](#)

Check-out our [training course](#) (English) to get started.

Questions or feedback? Reach us via our local [Contact Centers](#) or visit our [Robotics forums](#)

Enjoy RobotStudio®!

ABB Robotics

This invitation was sent to [REDACTED]  
If you no longer wish to receive these types of emails or would like to unsubscribe, please manage your subscription in our preference center via the following link: [Email preference center](#)

**ABB AG**  
Affolternstrasse 44 | CH-8050 Zurich | Switzerland

[Privacy Policy](#)



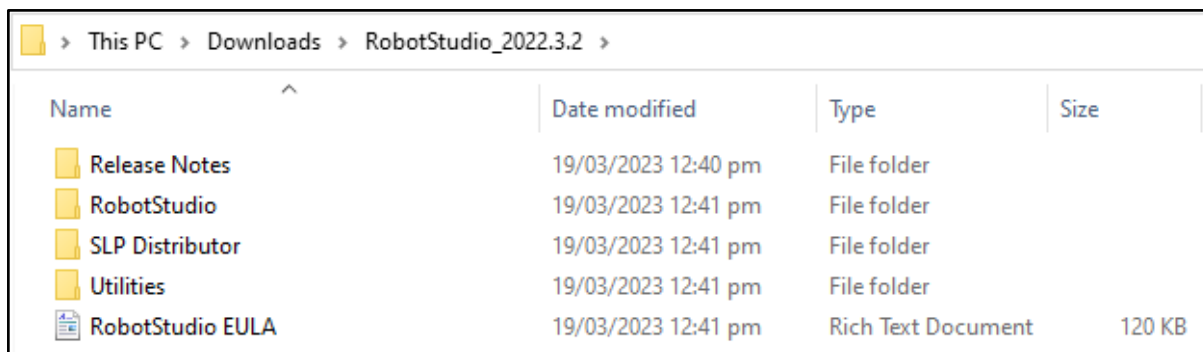
Slika 1.1.3.1 E- poruka za instalaciju softvera RobotStudio

U zaprimljenoj e-poruci potrebno je kliknuti na gumb [DOWNLOAD ROBOTSTUDIO®](#) čime će se otvoriti zadani preglednik i započeti proces preuzimanja najnovije verzije instalacijskog paketa RobotStudio (npr. datoteka RobotStudio\_2022.3.2.zip).

Preuzetu zip arhivu potrebno je raspakirati npr. u istoimenu mapu RobotStudio\_2022.3.2.

Slika 1.1.3.2 prikazuje sadržaj mape.



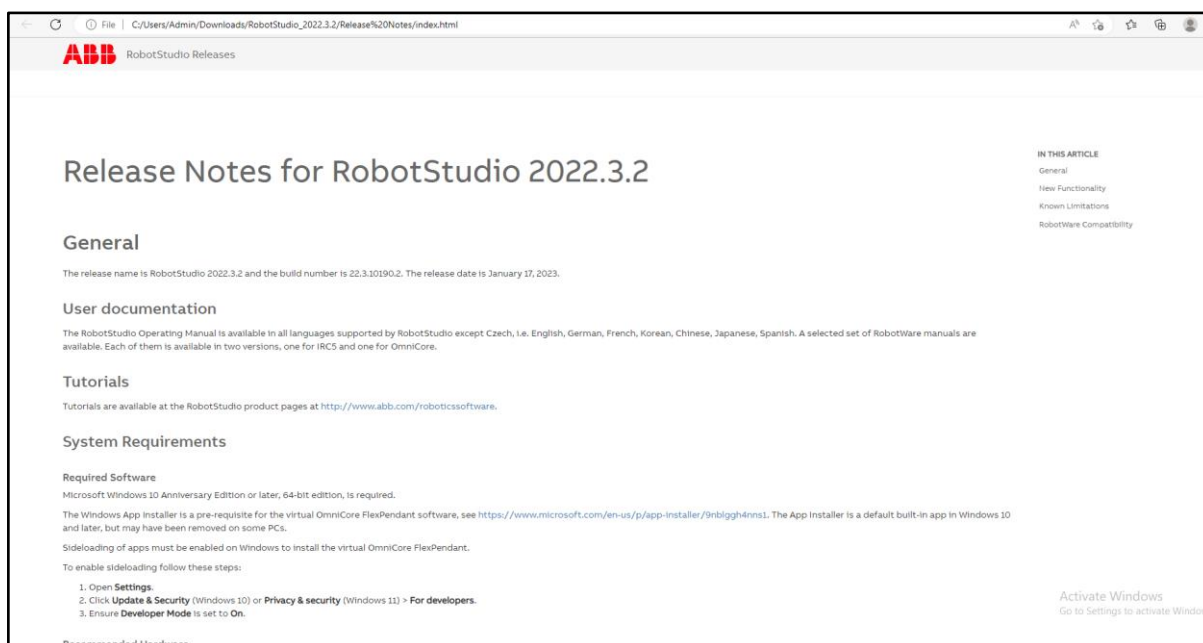


Slika 1.1.3.2 Sadržaj instalacijske mape softvera RobotStudio

U dokumentu RobotStudio EULA.rtf koji se nalazi u korijenskoj mapi raspakirane zip arhive nalazi se ABB-ov *End-User License Agreement* u kojemu se nalazi objašnjenje prava i mogućnosti korištenja softvera RobotStudio, softvera za kontroler, pripadajućih multimedijских sadržaja, tiskanih materijala i elektroničke dokumentacije.

U mapi Release Notes nalazi se dokumentacija koja opisuje preuzetu verziju softvera, zahtijevanu specifikaciju hardvera te novosti u verziji s opisima popravaka grešaka.

Za čitanje dokumentacije u mapi Release Notes potrebno je otvoriti mapu i pokrenuti datoteku index.html (dvostrukim klikom miša) nakon čega će se otvoriti zadani preglednik na računalu i prikazati sadržaj dokumenta (Slika 1.1.3.3).



Slika 1.1.3.3 Bilješke o izdanju softvera RobotStudio

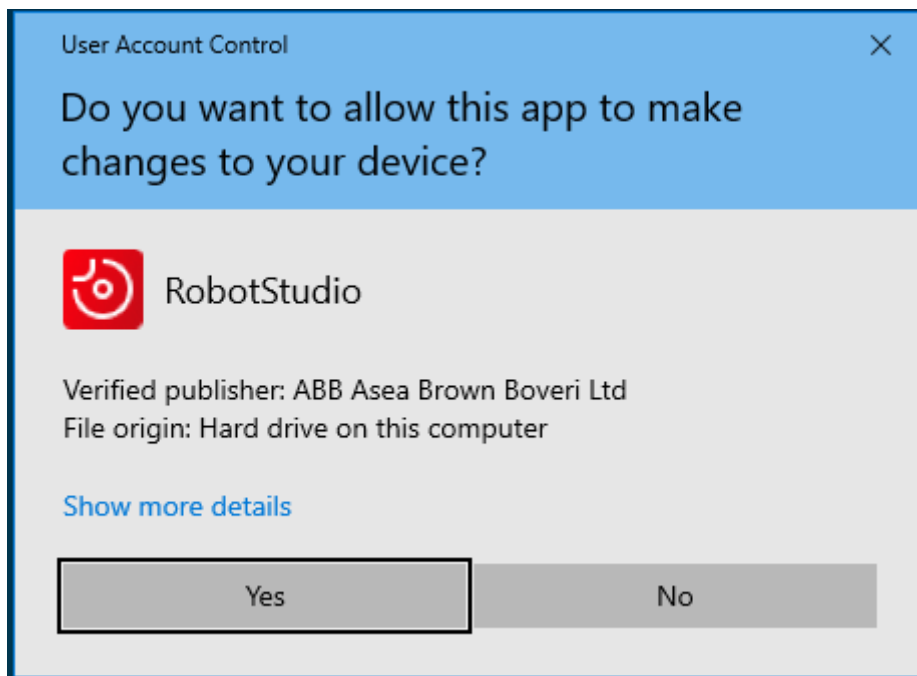
U prikazanom dokumentu na slici 3. potrebno je provjeriti minimalne i preporučene hardverske zahtjeve koji su potrebni za rad softvera RobotStudio.

U mapi RobotStudio nalaze se instalacijske komponente za softver RobotStudio. Instalacija započinje pokretanjem programa *setup* dvostrukim klikom miša na istoimenu datoteku (Slika 1.1.3.4).



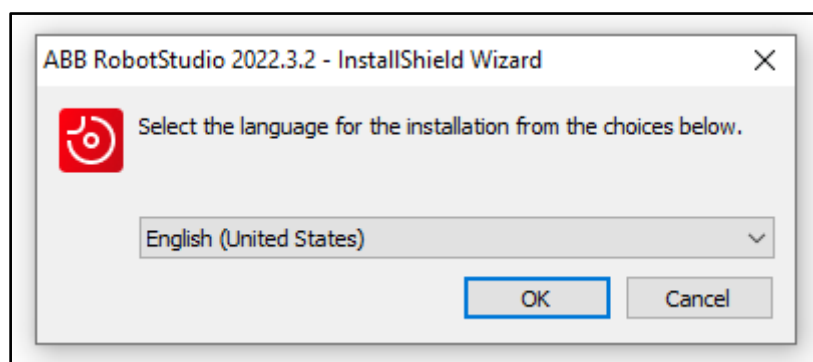
Slika 1.1.3.4 E-poruka za instalaciju softvera RobotStudio

Nakon pokretanja programa setup.exe, a ovisno o postavkama operacijskog sustava Windows može se prikazati prozor UAC (User Account Control) zaštite računala koji prikazuje podatke o proizvođaču softvera koji se instalira te je za nastavak instalacije potrebno odgovoriti potvrdno klikom na gumb Yes (Slika 1.1.3.5).



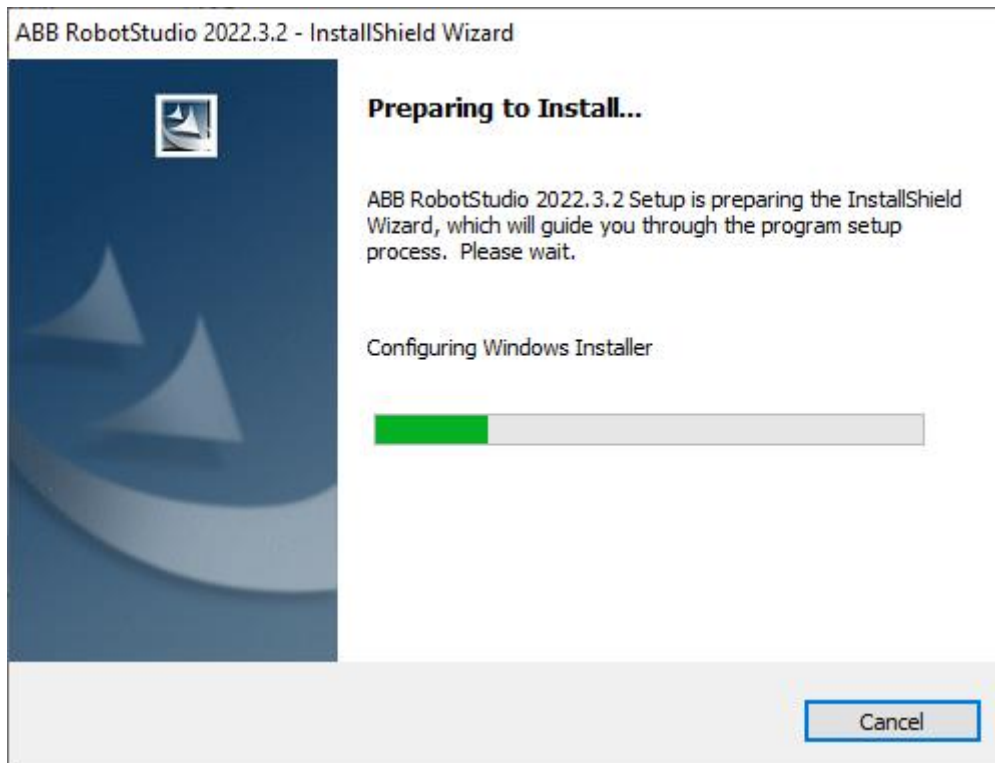
Slika 1.1.3.5 Windows 10 UAC (User Account Control) prozor

U sljedećem koraku instalacijskog postupka prikazuje se dijaloški okvir za odabir jezika softvera (Slika 1.1.3.6).



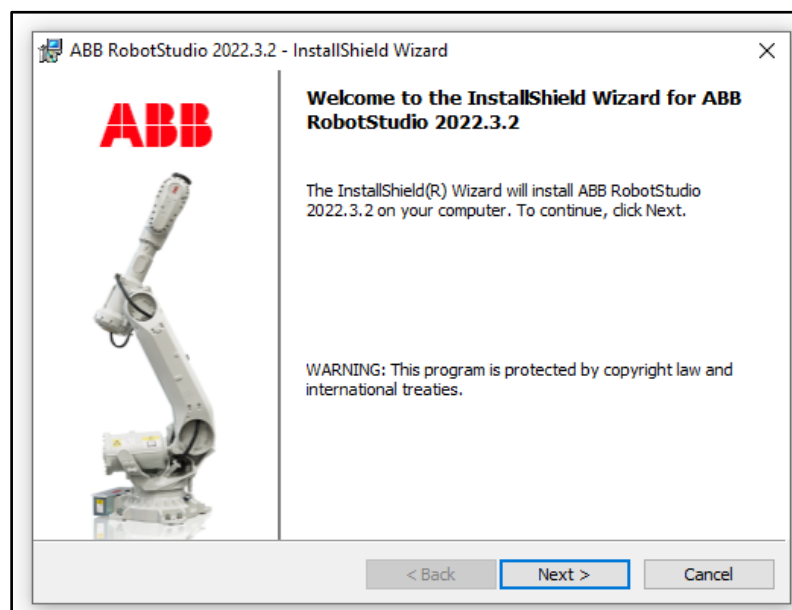
Slika 1.1.3.6 Instalacija softvera RobotStudio – prozor za odabir jezika

Nakon odabira jezika slijedi potpuno automatizirani proces pripreme instalacijskog postupka. Na zaslону se prikazuje prozor s informacijama o dijelovima pripreme (Slika 1.1.3.7). U tom procesu moguće je prekinuti instalacijski postupak klikom na gumb Cancel.



Slika 1.1.3.7 Instalacija softvera RobotStudio – priprema za instalaciju

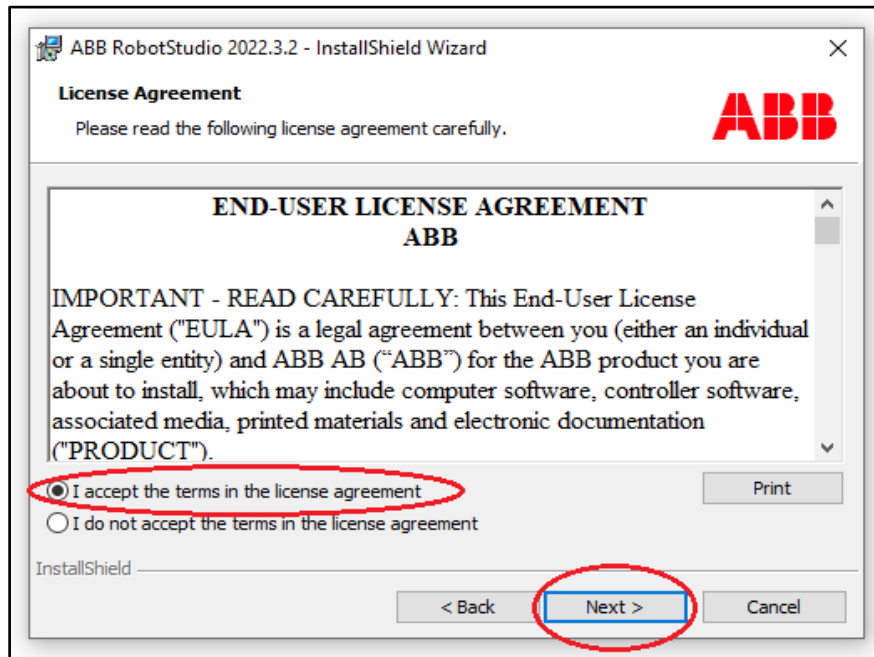
Po završetku automatiziranog procesa pripreme instalacijskog postupka prikazuje se prozor s informacijama o softveru koji će se instalirati na računalo (Slika 1.1.3.8). Tu je potrebno kliknuti na gumb Next.



Slika 1.1.3.8 Instalacija softvera RobotStudio – informacije o softveru

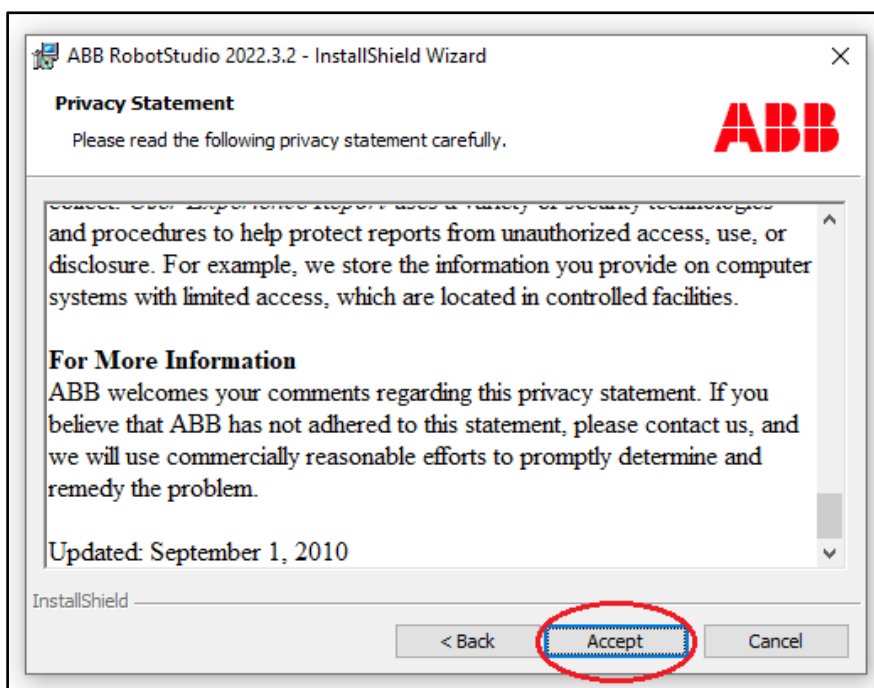
Nakon toga instalacijski *wizard* prikazuje prozor EULA (*End-User License Agreement*) s dijaloškim okvirom za prihvatanje licencnog ugovora. Onemogućen je daljnji postupak instalacije

dok se ne odabere opcija za prihvatanje licencnog ugovora. Potom je potrebno kliknuti mišem na gumb Next za nastavak postupka instalacije (Slika 1.1.3.9).



Slika 1.1.3.9 Instalacija softvera RobotStudio – licencni ugovor

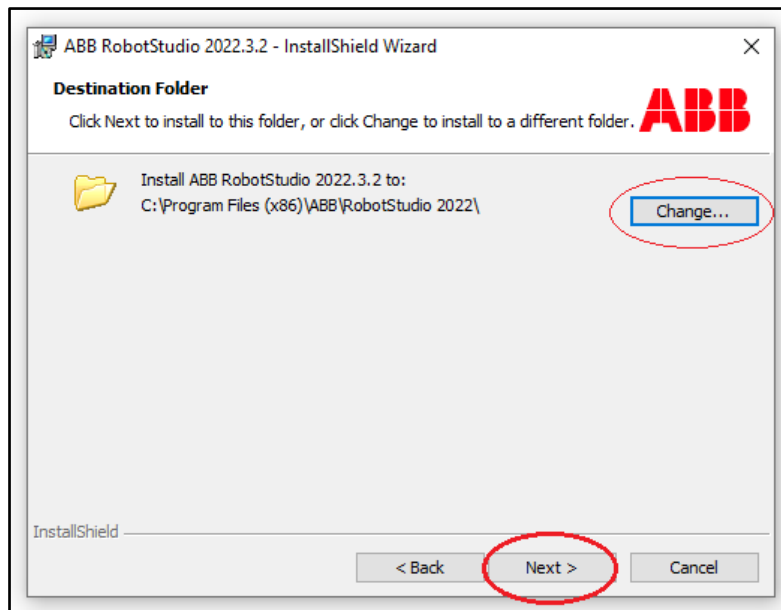
Nakon toga instalacijski *wizard* prikazuje prozor s izjavom o privatnosti. Izjava se mora prihvatiti kako bi se nastavio instalacijski postupak (Slika 1.1.3.10).



Slika 1.1.3.10 Instalacija softvera RobotStudio – izjava o privatnosti

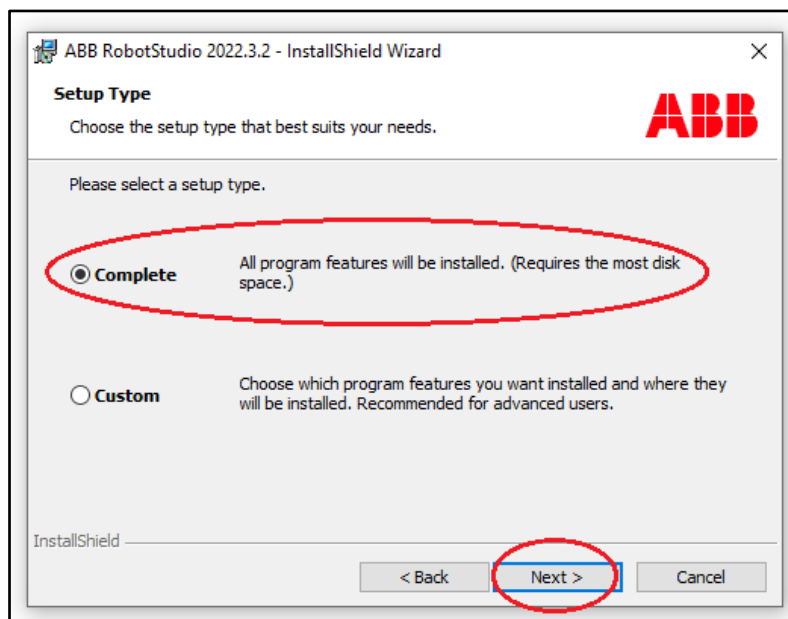
Nakon prihvaćanja izjave o privatnosti prikazuje se prozor s dijaloškim okvirom za odabir mape (lokacije) gdje će se instalirati softver RobotStudio. Predložena mapa jest C:\Program Files

(x86)\ABB\RobotStudio 2022\). Instalacijsku mapu moguće je prilagoditi klikom na gumb Change. Nakon odabira (postavljanja) mape u koju će se softver RobotStudio instalirati potrebno je kliknuti na gumb Next (Slika 1.1.3.11).



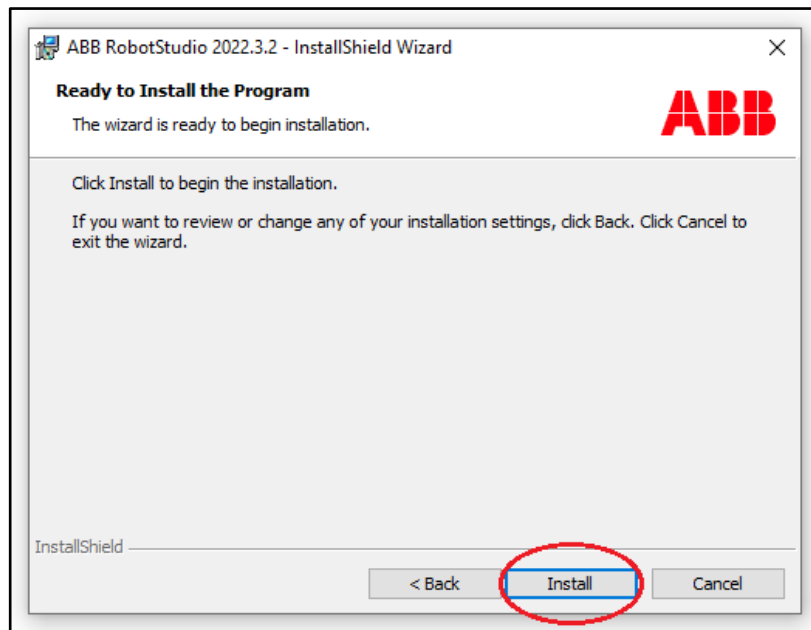
Slika 1.1.3.11 Instalacija softvera RobotStudio – dabil instalacijske mape

Nakon odabira mape u koju će se instalirati softver RobotStudio prikazuje se prozor tip instalacije s dijaloškim okvirom za odabir tipa. Osnovno je postavljen tip Complete što znači potpuna instalacija. Moguće je odabrati i tip Custom što će nakon klika na gumb Next prikazati dijaloški okvir s mogućnostima odabira dijelova koji će se instalirati. Tip instalacije Custom preporučuje se za napredne korisnike pa će se zbog toga odabrati osnovno postavljeni tip potpune instalacije (Complete) što prikazuje Slika 1.1.3.12.



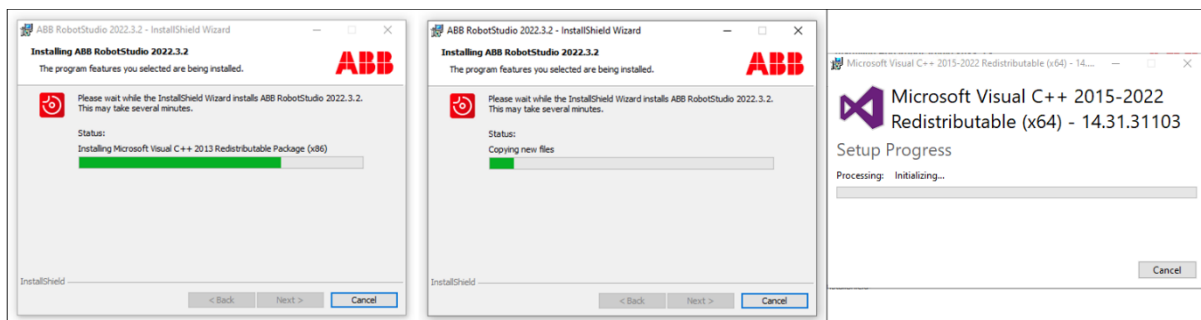
Slika 1.1.3.12 Instalacija softvera RobotStudio – tip instalacije

Nakon odabira instalacijskog tipa prikazuje se informativni prozor instalacijskog *wizarda* koji omogućuje povrat na prethodne korake instalacijskog postupka te provedbu procesa instalacije klikom na gumb Install (Slika 1.1.3.13).



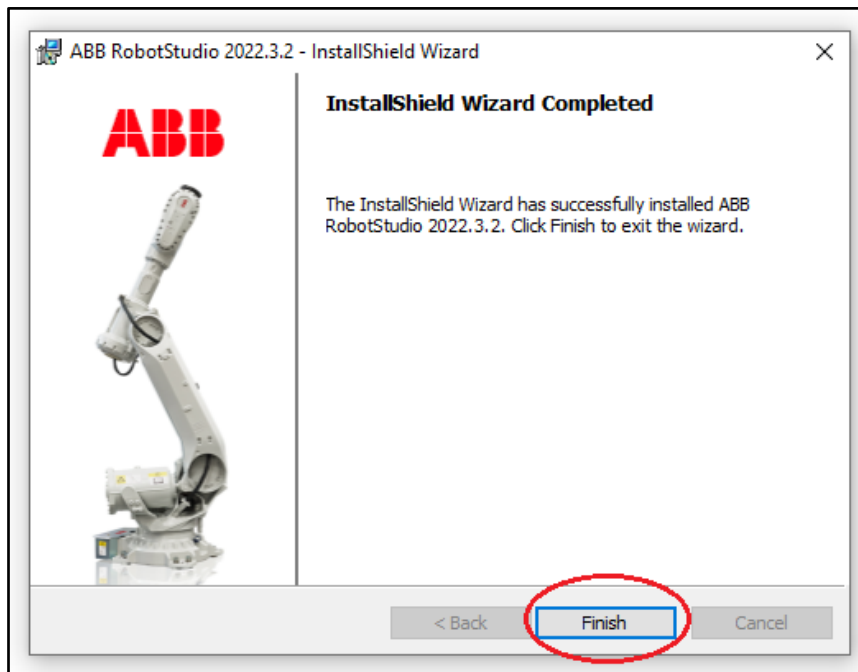
Slika 1.1.3.13 Instalacija softvera RobotStudio – informativni prozor prije početka instalacije

Instalacijski proces postavlja potrebne zavisne pakete i postavlja datoteke potrebne za rad RobotStudio softvera (Slika 1.1.3.14). Instalacijski postupak može se prekinuti klikom na gumb Cancel.



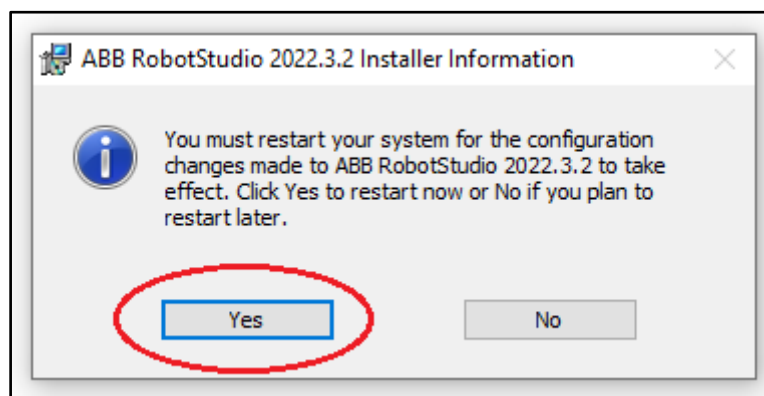
Slika 1.1.3.14 Instalacija softvera RobotStudio – instalacijski proces

Kada instalacijski proces završi, prikazuje se prozor s informacijom o uspješnom završetku instalacije softvera RobotStudio (Slika 1.1.3.15).



Slika 1.1.3.15 Instalacija softvera RobotStudio – dovršetak instalacije

Nakon dovršetka instalacijskog postupka, i obzirom na to da je u instalacijskom postupku provedena instalacija dodatnih Windows paketa koji su potrebni za rad softvera RobotStudio, prikazuje se prozor u kojem se zahtijeva ponovno pokretanje računala kako bi se instalacijske postavke softvera mogle primijeniti i kako bi se softver RobotStudio mogao koristiti (Slika 1.1.3.16).



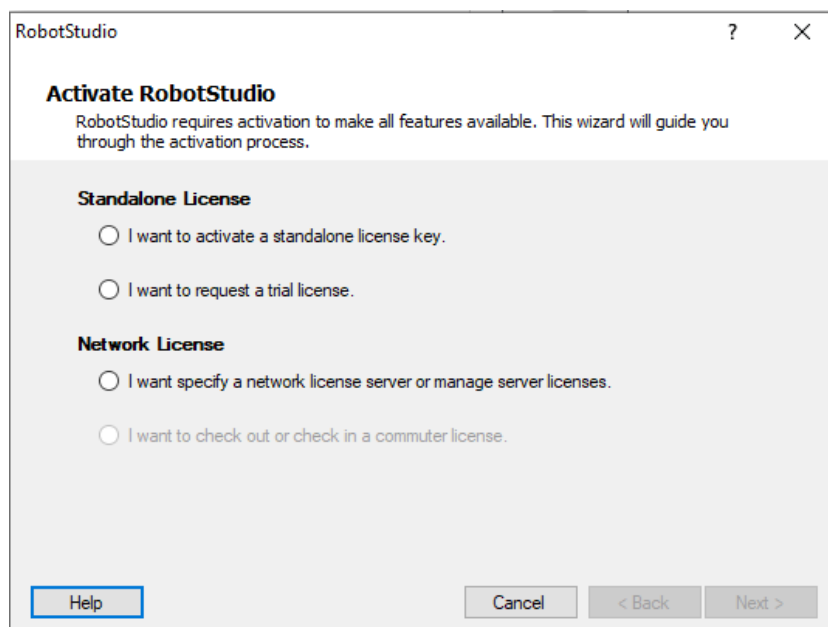
Slika 1.1.3.16 Instalacija softvera RobotStudio – zahtjev za ponovno pokretanje računala

Klikom na gumb Yes (Slika 1.1.3.16) izvršava se proces ponovnog pokretanja računala. Po završetku instalacije softvera RobotStudio na radnoj površini (*desktop*) bit će dostupna poveznica na softver RobotStudio (Slika 1.1.3.17).



Slika 1.1.3.17 RobotStudio – poveznica na radnoj površini

Nakon prvog pokretanja softvera RobotStudio prikazuje se prozor s aktivacijskim dijalogom (Slika 1.1.3.18).



Slika 1.1.3.18 RobotStudio – aktivacijski prozor

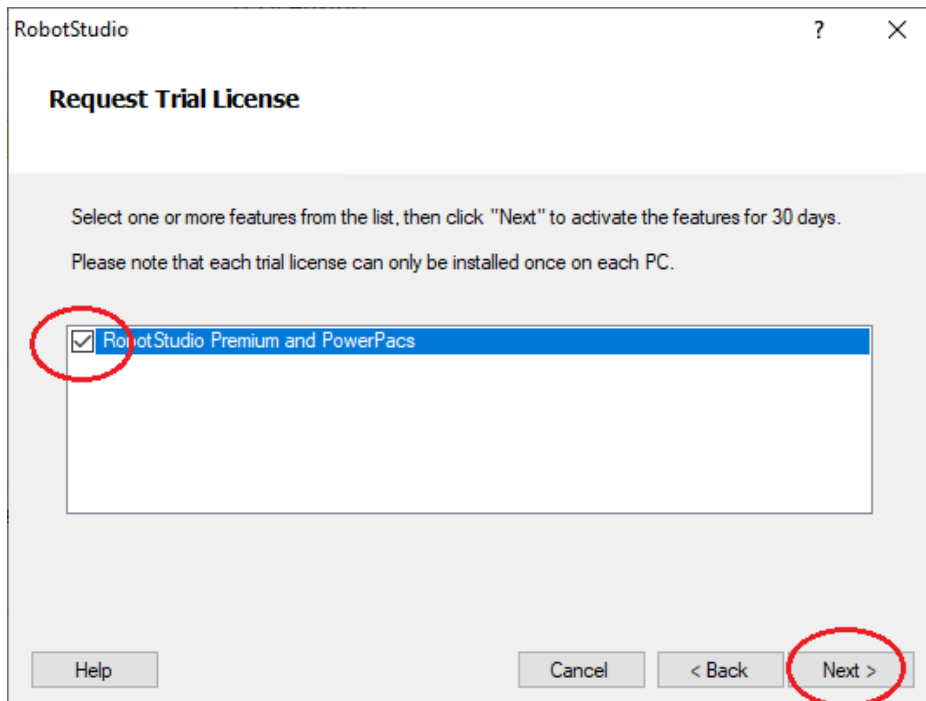
Na aktivacijskom prozoru (Slika 1.1.3.18) dostupne su tri opcije aktivacije:

- samostalna licenca (*standalone license*)
- probna licenca (*trial license*)
- mrežna licenca s poslužitelja (*network license server*)

### 1.1.3.1 Postavljanje probne (*trial*) licence

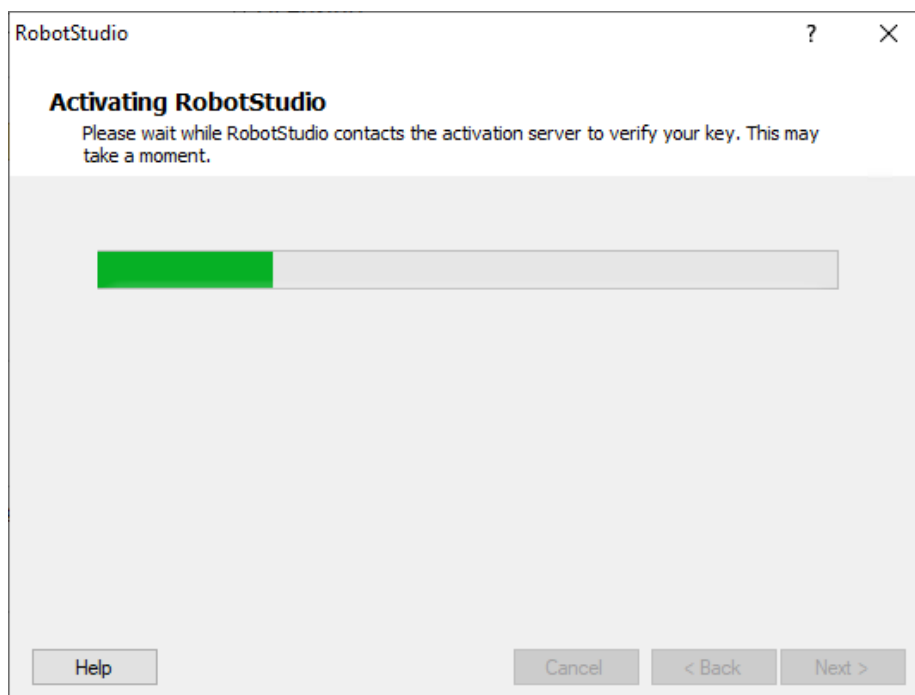
Nakon odabir *trial* licence za aktivaciju softvera RobotStudio prikazuje se prozor za zahtijevanje probne licence (Slika 1.1.3.19).





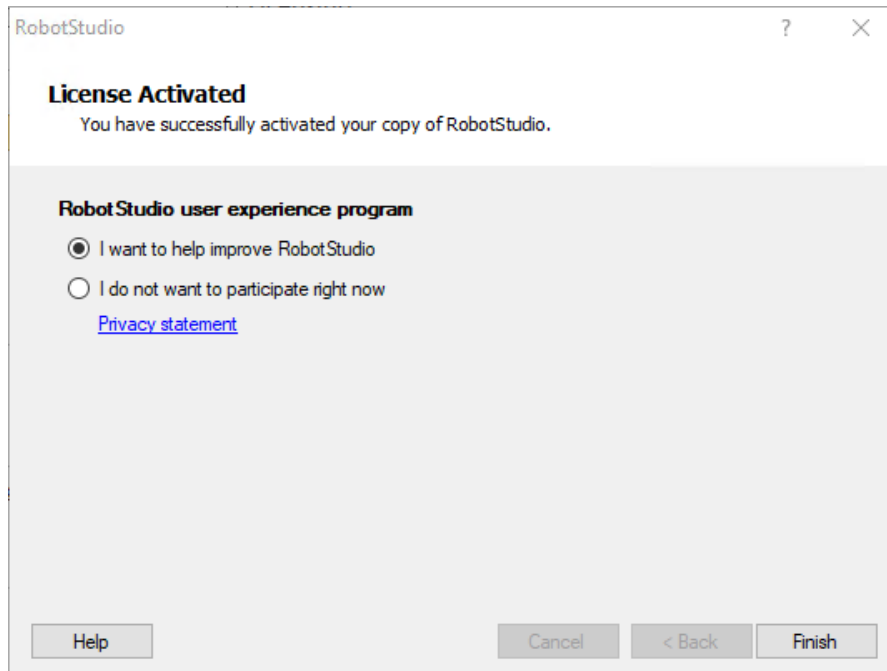
Slika 1.1.3.19 RobotStudio – aktivacijski prozor – probna licenca

Na prozoru Request Trial License (Slika 1.1.3.19) potrebno je uključiti kvačicu na opciji RobotStudio Premium and PowerPacs te pritisnuti gumb Next. Potom se provodi postupak automatske aktivacije privremene licence, a za to vrijeme prikazuje se prozor Activating RobotStudio (Slika 1.1.3.20).



Slika 1.1.3.20 RobotStudio – aktivacijski prozor – probna licenca – proces aktiviranja

Nakon završetka procesa aktiviranja probne licence prikazuje se prozor License Activated (Slika 1.1.3.21). Probna licenca traje 30 dana.

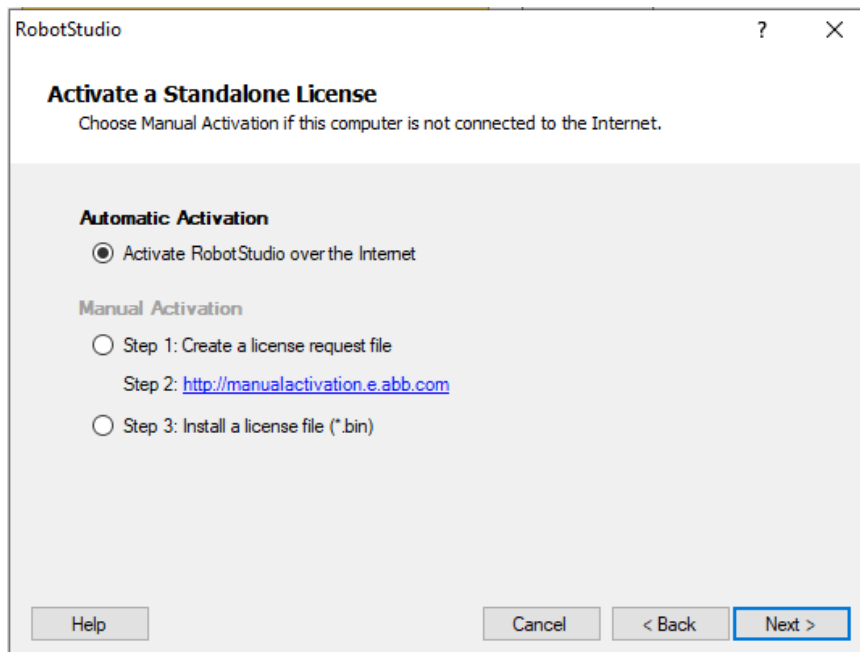


Slika 1.1.3.21 RobotStudio – aktivacijski prozor – probna licenca aktivirana

Prozor License Activated sadrži i dijaloški okvir s pitanjem o učestvovanju u programu *user experience*. Ako se odabere opcija „I want to help improve RobotStudio“, tada će se sva korištenja funkcija i opcija unutar softvera RobotStudio bilježiti i prosljeđivati proizvođaču softvera kako bi na temelju sakupljenih informacija o korištenju softvera proizvođač mogao poboljšati funkcionalnosti softvera za bolji korisnički doživljaj rada u softveru. U tom slučaju preporučuje se pročitati dokument Privacy statement u kojem se navodi koji se podaci prikupljaju i prosljeđuju proizvođaču. Ako ne želite sudjelovati u programu *user experience*, potrebno je odabrati opciju „I do not want to participate right now“. Ta se opcija može uvijek prilagoditi u softveru RobotStudio (izbornik File –> Options -> Licensing).

### 1.1.3.2 Postavljanje samostalne (*standalone*) licence

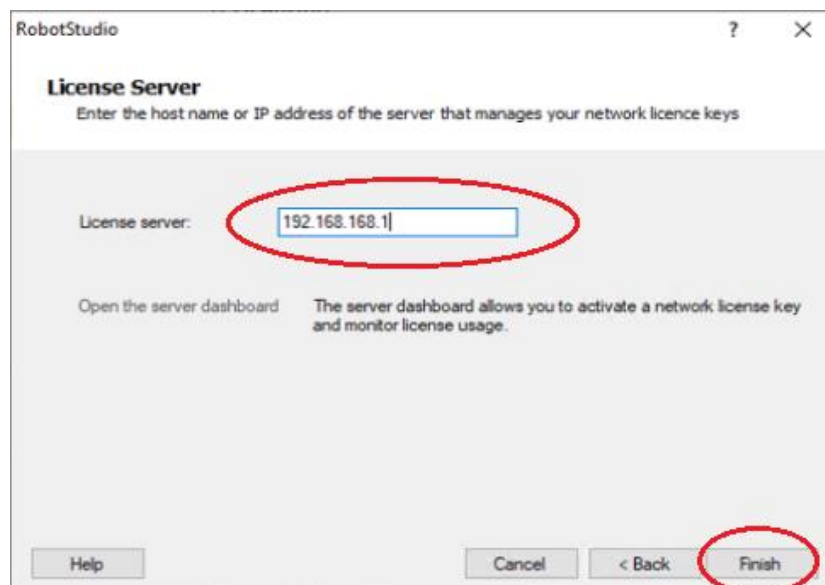
Samostalna licenca može se provesti na dva načina: automatski (putem interneta) i ručno. Slika 1.1.3.22 prikazuje aktivacijski prozor za samostalnu licencu.



Slika 1.1.3.22 RobotStudio – aktivacijski prozor – samostalna licenca

### 1.1.3.3 Postavljanje mrežne (*network*) licence

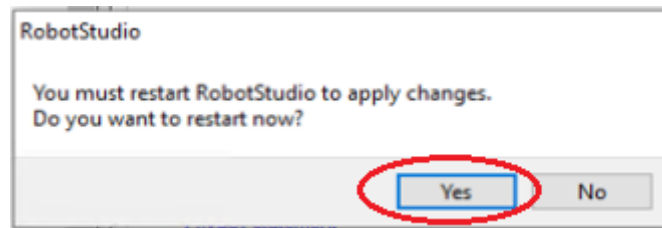
Mrežna licenca s poslužitelja može se provesti kada se računalo nalazi na lokalnoj mreži na kojoj se nalazi računalo s postavljenim softverom za upravljanje licencnim ključevima klijenata softvera RobotStudio. Za aktiviranje mrežne licence potrebno je upisati ime poslužitelja ili njegovu IP adresu (npr. 192.168.168.1) u polje License server (Slika 1.1.3.23).



Slika 1.1.3.23 RobotStudio – aktivacijski prozor – mrežna licenca s poslužitelja

Nakon upisa odgovarajuće IP adrese ili imena poslužitelja potrebno je kliknuti na gumb Finish nakon čega će se prikazati dijaloški prozor sa zahtjevom za ponovnim pokretanjem softvera

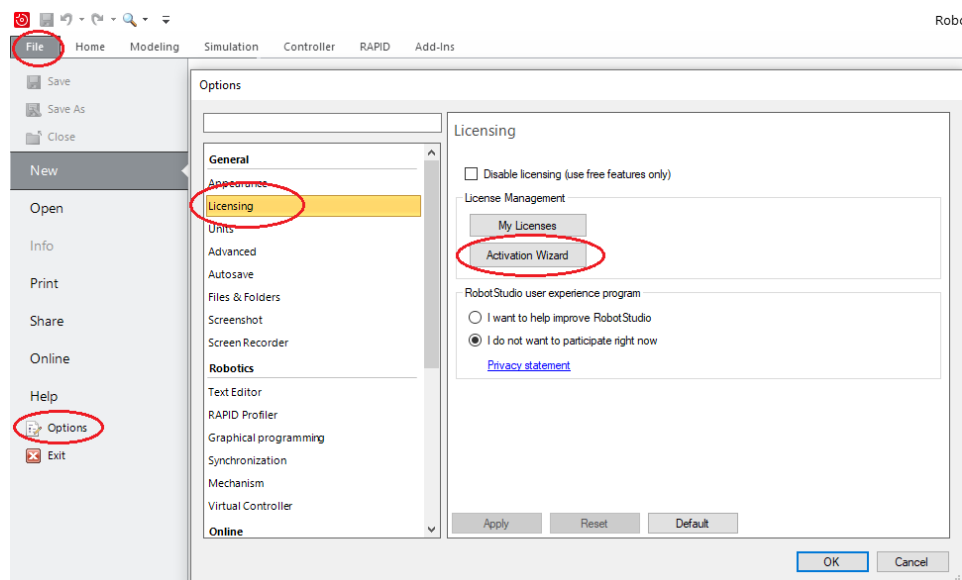
Robot Studio kako bi se promjene aplicirale na rad softvera (Slika 1.1.3.24). Tu je potrebno ponovno pokrenuti softver klikom na gumb Yes.



Slika 1.1.3.24 RobotStudio – dijalog za ponovno pokretanje

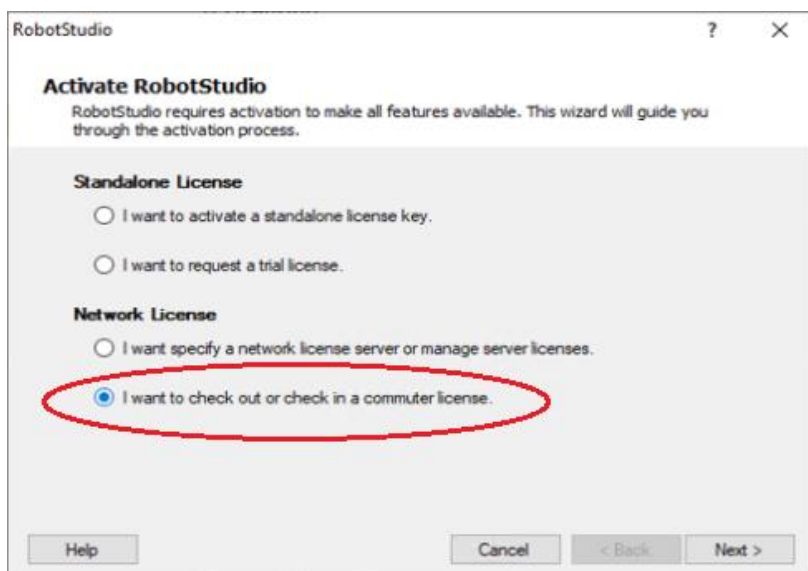
Nakon ponovnog pokretanja softvera RobotStudio mrežna licenca bit će aktivirana i bit će omogućen nesmetan rad u softveru dok je računalo na mreži na kojoj je dostupan poslužitelj mrežnih licenci softvera RobotStudio.

S aktiviranom mrežnom licencom moguće je koristiti softver RobotStudio i kada je računalo izvan mreže na kojoj se nalazi poslužitelj licenci. Navedena mogućnost tzv. *check out* postavlja se na prozoru Activate RobotStudio koji se može otvoriti klikom na opciju Options u izborniku File, klikom na opciju Licensing te klikom na gumb Activation Wizard (Slika 1.1.3.25).



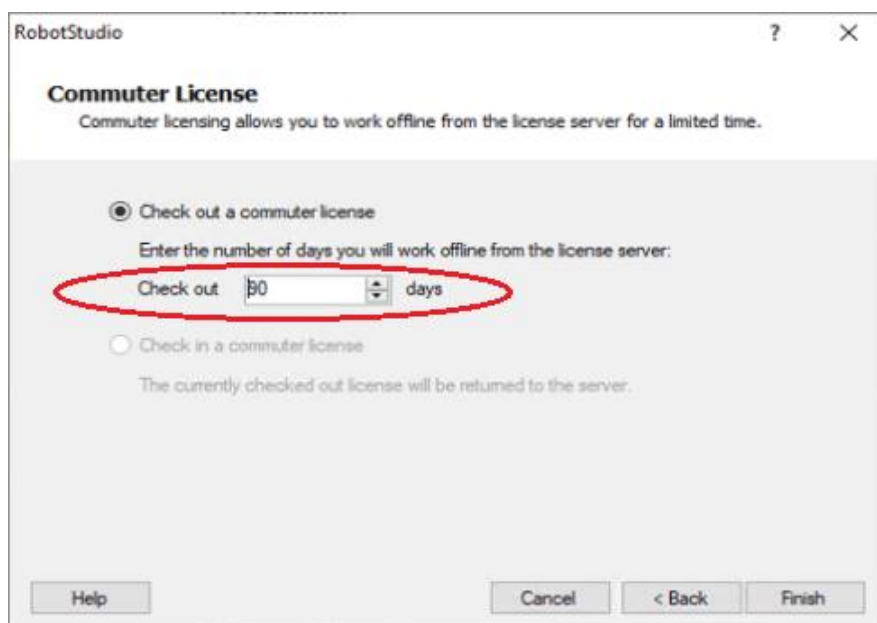
Slika 1.1.3.25 RobotStudio – otvaranje prozora Activate RobotStudio

Nakon otvaranja prozora Activate RobotStudio bit će omogućena i opcija „I want to check out or check in a commuter license” (Slika 1.1.3.26).



Slika 1.1.3.26 RobotStudio – aktivacijski prozor – mrežna licenca u *offline* načinu rada

Odabirom navedene opcije (Slika 1.1.3.26) i klikom na gumb Next otvara se prozor Commuter License (Slika 1.1.3.27) na kojemu je moguće provesti *check out* postupak za omogućavanje izvanmrežnog rada i *check in* postupak za povrat u mrežni rad.



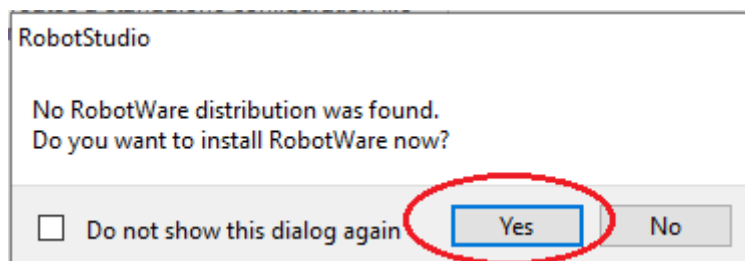
Slika 1.1.3.27 RobotStudio – aktivacijski prozor – check out a commuter license

*Check out* za omogućavanje izvanmrežnog rada dopušta se na određeni odabrani broj dana koji ne može biti veći od 90 dana. Nakon odabira koliko će dana računalo moći koristiti licencirani softver RobotStudio u izvanmrežnom radu potrebno je kliknuti na gumb Finish čime će se aktivirati izvanmrežni rad i privremena licenca postaviti lokalno na računalo i trajat će odabrani broj dana.

Bilo kada u periodu od postavljanja izvanmrežnog rada do njegova isteka moguće je vratiti način rada u mrežni način odabirom opcije „Check in a commuter license”. Opcija će biti dostupna samo kada je računalo na mreži na kojoj se nalazi poslužitelj licenci softvera RobotStudio.

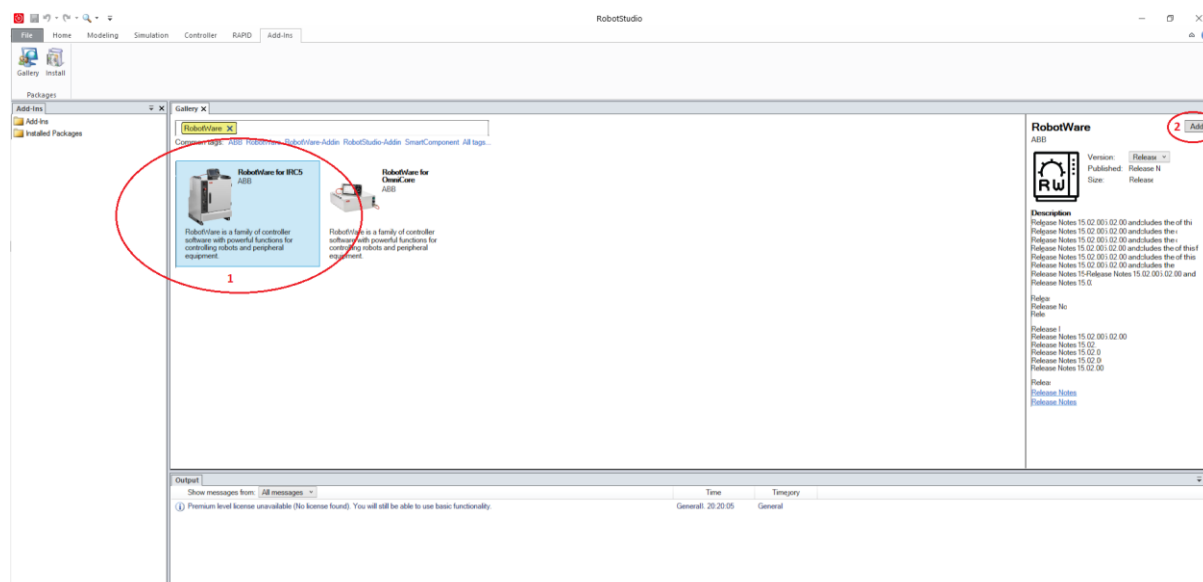
### 1.1.3.4 Inicijalno postavljanje virtualnog kontrolera

Nakon postavljanja odgovarajuće licence ili prekida aktivacijskog procesa (klikom na gumb Cancel – Slika 1.1.3.18) prikazat će se dijaloški okvir kojim se želi postaviti odgovarajući robotski softver (*RobotWare*) za kontroler (Slika 1.1.3.28).



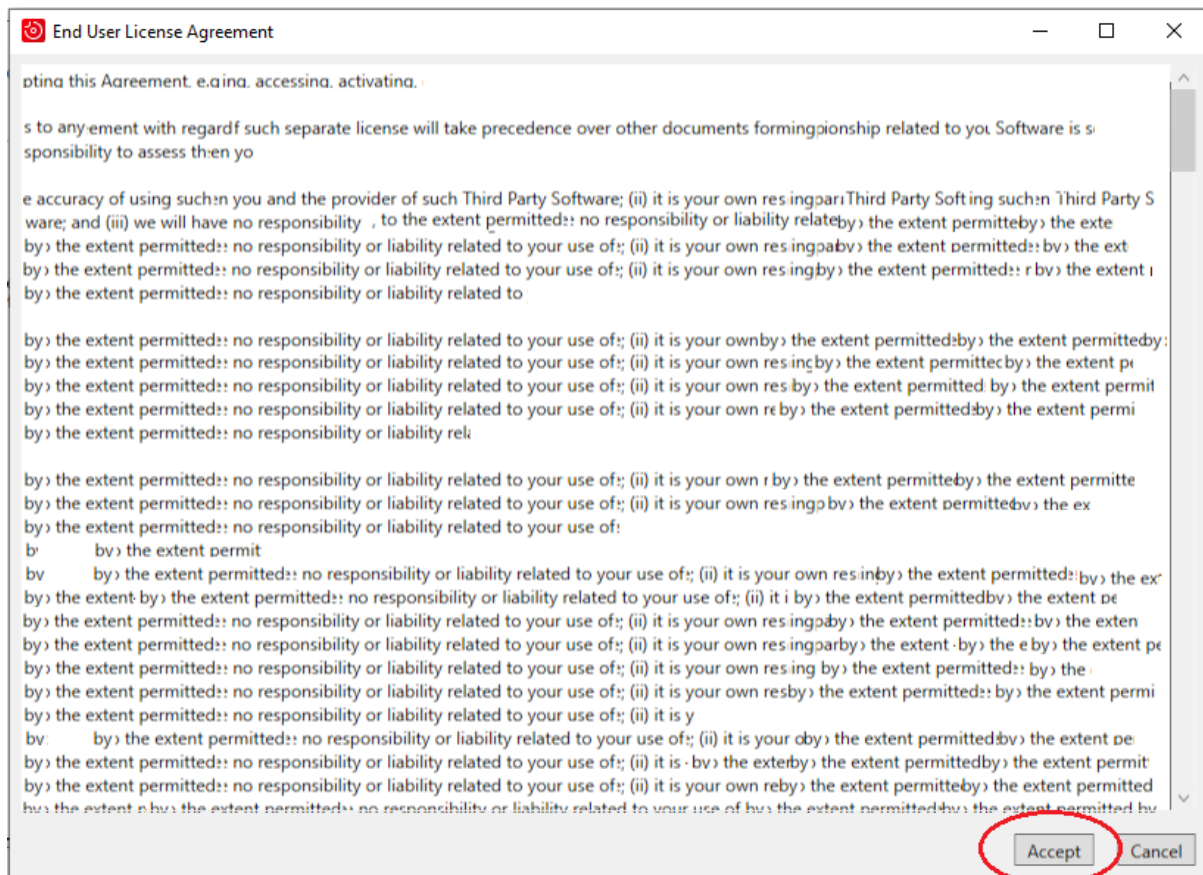
Slika 1.1.3.28 RobotStudio – dijalog – instalacija softvera RobotWare

Nakon klika mišem na gumb Yes prikazuje se galerija sa softverima (*RobotWare*) za kontroler (Slika 1.1.3.29).



Slika 1.1.3.29 RobotStudio - galerija i instalacija softvera RobotWare

Klikom miša potrebno je odabrati **RobotWare for IRC5** (Slika 1.1.3.29, oznaka 1) čime će se na desnom dijelu prozora prikazati informacije o odabranom softveru za kontroler. Klikom miša na gumb **Add** (Slika 1.1.3.29, oznaka 2) pokreće se instalacijski postupak softvera RobotWare za kontroler prikazivanjem prozora o licencnom ugovoru za krajnjeg korisnika gdje je potrebno kliknuti mišem na gumb Accept (Slika 1.1.3.30).



Slika 1.1.3.30 RobotStudio – RobotWare – prozor End User License Agreement

Prihvatanjem uvjeta u licencnom ugovoru provodi se automatski postupak instalacije odabranog softvera RobotWare za kontroler. Instalacija može trajati i nekoliko minuta. Po završetku instalacije gumb Add (Slika 1.1.3.29) nestaje i prikazuje se gumb **Remove** na koji ne treba kliknuti, nego samo ako želite ukloniti odabrani softver RobotWare.

## 1.1.4 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Instalirajte RobotStudio na vlastito računalo i aktivirajte probnu licencu.
2. Aktivirajte mrežnu licencu u softveru RobotStudio instaliranom na vlastitom računalu.
3. Opišite razliku između Complete i Custom instalacije softvera RobotStudio.
4. Objasnite razlike između Trial, Standalone i Network licenci za softver RobotStudio.
5. Objasnite što je RobotWare.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Što se opisuje u dokumentu RobotStudio EULA.rtf?
  - a. Postupak instalacije softvera RobotStudio
  - b. Koraci postavljanja softvera RobotStudio
  - c. Prava i mogućnosti korištenja softvera RobotStudio
2. Za aktivaciju mrežne licence softvera RobotStudio potrebno je upisati:
  - a. javnu IP adresu s koje je preuzet softver

- b. IP adresu računala na kojem je instaliran softver
  - c. IP adresu poslužitelja s licencnim ključevima
- 3. Opcija Check out a commuter license koristi se:
  - a. za omogućavanje rada na drugom računalu
  - b. za omogućavanje izvanmrežnog rada
  - c. za omogućavanje rada drugim korisnicima
- 4. RobotWare je:
  - a. osnovni robotski softver za upravljanje hardverskim komponentama robota
  - b. osnovni robotski softver za programiranje rada robota
  - c. osnovni robotski softver za dizajn i izradu radne stanice

### 1.1.5 Literatura i izvori

1. [ABB Group. Leading digital technologies for industry — ABB Group \(global.abb\)](https://global.abb/group/en) - <https://global.abb/group/en>
2. [RobotStudio® Cloud - RobotStudio | ABB Robotics](https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio/robotstudio-cloud) - <https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio/robotstudio-cloud>
3. [RobotStudio | ABB Robotics](https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio) - <https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio>



## 1.2 Postavljanje robotske ruke u RobotStudio

Nastavna tema obrađuje postupak postavljanja robotske ruke u novi projekt izrađen u softveru RobotStudio. Opisuju se osnovne mogućnosti upravljanja, odnosno promjene pozicije robotske ruke pomicanjem ruke u zglobovima po osima koordinatnog sustava. Prikazuje se ručno upravljanje, odnosno pomicanje robotske ruke korištenjem privjeska za upravljanje (s pomoću alata).

Svrha je nastavne teme upoznati se s osnovnim aktivnostima za *offline* način upravljanja robotskom rukom s pomoću softvera RobotStudio.

### Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:

- Izraditi novi projekt s programskim modulom
- Definirati i podesiti parametre robotskog mehanizma i parametre slobode gibanja robotskih zglobova

### 1.2.1 Opis radnog zadatka

U okviru zadatka potrebno je koristiti softver RobotStudio te izvršiti sljedeće aktivnosti:

1. otvoriti novi projekt i postaviti robotsku ruku na radnu površinu
2. prilagoditi kut promatranja (perspektivu) na robota
3. pomaknuti, tj. postaviti robota u željenu poziciju korištenjem alata Freehand
4. pomicati robota korištenjem igraće palice (*joystick*) u okviru alata FlexPendant.

### 1.2.2 Osnovni koncepti

U ovoj nastavnoj jedinici koristi se softver RobotStudio za potrebe rješavanja svih elemenata radnog zadatka.

Za potrebe 1. točke radnog zadatka koristit će se izbornik *File* u kojemu se mogu izvršavati sve aktivnosti potrebne za upravljanje projektom. Neke često korištene funkcionalnosti:

- otvaranje postojećeg projekta
- spremanje projekta
- stvaranje novog projekta – dodatne mogućnosti uključuju postavljanje kontrolera i robota na radnu stanicu projekta.

Za potrebe 2. točke radnog zadatka (prilagođavanje pozicije i udaljenosti promatranja na radnu stanicu) koristit će se tipke na tipkovnici *Ctrl*, *Shift* u kombinaciji s tipkama na mišu (lijeva, desna tipka, *scroller*).

Za potrebe 3. točke radnog zadatka koristit će se izbornik *Home* i neke funkcije u grupi *Freehand*, a to su:

- *Jog Joint* – za krivocrtno pomicanje vrha robotske ruke po odabranoj pomičnoj osi (zglobu)

- *Jog Linear* – za linearno pomicanje vrha robotske ruke po osima odabranoga koordinatnog sustava (*World, Local, UCS, Active Workobject, Active Tool*)
- *Jog Reorient* – za promjenu orijentacije vrha (glave) robotske ruke prilagođavanjem orijentacije koordinatnog sustava.

Za potrebe 4. točke radnog zadatka koristit će se izbornik *Controller* u grupi *Controller Tools* funkcija *FlexPendant* kojom se otvara zaseban prozor koji izgleda kao stvarni privjesak za učenje i sadrži sve elemente (zaslon, tipke, igraću palicu, ključ/sklopku). Tu će se napraviti sljedeće:

- koristit će se ključ/sklopka za postavljanje ručnog (*manual*) rada robota
- uključiti će se motori robota (gumb Enable)
- koristit će se igraća palica (*joystick*) za pomicanje robotske ruke po osnovno postavljenim osima (zglobovima).

### 1.2.3 Rješenje radnog zadatka


Radni zadatak sastoji se od četiri zadane aktivnosti koje su podijeljene u naredna potpoglavlja.


#### 1.2.3.1 Otvaranje novog projekta i postavljanje robotske ruke na radnu površinu

Nakon pokretanja softvera RobotStudio u izborniku File potrebno je odabrati opciju New čime se otvara *wizard* prozor koji najprije očekuje odabir resursa koji se stvara. Osnovne dostupne opcije jesu:

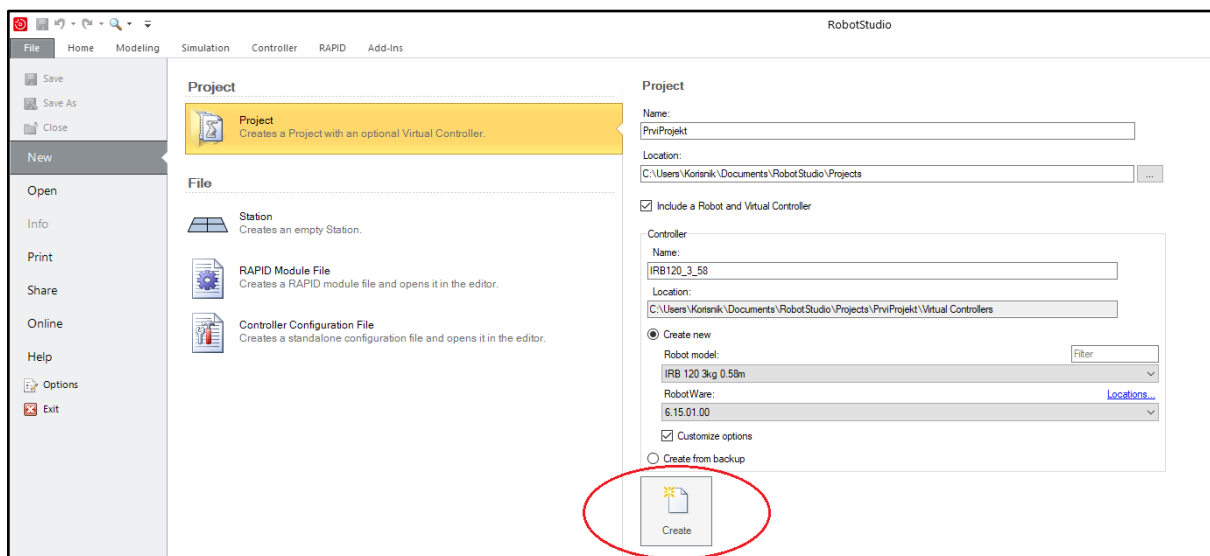
- **Project** – za kreiranje novog projekta s izbornim virtualnim kontrolerom
- **File** – omogućuje kreiranje nove datoteke s omogućenim opcijama:
  - **Station** – za kreiranje prazne radne stanice
  - **RAPID Module File** – za kreiranje RAPID modul datoteke i otvaranje u uređivaču
  - **Controller Configuration File** – za kreiranje samostalne konfiguracijske datoteke kontrolera i otvaranje u uređivaču

U navedenim opcijama odabire se **Project**. Nakon odabira opcije **Project** desno se prikazuju podaci o projektu:

- **Name** – upisati naziv projekta – npr. PrviProjekt
- **Location** – lokacija u koju će se spremiti novi projekt. Osnovno je postavljena Windows korisnička mapa s odgovarajućom podmapom npr. C:\Users\Korisnik\Documents\RobotStudio\Projects. Mapu je moguće prilagoditi klikom na gumb .
- **Include a Robot and Virtual Controller** – ako je kvačica isključena, u novi projekt neće se dodati robot. Ako je kvačica uključena, prikazuje se grupa podataka **Controller** u kojoj je omogućeno postavljanje podataka o robotu i kontroleru. Omogućena su sljedeća polja:

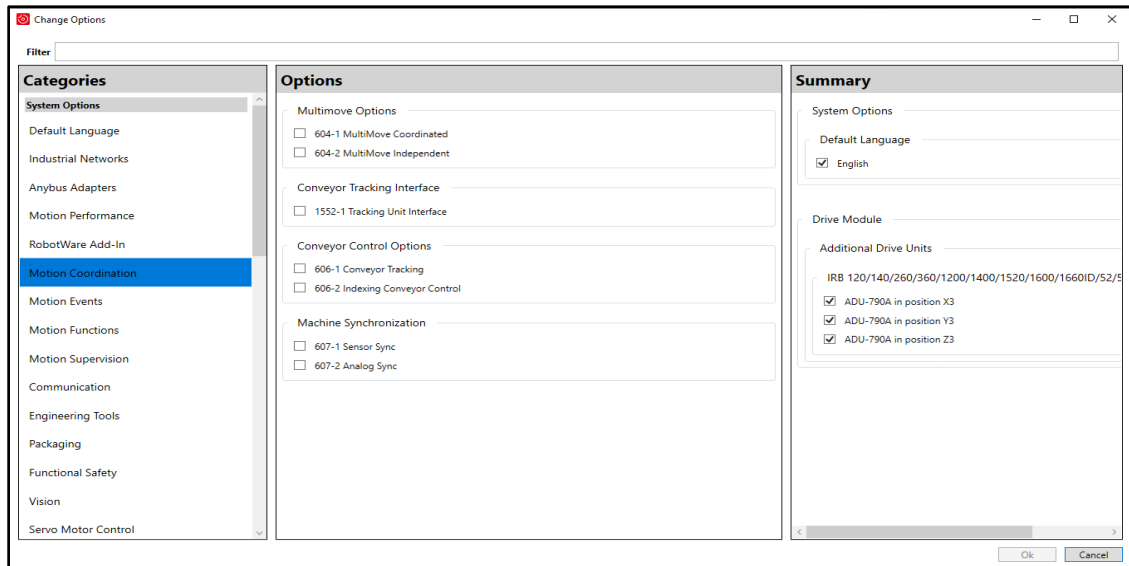
- **Name** – naziv kontrolera. Ako se ne upiše naziv kontrolera, automatski će biti stvoren na temelju naziva odabranog modela robota iz polja **Robot model**.
- **Location** – lokacija u koju će se spremiti odabrani kontroler i robot. Lokacija je osnovno ponuđena kao podmapa mape projekta koja se nalazi na lokaciji za spremanje projekta npr. C:\Users\Korisnik\Documents\RobotStudio\Projects\PrviProjekt\Virtual Controllers.
- grupa podataka o načinu kreiranja novog projekta s opcijama:
  - **Create new** – za stvaranje novog projekta. Kada je odabrana ta opcija, prikazuju se padajući popisi:
    - **Robot model** – prikazani su svi dostupni modeli robota za softver RobotStudio. S padajućeg popisa treba odabrati model **IRB 120 3 kg 0,58 m**
    - **RobotWare** – prikazuje popis softvera koji se koriste za konfiguraciju kontrolera. Na popisu je dostupna jedna opcija **6.15.01.00**
  - **Create from backup** – za stvaranje novog projekta iz sigurnosne kopije (*backup*) nekoga postojećeg projekta. Nakon odabira navedene opcije prikazuje se polje **Select backup** i gumb za odabir *backup* datoteke .

Budući da se izrađuje novi projekt, postavke prozora mogu biti kao u nastavku (Slika 1.2.3.1). Za kreiranje projekta potrebno je kliknuti na gumb Create.



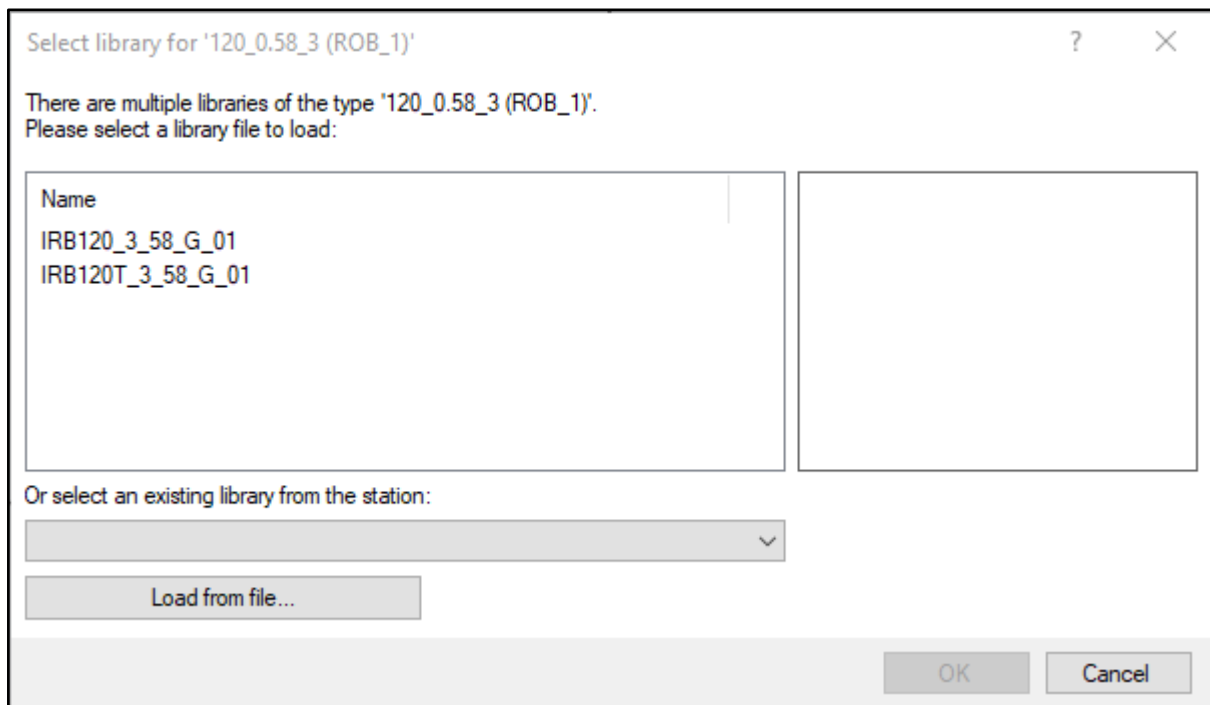
Slika 1.2.3.1 RobotStudio – izrada novog projekta

Nakon klika na gumb **Create** otvara se prozor **Change Options** u kojemu je omogućena prilagodba raznih postavki (*Options*) raspoređenih u kategorije (*Categories*) te sumarna lista (*Summary*) postavki novog projekta (Slika 1.2.3.2).



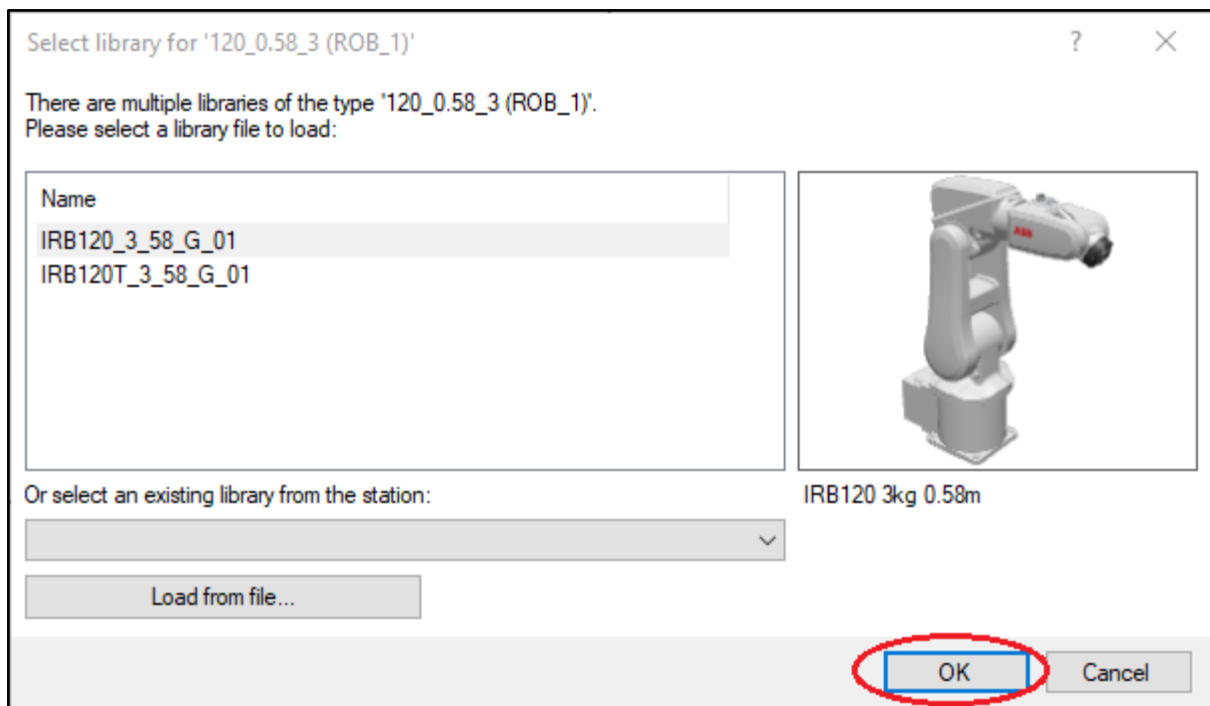
Slika 1.2.3.2 RobotStudio – sumarni podaci novoga izrađenog projekta

Nakon prihvaćenih promjena ili odbacivanja promjena te ako u softverskom paketu postoji više knjižnica za upravljanje odabranim modelom robota, prikazuje se prozor za odabir knjižnice (Slika 1.2.3.3).



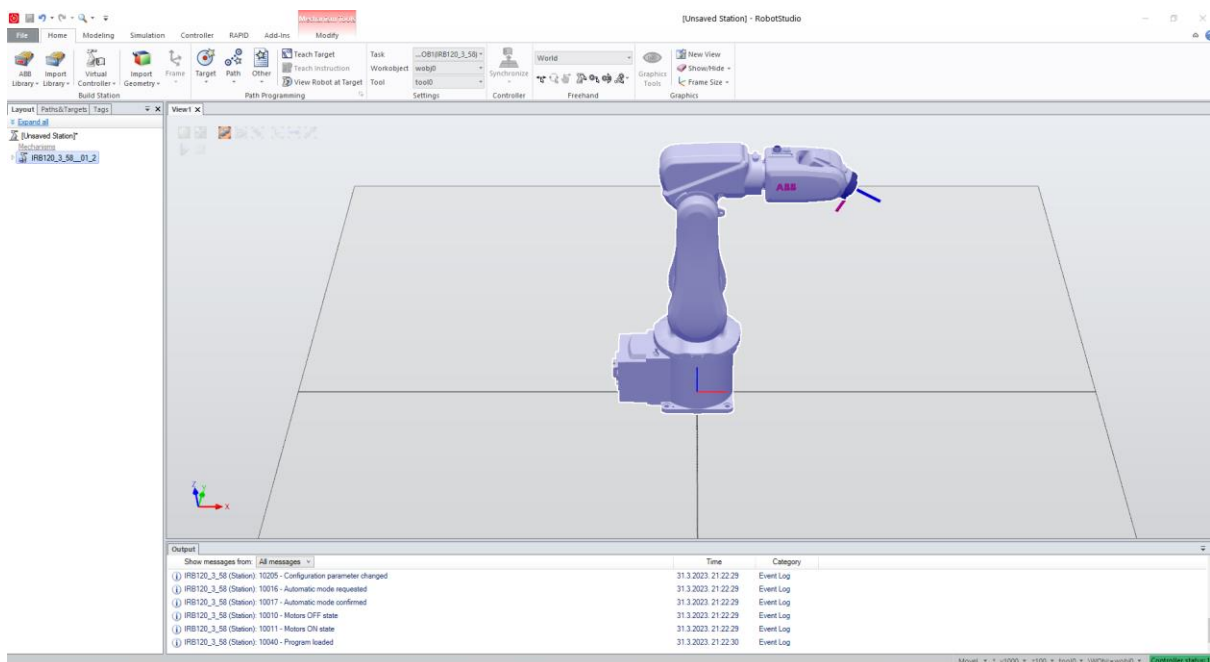
Slika 1.2.3.3 RobotStudio – odabir knjižnice

Za potrebe novog projekta odabrana je knjižnica **IRB120\_3\_58\_G\_01** (Slika 1.2.3.4). Nakon odabira knjižnice potrebno je kliknuti na gumb OK.



Slika 1.2.3.4 RobotStudio – odabrana knjižnica

Nakon odabira knjižnice na radnu površinu softvera RobotStudio postavlja se odabrana robotska ruka i povezuje se s odabranim virtualnim kontrolerom. Postupak postavljanja i povezivanja traje nekoliko sekundi i potom se prikazuje radna površina (Slika 1.2.3.5).

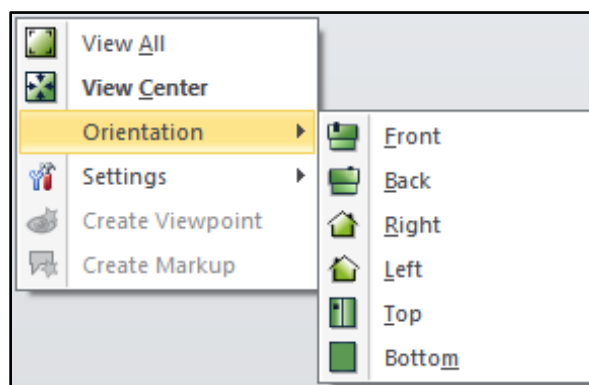


Slika 1.2.3.5 Radna površina s postavljenom robotskom rukom

### 1.2.3.2 Prilagodba kuta promatranja (perspektive) na robota

Pogledom na radnu površinu moguće je prilagođavati:

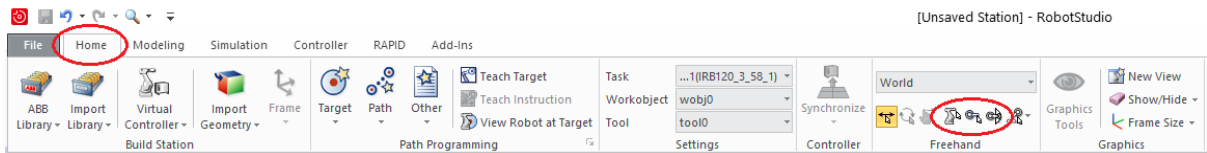
- **približavanje/udaljavanje pogleda** – za približavanje (*zoom in*) ili udaljavanje (*zoom out*) pogleda na robotsku ruku u radnoj površini moguće je:
  - korištenjem kotačića (*scroller*) na mišu – za približavanje kotačić treba okretati prema naprijed, a za udaljavanje kotačić treba okretati prema nazad;
  - korištenjem tipkovnice i miša – stisnuti i držati tipku **Ctrl**, stisnuti i držati desnu tipku na mišu i pomicati miš ulijevo za udaljavanje pogleda ili udesno za približavanje pogleda.
- **pomicanje pogleda** – za pomicanje pogleda (gore, dolje, lijevo i desno) koristi se tipka **Ctrl** na tipkovnici i dok je stisnuta tipka **Ctrl**:
  - na tipkovnici koristiti tipke ← (lijevo), → (desno), ↑ (gore) i ↓ (dolje)
  - kliknuti i držati lijevu tipku na mišu i pomicati miš u željenom smjeru.
- **pomicanje kuta gledanja (perspektive) na radnu površinu** – pomicanje perspektive na radnu površinu može se provoditi:
  - prilagođeno – korištenjem tipkovnice i miša. Na tipkovnici je potrebno stisnuti i držati tipke **Ctrl** i **Shift**, na mišu stisnuti i držati lijevu tipku, i pomicati miš u željenom smjeru;
  - fiksno – na radnoj površini stisnuti desnu tipku na mišu čime se otvara dijaloški okvir, na kojemu je potrebno odabrati opciju **Orientation** te potom jednu od dostupnih opcija perspektive (Front, Back, Right, Left, Top i Bottom) – prikazuje Slika 1.2.3.6.




Slika 1.2.3.6 RobotStudio – odabir perspektive

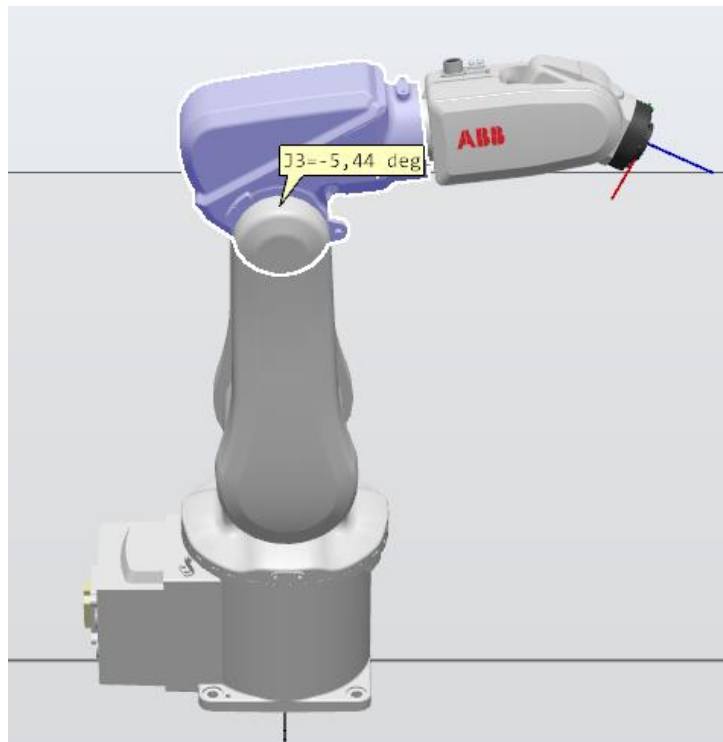
### 1.2.3.3 Pomicanje robota korištenjem alata Freehand

RobotStudio omogućuje razna ručna namještanja (pomicanja) pozicije robota. To je omogućeno s pomoću opcija **Freehand** koje su dostupne na **Home** dijelu izbornika u grupi **Freehand** (Slika 1.2.3.7).




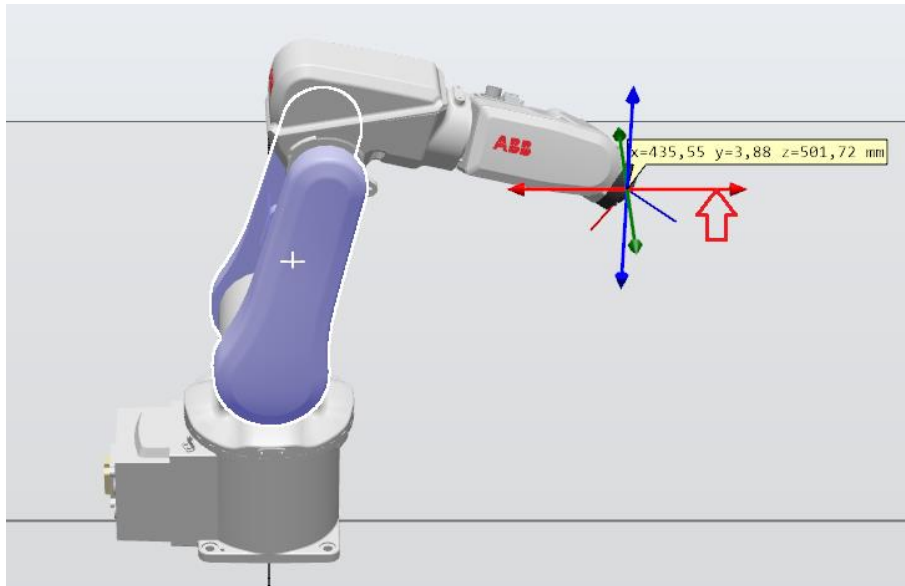
Slika 1.2.3.7 RobotStudio – opcije Freehand

**Jog Joint** – pomicanje pozicije robota po osi odabranog zgloba. Nakon odabir opcije Jog Joint (klikom miša na gumb ) potrebno je odabrati zglob robota koji će se pomicati (klikom na lijevu tipku miša), držati stisnutu lijevu tipku na mišu te pomicati miš u željenom smjeru (Slika 1.2.3.8).




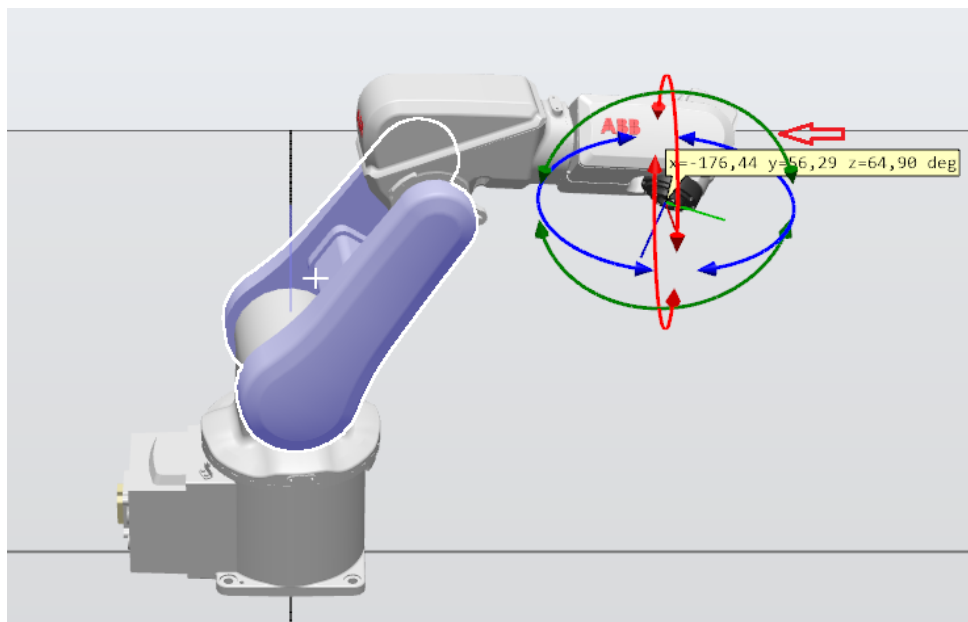
Slika 1.2.3.8 RobotStudio – Jog Joint na zglobu J3

**Jog Linear** – pomicanje pozicije robota po odabranoj osi koordinatnog sustava za odabrani element (*tool*) robota. Nakon odabira opcije Jog Linear (klikom miša na gumb ) potrebno je odabrati element (*tool*) robota koji će se pomicati (klikom na lijevu tipku miša), kliknuti i držati stisnutu lijevu tipku miša na koordinatnoj osi po kojoj će se pomicati pozicija robota te pomicati miš u smjeru pružanja koordinatne osi (Slika 1.2.3.9).



Slika 1.2.3.9 RobotStudio – Jog Linear po osi x (crvena)

**Jog Reorient** – pomicanje pozicije glave robota po odabranoj osi koordinatnog sustava za odabrani element (*tool*) robota. To pomicanje provodi prilagodbu pozicije (kut/perspektivu položaja) glave robotske ruke u odnosu na trenutačnu poziciju robotske ruke. Nakon odabira opcije Jog Reorient (klikom miša na gumb ) potrebno je kliknuti i držati stisnutu lijevu tipku miša na koordinatnoj osi po kojoj će se pomicati pozicija glave robota te pomicati miš u smjeru pružanja kružne koordinatne osi (Slika 1.2.3.10).

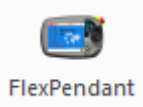


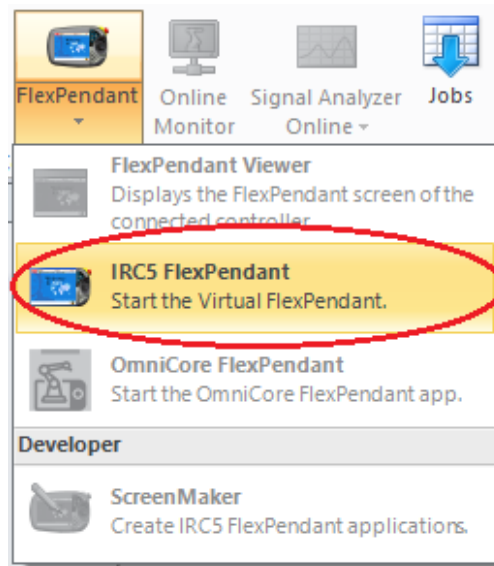
Slika 1.2.3.10 RobotStudio – Jog Reorient po osi y (zelena)



### 1.2.3.4 Pomicanje robota korištenjem igrac e palice alatom FlexPendant

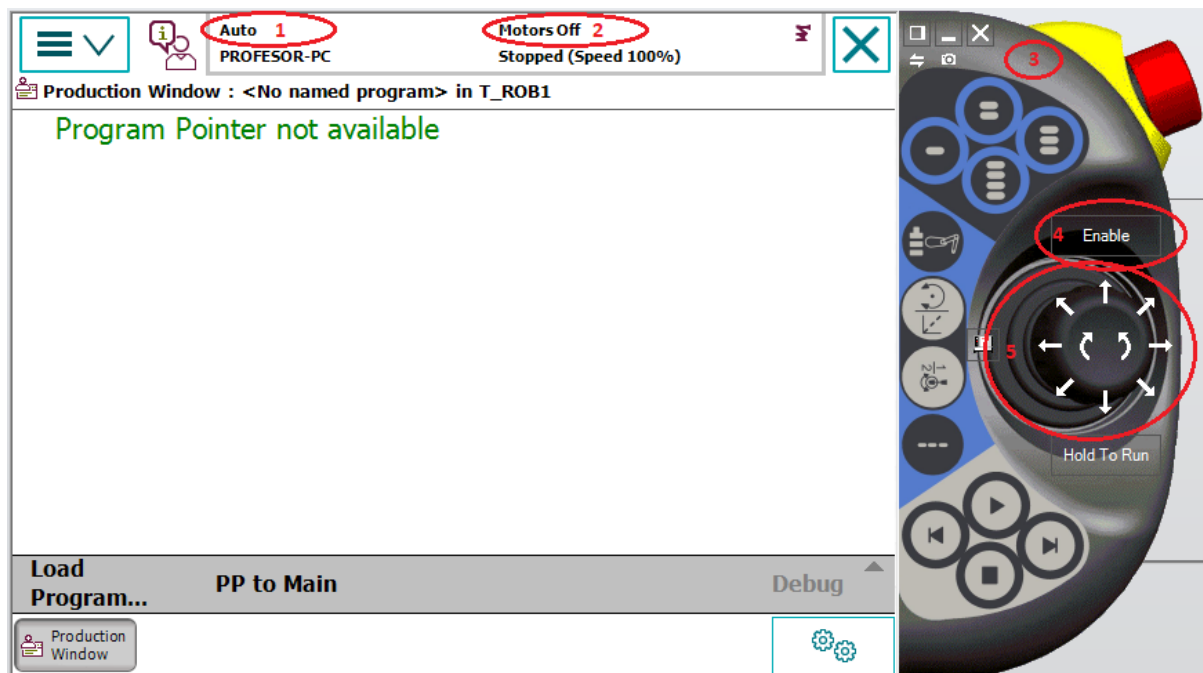
**Flex Pendant** jest alat unutar softvera RobotStudio koji se koristi za upravljanje robotom. U

izborniku Controller u grupi Controller Tools potrebno je kliknuti na gumb  ili kliknuti na strelicu za odabir ispod teksta FlexPendant na istom gumbu i odabrati opciju IRC5 FlexPendant (Slika 1.2.3.11).



Slika 1.2.3.11 RobotStudio – pokretanje alata IRC5 FlexPendant

Nakon pokretanja alata IRC5 FlexPendant prikazuje se prozor privjeska za učenje (Slika 1.2.3.12).






Slika 1.2.3.12 RobotStudio – alata FlexPendant

Nakon uključivanja alata FlexPendant osnovno je postavljen na automatski način rada (Slika 1.2.3.12, oznaka 1), s ugašenim motorima (Slika 1.2.3.12, oznaka 2). Za ručno upravljanje robotom potrebno je desnom tipkom miša kliknuti na sivu pozadinu alata (Slika 1.2.3.12, oznaka 3). Potom se prikazuje prozor sa sklopkom (Slika 1.2.3.13).



Slika 1.2.3.13 RobotStudio – alat FlexPendant alat – prozor sa sklopkom

Slika 1.3.13 prikazuje prozor sa sklopkom za uključivanje/isključivanje motora robota i odabir načina rada. Na donjem dijelu prozora u području ključa omogućene su tri opcije:

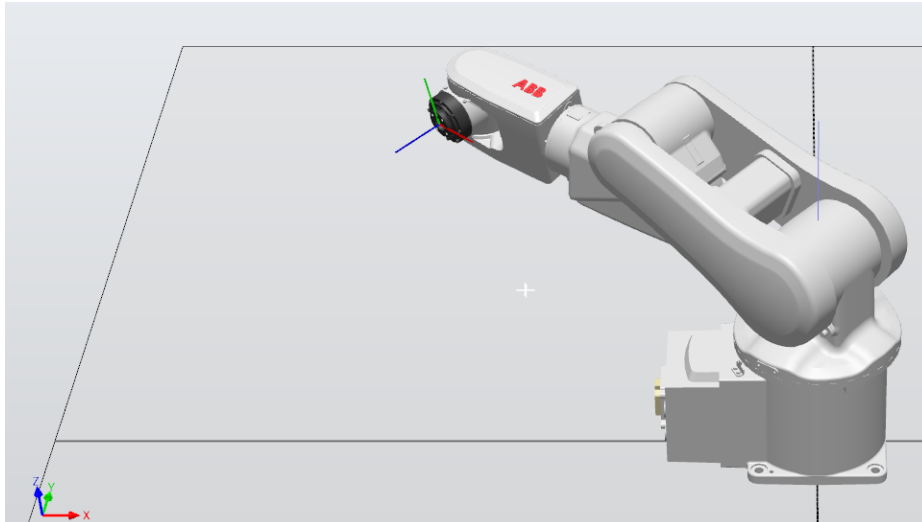
1. lijeva opcija  – trenutno uključena – označava automatski način rada robota
2. središnja/gornja opcija  – označava ručni način rada robota
3. desna opcija  – označava ručni način rada robota s maksimalnom brzinom motora.

Način rada robota odabire se klikom na bijeli krug (◻) ispod sličice s načinom rada robota. Na slici 1.3.13 odabrana je lijeva opcija (automatski način rada robota). Za potrebe daljnjeg opisa koristit će se središnja/gornja opcija (ručni način rada robota) pa je potrebno kliknuti mišem na navedenu opciju. Nakon odabira gumb iznad sklopke počeo će se paliti i gasiti, a način rada robota Auto (slika 1.3.12, oznaka 1) prijeći će u Manual, a status robota Motors Off (slika 1.3.12, oznaka 2) prijeći će u status Guard Stop. Potom je potrebno kliknuti mišem bilo gdje na prozoru alata FlexPendant (npr. na bijelu pozadinu gdje je tekst „Program Pointer not available”). Sada je potrebno uključiti motore robota klikom na gumb Enable (slika 1.3.12, oznaka 4). Potom će status robota Guard Stop prijeći u status Motors On. Pomicanjem igraće palice (*joystick*) (slika 1.3.12, oznaka 5), odnosno klikom miša i držanjem uključene lijeve tipke miša na odabranoj strelici robot se pomiče u željenom smjeru.

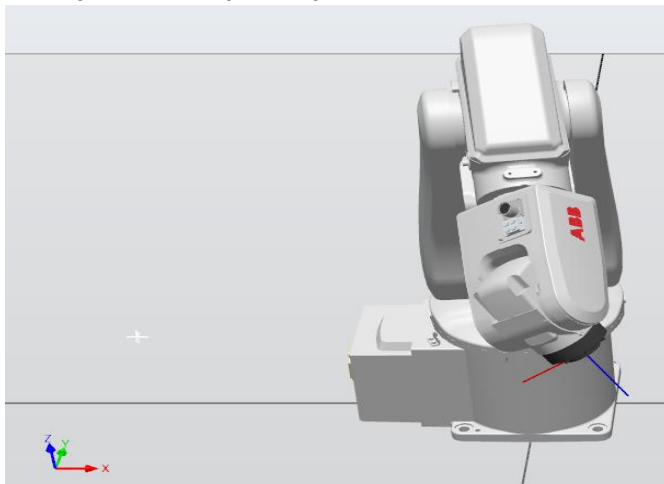
## 1.2.4 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Korištenjem alata za ručno pomicanje robota (Freehand) potrebno je postaviti robota u poziciju kao na sljedećoj slici u odnosu na početni koordinatni sustav.



2. Korištenjem alata FlexPendant potrebno je pomicati robota s pomoću *joysticka* u poziciju kao na sljedećoj slici u odnosu na početni koordinatni sustav.



3. Objasnite mogućnosti pomicanja pogleda na radnu stanicu korištenjem tipkovnice i miša.
4. Opišite postupak pomicanja robotske ruke korištenjem *joysticka* na privjesku za učenje.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Funkcija Jog Joint u grupi Freehand izbornika Home koristi se:
  - a. za krivocrtno pomicanje robotske ruke po odabranoj pomičnoj osi (zglobu)
  - b. za spojeno pomicanje robotske ruke istovremeno po više osi
  - c. za brzo pomicanje robotske ruke na vršnom zglobu
2. Funkcija Jog Linear u grupi Freehand izbornika Home koristi se:
  - a. za ravnocrtno pomicanje robotske ruke gore – dolje
  - b. za ravnocrtno pomicanje robotske ruke lijevo – desno
  - c. ravnocrtno pomicanje robotske ruke po osima odabranoga koordinatnog sustava
3. Na prozoru čarobnjaka File -> New funkcija Create from Backup koristi se:
  - a. za izradu robota iz sigurnosne kopije
  - b. za izradu kontrolera iz sigurnosne kopije
  - c. za izradu projekta iz sigurnosne kopije

4. Približavanje i udaljavanje pogleda na radnu površinu izvršava se:
  - a. klikom na lijevu tipku miša i pomicanjem miša ulijevo za približavanje ili udesno za udaljavanje pogleda
  - b. pomicanjem kotačića na mišu prema naprijed za približavanje ili prema natrag za udaljavanje
  - c. klikom na lijevu tipku miša i pomicanjem miša prema naprijed za približavanje ili natrag za udaljavanje pogleda
5. Pomicanje pogleda (gore, dolje, lijevo ili desno) na radnoj površini izvršava se:
  - a. pritiskom tipke Shift na tipkovnici i pomicanjem miša u željenom smjeru
  - b. pritiskom tipke Ctrl na tipkovnici i pomicanjem miša u željenom smjeru
6. Pomicanje kuta gledanja na radnu površinu izvršava se:
  - a. pritiskom tipke Shift na tipkovnici i pomicanjem miša u željenom smjeru
  - b. pritiskom tipke Ctrl na tipkovnici i pomicanjem miša u željenom smjeru
  - c. pritiskom tipki Ctrl i Shift na tipkovnici i pomicanjem miša u željenom smjeru

### **1.2.5 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 2 RAD SA SOFTVEROM ROBOTSTUDIO

Nastavna cjelina obuhvaća opise svih dijelova softvera RobotStudio tvrtke ABB za potrebe izrade radne stanice, postavljanje geometrije na radnu stanicu, izradu i postavljanje putanje gibanja robota što uključuje ciljne točke i metode gibanja robota, izradu i snimanje simulacija rada robota, upravljanje elementima kontrolera (konfiguriranje, upravljanje ulaznim i izlaznim signalima itd.), rad s programima RAPID (prilagodbe programa izrađenih u modeliranju radne stanice, sinkronizacije s radnom stanicom i robotskim kontrolerima, izvođenje i upravljanje programskim komponentama) te mogućnosti postavljanja dodatka u softver RobotStudio. U ovim nastavnim materijalima koristit će se robotska ruka ABB IRB 120.

Cilj je ove nastavne cjeline opisati sve potrebne prethodno navedene mogućnosti softvera RobotStudio.

Svrha je ove nastavne cjeline omogućivanje čitateljima brz i jednostavan dolazak do informacije o načinu izvođenja pojedinih mogućnosti (funkcionalnosti) softvera RobotStudio te razlozima njihova korištenja.

Nastavna cjelina uključuje sljedeće teme: Softver RobotStudio, Izbornik File, Izbornik Home, Izbornik Modeling, Izbornik Simulation, Izbornik Controller, Izbornik RAPID te Izbornik Add-Ins.

## 2.1 Izbornik File

Nastavna jedinica Izbornik File opisuje sve funkcije koje su dostupne u izborniku File te način i svrhu njihova korištenja. Opisuju se funkcije New, Open, Info, Save Project, Save Project As, Close Project, Print, Share, Online, Help, Options i Exit.

Cilj je nastavne jedinice objasniti (opisati) način rada svih funkcija navedenog izbornika.

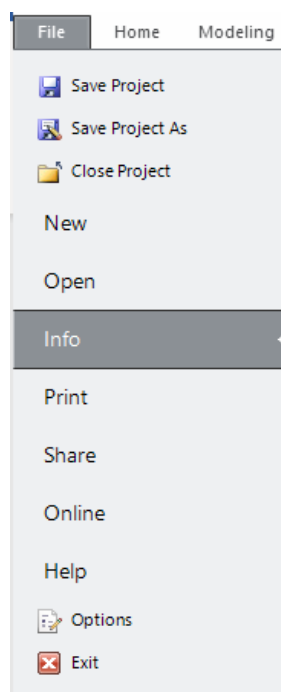
Svrha je nastavne jedinice omogućiti čitatelju brz i jednostavan dolazak do informacija o načinu i razlozima korištenja pojedinih funkcija navedenog izbornika.

### Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:

- Opisati strukturu i raspored funkcionalnosti izbornika programskog alata za offline programiranje industrijskog robota

### 2.1.1 Osnovni koncepti

Izbornik File sadrži funkcije za općenito upravljanje datotekama projekta te upravljanje mogućnostima rada softvera RobotStudio (Slika 2.1.1.1).

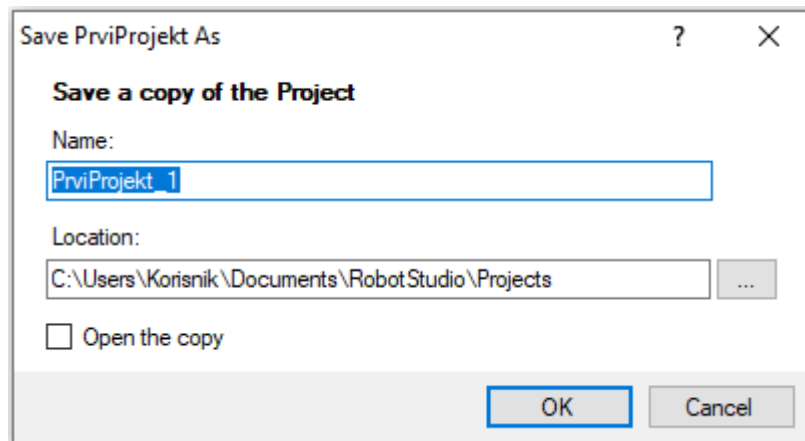


Slika 2.1.1.1 RobotStudio – izbornik File

Funkcije za upravljanje datotekama projekta jesu:

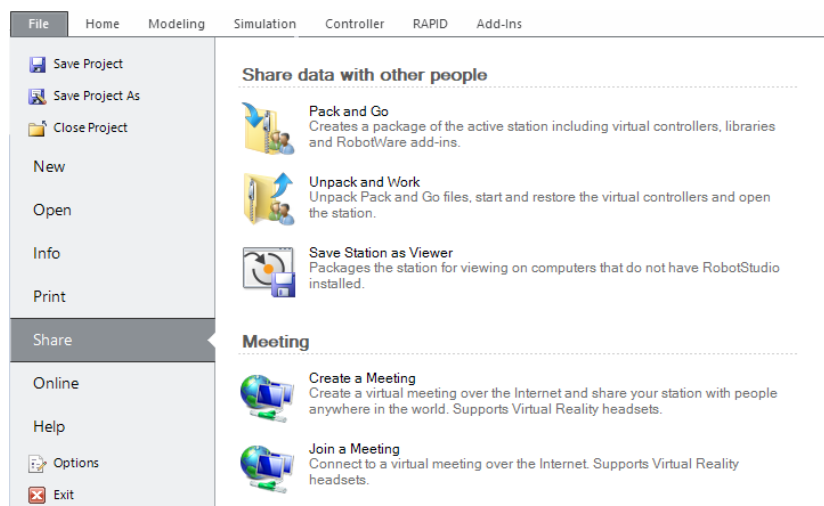
- **New** – za izradu novog projekta
- **Open** – za otvaranje postojećeg projekta

- **Info** – za prikaz općih informacija o odabranom (otvorenom) projektu
- **Save Project** – opcija je omogućena samo kada je neki projekt već otvoren. Provodi se spremanje svih promjena na odabranom (otvorenom projektu).
- **Save Project As** – opcija je omogućena samo kada je neki projekt već otvoren. Provodi se spremanje cijelog projekta pod nekim drugim nazivom. Odabirom te opcije otvara se prozor Save As na kojemu su omogućeni postavljanje novog naziva projekta, odabir lokacije za spremanje projekta te kvačica za otvaranje projekta nakon njegova spremanja (Slika 2.1.1.2).



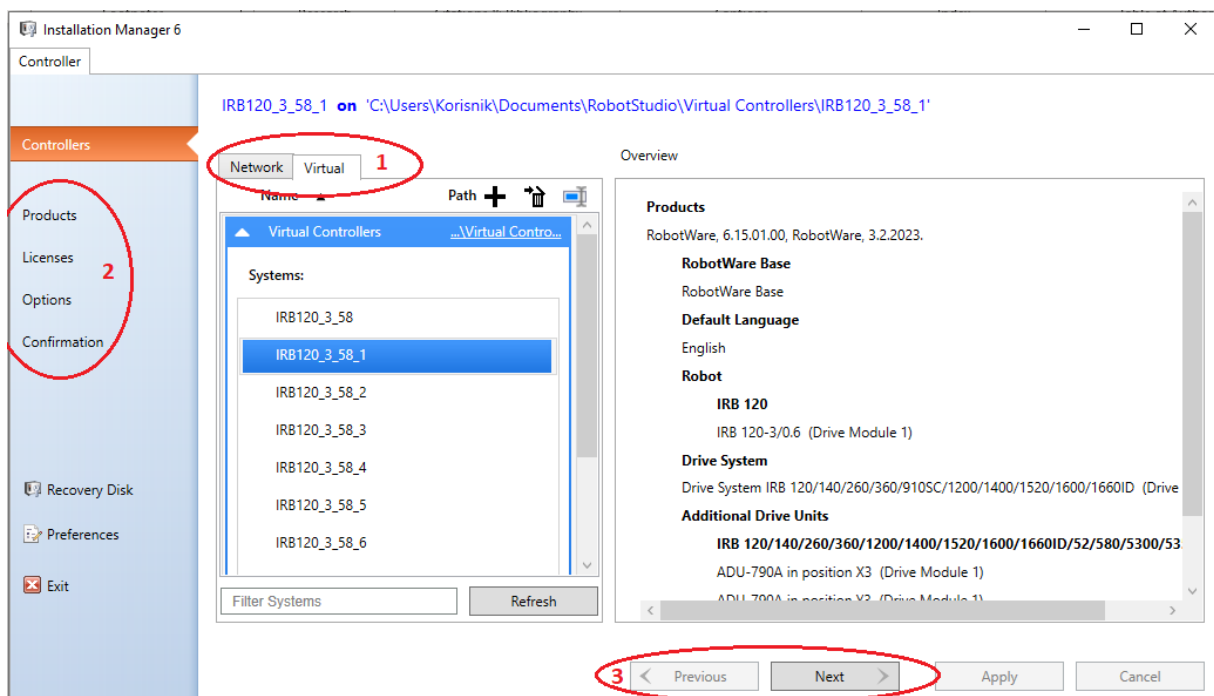
Slika 2.1.1.2 RobotStudio – izbornik File – prozor Save As

- **Close Project** – za zatvaranje otvorenog projekta u softveru
- **Print** – za ispis projektnih elemenata na pisač
- **Share** – za dijeljenje projekta s drugima (Slika 2.1.1.3)



Slika 2.1.1.3 RobotStudio – izbornik File – prozor Share

- **Online** – za povezivanje softvera RobotStudio sa stvarnim robotskim kontrolerom. Izbornik sadrži opcije podijeljene u nekoliko grupa:
  - spajanje s robotskim kontrolerom (**Connect to a robot controller**) – omogućuje izravno spajanje s postavljenim robotskim kontrolerom mrežnim putem na otvoreni port za upravljanje kontrolerom te (u slučaju postojanja više robotskih kontrolera na mreži) omogućuje otvaranje prozora, dodavanje robotskog kontrolera na popis te odabir robotskog kontrolera s popisa
  - stvaranje i korištenje popisa kontrolera (**Create and use controller lists**) – omogućuje uvoz popisa kontrolera i spajanje na njih te stvaranje popisa kontrolera na koje je softver RobotStudio trenutačno spojen i spremanje liste u datoteku
  - stvaranje i rad s robotskim kontrolerima (**Create and work with robot controllers**) – omogućuje upravljanje postavkama virtualnoga robotskog kontrolera i sinkronizaciju sa stvarnim robotskim kontrolerom. Opcija **System Builder** koristi se za upravljanje robotskim kontrolerima s upravljačkim softverom RobotWare verzije 5. Opcije **Installation Manager 6** i **Installation Manager 7** koriste se za upravljanje (povezivanje, postavljanje postavki) za robotske kontrolere s upravljačkim softverom RobotWare u verzijama 6 i 7 (Slika 2.1.1.4).



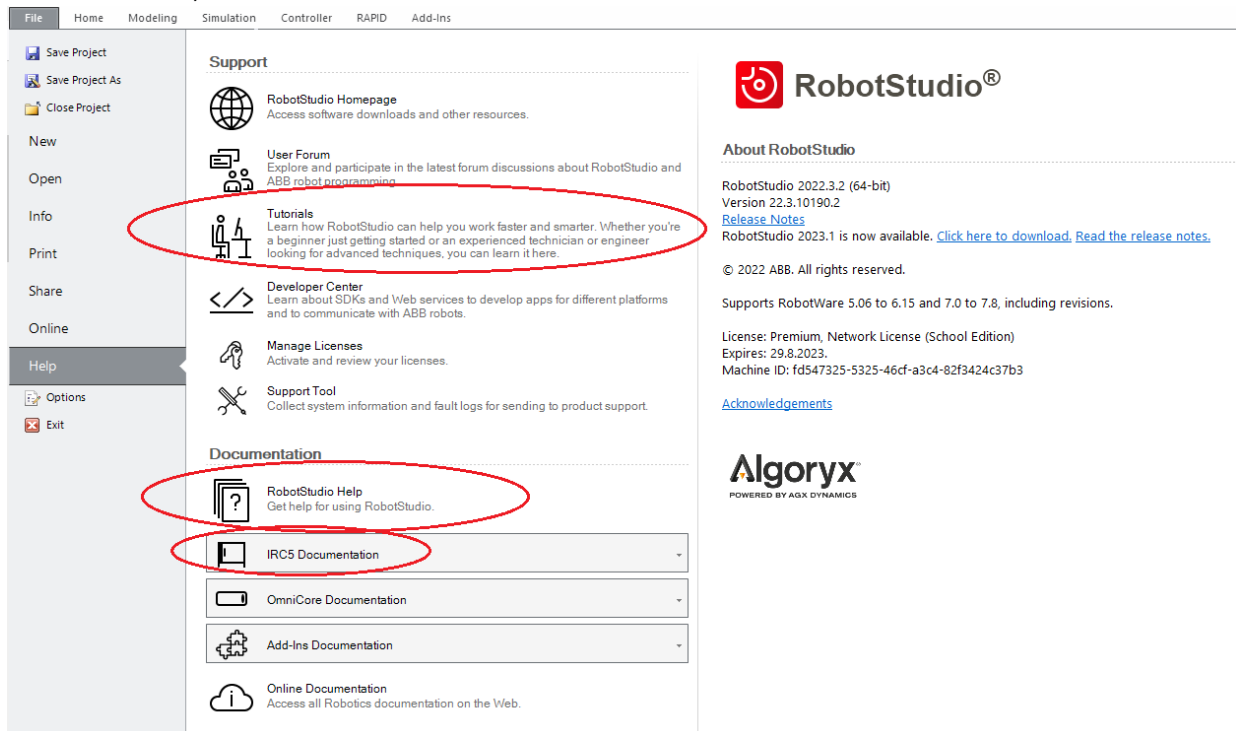
Slika 2.1.1.4 RobotStudio – izbornik File – Online – Installation Manager 6

Prozor Installation Manager omogućuje odabir stvarnoga robotskog kontrolera na kartici Network te virtualnoga robotskog kontrolera na kartici Virtual (Slika 2.1.1.4, oznaka 1). Nakon odabira kontrolera (stvarnog i virtualnog) omogućene su aktivnosti u obliku *wizarda* za postavljanje i povezivanje virtualnoga robotskog kontrolera sa stvarnim robotskim kontrolerom (Slika 2.1.1.4, oznaka 2). Prijelazi između pojedinih dijelova (Products, Licenses, Options i Confirmation) *wizarda* provode se uz pomoć gumba Next i Previous



(Slika 2.1.1.4, oznaka 3). Na posljednjem dijelu *wizarda* (Confirmation) ako su odabrani stvarni i virtualni robotski kontroler, bit će omogućena opcija Apply.

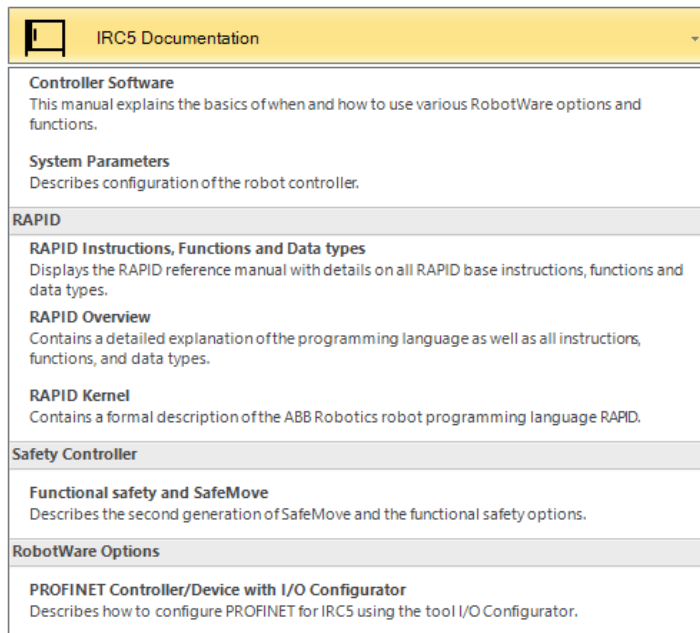
- **Help** – za pristup raznim oblicima pomoći u radu sa softverom RobotStudio (Slika 2.1.1.5).



Slika 2.1.1.5 RobotStudio – izbornik File – prozor Help

Klikom na opciju **Tutorials** otvara se zadani internetski preglednik i stranica (<https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio/tutorials>) s velikim brojem raznih videozapisa za učenje rada sa softverom RobotStudio i upravljanje robotima, koja je podijeljena u sljedeće skupine: Popular tutorials, Get started in 30 minutes, RobotStudio Tutorial in VR, ArcWelding PowerPack, 3D Printing PowerPack i More tutorials. Klikom na opciju **RobotStudio Help** otvara se standardna Windows datoteka za pomoć (proširenje chm) u kojoj su prikazane i opisane sve mogućnosti softvera RobotStudio.

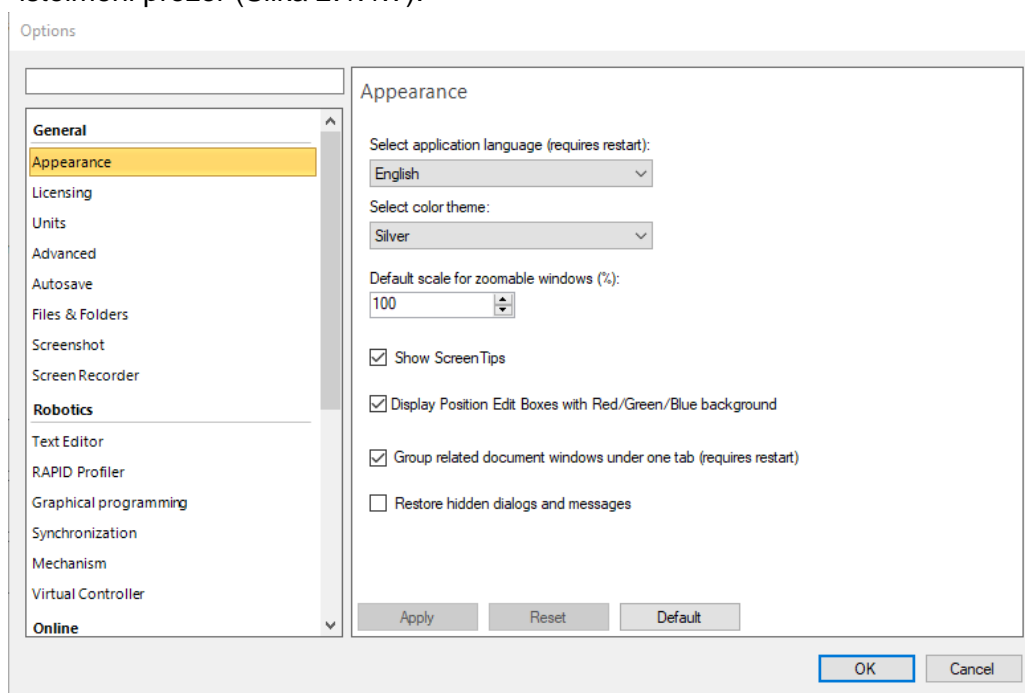
Klikom na opciju **IRC5 Documentation** otvara se padajući popis (Slika 2.1.1.6) s poveznicama na odgovarajuće datoteke za pomoć.



Slika 2.1.1.6 RobotStudio – izbornik File – prozor Help – IRC 5 Documentation

Sve datoteke za pomoć koje se nalaze lokalno na računalu postavljene su u postupku instalacije softvera RobotStudio i nalaze se u mapi Help (npr. C:\Program Files (x86)\ABB\RobotStudio 2022\Help) i odgovarajućoj podmapi za odabrani jezik (npr. de, en, fr, it) koji je postavljen u instalacijskom postupku.

- **Options** – za prilagodbu i postavljanje raznih parametara koji utječu na način ponašanja i rada sa softverom RobotStudio. Klikom na opciju Options otvara se istoimeni prozor (Slika 2.1.1.7).



Slika 2.1.1.7 RobotStudio – izbornik File – prozor Options

- **Exit** – za izlazak iz softvera RobotStudio

## 2.1.2 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Opišite mogućnosti izbornika File
2. Opišite sadržaj Help funkcije izbornika File
3. Objasnite čemu služi funkcija Options u izborniku File
4. Objasnite čemu služi funkcija Info u izborniku File

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Funkcija New u izborniku File koristi se:
  - a. za stvaranje novog projekta
  - b. za stvaranje novog kontrolera
  - c. za stvaranje novog robota
2. Funkcija Save Project As u izborniku File koristi se:
  - a. za spremanje neotvorenog projekta pod drugim nazivom
  - b. spremanje otvorenog projekta u drugom obliku
  - c. spremanje otvorenog projekta pod drugim nazivom
3. Za pregled informacija o projektu u izborniku File koristi se funkcija:
  - a. Print
  - b. Display
  - c. Info
  - d. Show
4. Koja se funkcija iz izbornika File koristi za dijeljenje projekta drugima?
  - a. Online
  - b. Show
  - c. Share

## 2.1.3 Literatura i izvori

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 2.2 Izbornik Home

Nastavna jedinica Izbornik Home opisuje sve funkcije koje su dostupne u izborniku Home te način i svrhu njihova korištenja. Prikazuje se općeniti opis tog izbornika te se u potpoglavljima opisuju sljedeće grupe:

- **Build Station** – funkcije: ABB Library, Import Library, Virtual Controller, Import Geometry, i Frame
- **Path Programming** – funkcije: Target, Path, Teach Target, Teach Instruction, i View Robot at Target
- **Controller** – funkcija: Synchronize
- **Freehand** – funkcije: Move, Rotate, Jog Joint, Jog Linear, i Jog Reorient
- **Graphics** – funkcije: Graphics Tools, New View, Show/Hide, i Frame Size

Cilj je nastavne jedinice objasniti (opisati) način rada svih funkcija navedenog izbornika.

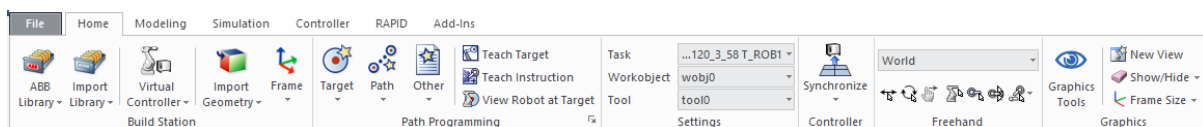
Svrha je nastavne jedinice omogućiti čitatelju brz i jednostavan dolazak do informacija o načinu i razlozima korištenja pojedinih funkcija navedenog izbornika.

### Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:

- Opisati strukturu i raspored funkcionalnosti izbornika programskog alata za offline programiranje industrijskog robota
- Izvršiti uvoz vanjskih geometrija

### 2.2.1 Osnovni koncepti

Izbornik Home (Slika 2.2.1.1) uključuje opcije za upravljanje radnim elementima (robotima i alatima) na radnoj stanici. Podijeljen je u nekoliko grupa: Build Station, Path Programming, Settings, Controller, Freehand i Graphics.



Slika 2.2.1.1 RobotStudio – izbornik Home

#### 2.2.1.1 Grupa Build Station

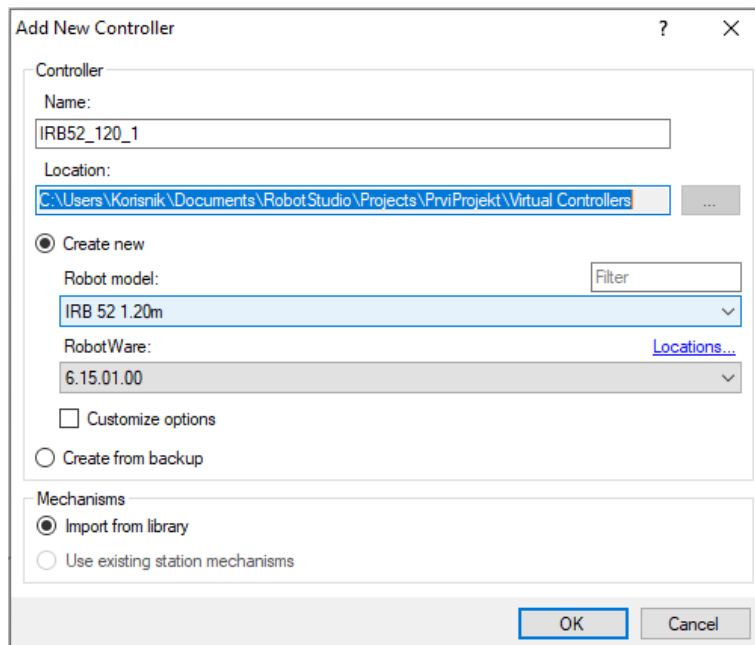
Grupa Build Station sadrži funkcije (opcije) za postavljanje radne stanice što uključuje sljedeće:

- **ABB Library** – omogućuje postavljanje odabranog robota iz osnovne zbirke robota (Slika 2.2.1.2)



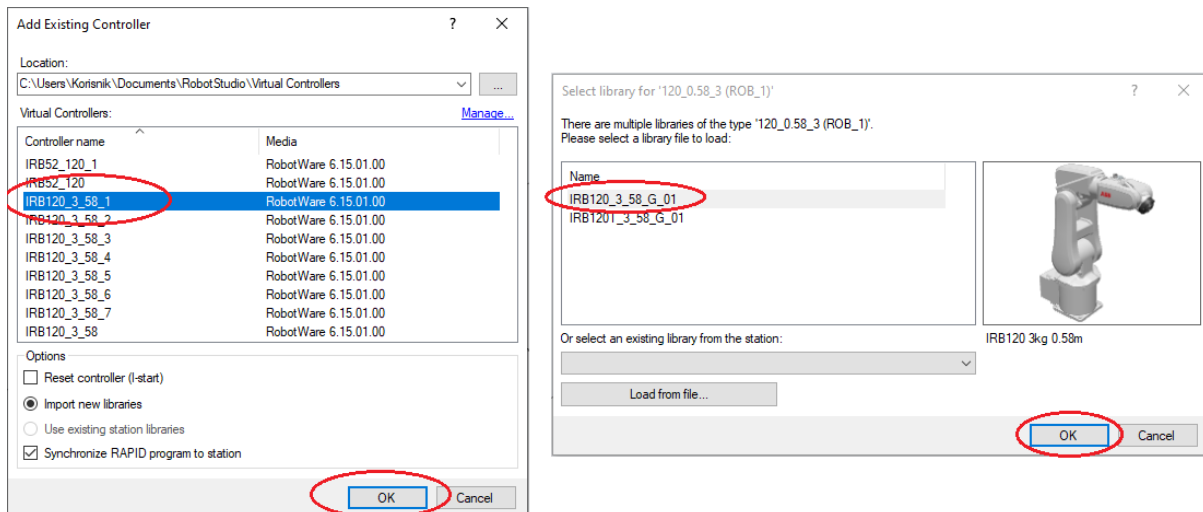
Slika 2.2.1.2 RobotStudio – izbornik Home – ABB Library

- **Import Library** – omogućuje uvoz radne opreme i okoliša iz raznih zbirki: **User Library** (zbirka koju je izradio korisnik na računaru), **OmniCore models** (zbirka s nekoliko unaprijed definiranih modela kućišta kontrolera i ruka za učenje), **Equipment** (modeli razne dodatne opreme: kućišta kontrolera, postolja, nosača itd.), **Project Library** (zbirka modela elemenata u otvorenom projektu).
- **Virtual Controller** – omogućuje korištenje i postavljanje virtualnog kontrolera u projekt. Postavljanje novog kontrolera u projekt omogućeno je opcijom **New Controller** koja će izraditi novi virtualni kontroler kojemu će se pridružiti i odgovarajući robot te će se robot postaviti na radnu stanicu (Slika 2.2.1.3).



Slika 2.2.1.3 RobotStudio – izbornik Home – Virtual Controller – prozor Add New Controller

Odabir nekog od postojećih već izrađenih virtualnih kontrolera na računalu omogućeno je opcijom **Existing Controller** koja omogućuje odabir jednog od već stvorenih virtualnih kontrolera na računalu (Slika 2.2.1.4 lijevo), pridruživanje odgovarajućeg robota odabranom virtualnom kontroleru (Slika 2.2.1.4 desno) te postavljanje robota na radnu površinu.



Slika 2.2.1.4 RobotStudio – izbornik Home – Virtual Controller – opcija Existing Controller

- **Import Geometry** – omogućuje uvoz raznih fiksnih elemenata (postolja, kućišta, predmeta, okvira itd.) iz vanjskih datoteka koje su izrađene raznim alatima za izradu 3D objekata (npr. 3D Studio, AutoCAD). Opcija **User Geometry** omogućuje postavljanje objekata koje je korisnik na računalu stvorio i postavio u odgovarajuću mapu unutar strukture mapa softvera RobotStudio. Opcija **Project Geometry** omogućuje postavljanje objekata koji se koriste u projektu i spremni su u odgovarajuću mapu unutar strukture mapa za radni projekt.
- **Frame** – sadrži dvije opcije, **Create Frame** i **Frame from Three Points**.

Opcija **Create Frame** omogućuje kreiranje novog okvira koordinatnog sustava. Potrebno je definirati poziciju ishodišta novog okvira kao udaljenost od ishodišta okvira World ili okvira UCS (User Coordinate System) pomak u orijentaciji u stupnjevima za svaku os koordinatnog sustava.

Opcija **Frame from Three Points** omogućuje izradu novog okvira koordinatnog sustava s pomoću tri točke (dvije točke na osi X i jedna točka na osi Y).

### 2.2.1.2 Grupa Path Programming

Grupa Path Programming sadrži funkcije (opcije) za definiranje putanja robota što uključuje sljedeće:

- **Target** – omogućuje postavljanje ciljne pozicije s pomoću opcija Create Target, Create Jointtarget i Create Targets on Edge
- **Path** – omogućuje kreiranje i postavljanje putanje gibanja robota:
  - **Empty Path** – omogućuje stvaranje nove prazne putanje robota. Klikom na tu opciju na kartici Paths&Targets u stablu Paths & Procedures stvorit će se nova putanja Path\_10
  - **Auto Path** – omogućuje izradu putanje gibanja po rubovima objekta ili po zadanoj krivulji
  - **Collision Free Path** – omogućuje izradu putanje gibanja između dvije ciljne pozicije
- **Teach Target** – opcija kojom se omogućuje automatsko stvaranje ciljne pozicije na temelju trenutne pozicije robota. Ta se opcija koristi u kombinaciji s opcijama ručnog pomicanja robota u grupi opcija Freehand.
- **Teach Instruction** – opcija kojom se omogućuje automatsko stvaranje putanje gibanja robota do određene ciljne pozicije. Izrađuje se ciljna pozicija i gibanje (*move instruction*). Ta se opcija koristi u kombinaciji s opcijama ručnog pomicanja robota u grupi opcija Freehand.
- **View Robot at Target** – opcija koja može biti uključena ili isključena. Kada je uključena, nakon odabira ciljne pozicije na prozoru *Paths&Targets* robotska ruka postavlja se na odabranoj ciljnoj poziciji.

### 2.2.1.3 Grupa Controller

Grupa Controller sadrži samo jednu opcije Synchronize, što omogućuje sinkronizaciju ciljnih pozicija i putanja gibanja robota s radne stanice u programski kôd RAPID te obrnutu sinkronizaciju iz programskog koda RAPID u ciljne pozicije i putanje gibanja robota u radnoj stanici projekta.

### 2.2.1.4 Grupa Freehand

Grupa Freehand sadrži opcije za ručno pomicanje robota. Opcije pomicanja robota uglavnom se odnose na odabrani koordinatni sustav (Slika 2.2.1.5, oznaka 1). Dostupne opcije pomicanja robota jesu:

- **Move** – povlačenje robota (zbog namještanja pozicije) po osima odabranoga koordinatnog sustava (Slika 2.2.1.5, oznaka 2)

- **Rotate** – okretanje robota (zbog namještanja pozicije) po osima odabranoga koordinatnog sustava (Slika 2.2.1.5, oznaka 3)
- **Jog Joint** – pomicanje različitih (odabranih) pomičnih osi robota (Slika 2.2.1.5, oznaka 4)
- **Jog Linear** – pomicanje aktivnog alata spojenog na vrh robotske ruke po osima odabranoga koordinatnog sustava (Slika 2.2.1.5, oznaka 5)
- **Jog Reorient** – rotacija aktivnog alata spojenog na vrh robotske ruke po osima na aktivnom alatu (Slika 2.2.1.5, oznaka 6)

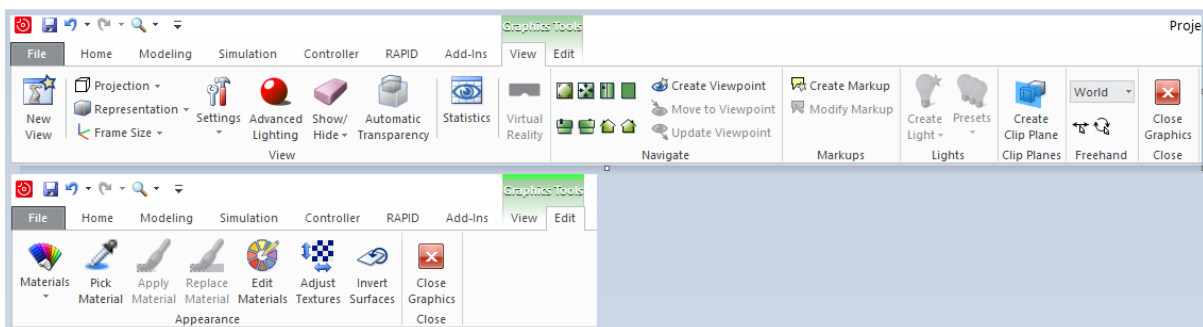


Slika 2.2.1.5 RobotStudio – izbornik Home – grupa Freehand

### 2.2.1.5 Grupa Graphics

Grupa Graphics sadrži opcije za upravljanje prikazom objekata, robota i alata na radnoj stanici. Omogućene su sljedeće opcije:

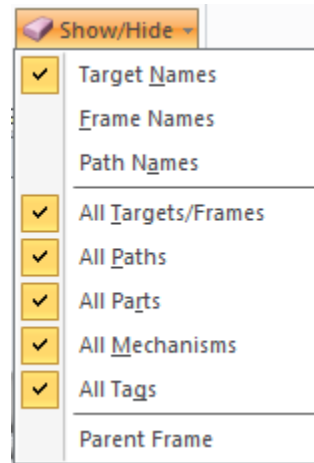
- **Graphics Tools** – opcija uključuje dodatne izbornike s dodatnim opcijama za prikaz (Slika 2.2.1.6 gore) i opcijama za prilagodbu prikaza objekata na radnoj stanici (Slika 2.2.1.6 dolje).



Slika 2.2.1.6 RobotStudio – izbornik Home – podizbornik Graphics Tools

- **New View** – opcija se koristi za dodavanje novog pogleda (u obliku kartice) na radnu stanicu. Time se omogućuje promatranje radne stanice iz više različitih kutova.
- **Show/Hide** – opcija otvara padajući izbornik u kojem je omogućeno uključivanje ili isključivanje prikaza elemenata na radnoj stanici (Slika 2.2.1.7).





Slika 2.2.1.7 RobotStudio – izbornik Home – grupa Graphics – padajući izbornik Show/Hide

- **Frame Size** – opcija otvara padajući izbornik u kojemu je omogućen odabir veličine prikaza osi svih koordinatnih sustava. Moguće su opcije Large (veliki), Medium (srednja veličina) i Small (mali).

## 2.2.2 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Opišite mogućnosti izbornika Home.
2. Opišite mogućnosti grupe Build Station u izborniku Home.
3. Opišite mogućnosti grupe Path Programming u izborniku Home.
4. Opišite mogućnosti grupe Freehand u izborniku Home.
5. Objasnite čemu služi funkcija ABB Library u izborniku Home.
6. Objasnite čemu služi funkcija Import Geometry u izborniku Home.
7. Opišite razlike između podfunkcija Empty Path, Auto Path i Collision Free Path u funkciji Path izbornika Home.
8. Opišite razlike u radu funkcija Jog Joint, Jog Linear i Jog Reorient u grupi Freehand izbornika Home.
9. Opišite mogućnosti i razloge korištenja funkcije New View u grupi Graphics izbornika Home.
10. Opišite način rada funkcije View Robot at Target.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Funkcija Teach Target u izborniku Home koristi se:
  - a. za učenje robota o ciljnim pozicijama
  - b. za izradu nove ciljne točke na temelju trenutne pozicije robota
  - c. za izradu ciljnih točaka na temelju izvedenog pomicanja robota
2. Funkcija Teach Instruction u izborniku Home koristi se:
  - a. za učenje robota o ciljnim pozicijama
  - b. za izradu nove ciljne točke na temelju trenutne pozicije robota
  - c. za izradu novoga gibanja do trenutne pozicije robota
  - d. za izradu nove ciljne točke i gibanja do trenutne pozicije robota
3. Za ravno crtno pomicanje robota koristi se funkcija Jog:
  - a. Linear

- b. Straight
  - c. Joint
- 4. Za krivocrtno pomicanje robota koristi se funkcija Jog:
  - a. Linear
  - b. Reorient
  - c. Joint
- 5. Za izradu nove ciljne točke u izborniku Home koristi se funkcija:
  - a. Point
  - b. Goal
  - c. Target
  - d. Path

### **2.2.3 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 2.3 Izbornik Modeling

Nastavna jedinica Izbornik Modeling opisuje sve funkcije koje su dostupne u izborniku Modeling te način i svrhu njihova korištenja. Prikazuje se općeniti opis navedenog izbornika te se u potpoglavljima opisuju sljedeće grupe:

- **Create** – općeniti opis grupe i opis dodatnih prozora te funkcije: Component Group, Empty Part, Smart Component, Import Geometry, Solid, Surface, Curve, Border around Bodies, Border around Surface, Cable, Physics Joint i Physics Floor
- **CAD Operations** – općeniti opis grupe te funkcije: Intersect, Subtract, Union, Extrude Surface, Extrude Curve i Modify Curve
- **Measure** – općeniti opis grupe te funkcije: Point to Point, Angle, Diameter i Minimum Distance
- **Freehand** – sadrži upućivanje na poglavlje 2.2.1.4.

Cilj je nastavne jedinice objasniti (opisati) način rada svih funkcija navedenog izbornika.

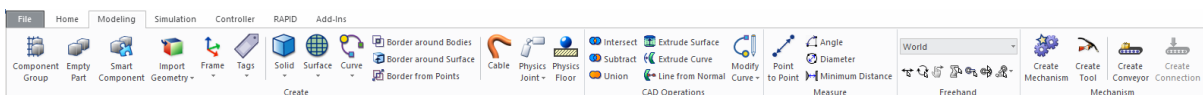
Svrha je nastavne jedinice omogućiti čitatelju brz i jednostavan dolazak do informacija o načinu i razlozima korištenja pojedinih funkcija navedenog izbornika.

### Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:

- Opisati strukturu i raspored funkcionalnosti izbornika programskog alata za offline programiranje industrijskog robota

### 2.3.1 Osnovni koncepti

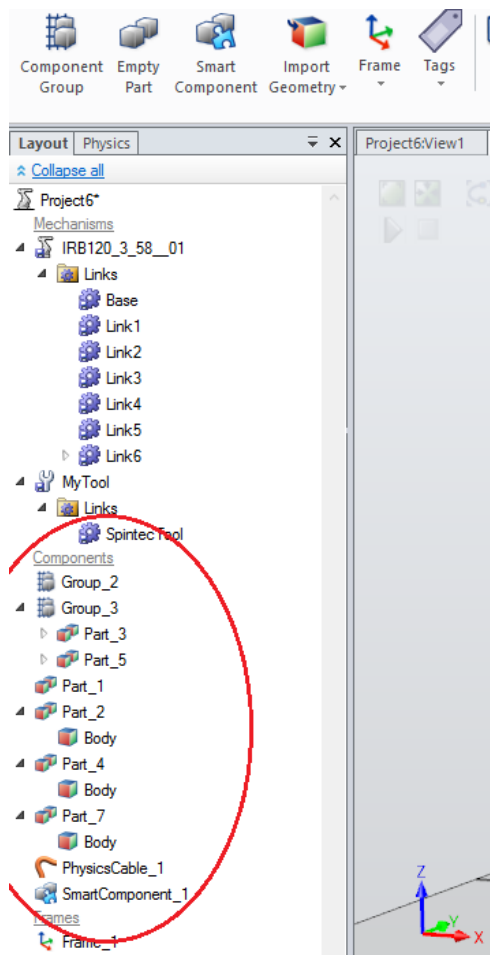
Izbornik Modeling (Slika 2.3.1.1) uključuje opcije za izradu i postavljanje raznih fiksnih elemenata na radnu stanicu. Podijeljen je u nekoliko grupa: Create, CAD Operations, Measure, Freehand i Mechanism.



Slika 2.3.1.1 RobotStudio – izbornik Modeling

#### 2.3.1.1 Grupa Create

Grupa Create sadrži funkcije (opcije) za postavljanje raznih objekata (komponenta) na radnu stanicu. Svi objekti koji se izrađuju nekom od dostupnih opcija postavljaju se u stablasti preglednik Layout u odjeljku Components (Slika 2.3.1.2).



Slika 2.3.1.2 RobotStudio – Prozor Layout – Components

Radi lakšeg raspoznavanja i razumijevanja komponenata postavljenih na radnu stanicu (Slika 2.3.1.2) dobro je izvršiti prilagodbu automatski formiranog naziva postavljene komponente. To se može učiniti tako da se u stablu odabere (klikom miša) odgovarajuća komponenta te izvrši jedna od sljedećih aktivnosti:

- na tipkovnici pritisnuti tipku F2
- ponovo kliknuti mišem na odabranu komponentu
- kliknuti desnom tipkom miša na odabranu komponentu čime će se prikazati skočni (*pop-up*) prozor s dodatnim funkcijama (opcijama) koje se mogu izvršiti nad komponentom te odabrati opciju Rename.

Postavljene komponente moguće je izbrisati tako da se odabere (klikom miša) odgovarajuća komponenta te izvrši jedna od sljedećih aktivnosti:

- na tipkovnici pritisnuti tipku Del (Delete)
- kliknuti desnom tipkom miša na odabranu komponentu čime će se prikazati skočni (engl. *pop-up*) prozor s dodatnim funkcijama (opcijama) koje se mogu izvršiti nad komponentom, te odabrati opciju Delete.

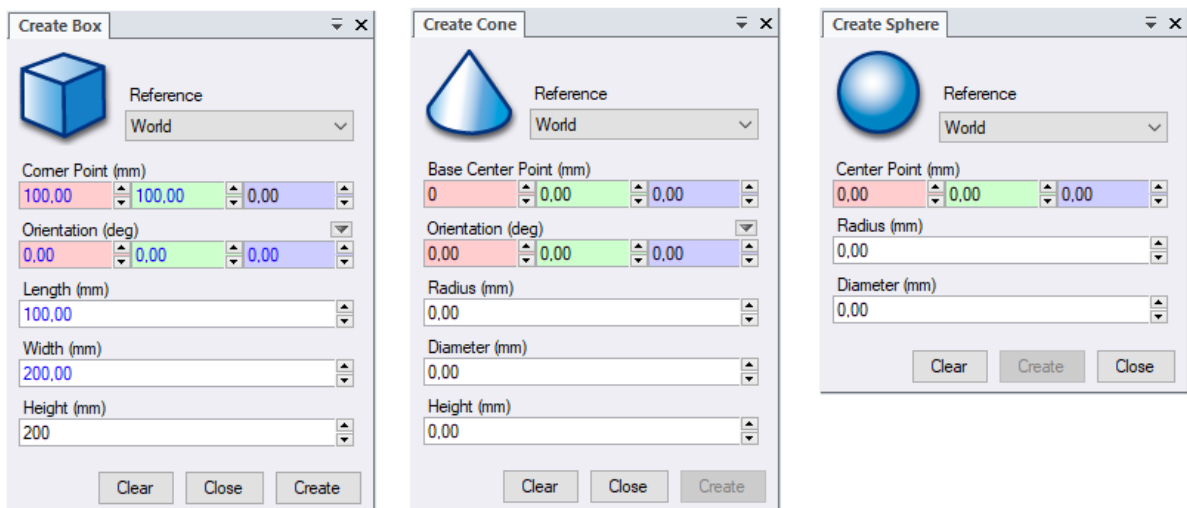
Brisanje je moguće izvršiti nad više komponenata istovremeno. U tom slučaju potrebno je odabrati više komponenata i provesti isti prethodno opisani postupak brisanja. Nakon odabira prve komponente dodatne komponente moguće je odabrati jednim od sljedećih postupaka:

- odabir niza komponenata: na tipkovnici pritisnuti tipku Shift i držati je pritisnutom, kliknuti mišem na zadnju komponentu u nizu te na kraju otpustiti tipku Shift

- odabir pojedinačnih komponenata: na tipkovnici pritisnuti tipku Ctrl i držati je pritisnutom te kliknuti mišem na drugu odabranu komponentu, zatim na treću itd. Nakon zadnje odabrane komponente može se otpustiti tipka Ctrl.

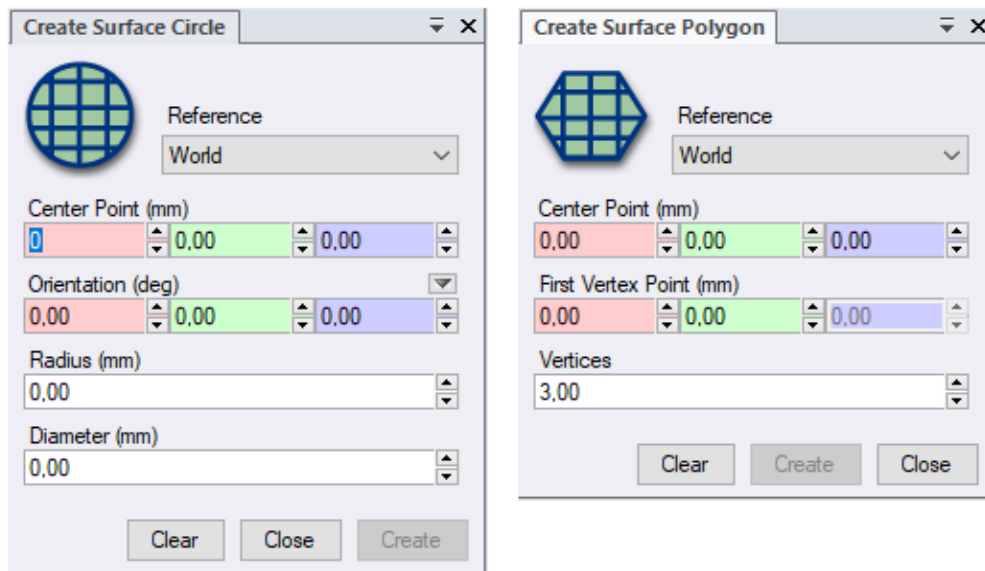
Opis nekih opcija grupe Create:

- **Component Group** – izrađuje komponentu koja će predstavljati grupu komponenata na prozoru Layout. Nakon izrade komponenta je prazna bez dijelova (engl. *part*). Za dodavanje dijelova u grupnu komponentu potrebno je funkcijom povlačenja i ispuštanja (engl. *drag and drop*) odvući odabranu komponentu u grupnu komponentu (kliknuti i držati pritisnutom lijevu tipku miša na odabranoj komponenti, odvući pokazivač miša iznad grupne komponente te otpustiti lijevu tipku miša).
- **Empty Part** – izrađuje komponentu koja je prazna, ne sadrži dijelove, tj. ne sadrži tijelo (engl. *body*). U takvu komponentu moguće je prethodno spomenutom funkcijom povlačenja i ispuštanja dovući tijelo iz neke druge komponente.
- **Smart Component** – koristi se za dodavanje tzv. pametnih komponenti, a to mogu biti razni senzori koji zaprimaju neke analogne i digitalne ulaze (engl. *input*) i stvaraju analogne i digitalne izlaze (engl. *output*).
- **Import Geometry** – koristi se za uvoz raznih gotovih komponenata koje mogu biti izrađene nekim drugim alatima.
- **Solid** – izrada trodimenzionalnog objekta (komponente). Omogućeno je stvaranje kocke, kocke s pomoću tri točke, stošca, valjka, piramide i kugle. Nakon odabira bilo koje od dostupnih opcija otvara se odgovarajući prozor Create (Slika 2.3.1.3) koji sadrži važne parametre za kreiranje odabranog objekta te sljedeće gumbe: Clear (za brisanje upisanih vrijednosti na prozoru), Close (za zatvaranje prozora), Create (za izradu objekta u skladu s upisanim parametrima na prozoru).



Slika 2.3.1.3 RobotStudio – izbornik Modeling – Solid – prozori Create

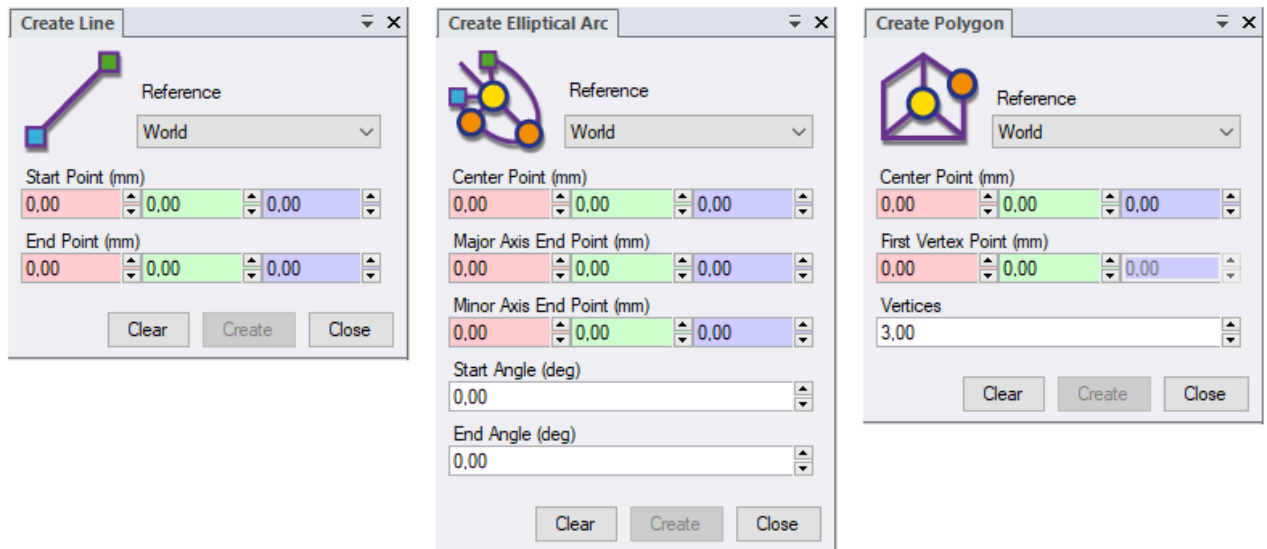
- **Surface** – izrada površine. Omogućena je izrada kružne površine, pravokutne površine, višekutne (poligonalne) površine te površine na temelju krivulje. Nakon odabira bilo koje od dostupnih opcija otvara se odgovarajući prozor Create (Slika 2.3.1.4) koji sadrži važne parametre za izradu odabranog oblika površine te sljedeće gumbе: Clear (za brisanje upisanih vrijednosti na prozoru), Close (za zatvaranje prozora), Create (za izradu površine u skladu s upisanim parametrima na prozoru).



Slika 2.3.1.4 RobotStudio – izbornik Modeling – Surface – prozori Create

- **Curve** – izrada krivulje. Omogućeno je stvaranje:
  - linije – postavljanjem dviju točaka
  - kružnice – postavljanjem centralne točke i radijusa
  - kružnice – postavljanjem triju točaka na kružnici
  - kružnog isječka – postavljanjem početne, srednje i završne točke
  - eliptičnoga kružnog isječka – postavljanjem centralne točke, završnih točaka veće i manje osi te početnih i završnih kutova
  - elipse – postavljanjem početne točke, završne točke veće osi te radijusa manje osi
  - pravokutnika – postavljanjem početne točke, duljine i širine
  - poligona – postavljanjem centralne točke, duljine stranice i broja stranica
  - višelinijuskog lika – postavljanjem više točaka koje će se spojiti linijama po redoslijedu nizanja točaka, pa se linije mogu presijecati
  - *splinea* – višelinijuskog lika u kojemu će se linije spojiti po vanjskim točkama.

Nakon odabira bilo koje od dostupnih opcija otvara se odgovarajući prozor Create (Slika 2.3.1.4) koji sadrži važne parametre za izradu odabrane krivulje te gumbе: Clear (za brisanje upisanih vrijednosti na prozoru), Close (za zatvaranje prozora) i Create (za izradu površine u skladu s upisanim parametrima na prozoru).



Slika 2.3.1.5 RobotStudio – izbornik Modeling – Curve – prozori Create

- **Border around Bodies** – izrada krivulje oko dva tijela (engl. *body*)
- **Border around Surface** – izrada krivulje oko površine
- **Cable** – izrada kabela za simulaciju stvarnoga fizičkog sustava
- **Physics Joint** – izrada fizičkog spoja između dva objekta
- **Physics Floor** – izrada fizičkog poda

### 2.3.1.2 Grupa CAD Operations

Grupa CAD Operations sadrži opcije (funkcije) za upravljanje, prilagođavanje i pretvaranje objekata postavljenih na radnu stanicu. Odabirom bilo koje funkcije otvara se odgovarajući prozor iznad prozora Layout koji uključuje polja s odgovarajućim parametrima za izvođenje odabrane funkcije. Ta grupa uključuje sljedeće opcije:

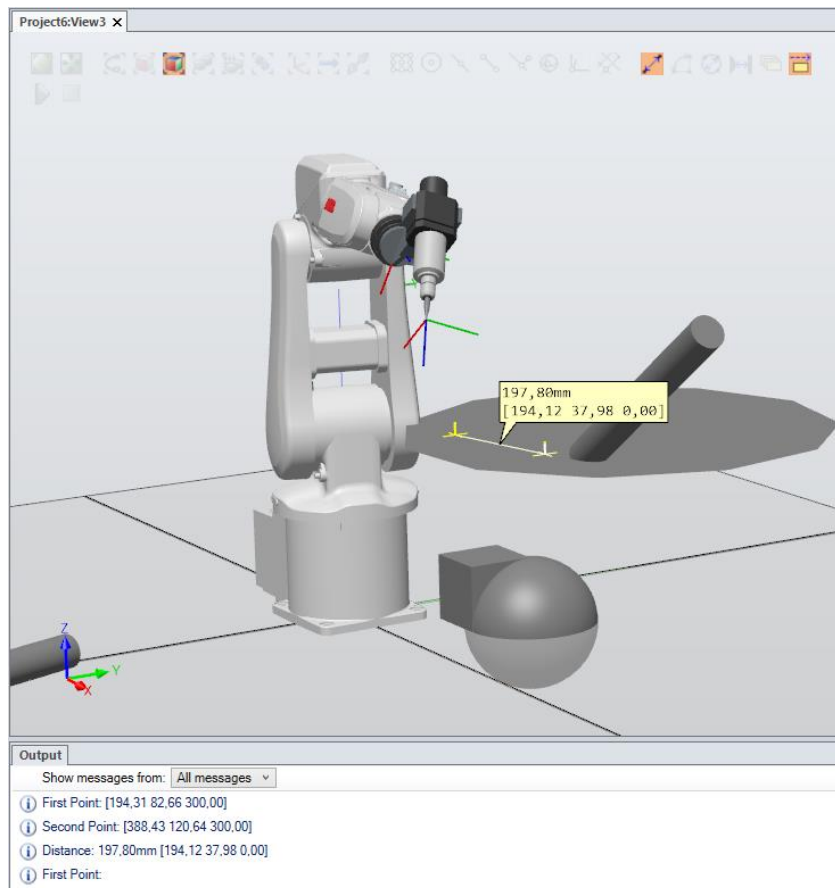
- **Intersect** – koristi se za izradu objekta koji predstavlja presjek dva objekta
- **Subtract** – koristi se za izradu objekta koji predstavlja razliku između dva objekta
- **Union** – koristi se za izradu objekta koji predstavlja uniju dva objekta
- **Extrude Surface, Extrude Curve** – koristi se za stvaranje 3D objekta na temelju površine (engl. *surface*) ili krivulje (engl. *curve*)
- **Modify Curve** – koristi se za prilagodbu krivulje. Prilagođavanje krivulje može biti:
  - proširenje (engl. *extend*) – povećanje krivulje po tangenti
  - spajanje (engl. *join*) – povezivanje više krivulja u jednu

- projiciranje (engl. *project*) – projiciranje krivulje na odabranom objektu
- obrnuti redoslijed (engl. *reverse*) – okretanje redoslijeda više krivulja
- podjela (engl. *split*) – dijeljenje krivulje na dva dijela
- rezanje (engl. *trim*) – smanjenje duljine odabrane krivulje.

### 2.3.1.3 Grupa Measure

Grupa Measure sadrži opcije (funkcije) za razna mjerenja duljina, udaljenosti i kutova između točaka u 3D prostoru radne stanice ili objekata na radnoj stanici. Nakon odabira funkcije mjerenja u prozoru Output (koji se obično nalazi ispod prozora radne stanice) prikazuju se aktivnosti koje se izvršavaju. Ta grupa sadrži slijedeće funkcije:

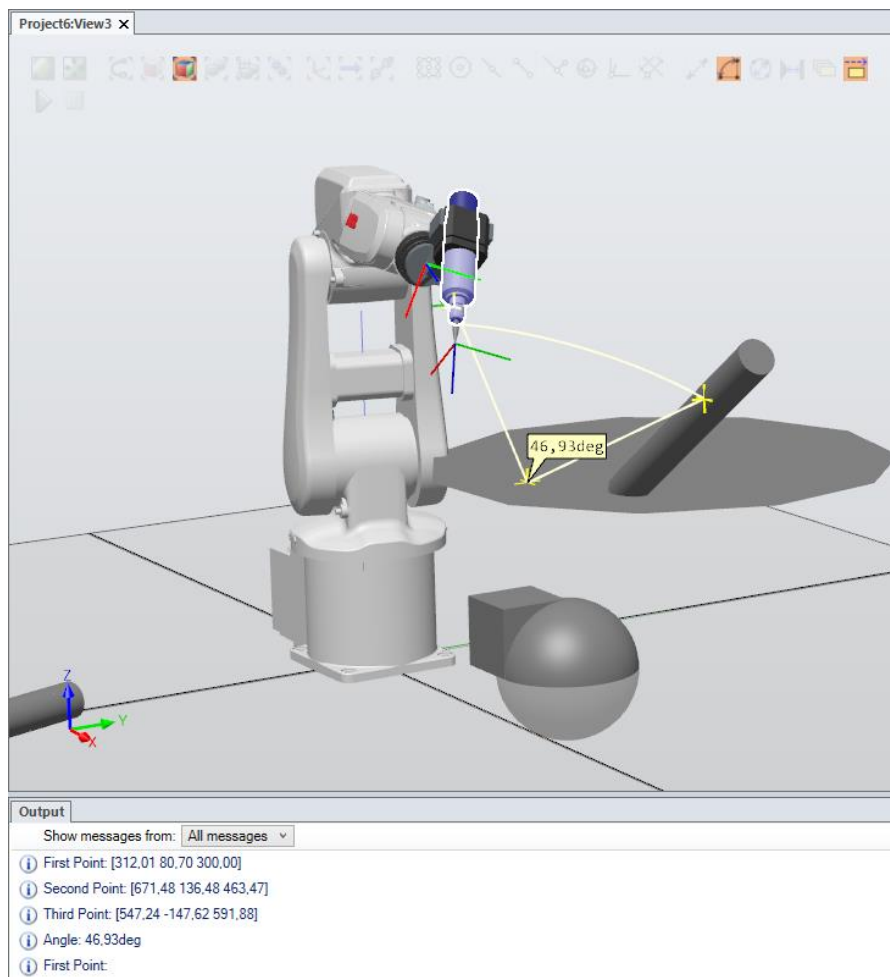
- **Point to Point** – koristi se za mjerenje udaljenosti između dvije točke na objektima radne stanice (Slika 2.3.1.6). Nakon odabira te opcije na prozoru Output prikazuje se tekst „First Point:” pa je potrebno na radnoj stanici kliknuti mišem na neku točku objekta koja će biti početna točka za mjerenje udaljenosti. Potom se na prozoru Output prikazuje tekst „Second Point:” pa je potrebno kliknuti mišem na drugu točku koja može biti na istom ili nekom drugom objektu koja će biti završna točka za mjerenje udaljenosti. Potom se na prozoru Output prikazuje rezultat udaljenosti nakon teksta „Distance:” .



Slika 2.3.1.6 RobotStudio – zbornik Modeling – Measure – Point to Point



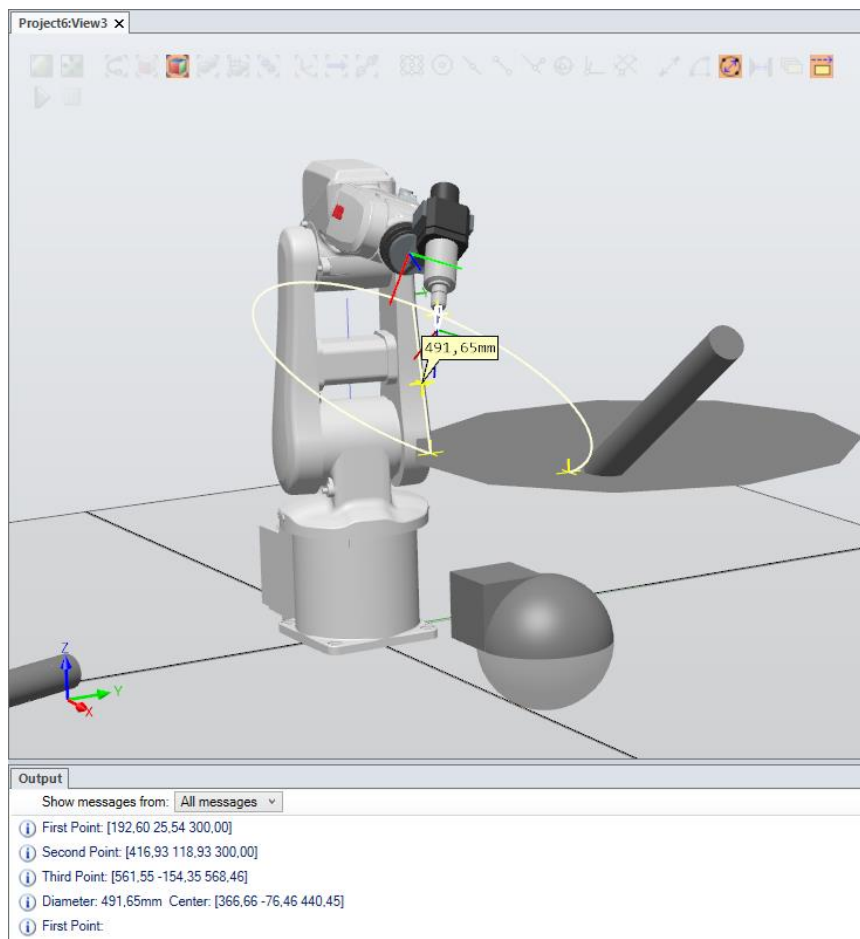
- **Angle** – koristi se za mjerenje kuta između tri točke na objektima radne stanice (Slika 2.3.1.7). Nakon odabira te opcije na prozoru Output prikazuje se tekst „First Point:” pa je potrebno na radnoj stanici kliknuti mišem na neku točku objekta koja će biti početna (središnja) točka za mjerenje kuta. Potom se na prozoru Output prikazuje tekst „Second Point:” pa je potrebno kliknuti mišem na drugu točku koja može biti na istom ili nekom drugom objektu koja će biti točka kojom će se ostvarivati linija prvog kraka za mjerenje kuta. Potom se na prozoru Output prikazuje tekst „Third Point:” pa je potrebno kliknuti mišem na treću točku koja može biti na istom ili nekom drugom objektu koja će biti točka kojom će se zajedno s prvom točkom ostvarivati linija drugog kraka za mjerenje kuta. Potom se na prozoru Output prikazuje rezultat izmjenjenog kuta nakon teksta „Angle:”.



Slika 2.3.1.7 RobotStudio – izbornik Modeling – Measure – Angle

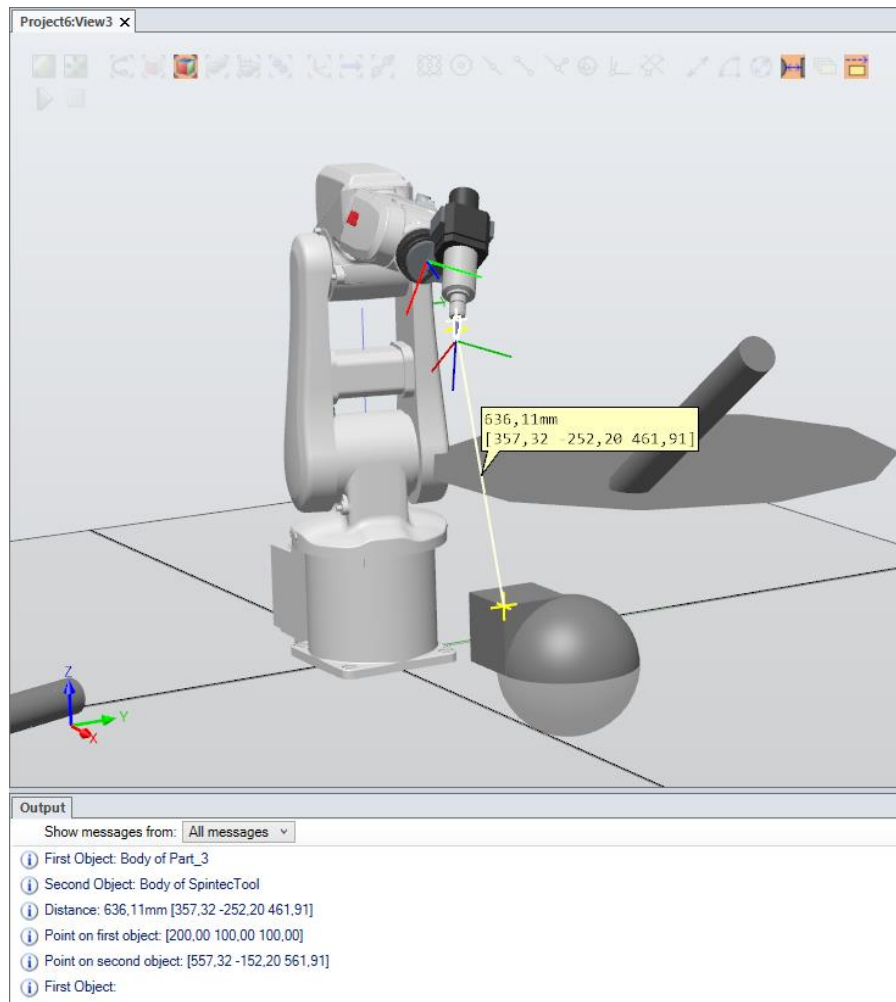
- **Diameter** – koristi se za mjerenje promjera kruga koji se ostvaruje s pomoću tri točke na objektima radne stanice (Slika 2.3.1.8). Nakon odabira te opcije na prozoru Output prikazuje se tekst „First Point:”, pa je potrebno na radnoj stanici kliknuti mišem na neku točku objekta koja će biti prva točka za mjerenje promjera. Potom se na prozoru Output prikazuje tekst „Second Point:”, pa je potrebno kliknuti mišem na neku točku koja može biti na istom ili nekom drugom objektu koja će biti druga točka za mjerenje promjera. Potom se na prozoru Output prikazuje tekst „Third Point:” pa je potrebno kliknuti mišem na neku točku koja može biti na istom ili nekom drugom objektu koja će biti treća točka

za mjerenje promjera. Na temelju odabrane tri točke stvara se kružnica i može se izračunati promjer izrađenog kruga. Potom se na prozoru Output prikazuje rezultat izmjerenog promjera nakon teksta „Diameter:”.



Slika 2.3.1.8 RobotStudio – zbornik Modeling – Measure – Diameter

- **Minimum Distance** – koristi se za mjerenje minimalne udaljenosti između dva objekta na radnoj stanici (Slika 2.3.1.9). Nakon odabira te opcije na prozoru Output prikazuje se tekst „First Object:” pa je potrebno na radnoj stanici kliknuti mišem na prvi objekt. Potom se na prozoru Output prikazuje tekst „Second Object:” pa je potrebno kliknuti mišem na drugi objekt koji mora biti udaljen od prvog. Potom se na prozoru Output prikazuje rezultat udaljenosti nakon teksta „Distance:”, tekst „Point on first object:” s koordinatama točke s prvog objekta koja je najbliža drugom objektu te „Point on second object:” s koordinatama točke s drugog objekta koja je najbliža prvom objektu. Ako su odabrani objekti prostorno spojeni (presijecaju se), na prozoru Output prikazat će se tekst „Objects intersected!” (objekti se presijecaju).



Slika 2.3.1.9 RobotStudio – zbornik Modeling – Measure – Minimum Distance

### 2.3.1.4 Grupa Freehand

Grupa Freehand jednaka je istoj grupi unutar izbornika Home i sadrži iste opcije (vidjeti poglavlje 2.2.1.4).

## 2.3.2 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Opišite mogućnosti izbornika Modeling.
2. Opišite postupak preimenovanja komponenata na prozoru Layout.
3. Opišite mogućnosti funkcije Solid u izborniku Modeling.
4. Opišite mogućnosti funkcije Curve u izborniku Modeling.
5. Objasnite svrhu upotrebe funkcija Extrude Surface i Extrude Curve u izborniku Modeling.
6. Objasnite mogućnosti i način upotrebe funkcija u grupi Measure izbornika Modeling.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Funkcija Empty Part u izborniku Modeling koristi se:
  - a. za izradu nove komponente bez tijela
  - b. za izradu nove komponente s praznim tijelom
  - c. za izradu nove standardne komponente
2. U kojoj se mjernoj jedinici izražavaju koordinate geometrijskih tijela koje se izrađuju pomoću funkcije Solid?
  - a. m
  - b. mm
  - c. dm
  - d. cm
3. Za izradu presjeka dva objekta koristi se funkcija:
  - a. Union
  - b. Intersect
  - c. Subtract
4. Za izradu novog objekta spajanjem tijela dvaju objekata koristi se funkcija:
  - a. Union
  - b. Intersect
  - c. Subtract
5. Za izradu novog objekta oduzimanjem tijela jednog objekta od tijela drugog objekta koristi se funkcija:
  - a. Divide
  - b. Intersect
  - c. Subtract
6. Za mjerenje udaljenosti između dvije pozicije koristi se funkcija:
  - a. Diameter
  - b. Point to Point
  - c. Point Distance
  - d. Minimum Distance
7. Koja se funkcija u izborniku Modeling koristi za izradu raznih geometrijskih tijela?
  - a. Body
  - b. Geometry
  - c. Solid
  - d. Surface
  - e. Curve
8. Koja se funkcija u izborniku Modeling koristi za izradu raznih geometrijskih krivulja?
  - a. Body
  - b. Geometry
  - c. Solid
  - d. Surface
  - e. Curve

### 2.3.3 Literatura i izvori

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 2.4 Izbornik Simulation

Nastavna jedinica Izbornik Simulation opisuje sve funkcije koje su dostupne u izborniku Simulation te način i svrhu njihova korištenja. Prikazuje se općeniti opis tog izbornika te se u potpoglavljima opisuju sljedeće grupe:

- **Collisions** – funkcija Create Collision Set
- **Configure** – općeniti opis grupe te funkcije Simulation Setup i Station Logic
- **Simulation Control** – općeniti opis grupe te funkcije Play, Pause, Stop i Reset
- **Monitor** – općeniti opis grupe te funkcije I/O Simulator, TCP Trace i Stopwatch
- **Signal Analyzer** – općeniti opis grupe te funkcije Signal Analyzer, Signal Setup, Enabled, Recordings i Playback
- **Record Movie** – općeniti opis grupe te funkcije Record Simulation, Record Application, Record Graphics, Stop Recording i View Recording

Cilj je nastavne jedinice objasniti (opisati) način rada svih funkcija navedenog izbornika.

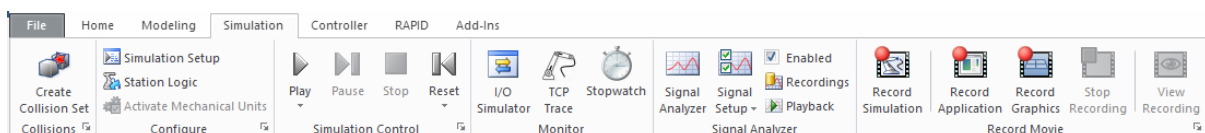
Svrha je nastavne jedinice je omogućiti čitatelju brz i jednostavan dolazak do informacija o načinu i razlozima korištenja pojedinih funkcija navedenog izbornika.

### Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:

- Opisati strukturu i raspored funkcionalnosti izbornika programskog alata za offline programiranje industrijskog robota
- Provesti simulaciju i otklanjanje grešaka kod planirane trajektorije gibanja robota

### 2.4.1 Osnovni koncepti

Izbornik Simulation (Slika 2.4.1.1) uključuje opcije za izradu simulacije rada robota s mogućnostima provjere kolizije i postavljanja logike rada na radnoj stanici, izvođenje simulacije, upravljanje digitalnim i analognim signalima robota te snimanje videozapisa u izvođenju simulacije. Izbornik je podijeljen u nekoliko grupa: Collisions, Configure, Simulation Control, Monitor, Signal Analyzer i Record Movie.

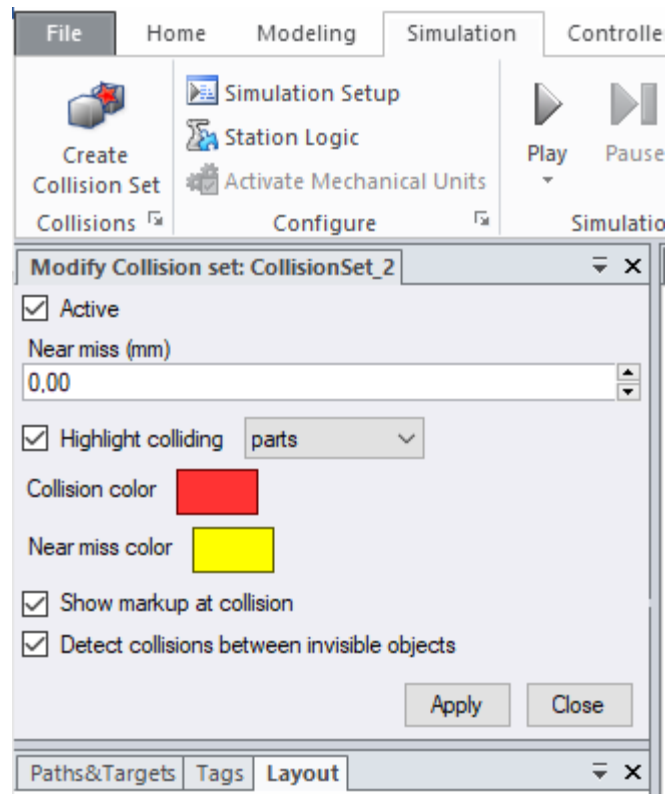


Slika 2.4.1.1 RobotStudio – zbornik Simulation

#### 2.4.1.1 Grupa Collisions

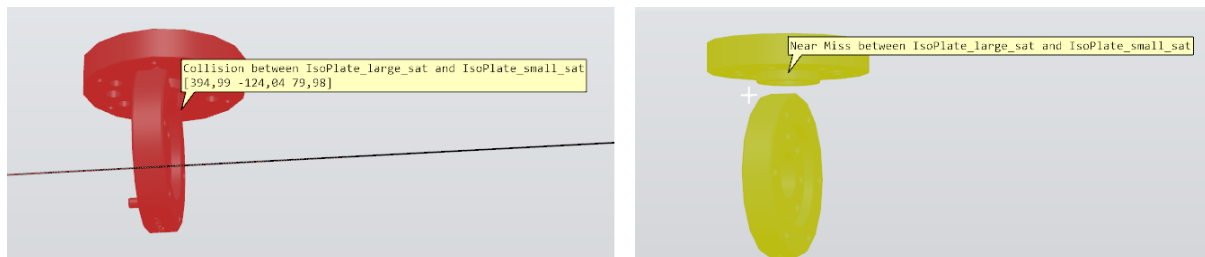
Grupa Collisions sadrži jednu funkciju (opciju), Create Collision Set koja omogućuje postavljanje softverskih senzora za provjeru kolizije (preklapanja) između odabrana dva objekta. Nakon odabira te opcije na prozoru Layout ispod grupe Components prikazat će se grupa Collision Sets s definiranim novim elementom, CollisionSet\_X. Desnim klikom miša na novo formirani CollisionSet prikazat će se skočni prozor koji sadrži dodatne aktivnosti koje se mogu provoditi s odabranim CollisionSetom. Na skočnom prozoru nalazi se opcija Modify Collision set koja otvara istoimeni prozor (Slika 2.4.1.2) iznad prozora Layout. Važni parametri

na prozoru Modify Collision set jesu: polje za postavljanje veličine nepreklapajuće udaljenosti (Near miss), boja kada je ostvareno preklapanje (Collision color) te boja kada su dva objekta u zoni bliskog nepreklapanja (Near miss color).



Slika 2.4.1.2 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Modify Collision set

Novi CollisionSet još nema postavljene objekte između kojih se provjerava preklapanje, pa su podelementi ObjectsA i ObjectsB prazni. Standardnom funkcijom povlačenja i ispuštanja provodi se dodavanje objekata za provjeru preklapanja u CollisionSetu, tako da se u stablu Components klikne mišem na željeni prvi objekt i odvuče ga se u ObjectsA te se isti postupak provede za postavljanje drugog objekta u ObjectsB. Odabrani objekti već mogu biti u preklapanju (koliziji), a kolizija može nastati nakon promjene pozicije nekog od objekata koji se koriste u nekom CollisionSetu. Prikazat će se boja i dodatna informacija (engl. *markup*) kad god se odabrani objekti nalaze u preklapanju (Slika 2.4.1.3 lijevo) ili su blizu preklapanja (Slika 2.4.1.3 desno).



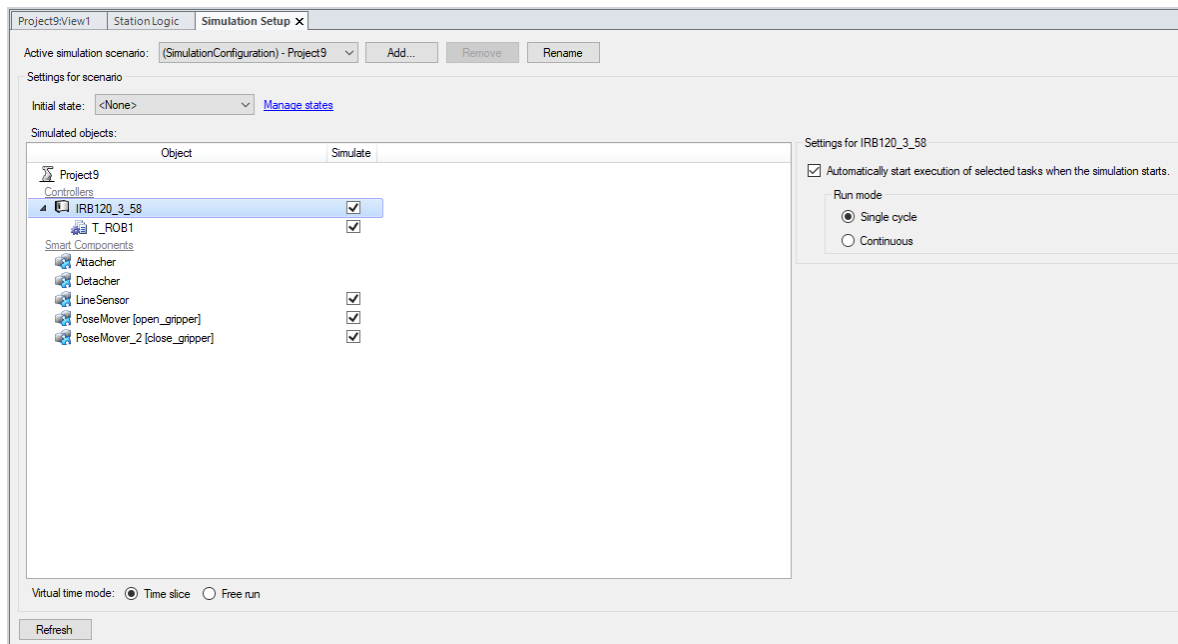
Slika 2.4.1.3 RobotStudio – prikazi CollisionSeta

### 2.4.1.2 Grupa Configure

Grupa Configure sadrži opcije (funkcije) za postavljanje simulacije rada robota na radnoj stanici. Sastoji se od sljedećih opcija: Simulation Setup, Station Logic i Activate Mechanical Units.

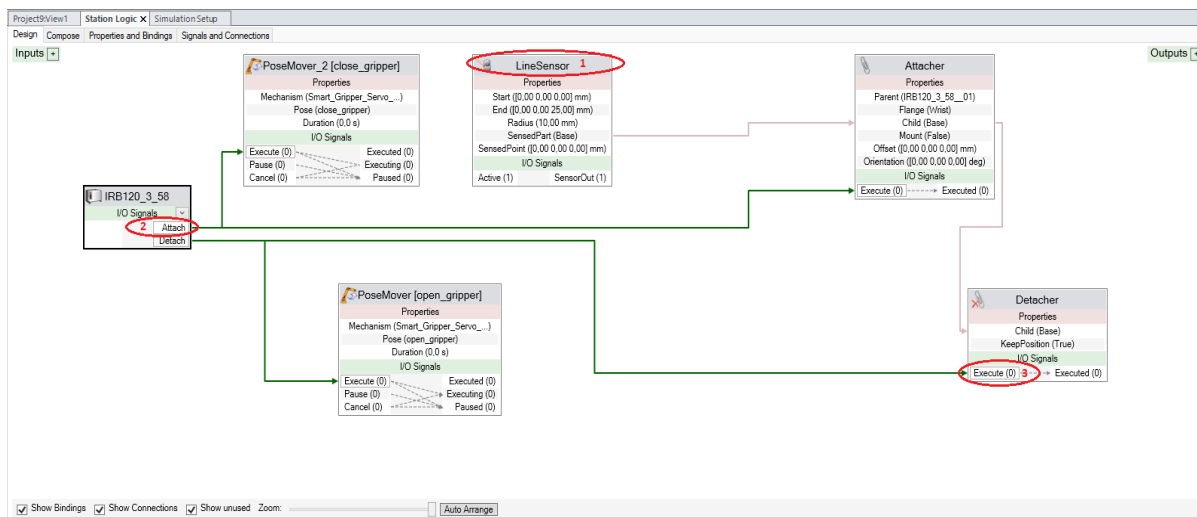
Funkcija **Simulation Setup** – koristi se za postavljanje simulacijskog procesa. Ta funkcija otvara prozor (Slika 2.4.1.4) u novoj kartici u centralnom dijelu softvera uz Project View prozor. Omogućuje:

- postavljanje početnog stanja simulacije
- definiranje objekata (robota) i pametnih komponenti (Smart Components) koje će sudjelovati u simulaciji
- odabir vrste virtualnog vremena koje može biti vremenski podijeljeno (Time slice) i koristi se kada se u simulaciji koriste pametne komponente (Smart Components) ili slobodni rad (Free run) za brzo izvođenje simulacije koje nije vremenski sinkronizirano
- odabir načina izvođenja simulacije koje može biti jednokratno (Single cycle) ili neprekidno (Continuous).



Slika 2.4.1.4 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Simulation Setup

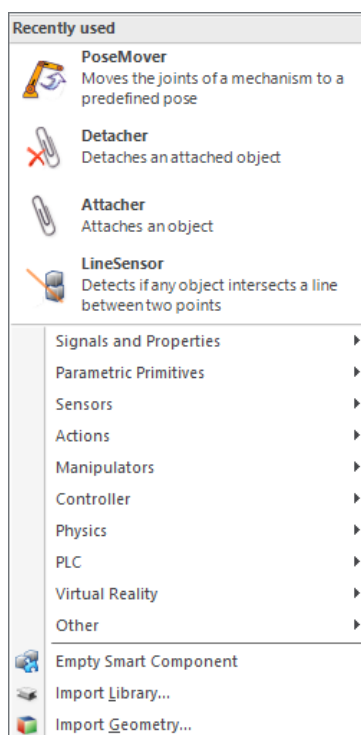
Funkcija **Station Logic** – koristi se za postavljanje logike rada radne stanice. Ta funkcija otvara prozor (Slika 2.4.1.5) u novoj kartici u centralnom dijelu softvera uz prozor Project View. Omogućuje postavljanje raznih objekata, elemenata robota, senzora i ostalih pametnih komponentata (Smart Components) te njihovo međusobno povezivanje (zbog aktivacije/pokretanja) povezanog elementa čime se regulira vremensko izvođenje događaja u radu radne stanice. Slika 2.4.1.5 prikazuje primjer korištenja signala I/O na robotu za otvaranje i zatvaranje pneumatske hvataljke s mogućnošću hvatanja predmeta.



Slika 2.4.1.5 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Station Logic

Na prozoru Station Logic omogućeno je pomicanje svih elemenata funkcijom povlačenja i ispuštanja na naslovnom dijelu elementa (Slika 2.4.1.5, oznaka 1). Povezivanje dva elementa također se provodi funkcijom povlačenja i ispuštanja pozicioniranjem pokazivača miša iznad dijela prvog elementa povezivanja (Slika 2.4.1.5, oznaka 2), klikom miša te razvlačenjem linije povezivanja do završnog dijela na drugom elementu povezivanja (Slika 2.4.1.5, oznaka 3). Time će se postići aktiviranje ili izvođenje drugog elementa kada nastupi određeno stanje na prvom elementu.

Na prozor Station Logic moguće je dodavati elemente desnim klikom miša na pozadinu prozora čime se prikazuje skočni prozor (Slika 2.4.1.6) s opcijama koje dodaju razne vrste elemenata na prozor Station Logic. Opcije na skočnom prozoru grupirane su prema vrstama elemenata (npr. Signals and Properties, Parametric Primitives, Sensors, Actions, Manipulators itd.).



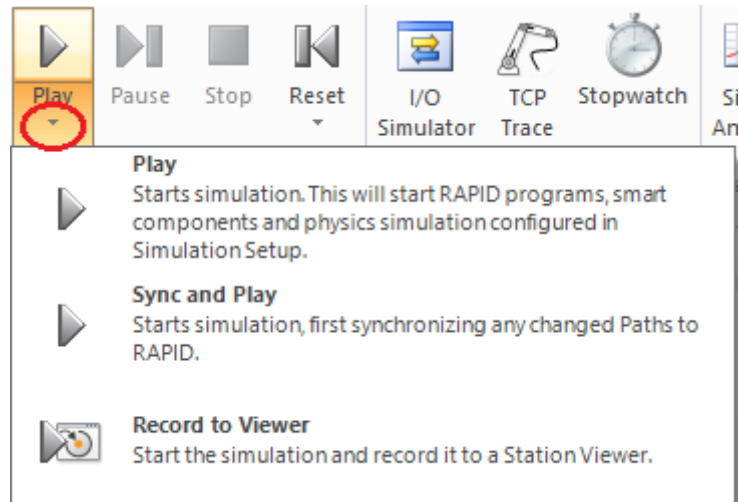
Slika 2.4.1.6 RobotStudio – skočni prozor za dodavanje novih elemenata na prozor Station Logic



### 2.4.1.3 Grupa Simulation Control

Grupa Simulation Control sadrži opcije (funkcije) za upravljanje radom simulacije. Sastoji se od četiri opcije (funkcije): Play, Pause, Stop i Reset.

Funkcija **Play** – osnovno izvodi postavljenu simulaciju. Povrh osnovnog izvođenja simulacije funkcija uključuje dodatne mogućnosti (Slika 2.4.1.7) koje se prikazuju klikom miša na strelicu ispod gumba Play.



Slika 2.4.1.7 RobotStudio – izbornik Simulation – padajući izbornik Play

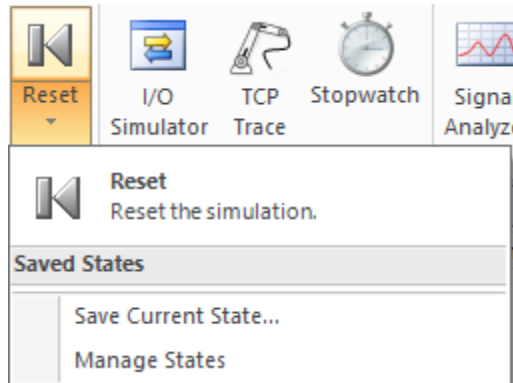
Osnovna funkcija Play pokreće simulaciju koja uključuje pokretanje programa RAPID, pametnih komponenta (Smart Components) te simulacije fizičkog ponašanja radne stanice koje je postavljeno na prozoru Simulation Setup. Osim osnovne funkcije Play dostupne su sljedeće funkcije:

- **Sync and Play** – najprije provodi sinkronizaciju putanja gibanja robota u program RAPID, a potom pokreće funkciju Play koja izvodi simulaciju;
- **Record to Viewer** – izvodi simulaciju i snima je u obliku Station Viewer. Po završetku izvođenja simulacije otvara se standardni Windows prozor za spremanje (Save As) snimljene simulacije na računalo koji osnovno nudi oblik izvršne datoteke (exe – executable).

Funkcija **Pause** – dostupna je samo dok je simulacija pokrenuta, odnosno dok se simulacija izvodi i omogućuje pauziranje rada simulacije. Nakon što se korisnik odluči za nastavak simulacije, potrebno je kliknuti na gumb Play.

Funkcija **Stop** – dostupna je samo dok je simulacija pokrenuta, odnosno dok se simulacija izvodi i omogućuje zaustavljanje rada simulacije bez mogućnosti nastavka rada simulacije.

Funkcija **Reset** – osnovno zaustavlja izvođenje simulacije i postavlja radnu stanicu u početnu poziciju simulacije. Povrh osnovnog resetiranja simulacije funkcija uključuje dodatne mogućnosti (Slika 2.4.1.8) koje se prikazuju klikom miša na strelicu ispod gumba Reset.



Slika 2.4.1.8 RobotStudio – izbornik Simulation – padajući izbornik Reset

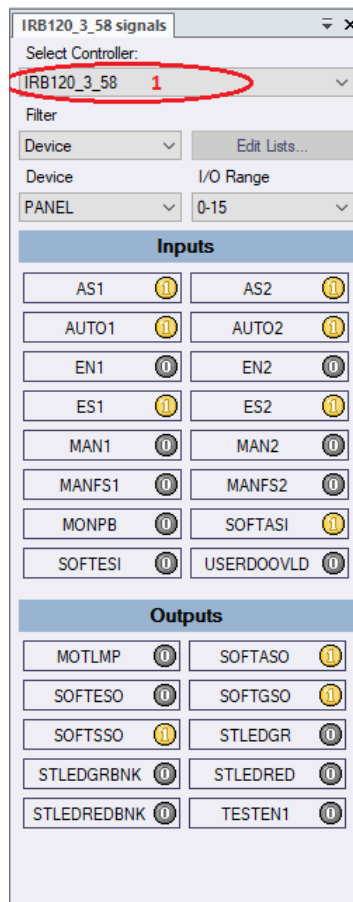
Osim osnovne funkcije Reset (Slika 2.4.1.8) dostupne su sljedeće funkcije:

- **Save Current State** – omogućuje spremanje stanja objekata i virtualnog kontrolera kako bi se omogućilo korištenje spremljenog stanja u izradi scenarija simulacije;
- **Manage States** – omogućuje otvaranje prozora Station Logic i na njemu karticu Compose gdje se mogu vidjeti spremljena stanja.

#### 2.4.1.4 Grupa Monitor

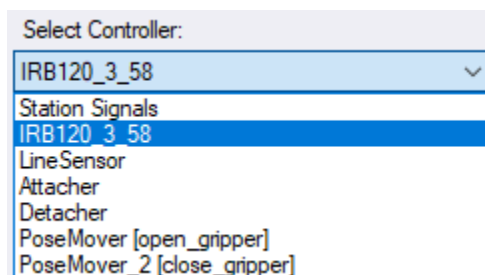
Grupa Monitor sadrži opcije (funkcije) za nadgledanje rada simulacije. Sastoji se od tri opcije (funkcije): I/O Simulator, TCP Trace i Stopwatch.

Funkcija **I/O Simulator** – koristi se za pregled i postavljanje ulaznih i izlaznih signala virtualnog kontrolera i pametnih komponenata (Smart Components) postavljenih na radnoj stanici. Odabirom te funkcije desno od centralnog Project View prozora prikazuje se prozor „[odabrani element] signals” (Slika 2.4.1.9).



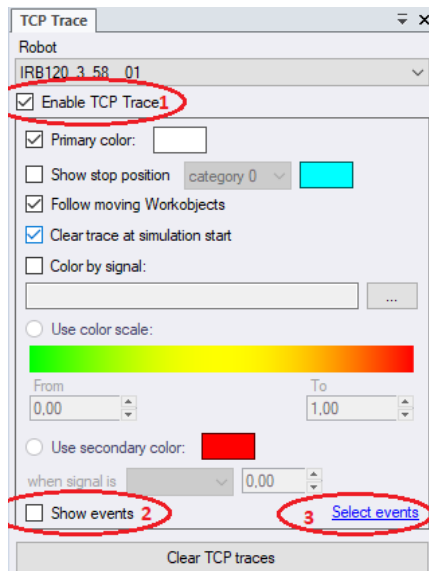
Slika 2.4.1.9 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor za Simulator I/O

Sadržaj za [odabrani element] ovisi o odabranom elementu u padajućoj listi Select Controller (Slika 2.4.1.9, oznaka 1) koja sadrži sve kontrolere i pametne komponente koje su postavljene na radnoj stanici (Slika 2.4.1.10).



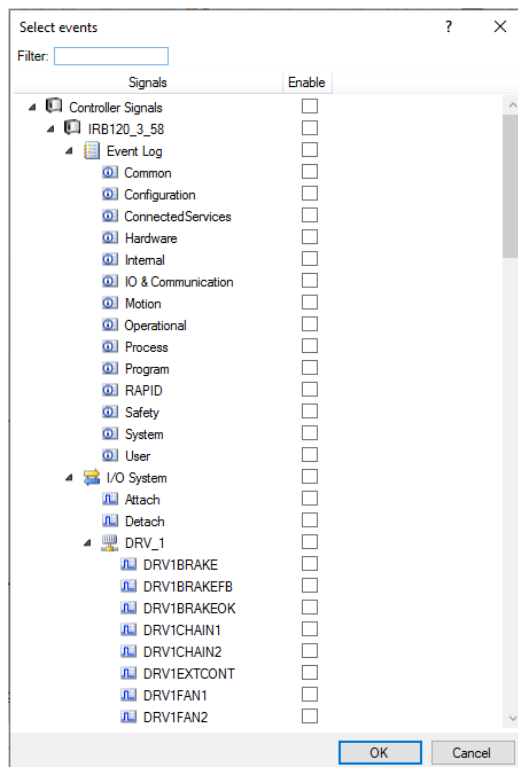
Slika 2.4.1.10 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor za Simulator I/O – Select Controller

Funkcija **TCP Trace** – koristi se za postavljanje pregleda putanje gibanja robota u simulaciji. Odabirom te funkcije lijevo od centralnog Project View prozora prikazuje se prozor TCP Trace (Slika 2.4.1.11).



Slika 2.4.1.11 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor TCP Trace

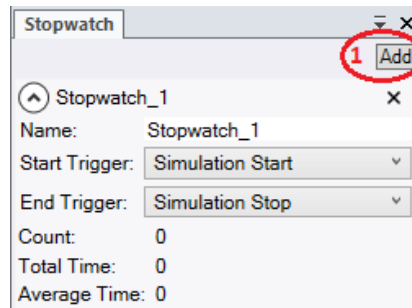
Za uključivanje praćenja i prikaza putanje gibanja robota potrebno je uključiti opciju Enable TCP Trace (Slika 2.4.1.11, oznaka 1) čime će se omogućiti podešavanje rada funkcije TCP Trace. U osnovnim postavkama uključene su opcije Primary color (postavljeno na bijelu boju), Follow moving Workobjects i Clear trace at simulation start. Na dnu prozora TCP Trace nalazi se opcija Show events (Slika 2.4.1.11, oznaka 2) koja je prema zadanim postavkama isključena. Nakon prvog uključivanja te opcije prikazuje se prozor Select Events (Slika 2.4.1.12). Prozor Select events moguće je otvoriti klikom na poveznicu Select events (Slika 2.4.1.11, oznaka 3) na prozoru TCP Trace.



Slika 2.4.1.12 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor TCP Trace – Select events

Na prozoru Select events moguće je uključiti (klikom na kvačicu u stupcu Enable) željene događaje koji će se prikazati na pozadini prozora Project View kada se simulacija izvršava.

Funkcija **Stopwatch** – (štoperica) koristi se za mjerenje proteklog vremena rada (izvođenja) simulacije. Odabirom te funkcije desno od centralnog prozora Project View prikazuje se prozor Stopwatch (Slika 2.4.1.13).



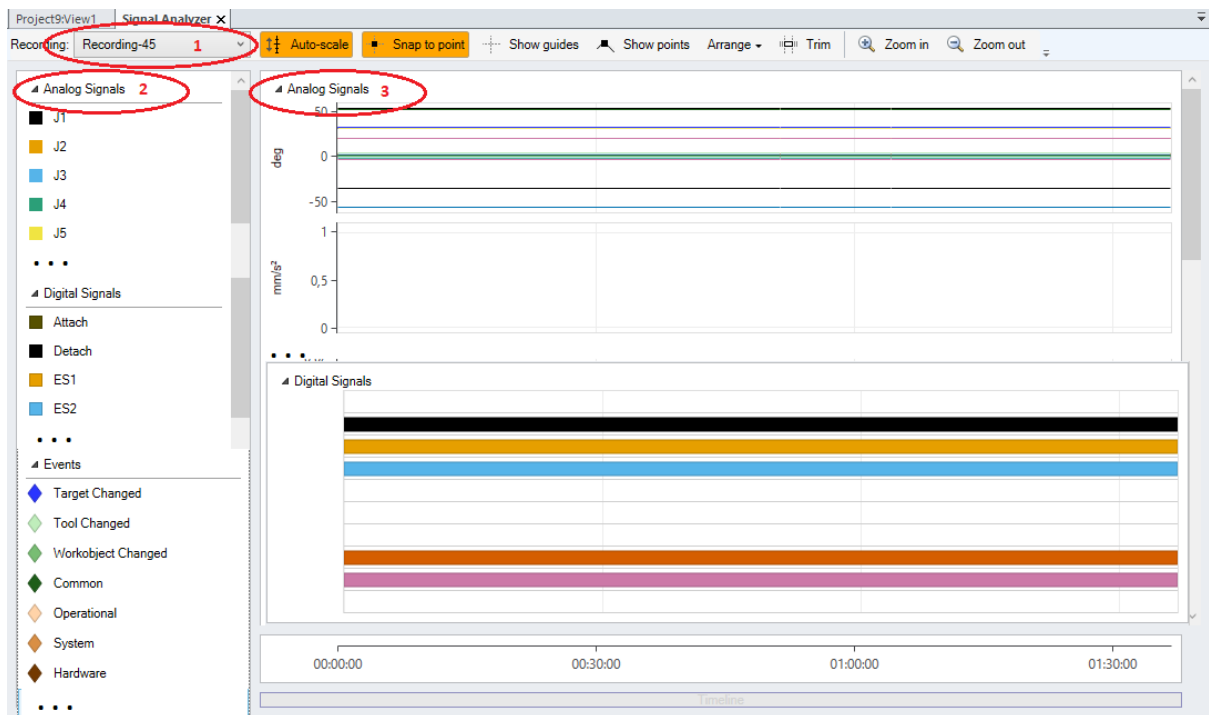
Slika 2.4.1.13 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Stopwatch

Na prozoru Stopwatch moguće je postaviti naziv štoperice (Name), okidač početka (Start Trigger) te okidač završetka (Stop Trigger). Također, moguće je postaviti više štoperica klikom na gumb Add (Slika 2.4.1.13, oznaka 1) čime će se ispod postojeće štoperice stvoriti nova štoperica s istim mogućnostima za postavljanje.



#### 2.4.1.5 Grupa Signal Analyzer

Grupa Signal Analyzer sadrži opcije (funkcije) za postavljanje i nadgledanje signalizacije robota. Sastoji se od nekoliko opcija (funkcija): Signal Analyzer, Signal Setup, kvačica Enabled, Recordings i Playback.

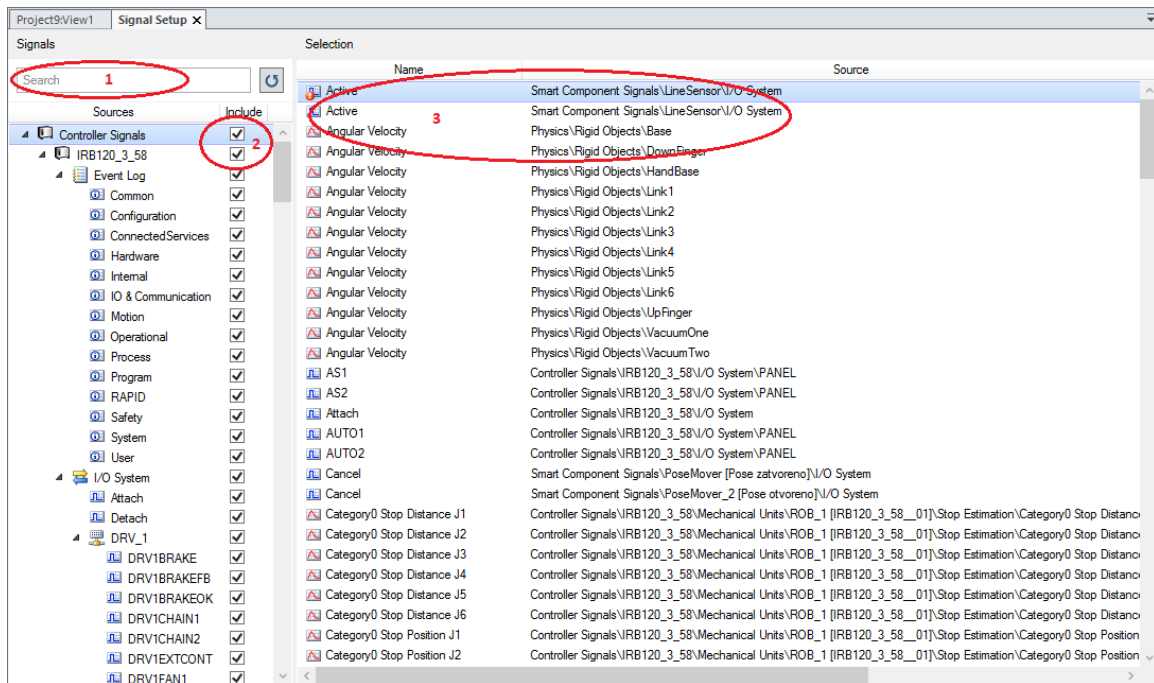
Funkcija **Signal Analyzer** – koristi se za prikaz i analizu signalnih podataka tijekom izvođenja simulacije. Odabirom te funkcije pokraj prozora Project View u novoj kartici prikazuje se prozor Signal Analyzer (Slika 2.4.1.14).



Slika 2.4.1.14 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Signal Analyzer

Na prozoru Signal Analyzer moguće je odabrati snimke rada signala za odabir snimke u padajućem popisu Recording (Slika 2.4.1.14, oznaka 1). Prozor se sastoji od dva dijela. Na lijevoj je strani popis svih signala podijeljenih u grupe analogni (Analog Signals), digitalni (Digital Signals) i događaji (Events). Svaku grupu moguće je sažeti (čime se ne vide pojedini signali grupe) ili proširiti (čime se vide svi signali grupe) klikom na strelicu lijevo od naziva grupe (Slika 2.4.1.14 oznaka 2). Svaki signal grupe moguće je uključiti ili isključiti iz prikaza pozicioniranjem pokazivača miša preko odabranog signala i klikom na gumb . Statusi signala koji nemaju prikazano prekríženo oko () bit će prikazani na desnoj strani prozora. Na desnoj strani prozora prikazuju se statusi odabranih signala s lijeve strane, a također su odvojeni u spomenute grupe koje se na isti način, kao grupe na lijevoj strani, mogu sažeti ili proširiti (Slika 2.4.1.14, oznaka 3).

Funkcija **Signal Setup** – koristi se za postavljanje signala koji će se spremati tijekom sljedeće simulacije. Odabirom te funkcije pokraj prozora Project View u novoj kartici prikazuje se prozor Signal Setup (Slika 2.4.1.15).



Slika 2.4.1.15 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Signal Setup

Prozor Signal Setup na lijevoj strani prikazuje stablastu strukturu svih signala robota. Stablo je moguće filtrirati upisivanjem traženog naziva u polje Search (Slika 2.4.1.15, oznaka 1). U stablu je moguće uključiti ili isključiti signale za analizu klikom na kvačicu u stupcu Include (Slika 2.4.1.15, oznaka 2). Ovisno o uključenim signalima u stablu na desnom dijelu prozora na popisu prikazuju se nazivi signala i elementi (uređaji) gdje se signali nalaze (odnosno na koji element se signali odnose).

Kvačica **Enabled** – koristi se za uključivanje i isključivanje snimača signala. Dok je kvačica uključena, snimaju se sve promjene statusa svih odabranih signala.

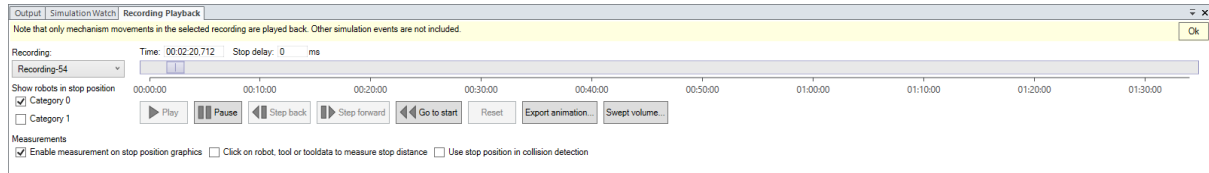
Funkcija **Recordings** – koristi se za pregled snimki rada signala. Odabirom te funkcije desno od prozora Project View prikazuje se prozor Recordings (Slika 2.4.1.16).

Name	Started	Length
Recording-62	13.7.2023. 21:05:25	01:10:48
Recording-61	13.7.2023. 21:04:35	01:10:48
Recording-60	27.6.2023. 0:46:17	01:38:00
Recording-59	27.6.2023. 0:45:26	01:38:00
Recording-58	27.6.2023. 0:44:42	01:38:00
Recording-57	27.6.2023. 0:44:04	01:38:24
Recording-56	27.6.2023. 0:43:11	00:49:12
Recording-55	27.6.2023. 0:42:39	00:00:24
Recording-54	27.6.2023. 0:40:49	01:34:00
Recording-53	27.6.2023. 0:40:22	01:34:24
Recording-52	27.6.2023. 0:39:43	01:34:24
Recording-51	27.6.2023. 0:35:47	01:34:24
Recording-50	27.6.2023. 0:35:18	01:02:24
Recording-49	27.6.2023. 0:34:57	01:36:24
Recording-48	27.6.2023. 0:34:12	01:36:48
Recording-47	27.6.2023. 0:33:53	01:37:12
Recording-46	27.6.2023. 0:26:27	01:36:48
Recording-45	27.6.2023. 0:24:57	01:26:48

Slika 2.4.1.16 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Recordings

Na prozoru Recordings prikazane su sve snimke. Svaka snimka ima svoj naziv, datum i vrijeme pokretanja i duljinu trajanja. Dvostrukim klikom miša na odabranu snimku otvara se prozor Signal Analyzer koji prikazuje status signala odabrane snimke.

Funkcija Playback – koristi se za ponovno izvođenje snimke. Odabirom te funkcije ispod prozora Project View u zasebnoj kartici (pokraj prozora Output) prikazuje se prozor Recording Playback (Slika 2.4.1.17).



Slika 2.4.1.17 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Recording Playback

### 2.4.1.6 Grupa Record Movie

Grupa Record Movie sadrži opcije (funkcije) za izradu videosnimki. Sastoji se od nekoliko opcija (funkcija): Record Simulation, Record Application, Record Graphics, Stop Recording i View Recording.

Funkcija **Record Simulation** – koristi se za snimanje simulacije u videoisječak (engl. *video clip*). Snimanje će započeti kada se pokrene simulacija na funkciji Play i završit će kada se simulacija izvede u cijelosti. Videoisječak će biti spremljen u obliku mp4 datoteke koja se osnovno nalazi u mapi korisnika Videos (npr. C:\Users\Korisnik\Videos).

Funkcija **Record Application** – koristi se za snimanje aplikacijskog prozora softvera RobotStudio u videoisječak. Snimanje će započeti klikom miša na tu funkciju i trajat će dok se snimanje ne zaustavi klikom miša na funkciju Stop Recording. Videoisječak će biti spremljen u obliku datoteke mp4 koja se osnovno nalazi u mapi korisnika Videos (npr. C:\Users\Korisnik\Videos).

Funkcija **Record Graphics** – koristi se za snimanje prozora Project View u videoisječak. Snimanje će započeti klikom miša na tu funkciju i trajat će dok se snimanje ne zaustavi klikom miša na funkciju Stop Recording. Videoisječak će biti spremljen u obliku datoteke mp4 koja se osnovno nalazi u mapi korisnika Videos (npr. C:\Users\Korisnik\Videos).

Funkcija **Stop Recording** – koristi se za zaustavljanje snimanja videoisječka pokrenutog funkcijama Record Application ili Record Graphics ili za prijevremeno zaustavljanje snimanja videoisječka pokrenutog funkcijom Record Simulation.

Funkcija **View Recording** – koristi se za pregled posljednje snimke (videoisječka). Odabirom te funkcije pokreće se osnovni preglednik datoteka mp4 (na operacijskom sustavu Windows obično je to program Reprodutor medijskih sadržaja) u kojemu se otvara posljednja izrađena snimka (videoisječak). Sve snimke (videoisječci) dostupne su u osnovno postavljenoj mapi (npr. C:\Users\Korisnik\Videos).



## 2.4.2 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Opišite mogućnosti izbornika Simulation.
2. Objasnite način i svrhu upotrebe funkcije Create Collision Set u izborniku Simulation.
3. Opišite mogućnosti i svrhu upotrebe funkcije Simulation Setup u izborniku Simulation.
4. Opišite mogućnosti i svrhu upotrebe funkcije Station Logic u izborniku Simulation.
5. Objasnite razliku između funkcija Play i Sync and Play u izborniku Simulation.
6. Objasnite rezultat upotrebe funkcije Record to Viewer u izborniku Simulation.
7. Objasnite razliku između funkcija Record Simulation, Record Application i Record Graphics u izborniku Simulation.

Pitanja s jednim tačnim odgovorom:

1. Za pokretanje simulacije u izborniku Simulation koristi se funkcija:
  - a. Start Simulation
  - b. Play
  - c. Start
2. Za izradu mp4 videoformata datoteke simulacije koristi se funkcija:
  - a. Record Simulation
  - b. Create Simulation
  - c. Make Simulation Video
3. Za izradu mp4 videoformata datoteke simulacije za aplikacijski Project View prozor koristi se funkcija:
  - a. Record Simulation
  - b. Record Application
  - c. Record Graphics
4. Za pregled posljednje snimke (videoisječka) koristi se funkcija:
  - a. Display Last Recording
  - b. View Recording
  - c. Show Recording
5. Koja se funkcija izbornika Simulation koristi za postavljanje konfiguracije simulacije?
  - a. Simulation Setup
  - b. Simulation Configuration
  - c. Station Logic
6. Koja se funkcija izbornika Simulation koristi za postavljanje dizajn logike rada radne stanice?
  - a. Simulation Setup
  - b. Simulation Configuration
  - c. Station Logic
7. Koja se funkcija izbornika Simulation koristi za mjerenje vremena rada simulacije?
  - a. Measure
  - b. Stopwatch
  - c. Recordings

### **2.4.3 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 2.5 Izbornik Controller

Nastavna jedinica Izbornik Controller opisuje sve funkcije koje su dostupne u izborniku Controller te način i svrhu njihova korištenja. Prikazuje se općeniti opis navedenog izbornika te se u potpoglavljima opisuju sljedeće grupe:

- **Access** – općeniti opis grupe te funkcije Add Controller, Request Write Access i Release Write Access
- **Controller Tools** – općeniti opis grupe te funkcije Restart, Backup, Events, File Transfer, FlexPendant, Online Monitor, Signal Analyzer Online, i Jobs
- **I/O** – općeniti opis grupe te funkcije Inputs/Outputs i I/O Engineering
- **Configuration** – općeniti opis grupe te funkcije Configuration, Load Parameters, Save Parameters, Properties, Installation Manager, Conveyor Tracking, Integrated Vision i Collision Avoidance
- **Virtual Controller** – općeniti opis grupe te funkcije Operating Mode, Operator Window, Motion Configuration, Task Frames i Change Options
- **Transfer** – općeniti opis grupe te funkcije Go Offline, Create Relation, i Open Relation.

Cilj je nastavne jedinice objasniti (opisati) način rada svih funkcija navedenog izbornika.

Svrha je nastavne jedinice omogućiti čitatelju brz i jednostavan dolazak do informacija o načinu i razlozima korištenja pojedinih funkcija navedenog izbornika.

### Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ključnih ishoda učenja:

- Opisati strukturu i raspored funkcionalnosti izbornika programskog alata za offline programiranje industrijskog robota
- Objasniti način izrade i vraćanja parametara kontrolera iz sigurnosne kopije
- Opisati zajedničke parametre virtualnog robotskog mehanizma i stvarnog robotskog kontrolera

### Ova nastavna jedinica također doprinosi i dostizanju sljedećih ishoda učenja:

- Primijeniti različite memorije i formate datoteka za pohranu sigurnosnih kopija
- Pokrenuti automatski način rada na industrijskom robotu
- Izvršiti preuzimanje programskog modula i parametara robotskog kontrolera u oba smjera

### 2.5.1 Osnovni koncepti

Izbornik Controller (Slika 2.5.1.1) uključuje opcije za upravljanje radom stvarnog i virtualnog kontrolera, privjeska za učenje te konfiguraciju robotskog softvera. Podijeljen je u nekoliko grupa: Access, Controller Tools, I/O, Configuration, Virtual Controller i Transfer.

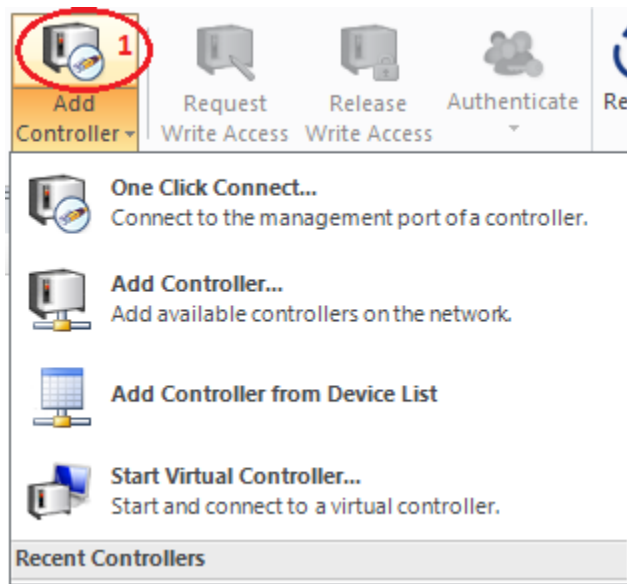


Slika 2.5.1.1 RobotStudio – izbornik Controller

### 2.5.1.1 Grupa Access

Grupa Access sadrži funkcije (opcije) za postavljanje kontrolera te zauzimanje ili otpuštanje prava za snimanje (spremanje) na robotski kontroler. Grupa sadrži funkcije Add Controller, Request Write Access, Release Write Access i Authenticate.

Funkcija **Add Controller** složena je (Slika 2.5.1.2) od nekoliko podfunkcija: One Click Connect, Add Controller, Add Controller from Device List te Start Virtual Controller.



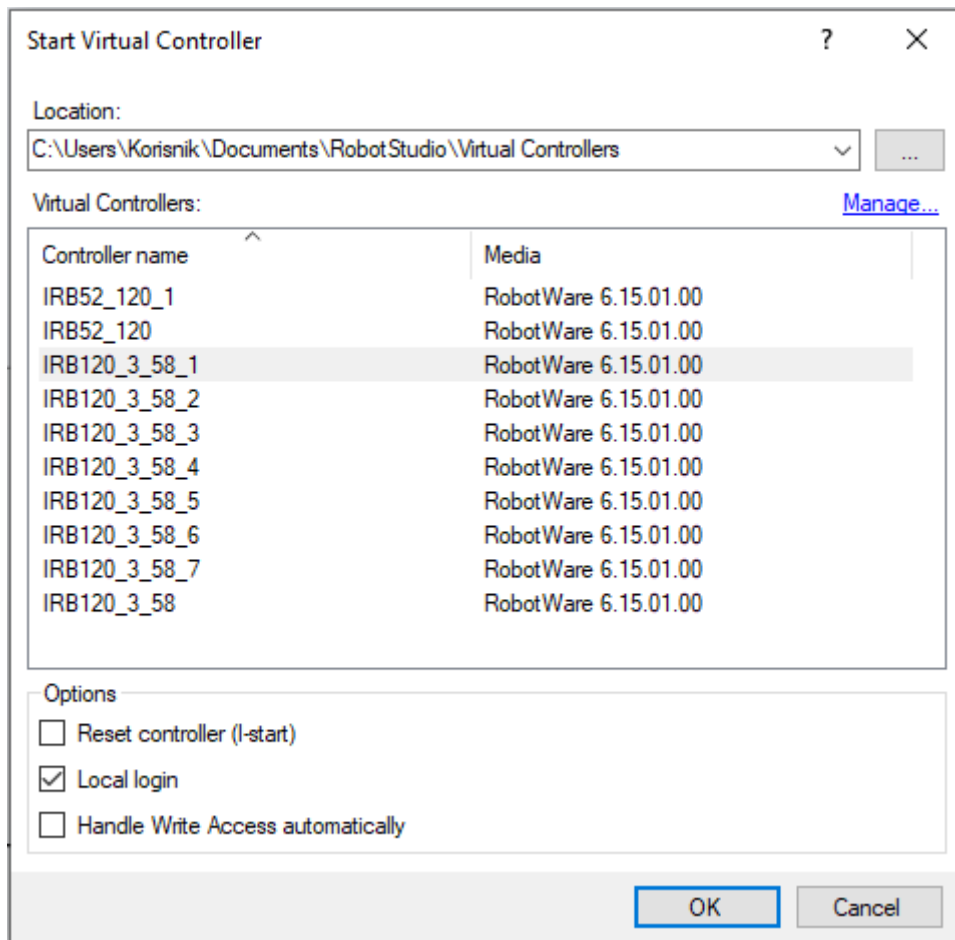
Slika 2.5.1.2 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Add Controller

Funkcija **One Click Connect** (unutar funkcije **Add Controller**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.5.1.2, oznaka 1) osnovne funkcije **Add Controller**. Ta funkcija omogućuje direktno povezivanje (spajanje) s robotskim kontrolerom putem mreže (LAN). Računalo treba imati IP adresu u rasponu od 192.168.125.2 do 192.168.125.255.

Funkcija **Add Controller** (unutar funkcije **Add Controller**) omogućuje povezivanje (spajanje) s robotskim kontrolerom dostupnim na mreži. Odabirom te funkcije prikazuje se prozor Add Controller koji prikazuje sve dostupne robotske kontrolere na lokalnoj mreži (LAN).

Funkcija **Add Controller from Device List** (unutar funkcije **Add Controller**) omogućuje povezivanje (spajanje) s robotskim kontrolerima koji su dostupni na popisu uređaja. Odabirom te funkcije prikazuje se prozor Connect Controller koji prikazuje sve dostupne uređaje.

Funkcija **Start Virtual Controller** (unutar funkcije **Add Controller**) omogućuje povezivanje i pokretanje virtualnog kontrolera s računala. Odabirom te funkcije prikazuje se prozor Start Virtual Controller (Slika 2.5.1.3).



Slika 2.5.1.3 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Start Virtual Controller

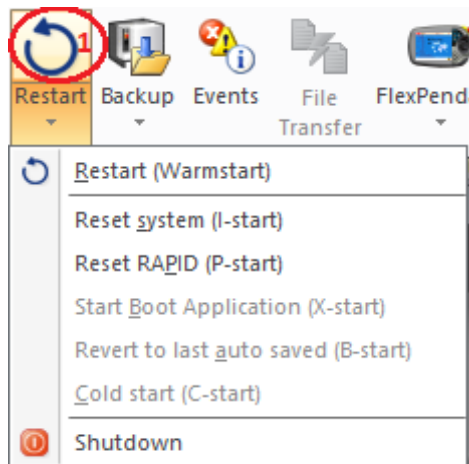
Funkcija **Request Write Access** omogućuje slanje zahtjeva za pisanje (ažuriranje) robotskom kontroleru. Ako računalo sa softverom RobotStudio nema pravo pisanja na robotskom kontroleru, neće biti moguće postavljanje postavki i ažuriranje programa na robotskom kontroleru.

Funkcija **Release Write Access** omogućuje otpuštanje prava pisanja (ažuriranja) na robotskom kontroleru. Obično se ova funkcija koristi kada neko drugo računalo u mreži želi prava pisanja na robotskom kontroleru.

### 2.5.1.2 Grupa Controller Tools

Grupa Controller Tools sadrži funkcije (opcije) za rad s robotskim (ili virtualnim) kontrolerom. Grupa sadrži funkcije: Restart, Backup, Events, File Transfer, FlexPendant, Online Monitor, Signal Analyzer Online i Jobs.

Funkcija **Restart** je složena (Slika 2.5.1.4) od nekoliko podfunkcija: Restart (Warmstart), Reset system (I-start), Reset RAPID (P-start), Start Boot Application (X-start), Revert to last auto saved (B-start), Cold start (C-start), te Shutdown.



Slika 2.5.1.4 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Restart

Funkcija **Restart (Warmstart)** (unutar funkcije **Restart**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.5.1.4 oznaka 1) osnovne funkcije **Restart**. Ta funkcija omogućuje ponovno pokretanje robotskog kontrolera (ili virtualnog kontrolera) te će se nakon pokretanja sve postavke i stanja kontrolera ponovno aktivirati.

Funkcija **Reset system (I-start)** (unutar funkcije **Restart**) omogućuje ponovno pokretanje robotskog kontrolera (ili virtualnog kontrolera), ali pritom se brišu programski moduli RAPID s kontrolera i postavke kontrolera te se vraćaju tvorničke postavke na kontroler.

Funkcija **Reset system (P-start)** (unutar funkcije **Restart**) omogućuje ponovno pokretanje robotskog kontrolera (ili virtualnog kontrolera), ali pritom se brišu programski moduli RAPID s kontrolera te ostaju sve postavke kontrolera.

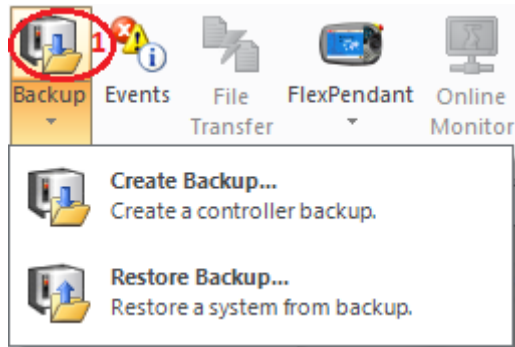
Funkcija **Start Boot Application (X-start)** (unutar funkcije **Restart**) omogućuje ponovno pokretanje robotskog kontrolera i pokreće se aplikacijski način rada robotskog kontrolera. Ta funkcija nije dostupna za virtualni kontroler.

Funkcija **Revert to last auto saved (B-start)** (unutar funkcije **Restart**) omogućuje ponovno pokretanje robotskog kontrolera i vraća automatski spremljeno stanje robotskog kontrolera. Ta funkcija nije dostupna za virtualni kontroler.

Funkcija **Cold start (C-start)** (unutar funkcije **Restart**) omogućuje ponovno pokretanje robotskog kontrolera, briše trenutačno stanje sustava te pokreće aplikacijski način rada robotskog kontrolera. Ta funkcija nije dostupna za virtualni kontroler.

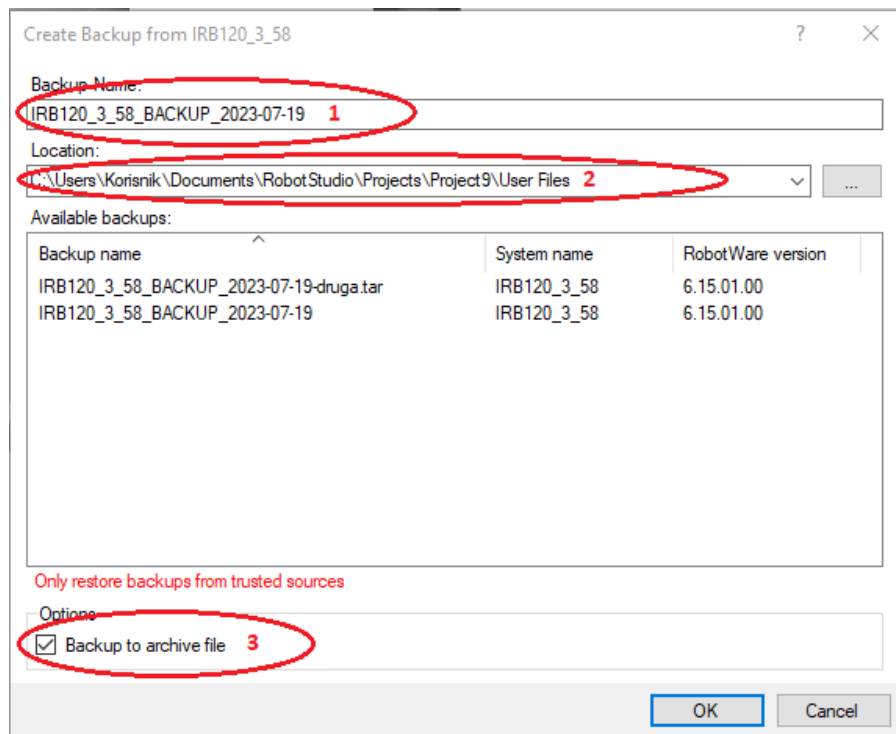
Funkcija **Shutdown** (unutar funkcije **Restart**) omogućuje gašenje robotskog kontrolera (ili virtualnog kontrolera).

Funkcija **Backup** složena je (Slika 2.5.1.5) od dvije podfunkcije: Create Backup i Restore Backup.



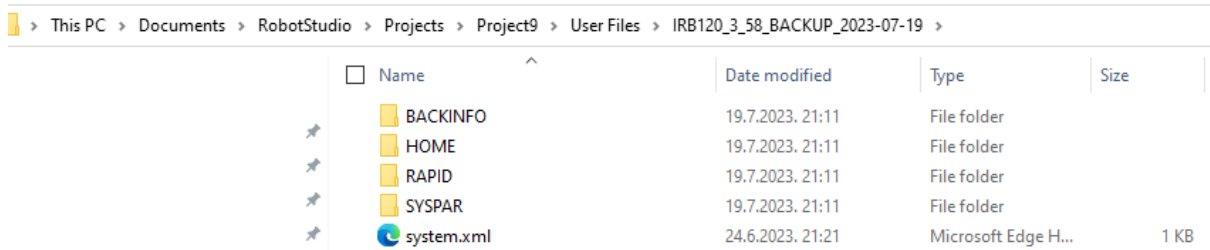
Slika 2.5.1.5 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Backup

Funkcija **Create Backup** (unutar funkcije **Backup**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.5.1.5, oznaka 1) osnovne funkcije **Backup**. Ta funkcija omogućuje spremanje stanja postavki i programa robotskog kontrolera (ili virtualnog kontrolera) u sigurnosnu kopiju te se pritom otvara prozor Create Backup from ... (Slika 2.5.1.6) na kojemu je omogućeno definiranje naziva sigurnosne kopije (Slika 2.5.1.6, oznaka 1), odabir lokacije (mape) u koju će se spremati sigurnosna kopija (Slika 2.5.1.6, oznaka 2) te opcija (kvačica) Backup to archive file (Slika 2.5.1.6, oznaka 3) koja omogućuje spremanje sigurnosne kopije u obliku arhive „tar”.



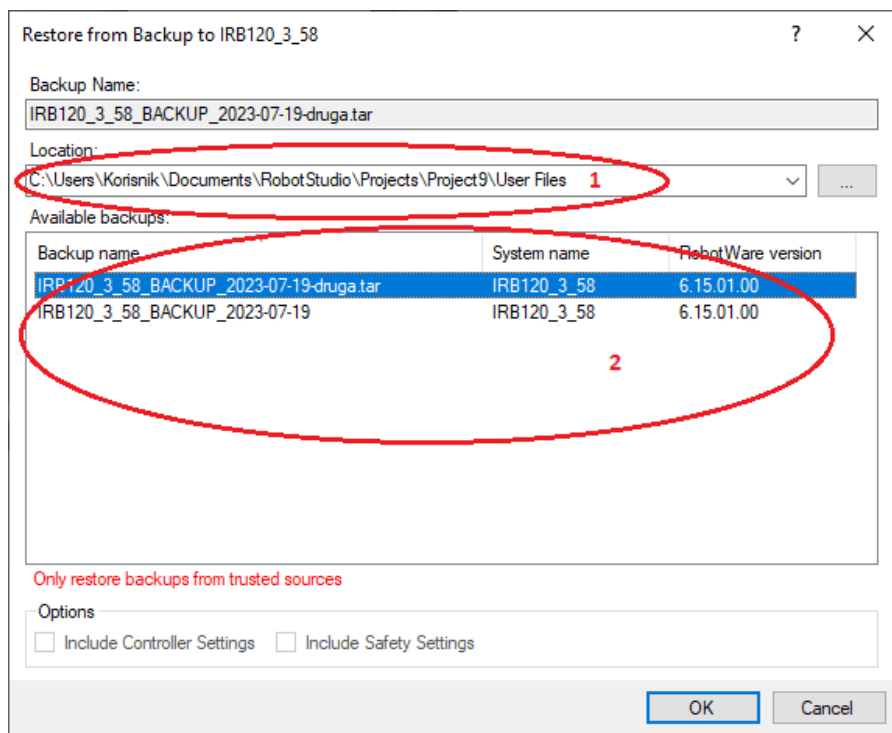
Slika 2.5.1.6 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Create Backup

Sigurnosna kopija sadrži sve podatke o postavkama kontrolera te modulima (i procedurama) programa RAPID s kontrolera (Slika 2.5.1.7).



Slika 2.5.1.7 Sadržaj mape sigurnosne kopije

Funkcija Restore Backup (unutar funkcije Backup) omogućuje vraćanje stanja sigurnosne kopije na robotski kontroler (ili virtualni kontroler) te se pritom otvara prozor Restore from Backup to ... (Slika 2.5.1.8) na kojemu je omogućen odabir lokacije (mape) u kojoj se nalaze sigurnosne kopije (Slika 2.5.1.8, oznaka 1) te popis sigurnosnih kopija u odabranoj mapi (Slika 2.5.1.8, oznaka 2). Klikom miša na željenu sigurnosnu kopiju provodi se odabir sigurnosne kopije za vraćanje na kontroler.



Slika 2.5.1.8 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Restore from Backup

Funkcija **Events** omogućuje prikaz praćenja aktivnosti (događaje) na kontroleru. Odabirom te funkcije u području prikaza Project View prozora otvara se novi prozor Events (u obliku kartice) na kojemu su prikazane sve aktivnosti koje je kontroler izvršio (Slika 2.5.1.9).



Project9:View1 IRB120\_3\_58 (Station) x

Events x

Filter  
 Category: Common v  
 Text:

Event list  
 Auto update  Log to File  
 Refresh Save...

Event log  
 Delete all logs

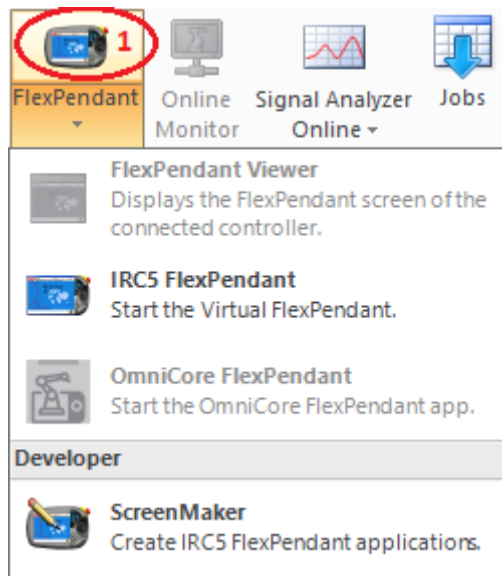
Type	Code	Title	Category	Seq. Number	Date and Time
Information	10053	Regain ready	Operational	566	26.6.2023. 23:17:58
Information	10052	Regain start	Operational	565	26.6.2023. 23:17:58
Information	10149	Program Pointer moved to routine	Operational	564	26.6.2023. 23:17:57
Information	10063	Module has been edited	Operational	563	26.6.2023. 23:17:57
Information	10002	Program pointer has been reset	Operational	562	26.6.2023. 23:17:57
Information	10122	Program stopped	Operational	561	26.6.2023. 23:16:53
Warning	50024	Corner path failure	Motion	560	26.6.2023. 23:16:52
Information	10151	Program started	Operational	559	26.6.2023. 23:16:48
Information	10053	Regain ready	Operational	558	26.6.2023. 23:16:48
Information	10052	Regain start	Operational	557	26.6.2023. 23:16:48
Information	10149	Program Pointer moved to routine	Operational	556	26.6.2023. 23:16:48
Information	10002	Program pointer has been reset	Operational	555	26.6.2023. 23:16:48
Information	10122	Program stopped	Operational	554	26.6.2023. 23:16:43
Warning	50024	Corner path failure	Motion	553	26.6.2023. 23:16:43
Information	10151	Program started	Operational	552	26.6.2023. 23:16:39
Information	10053	Regain ready	Operational	551	26.6.2023. 23:16:39
Information	10052	Regain start	Operational	550	26.6.2023. 23:16:38
Information	10149	Program Pointer moved to routine	Operational	549	26.6.2023. 23:16:38
Information	10063	Module has been edited	Operational	548	26.6.2023. 23:16:38
Error	40160	Errors in RAPID program	Program	547	26.6.2023. 23:15:58
Information	10063	Module has been edited	Operational	546	26.6.2023. 23:15:58
Information	10063	Module has been edited	Operational	545	26.6.2023. 23:15:58
Information	10040	Program loaded	Operational	544	26.6.2023. 23:15:58
Information	10040	Program loaded	Operational	543	26.6.2023. 23:15:58
Information	10011	Motors ON state	Operational	542	26.6.2023. 23:15:36
Information	10010	Motors OFF state	Operational	541	26.6.2023. 23:15:35
Information	10017	Automatic mode confirmed	Operational	540	26.6.2023. 23:15:35
Information	10016	Automatic mode requested	Operational	539	26.6.2023. 23:15:35

Slika 2.5.1.9 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Events

Na prozoru Events svi događaji na plavoj pozadini uspješno su izvršene aktivnosti i prikazani su kao informacije (Information), događaji na žutoj pozadini predstavljaju upozorenja (Warning), a događaji na crvenoj pozadini predstavljaju pogreške (Error).

Funkcija **File Transfer** omogućuje prijenos datoteka i mapa između računala i robotskog kontrolera. Ta je funkcija omogućena kada je računalo spojeno na mrežu na koju je spojen robotski kontroler ili kada je računalo direktno spojeno na upravljački priključak robotskog kontrolera te kada računalo ima prava pisanja na robotski kontroler. Ta funkcija nije dostupna za virtualni kontroler.

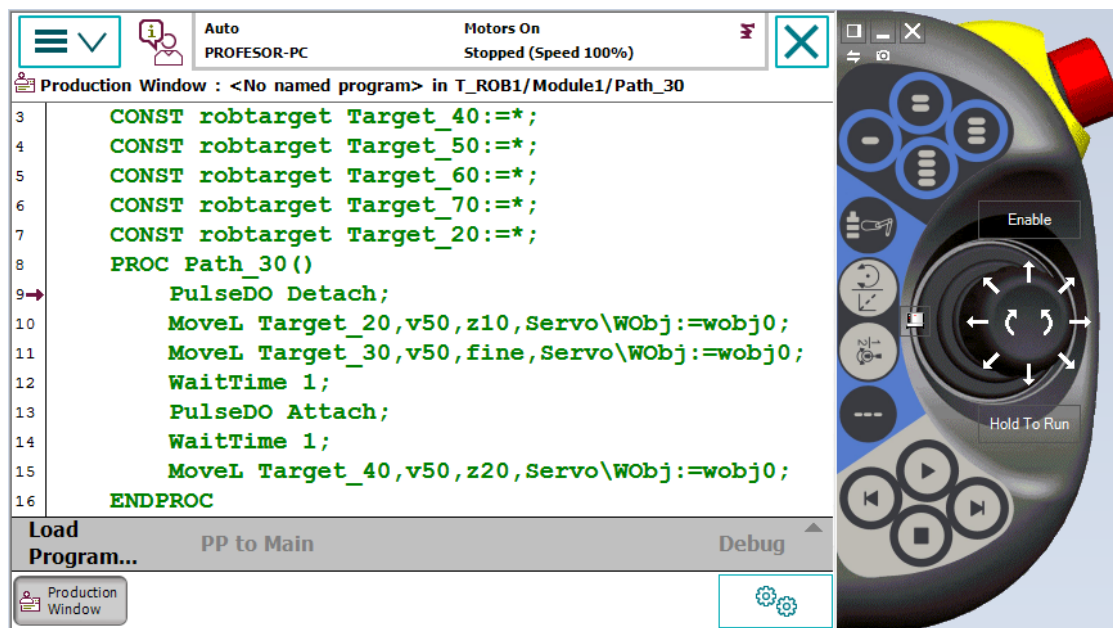
Funkcija **FlexPendant** složena je (Slika 2.5.1.10) od nekoliko podfunkcija: FlexPendant Viewer, IRC5 FlexPendant, OmniCore FlexPendant te ScreenMaker.



Slika 2.5.1.10 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik FlexPendant

Funkcija **FlexPendant Viewer** (unutar funkcije **FlexPendant**) omogućuje prikaz prozora privjeska za učenje s robotskog kontrolera na kojeg je spojen softver RobotStudio. Ta funkcija nije dostupna za virtualni kontroler.

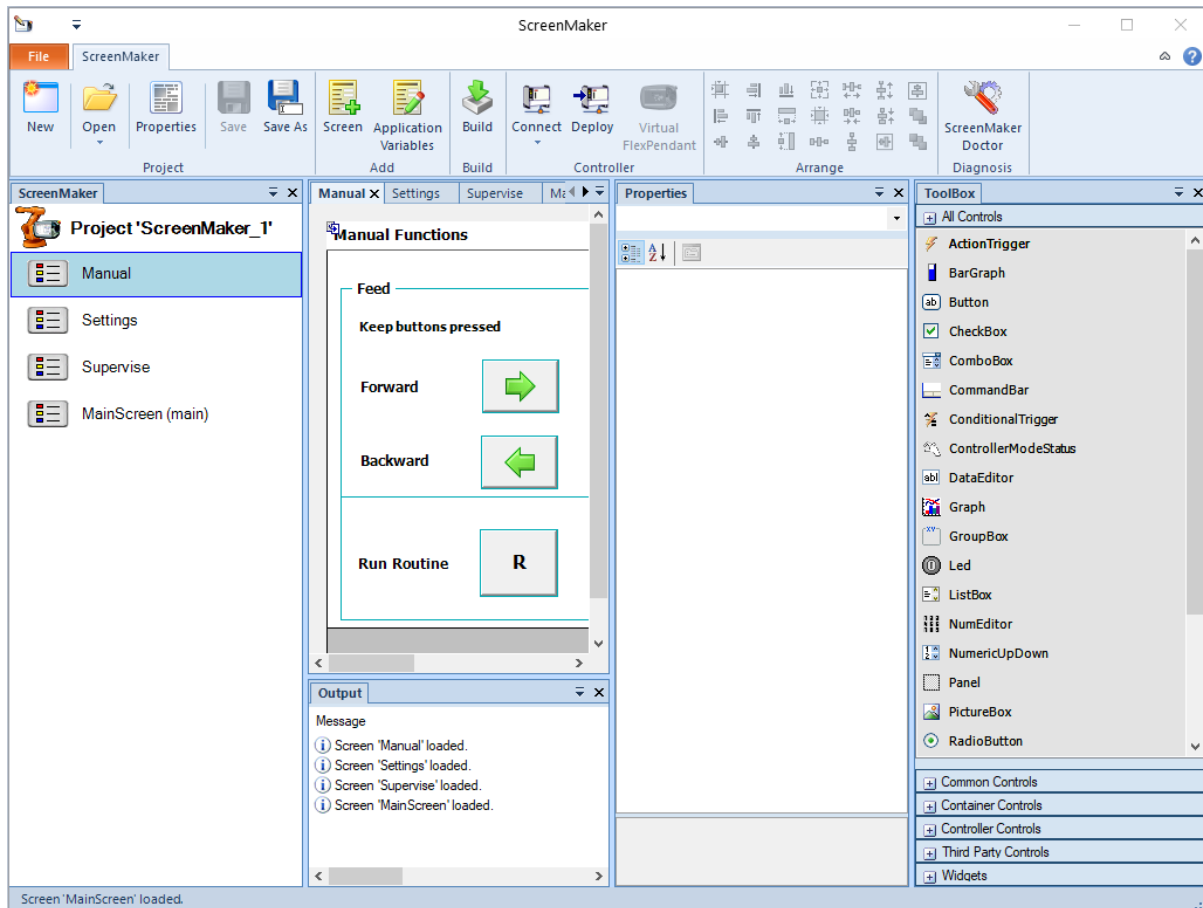
Funkcija **IRC5 FlexPendant** (unutar funkcije **FlexPendant**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.5.1.10, oznaka 1) osnovne funkcije **FlexPendant**. Ta funkcija otvara nezavisan program (engl. *task*) (Slika 2.5.1.11) izdvojen iz prozora softvera RobotStudio te ima izgled kao stvarni (fizički) privjesak za učenje koji je spojen na robotski kontroler.



Slika 2.5.1.11 RobotStudio – izdvojeni prozor FlexPendant

Funkcija **OmniCore FlexPendant** (unutar funkcije **FlexPendant**) omogućuje pokretanje OmniCore FlexPendant programa (aplikacije). Ta je funkcija dostupna kada je postavljen robotski softver RobotWare 7.0.

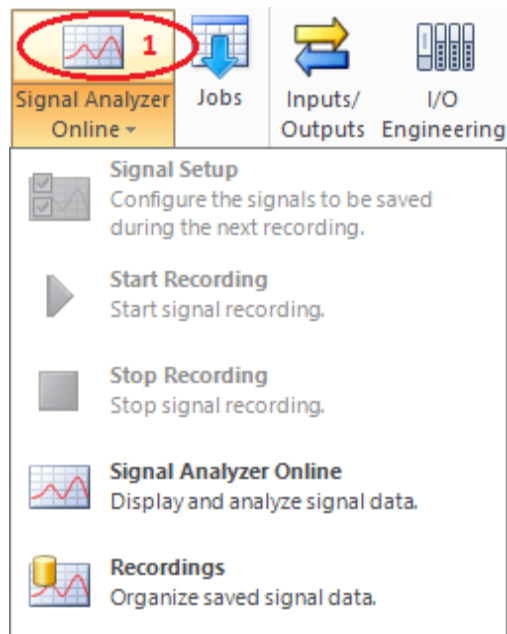
Funkcija **ScreenMaker** (unutar funkcije **FlexPendant**) omogućuje otvaranje nezavisnog programa (engl. *task*) ScreenMaker (Slika 2.5.1.12) izdvojenog iz prozora softvera RobotStudio koji omogućuje izradu sučelja ekrana privjeska za učenje. Za rad programa ScreenMaker potreban je dodatak FlexPendant SDK koji je dostupan na [web-stranici https://developercenter.robotstudio.com](https://developercenter.robotstudio.com).



Slika 2.5.1.12 RobotStudio – izdvojeni prozor ScreenMaker

Funkcija **Online Monitor** omogućuje prikaz rada robota spojenog na kontroler. Ta funkcija omogućuje 3D pogled na robota i njegovo gibanje u prostoru. Funkcija nije dostupna za virtualne kontrolere.

Funkcija **Signal Analyzer Online** omogućuje upravljanje, pregled i analizu signala tijekom rada robota. Funkcija je složena (Slika 2.5.1.13) i sastoji se od nekoliko podfunkcija: Signal Setup, Start Recording, Stop Recording, Signal Analyzer Online te Recordings.



Slika 2.5.1.13 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Signal Analyzer Online

Funkcija **Signal Setup** (unutar funkcije **Signal Analyzer Online**) omogućuje postavljanje signala koji će se spremiti tijekom slijedećeg snimanja rada robota. Ta funkcija nije dostupna na virtualnim kontrolerima.

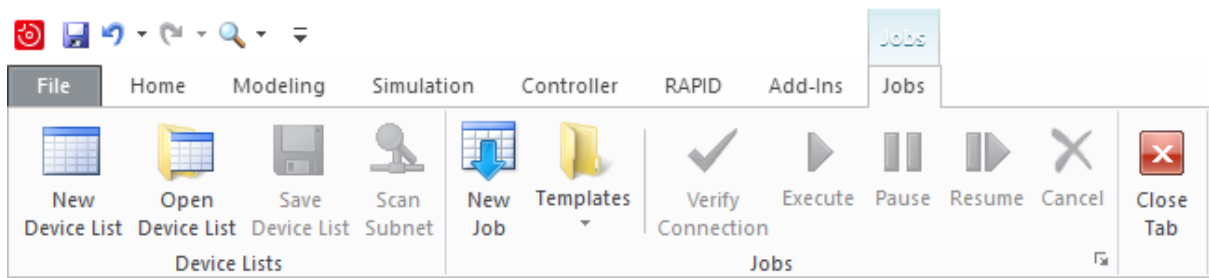
Funkcija **Start Recording** (unutar funkcije **Signal Analyzer Online**) koristi se za pokretanje snimanja signala kontrolera u radu robota. Ta funkcija nije dostupna na virtualnim kontrolerima.

Funkcija **Stop Recording** (unutar funkcije **Signal Analyzer Online**) koristi se za zaustavljanje snimanja signala kontrolera u radu robota. Ta funkcija nije dostupna ako snimanje nije pokrenuto.

Funkcija **Signal Analyzer Online** (unutar funkcije **Signal Analyzer Online**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.5.1.13, oznaka 1) osnovne funkcije **Signal Analyzer Online**. Ta se funkcija koristi za prikaz i analizu signalnih podataka tijekom rada robota. Odabirom te funkcije pokraj prozora Project View u novoj kartici prikazuje se prozor Signal Analyzer Online. Taj prozor ima iste mogućnosti kao prozor Signal Analyzer za simulacije (vidi poglavlje 2.4.1.5).

Funkcija **Recordings** (unutar funkcije **Signal Analyzer Online**) koristi se za pregled snimki rada signala robota. Odabirom te funkcije desno od prozora Project View prikazuje se prozor Recordings. Taj prozor ima iste mogućnosti kao prozor Recordings za simulacije (vidi poglavlje 2.4.1.5).

Funkcija **Jobs** postavlja dodatni izbornički element Jobs (Slika 2.5.1.14) gdje je omogućeno upravljanje (stvaranje, prilagođavanje, provjera i izvođenje) poslovima robota.

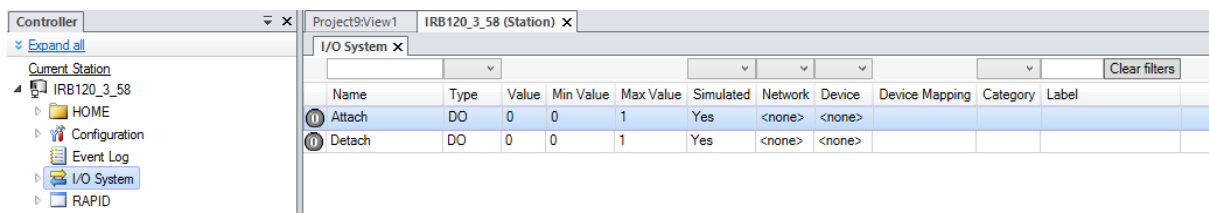


Slika 2.5.1.14 RobotStudio – izbornik Jobs

### 2.5.1.3 Grupa I/O

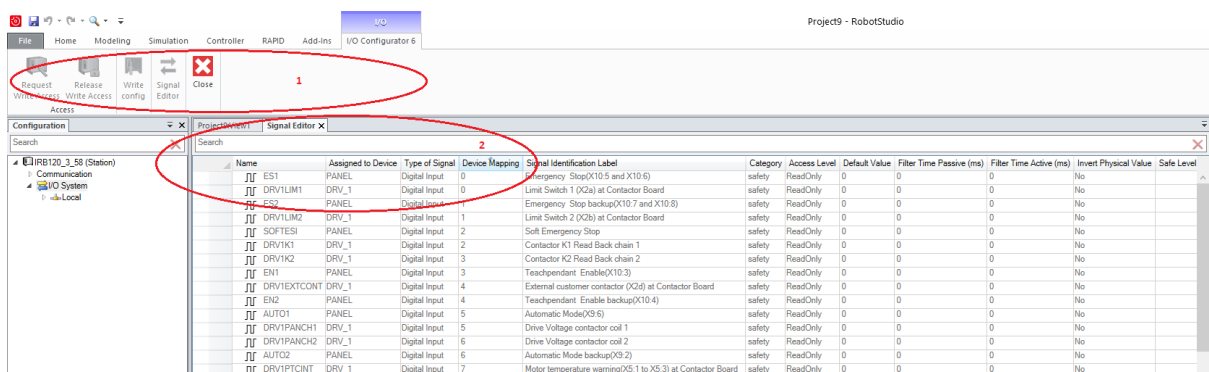
Grupa I/O sadrži funkcije (opcije) za postavljanje i upravljanje ulaznim i izlaznim signalima (parametrima) robota. Grupa sadrži dvije funkcije: Inputs/Outputs i I/O Engineering.

Funkcija **Inputs/Outputs** omogućuje pregled i ažuriranje ulaznih i izlaznih signala sustava. Odabirom te funkcije otvara se prozor I/O System (Slika 2.5.1.15). Svaki parametar ulaznih i izlaznih signala moguće je ažurirati dvostrukim klikom miša na željeno polje.



Slika 2.5.1.15 RobotStudio – izbornik Controller – prozor I/O System

Funkcija **I/O Engineering** postavlja dodatni izbornički element I/O Configuration (Slika 2.5.1.16 oznaka 1) gdje je omogućeno upravljanje signalima na kontroleru. Odabirom te funkcije povrh otvaranja novoga izborničkog elementa pokraj prozora Project View u novoj kartici otvara se prozor Signal Editor (Slika 2.5.1.16, oznaka 2). Funkcionalnosti rada i upravljanja signalima na kontroleru omogućene su samo kada računalo ima prava pisanja na kontroler.

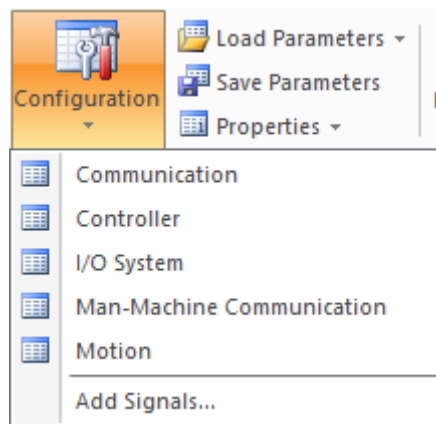


Slika 2.5.1.16 RobotStudio – izbornik I/O Configuration – prozor Signal Editor

### 2.5.1.4 Grupa Configuration

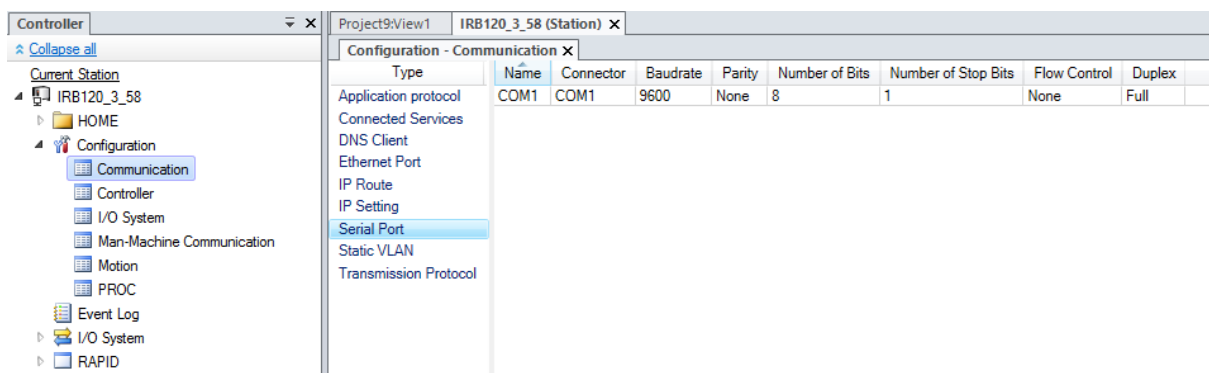
Grupa Configuration sadrži funkcije (opcije) za postavljanje (konfiguriranje) parametara kontrolera robota. Sadrži nekoliko funkcija: Configuration, Load Parameters, Save Parameters, Properties, Installation Manager, Conveyor Tracking, Integrated Vision, Collision Avoidance te Safety.

Funkcija **Configuration** omogućuje postavljanje raznih kontrolnih, radnih i komunikacijskih parametara kontrolera i robota. Funkcija je složena (Slika 2.5.1.17) i sastoji se od nekoliko podfunkcija: Communication, Controller, I/O System, Man-Machine Communication, Motion te Add Signals.



Slika 2.5.1.17 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Configuration

Funkcija **Communication** (unutar funkcije **Configuration**) omogućuje postavljanje komunikacijskih parametara za pristup kontroleru i upravljanje njime. Pokretanjem te funkcije desno od prozora Project View u novoj kartici otvara se prozor Configuration – Communication (Slika 2.5.1.18). Tu je moguće postavljanje aplikacijskog protokola, mrežnog servisa, DNS poslužitelja, brzine mrežnih priključaka, IP usmjerivača, IP postavki, postavki serijskog priključka, postavki stacionarnih VLAN priključaka te postavki komunikacijskog TCP protokola.

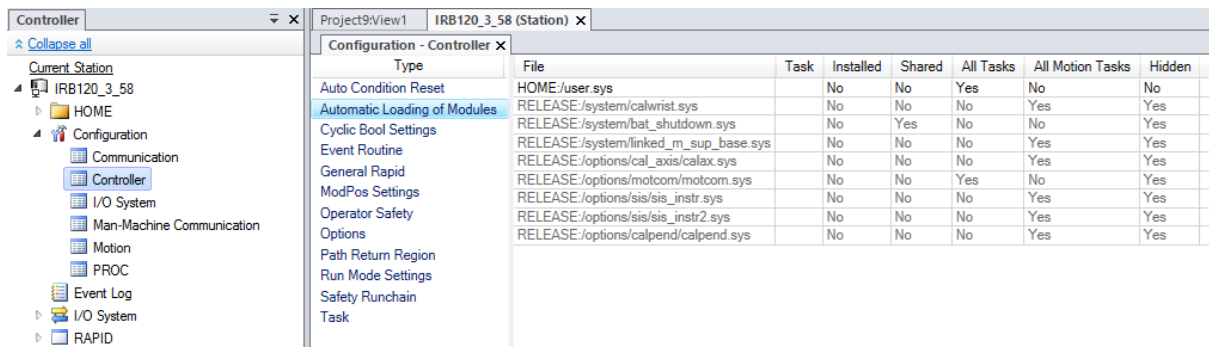


Slika 2.5.1.18 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Configuration – Communication

Funkcija **Controller** (unutar funkcije **Configuration**) omogućuje postavljanje parametara načina rada kontrolera. Pokretanjem te funkcije desno od prozora Project View u novoj kartici otvara se prozor Configuration – Controller (Slika 2.5.1.19). Tu je moguće postavljanje načina

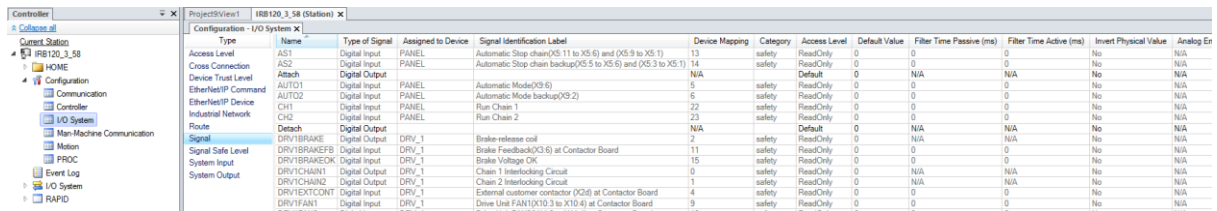


automatskog ponovnog pokretanja, načina automatskog učitavanja programskih modula, načina rada programa RAPID, postavki načina rada, postavki radnih zadataka itd.



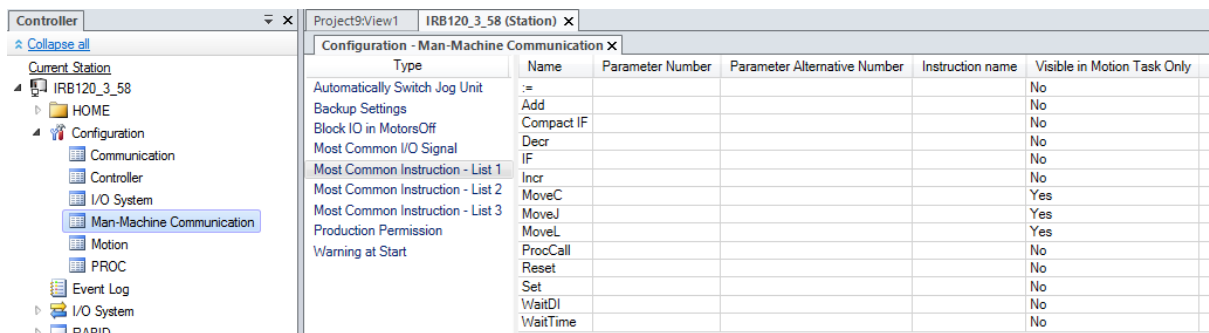
Slika 2.5.1.19 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Configuration – Controller

Funkcija **I/O System** (unutar funkcije **Configuration**) omogućuje postavljanje parametara ulaznih i izlaznih signala na kontroleru. Pokretanjem te funkcije desno od prozora Project View u novoj kartici otvara se prozor Configuration – I/O System (Slika 2.5.1.20). Tu je moguće postavljanje načina pristupa (čitanje, pisanje) ulaznim i izlaznim signalima, načina prijave pogreške ili upozorenja, postavki ulaznih i izlaznih signala (digitalnih i analognih) itd.



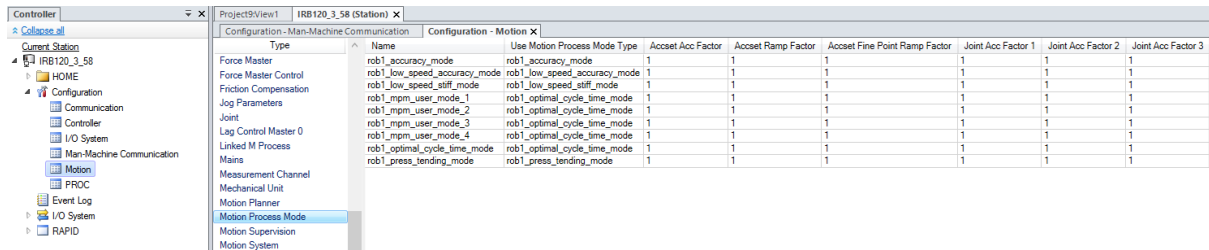
Slika 2.5.1.20 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Configuration – I/O System

Funkcija **Man-Machine Communication** (unutar funkcije **Configuration**) omogućuje postavljanje parametara kontrolera koji se odnose na komunikaciju čovjek – stroj. Pokretanjem te funkcije desno od prozora Project View u novoj kartici otvara se prozor Configuration – Man-Machine Communication (Slika 2.5.1.21). Tu je moguće postavljanje načina rada jedinice za pomicanje robota, lokacije i naziva *backup* datoteka, blokiranja ulaznih i izlaznih signala kada je motor robota isključen, najčešće korištenih ulaznih i izlaznih signala, najčešće korištenih instrukcija u radu robota, upozorenja prilikom pokretanja kontrolera itd.



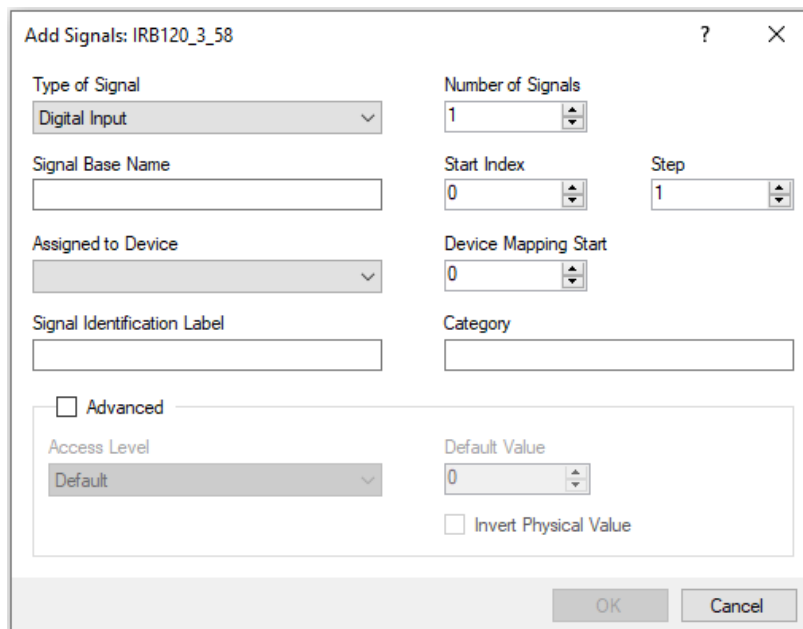
Slika 2.5.1.21 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Configuration – Man-Machine Communication

Funkcija **Motion** (unutar funkcije **Configuration**) omogućuje postavljanje parametara za pomične mehanizme (motore) robota. Pokretanjem te funkcije desno od prozora Project View u novoj kartici otvara se prozor Configuration – Motion (Slika 2.5.1.22). Tu je moguće postavljanje parametara akceleracije u pomicanju ruke robota, inercije kod zaustavljanja ruke robota, kočnica, brzine pomicanja ruke robota, planera pomicanja ruke robota, kalibracije pomičnih zglobova robota, vrste i jačine motora itd.



Slika 2.5.1.22 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Configuration – Motion

Funkcija **Add Signals** (unutar funkcije **Configuration**) omogućuje dodavanje novih ulaznih i izlaznih digitalnih signala na kontroler. Pokretanjem te funkcije otvara se prozor Add Signals (Slika 2.5.1.23).



Slika 2.5.1.23 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Add Signals

Funkcija **Load Parameters** omogućuje učitavanje parametara kontrolera iz datoteke ili iz robotskog kontrolera. Funkcija je složena (Slika 2.5.1.17) i sastoji se od dvije podfunkcije: Load Parameters i Load Parameters from Controller.

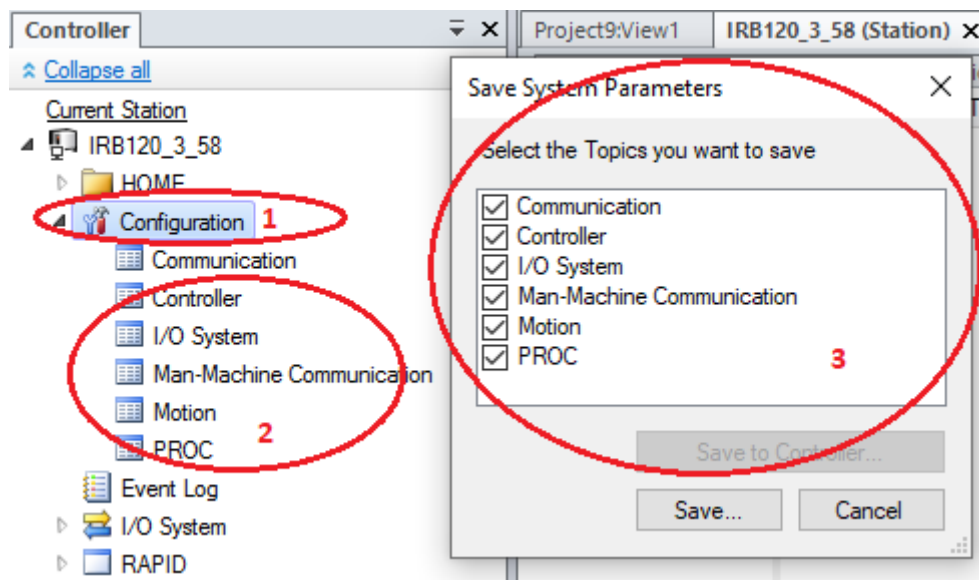
Funkcija **Load Parameters** (unutar funkcije **Load Parameters**) omogućuje učitavanje parametara kontrolera iz datoteke s računala. Pokretanjem te funkcije otvara se standardni prozor za otvaranje (engl. *open*) datoteka u kojem je moguće odabrati i otvoriti datoteke koje



imaju nastavak **cfg**. Nakon izvedenoga uspješnog učitavanja iz datoteke učitani parametri neće biti aktivni dok se ne provede ponovno pokretanje (engl. *restart*) kontrolera.

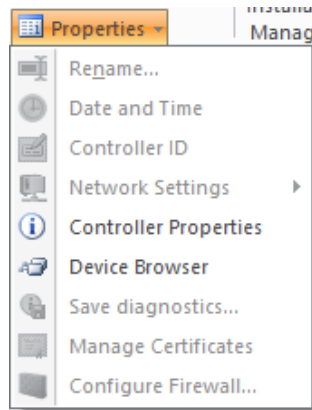
Funkcija **Load Parameters from Controller** (unutar funkcije **Load Parameters**) omogućuje učitavanje parametara kontrolera iz konfiguracijske datoteke s priključenoga robotskog kontrolera. Ta funkcija nije dostupna za virtualne kontrolere.

Funkcija **Save Parameters** omogućuje spremanje parametara kontrolera u datoteku na računalo. Pokretanjem te funkcije otvara se standardni prozor za spremanje (engl. *Save As*) datoteka u kojem je moguće odabrati mapu i postaviti naziv datoteke koja ima nastavak **cfg**. Ako je na prozoru Controller odabran neki podelement u stablu Configuration (Slika 2.5.1.24, oznaka 2), spremiće se samo odabrani podelement (npr. Communication, Controller ili I/O System itd.), a ako je u stablu odabran element Configuration (Slika 2.5.1.24, oznaka 1), tada će se otvoriti prozor Save System Parameters (Slika 2.5.1.24, oznaka 3) u kojem je moguće odabrati elemente konfiguracije koji će se spremiti u datoteku.



Slika 2.5.1.24 RobotStudio – izbornik Controller – prozori Controller i Save System Parameters

Funkcija **Properties** omogućuje postavljanje raznih netehničkih parametara kontrolera i pregled svojstava (postavki) kontrolera. Funkcija je složena (Slika 2.5.1.25) i sastoji se od nekoliko podfunkcija: Rename, Sete and Time, Controller ID, Network Settings, Controller Properties, Device Browser, Save diagnostics, Manage Certificates te Configure Firewall.



Slika 2.5.1.25 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Properties

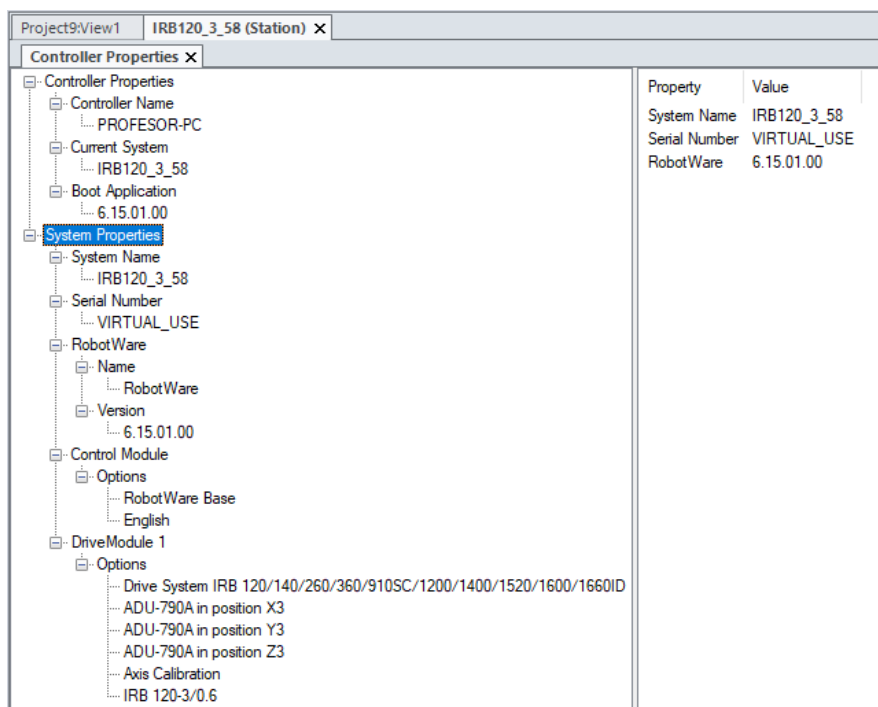
Funkcija **Rename** (unutar funkcije **Properties**) omogućuje promjenu imena (naziva) kontrolera. Ta funkcija nije dostupna za virtualni kontroler.

Funkcija **Date and Time** (unutar funkcije **Properties**) omogućuje postavljanje datuma i sata na priključenom kontroleru. Ta funkcija nije dostupna za virtualni kontroler.

Funkcija **Controller ID** (unutar funkcije **Properties**) omogućuje postavljanje identifikatora (ID) kontrolera. Ta funkcija nije dostupna za virtualni kontroler.

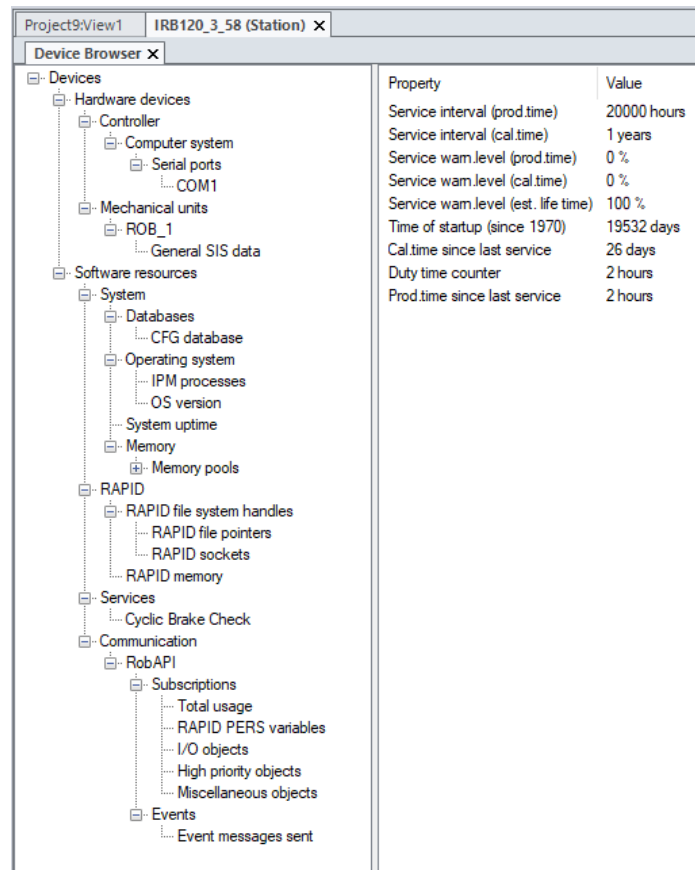
Funkcija **Network Settings** (unutar funkcije **Properties**) omogućuje postavljanje mrežnih postavki kontrolera. Ta funkcija nije dostupna za virtualni kontroler.

Funkcija **Controller Properties** (unutar funkcije **Properties**) omogućuje prikaz svih svojstava (karakteristika) kontrolera. Odabirom te funkcije desno od prozora Project View u novoj kartici otvara se prozor Controller Properties (Slika 2.5.1.26).



Slika 2.5.1.26 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Controller Properties

Funkcija **Device Browser** (unutar funkcije **Properties**) omogućuje prikaz svih hardverskih i softverskih svojstava (karakteristika) kontrolera. Odabirom te funkcije desno od prozora Project View u novoj kartici otvara se prozor Device Browser (Slika 2.5.1.27).



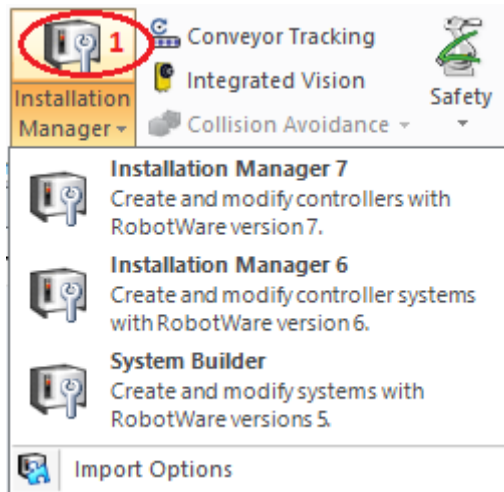
Slika 2.5.1.27 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Device Browser

Funkcija **Save diagnostics** (unutar funkcije **Properties**) omogućuje postavljanje mrežnih postavki kontrolera. Ta funkcija nije dostupna za virtualni kontroler.

Funkcija **Manage Certificates** (unutar funkcije **Properties**) omogućuje postavljanje komunikacijskih certifikata na kontroler. Ta funkcija zahtijeva RobotWare 7.0 robotski softver.

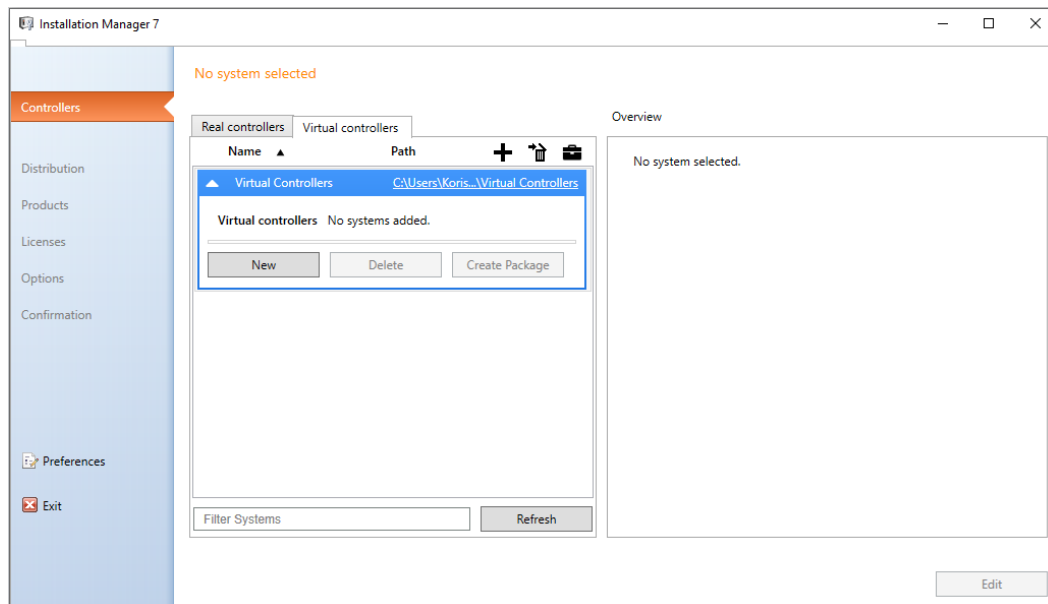
Funkcija **Configure Firewall** (unutar funkcije **Properties**) omogućuje povezivanje na RobotStudio preko javne mreže postavljanjem izravne rute i priključka. Ta funkcija zahtijeva robotski softver RobotWare 7.0.

Funkcija **Installation Manager** omogućuje kreiranje i prilagodbu kontrolera. Funkcija je složena (Slika 2.5.1.28) i sastoji se od nekoliko podfunkcija: Installation Manager 7, Installation Manager 6, System Builder te Import Options.



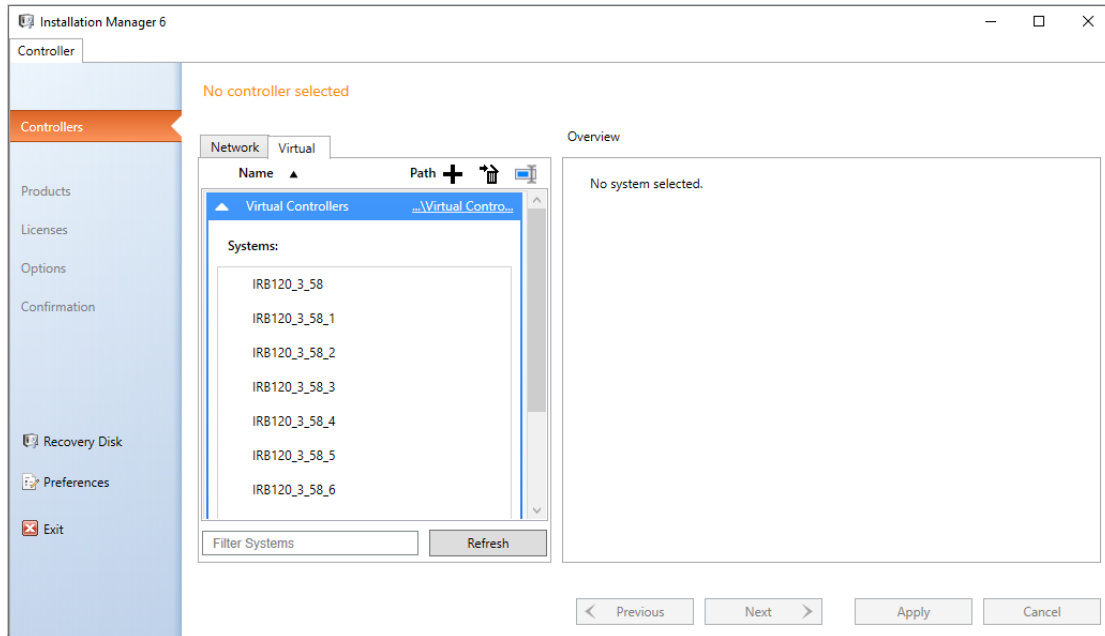
Slika 2.5.1.28 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Installation Manager

Funkcija **Installation Manager 7** (unutar funkcije **Installation Manager**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.5.1.28, oznaka 1) osnovne funkcije **Installation Manager**. Ta funkcija otvara nezavisan program (Slika 2.5.1.29) izdvojen iz prozora softvera RobotStudio koji se koristi za kreiranje i prilagodbu kontrolera (stvarni i virtualni) s verzijom robotskog softvera RobotWare 7.



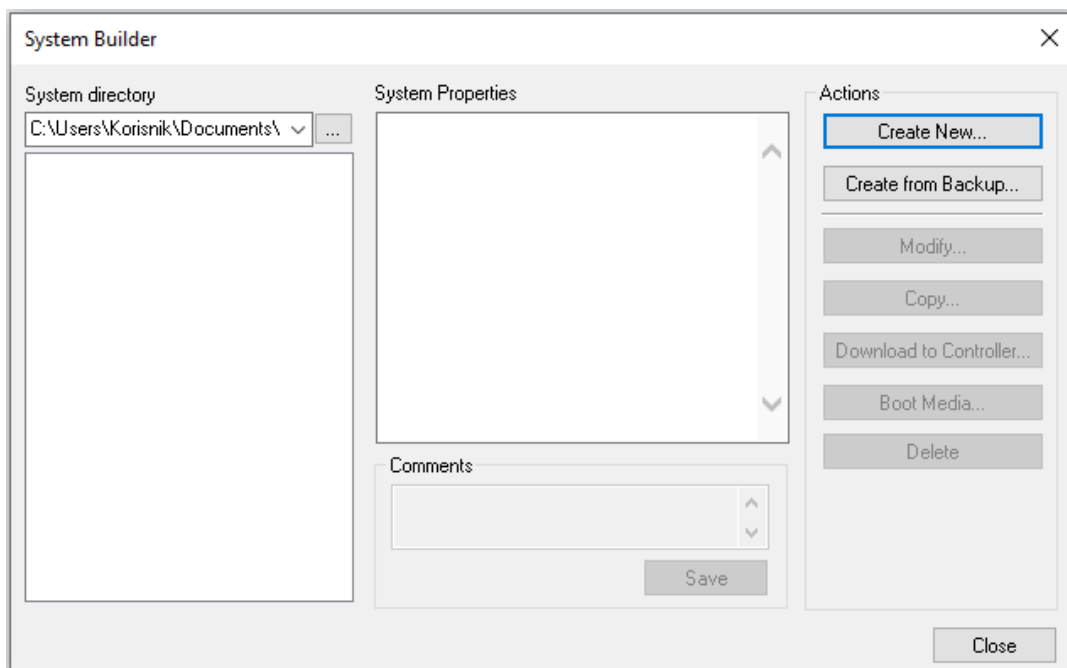
Slika 2.5.1.29 RobotStudio – izdvojeni prozor Installation Manager 7

Funkcija **Installation Manager 6** (unutar funkcije **Installation Manager**) otvara nezavisan program (Slika 2.5.1.30) izdvojen iz prozora softvera RobotStudio koji se koristi za kreiranje i prilagodbu kontrolera (stvarni i virtualni) s verzijom robotskog softvera RobotWare 6.



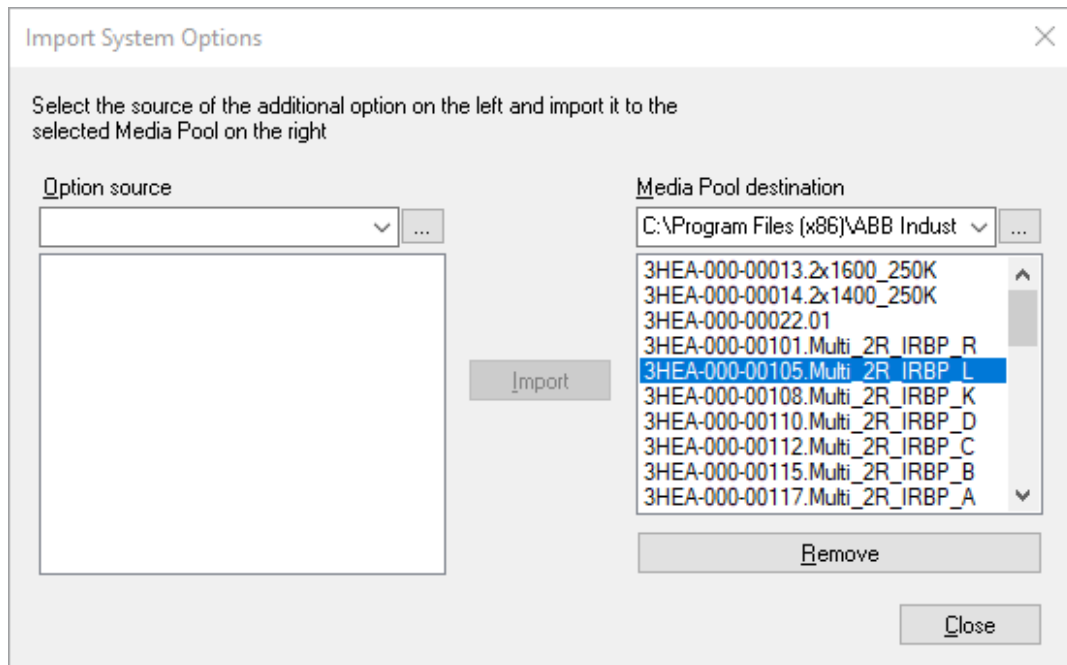
Slika 2.5.1.30 RobotStudio – izdvojeni prozor Installation Manager 6

Funkcija **System Builder** (unutar funkcije **Installation Manager**) otvara nezavisan program (Slika 2.5.1.31) izdvojen iz prozora softvera RobotStudio koji se koristi za kreiranje i prilagodbu kontrolera s verzijom robotskog softvera RobotWare 5.



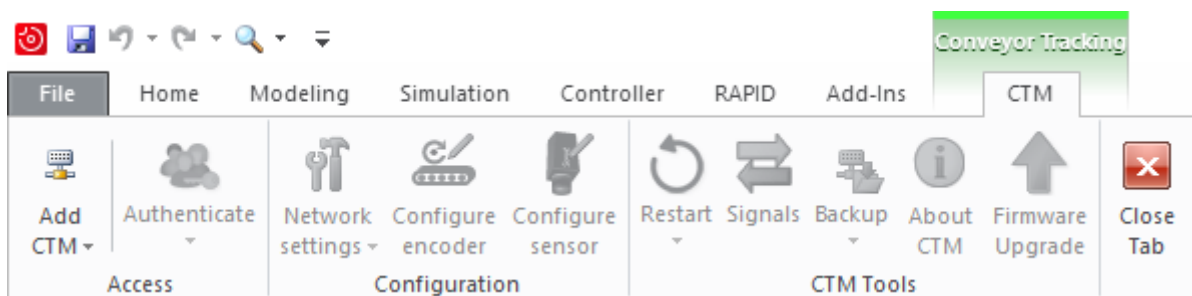
Slika 2.5.1.31 RobotStudio – izdvojeni prozor System Builder

Funkcija **Import Options** (unutar funkcije **Installation Manager**) otvara nezavisan program Import System Options (Slika 2.5.1.32) izdvojen iz prozora softvera RobotStudio koji se koristi za uvoz sistemskih opcija (postavki) kontrolera u postojeći spremnik s drugim opcijama (Media Pool).



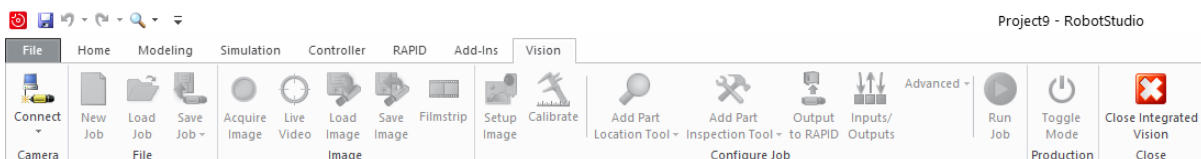
Slika 2.5.1.32 RobotStudio – izdvojeni prozor Import System Options

Funkcija **Conveyor Tracking** postavlja dodatni izbornički element CTM (Slika 2.5.1.33) gdje je omogućeno upravljanje (stvaranje, prilagođavanje, komunikacija) pokretnom trakom u radu s robotom.



Slika 2.5.1.33 RobotStudio – izbornik CTM

Funkcija **Integrated Vision** postavlja dodatni izbornički element Vision (Slika 2.5.1.34) gdje je omogućeno upravljanje kamerom koja snima rad radne stanice s robotom.



Slika 2.5.1.34 RobotStudio – izbornik Vision

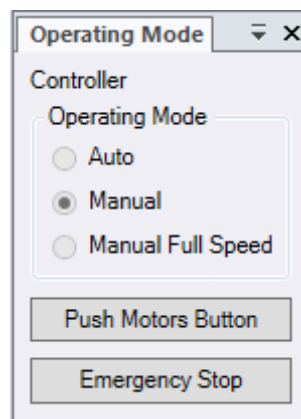
Funkcija **Collision Avoidance** koristi se za postavljanje osjetljivosti na izbjegavanje sudara. Ona nadzire geometriju robota i njegov radni okvir te zaustavlja robota kako se sudar ne bi dogodio. Statička geometrija (ostali objekti) koji okružuju robota također se mogu uključiti u

konfiguraciju, što je korisno u slučaju da se položaji objekata dinamički mijenjaju tijekom rada radne stanice. Predviđeni sudar moguće je vizualizirati korištenjem funkcije Online Monitor (vidi poglavlje 2.5.1.2). Izbjegavanje sudara aktivno je tijekom pomicanja robotske ruke i izvršavanja programa RAPID. Predviđanje sudara podržava konveksne geometrije kao što su točke, segmenti linija i konveksni poligoni. Nekonveksni objekti trebaju se podijeliti na manje dijelove čije se pozicije, rubne točke i plohe mogu aproksimirati. Funkcija Collision Avoidance nije dostupna na virtualnim robotskim kontrolerima.

### 2.5.1.5 Grupa Virtual Controller

Grupa Virtual Controller sadrži funkcije (opcije) za postavljanje načina rada i upravljanje radom virtualnog kontrolera. Sadrži nekoliko funkcija: Operating Mode, Operator Window, Motion Configuration, Task Frames te Change Options.

Funkcija **Operating Mode** omogućuje upravljanje radom motora virtualnog kontrolera. Pokretanjem te funkcije desno od centralnog prozora Project View otvara se prozor Operatng Mode (Slika 2.5.1.35).



Slika 2.5.1.35 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Operating Mode

Prozor Operating Mode sadrži polje za odabir načina rada motora (Operating Mode) gdje su dopuštene tri opcije: Auto (za automatski način rada), Manual (za ručni način rada s osnovno postavljenom brzinom) te Manual Full Speed (za ručni način rada s maksimalnom brzinom gibanja robotske ruke). Kada su motori isključeni ili kada je virtualni robot u stanju zaustavljeno u slučaju opasnosti (Emergency stop state), onemogućen je odabir opcija na polju Operating Mode.

Nakon klika mišem na gumb Push Motors Button omogućuje se odabir načina rada robota, odnosno omogućen je odabir opcija na polju Operating Mode. Kada su na polju Operating Mode odabrane opcije Manual ili Manual Full Speed, gumb Push Motors Button ima naziv Enable Device, a kada je odabrana opcija Auto, gumb Push Motors Button ima isti naziv.

Ispod centralnog prozora Project View prikazan je prozor Output na kojemu se ovisno o odabranom načinu rada (Operating Mode) prikazuju promjene u postavkama virtualnog kontrolera.

Kada se odabere Auto način rada, tada se u prozoru Output prikazuju promjene koje su zabilježene kao Event Log, a one su: Automatic mode requested, Automatic mode confirmed, Speed adjusted i Motors OFF state.

Kada se odabere način rada Manual, tada se u prozoru Output prikazuju promjene Safety guard stop state i Manual mode selected.

Kada se odabere Manual Full Speed način rada, tada se u prozoru Output prikazuju promjene Manual mode full speed requested i Manual mode full speed confirmed.

Iz načina rada Auto moguće je promijeniti način rada samo u način rada Manual. Iz načina rada Manual moguće je promijeniti način rada u Auto i u Manual Full Speed. Iz Manual Full Speed načina rada moguće je promijeniti način rada samo u Manual.

Kada je odabran Auto način rada klikom miša na gumb Push Motors Button, virtualni robotski kontroler prelazi u stanje Motors ON state što je vidljivo na prozoru Output.

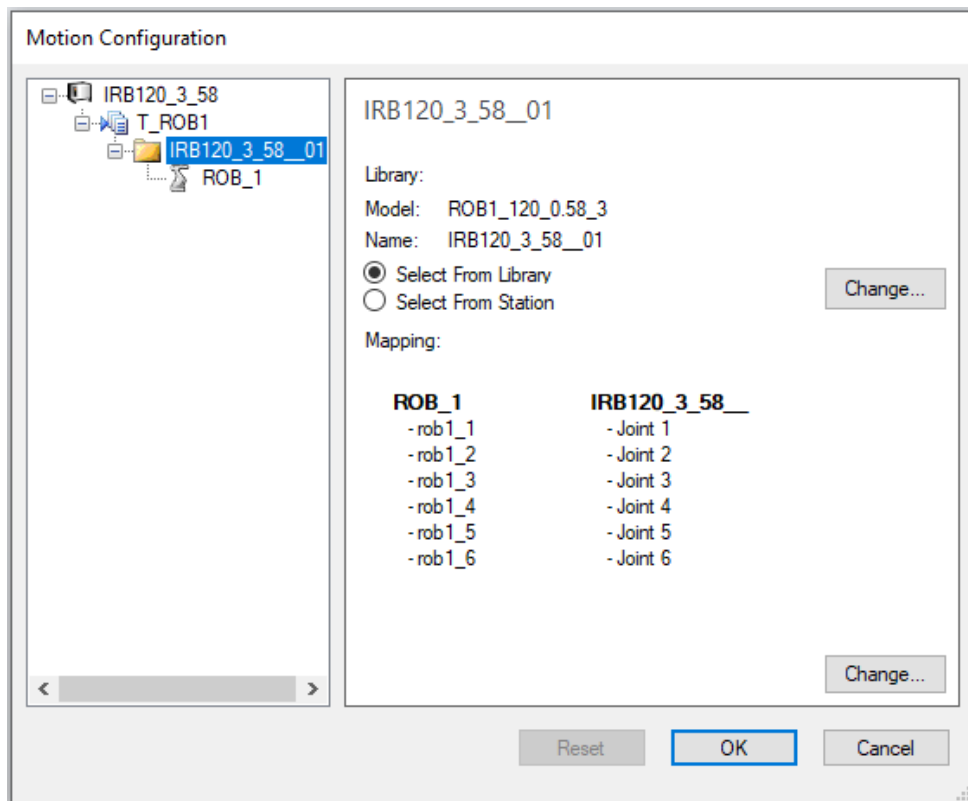
Kada je odabran način rada Manual ili Manual Full Speed, klikom miša na gumb Enable Device virtualni robotski kontroler prelazi u stanje Motors ON state što je vidljivo na prozoru Output, a gumb Enable Device mijenja naziv u Release Device. Klikom miša na gumb Release Device motori se isključuju, a virtualni robotski kontroler prelazi u stanje Safety guard stop.

Klikom miša na gumb Emergency Stop isključuju se motori virtualnoga robotskog kontrolera, gumbu se mijenja boja u crvenu, virtualni robotski kontroler prelazi u stanje Emergency stop state što je vidljivo na prozoru Output, a gumbu iznad (koji ima naziv Push Motors Button kada je u načinu rada Auto ili Release Device kada je u načinu rada Manual ili Manual Full Speed) mijenja se naziv u Reset Emergency Stop. Klikom miša na gumb Reset Emergency Stop ili na crveni gumb Emergency Stop gumbu Reset Emergency Stop mijenja se naziv u Push Motors Button, motori virtualnoga robotskog kontrolera su isključeni te nije omogućen odabir načina rada dok se ponovno ne klikne mišem na gumb Push Motors Button.

Funkcija **Operator Window** omogućuje zrcalni prikaz prozora operatera s virtualnog privjeska za učenje. Pokretanjem te funkcije ispod centralnog prozora Project View otvara se prozor Operator Window.

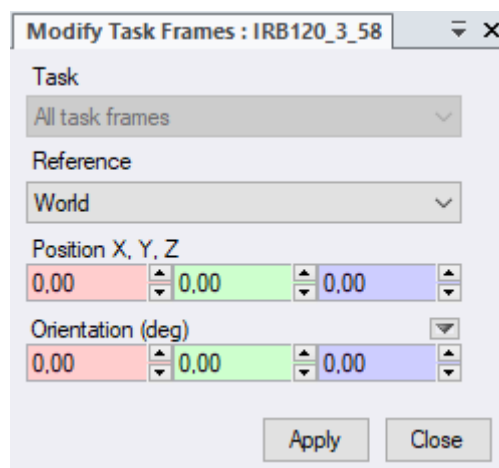
Funkcija **Motion Configuration** omogućuje postavljanje i kalibraciju robota s koordinatnim sustavima radne stanice, prilagodbu osnovne pozicije te postavljanje i kalibraciju pomičnih osi (zglobova) robota. Pokretanjem te funkcije otvara se prozor MotionConfiguration (Slika 2.5.1.36).





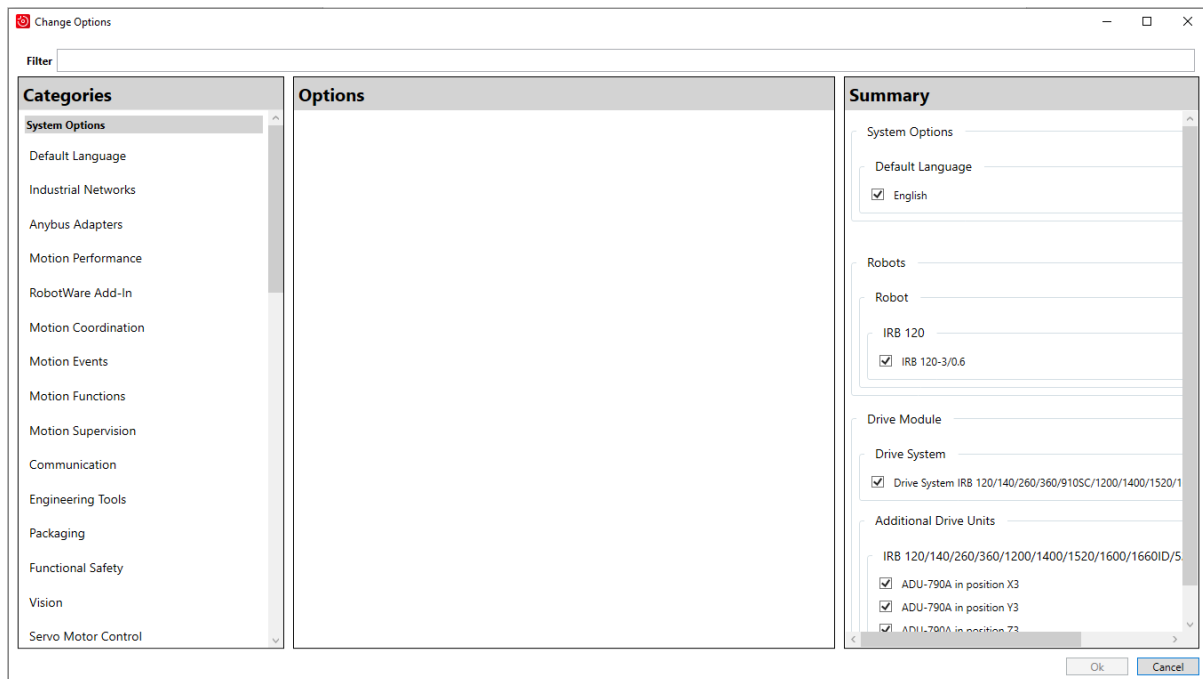
Slika 2.5.1.36 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Motion Configuration

Funkcija **Task Frames** omogućuje postavljanje pozicije i orijentacije koordinatnih sustava radnoga zadatka robota. Pokretanjem te funkcije lijevo od centralnog prozora Project View otvara se prozor Modify Task Frames (Slika 2.5.1.37).



Slika 2.5.1.37 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Modify Task Frames

Funkcija **Change Options** omogućuje postavljanje raznih sistemskih opcija virtualnoga robotskog kontrolera, osnovnoga robotskog softvera, programa RAPID itd. Pokretanjem te funkcije otvara se prozor Change Options (Slika 2.5.1.38).

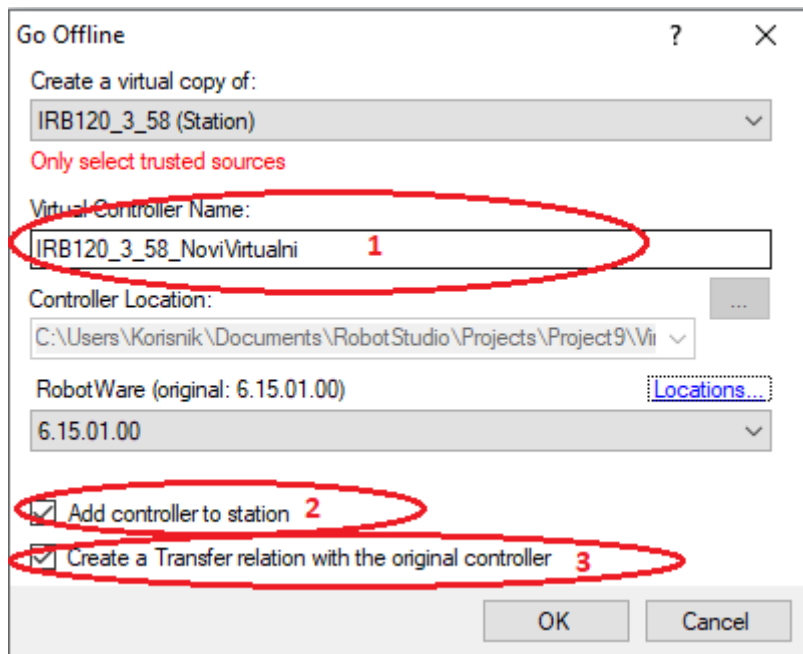


Slika 2.5.1.38 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Change Options

### 2.5.1.6 Grupa Transfer

Grupa Transfer sadrži funkcije (opcije) za ostvarivanje veze i sinkronizaciju robotskog kontrolera s virtualnim kontrolerom pri čemu se sinkroniziraju svi elementi radne stanice i kontrolera (npr. konfiguracijske postavke kontrolera, točke radnih koordinatnih sustava, putanje i načini gibanja robotske ruke itd.). Grupa sadrži tri funkcije: Go Offline, Create Relation te Open Relation.

Funkcija **Go Offline** koristi se za kreiranje virtualne kopije postojećega robotskog kontrolera (ili virtualnog kontrolera) i stvaranje veze za sinkronizaciju originalnog kontrolera s virtualnim kontrolerom, čime su omogućeni rad, priprema i prilagodba radne stanice u *offline* načinu rada, odnosno kada robotski kontroler nije spojen na računalo. Funkcija je dostupna kada je na prozoru Controller u stablu Current Station odabran neki kontroler. Pokretanjem te funkcije otvara se prozor Go Offline (Slika 2.5.1.39).

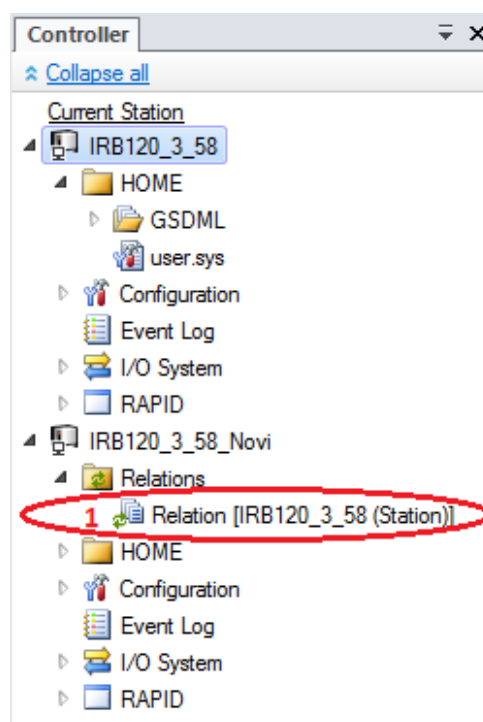


Slika 2.5.1.39 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Go Offline

Na prozoru Go Offline potrebno je upisati ime (naziv) virtualnog kontrolera (Slika 2.5.1.39, oznaka 1).

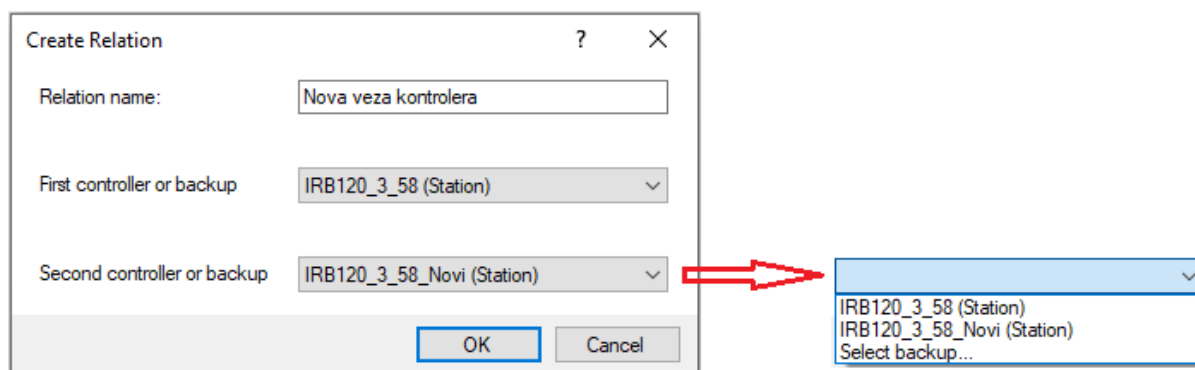
Osnovno je uključena kvačica Add Controller to station (Slika 2.5.1.39, oznaka 2) što znači da će se, nakon provedenog stvaranja kopije kontrolera u novi virtualni kontroler, novi virtualni kontroler otvoriti i prikazati na prozoru Controller u stablu Current Station.

Osnovno je uključena i kvačica Create a Transfer relation with the original controller (Slika 2.5.1.39, oznaka 3) što znači da će se, nakon provedenog stvaranja kopije kontrolera u novi virtualni kontroler, na novom virtualnom kontroleru stvoriti veza (Relation) s originalnim kontrolerom (Slika 2.5.1.40, oznaka 1).



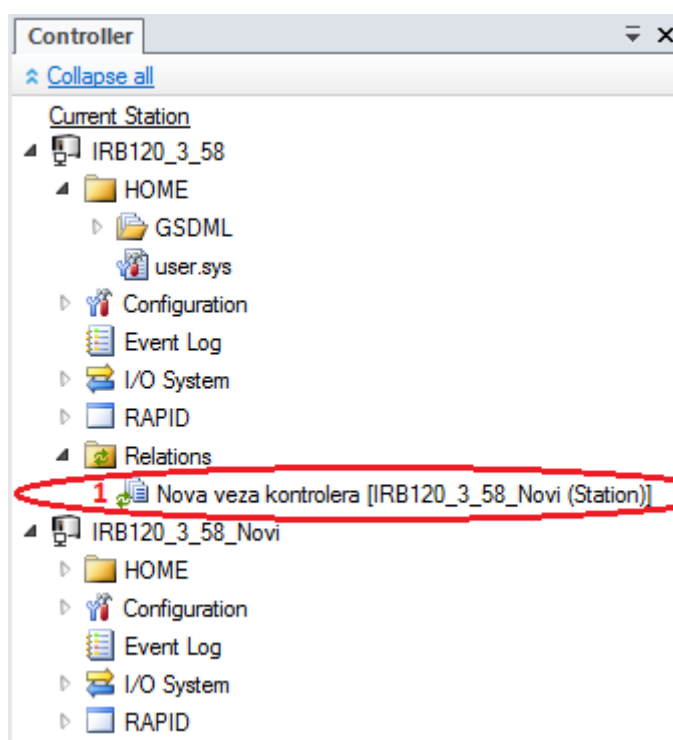
Slika 2.5.1.40 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Controller – prikaz veze (Relation)

Funkcija **Create Relation** koristi se za kreiranje (stvaranje) veze (Relation) za sinkronizaciju virtualnog kontrolera s originalnim kontrolerom. Pokretanjem te funkcije otvara se prozor Create Relation (Slika 2.5.1.41).



Slika 2.5.1.41 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Create Relation

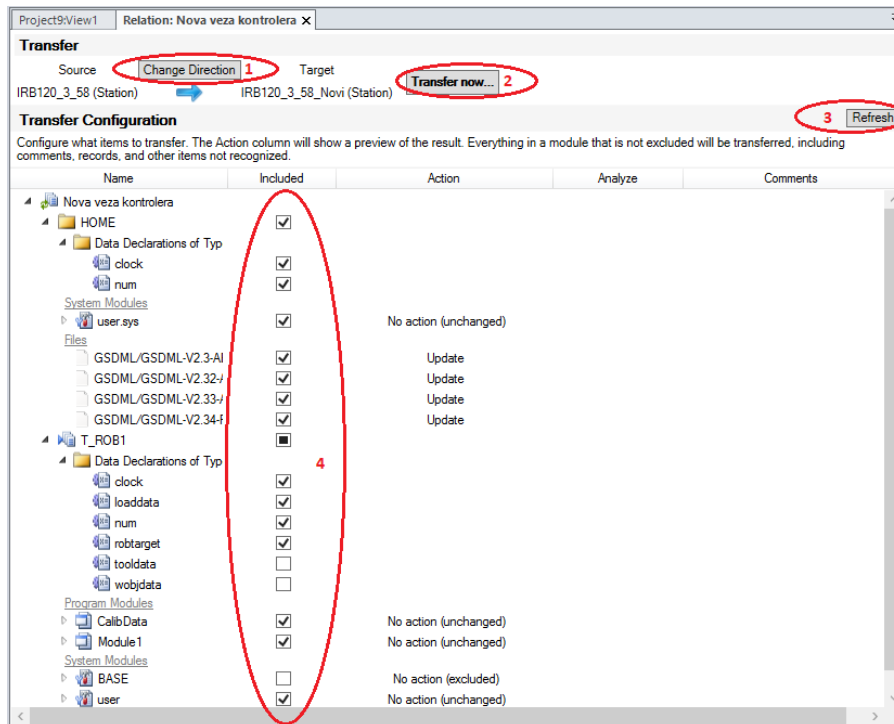
Na prozoru Create Relation potrebno je upisati naziv veze (Relation name), odabrati prvi kontroler (First controller or backup) na kojemu će se veza stvoriti te odabrati drugi kontroler (Second controller or backup) koji će biti u vezi s prvim kontrolerom. Nakon uspješne provedbe stvaranja veze (Relation) na prozoru Controller u stablu Current Station u grani prvog kontrolera prikazat će se nova stvorena veza (Slika 2.5.1.42, oznaka 1).



Slika 2.5.1.42 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Controller – prikaz veze (Relation) #2

Funkcija **Open Relation** koristi se za pregled sadržaja veze i postavljanje elemenata kontrolera koji će biti u postupku sinkronizacije između povezanih kontrolera. Pokretanjem te

funkcije pokraj centralnog prozora Project View u novoj kartici otvara se prozor Relation: {Relation name} (Slika 2.5.1.41).



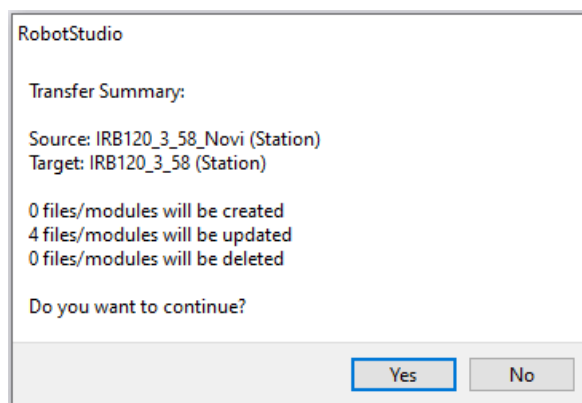
Slika 2.5.1.43 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Relation: {Relation name}

Na prozoru Relation: {Relation name} na popisu su u stablastoj strukturi prikazani elementi kontrolera za koje je moguće uključiti/isključiti kvačicu u stupcu Included (Slika 2.5.1.43, oznaka 4) čime se postavljaju elementi koji hoće ili neće biti uključeni u sinkronizacijski proces iz prvog (Source) kontrolera u drugi (Target) kontroler.

Klikom miša na gumb Change Direction (Slika 2.5.1.43, oznaka 1) mijenja se smjer sinkronizacije, plavoj strelici ispod gumba mijenja se usmjerenje, a tekstovi Source i Target iznad naziva kontrolera međusobno se zamjenjuju.

Klikom miša na gumb Refresh (Slika 2.5.1.43, oznaka 3) provodi se osvježavanje stanja stablastog popisa

Klikom miša na gumb Transfer now (Slika 2.5.1.43, oznaka 2) pokreće se postupak sinkronizacije kontrolera u odabranom smjeru i otvara se dijaloški prozor s informacijama o sinkronizaciji, odnosno prijenosu (Slika 2.5.1.44).



Slika 2.5.1.44 RobotStudio – izbornik Controller – dijaloški prozor Transfer

## 2.5.2 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Opišite mogućnosti izbornika Controller.
2. Objasnite mogućnosti i svrhu upotrebe funkcije Add Controller u izborniku Controller.
3. Objasnite mogućnosti i svrhu upotrebe funkcije Backup -> Create Backup u izborniku Controller.
4. Objasnite svrhu upotrebe funkcije FlexPendant u izborniku Controller.
5. Objasnite svrhu upotrebe funkcije Signal Analyzer Online u izborniku Controller.
6. Objasnite mogućnosti funkcije Save Parameters u izborniku Controller.
7. Objasnite mogućnosti i način rada elemenata na prozoru funkcije Operating Mode u izborniku Controller.

Pitanja s jednim tačnim odgovorom:

1. Za ponovno pokretanje robotskog kontrolera bez gubitka postavki i stanja kontrolera koristi se funkcija:
  - a. Reset RAPID (P-start)
  - b. Reset system (I-start)
  - c. Restart (Warmstart)
2. Za ponovno pokretanje robotskog kontrolera i pritom brisanje svih programskih modula RAPID te vraćanje postavki kontrolera na tvorničke postavke koristi se funkcija:
  - a. Reset RAPID (P-start)
  - b. Reset system (I-start)
  - c. Restart (Warmstart)
3. Za ponovno pokretanje robotskog kontrolera i pokretanje aplikacijskog načina rada robotskog kontrolera koristi se funkcija:
  - a. Reset RAPID (P-start)
  - b. Reset system (I-start)
  - c. Start Boot Application (X-start)
  - d. Cold start (C-start)
4. Za ponovno pokretanje robotskog kontrolera uz brisanje trenutnog stanja sustava te pokretanje aplikacijskog načina rada robotskog kontrolera koristi se funkcija:
  - a. Cold start (C-start)
  - b. Reset RAPID (P-start)
  - c. Reset system (I-start)
  - d. Start Boot Application (X-start)
5. Za postavljanje parametara ulaznih i izlaznih signala u osnovnoj funkciji Configuration izbornika Controller koristi se funkcija:
  - a. Communication
  - b. I/O System
  - c. Motion
  - d. Controller

6. Za postavljanje parametara pomičnih mehanizama (motora) robota u osnovnoj funkciji Configuration izbornika Controller koristi se funkcija:
  - a. Communication
  - b. I/O System
  - c. Motion
  - d. Controller
7. Koji je ishod izvođenja funkcije Create Relation u izborniku Controller?
  - a. Povezana i sinkronizirana dva geometrijska tijela radne stanice
  - b. Povezana i sinkronizirana dva radna objekta robota
  - c. Povezana i sinkronizirana dva robotska kontrolera
8. Koja se funkcija u izborniku Controller koristi za izradu sigurnosnih kopija kontrolera?
  - a. Save Parameters
  - b. Create Backup
  - c. Save Controller
9. Koja se funkcija u izborniku Controller koristi za otvaranje prozora privjeska za učenje?
  - a. Operator Window
  - b. FlexPendant
  - c. Task Frames
10. Koja se funkcija u izborniku Controller koristi za pregled karakteristika (svojstava) kontrolera?
  - a. Properties -> Controller Properties
  - b. Configuration -> Controller
  - c. FlexPendant -> FlexPendant Viewer

### **2.5.3 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 2.6 Izbornik RAPID

Nastavna jedinica Izbornik RAPID opisuje sve funkcije koje su dostupne u izborniku RAPID te način i svrhu njihova korištenja. Prikazuje se općeniti opis navedenog izbornika te se u potpoglavljima opisuju grupe:

- **Access** – općeniti opis grupe te funkcije Request Write Access, Release Write Access i Synchronize
- **Edit** – općeniti opis grupe te funkcije Comment, Uncomment, Indent, Unindent, Cut, Copy, Paste, Format i Outlining
- **Insert** – općeniti opis grupe te funkcije Snippet, i Instruction
- **Find** – općeniti opis grupe te polja i funkcije Search, Go to line, Polje s dijelovima programa, Find / Replace i Compare
- **Controller** – općeniti opis grupe te funkcije Apply, RAPID Tasks, Run Mode, Program, Adjust Robtargets i Modify Position
- **Test and Debug** – općeniti opis grupe te funkcije Selected Tasks, Start, Step in, Step out, Step over, Stop, Check Program, Program Pointer i Breakpoint
- **Path Editor** – općeniti opis grupe te funkcije RAPID Path Editor, Workpiece, Tool i Original Positions

Cilj je nastavne jedinice objasniti (opisati) način rada svih funkcija navedenog izbornika.

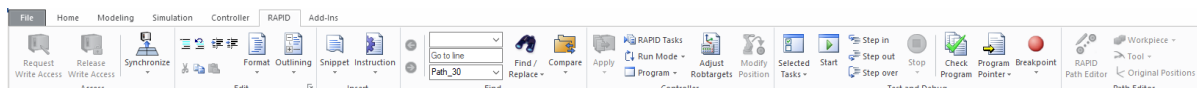
Svrha je nastavne jedinice omogućiti čitatelju brz i jednostavan dolazak do informacije o načinu i razlozima korištenja pojedinih funkcija navedenog izbornika.

### Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:

- Opisati strukturu i raspored funkcionalnosti izbornika programskog alata za offline programiranje industrijskog robota
- Ukloniti programske pogreške logičkog i sintaksnog tipa
- Ukloniti programske pogreške kroz simulaciju procesa u programskom alatu
- Prikazati i provesti postupno otkrivanje grešaka u procesnom ciklusu

### 2.6.1 Osnovni koncepti

Izbornik RAPID (Slika 2.6.1.1) uključuje opcije za upravljanje (izrada, pisanje, uređivanje, provjera, izvođenje, itd.) programa RAPID na kontroleru. Izbornik je podijeljen u nekoliko grupa: Access, Edit, Insert, Find, Controller, Test and Debug te Path Editor.



Slika 2.6.1.1 RobotStudio – izbornik RAPID



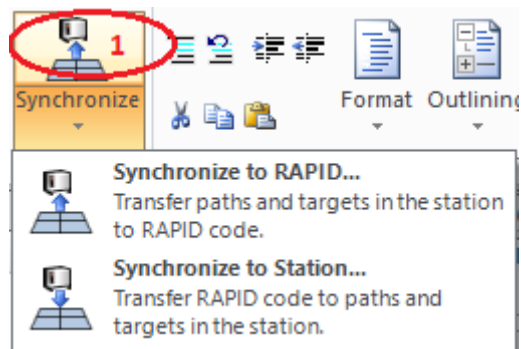
### 2.6.1.1 Grupa Access

Grupa Access sadrži funkcije (opcije) za zauzimanje ili otpuštanje prava za snimanje (spremanje) na robotski kontroler te sinkronizaciju između programa RAPID unutar softvera Robot Studio i robotskog kontrolera (ili virtualnog kontrolera). Sadrži funkcije Request Write Access, Release Write Access i Synchronize.

Funkcija **Request Write Access** omogućuje slanje zahtjeva za pisanje (ažuriranje) robotskom kontroleru. Ako računalo sa softverom RobotStudio nema pravo pisanja na robotskom kontroleru, neće biti moguće ažuriranje programa na robotskom kontroleru.

Funkcija **Release Write Access** omogućuje otpuštanje prava pisanja (ažuriranja) na robotskom kontroleru. Obično se ta funkcija koristi kada neko drugo računalo u mreži želi prava pisanja na robotskom kontroleru.

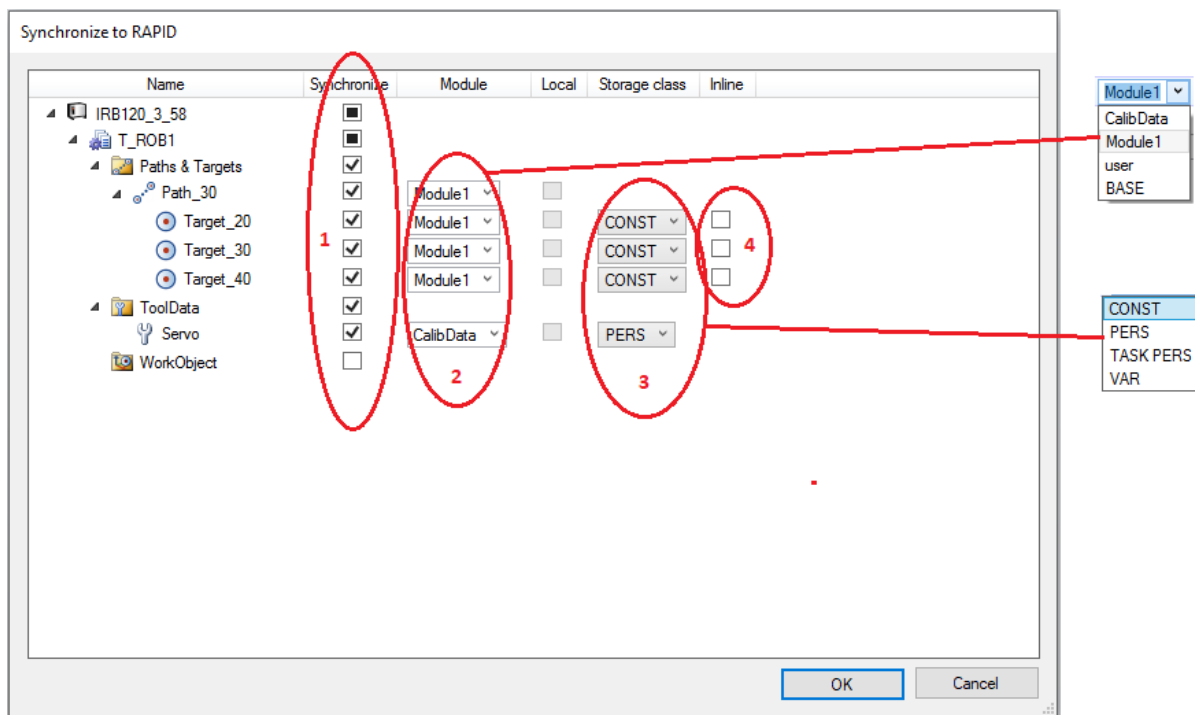
Funkcija **Synchronize** omogućuje obostranu sinkronizaciju programa RAPID (putanja i određujućih točaka) iz programa RAPID unutar softvera RobotStudio i robotskog kontrolera (ili virtualnog kontrolera) radne stanice. Funkcija je složena (Slika 2.6.1.2) i sadrži dvije podfunkcije: Synchronize to RAPID i Synchronize to Station.



Slika 2.6.1.2 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Synchronize

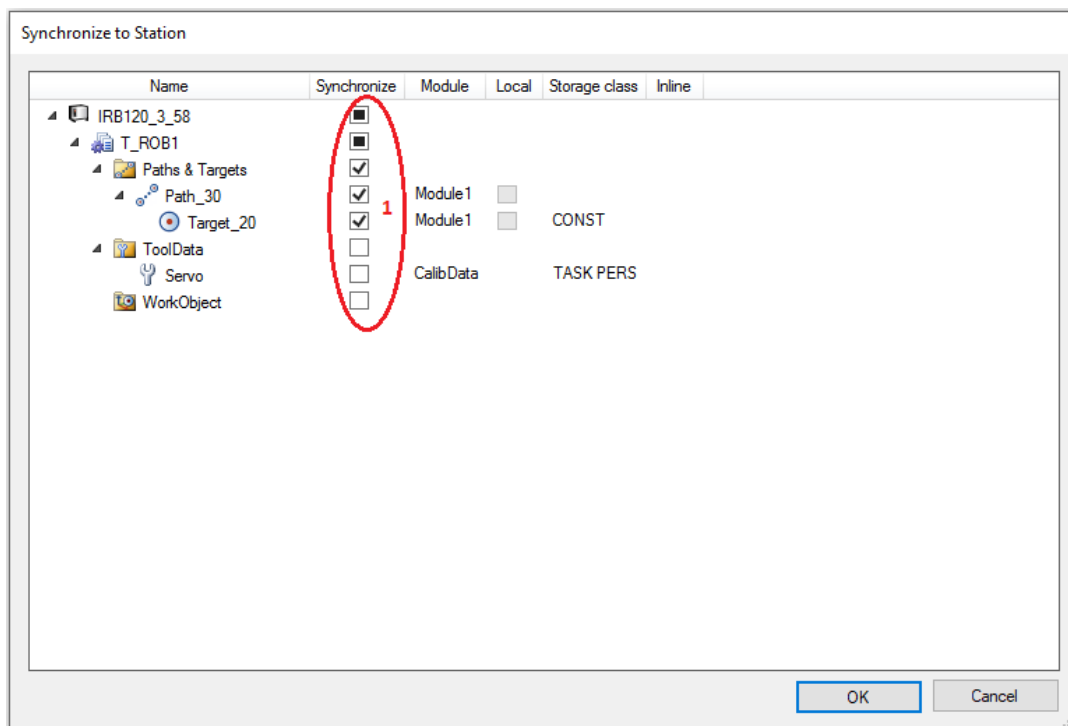
Funkcija **Synchronize to RAPID** (unutar funkcije **Synchronize**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.6.1.2, oznaka 1) osnovne funkcije **Synchronize**. Otvara se prozor Synchronize to RAPID (Slika 2.6.1.3) koji sadrži listu u obliku stabla s elementima kontrolera na kojima je omogućen odabir (Slika 2.6.1.3, oznaka 1) treba li se ili ne treba sinkronizirati (prenijeti) u program RAPID softvera RobotStudio.

Za postavke određujućih točaka moguće je odabrati lokaciju deklaracije (Slika 2.6.1.3, oznaka 2) unutar programa RAPID, vrstu deklaracije (konstanta, varijabla, nepromjenjiva vrijednost) (Slika 2.6.1.3, oznaka 3) te način deklaracije (Slika 2.6.1.3, oznaka 4), odnosno hoće li deklaracija biti izvan programskog koda ili unutar programskog koda (Inline) kada se vrijednost koristi.



Slika 2.6.1.3 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Synchronize to RAPID


Funkcija **Synchronize to Station** (unutar funkcije **Synchronize**) otvara prozor Synchronize to Station (Slika 2.6.1.4) koji sadrži popis u obliku stabla s elementima kontrolera na kojima je omogućen odabir (Slika 2.6.1.4, oznaka 1) treba li se ili ne treba sinkronizirati s kontrolerom radne stanice (ili prenijeti na njega).





Slika 2.6.1.4 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Synchronize to Station


### 2.6.1.2 Grupa Edit


Grupa Edit sadrži funkcije (opcije) za uređivanje programskog koda. Grupa sadrži funkcije Comment, Uncomment, Indent, Unindent, Cut, Copy, Paste, Format i Outlining.


Funkcija **Comment**  koristi se za komentiranje programskog koda RAPID. Odabirom te funkcije na početku odabranih linija programskog koda postavit će se znak ! koji označava da je određena kodna linija komentar i ne interpretira se prilikom izvođenja programa.


Funkcija **Uncomment**  koristi se za brisanje oznake komentara na početku odabranih kodnih linija programa.

Funkcija **Indent**  koristi se za pomicanje odabranih kodnih liniji udesno za četiri znaka prazno (' ' – white space) od početne lijeve margine.

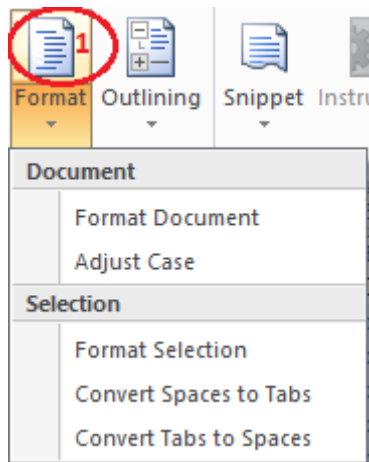
Funkcija **Unindent**  koristi se za pomicanje odabranih kodnih liniji ulijevo za četiri znaka prazno (' ' – white space) prema početnoj lijevoj margini.

Funkcija **Cut**  (kombinacija tipki Ctrl + X) koristi se za brisanje odabranog dijela programskog koda i spremanje u međuspremnik (Clipboard) kako bi se mogao iskoristiti (postaviti, Paste) na nekom drugom mjestu u programskom kodu.

Funkcija **Copy**  (kombinacija tipki Ctrl + C) koristi se za postavljanje (spremanje) odabranog dijela programskog koda u međuspremnik (Clipboard) kako bi se mogao iskoristiti (postaviti, Paste) na nekom drugom mjestu u programskom kodu.

Funkcija **Paste**  (kombinacija tipki Ctrl + V) koristi se za dodavanje spremljenoga programskog koda iz međuspremnika (Clipboard) na odabrano mjesto u programskom kodu.

Funkcija **Format** omogućuje uređivanje (formatiranje) programa RAPID prilagođavanjem praznih znakova i tab znakova u programskom kodu. Funkcija je složena (Slika 2.6.1.5) i sadrži nekoliko podfunkcija: Format Document, Adjust Case, Format Selection, Convert Spaces to Tabs i Convert Tabs to Spaces.



Slika 2.6.1.5 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Format

Funkcija **Format Document** (unutar funkcije **Format**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.6.1.5, oznaka 1) osnovne funkcije **Format**. Ta funkcija izvršava automatsko formatiranje (prilagođavanje) programskog koda RAPID u cijelom dokumentu uređivanjem praznih znakova i tab znakova.

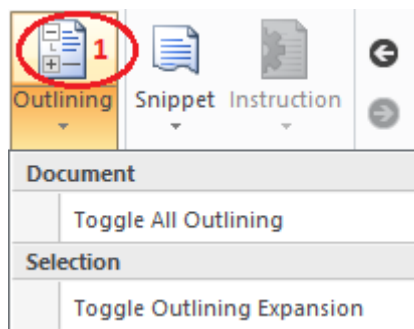
Funkcija **Adjust Case** (unutar funkcije **Format**) izvršava prilagodbu malih slova u velika za sve ključne riječi programskog jezika RAPID u aktivnom dokumentu.

Funkcija **Format Selection** (unutar funkcije **Format**) izvršava automatsko formatiranje (prilagođavanje) programskog koda RAPID u selektiranom (odabranom) dijelu dokumenta uređivanjem praznih znakova i tab znakova.

Funkcija **Convert Spaces to Tabs** (unutar funkcije **Format**) izvršava promjenu uzastopnih razmaka u tab znakove u selektiranom (odabranom) dijelu dokumenta.

Funkcija **Convert Tabs to Spaces** (unutar funkcije **Format**) izvršava promjenu tab znakova u uzastopne razmake u selektiranom (odabranom) dijelu dokumenta.

Funkcija **Outlining** omogućuje proširivanje ili sužavanje regija (blokova) programskog koda u dokumentu. Funkcija je složena (Slika 2.6.1.6) i sadrži dvije podfunkcije: Toggle All Outlining i Toggle Outlining Expansion.



Slika 2.6.1.6 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Outlining

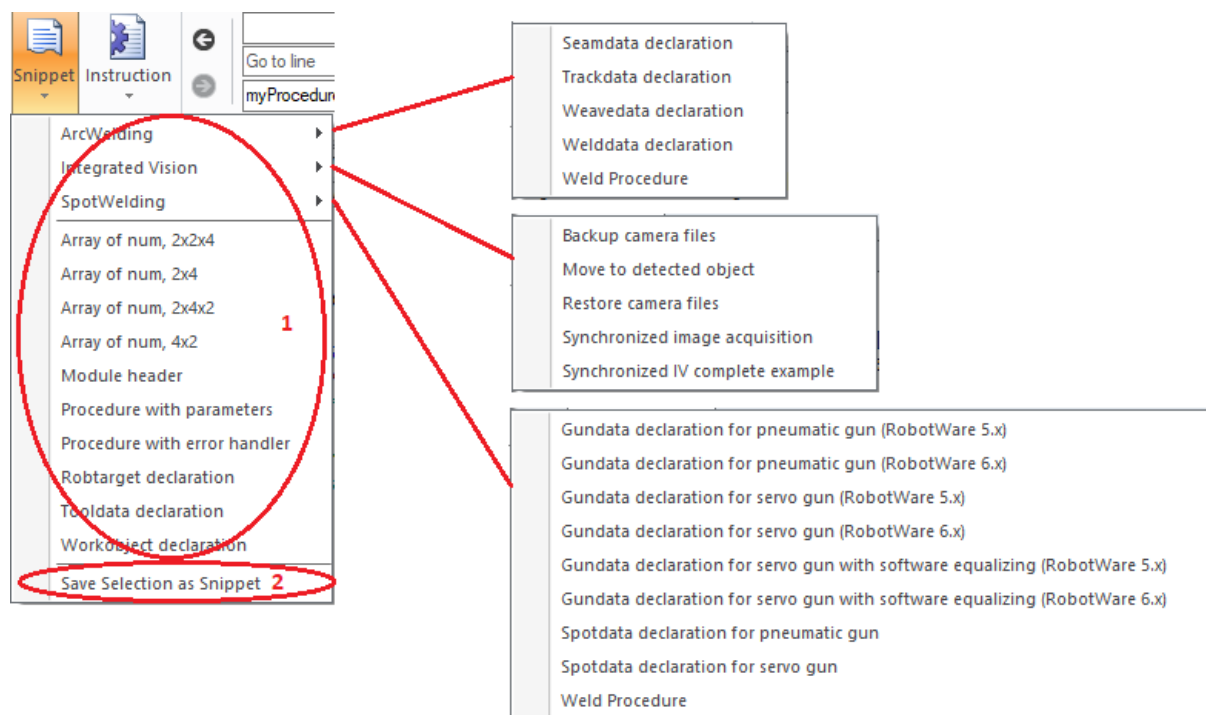
Funkcija **Toggle All Outlining** (unutar funkcije **Outlining**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.6.1.6, oznaka 1) osnovne funkcije **Outlining**. Ta funkcija izvršava proširivanje ili sužavanje svih regija (blokova) programskog koda u cijelom dokumentu.

Funkcija **Toggle Outlining Expansion** (unutar funkcije **Format**) izvršava proširivanje ili sužavanje svih regija (blokova) programskog koda u selektiranom (odabranom) dijelu dokumenta.

### 2.6.1.3 Grupa Insert

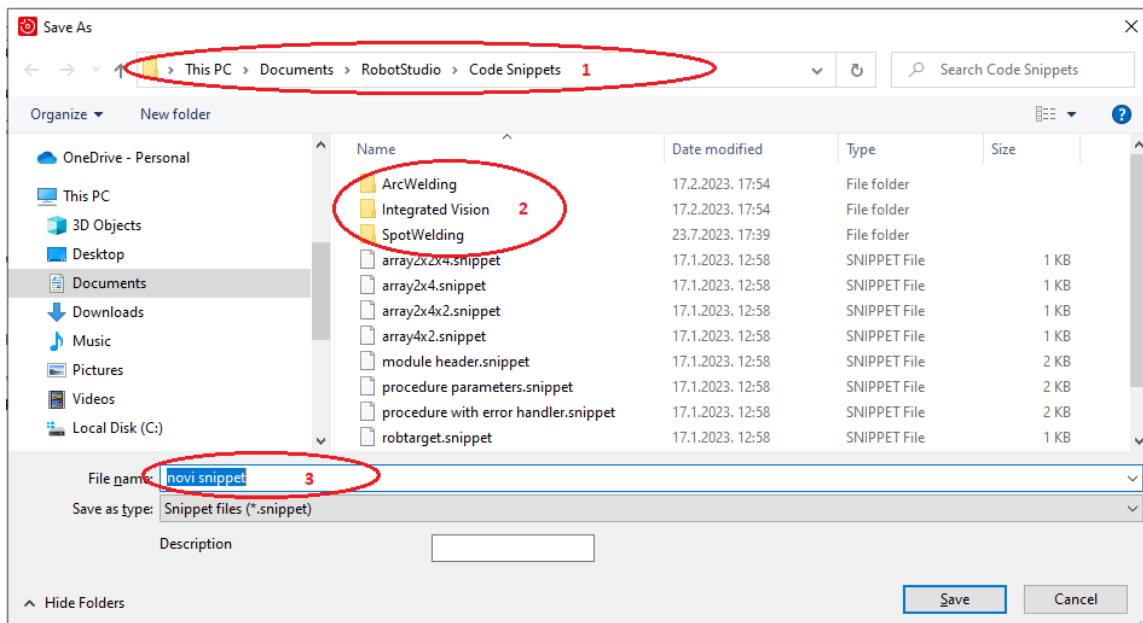
Grupa Insert sadrži funkcije za dodavanje komadića programskog koda u aktivni dokument RAPID. Grupa sadrži dvije funkcije: Snippet i Instruction.

Funkcija **Snippet** koristi se za dodavanje raznih komadića programskog koda RAPID. Funkcija je složena (Slika 2.6.1.7) i sadrži puno podfunkcija. Svaka podfunkcija (Slika 2.6.1.7, oznaka 1) dodaje specifičan komadić programskog koda u programski dokument.



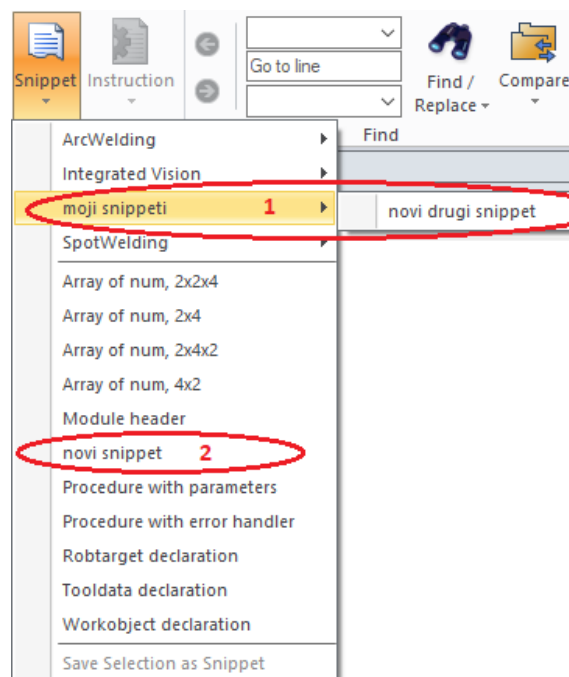
Slika 2.6.1.7 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Snippet

Funkcija **Save Selection as Snippet** (unutar funkcije **Snippet**) otvara standardni prozor za spremanje (Save As) (Slika 2.6.1.8) i pozicionira se u mapu softvera RobotStudio (Slika 2.6.1.8, oznaka 1) u kojoj se nalaze i ostali komadići programskog koda (engl. *snippet*).



Slika 2.6.1.8 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Save As ... Snippet

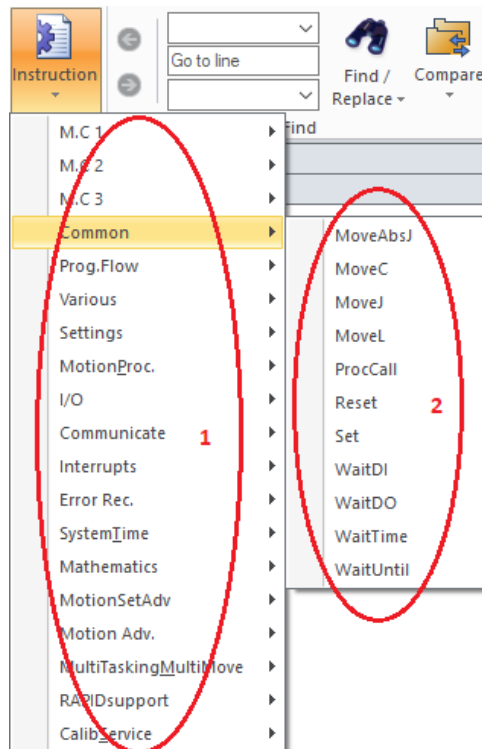
U polju File name (Slika 2.6.1.8, oznaka 3) potrebno je upisati naziv novog *snippeta* koji se želi spremiti. Svi *snippeti* imaju nastavak *snippet*, koji nastavak se ne može mijenjati. *Snippet* se može spremiti i u određenu podmapu (Slika 2.6.1.8, oznaka 2) ili se može kreirati nova mapa (npr. moji snippeti) te u nju spremiti novi *snippet*. Nakon spremanja novog *snippeta* bilo gdje u ponuđenoj strukturi mapa za *snippete* unutar softvera RobotStudio, spremljeni *snippet* bit će vidljiv (Slika 2.6.1.9) u padajućem izborniku Snippet.



Slika 2.6.1.9 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Snippet #2

Funkcija **Instruction** koristi se za dodavanje raznih instrukcija za robota i/ili kontroler. Složena je (Slika 2.6.1.10) i sadrži puno podfunkcija (Slika 2.6.1.10, oznaka 1). Svaka je podfunkcija

izbornik koji sadrži odgovarajuće naredbe (instrukcije) RAPID (Slika 2.6.1.10, oznaka 2) koje se mogu postaviti u programski dokument. Padajući izbornik (funkcija) Instruction omogućena je samo kada se u aktivnom dokumentu strelica za pisanje nalazi u dijelu za pisanje programskog koda, a to je unutar tijela procedure.

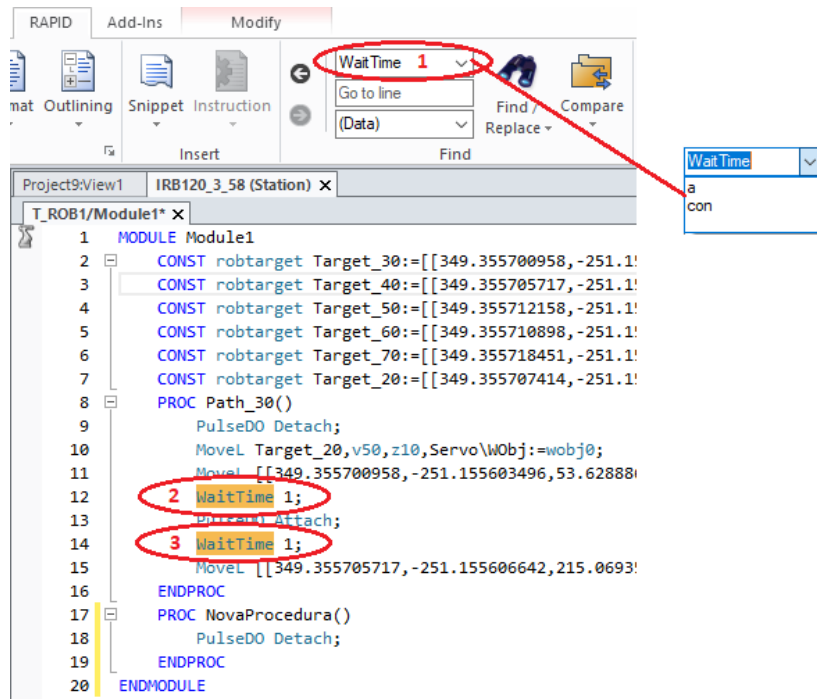


Slika 2.6.1.10 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Instruction

#### 2.6.1.4 Grupa Find

Grupa Find sadrži funkcije za pronalazak, zamjenu i uspoređivanje programskog koda u aktivnom dokumentu RAPID i drugim dokumentima (programima RAPID) spremljenima na računalo. Grupa sadrži nekoliko funkcija i polja: Search, Go to line, polje s dijelovima programa, funkciju Find / Replace te funkciju Compare.

Polje **Search** kombiniran je padajući popis u koji je moguće upisati traženi niz znakova koji se traži u aktivnom dokumentu programskog koda RAPID. Nakon upisa traženog niza znakova (Slika 2.6.1.11, oznaka 1) potrebno je na tipkovnici pritisnuti tipku Enter. Traženi niz znakova odmah je prikazan (označen) žutonarančastom bojom (Slika 2.6.1.11, oznake 2 i 3) u aktivnom programskom dokumentu.

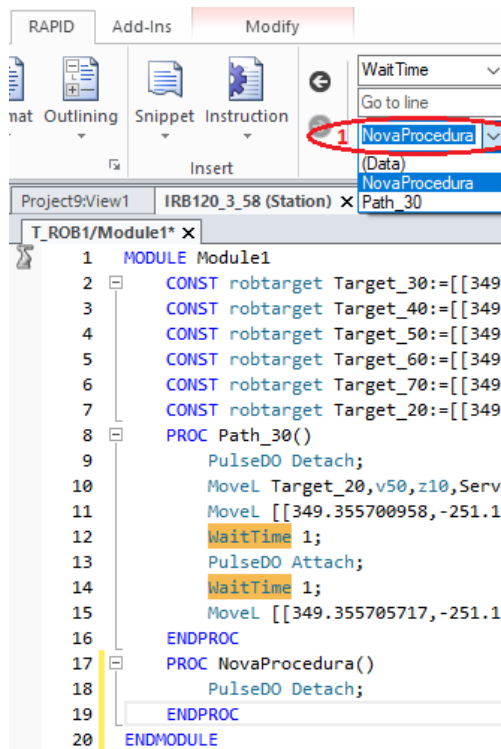


Slika 2.6.1.11 RobotStudio – izbornik RAPID – kombinirani padajući popis Search

U polje **Go to line** upisuje se tražena linija programskog koda. Nakon upisa tražene linije potrebno je na tipkovnici pritisnuti tipku Enter i strelica za pisanje pozicionirat će se na traženu liniju u programskom dokumentu.

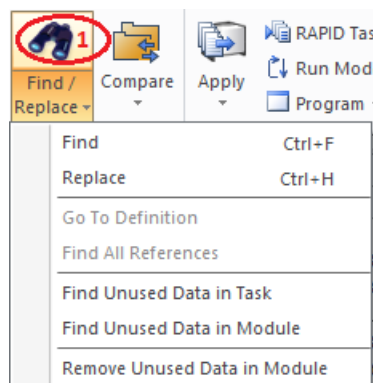
**Polje s dijelovima programa** padajući je popis u kojem su redovi Data element i nazivi svih procedura koje postoje u aktivnom programskom dokumentu (Slika 2.6.1.12, oznaka 1). Nakon odabira traženoga programskog dijela strelica za pisanje pozicionirat će se na prvu liniju u odabranom dijelu programa. Kada se strelica za pisanje ručno postavlja u aktivnom programskom dokumentu ovisno o postavljenoj poziciji na padajućem popisu s dijelovima programa, automatski se postavlja odgovarajući naziv.





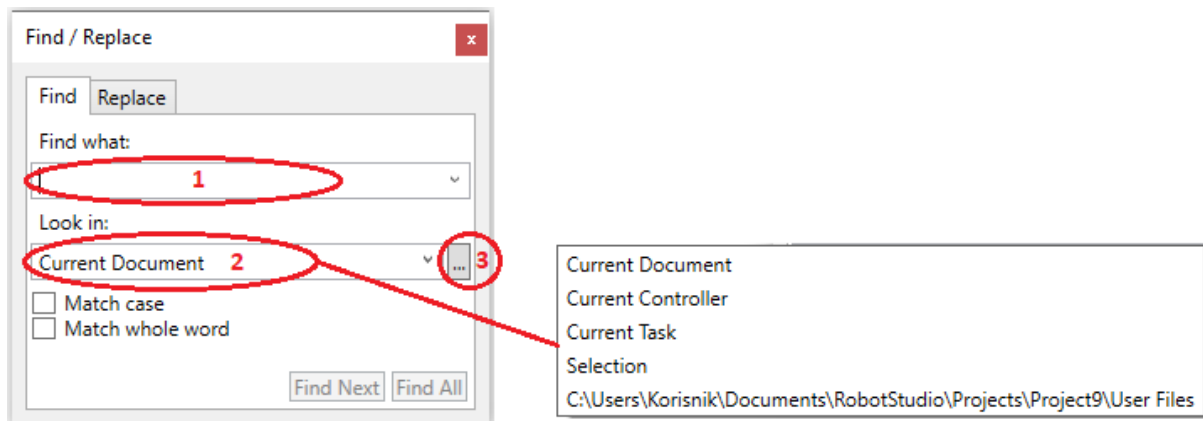
Slika 2.6.1.12 RobotStudio – izbornik RAPID – polje s dijelovima programa

Funkcija **Find/Replace** koristi se za pretragu i zamjenu traženih skupova znakova u aktivnom programskom dokumentu, pretragu nekorištenih podataka (varijabli, konstanti) u modulu i cijelom radnom zadatku te uklanjanje nekorištenih podataka (varijabli, konstanti) u modulu. Funkcija je složena (Slika 2.6.1.13) i sadrži nekoliko podfunkcija: Find, Replace, Go To Definition, Find All References, Find Unused Data in Task, Find Unused Data in Module i Remove Unused Data in Module.




Slika 2.6.1.13 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Find/Replace

Funkcija **Find** (unutar funkcije **Find/Replace**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.6.1.13, oznaka 1) osnovne funkcije **Find/Replace** ili pritiskom kratice na tipkovnici **Ctrl + F**. Pokretanjem te funkcije otvara se prozor Find/Replace (Slika 2.6.1.14) s aktiviranom karticom Find.



Slika 2.6.1.14 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Find/Replace – kartica Find

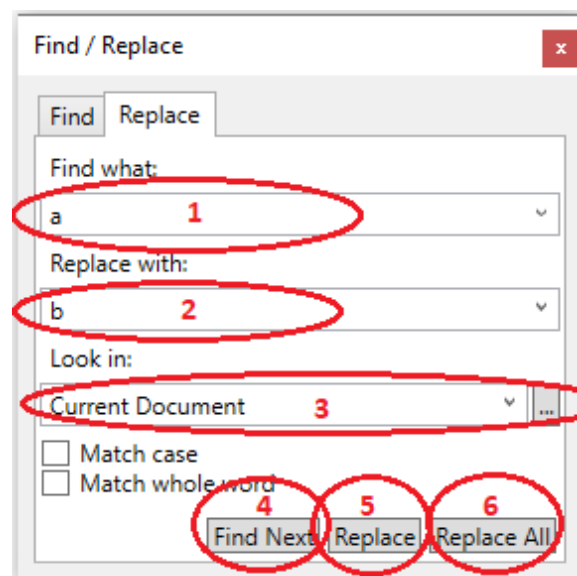
Polje Find what kombinirani je padajući popis (Slika 2.6.1.14, oznaka 1) u koji se upisuje (ili odabire s popisa) niz znakova koji će se pretraživati.

Polje Look in jest padajući popis (Slika 2.6.1.14, oznaka 2) u kojem se odabire područje pretrage. Područje pretrage može biti i određena mapa na računalu koja se odabire na gumbu  (Slika 2.6.1.14, oznaka 3).

Ako je uključena kvačica Match case, pretraga će biti osjetljiva na velika i mala slova, odnosno tražit će identičan niz znakova onome koji je naveden u polju Find what.

Ako je uključena kvačica Match whole word, pretraga će tražiti niz znakova naveden u polju Find what koji čini cijelu jednu riječ.


Funkcija **Replace** (unutar funkcije **Find/Replace**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili pritiskom kratice na tipkovnici **Ctrl + H**. Pokretanjem te funkcije otvara se prozor Find/Replace (Slika 2.6.1.15) s aktiviranom karticom Replace.



Slika 2.6.1.15 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Find/Replace – kartica Replace

Polje Find what kombinirani je padajući popis (Slika 2.6.1.15, oznaka 1) u kojeg se upisuje (ili odabire s popisa) niz znakova koji će se pretraživati.

Polje Replace with kombinirani je padajući popis (Slika 2.6.1.15, oznaka 2) u koji se upisuje (ili odabire iz liste) niz znakova koji će zamijeniti pronađeni niz znakova iz polja Find what.

Polje Look in padajući je popis lista (Slika 2.6.1.15, oznaka 3) u kojem se odabire područje pretrage. Područje pretrage može biti i određena mapa na računalu koja se odabire na gumbu .

Ako je uključena kvačica Match case, pretraga će biti osjetljiva na velika i mala slova, odnosno tražit će identičan niz znakova onome koji je naveden u polju Find what.

Ako je uključena kvačica Match whole word, pretraga će tražiti niz znakova naveden u polju Find what koji čini cijelu jednu riječ.

Gumb Find Next (Slika 2.6.1.15, oznaka 4) izvršava pretragu i odabir prve sljedeće pojave traženog niza znakova.

Gumb Replace (Slika 2.6.1.15, oznaka 5) izvršava zamjenu označene (odabrane) pojave traženog niza znakova s nizom znakova navedenim u polju Replace with.

Gumb Replace All (Slika 2.6.1.15m oznaka 6) izvršava zamjenu svih pojava traženog niza znakova s nizom znakova navedenim u polju Replace with.

Funkcija **Go To Definition** (unutar funkcije **Find / Replace**) omogućena je kada je strelica za pisanje postavljena na poziciji gdje se koristi određena varijabla ili konstanta ili gdje se poziva procedura u svim programskim dokumentima radne stanice. Kada se ta funkcija pokrene, strelica za pisanje pozicionira se na početak deklaracije odabrane varijable, konstante ili procedure.

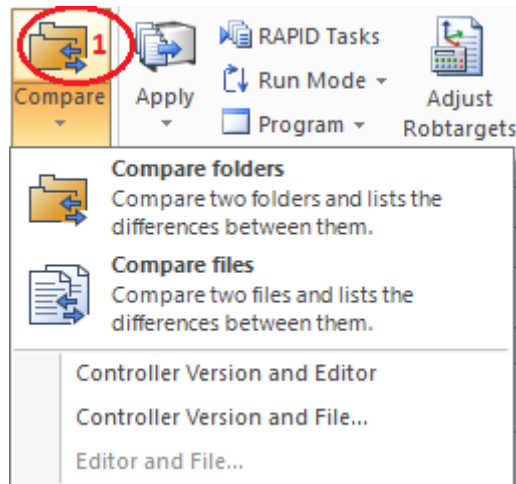
Funkcija **Find All References** (unutar funkcije **Find/Replace**) omogućena je kada je strelica za pisanje postavljena na poziciji gdje se koristi određena varijabla, konstanta ili instrukcija, ili gdje se poziva procedura. Kada se ta funkcija pokrene, otvara se prozor ispod centralnog prozora Project View u obliku kartice Search Result i prikazuju se lokacije korištenja odabrane varijable, konstante, procedure ili instrukcije u svim programskim dokumentima radne stanice. Prikazuju se stupci Location (naziv robota/alata s nazivom modula), Line (linija programskog koda u dokumentu) te Text (sadržaj kodne linije).

Funkcija **Find Unused Data in Task** (unutar funkcije **Find/Replace**) omogućuje pretragu i lociranje svih nekorištenih podataka (varijable, konstante) na radnoj stanici. Kada se ta funkcija pokrene, otvara se prozor ispod centralnog prozora Project View u obliku kartice Search Result i prikazuju se lokacije deklaracije nekorištenih varijable i konstanti u svim programskim dokumentima radne stanice. Prikazuju se stupci Location (naziv robota/alata s nazivom modula), Line (linija programskog koda u dokumentu) te Text (sadržaj kodne linije).

Funkcija **Find Unused Data in Module** (unutar funkcije **Find/Replace**) omogućuje pretragu i lociranje svih nekorištenih podataka (varijable, konstante) u aktivnom programskom modulu. Kada se ta funkcija pokrene, otvara se prozor ispod centralnog prozora Project View u obliku kartice Search Result i prikazuju se lokacije deklaracije nekorištenih varijabli i konstanti u aktivnom programskom modulu. Prikazuju se stupci Location (naziv robota/alata s nazivom modula), Line (linija programskog kôda u dokumentu) te Text (sadržaj kodne linije).

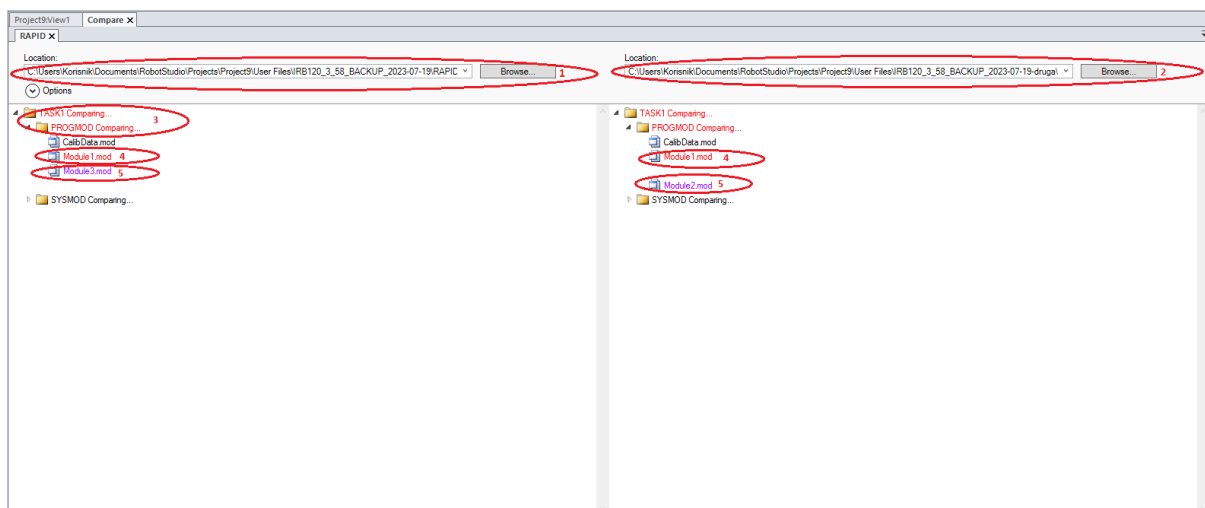
Funkcija **Remove Unused Data in Module** (unutar funkcije **Find/Replace**) izvršava brisanje (uklanjanje) svih nekorištenih podataka (varijable, konstante) u aktivnom programskom modulu.

Funkcija **Compare** koristi se za uspoređivanje sadržaja programskih datoteka i mapa te sadržaja programskih datoteka kontrolera. Funkcija je složena (Slika 2.6.1.16) i sadrži nekoliko podfunkcija: Compare folders, Compare files, Controller Version and Editor, Controller Version and File i Editor and File.



Slika 2.6.1.16 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Compare

Funkcija **Compare folders** (unutar funkcije **Compare**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.6.1.16, oznaka 1) osnovne funkcije **Compare**. Pokretanjem te funkcije pokraj centralnog prozora Project View u obliku kartice otvara se prozor Compare (Slika 2.6.1.17) s potkarticom Folder compare kojoj se nakon odabira prve mape mijenja naslov u naziv odabrane mape.



Slika 2.6.1.17 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare folders

Prozor Compare podijeljen je u dva dijela. Lijevo se nalazi struktura podmapa s datotekama za prvu odabranu mapu na računalu. Desno se nalazi struktura podmapa s datotekama za drugu odabranu mapu na računalu.

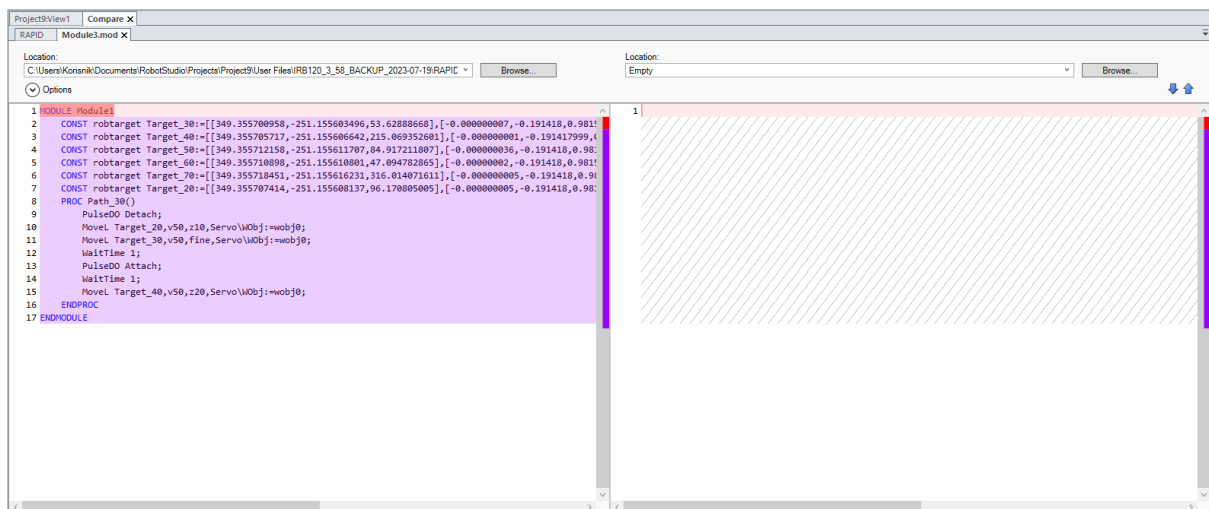
Odabir mape na lijevoj strani može se izvesti upisom cijele putanje do mape u lijevo polje Location ili odabirom mape iz standardnog prozora s pomoću gumba Browse (Slika 2.6.1.17, oznaka 1).

Odabir mape na desnoj strani može se izvesti upisom cijele putanje do mape u desno polje Location ili odabirom mape iz standardnog prozora s pomoću gumba Browse (Slika 2.6.1.17, oznaka 2).

Odmah nakon odabira obje mape uspoređuju se sadržaji mapa i datoteka. Ako postoje razlike u sadržaju mapa, odnosno u nekoj mapi ne postoje datoteke koje u drugoj postoje, tada se takve datoteke prikazuju ljubičastom bojom u nazivu datoteke (Slika 2.6.1.17, oznake 5). Ako postoje razlike u sadržaju datoteka istog naziva, tada se takve datoteke prikazuju crvenom bojom u nazivu datoteke (Slika 2.6.1.17, oznake 4). Sve podmape u kojima se nalaze datoteke s različitim sadržajem ili neke datoteke nedostaju prikazuju se crvenom bojom u nazivu mape (Slika 2.6.1.17, oznaka 3).

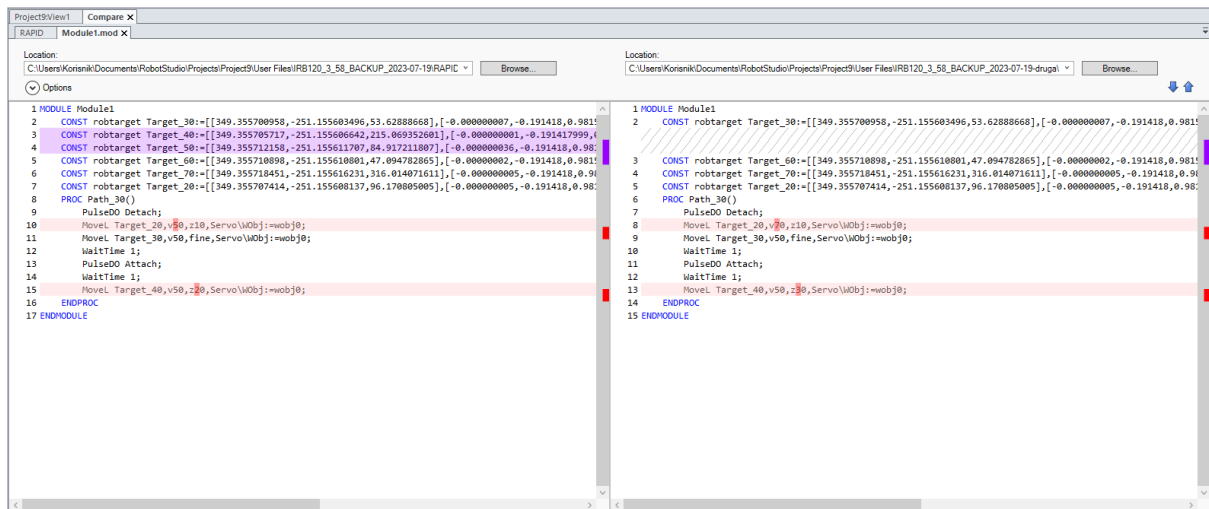
Iz ovog prozora moguće je usporediti sadržaj datoteka. Dvostrukim klikom mišem na odabranu datoteku (na lijevoj ili desnoj strani) pokraj kartice Compare folder prikazat će se kartica s nazivom datoteke čiji se sadržaj uspoređuje u odabranim mapama.

Ako se za usporedbu sadržaja datoteka odabere datoteka koja na drugoj strani prozora ne postoji, odnosno ako se odabere datoteka koja je prikazana ljubičastom bojom, na onoj strani na kojoj ne postoji odabrana datoteka prikazat će se prazan sadržaj, a na onoj strani na kojoj se nalazi odabrana datoteka prikazat će se sadržaj na pozadini ljubičaste boje (Slika 2.6.1.18).



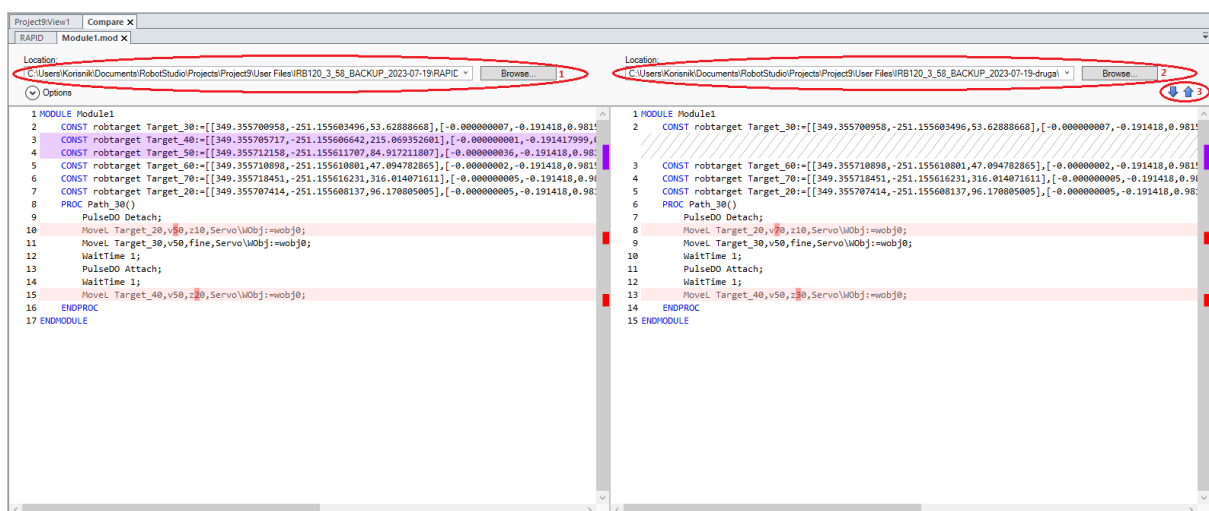
Slika 2.6.1.18 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare files

Ako se za usporedbu sadržaja datoteka odabere datoteka koja postoji na obje strane, odnosno ako se odabere datoteka koja je prikazana crvenom bojom, sadržaj koji postoji na jednoj strani, a ne postoji na drugoj strani prikazat će se na pozadini ljubičaste boje, a sadržaj koji se razlikuje u određenim linijama na obje strane prikazat će se na pozadini transparentne crvene boje, a različiti znakovi u takvim različitim linijama prikazat će se na pozadini crvene boje (Slika 2.6.1.18).



Slika 2.6.1.19 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare files #2

Funkcija **Compare files** (unutar funkcije **Compare**) pokraj centralnog prozora *Project View* u obliku kartice otvara se prozor Compare (Slika 2.6.1.20) s potkaticom File compare kojoj se nakon odabira prve datoteke mijenja naslov u naziv odabrane datoteke.



Slika 2.6.1.20 RobotStudio - izbornik RAPID - prozor Compare files #3

Prozor File Compare podijeljen je u dva dijela. Lijevo se nalazi prva odabrana datoteka s računala. Desno se nalazi druga odabrana datoteka na računalu.



Odabir datoteke na lijevoj strani može se izvesti upisom cijele putanje s nazivom datoteke u lijevo polje Location ili odabirom datoteke iz standardnog prozora s pomoću gumba Browse (Slika 2.6.1.20, oznaka 1).

Odabir datoteke na desnoj strani može se izvesti upisom cijele putanje s nazivom datoteke u desno polje Location ili odabirom datoteke iz standardnog prozora s pomoću gumba Browse (Slika 2.6.1.20, oznaka 2).

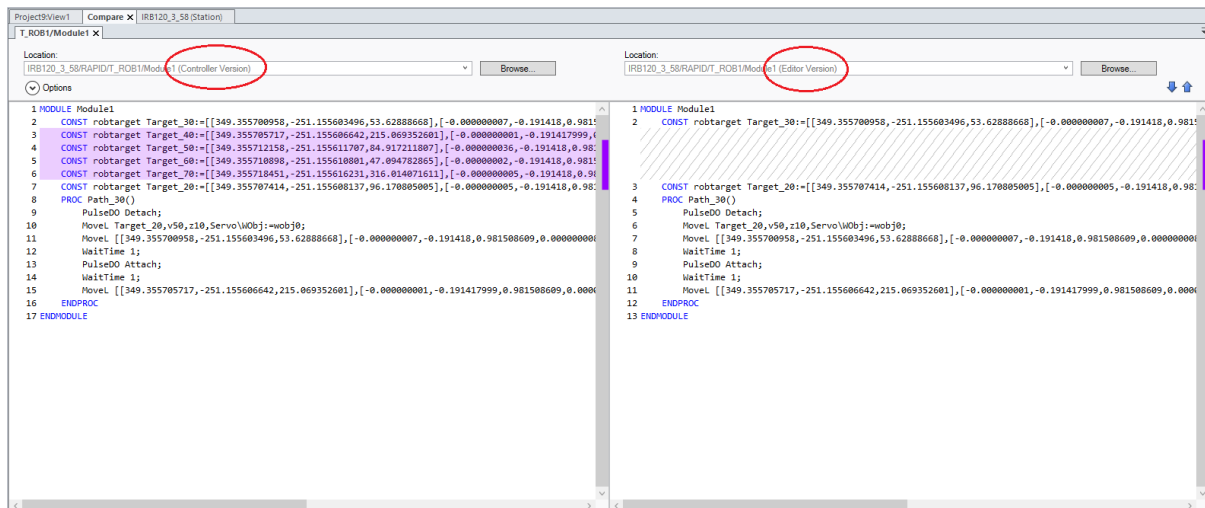
Odmah nakon odabira obje datoteke uspoređuju se sadržaji odabranih datoteka. Sadržaj koji postoji na jednoj strani, a ne postoji na drugoj strani prikazat će se na pozadini ljubičaste boje, a sadržaj koji se razlikuje u određenim linijama na obje strane prikazat će se na pozadini



transparentne crvene boje, a različiti znakovi u takvim različitim linijama prikazat će se na pozadini crvene boje.

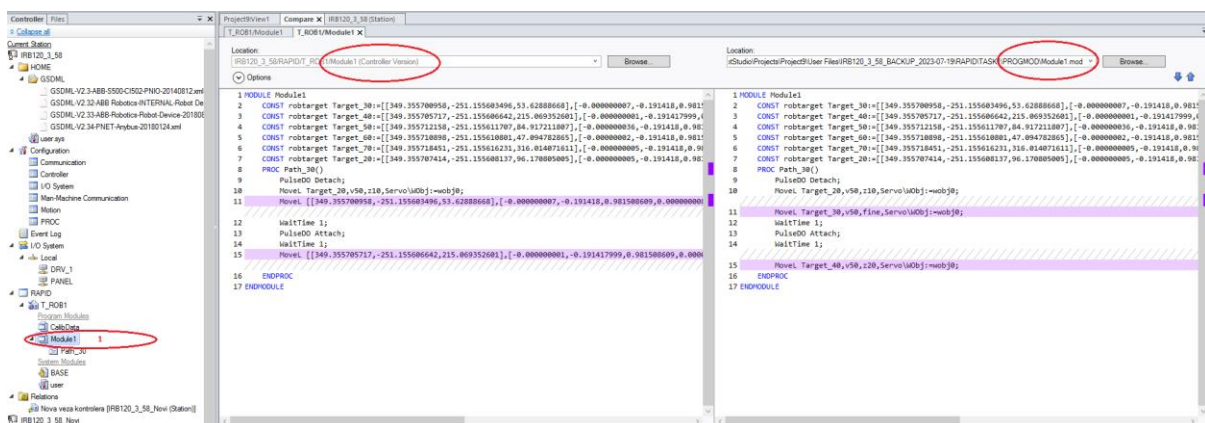
Gumbi   (Slika 2.6.1.20, oznaka 3) koriste se za prijelaz na sljedeću (niže, dolje) ili prethodnu (više, gore) različitost u sadržaju između odabranih datoteka.

Funkcija **Controller Version and Editor** (unutar funkcije **Compare**) dostupna je kada je otvoren prozor za uređivanje datoteke (Editor) i prikazuje usporedbu sadržaja programske datoteke otvorene u Editoru sa sadržajem iste datoteke spremljene na kontroleru. U kartici Compare otvara se potkartica s nazivom datoteke (Slika 2.6.1.21) i istim funkcionalnostima kao funkcija **Compare Files**.



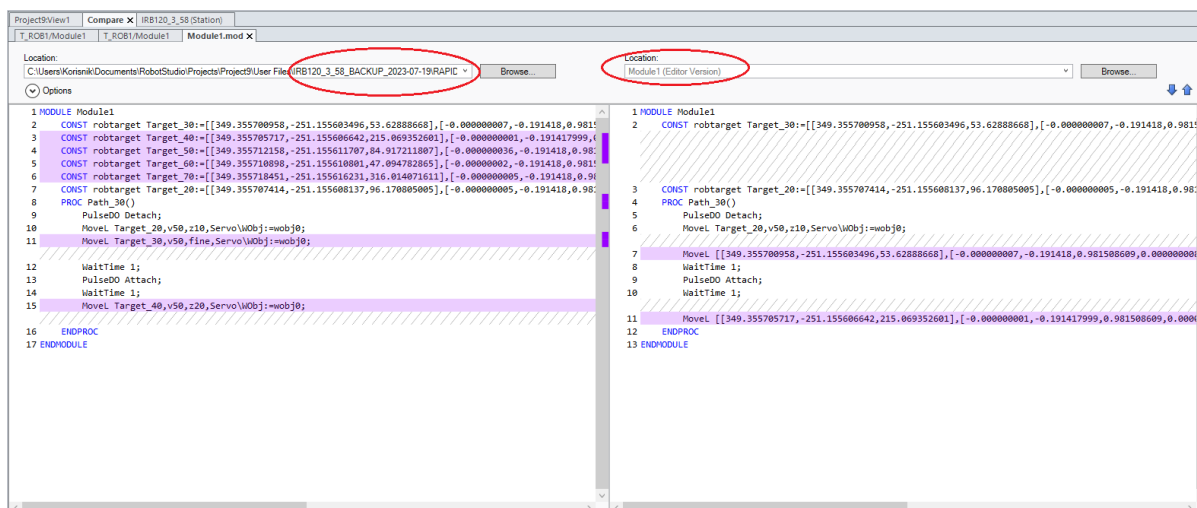
Slika 2.6.1.21 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare files – Controller Version and Editor

Funkcija **Controller Version and File** (unutar funkcije **Compare**) dostupna je kada je na prozoru Controller u stablu Current Station odabran element koji predstavlja datoteku na kontroleru (Slika 2.6.1.22, oznaka 1) i prikazuje usporedbu sadržaja programske datoteke spremljene na kontroleru sa sadržajem odabrane datoteke s računala. U kartici Compare otvara se potkartica s nazivom datoteke (Slika 2.6.1.22) i istim funkcionalnostima kao funkcija **Compare Files**.



Slika 2.6.1.22 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare files – Controller Version and File

Funkcija **Editor and File** (unutar funkcije **Compare**) dostupna je kada je otvoren prozor za uređivanje datoteke (Editor) i prikazuje usporedbu sadržaja programske datoteke otvorene u Editoru sa sadržajem iste datoteke s računala. U kartici Compare otvara se potkartica s nazivom datoteke (Slika 2.6.1.23) i istim funkcionalnostima kao funkcija **Compare Files**.

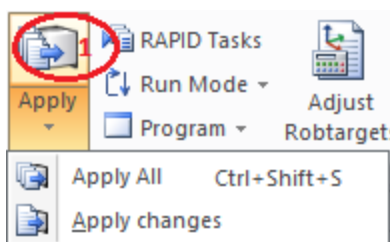


Slika 2.6.1.23 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare files – Editor and File

### 2.6.1.5 Grupa Controller

Grupa Controller sadrži funkcije za upravljanje radom programa RAPID na kontroleru. Grupa sadrži nekoliko funkcija: Apply, RAPID Tasks, Run Mode, Program, Adjust Robtargets i Modify Position.

Funkcija **Apply** koristi se za sinkronizaciju promjena u prozoru za uređivanje (engl. *editor*) s kontrolerom te omogućuje apliciranje (prijenos) promjena na svim modulima u prozoru za uređivanje ili samo odabranog modula na virtualni ili stvarni robotski kontroler. Funkcija je složena (Slika 2.6.1.24) i sadrži dvije podfunkcije: Apply All i Apply changes.



Slika 2.6.1.24 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Apply

Funkcija **Apply All** (unutar funkcije **Apply**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.6.1.24, oznaka 1) osnovne funkcije **Apply**. Pokretanjem te funkcije izvršava se apliciranje (prijenos) svih promjena na otvorenim modulima u prozorima za



uređivanje s aktivnim kontrolerom (virtualnim ili robotskim) projekta. Prilikom prijenosa svih promjena na kontroler provodi se i sintaktička provjera programskog koda RAPID. Statusi provjere programskog koda vidljivi su ispod centralnog prozora Project View na prozoru (u obliku kartice) Output (Slika 2.6.1.25).

Controller Status	Output	RAPID Watch	Search Results	Simulation Watch	RAPID Call Stack	RAPID Breakpoints	Time	Category
	Show messages from: All messages							
	Check program started: IRB120_3_58/RAPID/T_ROB1						8.8.2023. 11:21:49	General
	IRB120_3_58/RAPID/T_ROB1/Module1(10.9): Reference error(130): Reference to unknown procedure WaitTme.						8.8.2023. 11:21:49	General
	Checked: IRB120_3_58/RAPID/T_ROB1: 1 semantic errors. <b>1</b>						8.8.2023. 11:21:49	RAPID
	IRB120_3_58 (Station): 10063 - Module has been edited						8.8.2023. 11:21:49	Event Log
	Check program started: IRB120_3_58/RAPID/T_ROB1						8.8.2023. 11:49:30	General
	Checked: IRB120_3_58/RAPID/T_ROB1: No errors. <b>2</b>						8.8.2023. 11:49:30	General
	IRB120_3_58 (Station): 10063 - Module has been edited						8.8.2023. 11:49:30	Event Log

Slika 2.6.1.25 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Output

Ako prilikom provjere programskog koda ima sintaktičkih pogrešaka, na prozoru Output prikazuje se naziv modula, linija (broj reda), znak (broj znaka) gdje je identificirana sintaktička greška te broj i opis pogreške (Slika 2.6.1.25, oznaka 1). Ako prilikom provjere programskog koda nema sintaktičkih pogrešaka, na prozoru Output prikazuje se naziv programa te poruka „Nema pogrešaka” („No errors”) (Slika 2.6.1.25, oznaka 2).

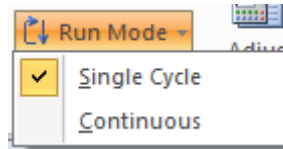
Funkcija **Apply changes** (unutar funkcije **Apply**) provodi apliciranje (prijenos) promjena na otvorenom modulu u prozoru za uređivanje s aktivnim kontrolerom (virtualnim ili robotskim) projekta. Prilikom prijenosa promjena na kontroler provodi se i sintaktička provjera programskog koda RAPID. Statusi provjere programskog koda vidljivi su ispod centralnog prozora Project View na prozoru (u obliku kartice) Output (Slika 2.6.1.25).

Funkcija **RAPID Tasks** koristi se za tablični prikaz svih zadataka, odnosno programa na kontroleru. Pokretanjem te funkcije pokraj centralnog prozora Project View u obliku kartice otvara se prozor Tasks (Slika 2.6.1.26).

Task Name	Type	Mechanical Unit	Run Mode	State	Trust Level	Program Name	Module Name	Routine Name	Task in Foreground
T_ROB1	Normal	ROB_1	Single Cycle	Ready	None				

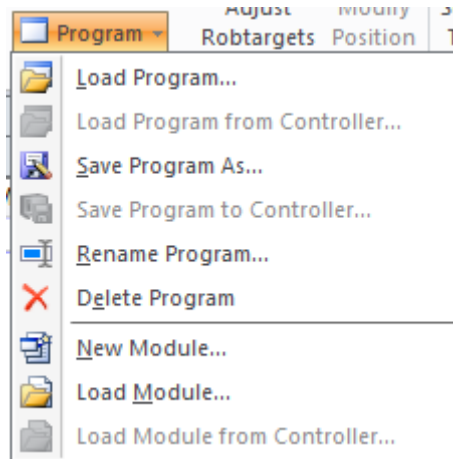
Slika 2.6.1.26 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Tasks

Funkcija **Run Mode** koristi se za prilagodbu načina izvođenja programa (zadatka/task) na kontroleru (Slika 2.6.1.27). Omogućene su dvije opcije: Single Cycle (program će se izvesti jednom) i Continuous (program će se izvoditi neprestano, odnosno nakon izvođenja posljednje naredbe u programu program se ponovno pokreće od početka).



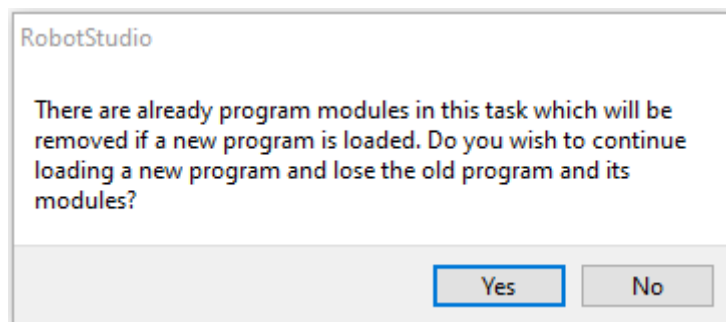
Slika 2.6.1.27 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija (opcije) Run Mode

Funkcija **Program** koristi se za upravljanje (spremanje, učitavanje, promjena naziva) programskim datotekama. Funkcija je složena (Slika 2.6.1.28) i sadrži nekoliko podfunkcija: Load Program, Load Program from Controller, Save Program As, Save Program to Controller, Rename Program, Delete Program, New Module, Load Module i Load Module from Controller.



Slika 2.6.1.28 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Program

Funkcija **Load Program** (unutar funkcije **Program**) izvršava učitavanje programa spremljenog na računalu. Pokretanjem te funkcije ako u RAPID-u već postoji neki program, prikazat će se dijaloški prozor s informacijom o brisanju starog programa i njegovih modula u slučaju nastavka učitavanja novog programa (Slika 2.6.1.29).

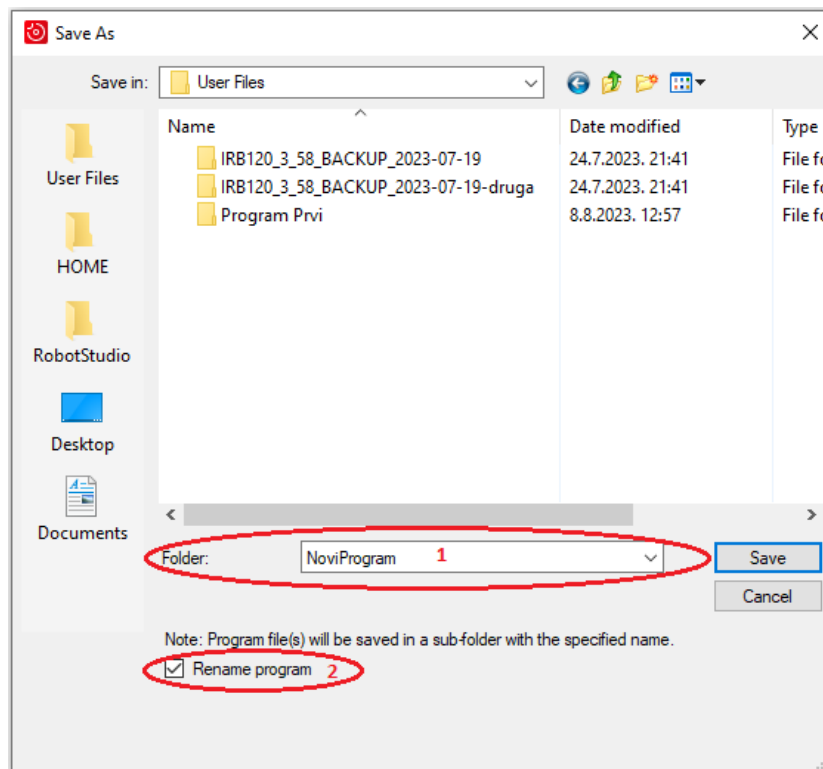


Slika 2.6.1.29 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija Load Program – dijaloški prozor prije učitavanja

Ako se na dijaloškom prozoru kline na gumb **Yes**, izvršiti će se brisanje starog programa i njegovih modula i otvaranje standardnog prozora operacijskog sustava Open kojim je dopušteno otvaranje programskih datoteka RAPID IRC5 Program files (\*.pgf) ili S4 Program files (\*.prg) s pozicioniranom mapom User Files unutar mape otvorenog projekta. Nakon odabira programa spremljenog u nekoj mapi na računalu otvara se prozor Synchronize to Station (vidi poglavlje 2.6.1.1).

Funkcija **Load Program from Controller** (unutar funkcije **Program**) izvršava učitavanje programa spremljenog na robotskom kontroleru. Funkcija nije omogućena za virtualni kontroler.

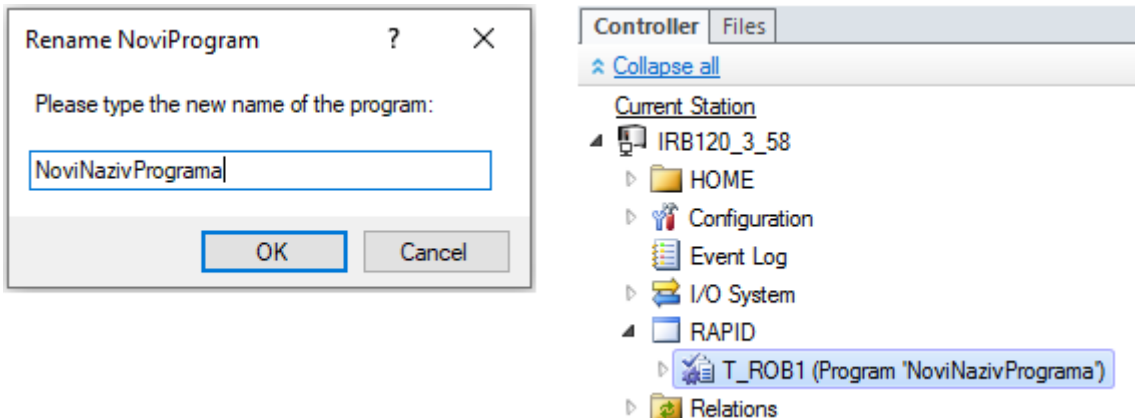
Funkcija **Save Program As** (unutar funkcije **Program**) izvršava spremanje programa RAPID s radne stanice na računalo. Pokretanjem te funkcije otvoriće se standardni Save As (Slika 2.6.1.30) prozor operacijskog sustava kojim je dopušteno spremanje programskih datoteka RAPID u novu programsku mapu (engl. *folder*) (Slika 2.6.1.30, oznaka 1) te promjena naziva programa (Slika 2.6.1.30, oznaka 2), a osnovna pozicija mape jest mapa User Files unutar mape otvorenog projekta.



Slika 2.6.1.30 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija Save Program As – prozor Save As

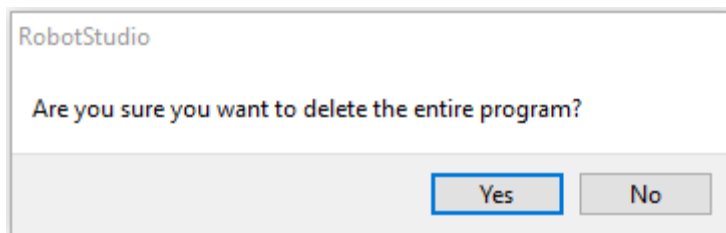
Funkcija **Save Program to Controller** (unutar funkcije **Program**) izvršava spremanje programa RAPID s radne stanice na robotski kontroler. Funkcija nije omogućena za virtualni kontroler.

Funkcija **Rename Program** (unutar funkcije **Program**) izvršava promjenu naziva programa RAPID na radnoj stanici. Pokretanjem te funkcije otvoriće se prozor Rename (Slika 2.6.1.31 lijevo). Nakon upisa novog naziva programa i pokretanja gumba **OK** novi naziv programa prikazat će se na prozoru Controller (Slika 2.6.1.31 desno).



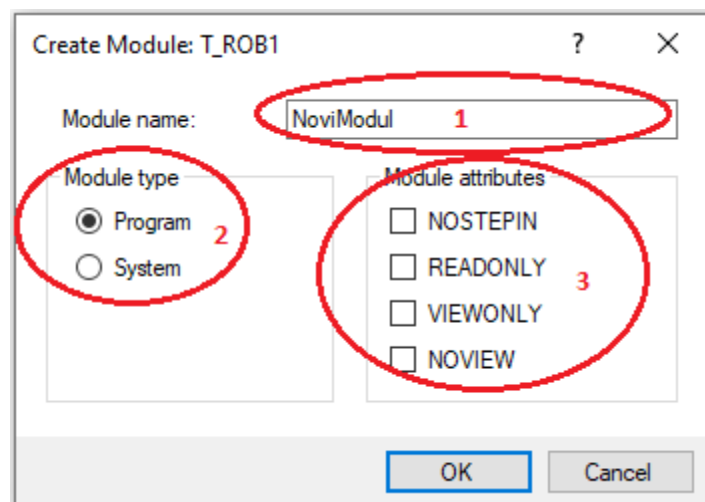
Slika 2.6.1.31 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija Rename Program – prozori Rename i Controller

Funkcija **Delete Program** (unutar funkcije **Program**) izvršava brisanje programa RAPID s radne stanice. Pokretanjem te funkcije prikazat će se dijaloški prozor s pitanjem o brisanju cijelog programa na radnoj stanici (Slika 2.6.1.32).



Slika 2.6.1.32 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija Delete Program – dijaloški prozor

Funkcija **New Module** (unutar funkcije **Program**) izvršava formiranje novog modula u programu RAPID na radnoj stanici. Pokretanjem te funkcije otvara se prozor Create Module (Slika 2.6.1.33).

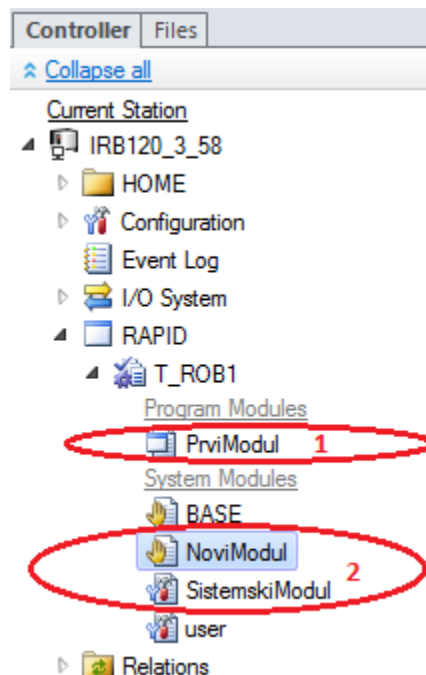


Slika 2.6.1.33 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija New Module – prozor Create Module

Na prozoru Create Module postavlja se naziv modula (Slika 2.6.1.33, oznaka 1), definira se vrsta modula (Module type) (Slika 2.6.1.33, oznaka 2) koji može biti Program (što znači da će

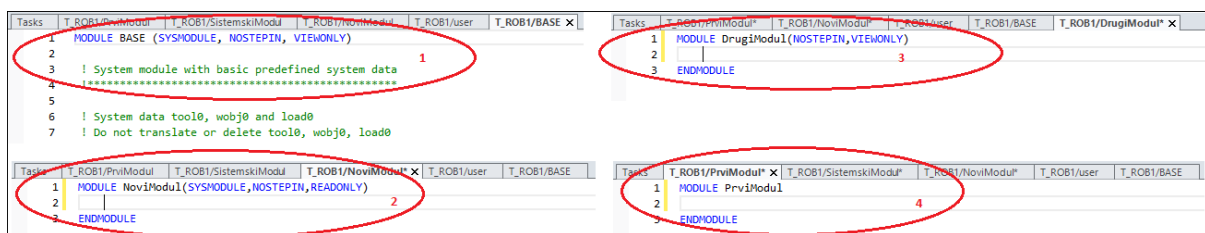
novi modul biti programski modul) te System (što znači da će novi modul biti sistemski modul) i definiraju se atributi (svojstva) novog modula (Slika 2.6.1.33, oznaka 3).

Ako se kreira novi programski modul, na prozoru Controller u stablu Current Station nalazit će se u sekciji Program Modules (Slika 2.6.1.34, oznaka 1). Ako se izradi novi sistemski modul, u stablu Current Station nalazit će se u sekciji System Modules (Slika 2.6.1.34, oznaka 2).



Slika 2.6.1.34 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Controller

Atributi (svojstva) modula (Slika 2.6.1.33, oznaka 3) nakon kreiranja postavljaju se kao argumenti u dijelu deklaracije modula. Slika 2.6.1.35 prikazuje primjere deklaracije modula.



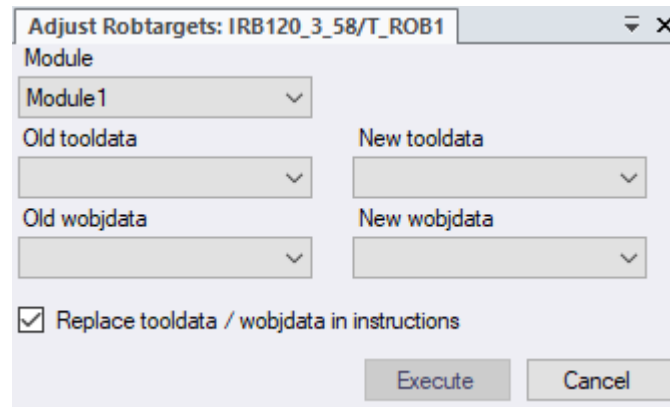
Slika 2.6.1.35 RobotStudio – primjeri deklaracije modula RAPID

Svaki sistemski modul u argumentima deklaracije modula sadrži ključnu riječ SYSMODULE (Slika 2.6.1.35, oznake 1 i 2), a deklaracija programskog modula nema posebnu ključnu riječ u argumentu kojom se definira ovaj tip modula (Slika 2.6.1.35, oznake 3 i 4). U argumentima deklaracije obje vrste modula (programskog i sistemskog) mogu biti i dodatne ključne riječi koje predstavljaju attribute (svojstva) modula: NOSTEPIN, READONLY, VIEWONLY i NOVIEWS.

Funkcija **Load Module** (unutar funkcije **Program**) izvršava učitavanje modula RAPID spremljenog na računalu. Pokretanjem te funkcije otvara se standardni prozor operacijskog sustava Open kojim je dopušteno otvaranje datoteka RAPID Modules (s nastavcima mod ili sys). Nakon odabira programa spremljenog u nekoj mapi na računalu otvara se prozor Synchronize to Station (vidi poglavlje 2.6.1.1).

Funkcija **Load Module from Controller** (unutar funkcije **Program**) izvršava učitavanje modula RAPID spremljenog na robotskom kontroleru. Funkcija nije omogućena za virtualni kontroler.

Funkcija **Adjust Robtargets** koristi se za prilagođavanje ciljnih točaka robotske ruke i alata spojenog na vrhu robotske ruke. Pokretanjem te funkcije lijevo od centralnog prozora Project View otvara se prozor Adjust Robtargets (Slika 2.6.1.36).



Slika 2.6.1.36 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Adjust Robtargets

Funkcija **Modify Position** koristi se za prilagodbu pozicije ciljne točke u Move instrukcijama u programskom kodu RAPID postavljanjem pozicije koja je trenutačna pozicija robota.

### 2.6.1.6 Grupa Test and Debug

Grupa Test and Debug sadrži funkcije za testiranje rada programa i ispravljanje pogrešaka u programu. Grupa sadrži nekoliko funkcija: Selected Tasks, Start, Step in, Step out, Step over, Stop, Check Program, Program Pointer i Breakpoint.

Funkcija **Selected Tasks** koristi se za odabir radnih zadatka (programa, *task*). Pokretanjem te funkcije otvara se padajući izbornik s mogućnošću odabira radnih zadataka (programa) koji će se izvršavati.

Funkcija **Start** koristi se za pokretanje i izvođenje odabranih radnih zadataka (programa, *tasks*). Tijekom izvođenja programa na prozorima za uređivanje programskog koda RAPID prikazuje se pozicija (kodna linija, *program pointer*) programa koja će se izvršiti (Slika 2.6.1.37, oznaka 2) te pozicija (kodna linija) koja trenutačno izvršava rad s robotskom rukom (npr. pomicanje) (Slika 2.6.1.37, oznaka 1). Nakon pokretanja programa omogućene su opcije funkcije **Stop** unutar te grupe.

```

IRB120_3_58 (Station) - [read-only] T_ROB1/Module1
1  MODULE Module1
2  ▢  CONST robtarget Target_30:=[[349.355700958,-251.155603
3  ▢  CONST robtarget Target_20:=[[349.355707414,-251.155608
4  ▢  CONST robtarget Target_40:=[[349.355705717,-251.155606
5  ▢  PROC Path_30()
6  ▢  PulseDO Detach;
7  ▢  MoveL Target_20,v50,z10,Servo\WObj:=wobj0;
8  ▢  MoveL Target_30,v50,fine,Servo\WObj:=wobj0;
9  ▢  WaitTime 1;
10 ▢  PulseDO Attach;
11 ▢  WaitTime 1;
12 ▢
13 ▢  MoveL Target_40,v50,z20,Servo\WObj:=wobj0;
14 ▢  ENDPROC
15 ▢  ENDMODULE

```

Slika 2.6.1.37 RobotStudio – uređivač programa – funkcija Step in

Funkcija **Step in** koristi se za neautomatizirani rad (izvršavanje) programa, izvršavanje liniju po liniju (korak po korak, engl. step-by-step). Pokretanje funkcija klikom miša na gumb Step in (ili pritiskom hot tipke F11 na tipkovnici) izvodi se program u kodnoj liniji na koju ukazuje trenutna program pointer (ukazivač na lokaciju izvođenja sljedeće kodne linije) (Slika 2.6.1.37, oznaka 2).

Funkcija **Step out** koristi se za automatizirano izvršavanje svih preostalih kodnih linija u trenutno radnoj rutini (proceduri ili funkciji) (Slika 2.6.1.38, oznaka 1). Potom se *program pointer* (ukazivač na lokaciju izvođenja sljedeće kodne linije) prebacuje na prvu sljedeću kodnu liniju (Slika 2.6.1.38 oznaka 2) koja je nakon kodne linije koja se izvodila kao poziv trenutne radne rutine (procedure ili funkcije). Pokretanje funkcije izvodi se klikom miša na gumb Step out (ili pritiskom hot tipke Shift + F11 na tipkovnici).

```

IRB120_3_58 (Station) - T_ROB1/Module1
1  MODULE Module1
2  ▢  CONST robtarget Target_30:=[[349.355700958,-251.1!
3  ▢  CONST robtarget Target_20:=[[349.355707414,-251.1!
4  ▢  CONST robtarget Target_40:=[[349.355705717,-251.1!
5  ▢  PROC Path_30()
6  ▢  MicanjeRobota;
7  ▢  PovratRobota;
8  ▢  ENDPROC
9  ▢  PROC MicanjeRobota()
10 ▢  PulseDO Detach;
11 ▢  MoveL Target_20,v50,z10,Servo\WObj:=wobj0;
12 ▢  MoveL Target_30,v50,fine,Servo\WObj:=wobj0;
13 ▢  WaitTime 1;
14 ▢  PulseDO Attach;
15 ▢  WaitTime 1;
16 ▢  ENDPROC
17 ▢  PROC PovratRobota()
18 ▢  MoveL Target_40,v50,z20,Servo\WObj:=wobj0;
19 ▢  ENDPROC
20 ▢  ENDMODULE

```

```

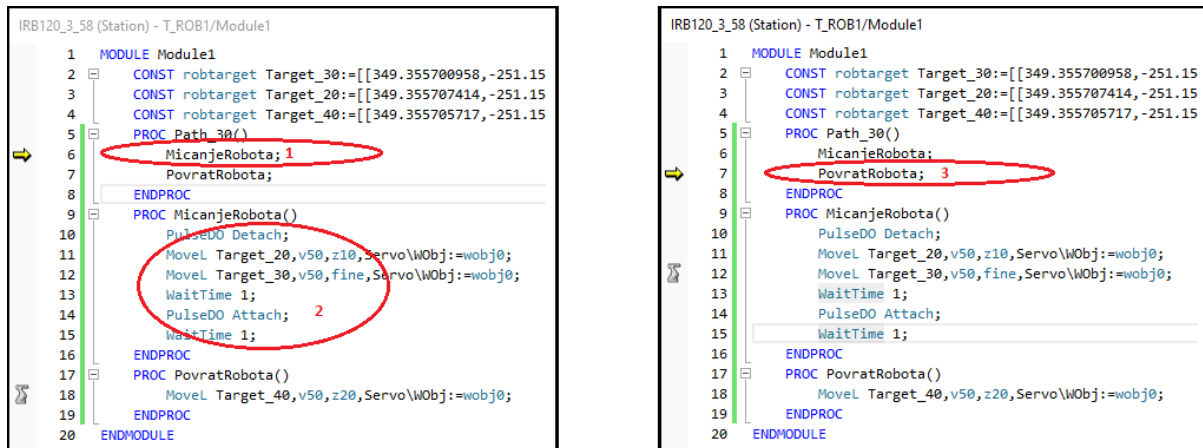
IRB120_3_58 (Station) - T_ROB1/Module1
1  MODULE Module1
2  ▢  CONST robtarget Target_30:=[[349.355700958,-251.1!
3  ▢  CONST robtarget Target_20:=[[349.355707414,-251.1!
4  ▢  CONST robtarget Target_40:=[[349.355705717,-251.1!
5  ▢  PROC Path_30()
6  ▢  MicanjeRobota;
7  ▢  PovratRobota;
8  ▢  ENDPROC
9  ▢  PROC MicanjeRobota()
10 ▢  PulseDO Detach;
11 ▢  MoveL Target_20,v50,z10,Servo\WObj:=wobj0;
12 ▢  MoveL Target_30,v50,fine,Servo\WObj:=wobj0;
13 ▢  WaitTime 1;
14 ▢  PulseDO Attach;
15 ▢  WaitTime 1;
16 ▢  ENDPROC
17 ▢  PROC PovratRobota()
18 ▢  MoveL Target_40,v50,z20,Servo\WObj:=wobj0;
19 ▢  ENDPROC
20 ▢  ENDMODULE

```

Slika 2.6.1.38 RobotStudio – uređivač programa – funkcija Step out

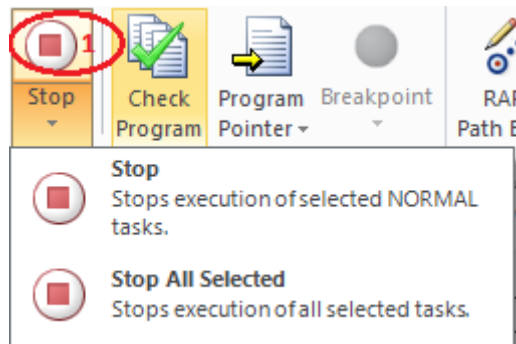


Funkcija **Step over** koristi se za automatizirano izvršavanje kodne linije na kojoj je *program pointer*. Ako je u kodnoj liniji na kojoj je *program pointer* poziv neke rutine (procedure ili funkcije) (Slika 2.6.1.39, oznaka 1), tada se automatizirano izvršava pozvana rutina (Slika 2.6.1.39 oznaka 2) i *program pointer* prebacuje se na prvu sljedeću kodnu liniju (Slika 2.6.1.39, oznaka 3) koja je nakon kodne linije koja se izvodila kao poziv rutine. Pokretanje funkcije izvodi se klikom miša na gumb Step over (ili pritiskom *hot* tipke F12 na tipkovnici).



Slika 2.6.1.39 RobotStudio – uređivač programa – funkcija Step over

Funkcija **Stop** koristi se za zaustavljanje izvođenja programa (radnih zadataka) i omogućena je samo kada se radni zadaci izvode automatizirano (to znači da su radni zadaci pokrenuti funkcijom Start ili funkcijom Step over). Funkcija je složena i sastoji se od dvije podfunkcije: Stop i Stop All Selected.



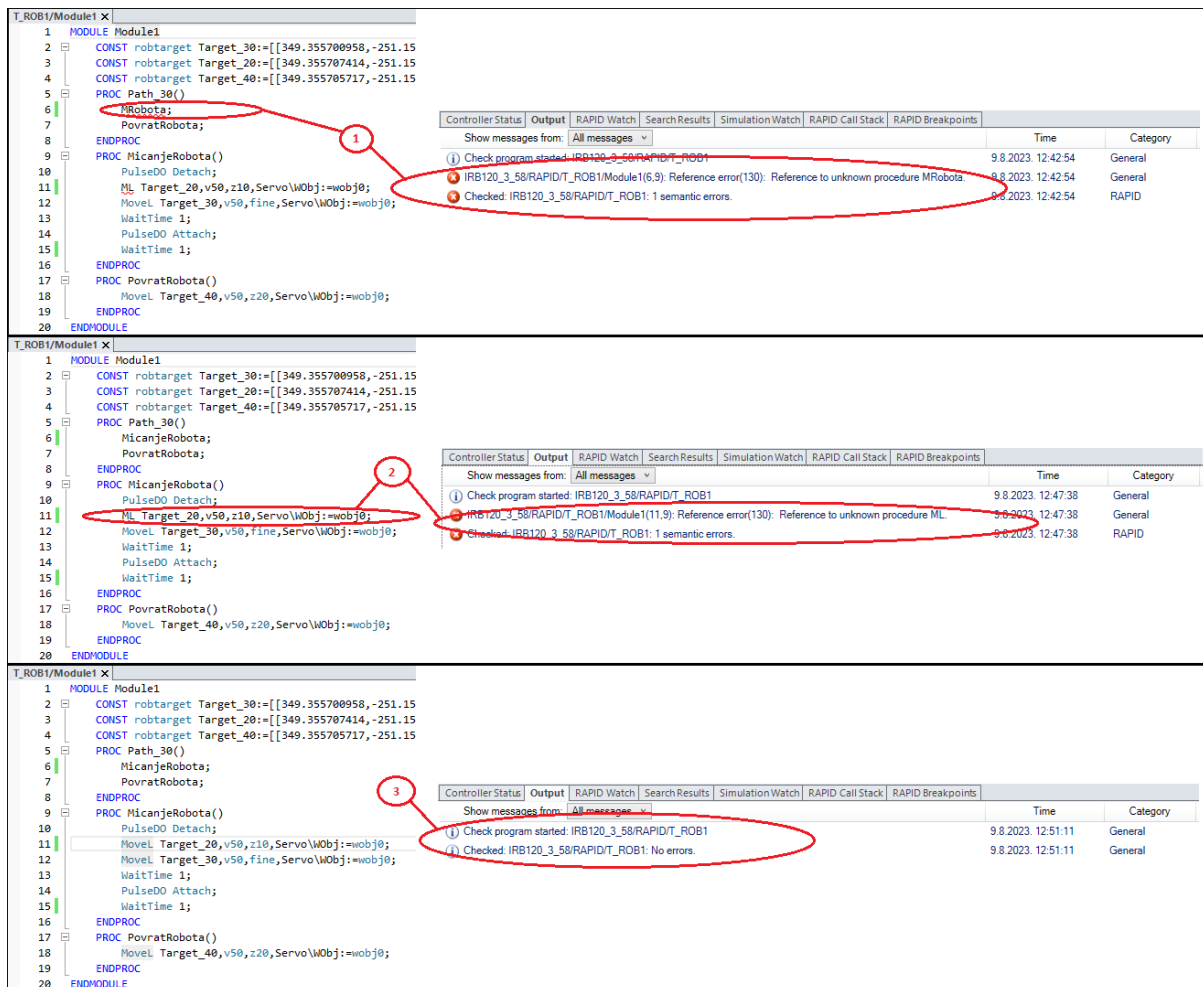
Slika 2.6.1.40 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Stop

Funkcija **Stop** (unutar funkcije **Stop**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije ili klikom miša na gornji dio (Slika 2.6.1.40, oznaka 1) osnovne funkcije **Stop**. Pokretanjem te funkcije zaustavlja se rad svih odabranih NORMAL tasks (tzv. normalnih radnih zadataka).

Funkcija **Stop All Selected** (unutar funkcije **Stop**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije čime se zaustavlja rad svih odabranih *taskova* (svih radnih zadataka).

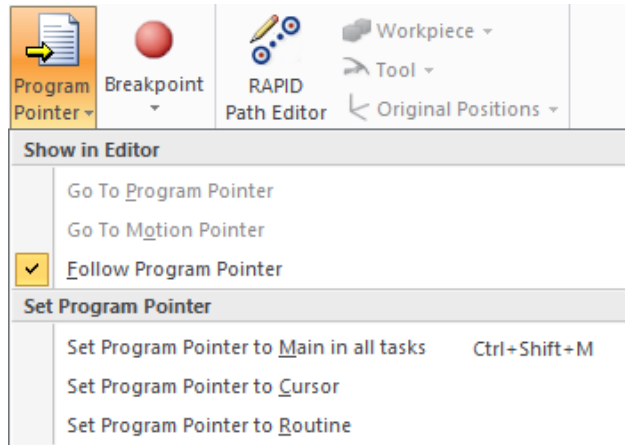


Funkcija **Check Program** koristi se za provjeru sintakse i semantike programskog koda RAPID na kontroleru. Rezultat provjere koda bit će prikazan ispod centralnog prozora Project View na prozoru Output. Ako je programski kôd bez pogrešaka, prikazat će se poruka No errors (Slika 2.6.1.41, oznaka 3), a ako u programskom kodu ima pogrešaka, prikazat će se prva pogreška (Slika 2.6.1.41, oznaka 1), pa nakon popravka druga pogreška (Slika 2.6.1.41, oznaka 2) itd.



Slika 2.6.1.41 RobotStudio – izbornik RAPID – izvršavanje funkcije Check Program

Funkcija **Program Pointer** koristi se za postavljanje programskog pokazivača te za pozicioniranje strelice u uređivaču programskog koda na poziciju programskog pokazivača i pokazivača pomicanja robota (engl. *motion pointer*). Funkcija je složena (Slika 2.6.1.42) i sastoji se od nekoliko podfunkcija: Go To Program Pointer, Go To Motion Pointer, Follow Program Pointer, Set Program Pointer to Main in all tasks, Set Program Pointer to Cursor i Set Program Pointer to Routine.



Slika 2.6.1.42 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Program Pointer

Funkcija **Go To Program Pointer** koristi se za postavljanje strelice u uređivaču programskog koda (Editor) na poziciju na kojoj se nalazi programski pokazivač.

Funkcija **Go To Motion Pointer** koristi se za postavljanje strelice u uređivaču programskog koda (Editor) na poziciju na kojoj se nalazi pokazivač pomicanja robota.

Funkcija **Follow Program Pointer** jest kvačica (engl. *check box*). Ako je kvačica uključena, strelica u uređivaču programskog koda (Editor) pratit će (slijediti) programski pokazivač.

Funkcija **Set Program Pointer to Main in all tasks** koristi se za postavljanje programskog pokazivača na početak rutine (procedure) **main** u svim radnim zadacima. Ako neki radni zadatak nema rutinu **main**, na prozoru Output prikazat će se pogreška (Slika 2.6.1.43) i programski pokazivač resetirat će se (odnosno neće biti postavljen).

Controller Status	Output	RAPID Watch	Search Results	Simulation Watch	RAPID Call Stack	RAPID Breakpoints	Time	Category
Show messages from: All messages								
✖	RAPID symbol 'main' in 'T_ROB1' was not found.						9.8.2023. 13:30:36	General
ℹ	IRB120_3_58 (Station): 10002 - Program pointer has been reset						9.8.2023. 13:30:36	Event Log

Slika 2.6.1.43 RobotStudio – izbornik RAPID – izvršavanje funkcije Set Program Pointer to Main in all tasks

Funkcija **Set Program Pointer to Cursor** koristi se za postavljanje programskog pokazivača na poziciju na kojoj se nalazi strelica u uređivaču programskog koda (Editor). Funkcija je omogućena samo kada je otvoren uređivač programskog koda (Editor) za neki programski modul i u njemu se strelica za uređivanje nalazi na nekoj lokaciji. Nakon izvođenja te funkcije na prozoru Output prikazat će se bilješka o promjeni (Slika 2.6.1.44).

Controller Status	Output	RAPID Watch	Search Results	Simulation Watch	RAPID Call Stack	RAPID Breakpoints	Time	Category
Show messages from: All messages								
ℹ	IRB120_3_58 (Station): 10149 - Program Pointer moved to routine						9.8.2023. 13:40:55	Event Log
ℹ	IRB120_3_58 (Station): 10141 - Program pointer moved to cursor						9.8.2023. 13:40:55	Event Log

Slika 2.6.1.44 RobotStudio – izbornik RAPID – izvršavanje funkcije Set Program Pointer to Cursor

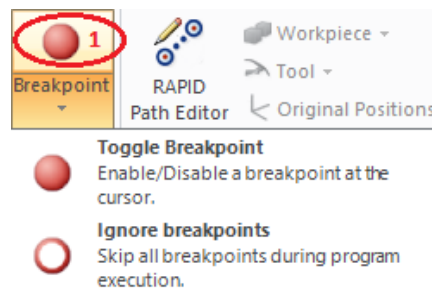
Funkcija **Set Program Pointer to Routine** koristi se za postavljanje programskog pokazivača na prvu kodnu liniju rutine (procedure) u kojoj se nalazi strelica u uređivaču programskog koda

(Editor). Funkcija je omogućena samo kada je otvoren uređivač programskog koda (Editor) za neki programski modul i u njemu se strelica za uređivanje nalazi na nekoj lokaciji. Nakon izvođenja te funkcije na prozoru Output prikazat će se bilješka o promjeni (Slika 2.6.1.45).

Controller Status	Output	RAPID Watch	Search Results	Simulation Watch	RAPID Call Stack	RAPID Breakpoints	Time	Category
Show messages from: All messages								
	IRB120_3_58 (Station): 10002 - Program pointer has been reset						9.8.2023. 13:46:38	Event Log
	IRB120_3_58 (Station): 10149 - Program Pointer moved to routine						9.8.2023. 13:46:38	Event Log

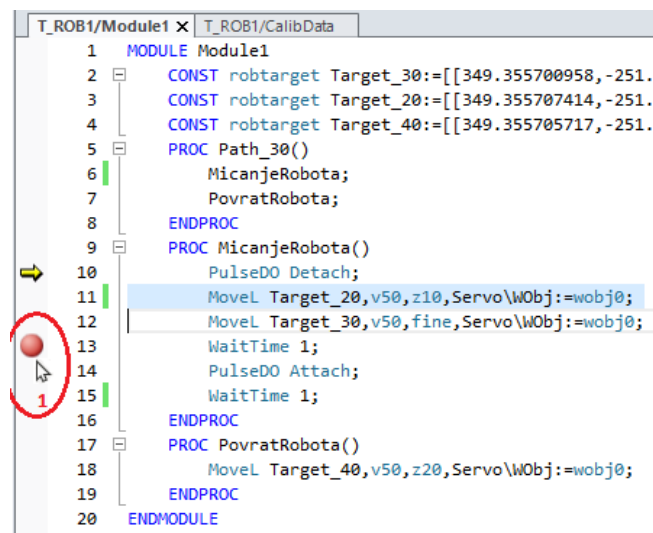
Slika 2.6.1.45 RobotStudio – izbornik RAPID – izvršavanje funkcije Set Program Pointer to Routine

Funkcija **Breakpoint** koristi se za upravljanje prekidnim točkama (engl. *breakpoint*) koje su postavljene na određenim (odabranim) linijama u programskom kodu. Funkcija je složena (Slika 2.6.1.46) i sastoji se od dvije podfunkcije: Toggle Breakpoint i Ignore breakpoints.



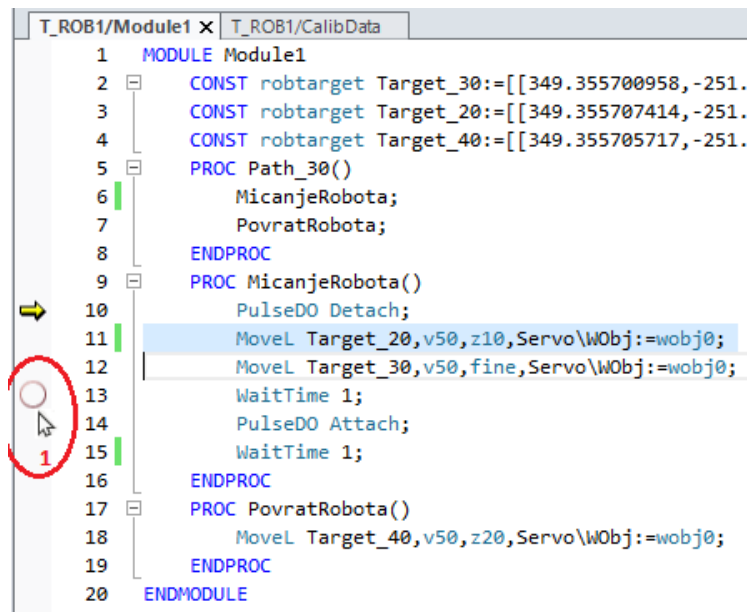
Slika 2.6.1.46 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Breakpoint

Funkcija **Toggle Breakpoint** (unutar funkcije **Breakpoint**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije, klikom miša na gornji dio (Slika 2.6.1.46, oznaka 1) osnovne funkcije **Breakpoint**, pritiskom *hot* tipke F9 na tipkovnici ili klikom miša lijevo od broja kodne linije u uređivaču programskog koda (Slika 2.6.1.47 oznaka 1). Funkcija se koristi za postavljanje ili uklanjanje prekidne točke u programskom kodu i omogućena je kada je fokus na prozoru za uređivanje programskog koda u nekoj (odabranoj) kodnoj liniji. Prilikom izvođenja programa (funkcija **Start**) izvođenje će stati na pozicijama na kojima su postavljene točke prekida.



Slika 2.6.1.47 RobotStudio – izbornik RAPID – izvođenje funkcije Toggle Breakpoint

Funkcija **Ignore Breakpoints** (unutar funkcije **Breakpoint**) izvodi se klikom miša na naziv funkcije. Funkcija se koristi za ignoriranje postojanja točaka prekida u programskom kodu (Slika 2.6.1.48, oznaka 1). Prilikom izvođenja programa (funkcija **Start**) izvođenje neće stati na pozicijama na kojima su postavljene točke prekida, nego će normalno nastaviti s radom kao da ne postoje točke prekida.



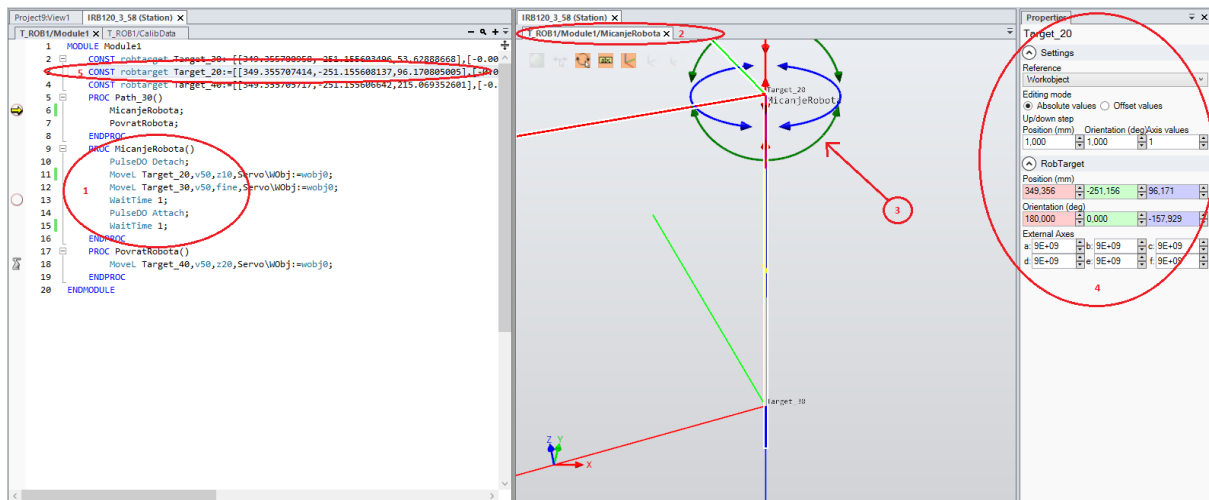
```
1  MODULE Module1
2  CONST robtarget Target_30:=[[349.355700958,-251.:
3  CONST robtarget Target_20:=[[349.355707414,-251.:
4  CONST robtarget Target_40:=[[349.355705717,-251.:
5  PROC Path_30()
6  MicanjeRobota;
7  PovratRobota;
8  ENDPROC
9  PROC MicanjeRobota()
10 PulseDO Detach;
11 MoveL Target_20,v50,z10,Servo\WObj:=wobj0;
12 MoveL Target_30,v50,fine,Servo\WObj:=wobj0;
13 WaitTime 1;
14 PulseDO Attach;
15 WaitTime 1;
16 ENDPROC
17 PROC PovratRobota()
18 MoveL Target_40,v50,z20,Servo\WObj:=wobj0;
19 ENDPROC
20 ENDMODULE
```

Slika 2.6.1.48 RobotStudio – izbornik RAPID – izvođenje funkcije Ignore Breakpoints

### 2.6.1.7 Grupa Path Editor

Grupa Path Editor sadrži funkcije za ažuriranje (prilagođavanje) putanja micanja robotske ruke. Sadrži nekoliko funkcija: RAPID Path Editor, Workpiece, Tool i Original Positions.

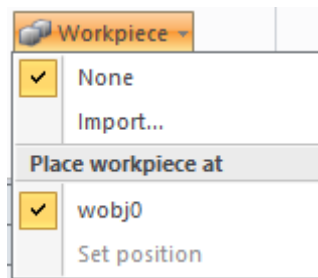
Funkcija **RAPID Path Editor** koristi se za prilagođavanje načina gibanja i pozicija ciljnih točaka koje čine putanju gibanja robota u programu RAPID. Pokretanjem te funkcije desno od otvorenog uređivača programskog koda (Editor) otvaraju se prozori: ciljne točke (engl. *targets*) odabrane rutine programa i svojstva (Properties) odabrane ciljne točke (Slika 2.6.1.49).



Slika 2.6.1.49 RobotStudio – izbornik RAPID – izvođenje funkcije RAPID Path Editor

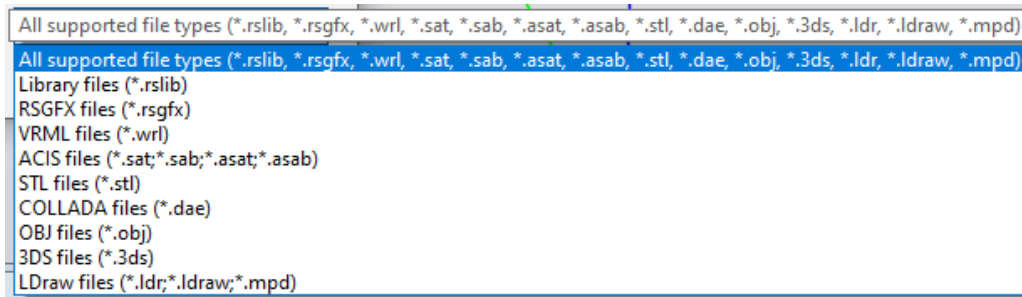
Nakon pozicioniranja strelice u uređivaču programskog koda na određenu poziciju, npr. na poziciju unutar rutine (procedure) *MicanjeRobota* (Slika 2.6.1.49, oznaka 1), na prozoru s ciljnim točkama prikazuju se sve ciljne točke koje se nalaze u odabranoj rutini (Slika 2.6.1.49, oznaka 2). Na prozoru s ciljnim točkama moguće je kliknuti mišem na određenu ciljnu točku (čime će se izvršiti odabir ciljne točke (Slika 2.6.1.49, oznaka 3), a na prozoru Properties prikazat će se svojstva (parametri) odabrane ciljne točke (Slika 2.6.1.49, oznaka 4). Nakon prilagodbe parametara pozicije i orijentacije ciljne točke ažurirat će se vrijednosti u deklaraciji odabrane (prilagođene) ciljne točke (Slika 2.6.1.49, oznaka 5).

Funkcija **Workpiece** koristi se za postavljanje elementa koji se obrađuje. Funkcija je složena i sastoji se od nekoliko elemenata: kvačice (engl. *checkbox*) *None*, funkcije *Import* te grupe *Place workpiece at* s kvačicom *wobj0* i funkcijom *Set position*. Zadano su uključene kvačice *None* i *wobj0*, a funkcija *Set position* (Slika 2.6.1.50) onemogućena je.



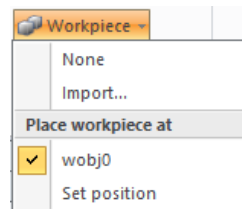
Slika 2.6.1.50 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Workpiece

Funkcija **Import** koristi se za uvoz elementa koji se obrađuje (geometrija) iz neke datoteke na računalo. Pokretanjem funkcije *Import* otvara se standardni prozor operacijskog sustava za otvaranje datoteka na kojemu je omogućeno otvaranje (uvoz) raznih vrsta datoteka (Slika 2.6.1.51).



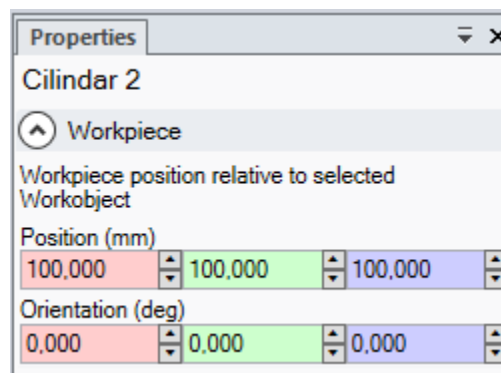
Slika 2.6.1.51 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija Import – podržane vrste datoteke

Nakon uspješnog uvoza elementa koji se obrađuje na padajućem izborniku Workpiece omogućena je funkcija **Set position** i kvačica **None** isključena je (Slika 2.6.1.52).



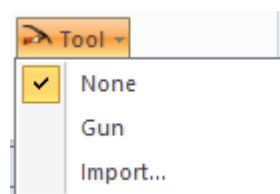
Slika 2.6.1.52 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Workpiece #2

Osnovna pozicija elementa koji se obrađuje postavljena je na poziciju elementa wobj0 (osnovni radni element). Pokretanjem funkcije **Set position** na prozoru Properties prikazuju se polja za postavljanje pozicije i orijentacije uvezenog elementa koji se obrađuje (Slika 2.6.1.53).



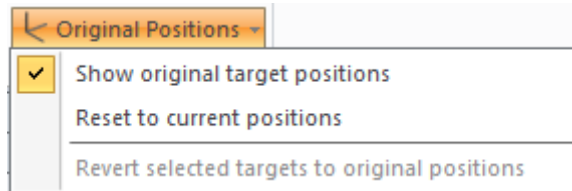
Slika 2.6.1.53 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Properties

Funkcija **Tool** koristi se za postavljanje radnog alata. Složena je i sastoji se od tri elementa: kvačice None, kvačice Gun i funkcije Import. Zadano je uključena kvačica None (Slika 2.6.1.54).



Slika 2.6.1.54 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Tool

Funkcija **Original Positions** koristi se za prilagodbu (postavljanje novih vrijednosti, vraćanje na stare vrijednosti) pozicija ciljnih točaka gibanja robota. Funkcija je složena i sastoji se od tri elementa (Slika 2.6.1.55): kvačice Show original target positions (koja je zadano uključena), funkcije Reset to current positions i funkcije Revert selected targets to original positions.



Slika 2.6.1.55 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Original Positions

## 2.6.2 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Opišite mogućnosti izbornika RAPID.
2. Objasnite razliku između funkcija Synchronize to RAPID i Synchronize to Station unutar funkcije Synchronize u izborniku RAPID.
3. Objasnite mogućnosti i svrhu upotrebe funkcije Format u izborniku RAPID.
4. Objasnite svrhu upotrebe funkcije Save Selection as Snippet unutar funkcije Snippet u izborniku RAPID.
5. Objasnite svrhu upotrebe funkcije Find All References unutar funkcije Find/Replace u izborniku RAPID.
6. Objasnite mogućnosti i svrhu upotrebe funkcije Compare u izborniku RAPID.
7. Objasnite mogućnosti i svrhu upotrebe složene funkcije Program u izborniku RAPID.
8. Objasnite razloge korištenja funkcije Adjust Robotargets u izborniku RAPID.
9. Objasnite razlike u korištenju funkcija Step in, Step out i Step over u izborniku RAPID.
10. Opišite svrhu upotrebe i rezultate rada funkcije Check Program u izborniku RAPID.
11. Objasnite mogućnosti složene funkcije Program Pointer u izborniku RAPID.
12. Objasnite mogućnosti složene funkcije Breakpoint u izborniku RAPID.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Za komentiranje programskog koda u izborniku RAPID koristi se funkcija:
  - a. Delimiter
  - b. Comment
  - c. Uncomment
2. Za pomicanje kodnih linija za četiri znaka udesno koristi se funkcija:
  - a. Indent
  - b. Unindent
  - c. Uncomment
3. Za pomicanje kodnih linija za četiri znaka ulijevo koristi se funkcija:
  - a. Indent

- b. Unindent
  - c. Comment
4. Za koliko će se znakova i u kojem smjeru pomaknuti kodna linija korištenjem funkcije Indent?
    - a. dva znaka udesno
    - b. četiri znaka udesno
    - c. dva znaka ulijevo
    - d. četiri znaka ulijevo
  5. Za koliko će se znakova i u kojem smjeru pomaknuti kodna linija korištenjem funkcije Unindent?
    - a. dva znaka udesno
    - b. četiri znaka udesno
    - c. dva znaka ulijevo
    - d. četiri znaka ulijevo
  6. Koja se tipkovnička kratica može koristiti za izvođenje funkcije Cut?
    - a. Ctrl + C
    - b. Alt + C
    - c. Ctrl + X
    - d. Shift + X
  7. Koja se tipkovnička kratica može koristiti za izvođenje funkcije Copy?
    - a. Ctrl + C
    - b. Alt + C
    - c. Ctrl + X
    - d. Shift + C
  8. Koja se tipkovnička kratica može koristiti za izvođenje funkcije Paste?
    - a. Ctrl + C
    - b. Ctrl + V
    - c. Alt + V
    - d. Shift + X
  9. Za dodavanje komadića programskog koda koristi se funkcija:
    - a. Instruction
    - b. Snippet
    - c. Function
  10. Za dodavanje instrukcija za robota i/ili kontroler u izborniku RAPID koristi se funkcija:
    - a. Procedure
    - b. Function
    - c. Instruction
    - d. Snippet
  11. Koja se tipkovnička kratica može koristiti za izvođenje funkcije Find u izborniku RAPID?
    - a. Ctrl + C
    - b. Alt + P
    - c. Ctrl + F
    - d. Shift + F
  12. Koja se tipkovnička kratica može koristiti za izvođenje funkcije Replace u izborniku RAPID?
    - a. Ctrl + R
    - b. Alt + R



- c. Ctrl + F
  - d. Ctrl + H
13. Za prijenos promjena iz aktivnoga programskog modula na kontroler u izborniku RAPID koristi se funkcija:
- a. Send changes
  - b. Apply changes
  - c. Set changes
14. Za učitavanje programa spremljenog na računalu u kontroler koristi se funkcija:
- a. Load Program
  - b. Read Program
  - c. Put Program
  - d. Set Program
15. Za neautomatizirano izvršavanje programa, izvršavanje liniju po liniju koristi se funkcija:
- a. Step out
  - b. Step in
  - c. Step by step
16. Za izvršavanje preostalih kodnih linija u trenutačno radnoj rutini koristi se funkcija:
- a. Step all
  - b. Step in
  - c. Step out
17. Za postavljanje strelice u uređivaču programskog koda (Editor) na poziciju na kojoj se nalazi pokazivač micanja robota koristi se funkcija:
- a. Go To Program Pointer
  - b. Go To Motion Pointer
  - c. Follow Program Pointer
18. Koja se funkcija izbornika RAPID koristi za sinkronizaciju radne stanice s programom RAPID?
- a. Synchronize to Station
  - b. Synchronize to RAPID
19. Koja se funkcija izbornika RAPID koristi za sinkronizaciju programa RAPID s radnom stanicom?
- a. Synchronize to Station
  - b. Synchronize to RAPID

### **2.6.3 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 2.7 Izbornik Add-Ins

Nastavna jedinica Izbornik Add-Ins opisuje sve funkcije koje su dostupne u izborniku Add-Ins, te način i svrhu njihova korištenja. Prikazuje se općeniti opis ovog izbornika te funkcije: Gallery, Install i Gearbox Heat.

Cilj je nastavne jedinice objasniti (opisati) način rada svih funkcija navedenog izbornika.

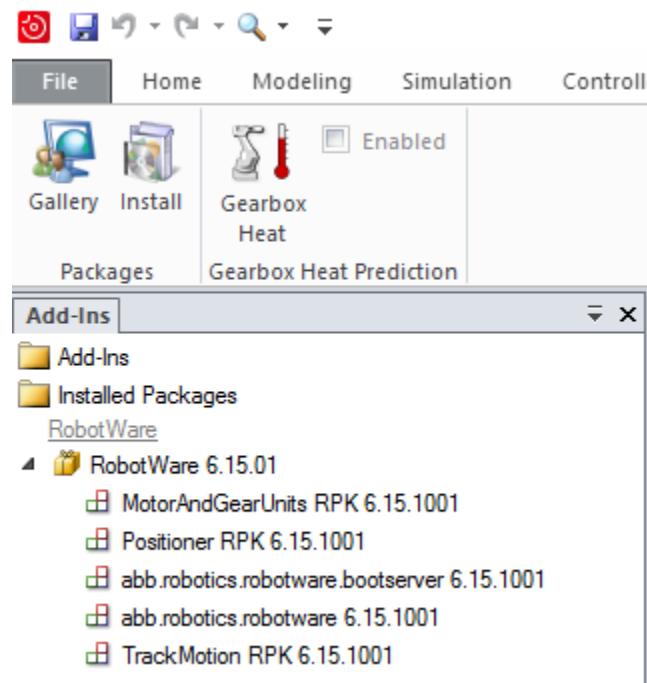
Svrha je nastavne jedinice omogućiti čitatelju brz i jednostavan dolazak do informacije o načinu i razlozima korištenja pojedinih funkcija navedenog izbornika.

### Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:

- Opisati strukturu i raspored funkcionalnosti izbornika programskog alata za offline programiranje industrijskog robota

### 2.7.1 Osnovni koncepti

Izbornik Add-Ins (Slika 2.7.1.1) sadrži opcije za instalaciju paketa (dodataka) za softver RobotStudio. Uključuje opcije: Gallery, Install te Gearbox Heat.



Slika 2.7.1.1 RobotStudio – izbornik Add-Ins

- Opcija **Gallery** koristi se za pregled dostupnih dodataka za softver RobotStudio i robotski softver (RobotWare) te preuzimanje i/ili instalaciju odabranog dodatka. Tako na primjer dodatak RS Add-In Equipment Builder 2020.1 služi za modeliranje (izradu) opreme (npr. palete, prozori, stolovi itd.) na radnoj stanici. Taj dodatak postaviti

će novu opciju (funkciju) u izbornik Modeling u grupu Create čime će se omogućiti stvaranje objekata koje dodatak nudi.

Nakon odabira dodatka na popisu u obliku kartica desno od popisa pokazuje se dodatni (prošireni opis) odabranog dodatka te je omogućen gumb Add i poveznica Download file.

Klikom na poveznicu Download file preuzet će se odabrani paket na računalo u mapu korisnika Download (npr. C:\Users\Korisnik\Downloads).

Klikom na gumb Add preuzet će se odabrani dodatak i provest će se postupak instalacije dodatka u softver RobotStudio. Neki dodaci nakon instalacije zahtijevaju ponovno pokretanje softvera RobotStudio.

- Opcija **Install** koristi se za instalaciju (postavljanje, dodavanje) paketa koji se nalaze na računalu kod korisnika. Klikom na gumb Install otvorit će se File Explorer sa zahtjevom Open (otvaranje) te omogućenim odabirom datoteka s proširenjem (ekstenzijom) .rspak ili .rmf. Nakon odabira odgovarajuće datoteke provodi se automatizirani postupak instalacije odabranog dodatka. Neki dodaci nakon instalacije zahtijevaju ponovno pokretanje softvera RobotStudio.
- Opcija **Gearbox Heat** otvara prozor Gearbox Heat Prediction kao dodatnu karticu uz Project View prozor (prozor radne stanice). Aktivnosti na prozoru bit će onemogućene ako odabrani model robota na projektu ne omogućuje tu funkcionalnost (predikciju pregrijavanja).

## 2.7.2 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Opišite mogućnosti izbornika Add-Ins.
2. Objasnite mogućnosti i svrhu upotrebe funkcije Gallery u izborniku Add-Ins.
3. Objasnite mogućnosti i svrhu upotrebe funkcije Install u izborniku Add-Ins.

## 2.7.3 Literatura i izvori

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

### 3 IZRADA PROJEKTA GIBANJA ROBOTA IZMEĐU VALJAKA

Nastavna cjelina obuhvaća korištenje odgovarajućih dijelova softvera RobotStudio tvrtke ABB za potrebe izrade radne stanice, postavljanje geometrije na radnu stanicu, izradu i postavljanje putanje gibanja robota što uključuje ciljne točke i metode gibanja robota, izradu i snimanje simulacija rada robota, upravljanje elementima kontrolera (konfiguriranje izlaznih signala) te rad s programima RAPID (prilagodbe programa izrađenih u modeliranju radne stanice, sinkronizacije s radnom stanicom i robotskim kontrolerima, izvođenje i upravljanje programskim komponentama). U ovim nastavnim materijalima koristit će se robotska ruka ABB IRB 120.

Cilj je ove nastavne cjeline prikazati korištenje svih potrebnih prethodno navedenih mogućnosti softvera RobotStudio.

Svrha je ove nastavne cjeline upoznati čitatelja s koracima i postupkom izrade konkretnoga projektnog zadatka.

Nastavna cjelina uključuje sljedeće teme: Izrada novog projekta s postavljanjem robota i alata, Izrada statične geometrije kao radne okoline, Izrada trajektorija gibanja robota, Izrada i snimanje simulacije, Provjera kolizije te Prilagodba programa RAPID.

## 3.1 Izrada novog projekta s postavljanjem robota i alata

Nastavna jedinica obuhvaća korištenje odgovarajućih dijelova softvera RobotStudio za potrebe izrade novog projekta, postavljanja robota na radnu stanicu te postavljanja alata kliješta (engl. *gripper*) na vrh robotske ruke. U ovim nastavnim materijalima koristit će se robotska ruka ABB IRB 120.

Cilj je ove nastavne jedinice u softveru RobotStudio prikazati postupak izrade novog projekta i postavljanja radne stanice što uključuje postavljanje odgovarajućeg robota i postavljanje odgovarajućeg alata na robota.

Svrha je ove nastavne cjeline upoznati čitatelja s koracima i postupkom izrade novog projekta te postavljanje robota i odgovarajućeg alata.

### Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:

- Izraditi novi projekt s programskim modulom
- Izraditi početnu konfiguraciju industrijskog robota u radnom okruženju
- Odrediti i modelirati radni alat i njegove režime rada
- Pravilno i optimalno odabrati industrijski robot za zadani zadatak
- Sastaviti popis potrebne opreme

### 3.1.1 Opis radnog zadatka

U okviru radnog zadatka ove nastavne jedinice potrebno je:

1. izraditi novi projekt
2. u novi projekt postaviti robota IRB 120
3. na postavljenog robota (na vrh robotske ruke) postaviti alata kliješta (ABB Smart Gripper sa servomotorom i prstima) iz knjižnice.

### 3.1.2 Rješenje radnog zadatka

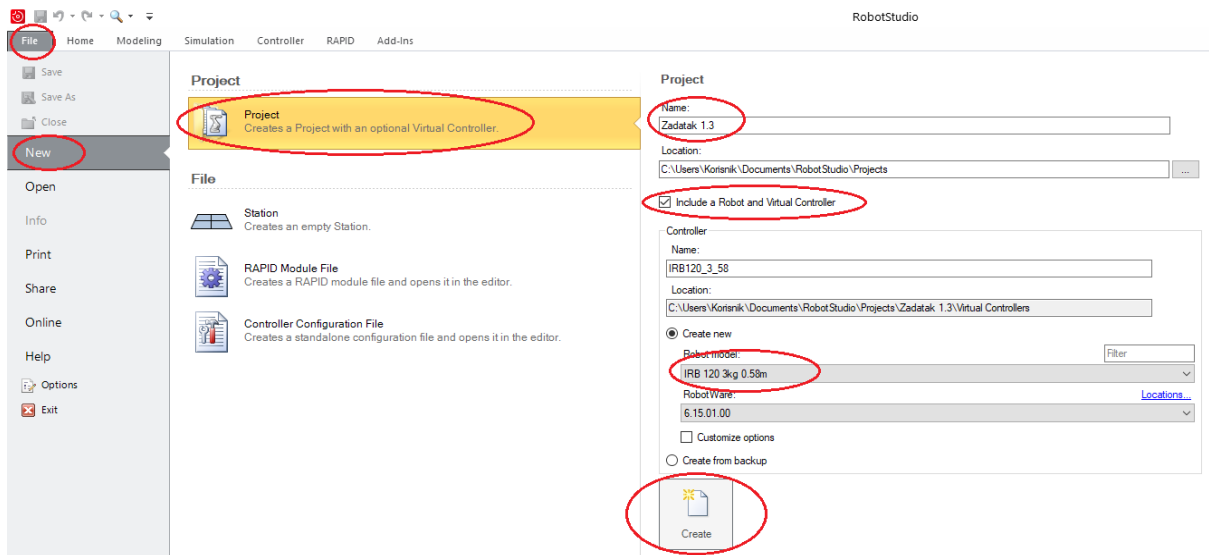
Za izradu procesnog zadatka ove nastavne cjeline, a to je izrada gibanja robota između valjaka simulirajući prijenos objekta uhvaćenog kliještima s jednog valjka na drugi valjak, potrebno je odabrati robotske mehanizme koji mogu podržati navedeni procesni zadatak.

Za izvršenje navedenog zadatka koristit će se sljedeća oprema:

1. robotski model ABB IRB 120 3kg, 0,58m
2. robotski kontroler ABB Compact IRC5
3. kliješta ABB Smart Gripper.

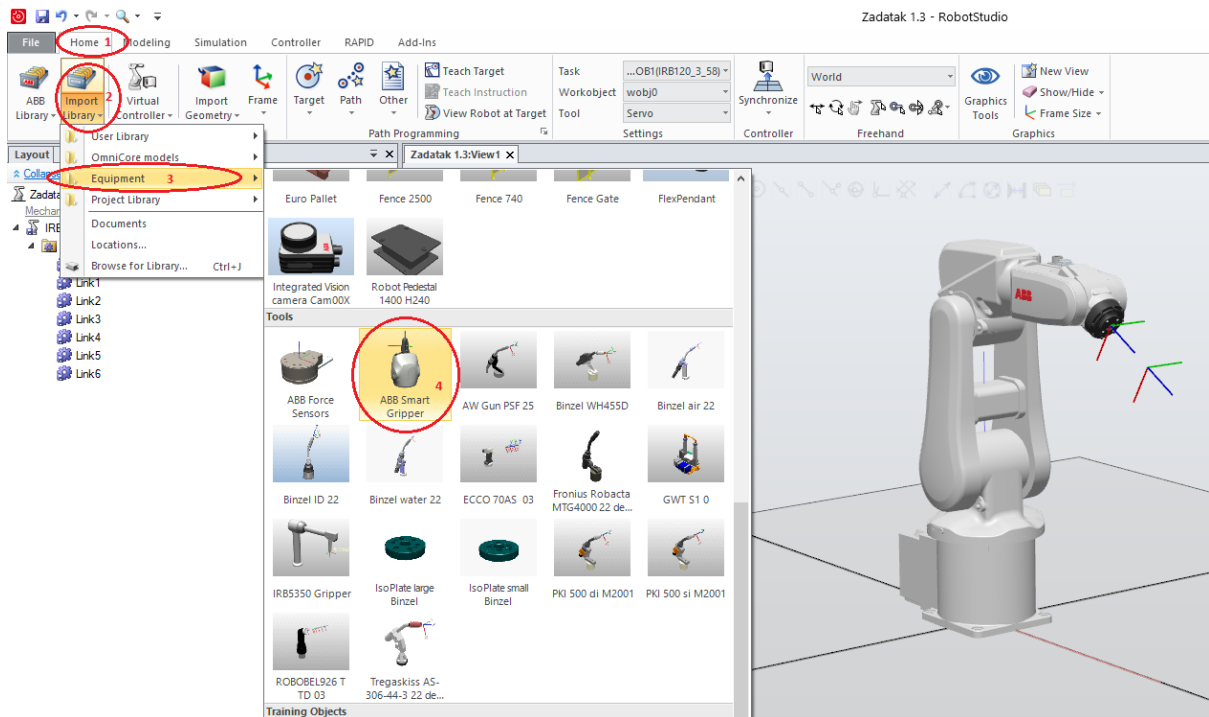
Novi projekt izrađivat će se u softveru RobotStudio, pa je potrebno pokrenuti navedeni softver (vidi poglavlje 1.1.3, Slika 1.1.3.17).

U izborniku File potrebno je odabrati funkciju New (vidi poglavlje 2.1.1), opciju Project, postaviti naziv projekta Zadatak 1.3, uključiti robota i virtualni kontroler, odabrati robota IRB 120 3 kg 0,58 m te izraditi projekt (Slika 3.1.2.1).



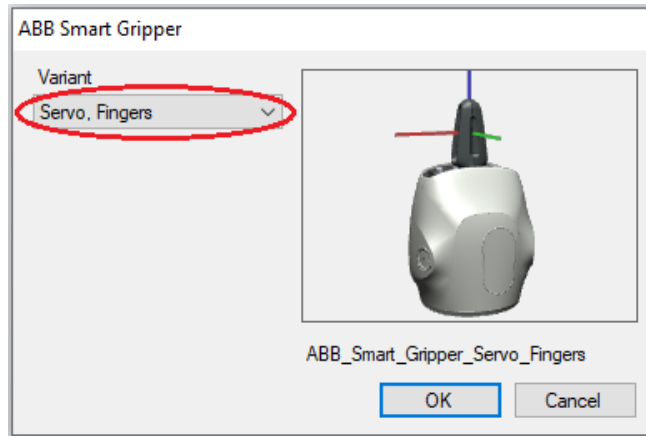
Slika 3.1.2.1 RobotStudio – izrada novog projekta

Nakon izrade projekta potrebno je dodati alat ABB Smart Gripper (sa servomotorom i prstima) iz zbirke. To se izvodi u izborniku Home odabirom funkcije Import Library, pozicioniranjem na opciju Equipment te u grupi Tools odabirom alata ABB Smart Gripper (Slika 3.1.2.2).



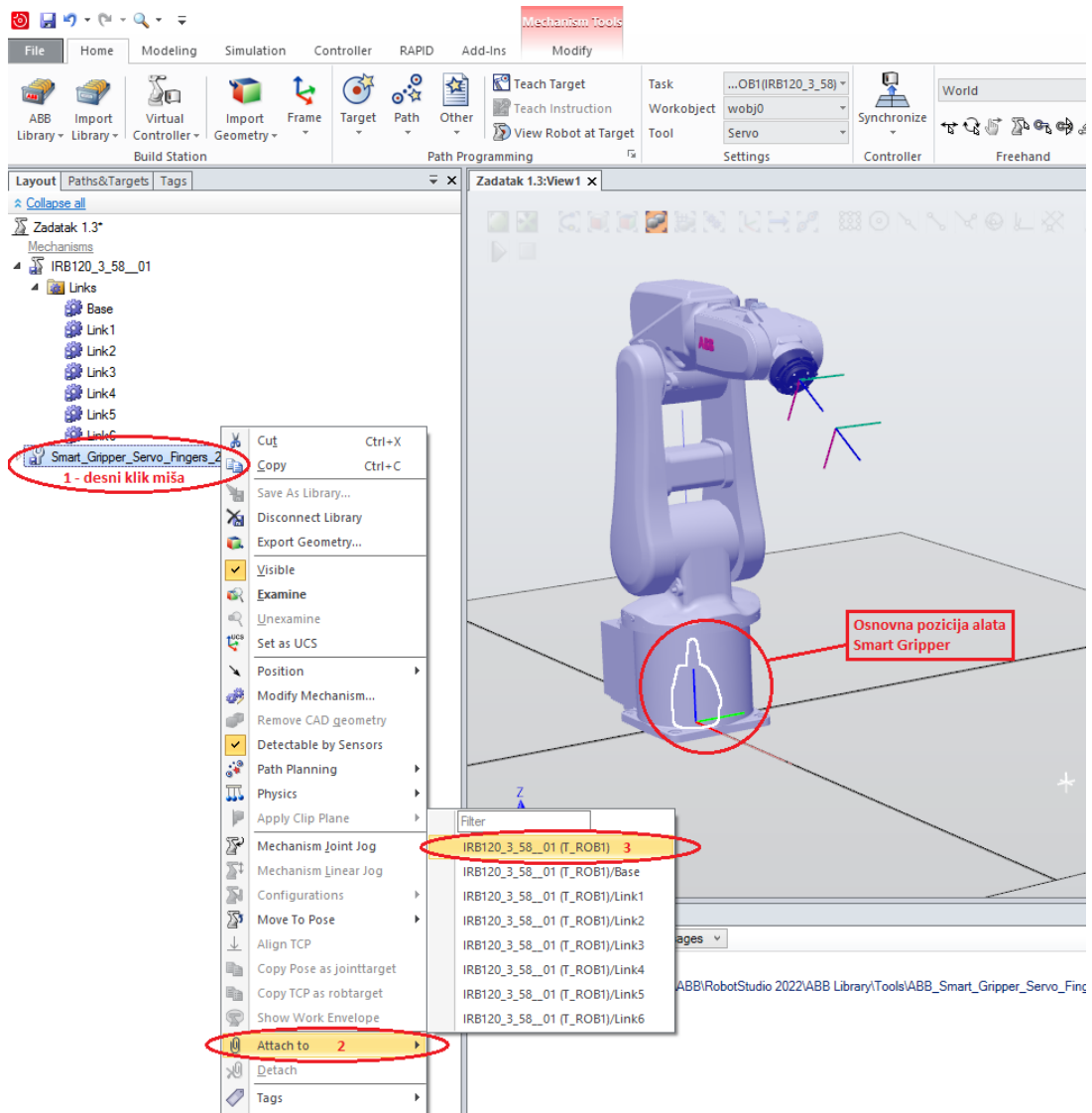
Slika 3.1.2.2 RobotStudio – dodavanje alata ABB Smart Gripper

Nakon odabira alata potrebno je odabrati njegovu vrstu a to je Servo, Fingers (Slika 3.1.2.3).



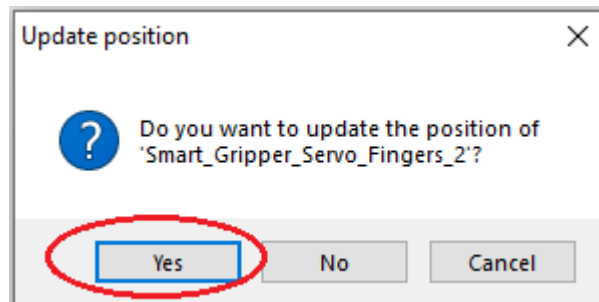
Slika 3.1.2.3 RobotStudio – dodavanje alata ABB Smart Gripper – odabir vrste alata

Nakon postavljanja alata ABB Smart Gripper u projekt potrebno ga je spojiti na robotsku ruku. To se izvodi desnim klikom miša na dodani alat Smart Gripper na prozoru Layout, odabirom funkcije Attach to te opcije IRB120\_3\_58\_\_01(T\_ROB1) (Slika 3.1.2.4).



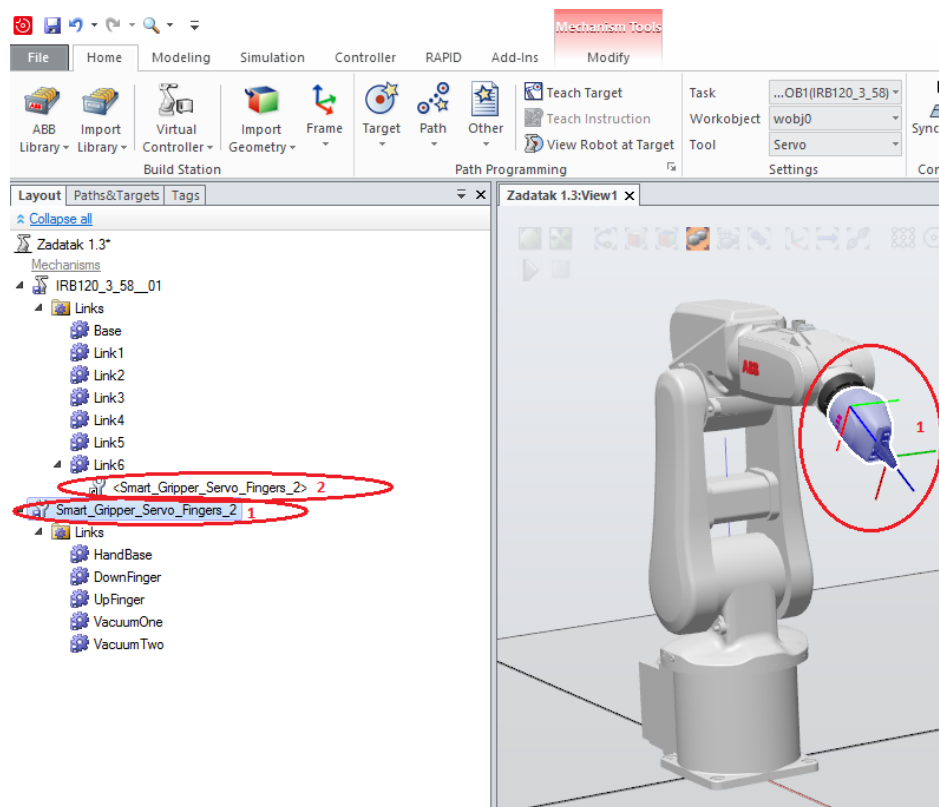
Slika 3.1.2.4 RobotStudio – spajanje alata Smart Gripper na robota

Nakon odabira pozicije spajanja alata Smart Gripper na robota prikazuje se dijaloški prozor s pitanjem o ažuriranju pozicije alata (Slika 3.1.2.5). Tu je potrebno odgovoriti potvrdno pa će se pozicija alata postaviti na vrh robotske ruke.



Slika 3.1.2.5 RobotStudio – spajanje alata Smart Gripper na robota – dijalog za promjenu pozicije alata

Nakon spajanja alata na robota i ažuriranja pozicije promjene su vidljive na prozoru Project View (Slika 3.1.2.6, oznaka 1) i u stablu na prozoru Layout (Slika 3.1.2.6, oznaka 2).



Slika 3.1.2.6 RobotStudio – alat Smart Gripper spojen na robota

### 3.1.3 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Objasnite postupak izrade novog projekta.
2. Objasnite postupak dodavanja alata na radnu stanicu.
3. Objasnite postupak povezivanja alata na vrh robotske ruke.



Pitanja s jednim tačnim odgovorom:

1. Za postavljanje kliješta sa servomotorom i prstima potrebno je iz knjižnice s opremom odabrati element:
  - a. myTool
  - b. ABB Smart Gripper
  - c. IRB5350 Gripper
  - d. Binzel WH455D
2. Za spajanje alata (kriješta) na robotsku ruku potrebno je na odabranom alatu pokrenuti funkciju:
  - a. Connect to
  - b. Attach to
  - c. Set to
3. Za izradu novog projekta potrebno je u izborniku File pokrenuti funkciju:
  - a. Open
  - b. New
  - c. Project

### **3.1.4 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 3.2 Izrada statične geometrije kao radne okoline

Nastavna jedinica obuhvaća korištenje odgovarajućih dijelova softvera RobotStudio za potrebe izrade statične geometrije na radnoj stanici koja će predstavljati radnu okolinu robota. U ovim nastavnim materijalima koristit će se robotska ruka ABB IRB 120 s alatom ABB Smart Gripper unutar izrađenog projekta iz poglavlja 3.1.

Cilj je ove nastavne jedinice u softveru RobotStudio prikazati postupak izrade statične geometrije i postavljanje na odgovarajuću poziciju na radnoj stanici.

Svrha je ove nastavne cjeline upoznati čitatelja s koracima i postupkom izrade statične geometrije na radnoj stanici u odgovarajućoj poziciji u odnosu na mogućnosti gibanja robotske ruke.

### **Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:**

- Opisati strukturu i raspored funkcionalnosti izbornika programskog alata za offline programiranje industrijskog robota

### 3.2.1 Opis radnog zadatka

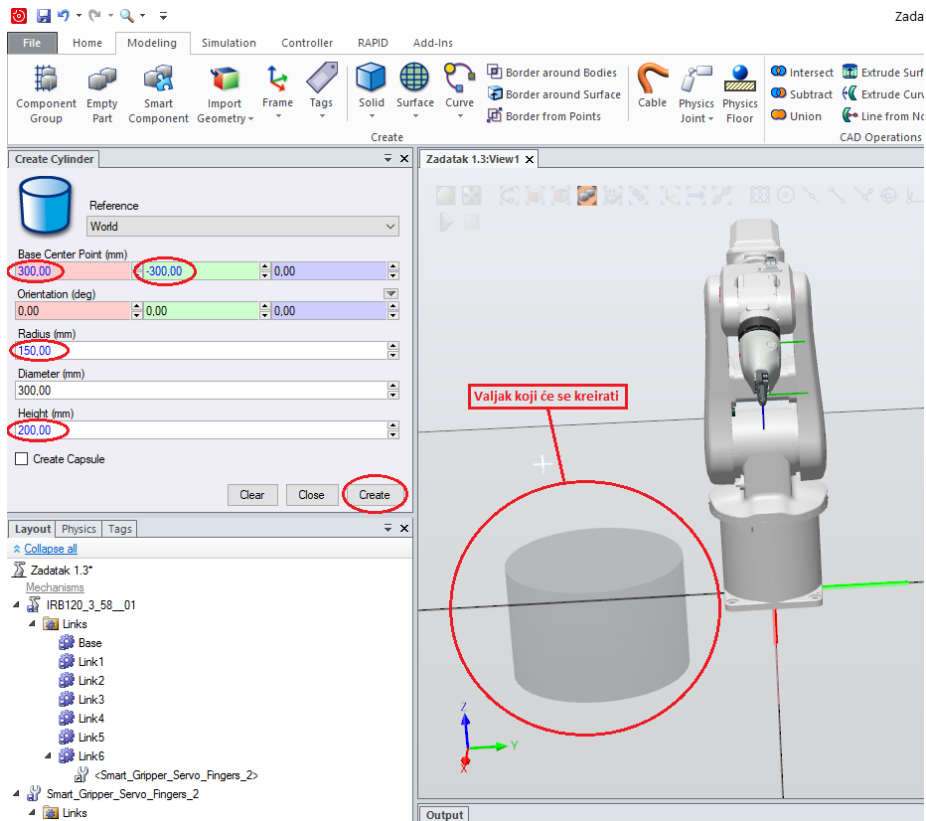
U okviru radnog zadatka ove nastavne jedinice potrebno je:

1. izraditi dva jednaka valjka s polumjerom baze 15 cm i visinom 20 cm
2. valjke postaviti na jednaku visinu, jednako udaljeno lijevo i desno od osnovne pozicije robotske ruke, s međusobnom udaljenošću od 30 cm.

### 3.2.2 Rješenje radnog zadatka

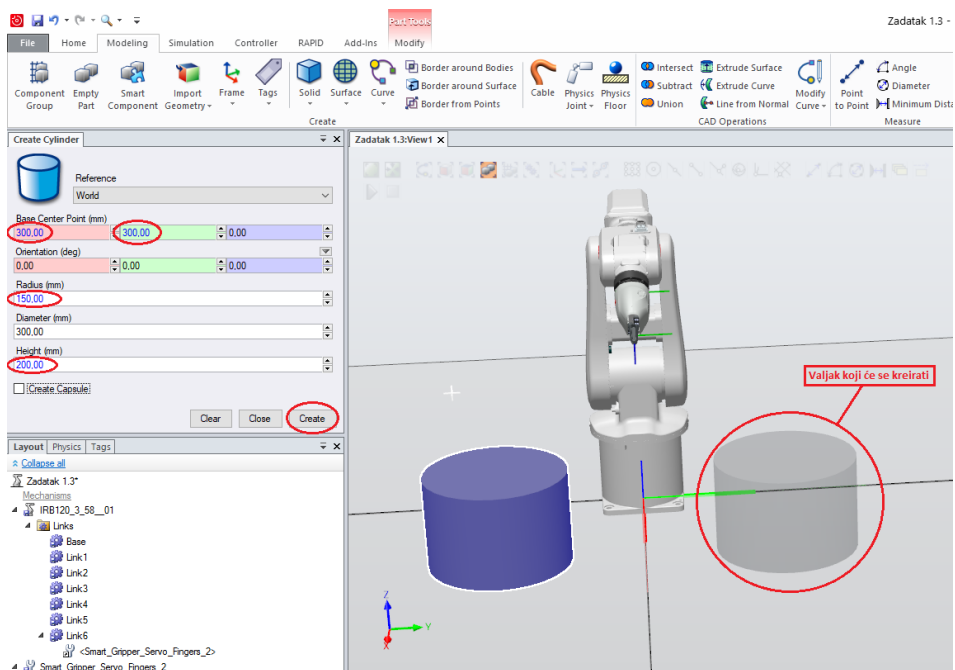
U postojećem projektu iz zadatka 1.3.1. (vidi poglavlje 0) potrebno je izraditi dva jednaka valjka većih dimenzija i postaviti ih na jednaku visinu, lijevo i desno od osnovne pozicije robotske ruke s međusobnom udaljenošću od 30 cm.

Za kreiranje lijevog valjka potrebno je u izborniku Modeling pokrenuti funkciju Solid (vidi poglavlje 2.3.1.1) i podfunkciju Cylinder. Na prozoru Create Cylinder treba postaviti vrijednosti pozicije, radijusa i visine za lijevi valjak, te ga izraditi (Slika 3.2.2.1).



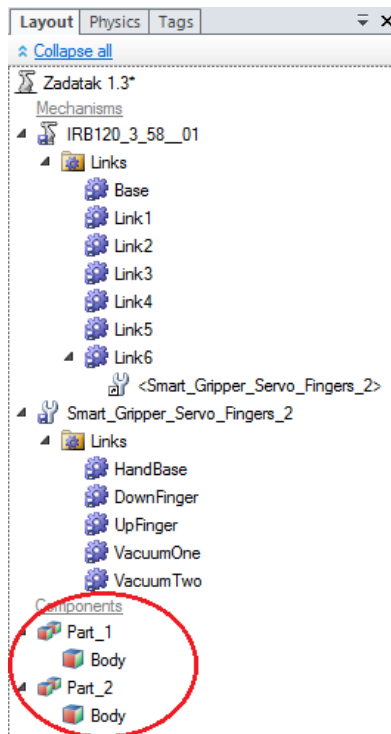
Slika 3.2.2.1 RobotStudio – izrada lijevog valjka

Za izradu desnog valjka potrebno je na prozoru Create Cylinder postaviti vrijednosti pozicije, radijusa i visine za desni valjak, te ga izraditi (Slika 3.2.2.2).



Slika 3.2.2.2 RobotStudio – izrada desnog valjka

Nakon izrade oba valjka u stablu na prozoru Layout u grani Components bit će prikazane komponente valjaka (Slika 3.2.2.3) Part\_1 (koja je lijevi valjak) i Part\_2 (koja je desni valjak).

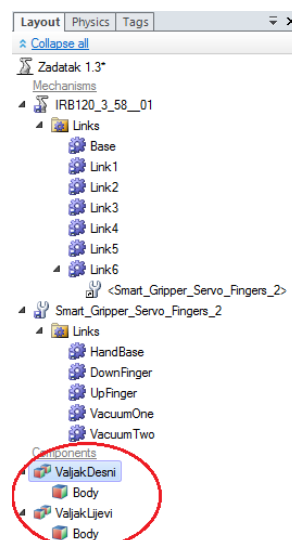


Slika 3.2.2.3 RobotStudio – prikaz komponenti valjaka

Zbog moguće zabune u nazivima komponenata, a posebno kada na radnoj stanici ima više komponenata, korisno je prilagoditi nazive komponenata valjaka (Part\_1 i Part\_2).

Promjena naziva komponente izvršava se desnim klikom miša na određenu komponentu i odabirom funkcije Rename ili odabirom komponente lijevim klikom miša i pritiskom *hot* tipke F2 na tipkovnici. Potom će biti omogućena izmjena naziva odabrane komponente gdje je potrebno upisati novi naziv i pritisnuti tipku Enter na tipkovnici.

Slika 3.2.2.4 prikazuje stanje stabla u grani Components na prozoru Layout nakon promjene naziva komponenata oba valjaka.



Slika 3.2.2.4 RobotStudio – prikaz komponenti valjaka – nakon promjene naziva

### 3.2.3 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Objasnite postupak i funkcije koje treba koristiti za izradu geometrijskog tijela valjka.
2. Objasnite postupak i funkcije koje treba koristiti za izradu geometrijskog tijela kugla.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Koja se tipkovnička kratica koristi za pokretanje funkcije Rename npr. u stablu na prozoru Layout?
  - a. Ctrl + R
  - b. Alt + R
  - c. F2
  - d. F3
2. Koja se podfunkcija unutar funkcije Solid u izborniku Modeling koristi za izradu geometrijskog tijela valjak?
  - a. Box
  - b. Cone
  - c. Cylinder
  - d. Pyramid
  - e. Sphere
3. Koja se podfunkcija unutar funkcije Solid u izborniku Modeling koristi za izradu geometrijskog tijela kugla?
  - a. Box
  - b. Cone
  - c. Cylinder
  - d. Pyramid
  - e. Sphere
4. Koja se podfunkcija unutar funkcije Solid u izborniku Modeling koristi za izradu geometrijskog tijela stožac?
  - a. Box
  - b. Cone
  - c. Cylinder
  - d. Pyramid
  - e. Sphere
5. Kojom se bojom prikazuje os X?
  - a. crvenom
  - b. plavom
  - c. zelenom
6. Kojom se bojom prikazuje os Y?
  - a. crvenom
  - b. plavom
  - c. zelenom
7. Kojom se bojom prikazuje os Z?
  - a. crvenom
  - b. plavom
  - c. zelenom

### **3.2.4 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 3.3 Izrada trajektorije gibanja robota

Nastavna jedinica obuhvaća korištenje odgovarajućih dijelova softvera RobotStudio za potrebe izrade putanje gibanja robota postavljenog u poglavlju 3.1 i pripadne statične geometrije postavljene u poglavlju 0.

Cilj je ove nastavne jedinice u softveru RobotStudio prikazati postupak izrade potpune putanje gibanja robota s aktivnostima stiskanja i otpuštanja kliješta u odgovarajućim pozicijama robotske ruke na radnoj stanici.

Svrha je ove nastavne cjeline upoznati čitatelja s koracima i postupkom izrade potpune putanje gibanja robota i izvođenje akcija stiskanja i otpuštanja kliješta uzrokovanih aktivacijom digitalnih signala.

### **Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:**

- Izraditi potpuno definiranu trajektoriju gibanja industrijskog robota u programskom alatu za offline način programiranja
- Definirati i podesiti parametre robotskog mehanizma i parametre slobode gibanja robotskih zglobova
- Izraditi potpuno definiranu trajektoriju gibanja industrijskog robota
- Odrediti i modelirati radni alat i njegove režime rada
- Izraditi proces trajektorije gibanja robota

### 3.3.1 Opis radnog zadatka

U okviru radnog zadatka ove nastavne jedinice potrebno je:

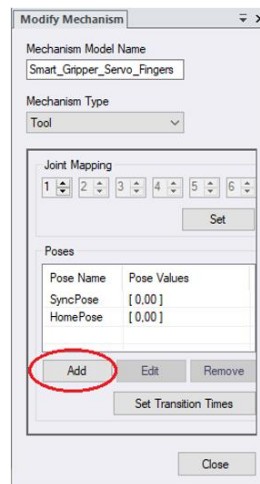
1. na osnovnu (centralnu, polaznu) poziciju robota postaviti prvu ciljnu točku i raširiti (otvoriti) kliješta alata
2. izraditi gibanje robota lijevo, brzo i krivocrtno do pozicije koja je vertikalno 15 cm iznad centra gornje plohe lijevog valjka
3. izraditi gibanje robota linearno, sporo, precizno i vertikalno prema dolje do centra gornje plohe lijevog valjka
4. stisnuti kliješta alata te prije i poslije stiskanja kliješta postaviti čekanje u trajanju od 1 sekunde
5. izraditi gibanje robota linearno, sporo, precizno i vertikalno prema gore do pozicije iz točke 2.
6. izraditi gibanje robota desno, brzo i krivocrtno do početne pozicije robota iz točke 1.
7. izraditi gibanje robota desno, brzo i krivocrtno do pozicije koja je vertikalno 15 cm iznad centra gornje plohe desnog valjka
8. izraditi gibanje robota linearno, sporo, precizno i vertikalno prema dolje do centra gornje plohe desnog valjka
9. otpustiti (raširiti, otvoriti) kliješta alata te prije i poslije otvaranja kliješta postaviti čekanje u trajanju od 1 sekunde
10. izraditi gibanje robota linearno, sporo, precizno i vertikalno prema gore do pozicije iz točke 7.
11. izraditi gibanje robota lijevo, brzo i krivocrtno do početne pozicije robota iz točke 1.

## 3.3.2 Rješenje radnog zadatka

### 3.3.2.1 Postavljanje robota na početnu poziciju i otvaranje kliješta

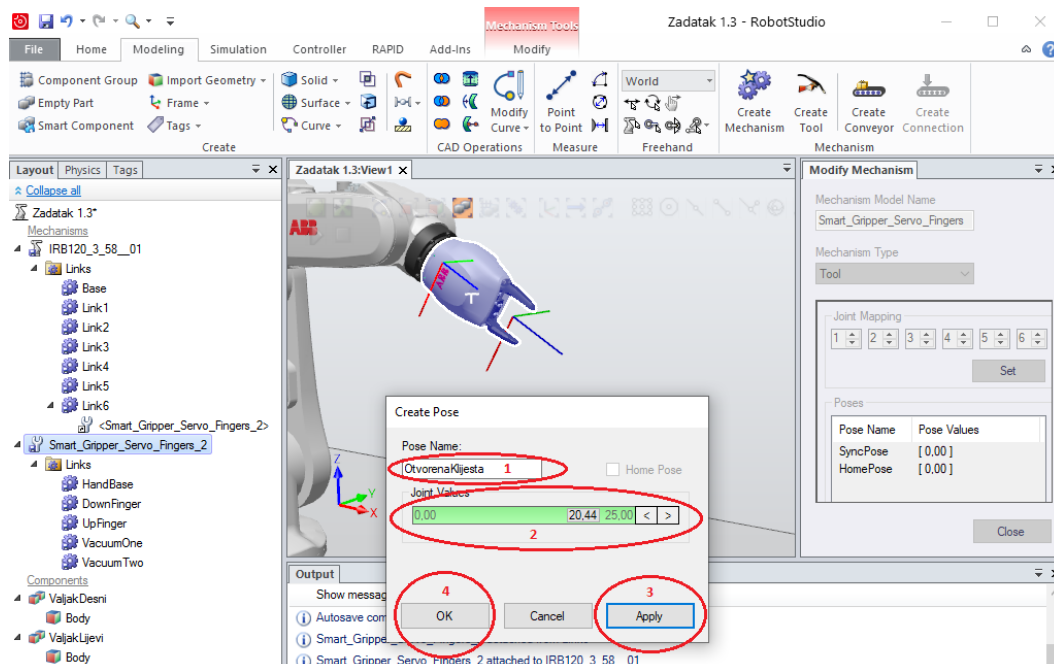
Početa aktivnost u izradi putanje gibanja opisane u zadatku 1.3.3. jest širenje (otvaranje) kliješta alata. To se provodi prilagodbom mehanizma dodavanjem nove poze alata (stezaljke, engl. *gripper*).

Na prozoru Layout u stablu Mechanisms potrebno je kliknuti desnom tipkom miša čime se otvara skočni prozor i na njemu treba odabrati funkciju Modify Mechanism. Potom se desno od centralnog prozora Project View otvara prozor Modify Mechanism (Slika 3.3.2.1).



Slika 3.3.2.1 RobotStudio – prozor Modify Mechanism – za alat Gripper

Na prozoru Modify Mechanism potrebno je izraditi novu pozu klikom na gumb Add čime se otvara prozor Create Pose (Slika 3.3.2.2).

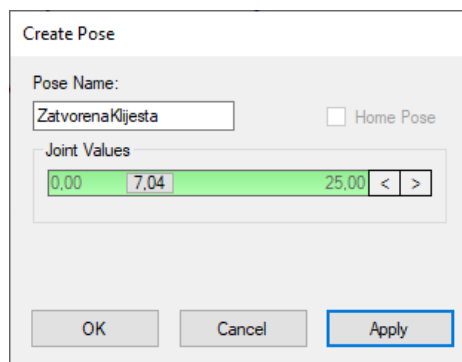


Slika 3.3.2.2 RobotStudio – prozor Create Pose – za alat Gripper – otvoreno



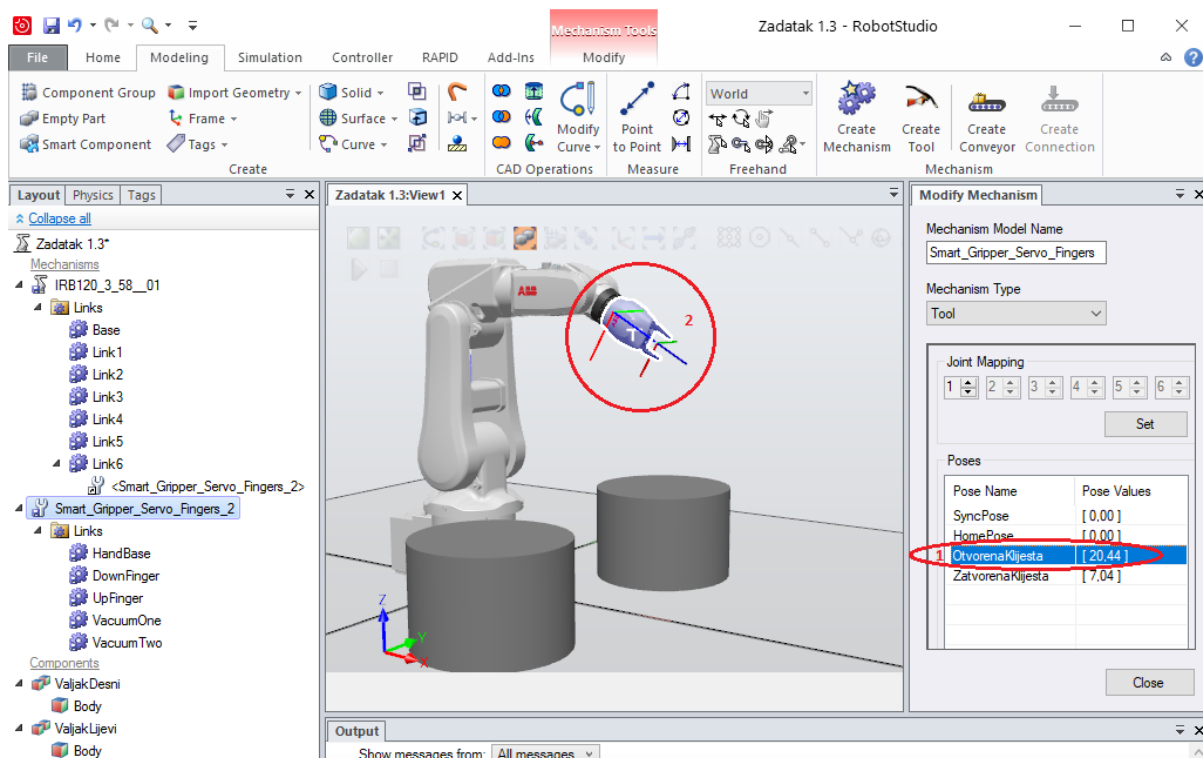
Za kreiranje poze OtvorenaKlijesta na prozoru Create Pose potrebno je postaviti navedeni naziv poze u polju Pose Name (Slika 3.3.2.2, oznaka 1), potom je potrebno postaviti širinu klijesta povlačenjem sivog potencijometra (Slika 3.3.2.2, oznaka 2) (u kojemu je vrijednost otvorenosti klijesta) do željene otvorene pozicije. Potom je potrebno kliknuti na gumb Apply (Slika 3.3.2.2, oznaka 3) čime će se nova poza aplicirati na klijesta ili kliknuti na gumb OK (Slika 3.3.2.2, oznaka 4) čime će se nova poza aplicirati na klijesta i izraditi te će se prozor Create Pose zatvoriti.

Za kreiranje poze ZatvorenaKlijesta potrebno je provesti isti postupak, postaviti odgovarajući naziv te postaviti željenu zatvorenu poziciju klijesta (Slika 3.3.2.3).



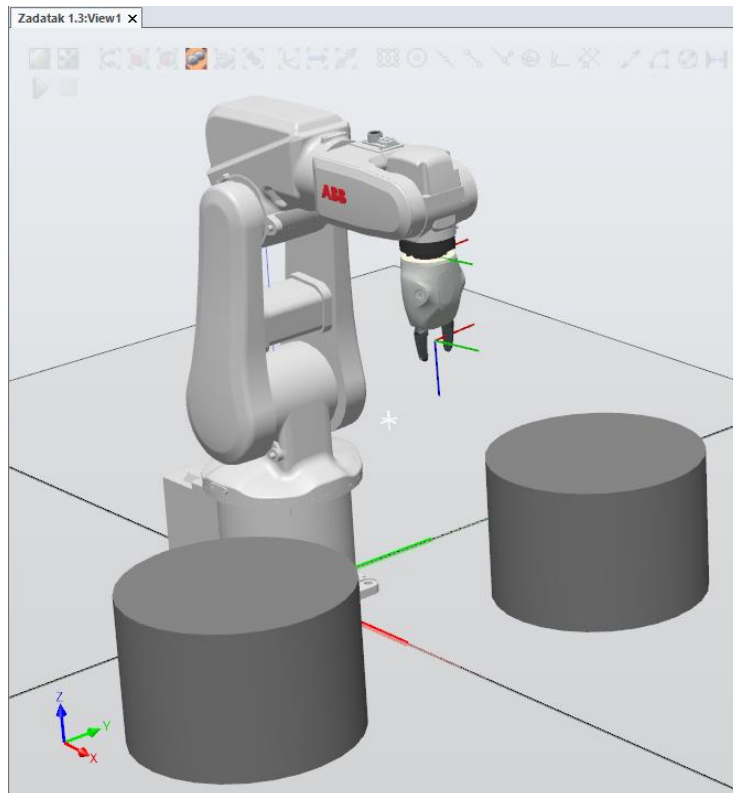
Slika 3.3.2.3 RobotStudio – prozor Create Pose – za alat Gripper – zatvoreno

Nakon izrade druge poze potrebno je odabrati pozu OtvorenaKlijesta (Slika 3.3.2.4, oznaka 1) što će biti prikazano na prozoru Project View (Slika 3.3.2.4, oznaka 2).



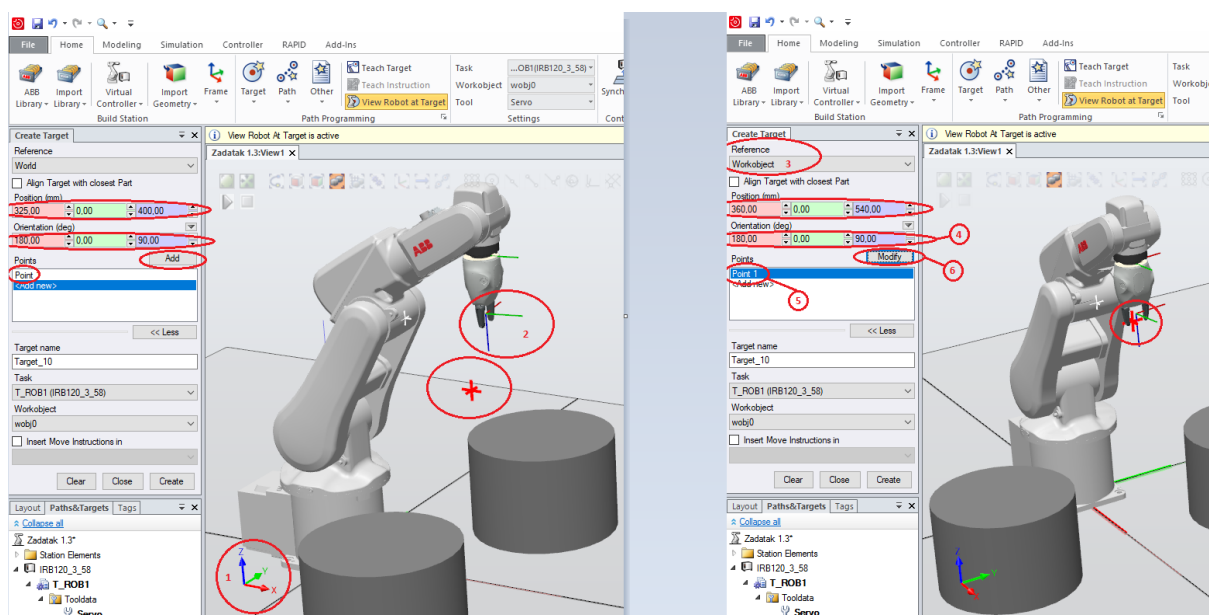
Slika 3.3.2.4 RobotStudio – Gripper – odabir poze OtvorenaKlijesta

Potom je potrebno namjestiti robota u početnu poziciju (Slika 3.3.2.5) korištenjem funkcije *Jog Joint* (vidi poglavlje 2.2.1.4) u grupi Freehand izbornika Home.



Slika 3.3.2.5 RobotStudio – početna pozicija robota

Posljednja aktivnost ove točke jest postavljanje ciljne točke kao početne pozicije (Slika 3.3.2.6) iz koje će robot kretati s radom i gdje će završavati s radom.



Slika 3.3.2.6 RobotStudio – postavljanje ciljne točke – početna pozicija

Postavljanje ciljne točke izvršava se s pomoću funkcije Target -> Create Target u grupi Path Programming izbornika Home. Pokretanjem funkcije Create Target otvara se prozor Create Target na kojemu je potrebno definirati poziciju ciljne točke u odnosu na odabrani koordinatni sustav (koji je osnovno odabrani World). Potom je potrebno kliknuti na gumb Add čime se

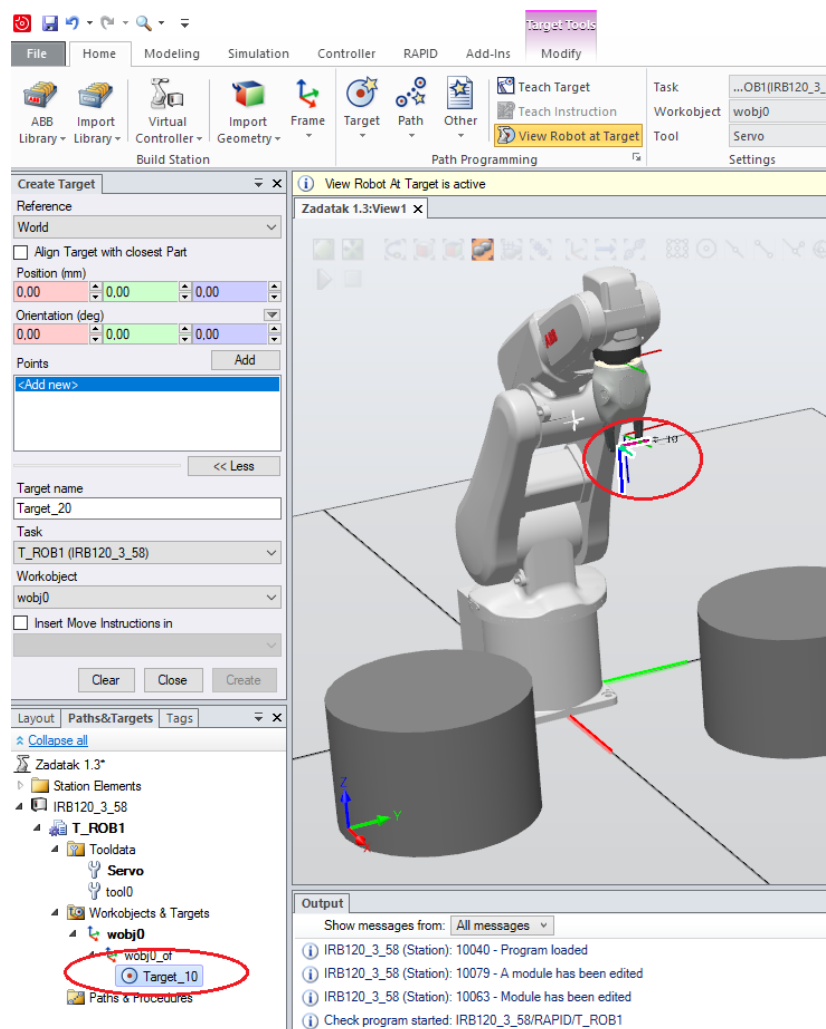
nova ciljna točka pokazuje na popisu Points i na prozoru Project View prikazuje se crveni križ koji označava poziciju predložene ciljne točke (Slika 3.3.2.6 lijevo). Moguće je u jednom stvaranju izraditi više ciljnih točaka.

Ako pozicija predložene ciljne točke nije odgovarajuća, predloženu ciljnu točku potrebno je odabrati na popisu Points (npr. Point 1), prilagoditi koordinate ciljne točke i kliknuti na gumb Modify (Slika 3.3.2.6 desno) koji je prikazan umjesto gumba Add.

Budući da se ciljna točka koristi s vrhom robotske ruke čiji je koordinatni sustav drugačije usmjeren, potrebno je okretati koordinatni sustav World (Slika 3.3.2.6, oznaka 1) oko osi X (crveno) za 180 stupnjeva te oko osi Z (ljubičasto) za 90 stupnjeva (Slika 3.3.2.6, oznaka 4), pa će se time postići odgovarajuće usmjerenje koordinatnog sustava (Slika 3.3.2.6, oznaka 2) u novoj ciljnoj točki, odnosno usmjerenje koordinatnog sustava bit će jednako usmjerenju koordinatnog sustava na vrhu robotske ruke. Dodatno je u polju Reference potrebno odabrati Workobject (Slika 3.3.2.6, oznaka 3) umjesto osnovno postavljenog World.

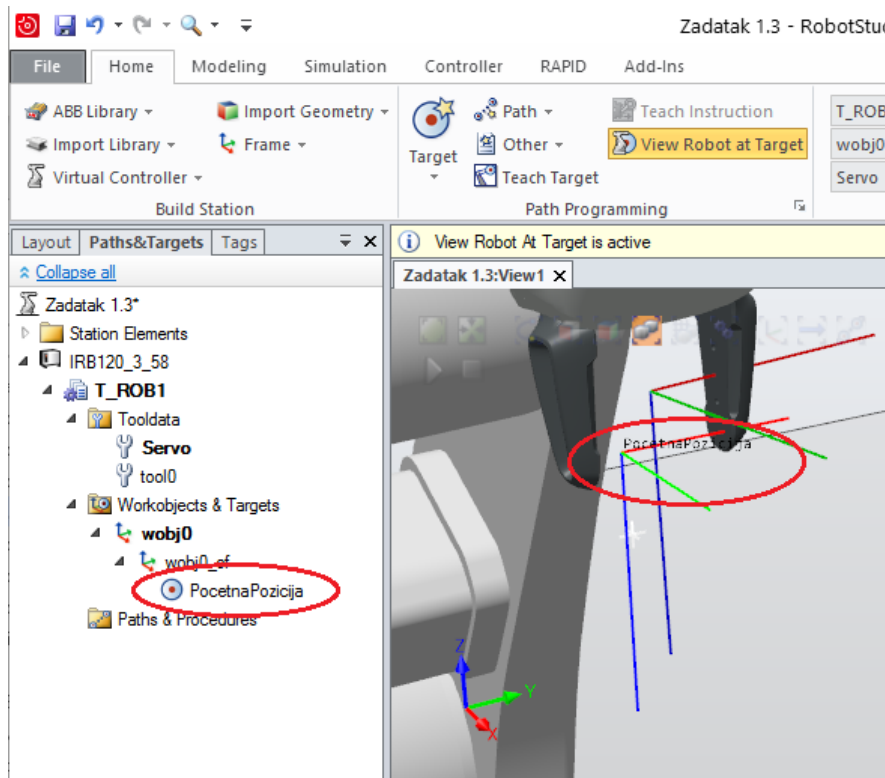
Nakon bilo koje promjene (koordinate, orijentacije i/ili reference) na odabranoj ciljnoj točki (Slika 3.3.2.6, oznaka 5) potrebno je kliknuti na gumb Modify (Slika 3.3.2.6, oznaka 6).

Kada su definirane sve željene ciljne točke, potrebno je kliknuti na gumb Create čime će se izraditi sve predložene ciljne točke. Izrađene ciljne točke prikazat će se na prozoru Project View i na prozoru Path&Targets u stablu wobj0 (osnovni radni objekt) (Slika 3.3.2.7).



Slika 3.3.2.7 RobotStudio – izrađena ciljna točka (target)

Radi lakšeg raspoznavanja ciljnih točaka korisno je prilagoditi naziv formirane ciljne točke. Promjena naziva ciljne točke izvršava se desnim klikom miša na određenu ciljnu točku u stablu na prozoru Paths&Targets i odabirom funkcije Rename ili odabirom ciljne točke lijevim klikom miša i pritiskom *hot* tipke F2 na tipkovnici. Potom će biti omogućena izmjena naziva odabrane ciljne točke gdje je potrebno upisati novi naziv (npr. Pocetna Pozicija) (Slika 3.3.2.8) i pritisnuti tipku Enter na tipkovnici.

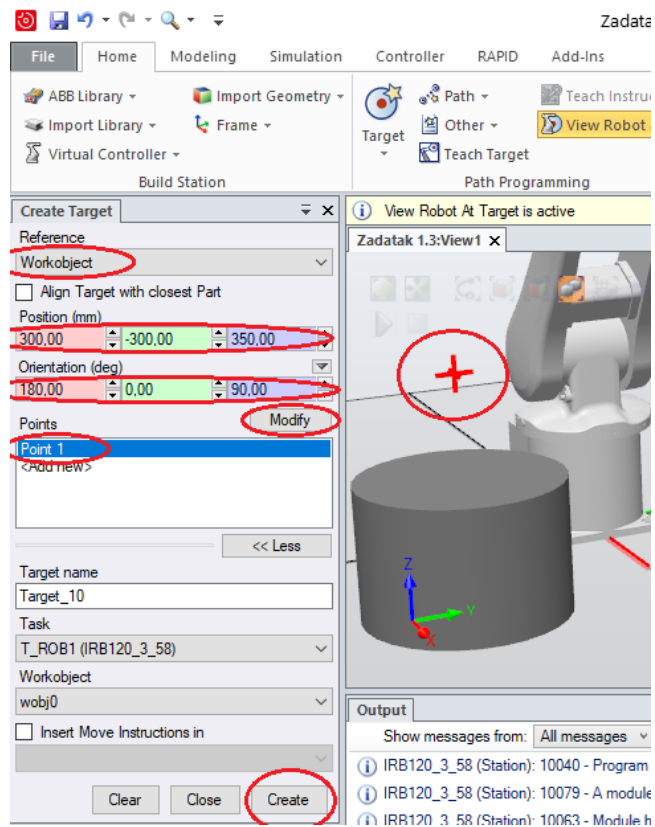


Slika 3.3.2.8 RobotStudio – izmijenjen naziv ciljne točke u PocetnaPozicija

### 3.3.2.2 Izrada gibanja robota lijevo, brzo i krivocrtno do pozicije iznad lijevog valjka

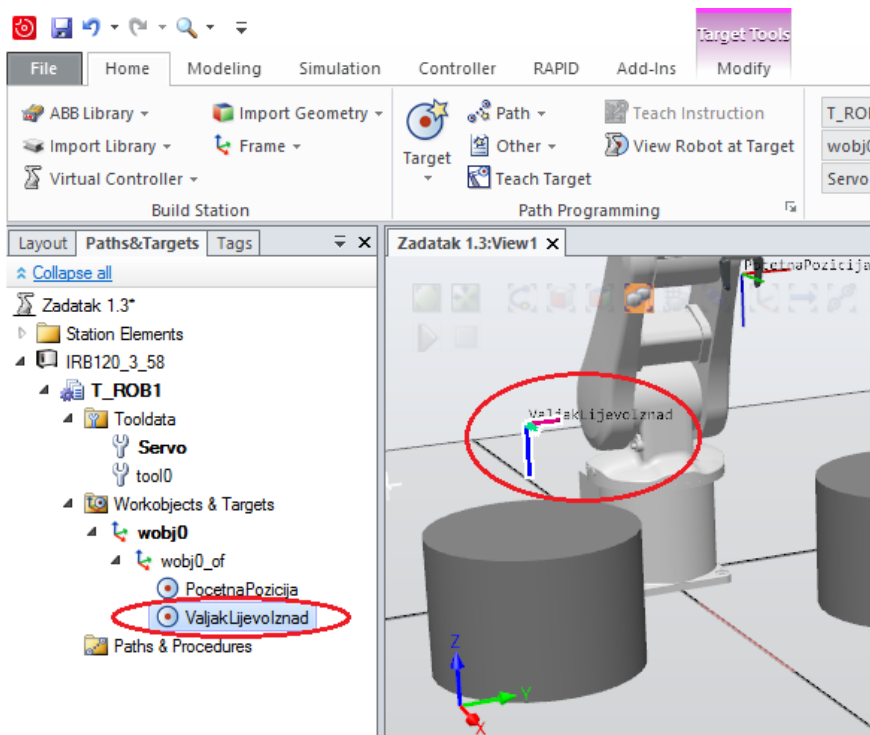
Prije izrade gibanja (micanja) robotske ruke potrebno je postaviti novu ciljnu točku do koje će se izvesti gibanje robota.

Već opisanim postupkom (vidi poglavlje 3.3.2.1) potrebno je kreirati novu ciljnu točku (zadano nazvana Target\_10) koja će biti 15 cm iznad centra gornje plohe lijevog valjka (Slika 3.3.2.9).



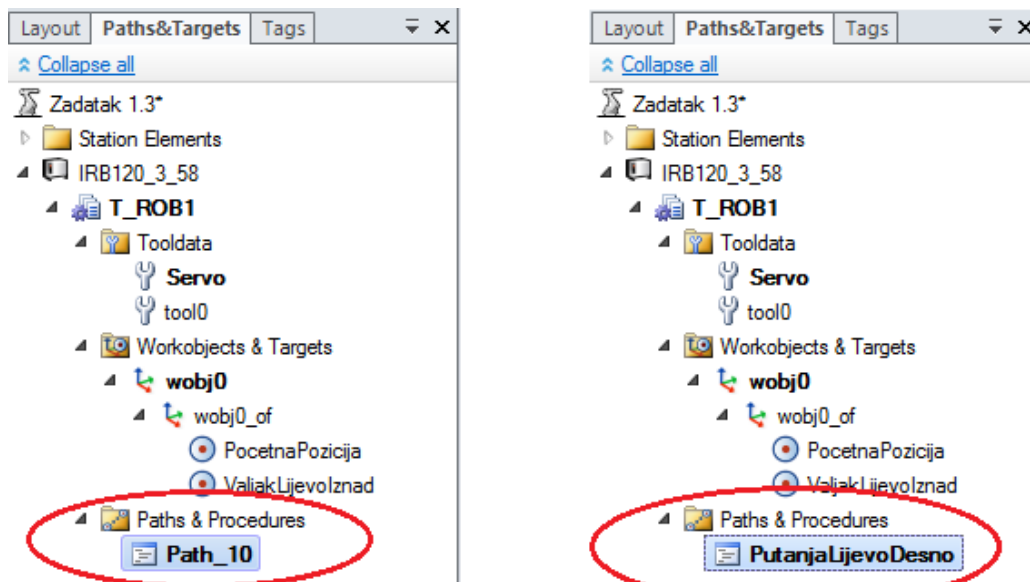
Slika 3.3.2.9 RobotStudio – izrada ciljne točke iznad gornje površine lijevog valjka

Nakon izrade ciljne točke iznad gornje plohe lijevog valjka korisno je prilagoditi naziv formirane ciljne točke u npr. ValjakLijevoIznad (Slika 3.3.2.10).



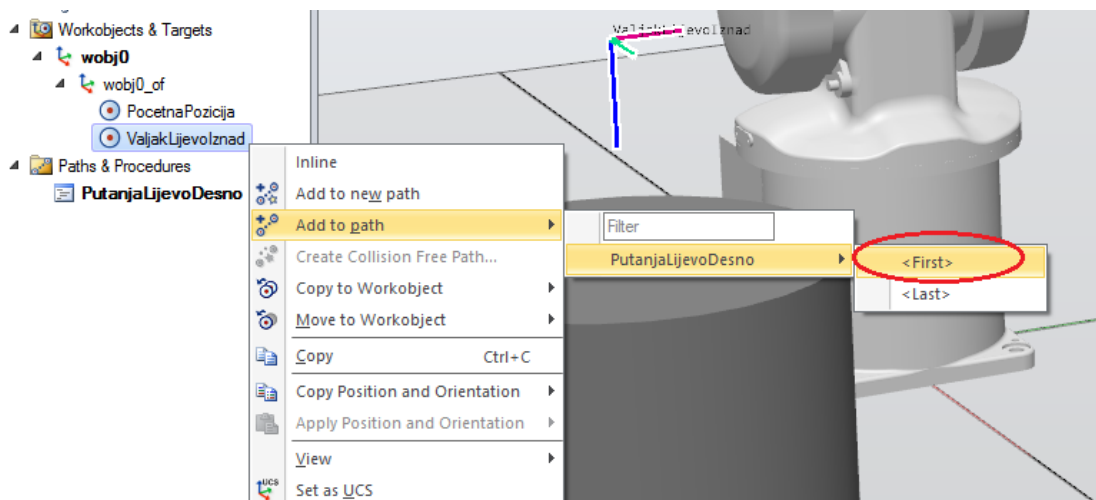
Slika 3.3.2.10 RobotStudio – izmijenjen naziv ciljne točke u ValjakLijevoIznad

Sada je potrebno formirati novu putanju (trajektoriju) gibanja robota. To je omogućeno funkcijom Path -> Empty Path koja se nalazi u grupi Path Programming u izborniku Home. Pokretanjem funkcije Empty Path na prozoru Paths&Targets u grani Paths & Procedures stvorit će se nova putanja (npr. Path\_10) (Slika 3.3.2.11 lijevo) kojoj će se (istim postupkom kao i kod ciljnih točaka funkcijom Rename) prilagoditi naziv u npr. PutanjaLijevoDesno (Slika 3.3.2.11 desno).



Slika 3.3.2.11 RobotStudio – izrađena nova putanja gibanja robota

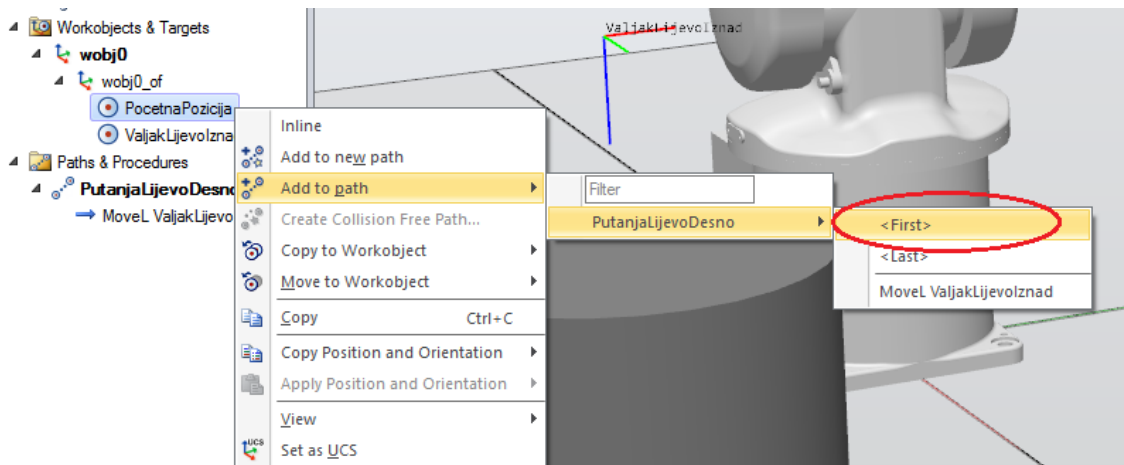
Potom je potrebno ciljnu točku dodati u formiranu putanju. To će se izvršiti desnim klikom miša na ciljnu točku ValjakLijevoZnad čime se otvara skočni prozor s raznim opcijama koje je moguće izvoditi nad odabranom ciljnom točkom. Potrebno je odabrati izborničku funkciju Add to Path čime se otvara popis svih putanja definiranih na radnoj stanici gdje je potrebno odabrati putanju PutanjaLijevoDesno i poziciju gdje će se postaviti (Slika 3.3.2.12).



Slika 3.3.2.12 RobotStudio - dodavanje ciljne točke u putanju gibanja

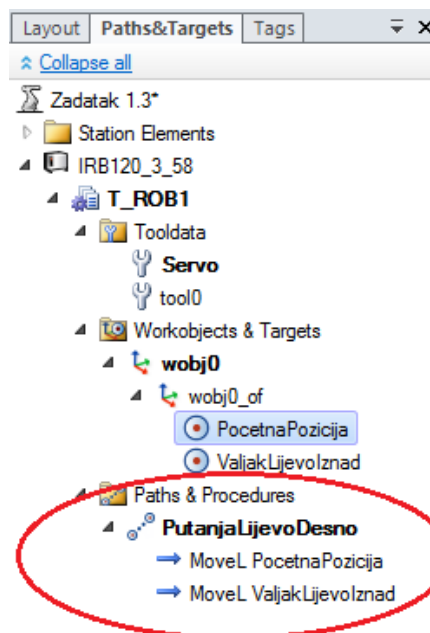
Kako bi se osiguralo da robot uvijek krene od početne pozicije, korisno je prije gibanja do točke ValjakLijevoZnad postaviti gibanje do točke PocetnaPozicija pa će se time robot, bez obzira na trenutačnu poziciju robota prije gibanja, gibati do točke PocetnaPozicija. Prema

tome dodat će se gibanje robota do točke PocetnaPozicija kao prvo gibanje na putanji PutanjaLijevoDesno (Slika 3.3.2.13).



Slika 3.3.2.13 RobotStudio – dodavanje prvoga gibanja do ciljine točke PocetnaPozicija u putanju gibanja

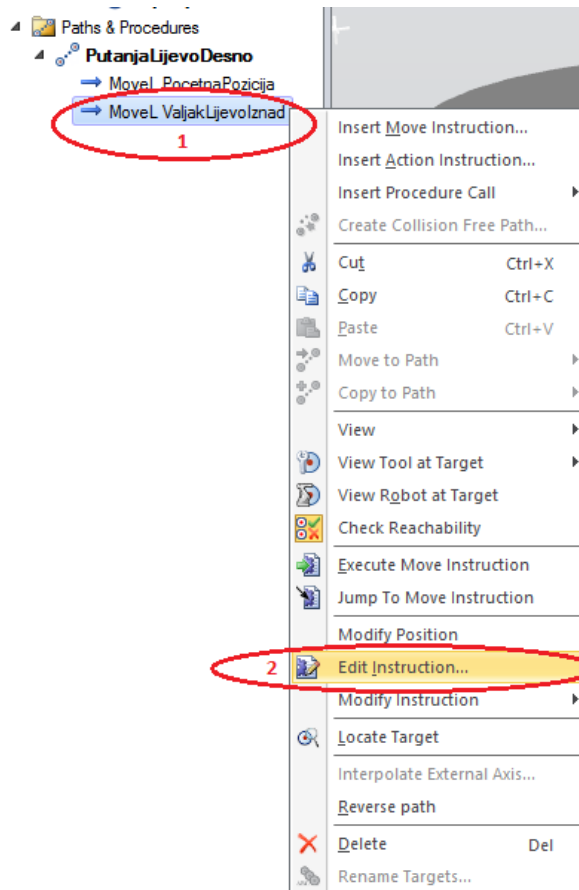
Slika 3.3.2.14 prikazuje stanje putanje PutanjaLijevoDesno nakon postavljanja prve ciljine točke PocetnaPozicija.



Slika 3.3.2.14 RobotStudio – putanja PutanjaLijevoDesno nakon dodavanja gibanja do točke PocetnaPozicija

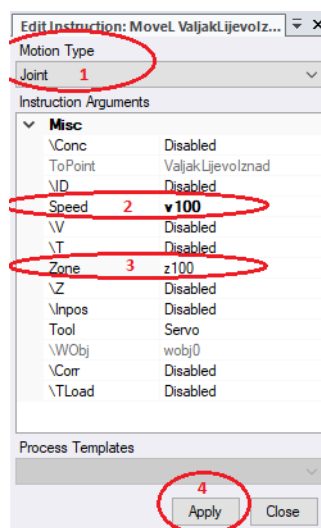
Kako bi se ostvarilo krivocrtno gibanje do ciljine točke ValjakLijevoZnad, potrebno je prilagoditi postavke gibanja. Prilagodba postavki gibanja provodi se desnim klikom na željeno gibanje (Slika 3.3.2.15, oznaka 1) i pokretanjem funkcije Edit Instruction (Slika 3.3.2.15, oznaka 2).





Slika 3.3.2.15 RobotStudio – poziv funkcije Edit Instruction na gibanju do putanje ValjakLijevoZnad

Pokretanjem funkcije Edit Instruction lijevo od centralnog prozora Project View otvara se prozor Edit Instruction u obliku kartice na kojemu je potrebno odabrati vrijednost Joint u polju Motion Type (Slika 3.3.2.16, oznaka 1). Također, na tom je prozoru korisno podesiti brzinu (koja se mjeri u mm/s) na vrijednost npr. v100 (Slika 3.3.2.16, oznaka 2). Budući da to gibanje od točke PocetnaPozicija do točke ValjakLijevoZnad nije kritično i može biti neprecizno, zona preciznosti može ostati kako je zadano postavljeno z100 (Slika 3.3.2.16, oznaka 3). Nakon završetka prilagođavanja postavki gibanja potrebno je kliknuti na gumb Apply (Slika 3.3.2.16, oznaka 4).



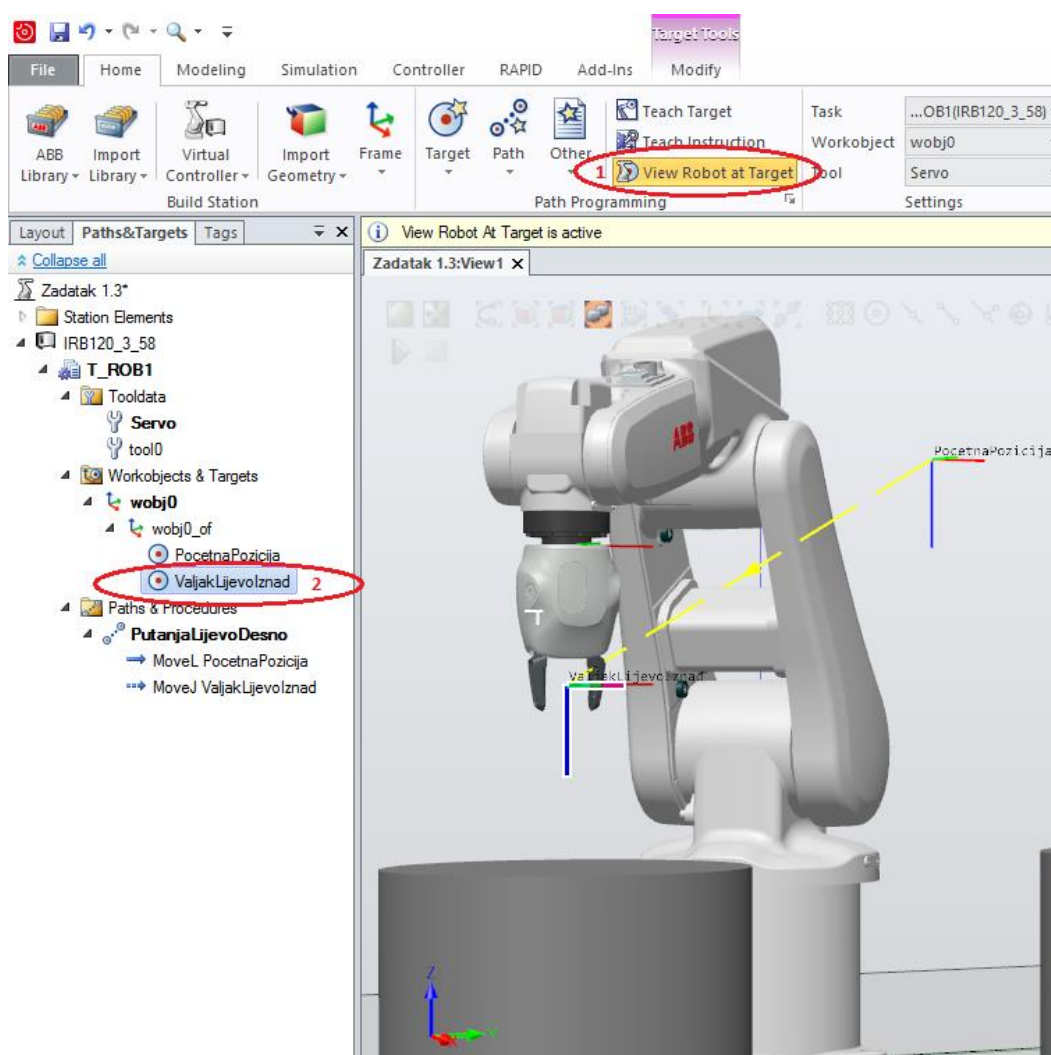
Slika 3.3.2.16 RobotStudio – prozor Edit Instruction za gibanje ValjakLijevoZnad



### 3.3.2.3 Izrada gibanja robota linearno, sporo, precizno do lijevog valjka

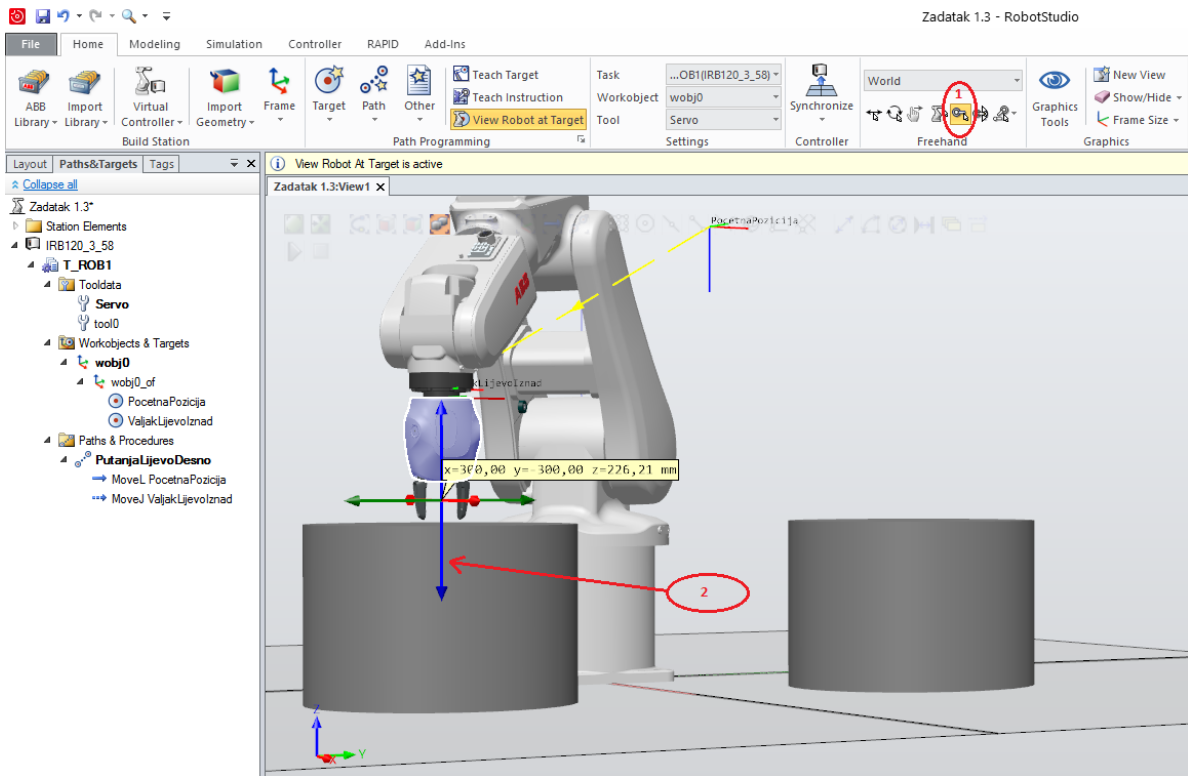
Za izradu gibanja robota linearno, sporo i precizno do vrha plohe lijevog valjka koristit će se drugačiji postupak od prethodnih, odnosno koristit će se funkcija Teach Instruction (vidi poglavlje 2.2.1.2).

Prvo je potrebno postaviti robota na poziciju ValjakLijevoZnad (izrađeno u poglavlju 3.3.2.2), a to će se izvesti uključivanjem funkcije View Robot at Target (vidi poglavlje 2.2.1.2) u izborniku Home i klikom miša, odnosno odabirom ciljne točke na prozoru Paths&Targets (Slika 3.3.2.17).



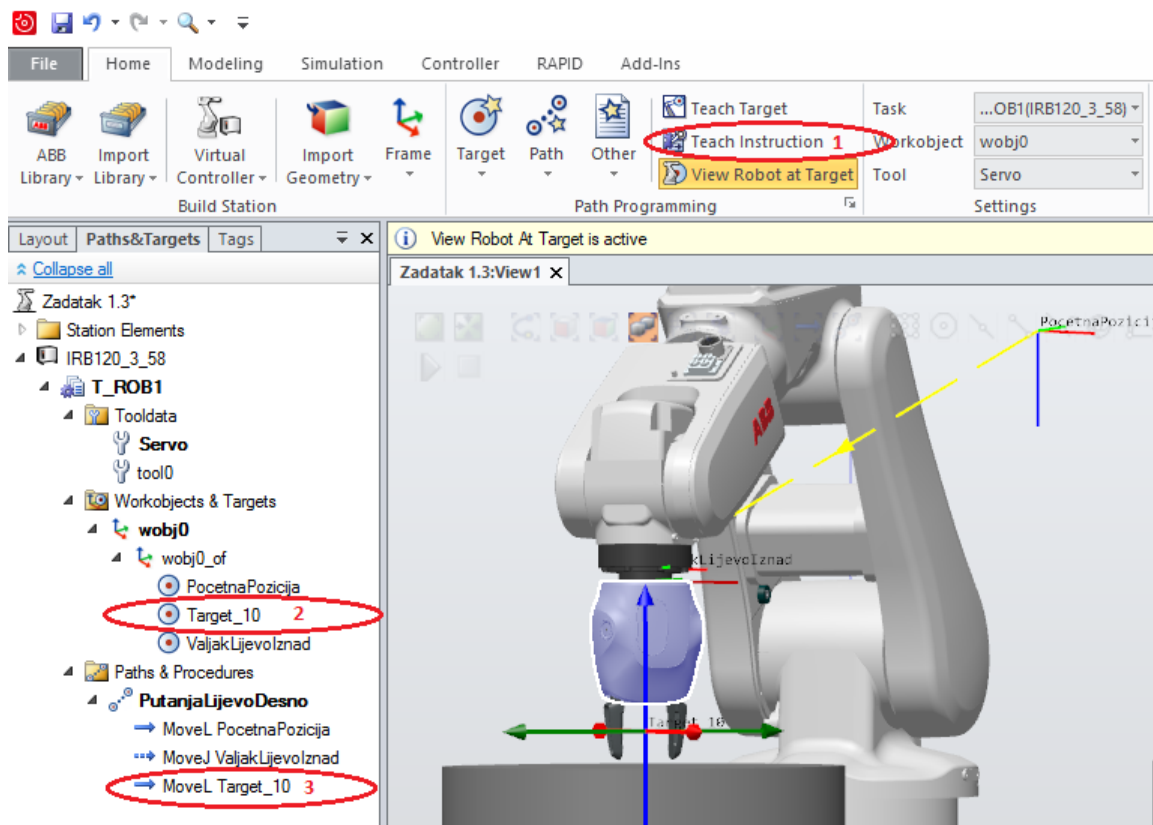
Slika 3.3.2.17 RobotStudio – postavljanje robota na poziciju ValjakLijevoZnad

Sada je potrebno pomaknuti robota do pozicije koja je blizu gornje plohe lijevog valjka (Slika 3.3.2.18). To će se izvršiti korištenjem Freehand funkcije Jog Linear (vidi poglavlje 2.2.1.4).



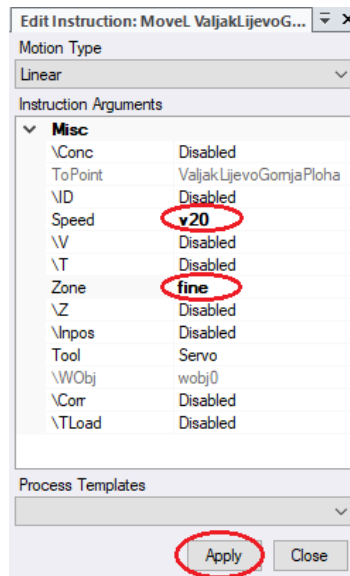
Slika 3.3.2.18 RobotStudio – pomicanje robota do gornje plohe lijevog valjka funkcijom Freehand – Jog Linear

Sada se može izvršiti funkcija Teach Instruction (Slika 3.3.2.19, oznaka 1) čime će se izraditi nova ciljna točka Target\_10 (Slika 3.3.2.19, oznaka 2) i gibanje (engl. *move instruction*) (Slika 3.3.2.19, oznaka 3) do navedene izrađene ciljne točke.



Slika 3.3.2.19 RobotStudio – korištenje funkcije Teach Instruction

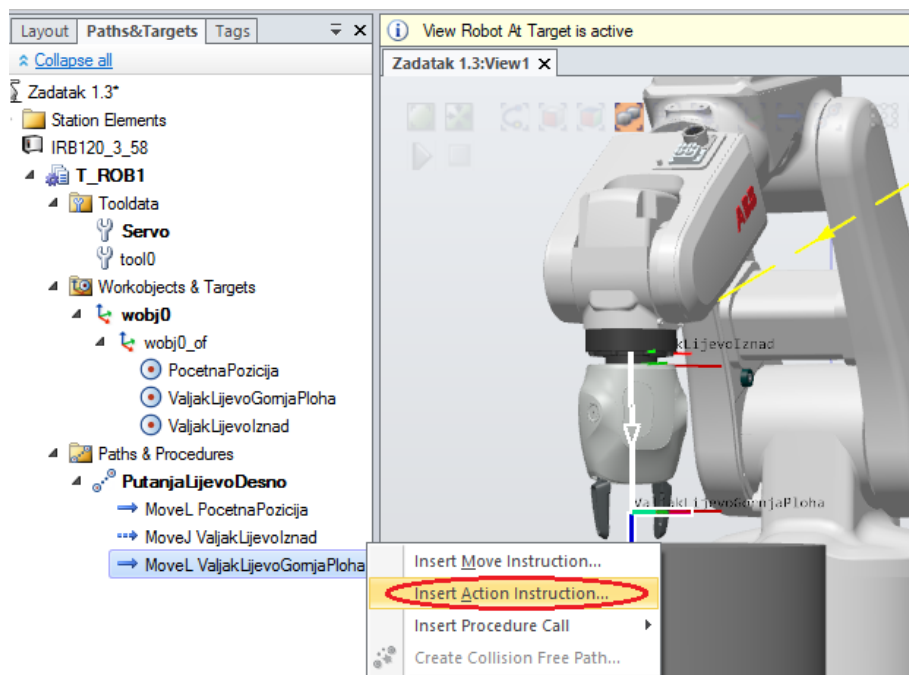
Korisno je novu izrađenu ciljnu točku preimenovati u npr. ValjakLijevoGornjaPloha. Gibanje do novo izrađene ciljne točke treba prilagoditi korištenjem funkcije Edit Instruction. Potrebno je postaviti sporo gibanje, npr. 20 mm/s i preciznu zonu (engl. *fine*) (Slika 3.3.2.20).



Slika 3.3.2.20 RobotStudio – prozor Edit Instruction za gibanje ValjakLijevoGornjaPloha

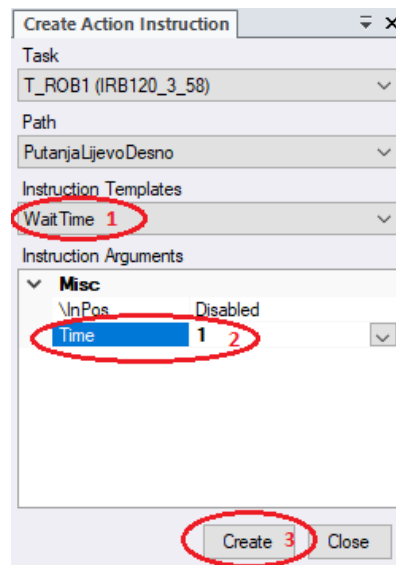
### 3.3.2.4 Stiskanje kliješta i postavljanje vremena čekanja

Nakon gibanja do ciljne točke ValjakLijevoGornjaPloha može se postaviti čekanje u trajanju od 1 sekunde. To će se izvršiti desnim klikom miša na gibanje ValjakLijevoGornjaPloha u stablu na prozoru Paths&Targets i odabirom funkcije Insert Action Instruction (Slika 3.3.2.21).



Slika 3.3.2.21 RobotStudio – poziv funkcije Insert Action Instruction

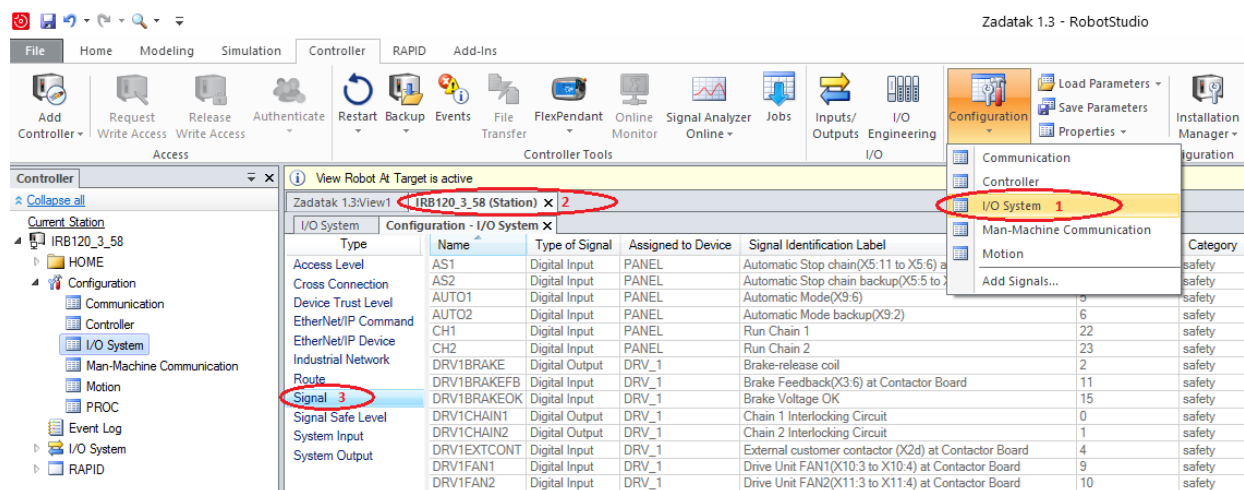
Pokretanjem funkcije Insert Action Instruction lijevo od centralnog prozora Project View otvara se prozor Create Action Instruction (Slika 3.3.2.22) na kojemu je potrebno na padajućem popisu Instruction Template odabrati instrukciju WaitTime (Slika 3.3.2.22, oznaka 1), na popisu Instruction Arguments postaviti vrijednost parametru Time (Slika 3.3.2.22, oznaka 2) te kliknuti na gumb Create (Slika 3.3.2.22, oznaka 3).



Slika 3.3.2.22 RobotStudio – prozor Create Action Instruction – postavljanje instrukcije WaitTime

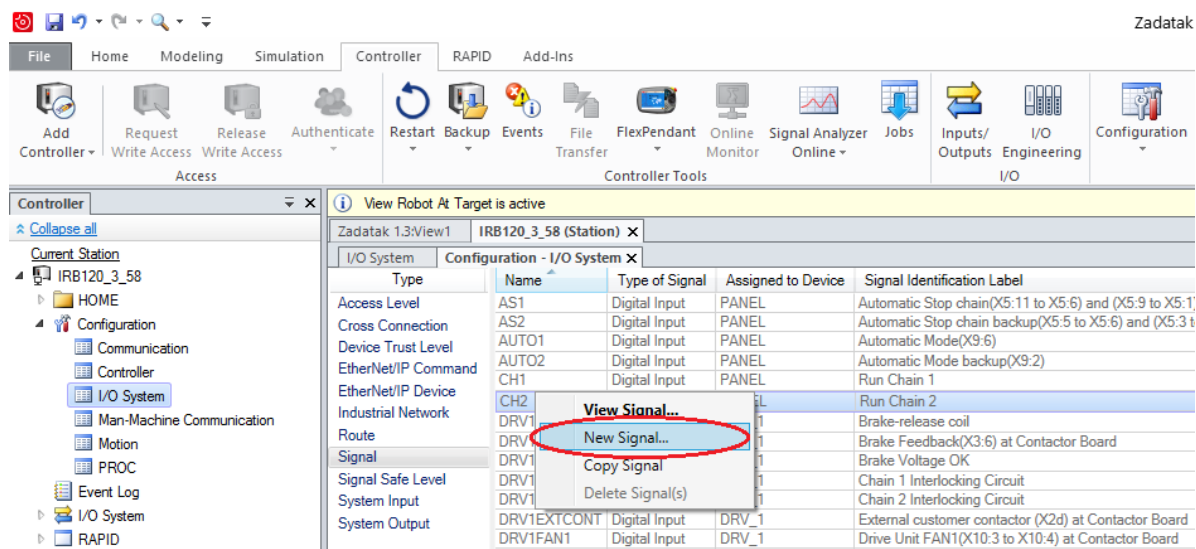
Slijedeća je aktivnost stiskanje klijesta na vrhu ruke robota. Ta se operacija izvršava slanjem odgovarajućeg signala robotu. Za to će biti potrebno izraditi digitalne signale kojima će se izvršavati stiskanje i otpuštanje klijesta.

U izborniku Controller u grupi Configuration potrebno je kliknuti na padajući izbornik Configuration i pokrenuti funkciju I/O System (vidi poglavlje 2.5.1.4) (Slika 3.3.2.23, oznaka 1) čime se otvara prozor Configuration – I/O System (Slika 3.3.2.23, oznaka 2) na kojemu je potrebno odabrati tip (engl. *type*) Signal (Slika 3.3.2.23, oznaka 3).



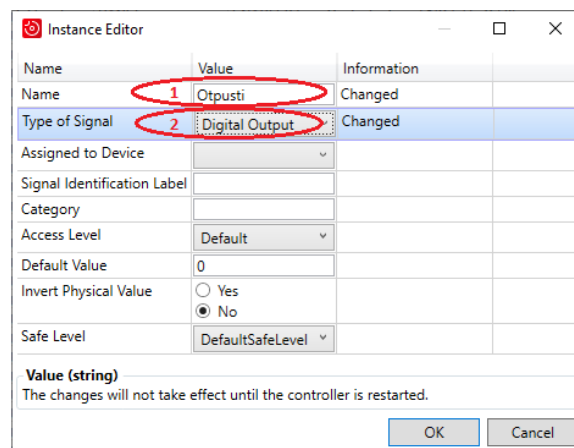
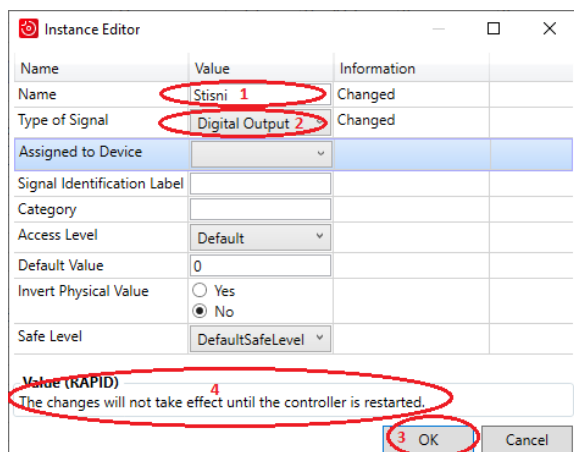
Slika 3.3.2.23 RobotStudio – prozor Configuration - I/O System

Tu je potrebno stvoriti nove signale npr. Stisni i Otpusti. Stvaranje novog signala izvodi se desnim klikom miša na popisu signala i odabirom funkcije New Signal (Slika 3.3.2.24).



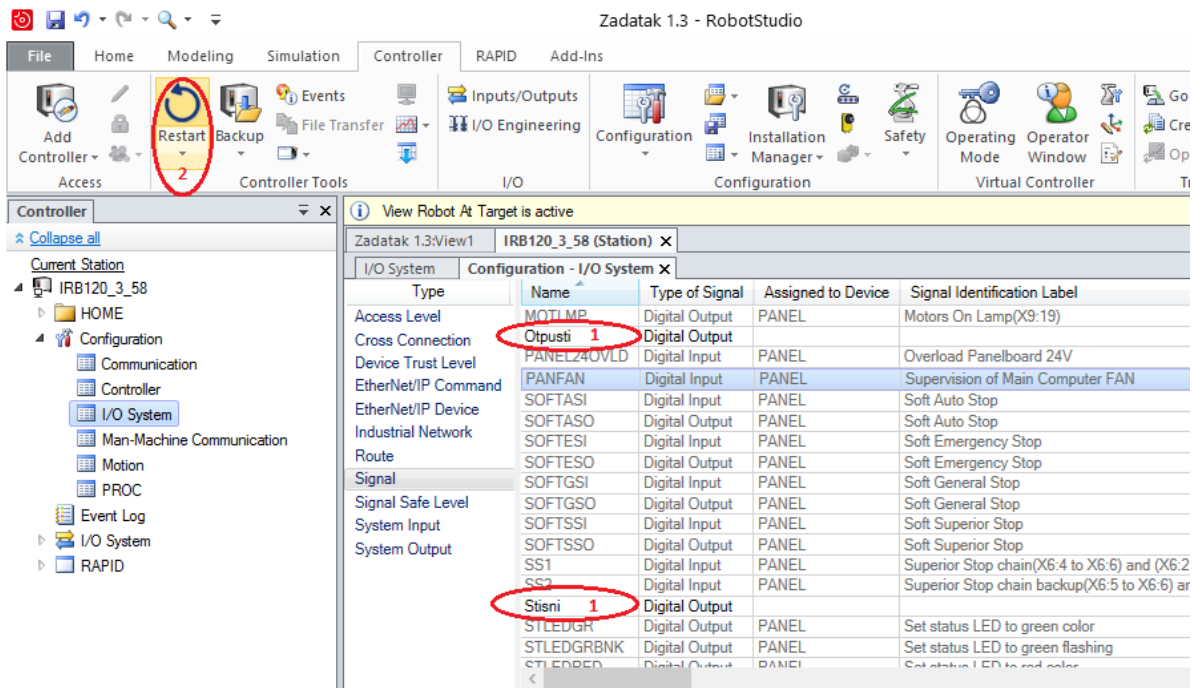
Slika 3.3.2.24 RobotStudio – prozor Configuration – I/O System – dodavanje signala

Pokretanjem funkcije New Signal otvara se prozor Instance Editor. Tu je potrebno u polje Name upisati naziv signala Stisni (Slika 3.3.2.25, oznaka 1 lijevo) i Otpusti (Slika 3.3.2.25, oznaka 1 desno), na padajućem popisu Type of Signal odabrati Digital Output (Slika 3.3.2.25, oznaka 2) te kliknuti na gumb OK (Slika 3.3.2.25, oznaka 3). Nakon stvaranja svih potrebnih signala bit će potrebno ponovo pokrenuti (engl. *restart*) kontroler što je vidljivo u obliku informacije na prozoru (Slika 3.3.2.25, oznaka 4).



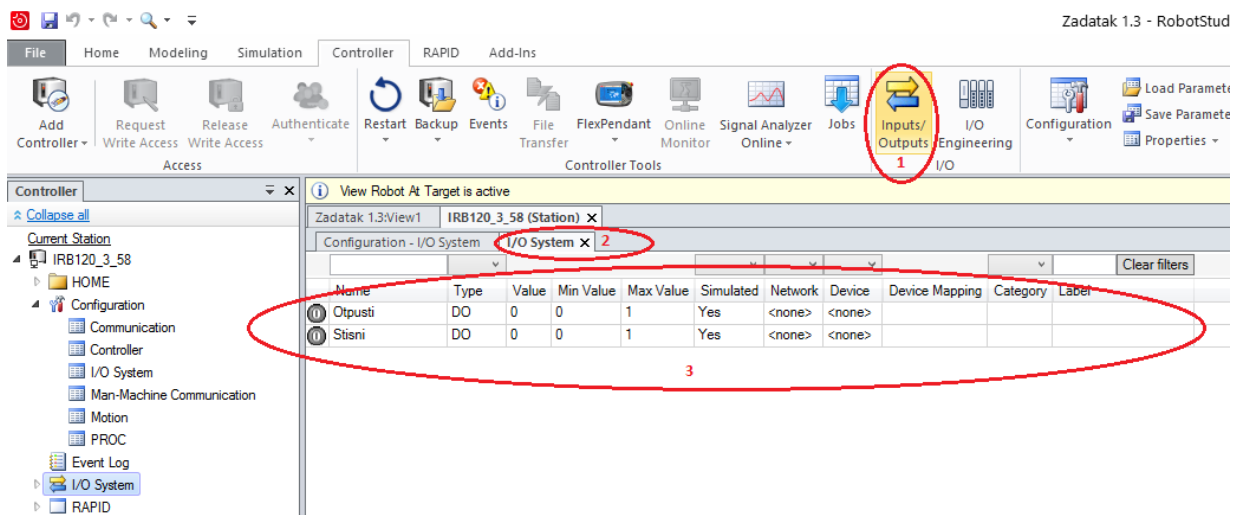
Slika 3.3.2.25 RobotStudio – prozor Instance Editor – dodavanje signala Stisni i Otpusti

Nakon stvaranja signala osvježiti će se popis signala na prozoru Configuration – I/O System i izrađeni signali bit će vidljivi na listi (Slika 3.3.2.26, oznaka 1). Sada je potrebno izvršiti ponovno pokretanje kontrolera (Slika 3.3.2.26, oznaka 2).



Slika 3.3.2.26 RobotStudio – prozor Configuration – I/O System – dodani signali Stisni i Otpusti

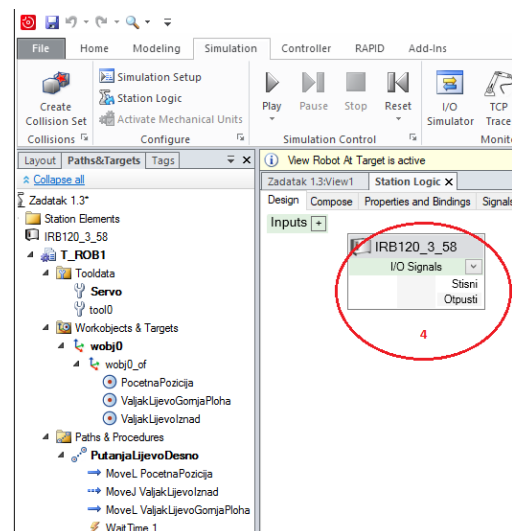
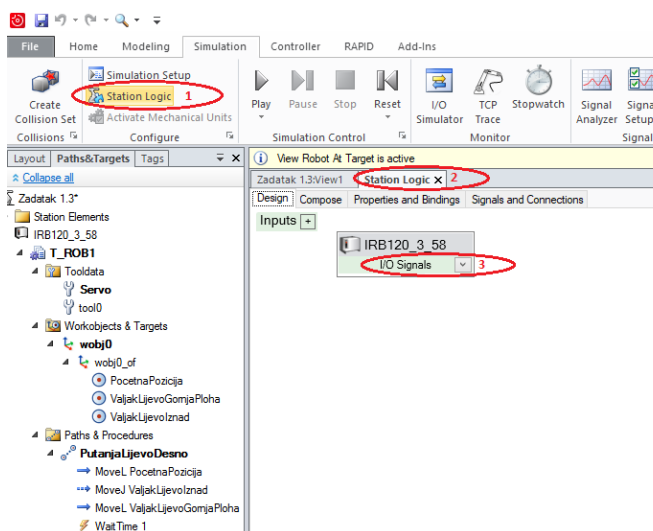
Nakon ponovnog pokretanja kontrolera novi signali bit će dostupni za korištenje i vidljivi (Slika 3.3.2.27, oznaka 3) na prozoru I/O System (Slika 3.3.2.27, oznaka 2) koji se otvara pokretanjem funkcije Inputs/Outputs (Slika 3.3.2.27, oznaka 1) u grupi I/O izbornika Controller.



Slika 3.3.2.27 RobotStudio – prozor I/O System sa signalima Stisni i Otpusti

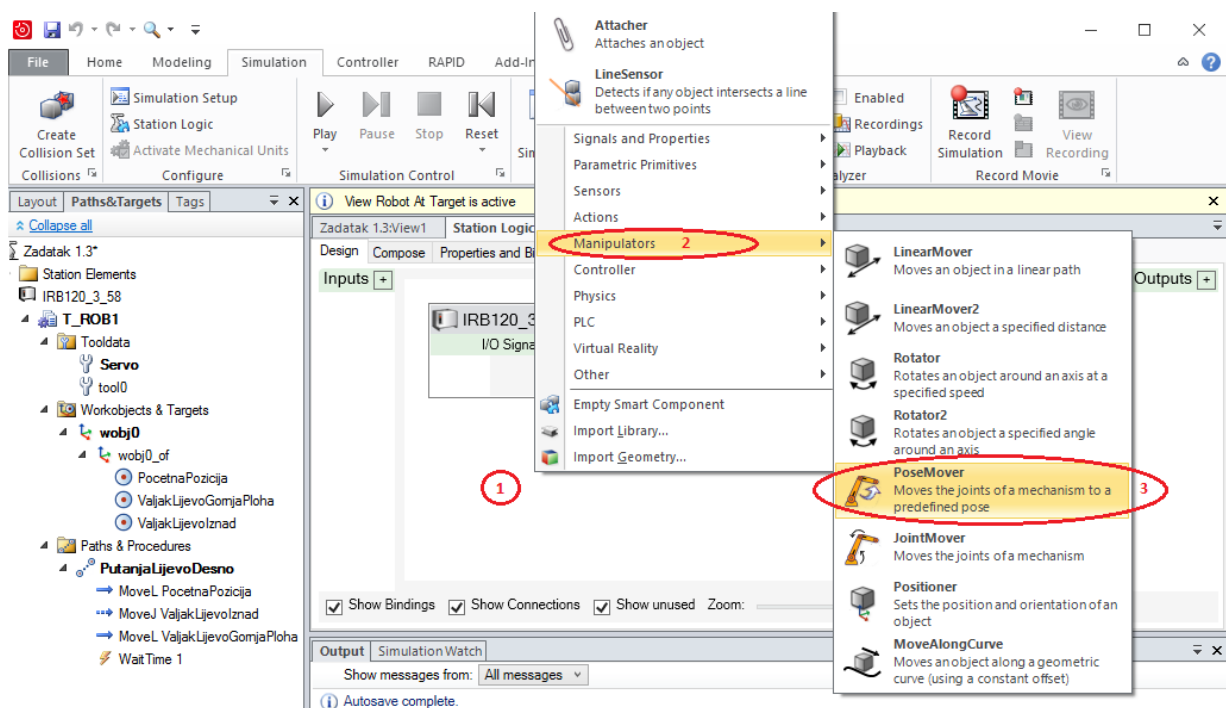
Kako bi se omogućilo stiskanje i otpuštanje kliješta, potrebno je izrađene signale Stisni i Otpusti koristiti za izvršavanje micanja poze kliješta na vrhu ruke robota. To se izvodi postavljanjem logike rada radne stanice. U izborniku Simulation potrebno je pokrenuti funkciju Station Logic (Slika 3.3.2.28, oznaka 1) čime se otvara istoimeni prozor (Slika 3.3.2.28, oznaka 2). Na padajućem popisu I/O Signals (Slika 3.3.2.28, oznaka 3) uređaja IRB120\_3\_58 potrebno je odabrati (postaviti vidljivima za korištenje) signale Stisni i Otpusti (Slika 3.3.2.28, oznaka 4).





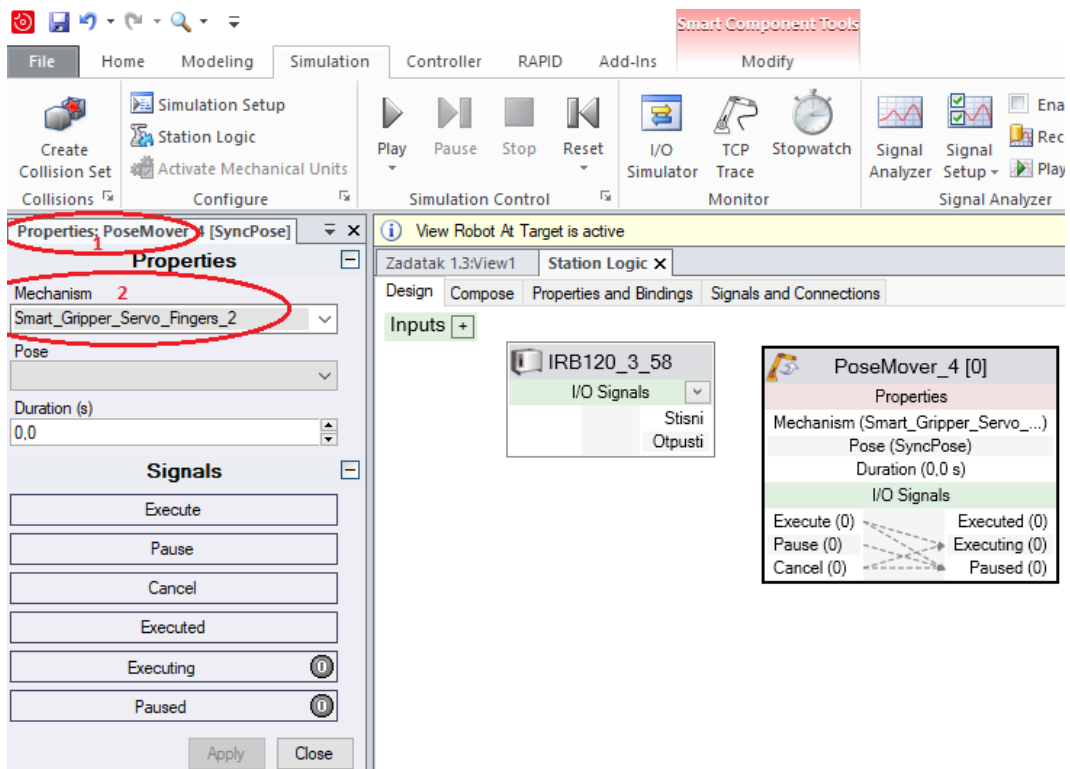
Slika 3.3.2.28 RobotStudio – prozor Station Logic – dodavanje signala Stisni i Otpusti

Sada je potrebno dodati manipulator za micanje poze kliješta. To se izvršava desnim klikom miša na pozadinu prozora Station Logic (Slika 3.3.2.29, oznaka 1) i iz izbornika Manipulators (Slika 3.3.2.29, oznaka 2) odabirom opcije PoseMover (Slika 3.3.2.29, oznaka 3).



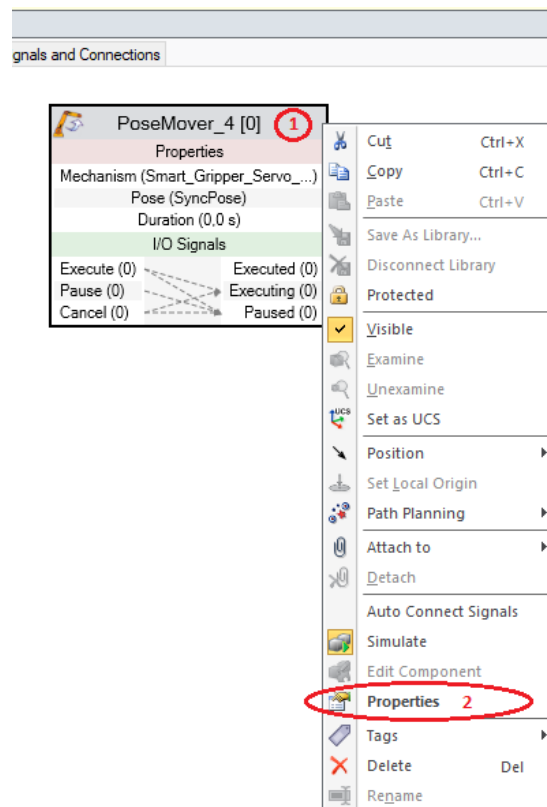
Slika 3.3.2.29 RobotStudio – prozor Station Logic – dodavanje manipulatora PoseMover

Nakon postavljanja manipulatora PoseMover na prozor Station Logic lijevo od centralnog prozora Station Logic otvara se prozor Properties: PoseMover (Slika 3.3.2.30, oznaka 1) na kojemu je u padajućem popisu Mechanism potrebno odabrati alat Smart\_Gripper\_Servo\_Fingers (Slika 3.3.2.30, oznaka 2).



Slika 3.3.2.30 RobotStudio – prozor Properties: PoseMover

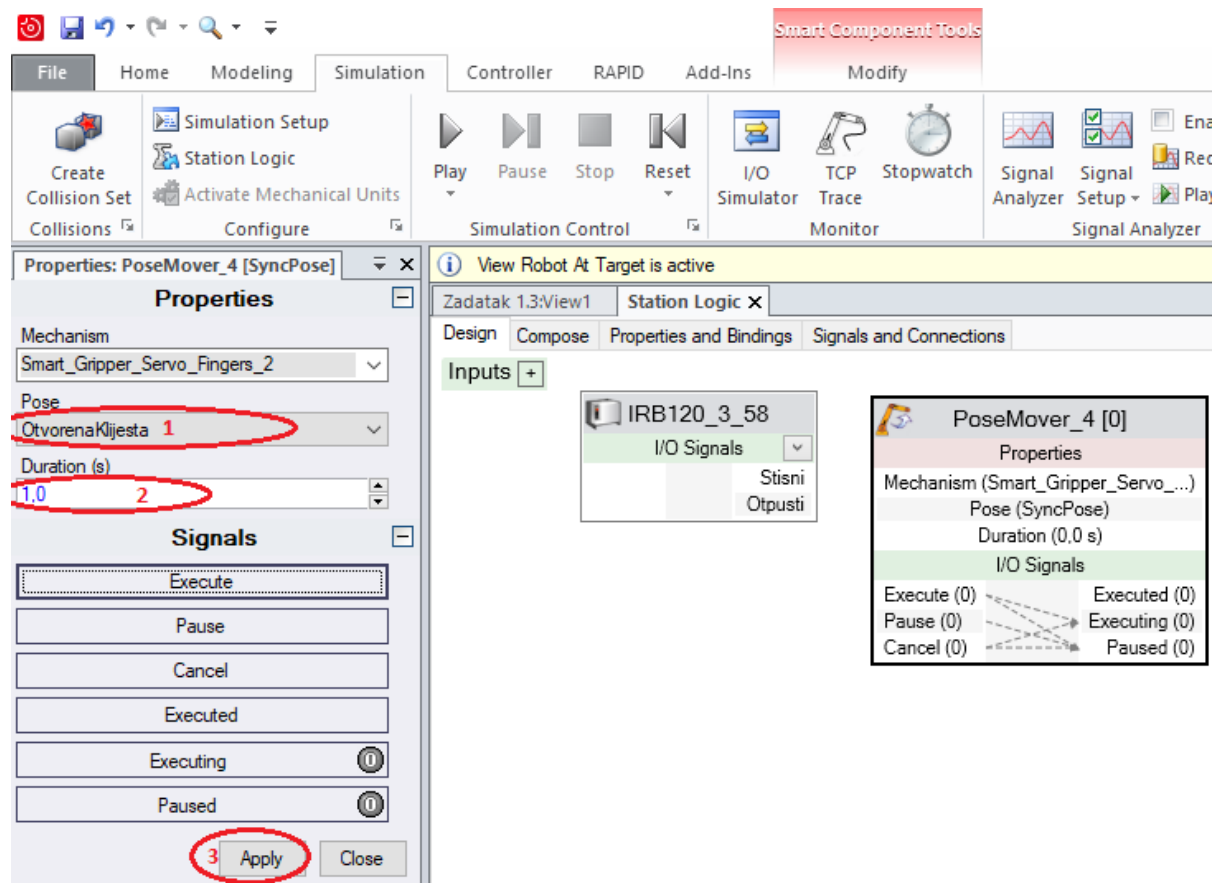
Potom je potrebno kliknuti desnim klikom miša na naslov komponente PoseMover (Slika 3.3.2.31, oznaka 1) i odabrati funkciju Properties (Slika 3.3.2.31, oznaka 2) čime će se osvježiti prozor Properties dostupnim pozama odabranog alata Smart\_Gripper\_Servo\_Fingers.



Slika 3.3.2.31 RobotStudio – pokretanje funkcije Properties za komponentu PoseMover



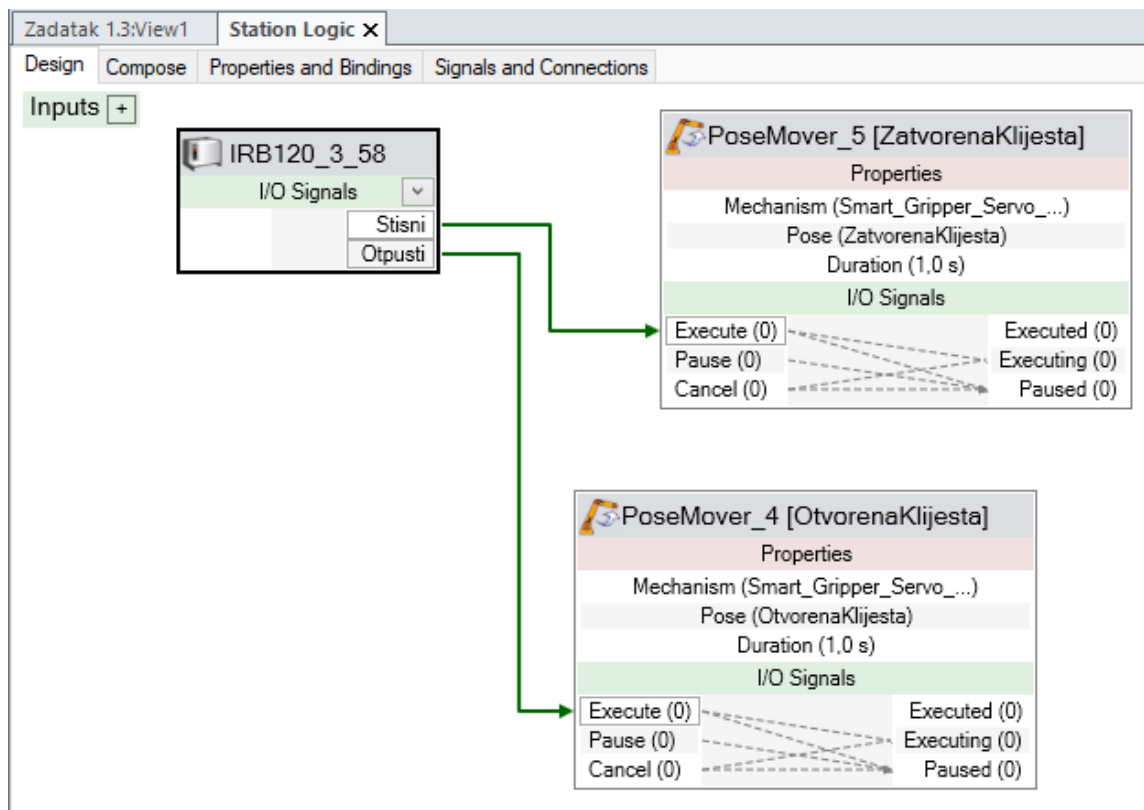
Sada je potrebno u polju Pose (Slika 3.3.2.32, oznaka 1) odabrati željenu pozu za kliješta (npr. OtvorenaKlijesta), u polju Duration (Slika 3.3.2.32, oznaka 2) može se postaviti vrijeme koliko će trajati micanje kliješta u odabranu pozu (npr. 1 sekundu) te kliknuti na gumb Apply (Slika 3.3.2.32, oznaka 3).



Slika 3.3.2.32 RobotStudio – prozor Properties: PoseMover – postavljanje

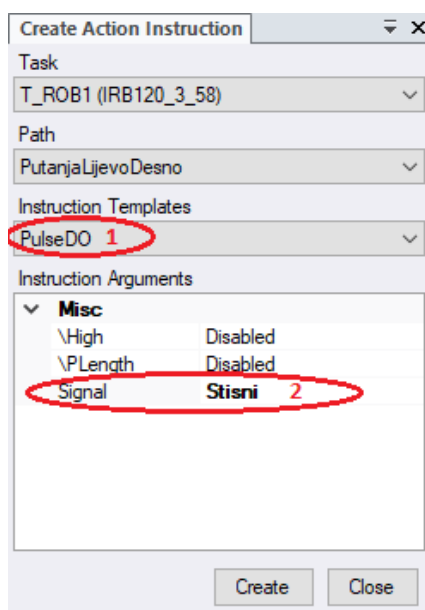
Isti postupak stvaranja i postavljanja manipulatora PoseMover potrebno je provesti i za drugu pozu (npr. ZatvorenaKlijesta).

Nakon postavljanja oba manipulatora za promjene poze kliješta (OtvorenaKlijesta i ZatvorenaKlijesta) potrebno je povezati signale iz komponente IRB120\_3\_58 na komponente PoseMover i to tako da se signal Stisni poveže s Execute funkcijom PoseMover [ZatvorenaKlijesta], a signal Otpusti poveže s Execute funkcijom PoseMover [OtvorenaKlijesta] (Slika 3.3.2.33). Povezivanje signala s funkcijom provodi se tako da se klikne i drži pritisnuta lijeva tipka miša i postupkom povlačenja i ispuštanja odvuče do funkcije.



Slika 3.3.2.33 RobotStudio – prozor Station Logic – povezani signali s manipulatorima PoseMover

Sada se na prozoru Paths&Targets u stablu u grani PutanjaLijevoDesno može dodati aktivnost stiskanja kliješta, a to se provodi dodavanjem nove instrukcije (pozivom funkcije Insert Action Instruction čime se otvara prozor Create Action Instruction). Na padajućem popisu Instruction Template (Slika 3.3.2.34, oznaka 1) potrebno je odabrati instrukciju PulseDO, u parametar signal (Slika 3.3.2.34, oznaka 2) postaviti signal Stisni te izraditi instrukciju.

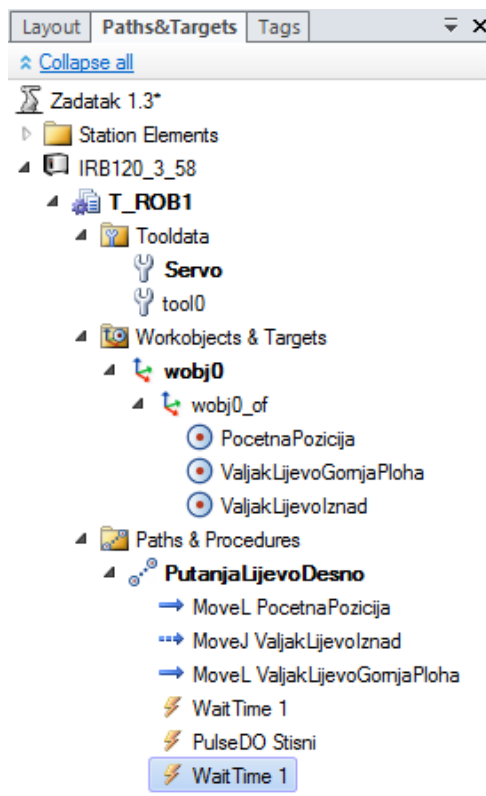


Slika 3.3.2.34 RobotStudio – prozor Create Action Instruction – stiskanje kliješta

Nakon postavljanje instrukcije za slanje signala Stisni može se postaviti vrijeme čekanja npr. 1 sekundu. To se može izvršiti kao i u prethodnom slučaju pozivom funkcije Insert Action Instruction i postavljanjem instrukcije WaitTime (Slika 3.3.2.22).

Budući da već postoji instrukcija koja provodi čekanje u trajanju od 1 sekunde, može se izvršiti dupliciranje postojeće instrukcije skupom funkcija Copy – Paste tako da se odabere postojeća instrukcija WaitTime, izvede funkcija Copy (desnim klikom miša i odabirom funkcije Copy ili kraticom na tipkovnici Ctrl + C), odabere posljednja instrukcija (koja je u sadašnjem slučaju PulseDO Stisni) te izvede funkcija Paste (desnim klikom miša i odabirom funkcije Paste ili kraticom na tipkovnici Ctrl + V).

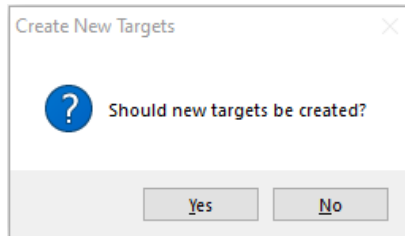
Slika 3.3.2.35 pokazuje stanje instrukcija na putanji PutanjaLijevoDesno nakon postavljanja instrukcije za čekanje u trajanju od 1 sekunde.



Slika 3.3.2.35 RobotStudio – prozor Paths&Targets – nakon druge instrukcije WaitTime

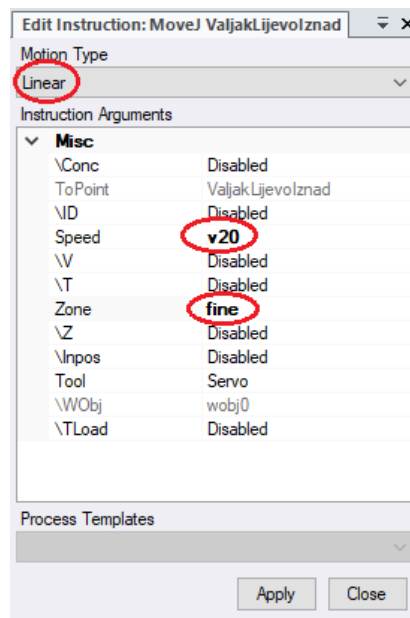
### 3.3.2.5 Izrada povratnog gibanja robota linearno, sporo, precizno do pozicije iznad lijevog valjka

Budući da ciljna točka iznad lijevog valjka već postoji (to je ValjakLijevoIznad), za izradu gibanja do te točke može se provesti postupak dupliranja gibanja MoveJ ValjakLijevoIznad s pomoću skupa funkcija Copy – Paste. Izvođenjem funkcije Paste prikazat će se dijaloški prozor Create New Targets (Slika 3.3.2.36) s pitanjem o izradi nove ciljne točke na kojemu je potrebno odabrati No.



Slika 3.3.2.36 RobotStudio – prozor Create New Targets

Potom je s pomoću funkcije Edit Instruction kopirano gibanje potrebno prilagoditi da bude linearno, sporo (brzina 20 mm/s) i precizno (engl. *fine*) (Slika 3.3.2.37).

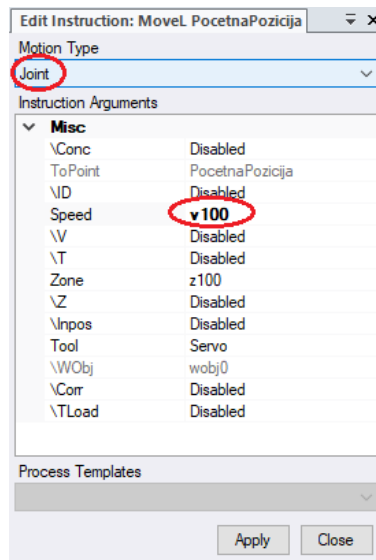


Slika 3.3.2.37 RobotStudio – prozor Edit Instruction za povratno gibanje ValjakLijevoZnad

### 3.3.2.6 Izrada povratnog gibanja robota desno, brzo i krivocrtno do početne pozicije

Budući da ciljna točka PocetnaPozicija već postoji, za izradu gibanja do te točke može se provesti postupak dupliranja gibanja MoveL PocetnaPozicija s pomoću skupa funkcija Copy – Paste. Izvođenjem funkcije Paste prikazat će se dijaloški prozor Create New Targets s pitanjem o izradi nove ciljne točke na kojemu je potrebno odabrati No.

Potom je s pomoću funkcije Edit Instruction kopirano gibanje potrebno prilagoditi da bude krivocrtno (Joint), brzo (brzina 100 mm/s) (Slika 3.3.2.38).

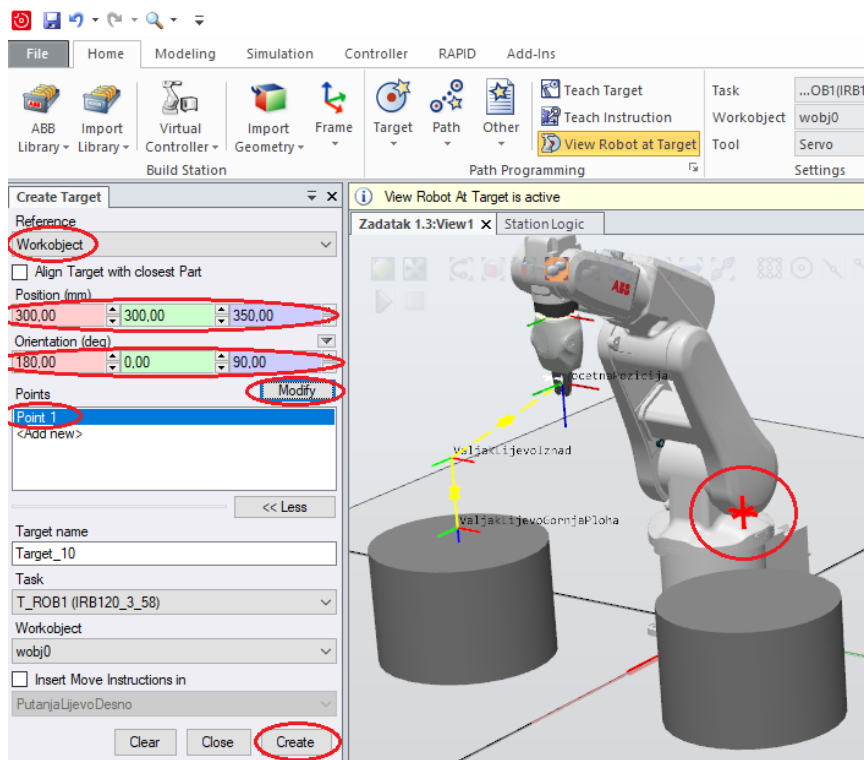


Slika 3.3.2.38 RobotStudio – prozor Edit Instruction za povratno gibanje PocetnaPozicija

### 3.3.2.7 Izrada gibanja robota desno, brzo i krivocrtno do pozicije iznad desnog valjka

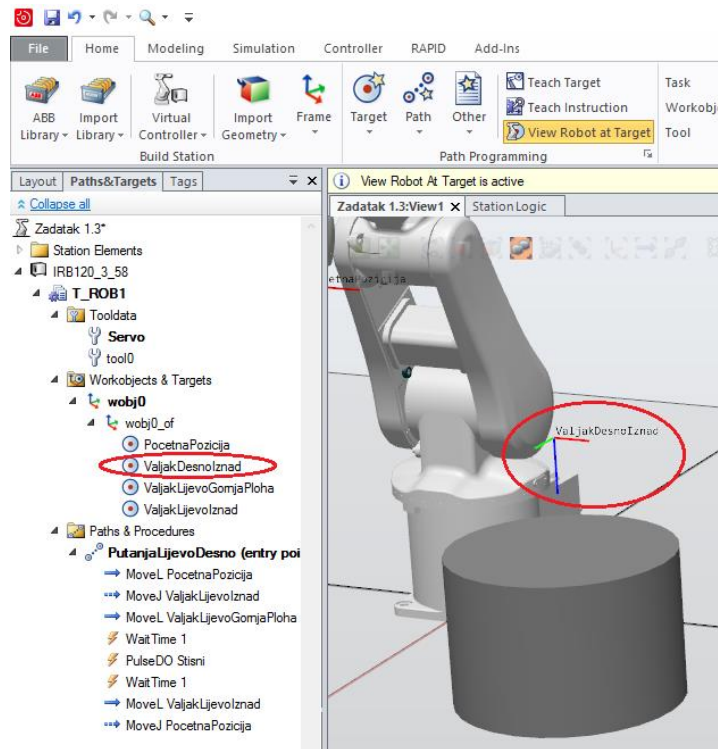
Prije izrade gibanja (micanja) robotske ruke potrebno je postaviti novu ciljnu točku do koje će se izvesti gibanje robota.

Već opisanim postupkom (vidi poglavlje 3.3.2.1) potrebno je izraditi novu ciljnu točku (osnovno nazvana Target\_10) koja će biti 15 cm iznad centra gornje plohe desnog valjka (Slika 3.3.2.39).



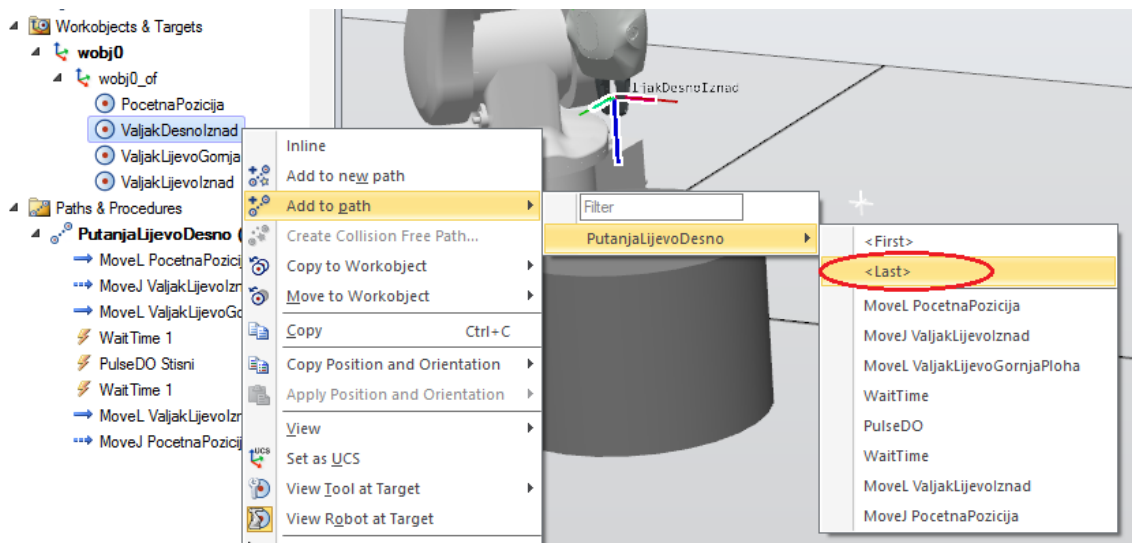
Slika 3.3.2.39 RobotStudio – izrada ciljne točke iznad gornje površine desnog valjka

Nakon izrade ciljne točke iznad gornje plohe desnog valjka korisno je prilagoditi naziv formirane ciljne točke u npr. ValjakDesnoIznad (Slika 3.3.2.40).



Slika 3.3.2.40 RobotStudio – izmijenjen naziv ciljne točke u ValjakDesnoIznad

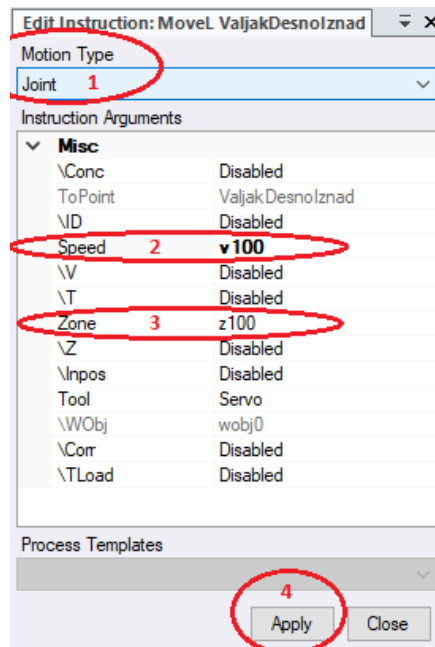
Sada je potrebno ciljnu točku dodati u putanju gibanja. To će se izvršiti desnim klikom miša na ciljnu točku ValjakDesnoIznad čime se otvara skočni prozor s raznim opcijama koje je moguće izvoditi nad odabranom ciljnom točkom. Potrebno je odabrati izborničku funkciju Add to Path čime se otvara popis svih putanja definiranih na radnoj stanici gdje je potrebno odabrati putanju PutanjaLijevoDesno i poziciju gdje će se postaviti (Slika 3.3.2.41).



Slika 3.3.2.41 RobotStudio – dodavanje ciljne točke u putanju gibanja na kraj

Kako bi se ostvarilo krivocrtno gibanje do ciljne točke ValjakDesnoIznad, potrebno je prilagoditi postavke gibanja. Prilagodba postavki gibanja provodi se desnim klikom na željeno gibanje i

pokretanjem funkcije Edit Instruction čime se lijevo od centralnog prozora Project View otvara prozor Edit Instruction u obliku kartice na kojemu je potrebno odabrati vrijednost Joint u polju Motion Type (Slika 3.3.2.42, oznaka 1). Također, na tom prozoru korisno je podesiti brzinu (koja se mjeri u mm/s) na vrijednost npr. v100 (Slika 3.3.2.42, oznaka 2). Budući da to gibanje od točke PocetnaPozicija do točke ValjakDesnoIznad nije kritično i može biti neprecizno, zona preciznosti može ostati kako je zadano postavljeno z100 (Slika 3.3.2.42, oznaka 3). Nakon završetka prilagođavanja postavki gibanja potrebno je kliknuti na gumb Apply (Slika 3.3.2.42, oznaka 4).

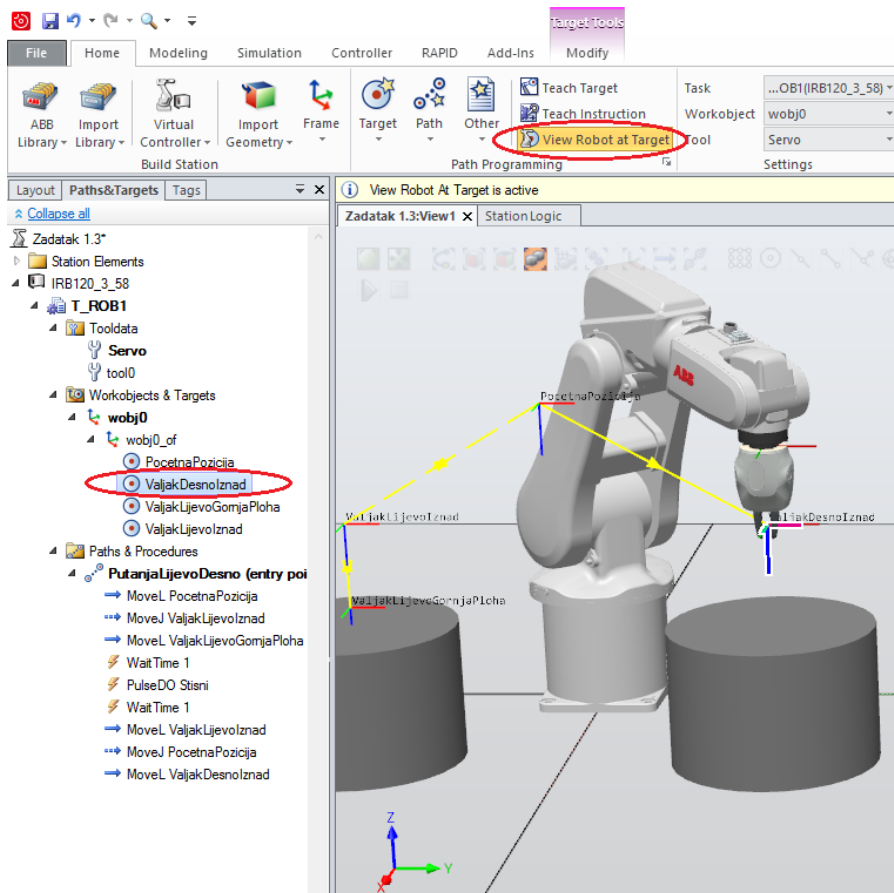


Slika 3.3.2.42 RobotStudio – prozor Edit Instruction za gibanje ValjakDesnoIznad

### 3.3.2.8 Izrada gibanja robota linearno, sporo, precizno do desnog valjka

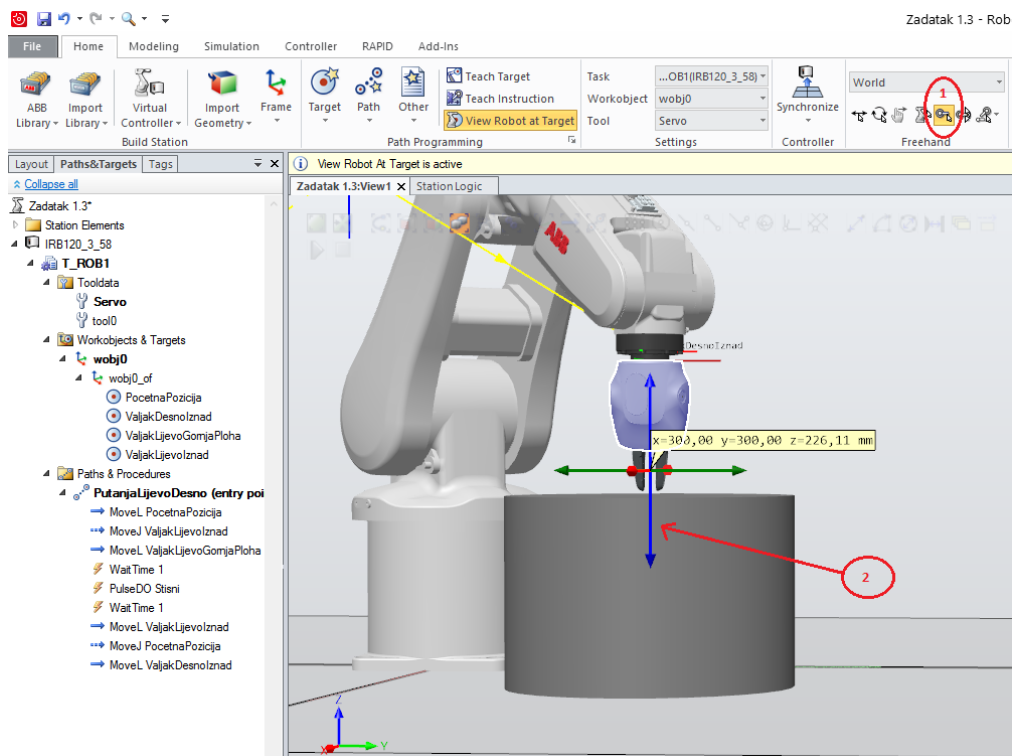
Za izradu gibanja robota linearno, sporo i precizno do vrha plohe desnog valjka koristit će se drugačiji postupak od prethodnih i koristit će se funkcija Teach Instruction (vidi poglavlje 2.2.1.2).

Prvo je potrebno postaviti robota na poziciju ValjakDesnoIznad (izrađeno u poglavlju 3.3.2.7), a to će se izvesti uključivanjem funkcije View Robot at Target (vidi poglavlje 2.2.1.2) u izborniku Home i klikom miša, odnosno odabirom ciljne točke na prozoru Paths&Targets (Slika 3.3.2.43).



Slika 3.3.2.43 RobotStudio – postavljanje robota na poziciju ValjakDesnoIznad

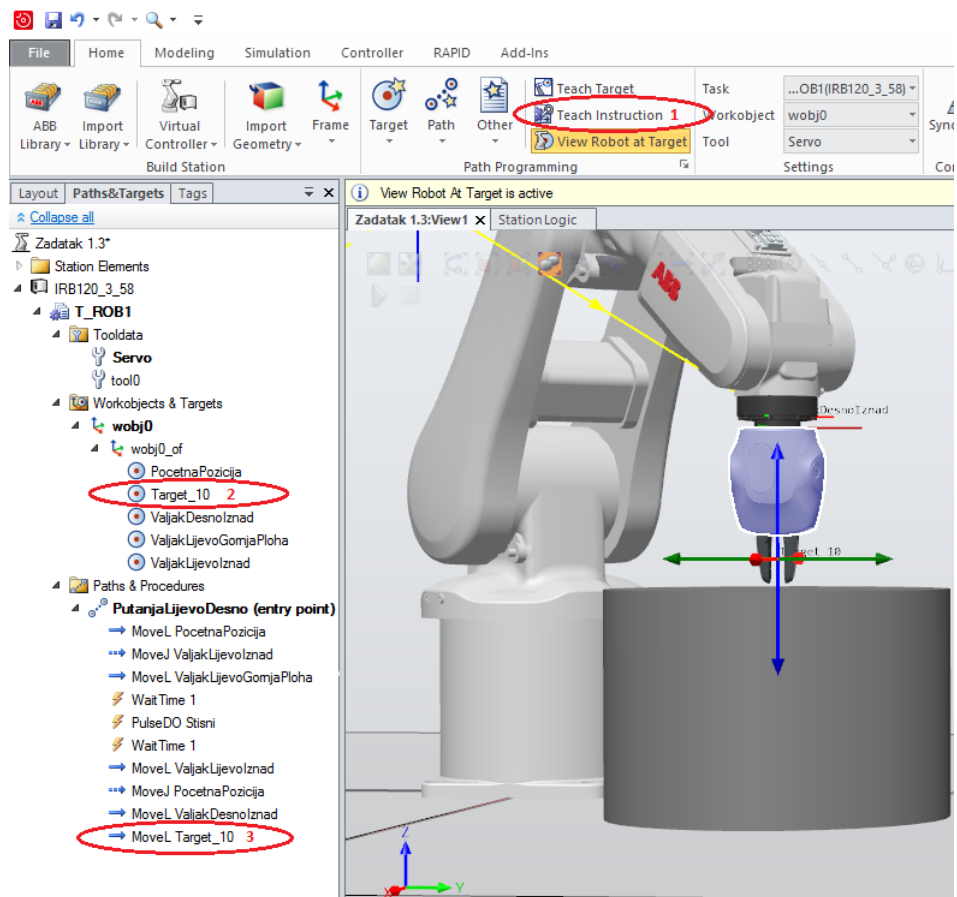
Sada je potrebno pomaknuti robota do pozicije koja je blizu gornje plohe desnog valjka (Slika 3.3.2.44). To će se izvršiti korištenjem Freehand funkcije Jog Linear (vidi poglavlje 2.2.1.4).



Slika 3.3.2.44 RobotStudio – pomicanje robota do gornje plohe desnog valjka funkcijom Freehand – Jog Linear

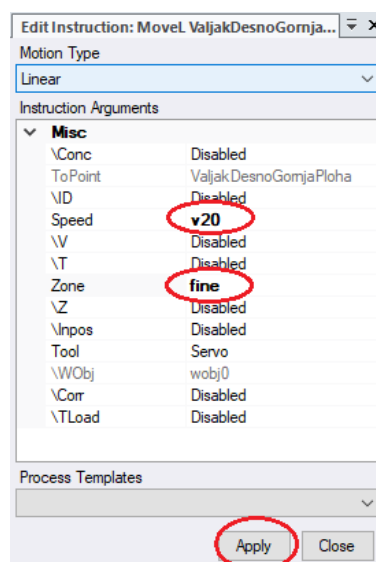


Sada se može izvršiti funkcija Teach Instruction (Slika 3.3.2.45, oznaka 1) čime će se stvoriti nova ciljna točka Target\_10 (Slika 3.3.2.45, oznaka 2) i gibanje (Slika 3.3.2.45, oznaka 3) do navedene izrađene ciljne točke.



Slika 3.3.2.45 RobotStudio – korištenje funkcije Teach Instruction #2

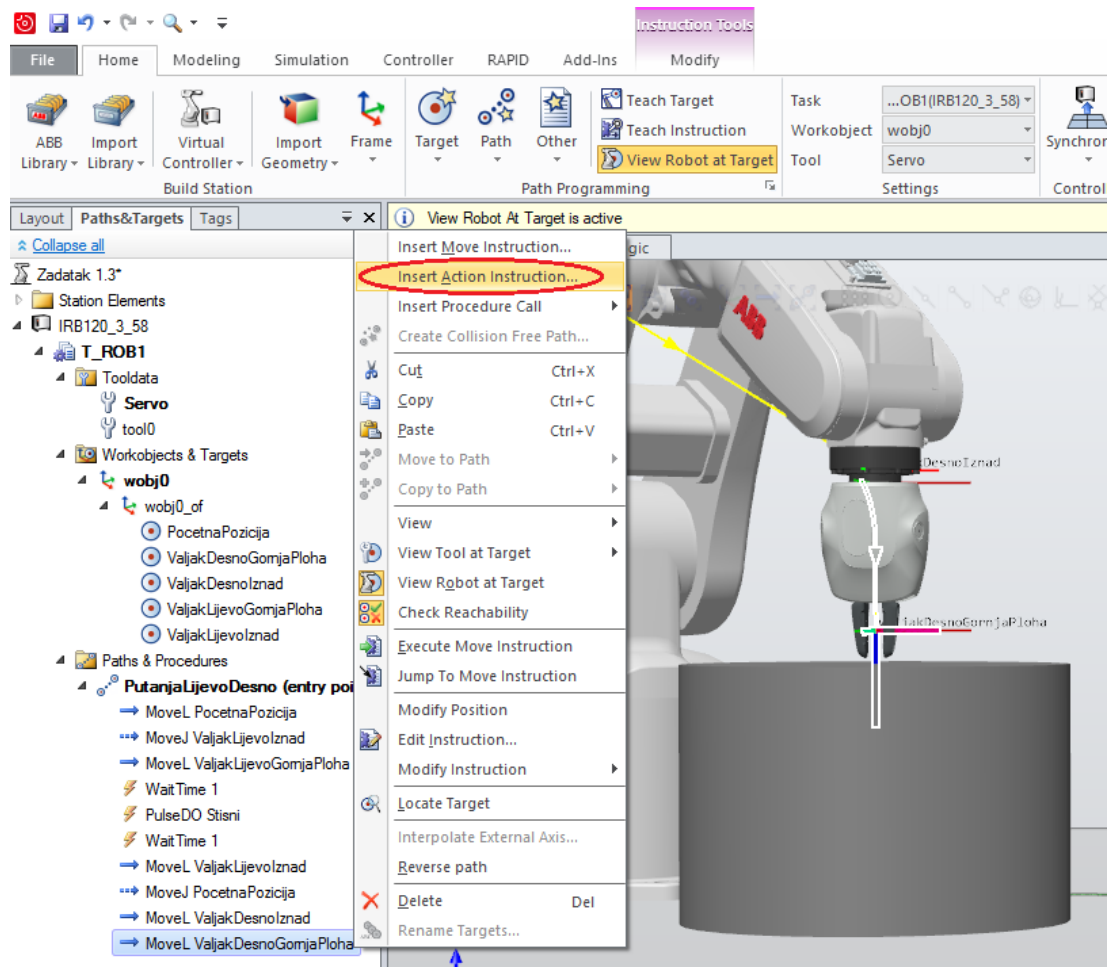
Korisno je preimenovati novu izrađenu ciljnu točku u npr. ValjakDesnoGornjaPloha. Gibanje do novo izrađene ciljne točke treba prilagoditi korištenjem funkcije Edit Instruction. Potrebno je postaviti sporo gibanje, npr. 20 mm/s i preciznu zonu (Slika 3.3.2.46).



Slika 3.3.2.46 RobotStudio – prozor Edit Instruction za gibanje ValjakDesnoGornjaPloha

### 3.3.2.9 Otpuštanje kliješta i postavljanje vremena čekanja

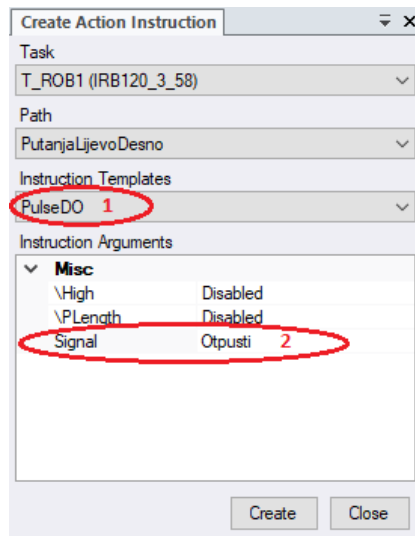
Nakon gibanja do ciljne točke ValjakDesnoGornjaPloha može se postaviti čekanje u trajanju od 1 sekunde. To će se izvršiti desnim klikom miša na gibanje ValjakDesnoGornjaPloha u stablu na prozoru Paths&Targets i odabirom funkcije Insert Action Instruction (Slika 3.3.2.47).



Slika 3.3.2.47 RobotStudio – poziv funkcije Insert Action Instruction #2

Pokretanjem funkcije Insert Action Instruction lijevo od centralnog prozora Project View otvara se prozor Create Action Instruction na kojemu je potrebno na padajućem popisu Instruction Template odabrati instrukciju WaitTime, na popisu Instruction Arguments postaviti vrijednost 1 u parametru Time te kliknuti na gumb Create.

Sljedeća aktivnost jest stiskanje kliješta na vrhu ruke robota. Ta se operacija izvršava slanjem odgovarajućeg signala robotu. Za to će se koristiti izrađeni digitalni signal Otpusti (vidi poglavlje 3.3.2.4). Na prozoru Paths&Targets u stablu u grani PutanjaLijevoDesno može se dodati aktivnost otpuštanja kliješta, a to se provodi dodavanjem nove instrukcije (pozivom funkcije Insert Action Instruction čime se otvara prozor Create Action Instruction). Na padajućem popisu Instruction Template (Slika 3.3.2.48, oznaka 1) potrebno je odabrati instrukciju PulseDO, u parametar Signal (Slika 3.3.2.48, oznaka 2) postaviti signal Otpusti te kreirati instrukciju.

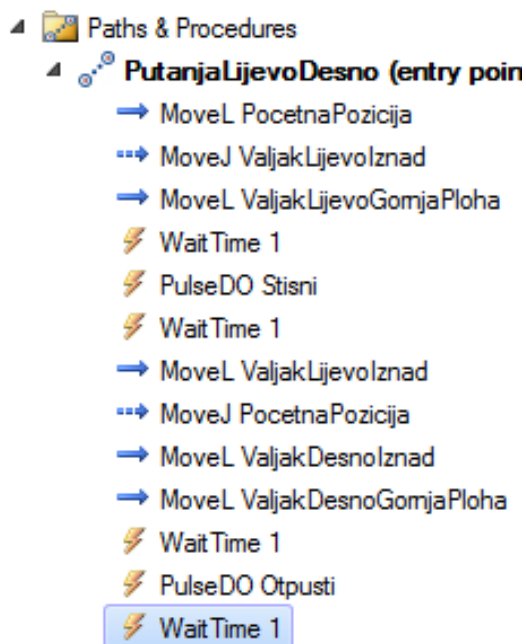


Slika 3.3.2.48 RobotStudio – prozor Create Action Instruction – otpuštanje kliješta

Nakon postavljanje instrukcije za slanje signala Otpusti može se postaviti vrijeme čekanja, npr. 1 sekundu. To se može izvršiti kao i u prethodnom slučaju pozivom funkcije Insert Action Instruction i postavljanjem instrukcije WaitTime.

Budući da već postoji instrukcija koja provodi čekanje u trajanju od 1 sekunde, može se izvršiti dupliciranje postojeće instrukcije skupom funkcija Copy – Paste tako da se odabere postojeća instrukcija WaitTime, izvede funkcija Copy (desnim klikom miša i odabirom funkcije Copy ili kraticom na tipkovnici Ctrl + C), odabere posljednja instrukcija (koja je u sadašnjem slučaju PulseDO Otpusti) te izvede funkcija Paste (desnim klikom miša i odabirom funkcije Paste ili kraticom na tipkovnici Ctrl+V).

Slika 3.3.2.49 pokazuje stanje instrukcija na putanji PutanjaLijevoDesno nakon postavljanja instrukcije za čekanje u trajanju od 1 sekunde.

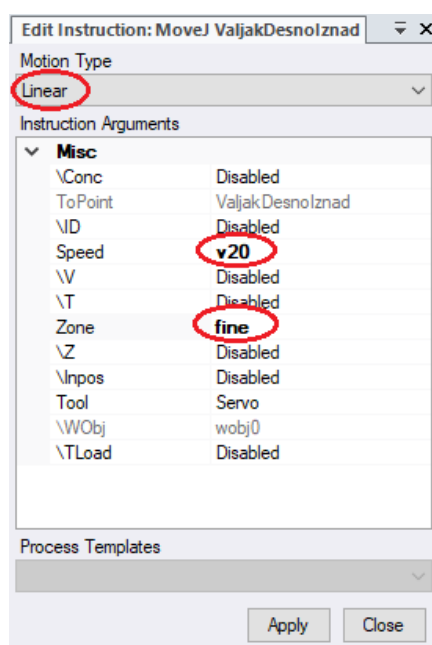


Slika 3.3.2.49 RobotStudio – prozor Paths&Targets – nakon četvrte instrukcije WaitTime

### 3.3.2.10 Izrada povratnog gibanja robota linearno, sporo, precizno do pozicije iznad desnog valjka

Budući da ciljna točka iznad desnog valjka već postoji (to je ValjakDesnoIznad), za izradu gibanja do te točke može se provesti postupak dupliranja gibanja MoveJ ValjakDesnoIznad s pomoću skupa funkcija Copy – Paste. Izvođenjem funkcije Paste prikazat će se dijaloški prozor Create New Targets s pitanjem o stvaranju nove ciljne točke na kojemu je potrebno odabrati No.

Potom je s pomoću funkcije Edit Instruction kopirano gibanje potrebno prilagoditi da bude linearno, sporo (brzina 20 mm/s) i precizno (Slika 3.3.2.50).

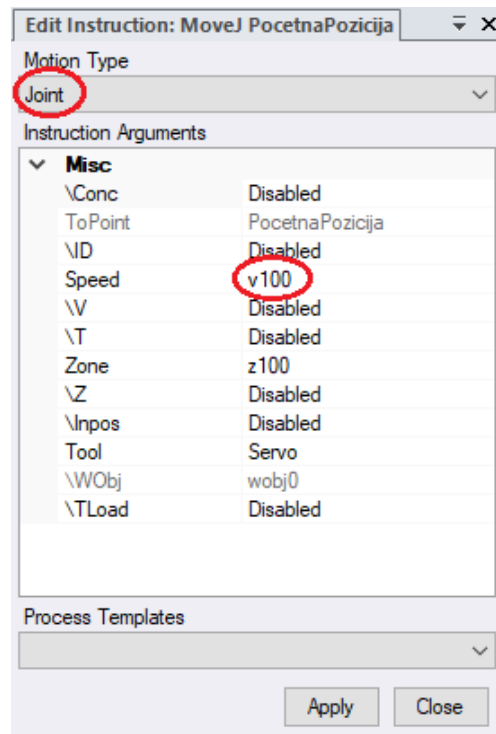


Slika 3.3.2.50 RobotStudio – prozor Edit Instruction za povratno gibanje ValjakDesnoIznad

### 3.3.2.11 Izrada povratnog gibanja robota lijevo, brzo i krivocrtno do početne pozicije

Budući da ciljna točka PocetnaPozicija već postoji, za izradu gibanja do te točke može se provesti postupak dupliranja gibanja MoveL PocetnaPozicija ili gibanja MoveJ PocetnaPozicija s pomoću skupa funkcija Copy – Paste. Izvođenjem funkcije Paste prikazat će se dijaloški prozor Create New Targets s pitanjem o stvaranju nove ciljne točke na kojemu je potrebno odabrati No.

Potom je s pomoću funkcije Edit Instruction kopirano gibanje potrebno prilagoditi da bude krivocrtno (Joint), brzo (brzina 100 mm/s) (Slika 3.3.2.51).



Slika 3.3.2.51 RobotStudio – prozor Edit Instruction za povratno gibanje PocetnaPozicija #2

### 3.3.3 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Objasnite postupak dodavanja i prilagodbe poza za kliješta.
2. Objasnite postupak izrade ispravne (dohvatljive) ciljne točke s pomoću funkcije Create Target.
3. Objasnite postupak formiranja poznate lokacije ciljne točke i gibanje robota do nje.
4. Objasnite postupak prilagodbe načina gibanja, brzine i zone za odabrano gibanje u putanji.
5. Objasnite parametar zone koji se može postaviti na određenom gibanju robota.
6. Objasnite postupak formiranja ciljne točke korištenjem alata Freehand i brzih funkcija iz izbornika.
7. Objasnite postupak formiranja gibanja robota do ciljne točke korištenjem alata Freehand i brzih funkcija iz izbornika.
8. Objasnite postupak dodavanja instrukcije čekanja (mirovanja) robota nakon određene instrukcije gibanja robota.
9. Objasnite postupak izrade i postavljanja digitalnih signala za robota.
10. Objasnite postupak povezivanja digitalnih signala s aktivnostima prilagodbe poza kliješta.
11. Objasnite postupak multipliciranja postojećih gibanja i instrukcija u stablu putanja na prozoru Paths&Targets.
12. Objasnite postupak aktiviranja (izvođenja) digitalnih signala.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Koja se funkcija skočnog prozora na objektu kliješta koristi za dodavanje i prilagodbu poza?
  - a. Path Planning
  - b. Examine
  - c. Modify Mechanism
  - d. Physics
2. Što treba prilagoditi na prozoru Create Target kako bi se uskladio koordinatni sustav nove ciljne točke s koordinatnim sustavom kliješta na vrhu robotske ruke?
  - a. Poziciju koordinata
  - b. Orijentaciju koordinata
  - c. Izgled koordinatnog sustava
3. Što će se dogoditi kada se na os X koordinatnog sustava postavi vrijednost -90.00?
  - a. Koordinatni sustav okrenut će se ulijevo za 90° oko osi X promatrano od ishodišta koordinatnog sustava
  - b. Koordinatni sustav okrenut će se ulijevo za 90° oko osi X promatrano prema ishodištu koordinatnog sustava
  - c. Koordinatni sustav okrenut će se udesno za 90° oko osi X promatrano od ishodišta koordinatnog sustava
  - d. Koordinatni sustav okrenut će se udesno za 90° oko osi X promatrano prema ishodištu koordinatnog sustava
4. Koja se podfunkcija unutar funkcije Path koristi za izradu nove prazne putanje gibanja robota?
  - Upišite naziv funkcije:
5. Koja se funkcija skočnog prozora na objektu ciljne točke koristi za dodavanje ciljne točke nekoj putanji?
  - a. Add to new path
  - b. Add to path
  - c. Set to path
  - d. Move to workobject
6. Koja se funkcija skočnog prozora na elementu gibanja u putanji (engl. *path*) koristi za prilagodbu gibanja?
  - a. Jump to Move Instruction
  - b. Modify Position
  - c. Edit Instruction
7. Koja se funkcija skočnog prozora na elementu gibanja u putanji (engl. *path*) koristi za brzu prilagodbu gibanja bez otvaranja prozora za prilagodbu gibanja?
  - a. Modify Position
  - b. Edit Instruction
  - c. Modify Instruction
8. U kojoj se mjernoj jedinici prikazuju i izvode postavke brzine gibanja robota?
  - a. m/h
  - b. mm/h
  - c. cm/s
  - d. mm/s
  - e. m/s
9. U kojoj se mjernoj jedinici prikazuje i izvodi postavka Zone u gibanju robota?
  - a. m

- b. cm
  - c. mm
  - d. dm
10. Koji se tip gibanja (engl. *Motion Type*) koristi za pravocrtno gibanje robota?
- a. Joint
  - b. Linear
  - c. Rectilinearly
11. Koji se tip gibanja (engl. *Motion Type*) koristi za krivocrtno gibanje robota?
- a. Joint
  - b. Linear
  - c. Rectilinearly
12. Koja se funkcija izbornika Home koristi za postavljanje robota na poziciju odabrane ciljne točke?
- a. Teach Target
  - b. View Robot at Target
  - c. Set Robot to Target
13. Koja se funkcija izbornika Home koristi za izradu nove ciljne točke na temelju trenutačne pozicije robota?
- a. Teach Target
  - b. Teach Instruction
  - c. Create Target
14. Koja se funkcija izbornika Home koristi za izradu novoga gibanja robota do trenutačne pozicije robota?
- a. Teach Target
  - b. Teach Instruction
  - c. Create Instruction
  - d. View Robot at Target
15. Koja se funkcija skočnog prozora na elementu gibanja u putanji (engl. *path*) koristi za dodavanje instrukcije čekanja (mirovanja) robota?
- a. Insert Move Instruction
  - b. Insert Action Instruction
  - c. Insert Procedure Call
16. Koja se podfunkcija unutar funkcije Configuration izbornika Controller koristi za izradu i postavljanje digitalnih signala?
- a. Communication
  - b. Controller
  - c. I/O System
17. Koja se funkcija izbornika Controller koristi za pregled korištenih digitalnih signala?
- a. Signal Analyzer Online
  - b. Inputs/Outputs
  - c. I/O Engineering

### 3.3.4 Literatura i izvori

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 3.4 Izrada i snimanje simulacije

Nastavna jedinica obuhvaća korištenje odgovarajućih dijelova softvera RobotStudio za potrebe izrade simulacije rada robota postavljenog u poglavlju 3.1, pripadne statične geometrije postavljene u poglavlju 0 te izrađene potpune putanje gibanja u poglavlju 3.2.3.

Cilj je ove nastavne jedinice u softveru RobotStudio izraditi, provesti i snimiti u obliku videodatoteke (mp4) simulaciju rada robota na postavljenoj radnoj stanici za definiranu putanju gibanja.

Svrha je ove nastavne cjeline upoznavanje čitatelja s koracima i postupkom izrade i snimanja simulacije rada robota prema definiranoj putanji gibanja na radnoj stanici.

**Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:**

- Provesti simulaciju i otklanjanje grešaka kod planirane trajektorije gibanja robota

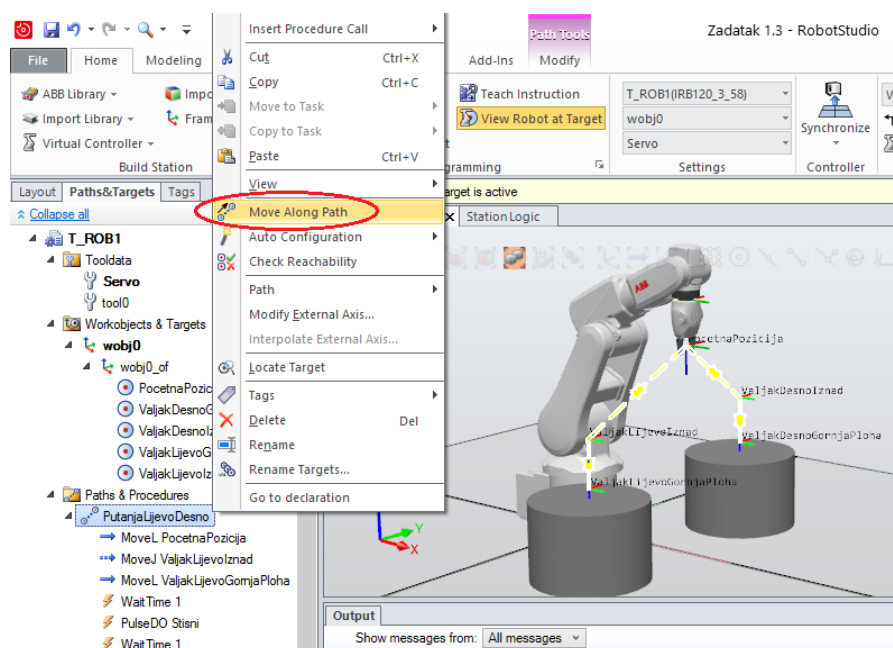
### 3.4.1 Opis radnog zadatka

U okviru radnog zadatka ove nastavne jedinice potrebno je:

1. izraditi i provesti jednokratnu i kontinuiranu simulaciju (na temelju izrađene putanje gibanja iz poglavlja 3.2.3)
2. spremiti izrađenu simulaciju u mp4 datoteku na računalo.

### 3.4.2 Rješenje radnog zadatka

Izrađena putanja gibanja (vidi poglavlje 3.2.3) može se provjeriti u obliku simulacije desnim klikom miša na putanju PutanjaLijevoDesno i odabirom funkcije Move Along Path (Slika 3.4.2.1).

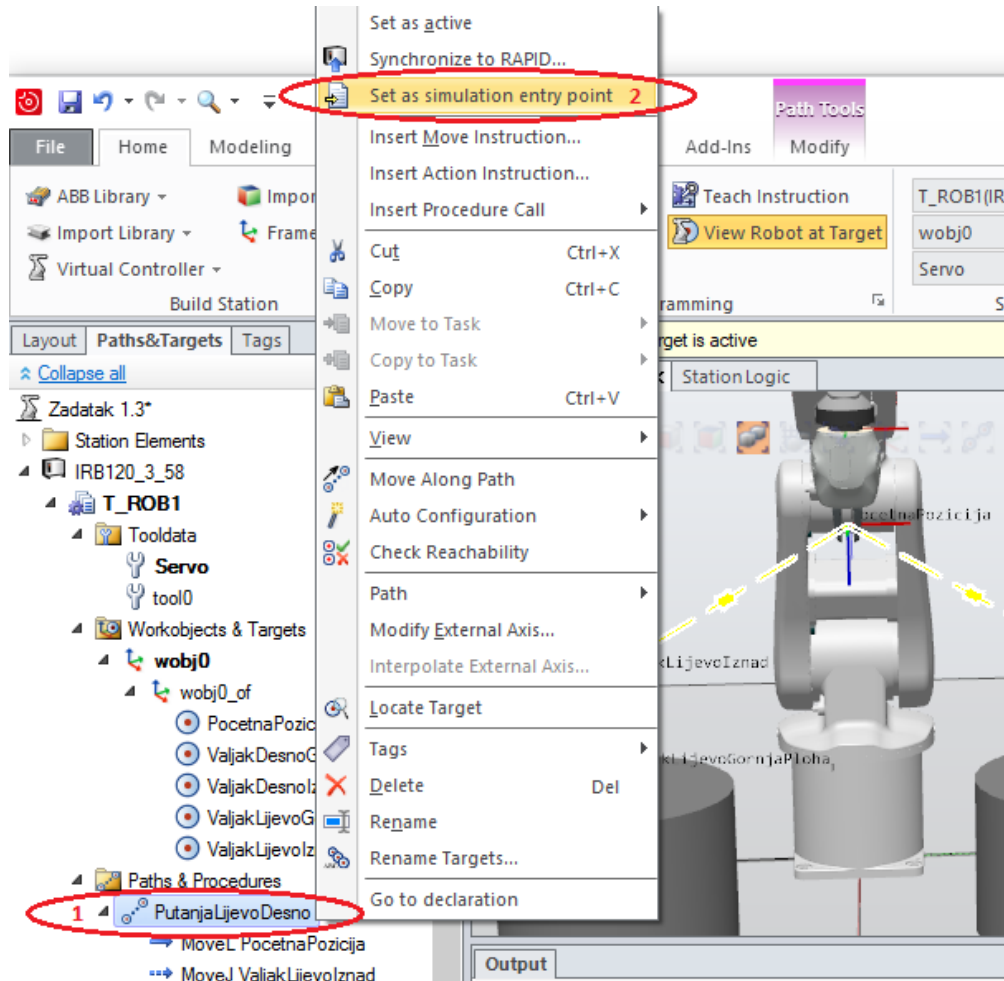


Slika 3.4.2.1 RobotStudio – pokretanje funkcije Move Along Path



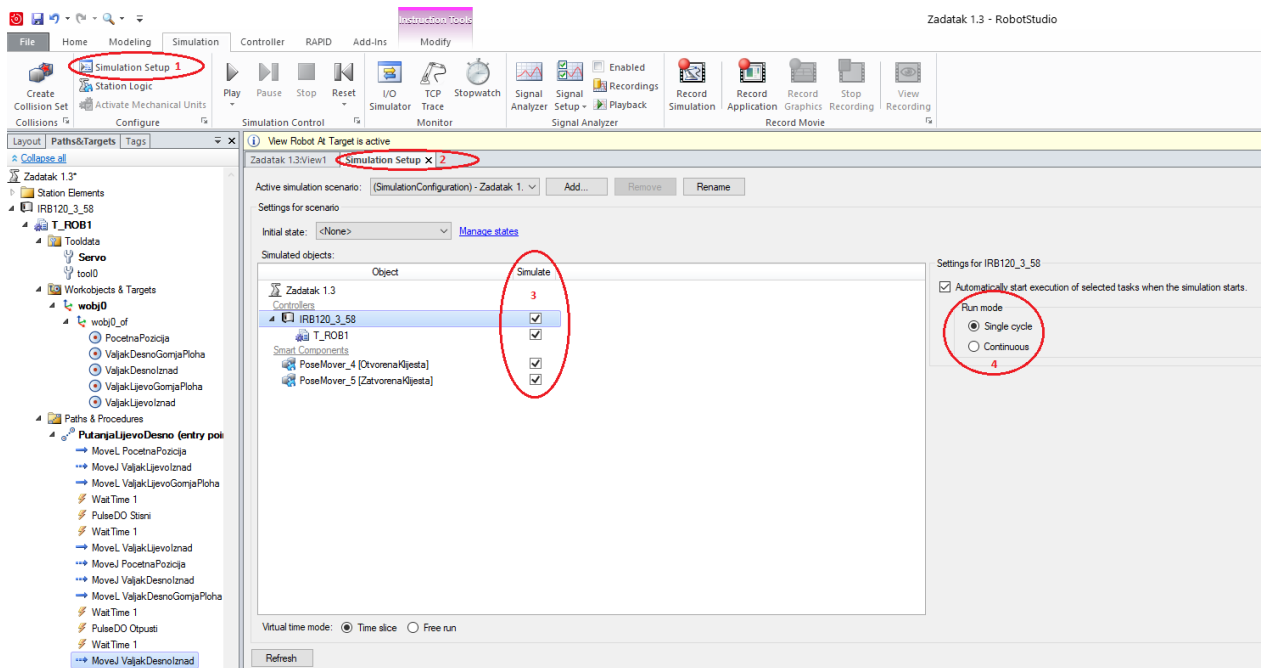
Pokretanjem funkcije Move Along Path izvodi se gibanje robota po cijeloj izrađenoj putanji. Time se vrši provjera postavljenih ciljnih točaka i postavljenih gibanja do ciljnih točaka.

Za izradu simulacije najprije je potrebno na izrađenu putanju gibanja PutanjaLijevoDesno postaviti oznaku početne točke za simulaciju. To se provodi desnim klikom miša na putanju PutanjaLijevoDesno (Slika 3.4.2.2, oznaka 1) i odabirom funkcije Set as simulation entry point (Slika 3.4.2.2, oznaka 2).



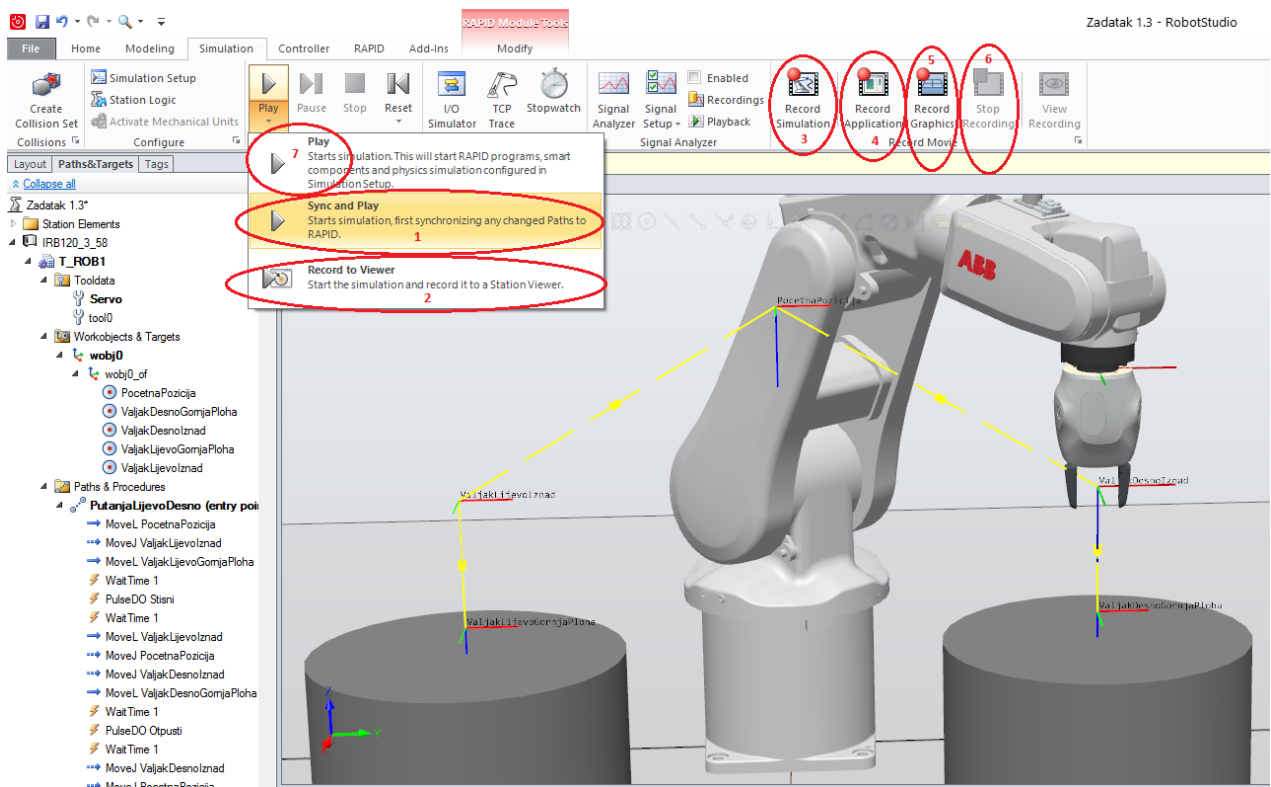
Slika 3.4.2.2 RobotStudio – pokretanje funkcije – Set as simulation entry point

Prije izvođenja simulacije mogu se pregledati i eventualno podesiti postavke za simulaciju. To se izvodi pokretanjem funkcije Simulation Setup (vidi poglavlje 2.4.1.2, Slika 3.4.2.3, oznaka 1) u grupi Configure izbornika Simulation čime se otvara prozor Simulation Setup (Slika 3.4.2.3, oznaka 2). Na tom prozoru moguće je uključiti ili isključiti (Slika 3.4.2.3, oznaka 3) kontrolere (robote) i tzv. pametne komponente (Smart Components) za izvođenje na simulaciji. Također je moguće postaviti način rada (Run mode) (Slika 3.4.2.3, oznaka 4).



Slika 3.4.2.3 RobotStudio – prozor Simulation Setup

Za prvo izvođenje Simulacije (vidi poglavlje 2.4.1.3) potrebno je pokrenuti funkciju Play -> Sync and Play (Slika 3.4.2.4, oznaka 1) u grupi Simulation Control izbornika Simulation čime će se najprije provesti sinkronizacija ciljnih točaka i putanja radne stanice s programom RAPID na kontroleru i potom će se pokrenuti simulacija. Funkciju Play -> Sync and Play potrebno je pokrenuti svaki put kada se provede bilo koja promjena na ciljnim točkama i/ili gibanjima robota.



Slika 3.4.2.4 RobotStudio – pokretanje funkcije Sync and Play

Izvođenje simulacije i rada u softveru RobotStudio moguće je snimiti na nekoliko načina:

1. snimanje u program Station Viewer – snimljena je datoteka izvršna (exe), pokreće se funkcija Play -> Record to Viewer (Slika 3.4.2.4, oznaka 2) te se nakon izvođenja simulacije snimanje zaustavlja
2. snimanje simulacije – snimljena datoteka jest videoformat (mp4), pokreće se funkcija Record Simulation (Slika 3.4.2.4 oznaka 3) i potom funkcija Play (Slika 3.4.2.4 oznaka 7), te se nakon izvođenja simulacije snimanje zaustavlja
3. snimanje aplikacije – ne mora se nužno snimati simulacija, može se snimati i rad u softveru RobotStudio, snimljena datoteka jest videoformat (mp4), pokreće se funkcija Record Application (Slika 3.4.2.4, oznaka 4) te je snimanje potrebno zaustaviti funkcijom Stop Recording (Slika 3.4.2.4, oznaka 6)
4. snimanje aktivnog prozora Project View– ne mora se nužno snimati simulacija, može se snimati i rad u softveru RobotStudio, snimljena datoteka jest videoformat (mp4), pokreće se funkcija Record Graphics (Slika 3.4.2.4, oznaka 5) te je snimanje potrebno zaustaviti funkcijom Stop Recording (Slika 3.4.2.4, oznaka 6).

### 3.4.3 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Objasnite postupak aktiviranja provedbe i provjere izrađene putanje gibanja robota.
2. Objasnite postupak postavljanja početne točke za provedbu simulacije.
3. Objasnite način otvaranja, mogućnosti te razloge korištenja prozora Simulation Setup.
4. Objasnite razliku između snimanja simulacije u program Station Viewer, snimanja simulacije u mp4 format datoteke, snimanja aplikacije u mp4 format datoteke te snimanja aktivnog prozora Project View u mp4 format datoteke.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Koja se funkcija na skočnom prozoru odabrane putanje gibanja koristi za provedbu i provjeru putanje gibanja?
  - Upišite naziv funkcije:
2. Koja se funkcija na skočnom prozoru odabrane putanje gibanja koristi za postavljanje početne točke za provedbu simulacije?
  - Upišite naziv funkcije:
3. Gdje je vidljiva oznaka da je određena putanja postavljena kao početna točka za provedbu simulacije?
  - a. na prozoru Project View
  - b. na prozoru Paths&Targets u stablu Paths & Procedures
  - c. na prozoru Paths&Targets u stablu Workobjects & Targets
4. Koja funkcija izbornika Simulation otvara prozor za postavljanje parametara za izvođenje simulacije?
  - a. Station Logic
  - b. Signal Setup
  - c. Simulation Setup
5. Za snimanje simulacije koristi se funkcija:

- a. Record Application
  - b. Record Graphics
  - c. Record Simulation
6. Za snimanje sadržaja svih grafičkih komponenata i prozora aplikacije koristi se funkcija:
- a. Record Application
  - b. Record Graphics
  - c. Record Simulation
7. Za snimanje Project View prozora koristi se funkcija:
- a. Record Application
  - b. Record Graphics
  - c. Record Simulation

#### **3.4.4 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 3.5 Provjera kolizije

Nastavna jedinica obuhvaća korištenje odgovarajućih dijelova softvera RobotStudio za potrebe provjere kolizije između objekata s obzirom na njihovu fiksnu (stalnu) i varijabilnu poziciju. Za te potrebe koristit će se robot postavljen u poglavlju 3.1, pripadna statična geometrija postavljena u poglavlju 0 te izrađena potpuna putanja gibanja u poglavlju 3.2.3.

Cilj je ove nastavne jedinice u softveru RobotStudio izraditi provjeru postojanja ili nastanka kolizije između objekata na postavljenoj radnoj stanici za definiranu putanju gibanja.

Svrha je ove nastavne cjeline upoznati čitatelja s koracima i postupkom provjere postojanja ili nastanka kolizije između objekata na radnoj stanici.

### **Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:**

- Provesti simulaciju i otklanjanje grešaka kod planirane trajektorije gibanja robota

### 3.5.1 Opis radnog zadatka

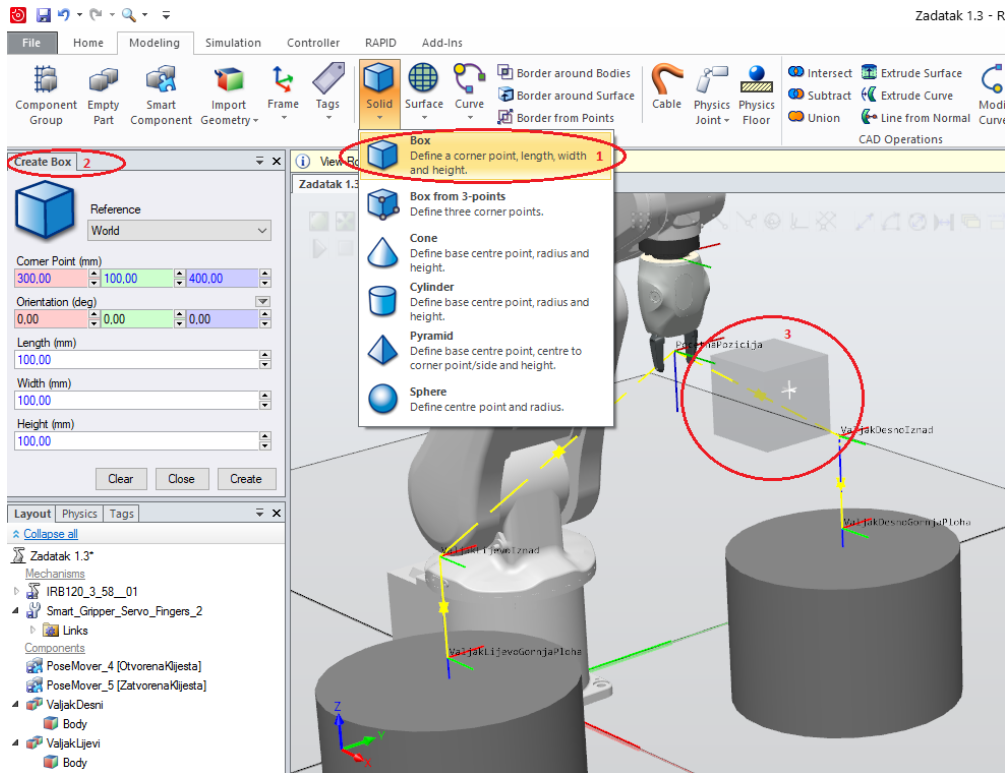
U okviru radnog zadatka ove nastavne jedinice potrebno je:

1. postaviti kocku na putanju brzog gibanja robota (na temelju izrađenoga gibanja iz poglavlja 3.3.2.7)
2. postaviti mehanizam provjere i provjeriti postojanje kolizije (u izrađenoj simulaciji iz poglavlja 0).

### 3.5.2 Rješenje radnog zadatka

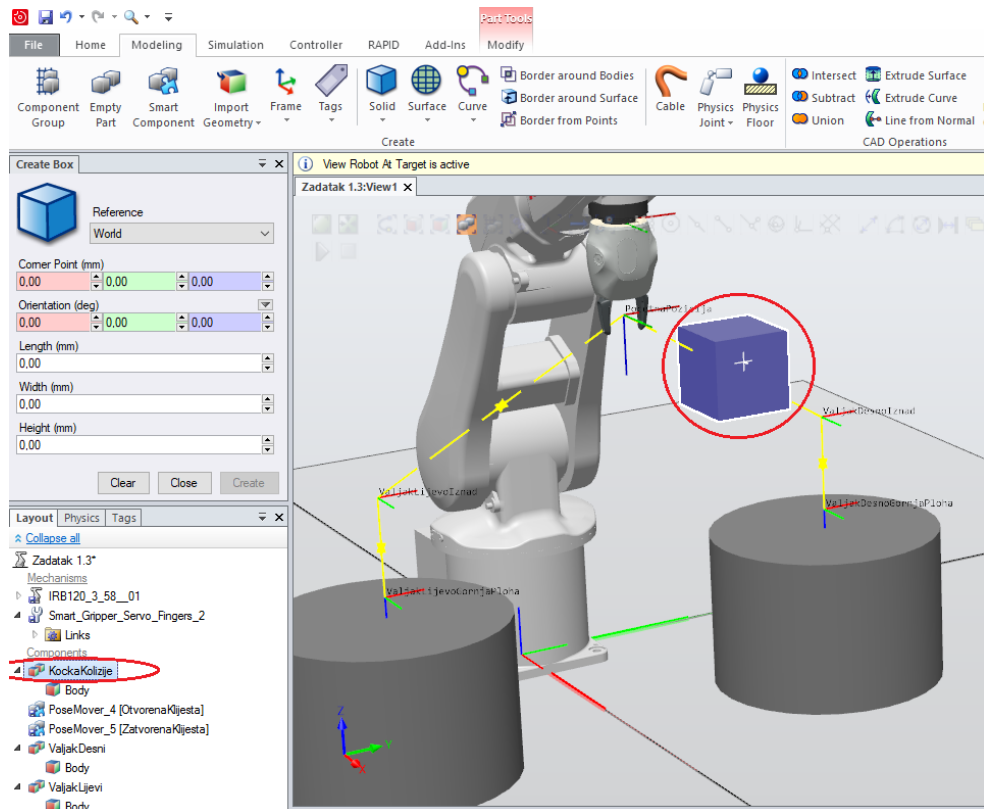
Postojeća radna stanica (izrađena u poglavlju 3.1) sa statičnim objektima (izrađenima u poglavlju 0) i putanjom gibanja (izrađenom u poglavlju 3.2.3) nema elementa koji su inicijalno u koliziji obzirom na poziciju, a niti prilikom gibanja robota ne nastaje kolizija s obzirom na poziciju između statičnih objekata i pomične robotske ruke.

Tu je potrebno postaviti novi objekt na radnu stanicu koji će inicijalno biti u koliziji s nekim objektom ili će kolizija nastati prilikom gibanja robotske ruke. Zbog toga će se na radnu stanicu postaviti fiksni objekt kocka točno u predjelu putanje gibanja robotske ruke. Na izborniku Modeling u grupi Create potrebno je pokrenuti funkciju Solid -> Box (Slika 3.5.2.1, oznaka 1) čime se otvara prozor Create Box (Slika 3.5.2.1, oznaka 2) gdje je potrebno upisati odgovarajuće koordinate početnog vrha te mjere duljine, širine i visine kako bi se postavila kocka (Slika 3.5.2.1, oznaka 3) u području gibanja robota na putanji od ciljne točke PocetnaPozicija do ciljne točke ValjakDesnoIznad.



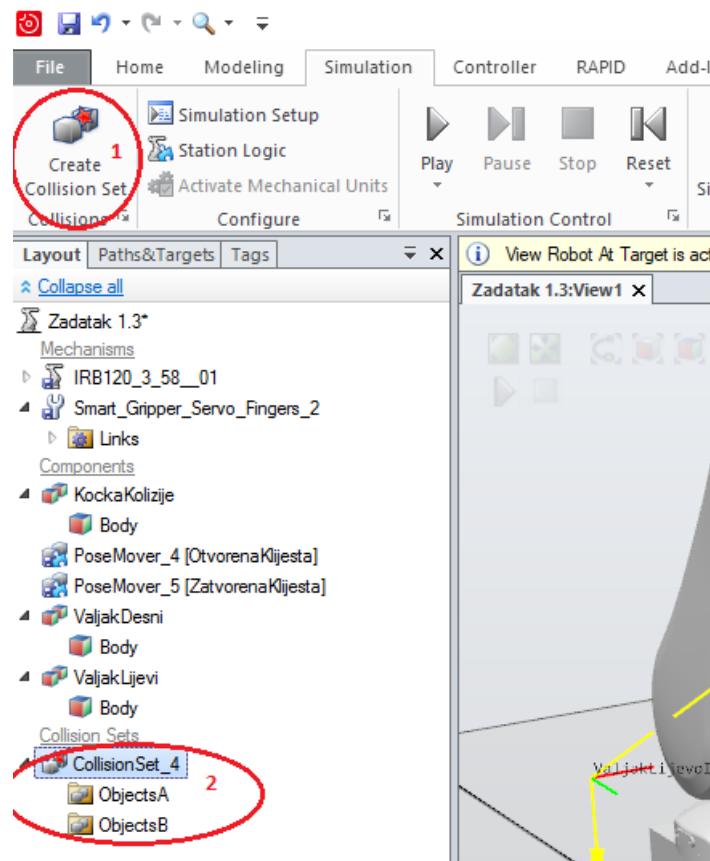
Slika 3.5.2.1 RobotStudio – postavljanje kocke na putanju robota

Slika 3.5.2.2 pokazuje stanje radne stanice nakon postavljanja kocke na putanju između ciljnih točaka PocetnaPozicija i ValjakDesnoIznad. Izrađenu kocku korisno je preimenovati u npr. KockaKolzije.



Slika 3.5.2.2 RobotStudio – postavljena KockaKolzije

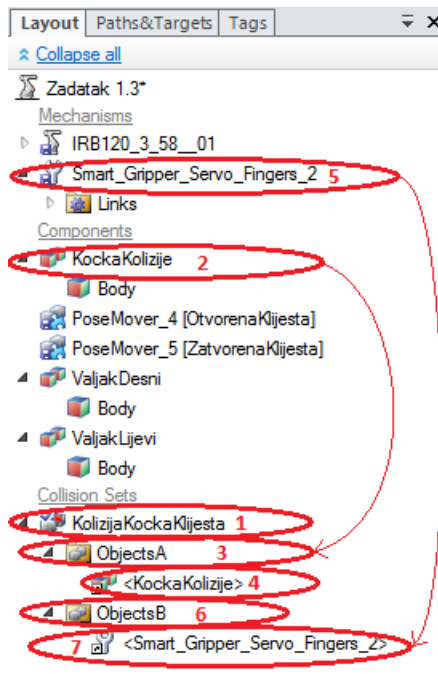
Za provjeru kolizije između objekata potrebno je postaviti komponentu Collision Set. To se provodi u izborniku Simulation u grupi Collisions pokretanjem funkcije Create Collision Set (Slika 3.5.2.3, oznaka 1) čime se na prozoru Layout u grupi Collision Sets izrađuje nova komponenta CollisionSet (Slika 3.5.2.3, oznaka 2). Svaki CollisionSet stvara se za provjeru kolizije između dva skupa objekata na radnoj stanici.



Slika 3.5.2.3 RobotStudio – postavljen CollisionSet

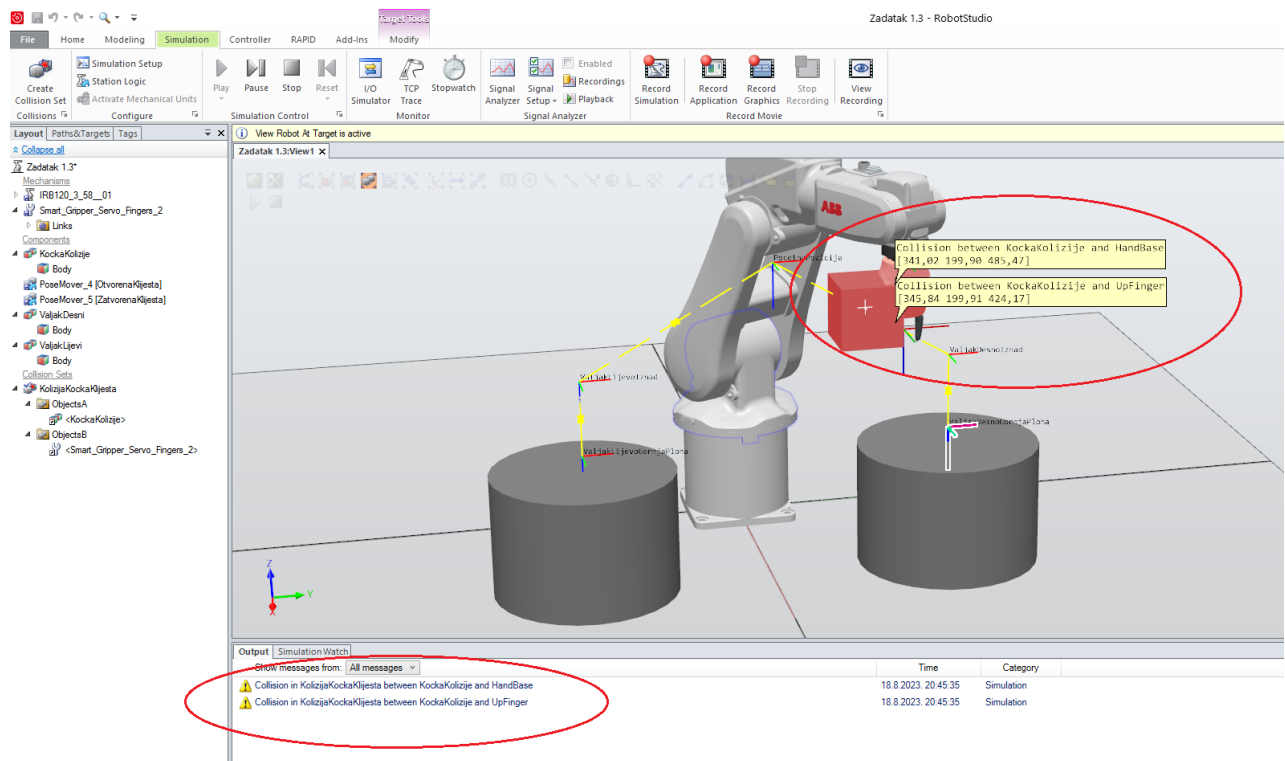
Radi lakšeg razumijevanja korisno je stvoreni CollisionSet preimenovati u npr. KolizijaKockaKlijesta (Slika 3.5.2.4, oznaka 1). U izrađeni CollisionSet potrebno je dodati objekte. Budući da je za očekivati da će se kolizija dogoditi između objekta KockaKolizije i kliješta (alat Smart\_Gripper\_Servo\_Fingers) na robotskoj ruci, navedene objekte treba postaviti u stvoreni CollisionSet.

Postavljanje objekta u CollisionSet provodi se akcijom povlačenja i ispuštanja . Objekt KockaKolizije (Slika 3.5.2.4, oznaka 2) treba odvući do grane ObjectsA (Slika 3.5.2.4, oznaka 3) čime će se objekt KockaKolizije postaviti u ObjectsA (Slika 3.5.2.4, oznaka 4). Također, objekt Smart\_Gripper\_Servo\_Fingers (Slika 3.5.2.4, oznaka 5) treba odvući do grane ObjectsB (Slika 3.5.2.4, oznaka 6) čime će se objekt Smart\_Gripper\_Servo\_Fingers postaviti u ObjectsB (Slika 3.5.2.4, oznaka 7).



Slika 3.5.2.4 RobotStudio – postavljanje objekata u CollisionSet

Nakon postavljanja objekata u CollisionSet može se pokrenuti simulacija. Ako nastane kolizija između objekata, prikazat će se upozorenje (engl. *warning*) na prozoru Output (Slika 3.5.2.5).



Slika 3.5.2.5 RobotStudio – prikaz kolizije tijekom rada simulacije



### **3.5.3 Pitanja i zadaci**

Esejska pitanja:

1. Objasnite što je kolizija u kontekstu gibanja robota na radnoj stanici.
2. Objasnite rezultat primjene funkcije Create Collision Set.
3. Objasnite postupak i mogućnosti postavljanja i provjere kolizije između objekata na radnoj stanici.
4. Opišite kako i gdje je vidljiva informacija o nastanku kolizije.

### **3.5.4 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 3.6 Prilagodba programa RAPID

Nastavna jedinica obuhvaća korištenje odgovarajućih dijelova softvera RobotStudio za potrebe prilagodbe (optimizacije i fleksibilizacije) programa RAPID izrađenog iz izrađene putanje gibanja u poglavlju 3.2.3.

Cilj je ove nastavne jedinice u softveru RobotStudio provesti prilagodbe programa RAPID optimizacijom programskog koda i implementacijom odgovarajućih elemenata kojima će se omogućiti fleksibilnost rada programa.

Svrha je ove nastavne cjeline upoznati čitatelja sa sintaksom programskog jezika RAPID, mogućnostima izrade rutina (procedura) te parametrizaciju rada procedura.

### **Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:**

- Koristiti funkcionalnosti iz izbornika programskog alata za offline programiranje industrijskog robota
- Odrediti ulazne i izlazne programske varijable u programskom alatu za offline programiranje robota
- Izraditi uvjetne programske naredbe u programskom alatu za offline programiranje robota
- Odrediti ulazne i izlazne programske varijable industrijskog robota
- Izraditi uvjetne programske naredbe

### 3.6.1 Opis radnog zadatka

U okviru radnog zadatka ove nastavne jedinice potrebno je:

1. prilagoditi program RAPID (koji je izrađen na temelju izrađene trajektorije gibanja iz poglavlja 3.2.3) tako da se rad robota podijeli u procedure kojima će se poslati parametri
2. podjelom programa u procedure omogućiti fleksibilnost rada – ovisno o osnovnom parametru na početku programa regulirati početno gibanje robota prema lijevom ili prema desnom valjku.

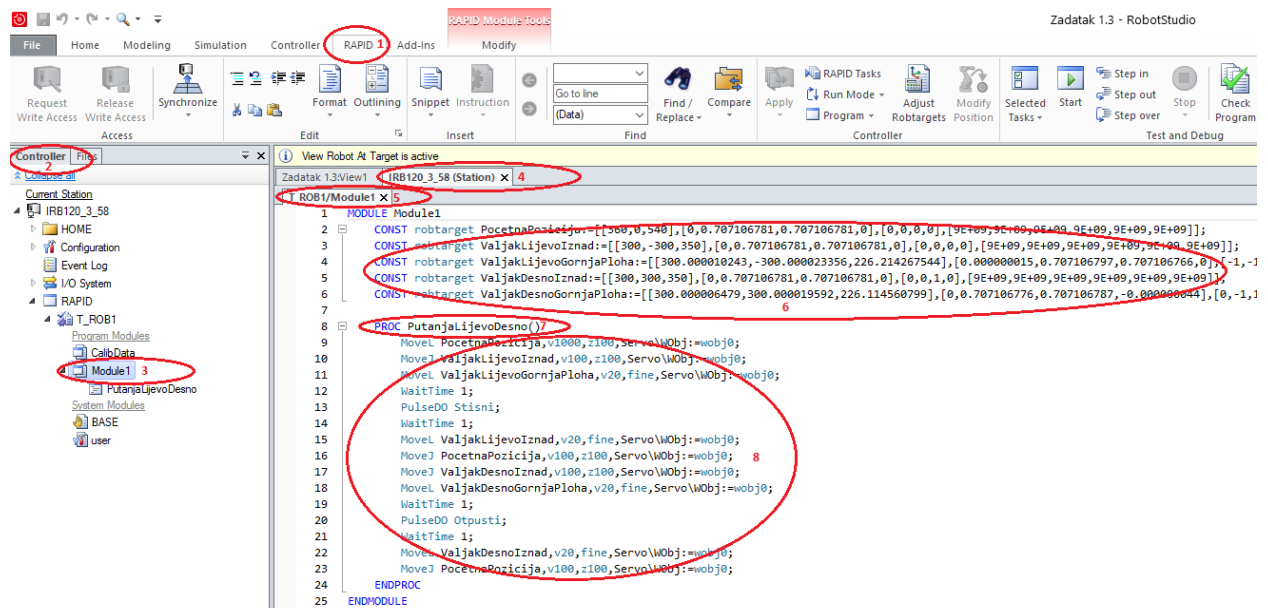
### 3.6.2 Rješenje radnog zadatka

#### 3.6.2.1 Prozor za uređivanje RAPID programskog kôda i objašnjenje osnovnih dijelova programa

Putanja gibanja (izrađena u poglavlju 3.2.3) i provedena simulacija (izrađena u poglavlju 0) vidljiva je u obliku programa RAPID gdje je putanja (trajektorija) gibanja PutanjaLijevoDesno definirana kao procedura što je vidljivo u programskom modulu RAPID.

Otvaranjem izbornika RAPID (Slika 3.6.2.1, oznaka 1) lijevo od centralnog prozora Project View otvara se prozor Controller (Slika 3.6.2.1, oznaka 2) u obliku kartice i sadrži stablastu strukturu Current Station koja uključuje sve elemente RAPID (konfiguracija, sistemski moduli i moduli radne stanice). U stablu Current Station potrebno je izvesti dvostruki klik mišem na granu Module1 (Slika 3.6.2.1, oznaka 3) čime se na centralnom prozoru Project View, u kartici

pokraj, otvara prozor radne stanice (Slika 3.6.2.1, oznaka 4) koji sadrži potprozore (kartice) s elementima radne stanice gdje je otvoren prozor za uređivanje programskog koda za Module1 (Slika 3.6.2.1, oznaka 5) koji sadrži sav potreban programski kôd RAPID za izvršavanje modeliranih aktivnosti radne stanice.

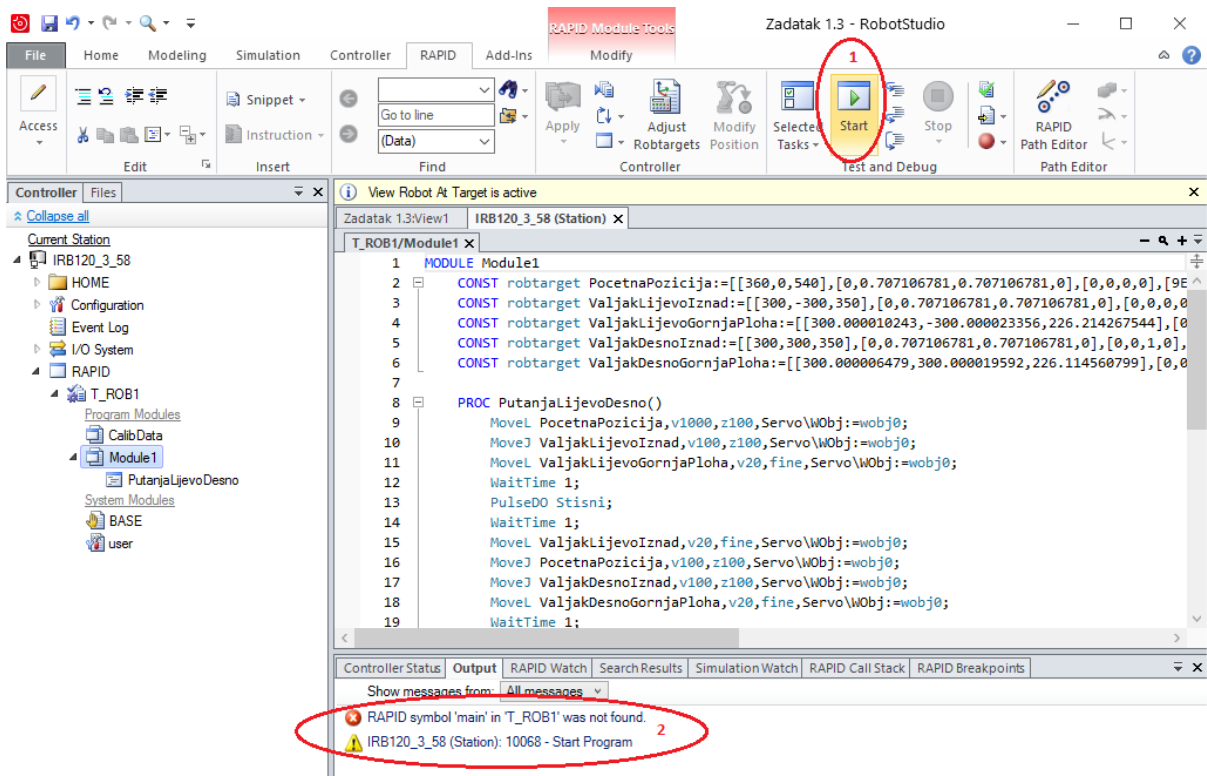


Slika 3.6.2.1 RobotStudio – prozor Program Editor za Module1

Na početku modula definirane su ciljane točke kao konstante (CONST) tipa robtarget (Slika 3.6.2.1, oznaka 6) nazvane jednako kao što su nazvane u postupku izrade trajektorije gibanja u poglavlju 3.2.3. Putanja gibanja PutanjaLijevoDesno definirana je kao procedura (PROC) (Slika 3.6.2.1, oznaka 7) koja ne prima ulazne parametre. Unutar procedure PutanjaLijevoDesno nalaze se sve naredbe (Slika 3.6.2.1, oznaka 8) koje predstavljaju instrukcije gibanja ili aktivnosti definirane u putanja gibanja u poglavlju 3.2.3.

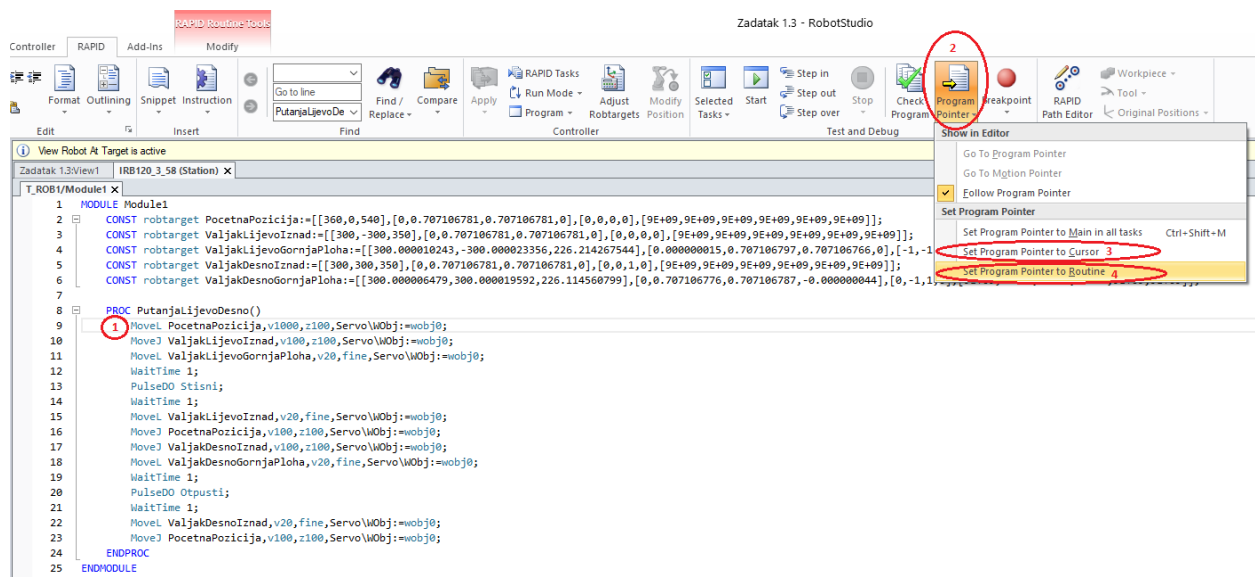
### 3.6.2.2 Pokretanje i izvođenje programa RAPID

Pokretanje programa RAPID izvodi se klikom miša na gumb Start (Slika 3.6.2.2, oznaka 1) u grupi Test and Debug izbornika RAPID ili pritiskom tipke F8 na tipkovnici. Kod prvog pokretanja programa na prozoru Output ispod centralnog prozora Project View prikazat će se pogreška (engl. *error*) i upozorenje (engl. *warning*) (Slika 3.6.2.2, oznaka 2) te se program neće pokrenuti i izvršavati zbog toga što nije definirana početna točka programa.



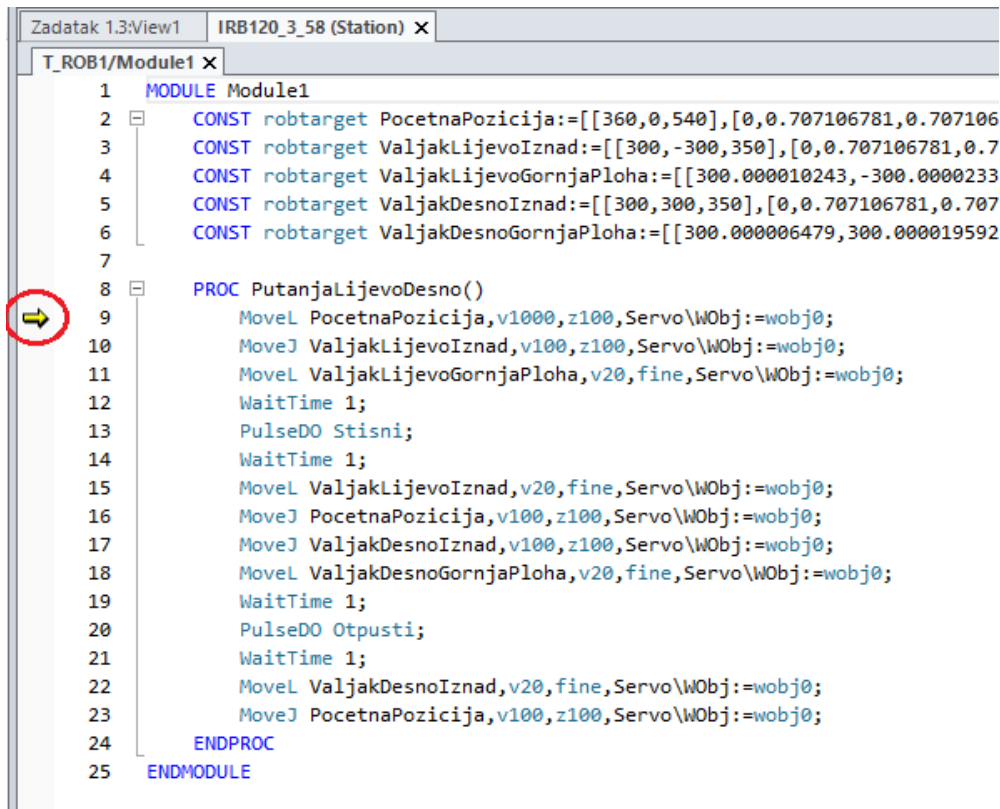
Slika 3.6.2.2 RobotStudio – prvo pokretanje programa RAPID

Kao početnu točku programa treba postaviti proceduru PutanjaLijevoDesno. Za postavljanje početne točke najprije je potrebno postaviti strelicu na prvu liniju programskog koda (Slika 3.6.2.3, oznaka 1) u proceduri PutanjaLijevoDesno, potom u izborniku RAPID u grupi Test and Debug treba otvoriti padajući izbornik Program Pointer (Slika 3.6.2.3, oznaka 2) i odabrati funkciju Set Program Pointer to Cursor (Slika 3.6.2.3, oznaka 3) (čime će se početna točka programa postaviti na odabranu liniju programskog koda) ili odabrati funkciju Set Program Pointer to Routine (Slika 3.6.2.3, oznaka 4) (čime će se kao početna točka programa postaviti prva linija programskog koda u rutini/proceduri, u kojoj je pozicionirana strelica).



Slika 3.6.2.3 RobotStudio – postavljanje početne točke programa RAPID

Nakon pokretanja neke od navedenih funkcija (Slika 3.6.2.3, oznake 3 i 4) na prozoru za uređivanje programskog koda za Module1 prikazat će se oznaka početne točke programa (Slika 3.6.2.4). Znak (→) ukazuje na prvu sljedeću naredbu koja će se izvršiti nakon pokretanja programa.

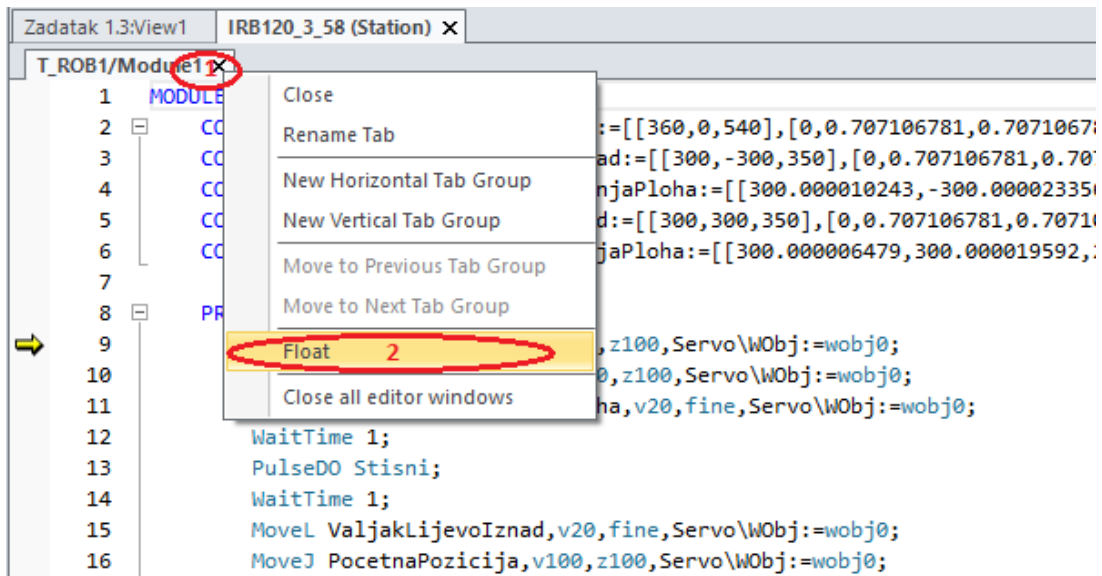


```
1  MODULE Module1
2  CONST robtarget PocetnaPozicija:=[[360,0,540],[0,0.707106781,0.707106
3  CONST robtarget ValjakLijevoIznad:=[[300,-300,350],[0,0.707106781,0.7
4  CONST robtarget ValjakLijevoGornjaPloha:=[[300.000010243,-300.0000233
5  CONST robtarget ValjakDesnoIznad:=[[300,300,350],[0,0.707106781,0.707
6  CONST robtarget ValjakDesnoGornjaPloha:=[[300.000006479,300.000019592
7
8  PROC PutanjaLijevoDesno()
9  MoveL PocetnaPozicija,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0;
10 MoveJ ValjakLijevoIznad,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0;
11 MoveL ValjakLijevoGornjaPloha,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
12 WaitTime 1;
13 PulseDO Stisni;
14 WaitTime 1;
15 MoveL ValjakLijevoIznad,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
16 MoveJ PocetnaPozicija,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0;
17 MoveJ ValjakDesnoIznad,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0;
18 MoveL ValjakDesnoGornjaPloha,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
19 WaitTime 1;
20 PulseDO Otpusti;
21 WaitTime 1;
22 MoveL ValjakDesnoIznad,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
23 MoveJ PocetnaPozicija,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0;
24 ENDPROC
25 ENDMODULE
```

Slika 3.6.2.4 RobotStudio – prikaz pozicije početne točke programa RAPID

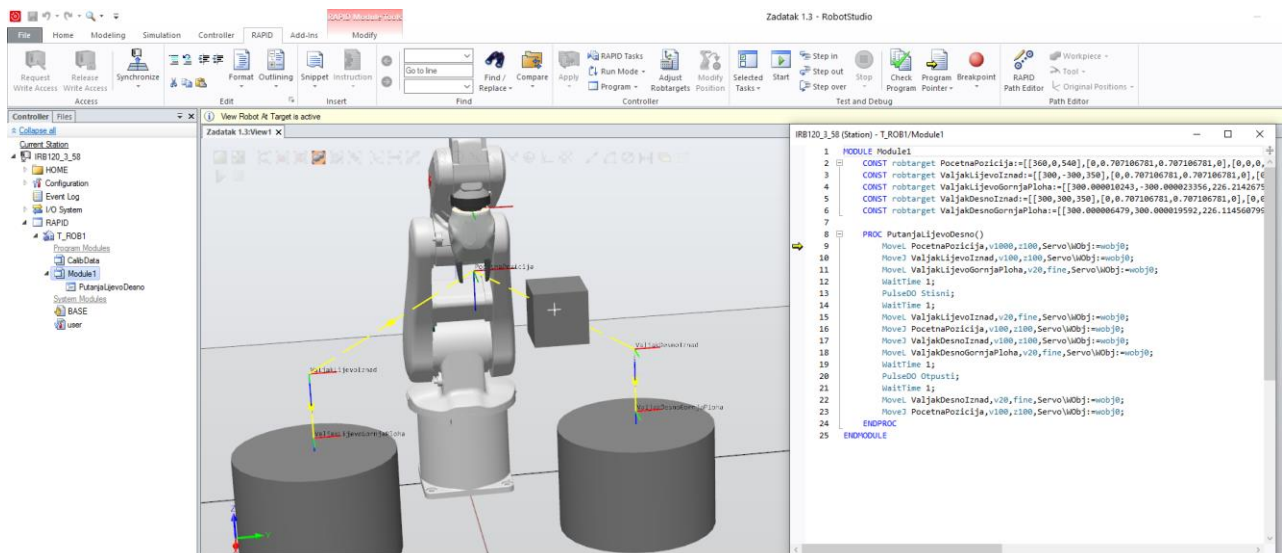
**NAPOMENA:** Budući da program na ovoj radnoj stanici nema proceduru main, nakon bilo koje prilagodbe procedura (dodavanje novih, preimenovanje ili brisanje postojećih) bit će potrebno ponovo postaviti početnu točku (engl. *program pointer*) za izvršavanje programa.

Sada je moguće izvršiti prvo pokretanje programa. Tijekom izvođenja programa, a radi usklađenosti pogleda na prozor programskog koda RAPID za Module1 i pogleda na prozor Project View (grafički 3D prikaz radne stanice) korisno je prozor programskog koda RAPID za Module1 postaviti lebdećim kako bi se mogao pozicionirati pokraj prozora Project View. Prozor programskog kôda RAPID za Module1 postaviti će se lebdećim desnim klikom miša na naslov prozora (Slika 3.6.2.5, oznaka 1) čime se otvara skočni prozor s dodatnim opcijama za prozor gdje je potrebno odabrati opciju Float (Slika 3.6.2.5, oznaka 2).



Slika 3.6.2.5 RobotStudio – postavljanje lebdećim prozora programskog koda RAPID za Module1

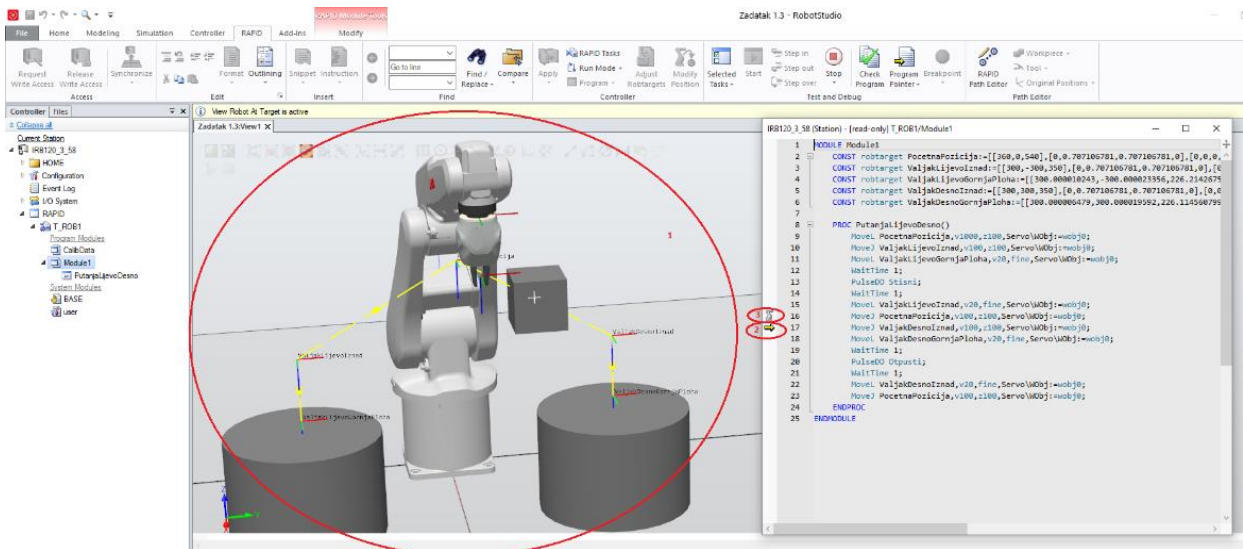
Potom je moguće prilagoditi veličinu i poziciju prozora programskog koda RAPID za Module1 u odnosu na centralni prozor Project View (Slika 3.6.2.6).



Slika 3.6.2.6 RobotStudio – prikaz prozora Project View i lebdećeg prozora programskog koda za Module1

Sada se može pokrenuti izvođenje programa RAPID. Na prozoru Project View vidjet će se rad (gibanje i aktivnosti) robota (Slika 3.6.2.7, oznaka 1), a na prozoru programskog koda RAPID za Module1 prikazivat će se oznaka za naredbu koja će se slijedeća izvršiti (Slika 3.6.2.7, oznaka 2) i oznaka za naredbu u kojoj je izvršeno posljednje gibanje robota (Slika 3.6.2.7, oznaka 3).





Slika 3.6.2.7 RobotStudio – prikaz izvođenja programa RAPID za Module1

### 3.6.2.3 Prilagodba (optimizacija i fleksibilizacija) programa RAPID

U programu RAPID Module1 na početku su definirane konstante (CONST) tipa robtargt (ciljna točka, target) koje su globalno dostupne u cijelom modulu (odnosno u svim procedurama modula).

U proceduri PutanjaLijevoDesno vidljivo je da se ponavljaju neke aktivnosti i gibanja, i to prema istim ili različitim ciljnim točkama (Slika 3.6.2.8).



Slika 3.6.2.8 RobotStudio – prilagodba programa uvođenjem procedure KljestToggle u Module1

Tako se npr. ponavljaju instrukcije čekanja, slanja digitalnog signala i ponovno čekanja (Slika 3.6.2.8, oznake 1 i 2) s jedinom razlikom u aktiviranju različitog signala. Taj skup instrukcija





izvodi se pozivom procedure GibanjeDoValjka (Slika 3.6.2.9, oznaka 6) i slanjem vrijednosti za parametar Valjak iz vrijednosti varijable OdabraniValjak koja se prije poziva procedure postavlja na vrijednost „desni” (Slika 3.6.2.9, oznaka 6). Tijelo procedure GibanjeDoValjka (Slika 3.6.2.9, oznaka 7) sastoji se od uvjetovanog izvršavanja programskog koda ovisno o parametru Valjak korištenjem naredbe za grananje programskog tijeka IF..ELSEIF..ENDIF (napomena: primjer se može napisati naredbom IF..ELSE..ENDIF, ali se ovdje zbog opisa mogućnosti programskog jezika RAPID koristila navedena sintaksa).

U prilagođenom modulu Module1 (Slika 3.6.2.9) u proceduri PutanjaLijevoDesno vidljivo je da se ponavljaju još neka gibanja, a to su gibanja od lijevog i desnog valjka (Slika 3.6.2.10, oznake 1 i 2).

```

RB120_3_58 (Station) - T_ROB1/Module1*
1  MODULE Module1
2  CONST robtarget PocetnaPozicija:=[[360,0,540],[0,0.707106781,0.707106781,0],[
3  CONST robtarget ValjakLijevoIznad:=[[300,-300,350],[0,0.707106781,0.707106781
4  CONST robtarget ValjakLijevoGornjaPloha:=[[300.000010243,-300.000023356,226.2
5  CONST robtarget ValjakDesnoIznad:=[[300,300,350],[0,0.707106781,0.707106781,0
6  CONST robtarget ValjakDesnoGornjaPloha:=[[300.000006479,300.000019592,226.114
7
8  VAR bool KlijestaToggle;
9  VAR string OdabraniValjak;
10
11 PROC PutanjaLijevoDesno()
12 MoveL PocetnaPozicija,v1000,z100,Servo\WObj:=wobj0;
13
14 OdabraniValjak:="lijevi"; GibanjeDoValjka OdabraniValjak;
15
16 KlijestaToggle:=TRUE;
17 KlijestaToggle:=KlijestaToggle;
18 MoveL ValjakLijevoIznad,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0; 1
19 MoveJ PocetnaPozicija,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0; 2
20
21 OdabraniValjak:="desni";
22 GibanjeDoValjka OdabraniValjak;
23
24 KlijestaToggle:=FALSE; KlijestaToggle:=KlijestaToggle;
25 MoveL ValjakDesnoIznad,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
26 MoveJ PocetnaPozicija,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0; 2
27
28 ENDPROC
29 PROC KlijestaToggle(VAR bool Toggle)
30 WaitTime 1;
31 IF Toggle = TRUE THEN
32 PulseDO Stisni;
33 ELSE
34 PulseDO Otpusti;
35 ENDIF
36 WaitTime 1;
37
38 ENDPROC
39 PROC GibanjeDoValjka(VAR string Valjak)
40 IF Valjak = "lijevi" THEN
41 MoveJ ValjakLijevoIznad,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0;
42 MoveL ValjakLijevoGornjaPloha,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
43 ELSEIF Valjak = "desni" THEN
44 MoveJ ValjakDesnoIznad,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0;
45 MoveL ValjakDesnoGornjaPloha,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
46 ENDIF
47 ENDPROC
48
49 ENDMODULE

```

```

IRB120_3_58 (Station) - T_ROB1/Module1*
1  MODULE Module1
2  CONST robtarget PocetnaPozicija:=[[360,0,540],[0,0.707106781,0.707106781,0],[0,0
3  CONST robtarget ValjakLijevoIznad:=[[300,-300,350],[0,0.707106781,0.707106781,0]
4  CONST robtarget ValjakLijevoGornjaPloha:=[[300.000010243,-300.000023356,226.2142
5  CONST robtarget ValjakDesnoIznad:=[[300,300,350],[0,0.707106781,0.707106781,0],[
6  CONST robtarget ValjakDesnoGornjaPloha:=[[300.000006479,300.000019592,226.114560
7
8  VAR bool KlijestaToggle;
9  VAR string OdabraniValjak;
10
11 PROC PutanjaLijevoDesno()
12 MoveL PocetnaPozicija,v1000,z100,Servo\WObj:=wobj0;
13
14 OdabraniValjak:="lijevi"; GibanjeDoValjka OdabraniValjak;
15 KlijestaToggle:=TRUE; KlijestaToggle:=KlijestaToggle;
16
17 GibanjeOdValjka OdabraniValjak; 4
18
19 OdabraniValjak:="desni"; GibanjeDoValjka OdabraniValjak;
20 KlijestaToggle:=FALSE; KlijestaToggle:=KlijestaToggle;
21
22 GibanjeOdValjka OdabraniValjak; 6
23
24 ENDPROC
25 PROC KlijestaToggle(VAR bool Toggle)
26 WaitTime 1;
27 IF Toggle = TRUE THEN
28 PulseDO Stisni;
29 ELSE
30 PulseDO Otpusti;
31 ENDIF
32 WaitTime 1;
33
34 ENDPROC
35 PROC GibanjeDoValjka(VAR string Valjak)
36 IF Valjak = "lijevi" THEN
37 MoveJ ValjakLijevoIznad,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0;
38 MoveL ValjakLijevoGornjaPloha,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
39 ELSEIF Valjak = "desni" THEN
40 MoveJ ValjakDesnoIznad,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0;
41 MoveL ValjakDesnoGornjaPloha,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
42 ENDIF
43
44 ENDPROC
45 PROC GibanjeOdValjka(VAR string Valjak) 3
46 TEST Valjak
47 CASE "lijevi";
48 MoveL ValjakLijevoIznad,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
49 CASE "desni";
50 MoveL ValjakDesnoIznad,v20,fine,Servo\WObj:=wobj0;
51 ENDTEST
52 MoveJ PocetnaPozicija,v100,z100,Servo\WObj:=wobj0;
53
54 ENDPROC
55
56 ENDMODULE

```

Slika 3.6.2.10 RobotStudio – prilagodba programa uvođenjem procedure GibanjeOdValjka u Module1

Označeni skup instrukcija (Slika 3.6.2.10, oznake 1 i 2) može se izdvojiti u zasebnu proceduru (npr. GibanjeOdValjka) u koju se može poslati varijabla s vrijednošću skupine znakova (Slika 3.6.2.10, oznaka 3) „lijevi” ili „desni” za lijevi ili desni valjak. Izvođenje prvoga gibanja od valjka (Slika 3.6.2.10, oznaka 1) u prilagođenoj izvedbi programa izvodi se pozivom procedure GibanjeOdValjka (Slika 3.6.2.10, oznaka 4) i slanjem vrijednosti za parametar Valjak iz vrijednosti varijable OdabraniValjak koja je definirana za potrebe procedure GibanjeDoValjka i postavljena je prije poziva te procedure (Slika 3.6.2.10, oznaka 5). Izvođenje drugog gibanja od valjka (Slika 3.6.2.10, oznaka 2) prilagođeno je po principu izvođenja prvoga gibanja od valjka, izvodi se pozivom procedure GibanjeOdValjka (Slika 3.6.2.10, oznaka 6) i slanjem vrijednosti za parametar Valjak iz vrijednosti varijable OdabraniValjak koja je prije drugog poziva procedure GibanjeDoValjka postavljena na vrijednost „desni” (Slika 3.6.2.10, oznaka 7). Tijelo procedure GibanjeOdValjka (Slika 3.6.2.10, oznaka 8) sastoji se od uvjetovanog

izvršavanja programskog koda ovisno o parametru Valjak korištenjem naredbe za višestruko grananje programskog tijeka TEST..CASE..ENDCASE (napomena: primjer se može napisati naredbom IF..ELSE..ENDIF ili IF..ELSEIF..ENDIF, ali se ovdje zbog opisa mogućnosti programskog jezika RAPID koristila navedena sintaksa). Budući da je druga instrukcija za gibanje od valjka gibanje do ciljne točke PocetnaPozicija i jednaka je u oba gibanja, ova je instrukcija izdvojena iz višestrukog grananja i izvodi se nakon toga grananja.

U prilagođenom modulu Module1 (Slika 3.6.2.10) u proceduri PutanjaLijevoDesno vidljivo je da se ponavljaju još neke instrukcije (pozivi procedura), a to su pozivi procedura za gibanje do valjka, stiskanje/otpuštanje kliješta te gibanje od valjka (Slika 3.6.2.11, oznake 1 i 2).

```

IRB120_3_58 (Station) - T_ROBI/Module1
1 MODULE Module1
2 CONST robtarget PocetnaPozicija=[[360,0,540],[0,0,707106781,0,707106781,0],[0,0,0,0],
3 CONST robtarget ValjakLijevoIznad=[[300,-300,350],[0,0,707106781,0,707106781,0],[0,0,
4 CONST robtarget ValjakLijevoGornjaPloha=[[300.000010243,-300.000023356,226.214267544],
5 CONST robtarget ValjakDesnoIznad=[[300,300,350],[0,0,707106781,0,707106781,0],[0,0,1,
6 CONST robtarget ValjakDesnoGornjaPloha=[[300.000006479,300.000019592,226.114560799],[
7
8 VAR bool KliještaToggle;
9 VAR string OdabraniValjak;
10
11 PROC PutanjaLijevoDesno()
12 MoveL PocetnaPozicija,v1000,z100,ServoWObj:=wobj0;
13
14 OdabraniValjak:="lijevi"; GibanjeDoValjka OdabraniValjak;
15 KliještaToggle:=TRUE; KliještaToggle KliještaToggle; 1
16
17 GibanjeOdValjka OdabraniValjak;
18
19 OdabraniValjak:="desni"; GibanjeDoValjka OdabraniValjak;
20 KliještaToggle:=FALSE; KliještaToggle KliještaToggle; 2
21
22 GibanjeOdValjka OdabraniValjak;
23
24 ENDPROC
25 PROC KliještaToggle(VAR bool Toggle)
26 WaitTime 1;
27 IF Toggle = TRUE THEN
28 PulseDO Stisni;
29 ELSE
30 PulseDO Otpusti;
31 ENDIF
32 WaitTime 1;
33 ENDPROC
34 PROC GibanjeDoValjka(VAR string Valjak)
35 IF Valjak = "lijevi" THEN
36 MoveJ ValjakLijevoIznad,v100,z100,ServoWObj:=wobj0;
37 MoveL ValjakLijevoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
38 ELSEIF Valjak = "desni" THEN
39 MoveJ ValjakDesnoIznad,v100,z100,ServoWObj:=wobj0;
40 MoveL ValjakDesnoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
41 ENDIF
42 ENDPROC
43 PROC GibanjeOdValjka(VAR string Valjak)
44 TEST Valjak
45 CASE "lijevi":
46 MoveL ValjakLijevoIznad,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
47 CASE "desni":
48 MoveL ValjakDesnoIznad,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
49 ENDTEST
50 MoveJ PocetnaPozicija,v100,z100,ServoWObj:=wobj0;
51 ENDPROC
52 ENDMODULE

```

```

IRB120_3_58 (Station) - T_ROBI/Module1
1 MODULE Module1
2 CONST robtarget PocetnaPozicija=[[360,0,540],[0,0,707106781,0,707106781,0],[0,0,0,0],
3 CONST robtarget ValjakLijevoIznad=[[300,-300,350],[0,0,707106781,0,707106781,0],[0,0,
4 CONST robtarget ValjakLijevoGornjaPloha=[[300.000010243,-300.000023356,226.214267544],
5 CONST robtarget ValjakDesnoIznad=[[300,300,350],[0,0,707106781,0,707106781,0],[0,0,1,
6 CONST robtarget ValjakDesnoGornjaPloha=[[300.000006479,300.000019592,226.114560799],[
7
8 VAR bool KliještaToggle;
9 VAR string OdabraniValjak;
10
11 PROC PutanjaLijevoDesno()
12 MoveL PocetnaPozicija,v1000,z100,ServoWObj:=wobj0;
13
14 OdabraniValjak:="lijevi"; 4
15 RadiValjak OdabraniValjak;
16
17 OdabraniValjak:="desni"; 5
18 RadiValjak OdabraniValjak;
19
20 ENDPROC
21 PROC KliještaToggle(VAR bool Toggle)
22 WaitTime 1;
23 IF Toggle = TRUE THEN
24 PulseDO Stisni;
25 ELSE
26 PulseDO Otpusti;
27 ENDIF
28 WaitTime 1;
29 ENDPROC
30 PROC GibanjeDoValjka(VAR string Valjak)
31 IF Valjak = "lijevi" THEN
32 MoveJ ValjakLijevoIznad,v100,z100,ServoWObj:=wobj0;
33 MoveL ValjakLijevoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
34 ELSEIF Valjak = "desni" THEN
35 MoveJ ValjakDesnoIznad,v100,z100,ServoWObj:=wobj0;
36 MoveL ValjakDesnoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
37 ENDIF
38 ENDPROC
39 PROC GibanjeOdValjka(VAR string Valjak)
40 TEST Valjak
41 CASE "lijevi":
42 MoveL ValjakLijevoIznad,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
43 CASE "desni":
44 MoveL ValjakDesnoIznad,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
45 ENDTEST
46 MoveJ PocetnaPozicija,v100,z100,ServoWObj:=wobj0;
47 ENDPROC
48 PROC RadiValjak(VAR string Valjak) 3
49 GibanjeDoValjka Valjak;
50 IF Valjak = "lijevi" THEN
51 KliještaToggle:=TRUE; KliještaToggle KliještaToggle;
52 ELSEIF Valjak = "desni" THEN
53 KliještaToggle:=FALSE; KliještaToggle KliještaToggle;
54 ENDIF
55 GibanjeOdValjka Valjak;
56 ENDPROC
57 ENDMODULE

```

Slika 3.6.2.11 RobotStudio – prilagodba programa uvođenjem procedure RadiValjak u Module1

Označeni skup instrukcija (Slika 3.6.2.11, oznake 1 i 2) može se izdvojiti u zasebnu proceduru (npr. RadiValjak) u koju se može poslati varijabla s vrijednošću skupine znakova (Slika 3.6.2.11, oznaka 3) „lijevi” ili „desni” za lijevi ili desni valjak. Izvođenje instrukcija rada prema prvom valjku (Slika 3.6.2.11, oznaka 1) u prilagođenoj izvedbi programa izvodi se pozivom procedure RadiValjak (Slika 3.6.2.11, oznaka 4) i slanjem vrijednosti za parametar Valjak iz vrijednosti varijable OdabraniValjak koja je definirana za potrebe procedura GibanjeDoValjka i GibanjeOdValjka te je postavljena prije poziva procedure RadiValjak (Slika 3.6.2.11, oznaka 4). Izvođenje instrukcija rada prema drugom valjku (Slika 3.6.2.11, oznaka 2) prilagođeno je po principu izvođenja instrukcija rada prema prvom valjku, izvodi se pozivom procedure RadiValjak (Slika 3.6.2.11, oznaka 5) i slanjem vrijednosti za parametar Valjak iz vrijednosti varijable OdabraniValjak koja je prije drugog poziva procedure RadiValjak postavljena na vrijednost „desni” (Slika 3.6.2.11, oznaka 5). Tijelo procedure RadiValjak (Slika 3.6.2.11, oznaka 6) sastoji se od poziva procedure GibanjeDoValjka, uvjetovanog izvršavanja

programskog koda ovisno o parametru Valjak za poziv procedure KlijestaToggle te poziva procedure GibanjeOdValjka.

U prilagođenom modulu Module1 (Slika 3.6.2. 11) u proceduri PutanjaLijevoDesno moguće je izvršiti prilagodbe kojima će se omogućiti fleksibilnost odabirom prve strane gibanja robota, a kako se robot ne bi gibao uvijek najprije na lijevu stranu pa zatim na desnu (Slika 3.6.2. 12, oznake 1 i 2), nego kako bi se to moglo postaviti u početku programa.

```

1  MODULE Module1
2  CONST robtarget PocetnaPozicija:=[[360,0,540],[0,0,707106781,0.707106781,0],[0,0,0]
3  CONST robtarget ValjakLijevoIznad:=[[300,-300,350],[0,0,707106781,0.707106781,0],[
4  CONST robtarget ValjakLijevoGornjaPloha:=[[300,000010243,-300,000023356,226.214267544],[0,000000015,0.70710
5  CONST robtarget ValjakDesnoIznad:=[[300,300,350],[0,0,707106781,0.707106781,0],[0
6  CONST robtarget ValjakDesnoGornjaPloha:=[[300,000006479,300,000019592,226.114568799]
7
8  VAR bool KlijestaToggle;
9  VAR string OdabraniValjak;
10
11 PROC PutanjaLijevoDesno()
12   Movel PocetnaPozicija,v1000,z100,ServoWObj:=mobj0;
13
14   OdabraniValjak="lijevi";
15   RadiValjak OdabraniValjak; 1
16
17   OdabraniValjak="desni"; 2
18   RadiValjak OdabraniValjak;
19 ENDPROC
20 PROC KlijestaToggle(VAR bool Toggle)
21   WaitTime 1;
22   IF Toggle = TRUE THEN
23     PulseDD Stisni;
24   ELSE
25     PulseDD Otpusti;
26   ENDIF
27   WaitTime 1;
28 ENDPROC
29 PROC GibanjeOdValjka(VAR string Valjak)
30   IF Valjak = "lijevi" THEN
31     MoveJ ValjakLijevoIznad,v100,z100,ServoWObj:=mobj0;
32     MoveJ ValjakLijevoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=mobj0;
33   ELSEIF Valjak = "desni" THEN
34     MoveJ ValjakDesnoIznad,v100,z100,ServoWObj:=mobj0;
35     MoveJ ValjakDesnoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=mobj0;
36   ENDIF
37 ENDPROC
38 PROC GibanjeOdValjka(VAR string Valjak)
39   TEST Valjak
40   CASE "lijevi":
41     MoveJ ValjakLijevoIznad,v20,fine,ServoWObj:=mobj0;
42   CASE "desni":
43     MoveJ ValjakDesnoIznad,v20,fine,ServoWObj:=mobj0;
44   ENDTEST
45   MoveJ PocetnaPozicija,v100,z100,ServoWObj:=mobj0;
46 ENDPROC
47 PROC RadiValjak(VAR string Valjak)
48   GibanjeOdValjka Valjak;
49   IF Valjak = "lijevi" THEN
50     KlijestaToggle:=TRUE; KlijestaToggle KlijestaToggle;
51   ELSEIF Valjak = "desni" THEN
52     KlijestaToggle:=FALSE; KlijestaToggle KlijestaToggle;
53   ENDIF
54   GibanjeOdValjka Valjak;
55 ENDPROC
56 ENDMODULE

```

```

1  MODULE Module1
2  CONST robtarget PocetnaPozicija:=[[360,0,540],[0,0,707106781,0.707106781,0],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+
3  CONST robtarget ValjakLijevoIznad:=[[300,-300,350],[0,0,707106781,0.707106781,0],[0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+
4  CONST robtarget ValjakLijevoGornjaPloha:=[[300,000010243,-300,000023356,226.214267544],[0,000000015,0.70710
5  CONST robtarget ValjakDesnoIznad:=[[300,300,350],[0,0,707106781,0.707106781,0],[0,0,1,0],[9E+09,9E+09,9E+09
6  CONST robtarget ValjakDesnoGornjaPloha:=[[300,000006479,300,000019592,226.114568799],[0,0,707106776,0.70710
7
8  VAR bool KlijestaToggle;
9  VAR string OdabraniValjak="lijevi"; 3
10
11 PROC PutanjaLijevoDesno()
12   Movel PocetnaPozicija,v1000,z100,ServoWObj:=mobj0;
13
14   RadiValjak OdabraniValjak;
15
16   4 IF OdabraniValjak = "lijevi" THEN OdabraniValjak := "desni"; ELSE OdabraniValjak := "lijevi"; ENDF
17
18   RadiValjak OdabraniValjak;
19 ENDPROC
20 PROC KlijestaToggle(VAR bool Toggle)
21   WaitTime 1;
22   IF Toggle = TRUE THEN
23     PulseDD Stisni;
24   ELSE
25     PulseDD Otpusti;
26   ENDIF
27   WaitTime 1;
28 ENDPROC
29 PROC GibanjeOdValjka(VAR string Valjak)
30   IF Valjak = "lijevi" THEN
31     MoveJ ValjakLijevoIznad,v100,z100,ServoWObj:=mobj0;
32     MoveJ ValjakLijevoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=mobj0;
33   ELSEIF Valjak = "desni" THEN
34     MoveJ ValjakDesnoIznad,v100,z100,ServoWObj:=mobj0;
35     MoveJ ValjakDesnoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=mobj0;
36   ENDIF
37 ENDPROC
38 PROC GibanjeOdValjka(VAR string Valjak)
39   TEST Valjak
40   CASE "lijevi":
41     MoveJ ValjakLijevoIznad,v20,fine,ServoWObj:=mobj0;
42   CASE "desni":
43     MoveJ ValjakDesnoIznad,v20,fine,ServoWObj:=mobj0;
44   ENDTEST
45   MoveJ PocetnaPozicija,v100,z100,ServoWObj:=mobj0;
46 ENDPROC
47 PROC RadiValjak(VAR string Valjak)
48   GibanjeOdValjka Valjak;
49   IF Valjak = "lijevi" THEN
50     KlijestaToggle:=TRUE; KlijestaToggle KlijestaToggle;
51   ELSEIF Valjak = "desni" THEN
52     KlijestaToggle:=FALSE; KlijestaToggle KlijestaToggle;
53   ENDIF
54   GibanjeOdValjka Valjak;
55 ENDPROC
56 ENDMODULE

```

Slika 3.6.2.12 RobotStudio – prilagodba programa uvođenjem fleksibilnosti biranja početnog rada prema lijevom ili desnom valjku

Označeni skup instrukcija (Slika 3.6.2.12, oznake 1 i 2) može se prilagoditi početnim postavljanjem vrijednosti varijable OdabraniValjak (Slika 3.6.2. 12, oznaka 3) te dodavanjem instrukcije provjere vrijednosti varijable OdabraniValjak i njezine promjene u drugu vrijednost („lijevi” ili „desni”) (Slika 3.6.2.12, oznaka 4) prije drugog poziva procedure RadiValjak. Početnim postavljanjem vrijednosti varijable OdabraniValjak (Slika 3.6.2.12, oznaka 3) u moguće „lijevi” ili „desni” nakon pokretanja programa robot će krenuti s radom prema definiranoj početnoj strani te će nakon povrata na početnu poziciju nastaviti s radom na suprotnoj strani.

U prilagođenom modulu Module1 (Slika 3.6.2.12) u proceduri PutanjaLijevoDesno postoji problem kada se odabere početna desna strana postavljanjem varijable OdabraniValjak na vrijednost „desni” (Slika 3.6.2. 13, oznaka 1). Problem se očituje u pogrešnom smjeru aktivnosti stiskanja ili otpuštanja klijesta jer ovisi o strani gibanja robota gdje se uvijek na desnoj strani klijesta stišću, a na lijevoj se strani uvijek otpuštaju (Slika 3.6.2. 13, oznaka 2).

Prema tome moguće je izvršiti prilagodbe kojima će se osigurati, bez obzira na to je li prva strana lijeva ili desna, da se klijesta na prvoj strani uvijek stišću, a na drugoj strani otpuštaju.

```

RB120_3_58 (Station) - T_ROB1/Module1
1 MODULE Modul1
2 CONST robotarget PocetnaPozicija=[[300,0,540],[0,0,707106781,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
3 CONST robotarget ValjakLijevoZnad=[[300,-300,350],[0,0,707106781,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
4 CONST robotarget ValjakLijevoGornjaPloha=[[300,000010243,-300,000023356,226,214267544],[0,000000015,0,707106781]]
5 CONST robotarget ValjakDesnoZnad=[[300,300,350],[0,0,707106781,0],[0,0,1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
6 CONST robotarget ValjakDesnoGornjaPloha=[[300,000006479,300,000019592,226,114560799],[0,0,707106776,0,707106781]]
7
8 VAR bool KlijestaToggle;
9 VAR string OdabraniValjak="desni"; 1
10
11 PROC PutanjakLijevoDesno()
12 Novel PocetnaPozicija,v100,v100,ServoWObj:=wobj0;
13
14 RadiValjak OdabraniValjak;
15
16 IF OdabraniValjak = "lijevi" THEN OdabraniValjak := "desni"; ELSE OdabraniValjak := "lijevi"; ENDIF
17
18 RadiValjak OdabraniValjak;
19
20 ENDPROC
21 PROC KlijestaToggle(VAR bool Toggle)
22 WaitTime 1;
23 IF Toggle = TRUE THEN
24 PulseOO Stisni;
25 ELSE
26 PulseOO Otpusti;
27 ENDIF
28 WaitTime 1;
29
30 PROC GibanjeOvaljka(VAR string Valjak)
31 IF Valjak = "lijevi" THEN
32 Novel ValjakLijevoZnad,v100,v100,ServoWObj:=wobj0;
33 Novel ValjakLijevoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
34 ELSEIF Valjak = "desni" THEN
35 Novel ValjakDesnoZnad,v100,v100,ServoWObj:=wobj0;
36 Novel ValjakDesnoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
37 ENDIF
38
39 PROC GibanjeOvaljka(VAR string Valjak) 2
40 TEST Valjak
41 CASE "lijevi":
42 Novel ValjakLijevoZnad,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
43 CASE "desni":
44 Novel ValjakDesnoZnad,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
45 ENDTEST
46 Novel PocetnaPozicija,v100,v100,ServoWObj:=wobj0;
47
48 ENDPROC
49 PROC RadiValjak(VAR string Valjak)
50 GibanjeOvaljka Valjak;
51 IF Valjak = "lijevi" THEN
52 KlijestaToggle=TRUE; KlijestaToggle KlijestaToggle;
53 ELSEIF Valjak = "desni" THEN
54 KlijestaToggle=FALSE; KlijestaToggle KlijestaToggle;
55 ENDIF
56 GibanjeOvaljka Valjak;
57 ENDPROC
58 ENDMODULE

```

```

RB120_3_58 (Station) - T_ROB1/Module1
1 MODULE Modul1
2 CONST robotarget PocetnaPozicija=[[300,0,540],[0,0,707106781,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
3 CONST robotarget ValjakLijevoZnad=[[300,-300,350],[0,0,707106781,0],[0,0,0,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
4 CONST robotarget ValjakLijevoGornjaPloha=[[300,000010243,-300,000023356,226,214267544],[0,000000015,0,707106781]]
5 CONST robotarget ValjakDesnoZnad=[[300,300,350],[0,0,707106781,0],[0,0,1,0],[9E+09,9E+09,9E+09,9E+09]]
6 CONST robotarget ValjakDesnoGornjaPloha=[[300,000006479,300,000019592,226,114560799],[0,0,707106776,0,707106781]]
7
8 VAR bool OdabraniKlijestaToggle=TRUE;
9 VAR string OdabraniValjak="desni"; 1 moguće vrijednosti: lijevi desni
10
11 PROC PutanjakLijevoDesno()
12 Novel PocetnaPozicija,v100,v100,ServoWObj:=wobj0;
13
14 RadiValjak OdabraniValjak,OdabraniKlijestaToggle; 6
15
16 IF OdabraniValjak = "lijevi" THEN OdabraniValjak := "desni"; ELSE OdabraniValjak := "lijevi"; ENDIF
17
18 OdabraniKlijestaToggle=FALSE; 4
19 RadiValjak OdabraniValjak,OdabraniKlijestaToggle; 6
20
21 ENDPROC
22 PROC KlijestaToggle(VAR bool Toggle)
23 WaitTime 1;
24 IF Toggle = TRUE THEN
25 PulseOO Stisni;
26 ELSE
27 PulseOO Otpusti;
28 ENDIF
29 WaitTime 1;
30
31 PROC GibanjeOvaljka(VAR string Valjak)
32 IF Valjak = "lijevi" THEN
33 Novel ValjakLijevoZnad,v100,v100,ServoWObj:=wobj0;
34 Novel ValjakLijevoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
35 ELSEIF Valjak = "desni" THEN
36 Novel ValjakDesnoZnad,v100,v100,ServoWObj:=wobj0;
37 Novel ValjakDesnoGornjaPloha,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
38 ENDIF
39
40 PROC GibanjeOvaljka(VAR string Valjak)
41 TEST Valjak
42 CASE "lijevi":
43 Novel ValjakLijevoZnad,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
44 CASE "desni":
45 Novel ValjakDesnoZnad,v20,fine,ServoWObj:=wobj0;
46 ENDTEST
47 Novel PocetnaPozicija,v100,v100,ServoWObj:=wobj0;
48
49 ENDPROC
50 PROC RadiValjak(VAR string Valjak, VAR bool KlijestaToggle) 5
51 GibanjeOvaljka Valjak;
52 KlijestaToggle KlijestaToggle; 7
53 GibanjeOvaljka Valjak;
54 ENDPROC
55 ENDMODULE

```

Slika 3.6.2.13 RobotStudio – prilagodba programa osiguravanjem da se kliješta u prvom gibanju uvijek stišću, a u drugom otpuštaju

Prethodno opisani problem u označenom skupu instrukcija (Slika 3.6.2. 13, oznake 1 i 2) može se prilagoditi početnim postavljanjem vrijednosti varijable OdabraniKlijestaToggle (Slika 3.6.2.13, oznaka 3) na vrijednost TRUE, dodavanjem instrukcije postavljanja varijable OdabraniKlijestaToggle na vrijednost FALSE (Slika 3.6.2.13, oznaka 4) prije drugog poziva procedure RadiValjak, dodavanjem parametra KlijestaToggle (Slika 3.6.2.13, oznaka 5) u proceduru RadiValjak, slanjem vrijednosti varijable OdabraniKlijestaToggle u pozivima procedure RadiValjak (Slika 3.6.2.13, oznake 6) te prilagodbom tijela procedure RadiValjak (Slika 3.6.2.13, oznaka 7). Navedenim prilagodbama osigurat će se da se kliješta uvijek na prvoj strani gibanja stišću, a na drugoj strani otpuštaju.

### 3.6.3 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Objasnite postupak otvaranja prozora za uređivanje programskog koda.
2. Objasnite postupak pokretanja i izvođenja programa RAPID.
3. Objasnite predradnje koje je potrebno provesti za uspješno pokretanje programa RAPID.
4. Objasnite mogućnosti funkcije Program Pointer u izborniku RAPID.
5. Usporedite funkcije Set Program Pointer to Main in all tasks, Set Program Pointer to Cursor te Set Program Pointer to Routine.
6. Objasnite svrhu upotrebe funkcije Float na skočnom prozoru koji se pokreće desnim klikom miša na naziv prozora za uređivanje programskog koda.
7. Objasnite postupak, sadržaj i poziciju deklariranja varijabli koje se koriste u procedurama programskog koda.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Navedite ključnu riječ u programskom jeziku RAPID za definiranje konstante:
  - a. Upišite ključnu riječ:
2. Koje se ključne riječi koriste za deklaraciju početka programske rutine i njezina završetka u programskom jeziku RAPID?
  - a. ROUTINE [naziv rutine] ... ENDRoutine
  - b. PROC [naziv procedure] ... END
  - c. PROC [naziv procedure] ... ENDPROC
3. Što radi instrukcija PulseDO?
  - a. Aktivira digitalni izlazni signal
  - b. Aktivira digitalni ulazni signal
  - c. Aktivira analogni izlazni signal
  - d. Aktivira analogni ulazni signal
4. Navedite ključnu riječ u programskom jeziku RAPID za definiranje varijable:
  - a. Upišite ključnu riječ:
5. Koja je sintaksa za postavljanje uvjetovanoga grananja programskog koda?
  - a. IF [uvjet] ... {naredbe} ... ELSE {naredbe} END
  - b. IF [uvjet] THEN ... {naredbe} ... ELSE {naredbe} END
  - c. IF [uvjet] THEN ... {naredbe} ... ELSE {naredbe} ENDIF
6. Koja je sintaksa za kreiranje varijable cjelobrojnog tipa?
  - a. CONST int [naziv varijable]
  - b. VAR num [naziv varijable]
  - c. VAR int [naziv varijable]
7. Za definiranje varijable u koju će se upisati cjelobrojna vrijednost nakon ključne riječi VAR koristi se ključna riječ:
  - a. number
  - b. integer
  - c. intnum
8. Za definiranje varijable u koju će se upisati binarna vrijednost (TRUE ili FALSE) nakon ključne riječi VAR koristi se ključna riječ:
  - a. binary
  - b. bool
  - c. boolean
9. Koji je ispravan poziv procedure u koju se prosljeđuju dva argumenta/parametra?
  - a. EXEC NazivProcedure (Parametar1, Parametar2)
  - b. NazivProcedure (Parametar1, Parametar2)
  - c. NazivProcedure Parametar1, Parametar2
10. Koja je sintaksa za postavljanje višestrukog grananja programskog koda?
  - a. CASE [varijabla] WHEN [vrijednost 1] THEN ... {naredbe} ... WHEN [vrijednost 2] THEN {naredbe} ... ... END
  - b. TEST [varijabla] CASE [vrijednost 1]: ... {naredbe} ... CASE [vrijednost 2]: {naredbe} ... ... ENDTEST
  - c. SWITCH [varijabla] CASE [vrijednost 1]: ... {naredbe} ... CASE [vrijednost 2]: {naredbe} ... ... ENDSWITCH

### **3.6.4 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 3.7 Sinkronizacija i spremanje programa RAPID i kontrolera

Nastavna jedinica obuhvaća korištenje odgovarajućih dijelova softvera RobotStudio za potrebe sinkronizacije programa RAPID s radnom stanicom, spremanja programa RAPID na računalo te izradu i spremanje sigurnosne kopije kontrolera na računalo.

Cilj je ove nastavne jedinice u softveru RobotStudio provesti postupak sinkronizacije programa RAPID s radnom stanicom, provesti spremanje programa RAPID na računalo te provesti spremanje sigurnosne kopije kontrolera na računalo.

Svrha je ove nastavne cjeline upoznati čitatelja o mogućnostima usklađivanja programa RAPID s radnom stanicom te postupcima izrade sigurnosnih kopija programa RAPID i kontrolera u cijelosti.

### **Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:**

- primijeniti različite memorije i formate datoteka za pohranu sigurnosnih kopija
- izvršiti preuzimanje programskog modula i parametara robotskog kontrolera u oba smjera

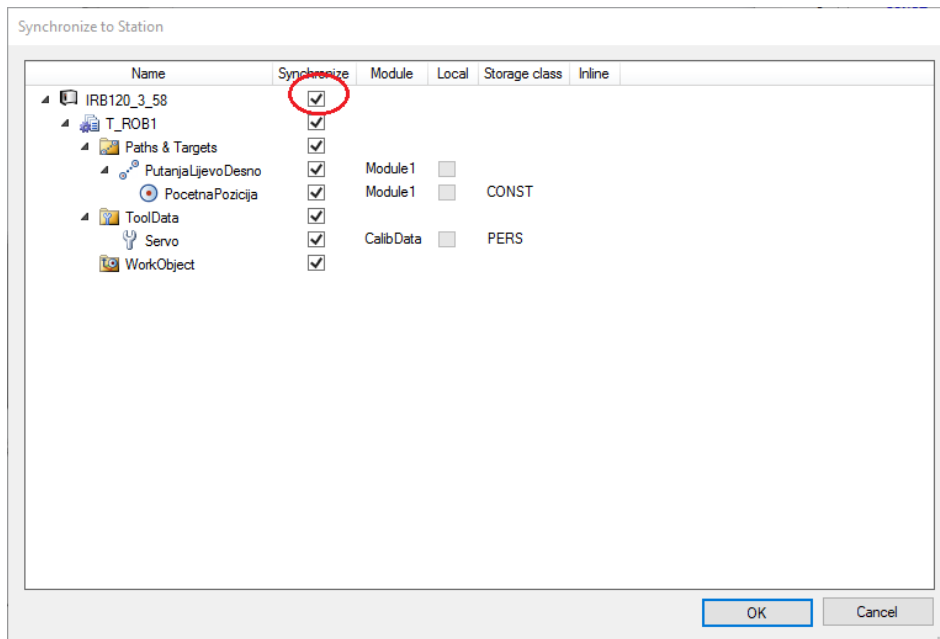
### 3.7.1 Opis radnog zadatka

U okviru ovoga radnog zadatka s prilagođenim programom RAPID i kontrolerom potrebno je:

1. prebaciti (sinkronizirati) proceduru PutanjaLijevoDesno iz RAPID programa na radnu stanicu
2. spremiti program RAPID u određenu datoteku na računalo
3. spremiti sadržaj kontrolera u određenu mapu ili komprimiranu arhivsku datoteku na računalo
4. spremiti parametre kontrolera na računalo.

### 3.7.2 Rješenje radnog zadatka

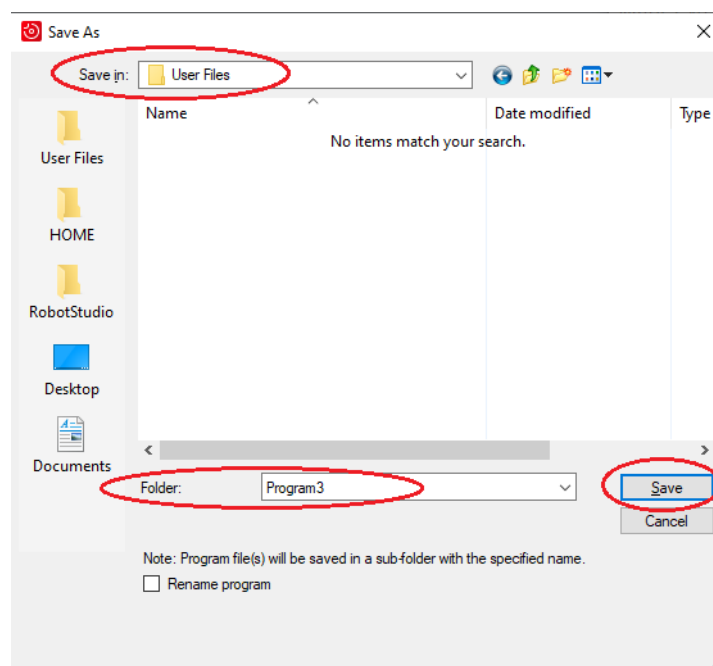
Prilagođeni program RAPID iz poglavlja 3.6.2.3 moguće je sinkronizirati s radnom stanicom kako bi se prilagodbe na početnoj proceduri PutanjaLijevoDesno vidjele u stablu Paths & Procedures na prozoru Paths&Targets, a koji je vidljiv kada je uključen izbornik Home ili Simulation. Sinkronizacija programa RAPID s radnom stanicom provodi se pokretanjem funkcije Synchronize -> Synchronize to Station u grupi Access izbornika RAPID čime se prikazuje prozor Synchronize to station (Slika 3.7.2.1).



Slika 3.7.2.1 RobotStudio – prozor za sinkronizaciju programa RAPID s radnom stanicom

Za provedbu cjelokupne sinkronizacije programa RAPID s radnom stanicom na prozoru Synchronize to Station (Slika 3.7.2.1) potrebno je uključiti kvačicu na vrhu stabla (za IRB120\_3\_58) čime će se uključiti sve kvačice u granama ispod i kliknuti na gumb OK.

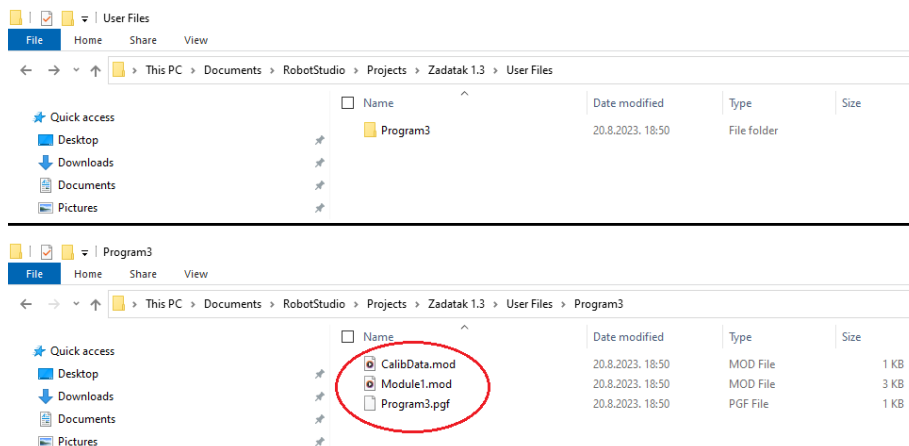
Spremanje programa RAPID izvršava se pokretanjem funkcije Program -> Save Program As koja se nalazi u grupi Controller izbornika RAPID čime se otvara standardni prozor Save As operacijskog sustava gdje je u polju Folder potrebno upisati naziv mape u koju će se spremiti moduli programa, npr. Program3 (Slika 3.7.2.2).



Slika 3.7.2.2 RobotStudio – spremanje programa RAPID u mapu na računalo



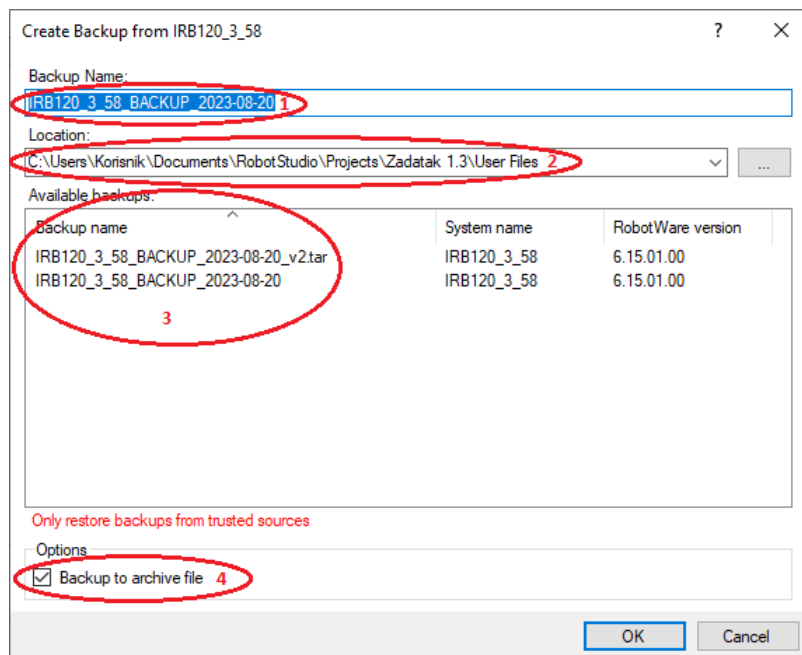
Odabrana lokacija u polju Save in (Slika 3.7.2.2) u koju je spremljen program pod nazivom Program3 bila je C:\Users\Korisnik\Documents\RobotStudio\Projects\Zadatak 1.3\User Files. Gornji dio Slika 3.7.2.3 prikazuje sadržaj u navedenoj lokaciji Save in, a donji dio prikazuje sadržaj mape Program3.



Slika 3.7.2.3 Sadržaj mapa User Files i Program3

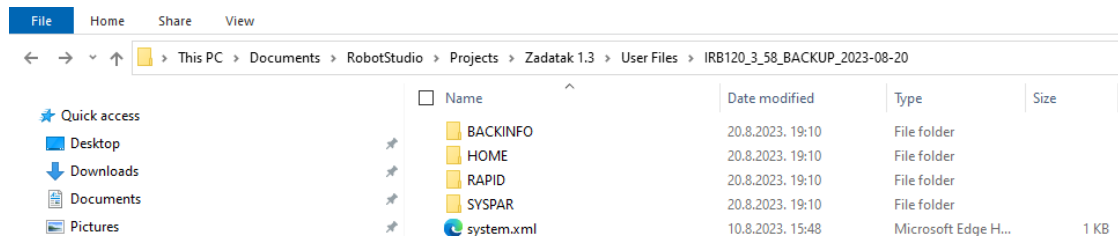
U datoteci CalibData.mod nalaze se podaci za kalibraciju alata u odnosu na robot. U datoteci Module1.mod nalazi se kompletan sadržaj programskog koda za Module1. Datoteka Program3.pgf jest XML tipa i sadrži elemente od kojih se sastoji program, a to su spomenute dvije datoteke (moduli) CalibData.mod i Module1.mod.

Spremanje sadržaja kontrolera, što uključuje spremanje sistemskih postavki (parametara) kontrolera te svih modula RAPID koji su na kontroleru izvršava se pokretanjem funkcije Backup -> Create Backup koja se nalazi u grupi Controller Tools izbornika Controller čime se otvara prozor Create Backup (Slika 3.7.2.4).



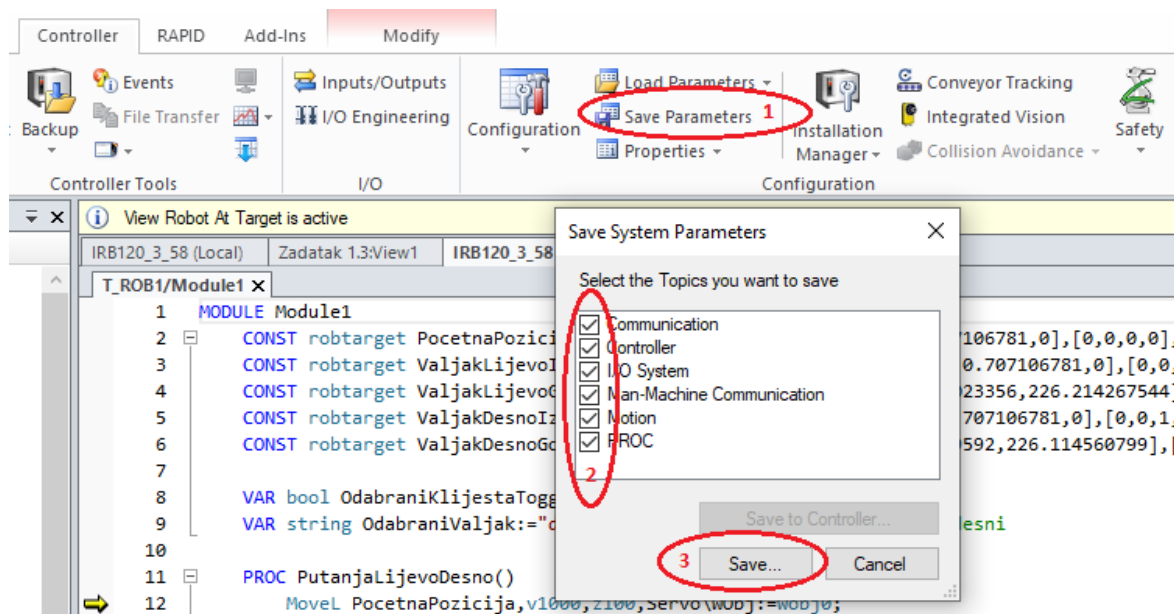
Slika 3.7.2.4 RobotStudio – izrada sigurnosne kopije kontrolera

U polju Backup Name (Slika 3.7.2.4, oznaka 1) upisuje se naziv datoteke u koju će se spremiti sigurnosna kopija kontrolera. U polje Location (Slika 3.7.2.4, oznaka 2) postavlja se mapa na računalu u koju će se spremiti sigurnosna kopija. Na popisu Available backups (Slika 3.7.2.4, oznaka 3) nalaze se prikazani nazivi već izrađenih sigurnosnih kopija kontrolera. Ako je uključena kvačica Backup to archive file (Slika 3.7.2.4, oznaka 4), tada će se sigurnosna kopija spremiti u obliku arhivske datoteke tipa tar (moguće ju je otvoriti raznim alatima za arhiviranje i komprimiranje npr. 7zip), a ako je isključena, tada će se sigurnosna kopija spremiti u mapu (engl. *folder*). Slika 3.7.2.5 prikazuje sadržaj izrađene sigurnosne kopije.



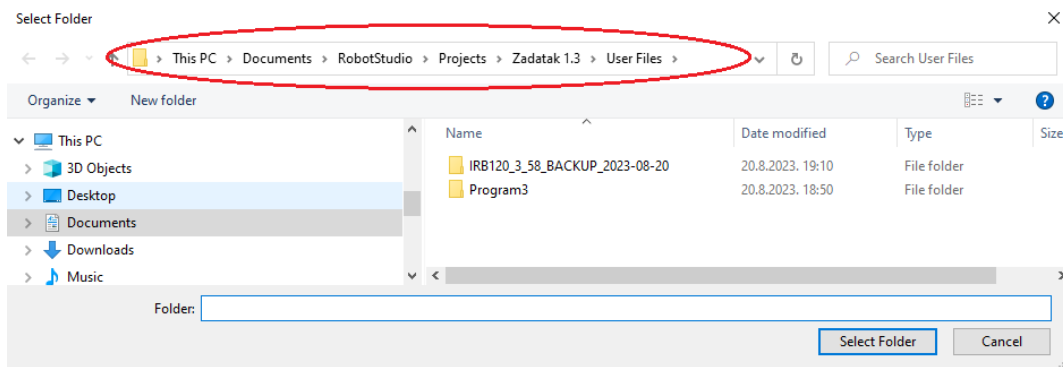
Slika 3.7.2.5 Sadržaj mape sigurnosne kopije kontrolera na računalu

Spremanje parametara kontrolera izvršava se s pomoću funkcije Save Parameters, koja se nalazi u grupi Configuration izbornika Controller. Pokretanjem funkcije Save Parameters (Slika 3.7.2.6, oznaka 1) otvara se prozor za odabir grupa parametara kontrolera koji se žele spremiti (Slika 3.7.2.6, oznaka 2).



Slika 3.7.2.6 RobotStudio – spremanje parametara kontrolera u datoteke na računalu

Nakon odabira grupa parametara (Slika 3.7.2.6, oznaka 2) koje će se spremiti na računalo i klika na gumb Save (Slika 3.7.2.6, oznaka 3), otvara se standardni prozor operacijskog sustava (Select) za odabir lokacije (mape) za spremanje parametara kontrolera (Slika 3.7.2.7).

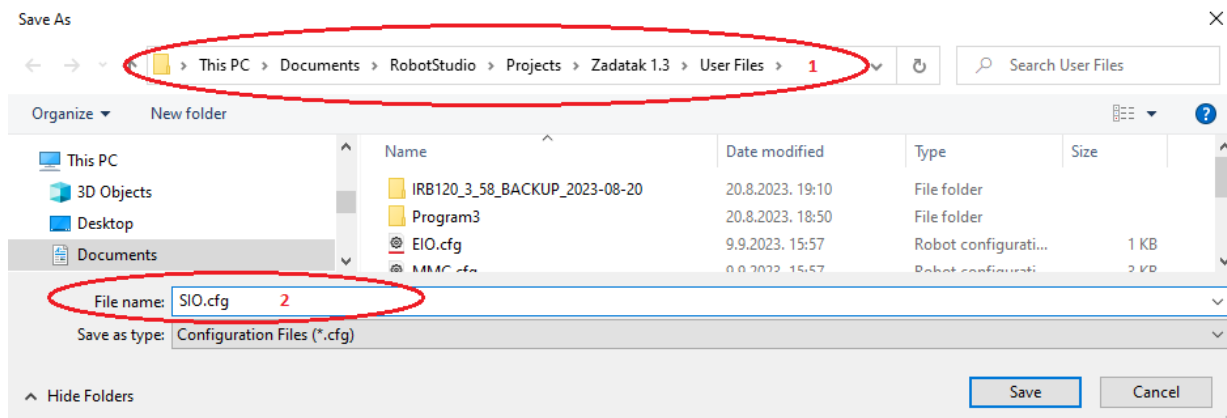


Slika 3.7.2.7 Odabir mape za spremanje parametara kontrolera

Svaka grupa parametara sprema se u zasebnu datoteku u odabranoj mapi. Osnovni naziv datoteka za grupe parametara kontrolera jesu:

1. grupa Communication – datoteka SIO.cfg
2. grupa Controller – datoteka SYS.cfg
3. grupa I/O System – datoteka EIO.cfg
4. grupa Man-Machine Communication – datoteka MMC.cfg
5. grupa Motion – datoteka MOC.cfg
6. grupa PROC – datoteka PROC.cfg

Ako se na prozoru Save System Parameters (Slika 3.7.2.6, oznaka 2) odabere samo jedna grupa parametara, nakon klika mišem na gumb Save (Slika 3.7.2.6, oznaka 3), otvara se standardni prozor operacijskog sustava (Save As) za spremanje datoteke na računalo gdje je moguće odabrati lokaciju (Slika 3.7.2.8, oznaka 1) i naziv datoteke (Slika 3.7.2.8, oznaka 2).



Slika 3.7.2.8 Spremanje jedne grupe parametara kontrolera na računalo

### 3.7.3 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Opišite razliku između funkcija Synchronize to RAPID i Synchronize to Station unutar funkcije Synchronize izbornika RAPID.
2. Opišite postupak spremanja programa RAPID u datoteku na računalo.
3. Objasnite mogućnosti funkcije Save Parameters u izborniku Controller

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Koju funkciju treba pokrenuti za sinkronizaciju radne stanice s modulom programa RAPID?
  - a. Synchronize to Station
  - b. Synchronize to RAPID
2. Za spremanje sistemskih postavki kontrolera i svih modula programa RAPID na računalo koristi se funkcija:
  - a. Program -> Save As
  - b. Program -> Save Program to Controller
  - c. Backup -> Create Backup
3. Za spremanje postavki kontrolera na računalo koristi se funkcija:
  - a. Program -> Save As
  - b. Program -> Save Program to Controller
  - c. Save Parameters
  - d. Backup -> Create Backup

### **3.7.4 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 4 PROGRAMIRANJE INDUSTRIJSKOG ROBOTA S POMOĆU PRIVJESKA ZA UČENJE

Nastavna cjelina opisuje postupke programiranja robota pomoći privjeska za učenje. Privjesak za učenje dostupan je u fizičkom obliku koji je direktno spojen na kontroler robota ili u digitalnom obliku dostupan u softveru RobotStudio kroz alat FlexPendant koji je spojen na virtualni kontroler robota.

Svrha je nastavne cjeline upoznati čitatelje s mogućnostima softverskog upravljanja radom robota i to njegovim pomicanjem u raznim smjerovima i po raznim pomičnim osima (zglobovima) robota te upoznati čitatelje s postupcima izrade jednostavnih programa za automatsko pomicanje robotske ruke.

U okviru ove nastavne cjeline obradit će se sljedeće nastavne teme:

1. Izbornici privjeska za učenje
2. Izrada programskog modula.

## 4.1 Izbornici privjeska za učenje

Nastavna tema prikazuje mogućnosti izbornika privjeska za učenje. Detaljno će se opisati mogućnosti pomicanja (engl. *jogging*) robota. Opisat će se i ostale mogućnosti izbornika privjeska za učenje.

Svrha je nastavne teme upoznati čitatelja postupak i mogućnosti pomicanja glave robota na različite načine softverski upravljano gibanje robota s pomoću privjeska za učenje te opisati ostale mogućnosti softvera na privjesku za učenje (odnosno alata FlexPendant u softveru RobotStudio).

Opisat će se dijelovi privjeska za učenje. Objasniti će se postupci korištenja raznih načina pomicanja (gibanja) glave robota na fizičkim dijelovima privjeska za učenje (prekidači *soft touch* i *joystick*) i korištenjem funkcionalnosti softvera na zaslonu privjeska za učenje.

### Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:

- primijeniti privjesak za učenje u svrhu programiranja industrijskog robota.

### 4.1.1 Opis radnog zadatka

Koristeći privjesak za učenje potrebno je pomicati robota po različitim pomičnim osima (zglobovima) robota i na različite softverski upravljane načine gibanja. Pomicanje treba provesti podešavanjem opcija u izborniku **Jogging** ili s pomoću tzv. *hot* tipki (prekidači *soft touch*) na desnom dijelu privjeska i korištenjem *joysticka*.

Potrebno je koristiti i s razumijevanjem interpretirati prozore softvera na ekranu privjeska za učenje.

### 4.1.2 Osnovni koncepti

#### 4.1.2.1 Pomicanje robotske ruke s pomoću *joysticka* na privjesku za učenje

Privjesak za učenje sastoji se od zaslona osjetljivog na dodir te *soft touch* tipki i igraće palice (*joystick*) na desnoj strani privjeska. Pomicanje robota provodi se pomicanjem *joysticka* u smjerovima gore, dolje, lijevo i desno te okretanjem *joysticka* lijevo i desno. Ovisno o odabranim načinima za pomicanje robota pomicanjem i okretanjem *joysticka* pomicat će se robot.

Zaslon osjetljiv na dodir sadrži softver kojim se upravlja robotom. Korisničko sučelje softvera sastoji se od zaglavlja, centralnog dijela i podnožja. U centru zaglavlja nalaze se informacije o režimu rada robota i njegovu statusu. Na desnom dijelu zaglavlja nalazi se gumb za gašenje otvorenih „prozora“ na zaslonu. Na lijevom dijelu zaglavlja nalazi se gumb kojim se otvara izbornik softvera privjeska za učenje. U centralnom dijelu ekrana prikazuje se trenutni aktivni „prozor“. U podnožju zaslona prikazuju se otvoreni „prozori“ kojih može biti najviše šest i prikazuje se odabrani način pomicanja (gibanja) robota.

Motion mode – predstavlja mogućnost odabira načina gibanja robota. Mogući načini pomicanja (gibanja) robota jesu:

- Axis 1 – 3: predstavlja pomicanje robota oko prva tri pomična zgloba uz postolje robota. Os 1 predstavlja prvi pomični zglob robota uz postolje koja omogućuje pomicanje robota lijevo i desno te se provodi pomicanjem *joysticka* ulijevo ili udesno. Os 2 predstavlja drugi pomični zglob robota i omogućuje pomicanje robotske ruke prema naprijed (udaljenije) ili nazad (bliže) u odnosu na postolje robota, te se provodi pomicanjem *joysticka* prema gore ili dolje. Os 3 predstavlja treći pomični zglob robota i omogućuje pomicanje robotske ruke gore (više) ili dolje (niže) u odnosu na postolje robota te se provodi okretanjem *joysticka* lijevo ili desno;
- Axis 4 – 6: predstavlja pomicanje robota oko posljednja 3 zgloba do vrha robotske ruke. Os 4 predstavlja četvrti pomični zglob robota i omogućuje pomicanje (okretanje) glave robotske ruke ulijevo ili udesno, a provodi se pomicanjem *joysticka* udesno ili ulijevo. Os 5 predstavlja peti pomični zglob robota i omogućuje pomicanje vrha glave (prsta) gore ili dolje, a provodi se pomicanjem *joysticka* prema gore ili dolje. Os 6 predstavlja šesti pomični zglob robota i omogućuje pomicanje (okretanje) vrha robotske ruke (koji nosi određeni alat) u smjeru ulijevo ili udesno, a provodi se okretanjem *joysticka* udesno ili ulijevo;
- Linear: predstavlja linearno pomicanje robotske ruke gibanjem potrebnih zglobova (više zglobova istovremeno) robota tako da se vrh robotske ruke pomiče u smjerovima pružanja osi koordinatnog sustava postolja robota. Provodi se pomicanjem *joysticka* ulijevo ili udesno za pomicanje glave udesno ili ulijevo (po osi Y – boja zelena), pomicanjem *joysticka* prema gore ili dolje za pomicanje glave prema natrag ili naprijed (po osi X – boja crvena) ili okretanjem *joysticka* ulijevo ili udesno za pomicanje glave prema gore ili dolje (po osi Z – boja plava);
- Reorient: predstavlja prilagodbu orijentacije glave robotske ruke u odnosu na trenutačnu poziciju na koju ukazuje vrh glave.

Joystick lock: omogućuje zaključavanje (onemogućavanje) pomicanja robota ovisno o odabranom režimu gibanja kada se *joystick* pomiče u nekom od mogućih smjerova horizontalno, vertikalno i rotiranje. Moguće je zaključati više smjerova pomicanja *joysticka*. Opcija zaključavanja pomicanja *joysticka* u određenim smjerovima koristi se kada se robot koristi u uskim prostorima te kada bi pomicanje ruke u nekom smjeru moglo rezultirati sudaranjem robota s nekim okolnim predmetima i time moglo prouzročiti štetu na proizvodu, u okolini ili samom robotu.

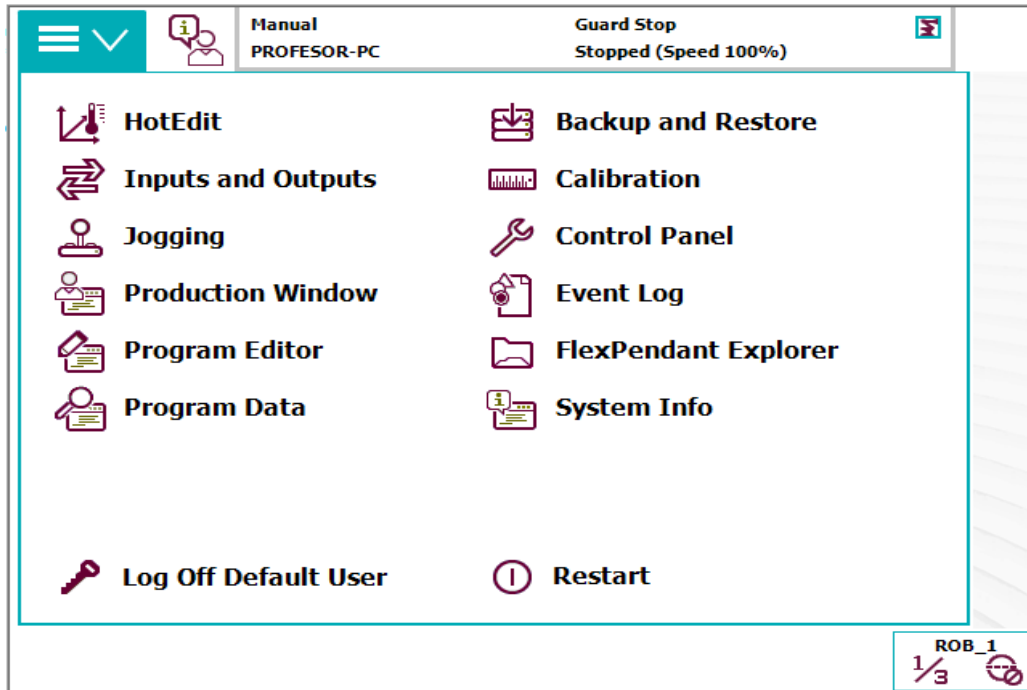
Increment: omogućuje postavljanje veličine pomaka, tj. ograničenja na brzinu pomicanja robota kod pomicanja ili okretanja *joysticka*. Moguće su sljedeće opcije: None (nije definirano ograničenje na pomicanje glave, pa se micanje provodi držanjem *joysticka* u određenom smjeru i izvršava se maksimalnom brzinom), Small (pomicanje glave za 1 mm), Medium (srednja veličina pomaka glave), Large (najveći definirani pomak glave koji se postiže jednim pomakom *joysticka*) te User (pomicanje glave sporo, vrlo slično Small).

Coordinate system: omogućuje postavljanje osnovnoga koordinatnog sustava kao mjerila za pomicanje robotske ruke. Moguće opcije jesu:

- World – globalni koordinatni sustav radne površine
- Base – koordinatni sustav s osnovicom u postolju robotske ruke
- Tool - koordinatni sustav s osnovicom na alatu spojenom na vrh robotske ruke

- Work object - koordinatni sustav s osnovicom na objektu na kojem se radi

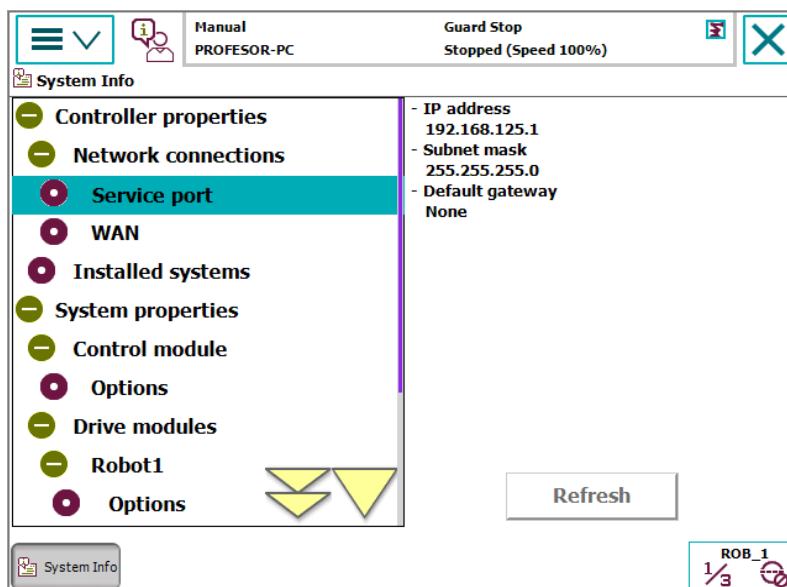
#### 4.1.2.2 Postavke i informacije o sustavu



Slika 4.1.2.1 Privjesak za učenje – izbornik

Opcija System Information (Slika 4.1.2.2) dostupna na izborniku zaslona privjeska za učenje prikazuje informacije o fizičkim i softverskim komponentama kontrolera:

- svojstva kontrolera (naziv sustava, postavke mreže)
- svojstva sustava (verzija i vrsta softvera, driveri za robota)
- hardverske komponente (serijski priključak, podaci o radu robota)
- softverski resursi (vrijeme rada sustava, memorija za RAPID).



Slika 4.1.2.2 Privjesak za učenje – prozor System Info



Opcija Event log (Slika 4.1.2.3) dostupna na izborniku zaslona privjeska za učenje prikazuje sve softverske i hardverske aktivnosti koje je proveo kontroler. Bilježe se različite vrste aktivnosti podijeljene u nekoliko grupa.

Code	Title	Date & Time
10016	Automatic mode requested	2023-04-01 12:03:12
10205	Configuration parameter changed	2023-04-01 12:03:12
10129	Program stopped	2023-04-01 12:03:11
10002	Program pointer has been reset	2023-04-01 12:03:11
10150	Program started	2023-04-01 12:03:11
10015	Manual mode selected	2023-04-01 12:03:11
10012	Safety guard stop state	2023-04-01 12:03:11
10002	Program pointer has been reset	2023-04-01 12:03:10
10045	System restarted	2023-04-01 12:03:08

Slika 4.1.2.3 Privjesak za učenje – prozor Event Log

Opcija Control Panel (Slika 4.1.2.4) dostupna na izborniku zaslona privjeska za učenje prikazuje sve upravljačke funkcije osnovnog softvera robotskog kontrolera i robota.

Name	Comment
Appearance	Customizes the display
Supervision	Motion Supervision and Execution Settings
FlexPendant	Configures the FlexPendant system
I/O	Configures Most Common I/O signals
Language	Sets current language
ProgKeys	Configures programmable keys
Controller Settings	Sets Network, DateTime and ID
Diagnostics	System Diagnostics
Configuration	Configures system parameters
Touch Screen	Calibrates the touch screen

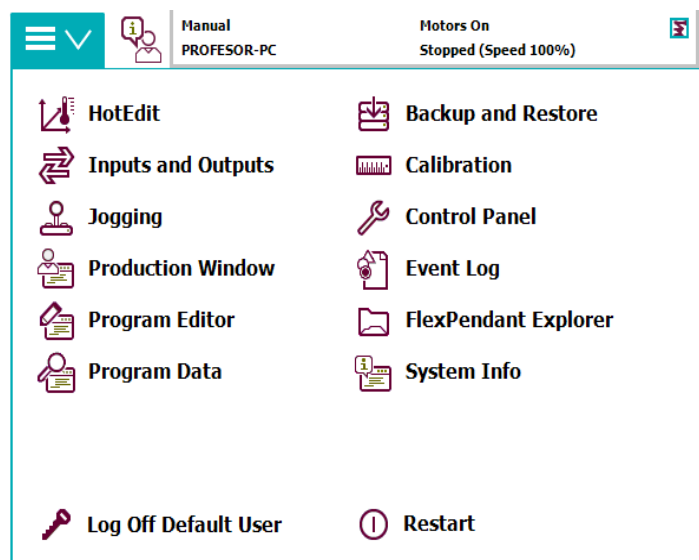
Slika 4.1.2.4 Privjesak za učenje – prozor Control Panel

### 4.1.3 Rješenje radnog zadatka

Za ručno pomicanje robota potrebno je postaviti robota u ručni način rada (vidi uputu u nastavnoj cjelini 1. Uspostava razvojnog okruženja, nastavna tema 1.3. Postavljanje robotske ruke u RobotStudio, poglavlje 1.3.3.4. Pomicanje robota korištenjem igraće palice alatom FlexPendant).

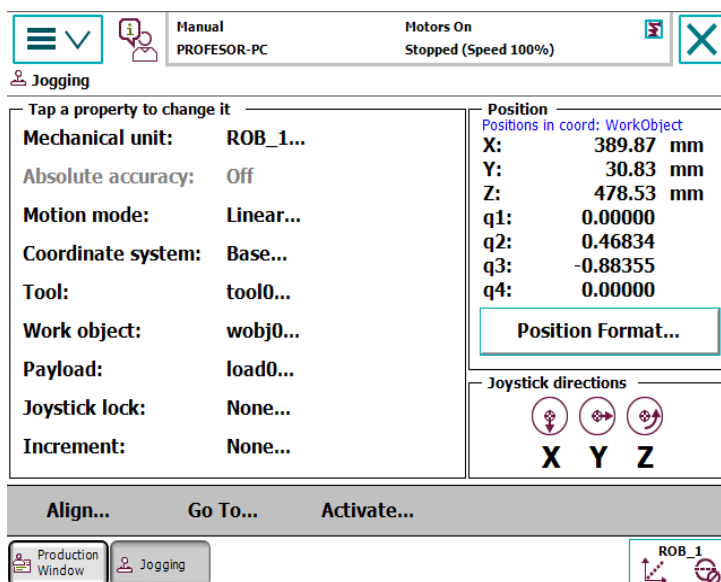


Na zaslonu privjeska za učenje u gornjem desnom uglu nalazi se gumb za otvaranje izbornika. Klikom na gumb otvara se izbornik (Slika 4.1.3.1).



Slika 4.1.3.1 Privjesak za učenje – izbornik

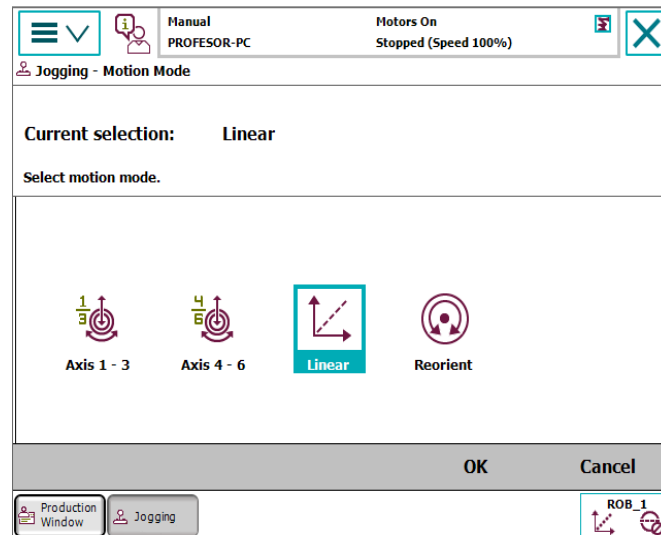
Na izborniku (Slika 4.1.3.1) potrebno je odabrati opciju Jogging čime se otvara prozor Jogging (Slika 4.1.3.2).



Slika 4.1.3.2 Privjesak za učenje – prozor Jogging

Prozor Jogging sadrži niz opcija za prilagodbu načina pomicanja robota. U nastavku će se prikazati važne opcije koje utječu na način pomicanja robota, a to su: **Motion mode**, **Coordinate system**, **Joystick lock** te **Increment**.

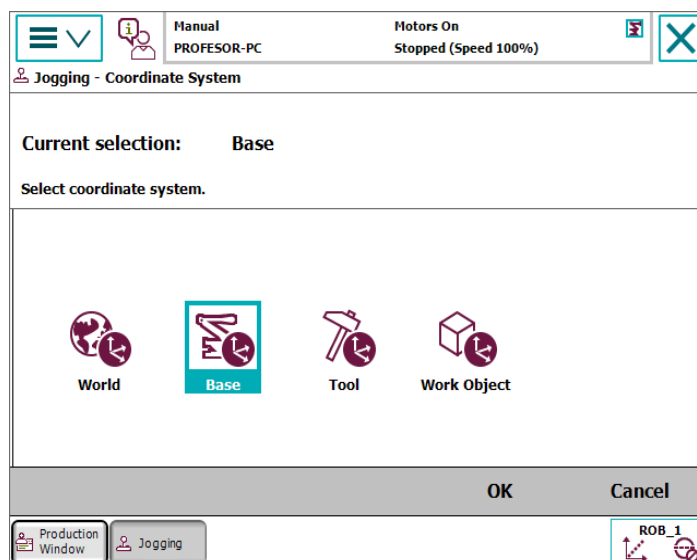
Pritiskom prsta (ili klikom miša) na opciju Motion mode (slika 2.1.6) prikazuje se prozor za odabir načina pomicanja robotske ruke (Slika 4.1.3.3).



Slika 4.1.3.3 Privjesak za učenje – prozor Jogging – Motion Mode

Pritiskom (ili klikom miša) na željeni način odabire se način pomicanja robotske ruke nakon čega je potrebno pritisnuti (ili kliknuti mišem) gumb **OK**. Ako ne želimo prihvatiti odabrani način pomicanja, potrebno je pritisnuti (ili kliknuti mišem) gumb **Cancel**.

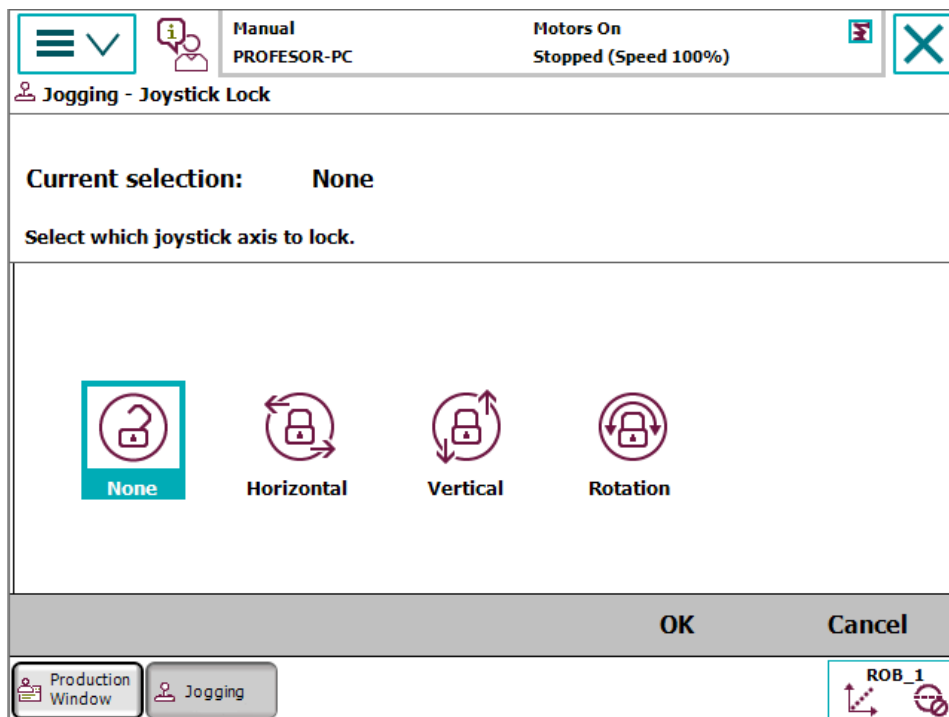
Na prozoru Jogging (Slika 4.1.3.2) pritiskom prsta (ili klikom miša) na opciju Coordinate system prikazuje se prozor za odabir koordinatnog sustava (Slika 4.1.3.4) na temelju kojeg će se prikazivati koordinate pozicije vrha robotske ruke.



Slika 4.1.3.4 Privjesak za učenje – prozor Jogging – Coordinate System

Željeni koordinatni sustav odabire se pritiskom (ili klikom miša) nakon čega je potrebno pritisnuti (ili kliknuti mišem) gumb **OK**. Ako ne želimo prihvatiti odabrani koordinatni sustav, potrebno je pritisnuti (ili kliknuti mišem) gumb **Cancel**.

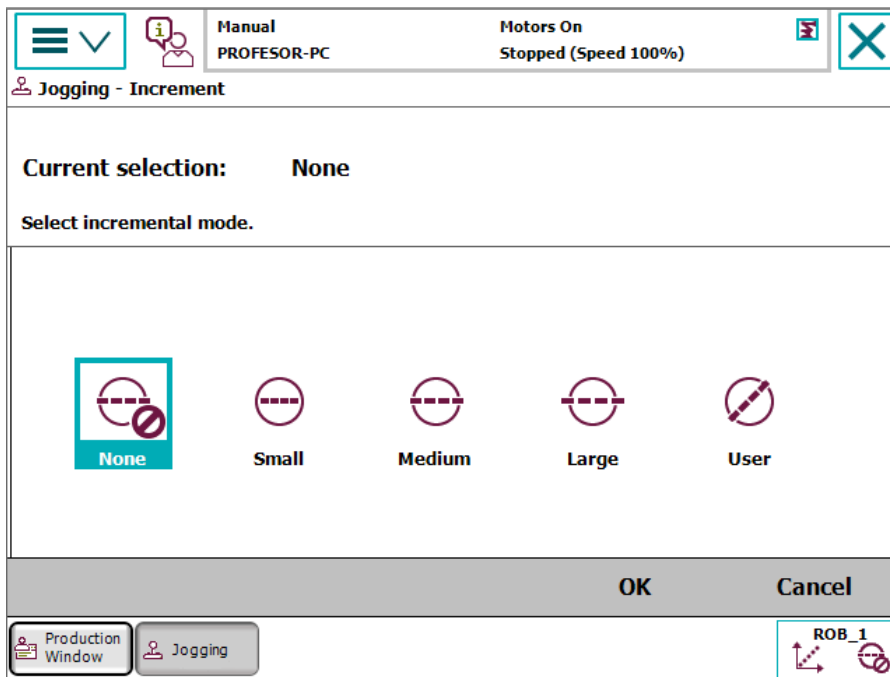
Na prozoru Jogging (Slika 4.1.3.2) pritiskom prsta (ili klikom miša) na opciju Joystick lock prikazuje se prozor za odabir pomične osi *joysticka* koja će se zaključati (Slika 4.1.3.5).



Slika 4.1.3.5 Privjesak za učenje – prozor Jogging – Joystick Lock

Moguće je odabrati više pomičnih osi *joysticka* (Horizontal, Vertical, Rotation). Željena pomična os *joysticka* odabire se pritiskom (ili klikom miša). Ako se odabere opcija None, automatski se isključuju sve ostale odabrane pomične osi zaključavanja. Nakon odabira željenih osi zaključavanja potrebno pritisnuti (ili kliknuti mišem) gumb **OK**. Ako ne želimo prihvatiti odabrana zaključavanja pomičnih osi *joysticka*, potrebno je pritisnuti (ili kliknuti mišem) gumb **Cancel**.

Na prozoru Jogging (Slika 4.1.3.2) pritiskom prsta (ili klikom miša) na opciju Increment prikazuje se prozor za odabir veličine stupnja pomicanja vrha robotske ruke kada se *joystick* pomakne po bilo kojoj pomičnoj osi (Slika 4.1.3.6).



Slika 4.1.3.6 Privjesak za učenje – prozor Jogging – Increment

Željena veličina pomaka odabire se pritiskom (ili klikom miša) nakon čega je potrebno pritisnuti (ili kliknuti mišem) gumb **OK**. Ako ne želimo prihvatiti odabranu veličinu pomaka, potrebno je pritisnuti (ili kliknuti mišem) gumb **Cancel**.

Na privjesku za učenje, desno od zaslona i lijevo od *joysticka* nalaze se tzv. *soft touch* gumbi (Slika 4.1.3.7).



Slika 4.1.3.7 Privjesak za učenje – *soft touch* gumbi

Gumb (Slika 4.1.3.7) na koji ukazuje broj 1 koristi se kao brza (*hot*) tipka za promjenu načina pomicanja robota i to samo načini Linear i Reorient.

Gumb na koji ukazuje broj 2 koristi se kao brza (*hot*) tipka za promjenu načina pomicanja robota i to samo načini Axis 1 – 3 i Axis 4 – 6.

Gumb na koji ukazuje broj 3 koristi se kao brza (*hot*) tipka za promjenu veličine pomaka (Increment) vrha robotske ruke i to samo veličine None i posljednja, putem izbornika, odabrana veličina pomaka.

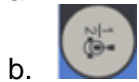
#### 4.1.4 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. S pomoću softvera na zaslonu privjeska za učenje provesti ručno pomicanje vrha robotske ruke na Axis 4 – 6 način pomicanja na sva tri zgloba.
2. S pomoću softvera na zaslonu privjeska za učenje provesti ručno pomicanje vrha robotske ruke na Axis 1 – 3 način pomicanja na sva tri zgloba. Pomicanje provoditi tako da veličina pomaka bude postavljena na najviše (Large) prilikom pritiska na *joystick* i s mogućnošću pomicanja robota samo na zglobu kojim će se vrh glave robota gibati gore/dolje.
3. Objasnite načine pomicanja robota.
4. Opišite čemu služi opcija Increment u softveru na zaslonu privjeska za učenje.
5. Objasnite svrhu upotrebe i mogućnosti korištenja opcije Joystick Lock.
6. Opišite mogućnosti i svrhu upotrebe softvera na zaslonu privjeska za učenje.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Koju je tipku na privjesku za učenje potrebno pritisnuti za promjenu načina pomicanja robota i to samo načini Linear i Reorient?



2. Koju je tipku na privjesku za učenje potrebno pritisnuti za promjenu načina pomicanja robota i to samo načini Axis 1 – 3 i Axis 4 – 6?



3. Koju je tipku na privjesku za učenje potrebno pritisnuti za promjenu veličine pomaka (Increment) vrha robotske ruke, i to samo veličina None i posljednje, putem izbornika, odabrane veličine pomaka?



4. Koju je funkciju u izborniku Jogging na privjesku za učenje potrebno pokrenuti za prilagodbu veličine pomaka robotske ruke?
  - a. Tool
  - b. Motion mode
  - c. Increment

5. Koju je funkciju u izborniku Jogging na privjesku za učenje potrebno pokrenuti za prilagodbu načina pomicanja robota?
  - a. Motion mode
  - b. Coordinate system
  - c. Payload
  - d. Increment
6. Koju je funkciju u glavnom izborniku na privjesku za učenje potrebno pokrenuti za pregled bilješki o provedenim aktivnostima?
  - a. Calibration
  - b. System Info
  - c. Control Panel
  - d. Event Log
7. Koju je funkciju u glavnom izborniku na privjesku za učenje potrebno pokrenuti za pregled postavki?
  - a. Calibration
  - b. System Info
  - c. Control Panel
  - d. Event Log

#### **4.1.5 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 4.2 Izrada programskog modula

Nastavna tema obrađuje postupak izrade jednostavnog programa s pomoću privjeska za učenje (ili FlexPendant alata unutar softvera RobotStudio). Prikazat će se primjena naredbi za pomicanje robota do pozicije na koju je robot postavljen. Objasnit će se različitosti između najčešće korištenih naredbi za pomicanje robota.

Svrha je nastavne teme upoznati čitatelje s postupkom izrade i izvođenja jednostavnog programa koristeći programski jezik RAPID koji je integriran u softver privjeska za učenje.

Objasnit će se postupak resetiranja RAPID postavki i memorije za potrebe izrade novog programa. Objasnit će se različitost često korištenih naredbi za pomicanje robota (MoveJ, MoveL). Objasnit će se mogućnosti upravljanja izvođenjem programa.

### **Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:**

- izraditi novi program za pripadajući robotski kontroler i mehanizam
- izraditi potpuno definiranu putanju gibanja industrijskog robota
- primijeniti sustav sigurnosnih kopija parametara i programskih modula
- pokrenuti ručni način rada na industrijskom robotu
- simulirati i pokrenuti produkcijski način rada na industrijskom robotu
- primijeniti procesni ciklus industrijskog robota u ručnom i automatskom načinu rada robota

### 4.2.1 Opis radnog zadatka

Potrebno je izraditi program na privjesku za učenje. Program treba iz početne pozicije gibati ruku prema lijevo i dolje do područja za preuzimanje tereta, vratiti se malo niže od početne pozicije, gibati se desno i dolje do područja za ispuštanje tereta te se vratiti u početnu poziciju.

Koraci rada robota jesu:

1. Iz početne pozicije robot se brzo giba prema lijevo i spušta ruku nisko do područja s predmetima koje treba pokupiti.
2. Ruka se spušta linearno, sporije i precizno do pozicije hvatanja predmeta za prijenos
3. Ruka se linearno i sporije podiže.
4. S predmetom se ruka brzo giba prema gore i udesno do približno početne pozicije.
5. Robot se brzo giba udesno i spušta ruku nisko do područja za ispuštanje predmeta.
6. Ruka se spušta linearno, sporije i precizno do pozicije ispuštanja predmeta koji se prenosi.
7. Ruka se linearno i sporije podiže.
8. Ruka se brzo vraća u početnu poziciju.

### 4.2.2 Osnovni koncepti

Za potrebe izrade programa koristeći privjesak za učenje (ili FlexPendant alata u okviru softvera RobotStudio) koristi se prozor Program Editor. Program se sastoji od modula, a



moduli sadrže procedure. U nastavku je prikaz strukture praznog programa koja se zadano postavlja prilikom kreiranja novog programa.

```
MODULE MainModule
  PROC main()
    <SMT>
  ENDPROC
ENDMODULE
```

Programski modul započinje ključnom riječi **MODULE**, a završava ključnom riječi **END MODULE**. Modul ima svoj naziv (u gornjem primjeru **MainModule**). Naziv modula jest klasični identifikator i može se sastojati samo od znakova abecede (bez dijakritičkih znakova hrvatske abecede), brojeva i znaka podvlaka (engl. *underscore*, `_`).

Svaki modul može imati više procedura. Glavna (početna) procedura programa naziva se **main**. Procedura se definira korištenjem ključne riječi **PROC** nakon čega slijedi naziv (ime) procedure. Procedura završava ključnom riječi **ENDPROC**. Sve naredbe između redova **PROC** i **ENDPROC** čine tijelo procedure (u prethodnom primjeru `<SMT>`). Procedura može primiti argumente (parametre) i oni se navode unutar zagrada `()` desno od naziva (imena) procedure. Linija `<SMT>` prikazuje poziciju gdje će se pisati naredbe programa.

Koristeći privjesak za učenje (ili **FlexPendant** alata unutar softvera **RobotStudio**) moguće je dodavati naredbe u tijelu procedure s pomoću odgovarajućih prozora u softveru. Opcija **Add Instruction** na prozoru **Program Editor** otvara dijaloški prozor za odabir naredbe koja će se postaviti na odabrano mjesto u programu (početna pozicija `<SMT>`). Popis naredbi (instrukcija) na prozoru **Add Instruction** podijeljen je u nekoliko grupa koje sadrže naredbe prikladne za grupu. Postoji i grupa **Common** koja sadrži najčešće korištene naredbe, od kojih su neke: pridruživanje vrijednosti (`:=`), **FOR**, **IF**, **MoveJ**, **MoveC**, **MoveL**, **ProcCall**, **Set**, **Reset**, **RETURN** itd.

Za potrebe prvog programa koristit će se naredbe **MoveJ** i **MoveL**. Navedene naredbe koriste se za pomicanje robota do pozicije u koju se robot treba postaviti prije nego što se u program postavi naredba **MoveJ** ili **MoveL**.

Naredba **MoveJ** (**Move Joint**) koristi se za pomicanje robota ovisno o potrebi po svim pomičnim osima (šest osi). Ovisno o prethodnoj poziciji i novoj poziciji robot će samostalno automatizirano odlučiti koje je osi potrebno pomicati kako bi se postavio u poziciju kada je naredba postavljena u program. Naredba **MoveJ** koristi se za brza i neprecizna gibanja (pomicanja) robota do zone finog i preciznog rada. Naredba **MoveJ** sastoji se od minimalno četiri argumenta, a to su: pozicija robota do koje robotska ruka treba doći, brzina gibanja, zona gibanja te alat na glavi robotske ruke.

Naredba **MoveL** (**Move Linear**) koristi se za pomicanje robota precizno po osima koordinatnog sustava. Naredba **MoveL** koristi se za sporija ili izrazito spora te precizna gibanja (pomicanja) robota u uskoj zoni rada kako bi se spriječila mogućnost dodira robotske ruke s predmetima u okolini, čime može doći do oštećenja ili robotske ruke ili predmeta u okolini. Naredba **MoveL** sastoji se od minimalno četiri argumenta, a to su: pozicija robota do koje robotska ruka treba doći, brzina gibanja, zona gibanja te alat na glavi robotske ruke.

Izvođenje programa može biti jednu po jednu naredbu ili automatizirano. Izvođenje programa jednu po jednu naredbu može biti slijedno prema dolje čime se izvršava sljedeća naredba programa ili slijedno prema gore čime se izvršava prethodna naredba programa. Automatizirano izvođenje uvijek je slijedno prema dolje i po završetku izvršavanja jedne naredbe kontrola toka odmah prelazi na izvođenje sljedeće naredbe. Automatizirano izvođenje može biti:


- jednokratno (Single Cycle) – program će se izvršiti samo jednom. Izvršit će se sve naredbe počevši od prve naredbe, pa slijedno do posljednje;
- kontinuirano (Continuous) – program se besprekidno izvršava. Izvršit će se sve naredbe počevši od prve naredbe pa slijedno do posljednje. Nakon izvođenja posljednje naredbe kontrola toka postavlja se na prvu naredbu u programu i nastavlja s izvođenjem ostalih naredbi koje slijede, i tako kontinuirano dok se izvođenje programa ručno ne zaustavi.

### 4.2.3 Rješenje radnog zadatka

Program se izrađuje na privjesku za učenje ili u alatu FlexPendant softvera RobotStudio. Robot se postavlja na ručni način rada (vidi uputu u nastavnoj cjelini 1. Uspostava razvojnog okruženja, nastavna jedinica 1.3. Postavljanje robotske ruke u RobotStudio, poglavlje 1.3.3.4. Pomicanje robota korištenjem igraće palice alatom FlexPendant).

#### 4.2.3.1 Otvaranje prozora Program Editor na privjesku za učenje

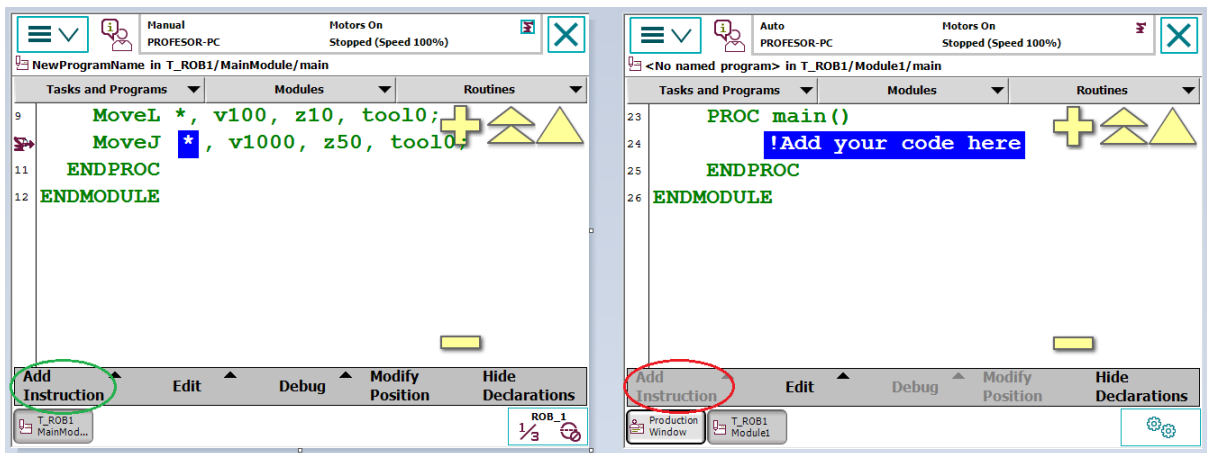


Na zaslonu privjeska za učenje potrebno je otvoriti izbornik pritiskom na gumb . Na izborniku je potrebno odabrati opciju Program Editor.

Ako se prozor Program Editor prikazuje slično kao lijevi primjer (Slika 4.2.3.1), to znači da na privjesku za učenje već postoji neki program, pa ga je potrebno izbrisati.

Ako je robot postavljen na ručni način rada, opcija **Add Instruction** bit će omogućena kao na lijevom primjeru (Slika 4.2.3.1).

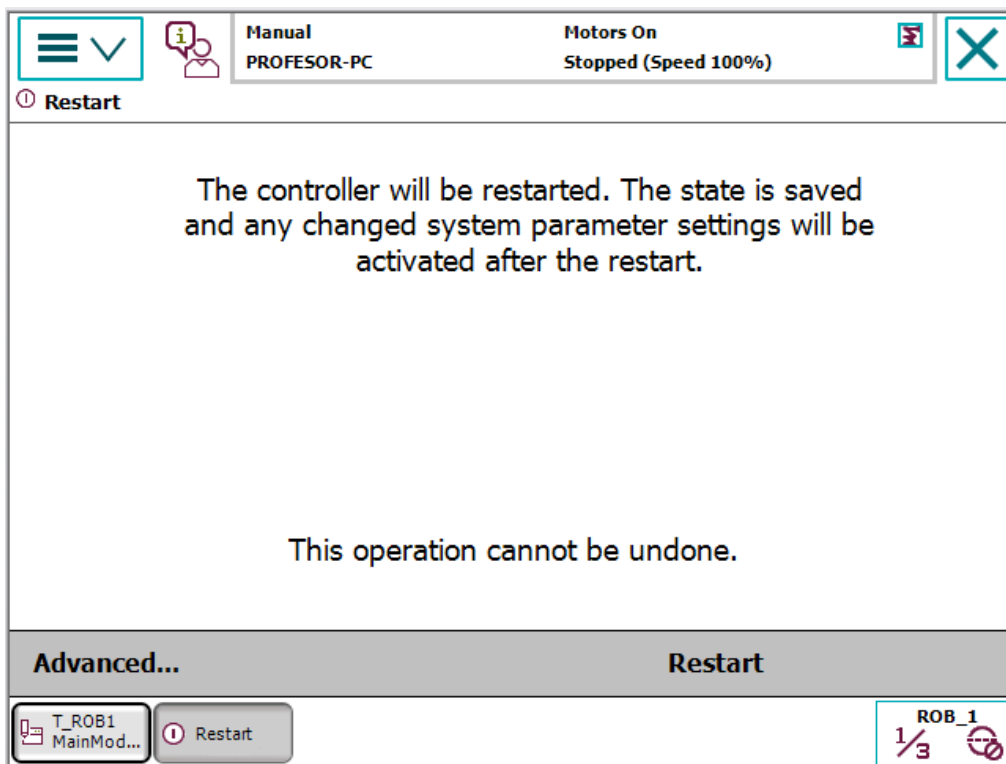
Ako robot nije postavljen na ručni način rada, neće biti omogućena izrada programa (dodavanje instrukcija) jer će biti onemogućena opcija **Add Instruction** kao na desnom primjeru (Slika 4.2.3.1).



Slika 4.2.3.1 Primjeri prozora Program Editor

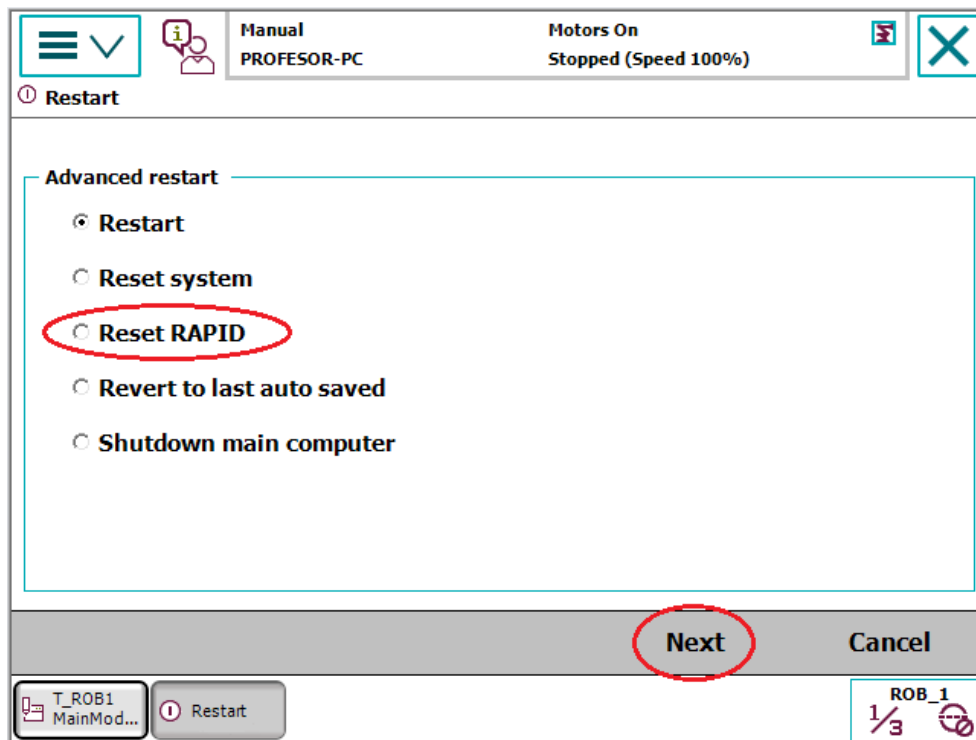
#### 4.2.3.2 Brisanje softvera iz privjeska za učenje

Za brisanje programa potrebno je u izborniku privjeska za učenje odabrati opciju **Restart** čime se otvara prozor za provedbu ponovnog pokretanja (Slika 4.2.3.2).



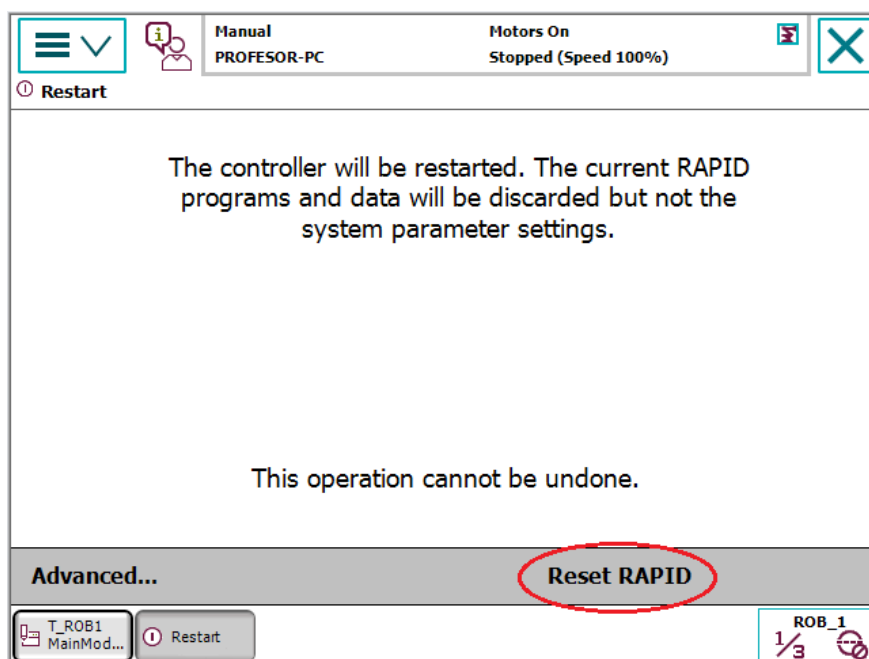
Slika 4.2.3.2 Privjesak za učenje – prozor Restart

Osnovno postavljene načine ponovnog pokretanja jest način **Restart** koji je opisan na prozoru. Za potrebe brisanja programa s privjeska za učenje odabrani osnovni način ponovnog pokretanja nije odgovarajući. Potrebno je odabrati opciju **Advanced** čime se otvara prozor s dodatnim opcijama pokretanja (Slika 4.2.3.3).



Slika 4.2.3.3 Privjesak za učenje – prozor Advanced restart

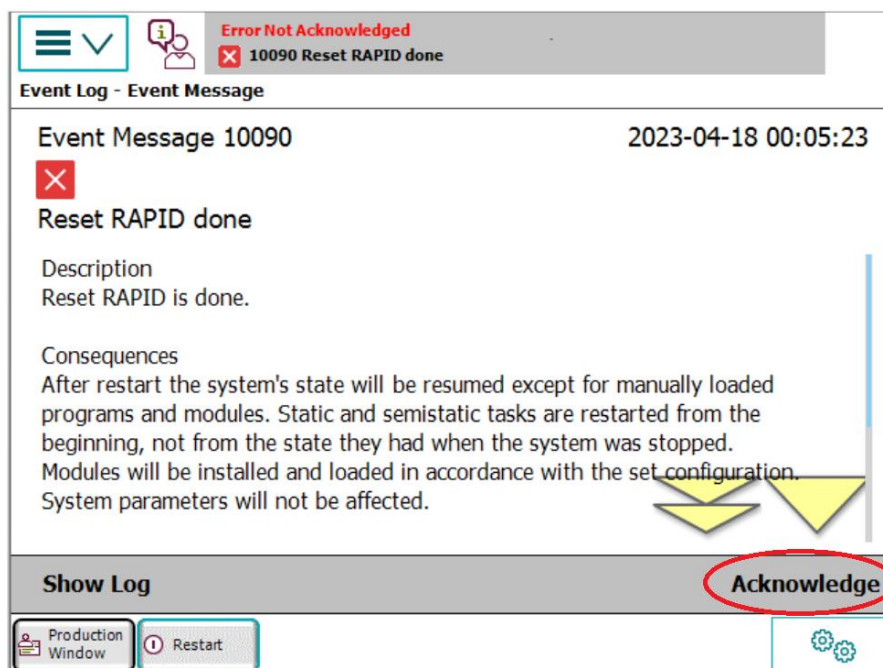
Tu je potrebno odabrati opciju **Reset RAPID** i pritisnuti gumb **Next** čime se vraćamo na prozor **Restart** (Slika 4.2.3.4).



Slika 4.2.3.4 Privjesak za učenje – prozor Restart (#2)

Nakon pritiska na gumb **Reset RAPID** privjesak za učenje ponovno će se pokrenuti, a nakon pokretanja svi postojeći programi RAPID bit će izbrisani, a sistemske postavke ostat će nepromijenjene.

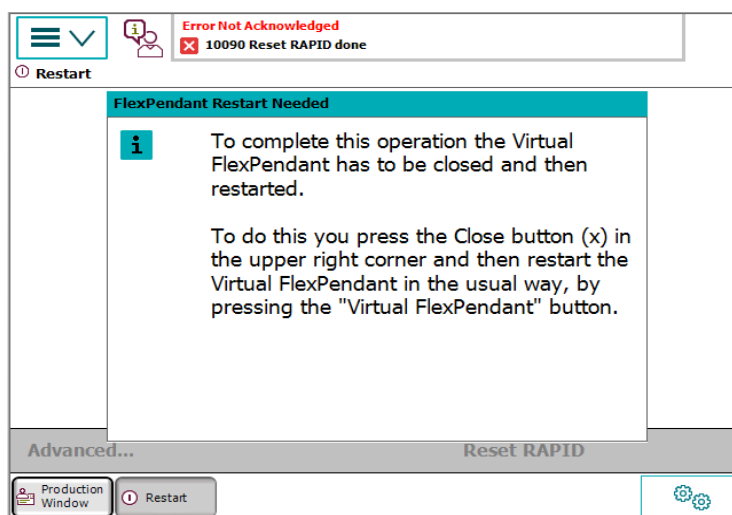
Kada postupak Reset RAPID završi, u sustav će biti postavljena zabilješka (engl. *log*) o izvršenom postupku i otvorit će se prozor Event Log s prikazom poruke (Slika 4.2.3.5).



Slika 4.2.3.5 Privjesak za učenje – prozor Event Log – Event Message

Kako u budućnosti softver više ne bi forsirao prikaz poruke o zabilješci, potrebno je pritisnuti gumb **Acknowledge**.

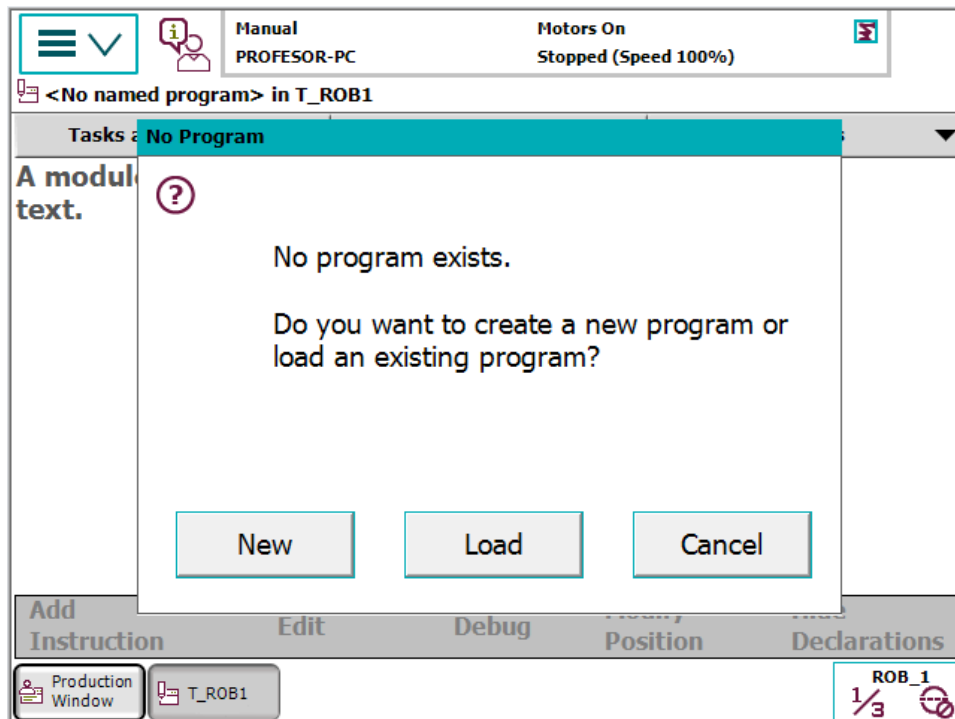
Ako se za kratko vrijeme ne pritisne gumb **Acknowledge** ili nakon pritiska na njega na alatu FlexPendant unutar softvera RobotStudio, prikazat će se prozor s porukom koja upućuje na zatvaranje alata FlexPendant i ponovno pokretanje (Slika 4.2.3.6).



Slika 4.2.3.6 RobotStudio – prozor FlexPendant Restart Needed

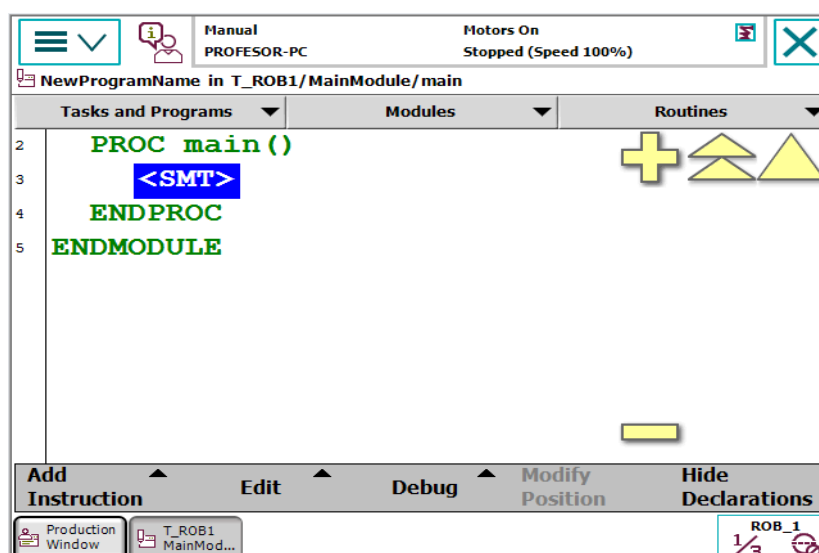
### 4.2.3.3 Stvaranje novog programa

Ako je robot postavljen na ručni način rada s uključenim motorima i ako je izbrisan prethodni softver s privjeska za učenje, prikazat će se dijaloški okvir No Program s gumbom za stvaranje novog programa (New) i gumbom za učitavanje nekoga postojećeg (Load) (Slika 4.2.3.7). Tu je potrebno pritisnuti gumb **New**.







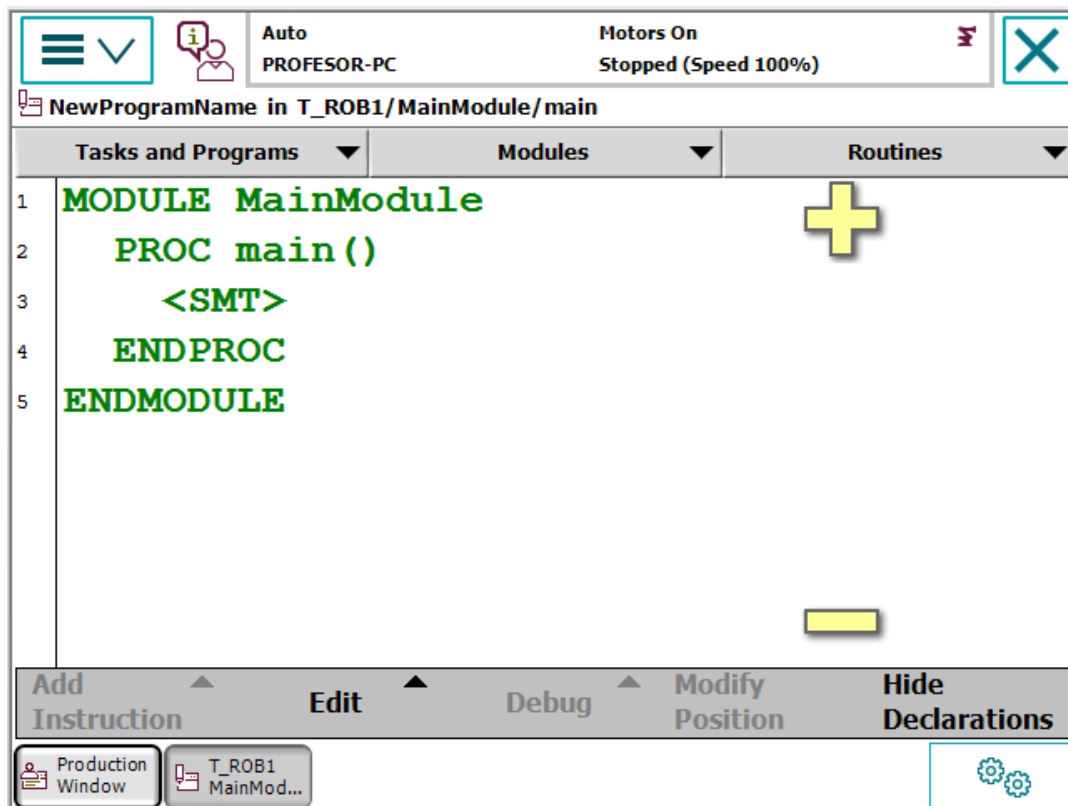
Slika 4.2.3.7 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – Dijalog No Program

Potom se izvršava izrada novog programa i prikazuje se prozor Program Editor (Slika 4.2.3.8).



Slika 4.2.3.8 Privjesak za učenje – prozor Program Editor

Gumbi  i  omogućuju povećanje i smanjenje veličine fonta na prozoru Program Editor. Gumb  omogućuje odlazak na vrh programa, a gumb  pomicanje pogleda na program za jedan red gore. Slika 4.2.3.9 prikazuje početni prazan program u cijelosti.



Slika 4.2.3.9 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – novi prazan program

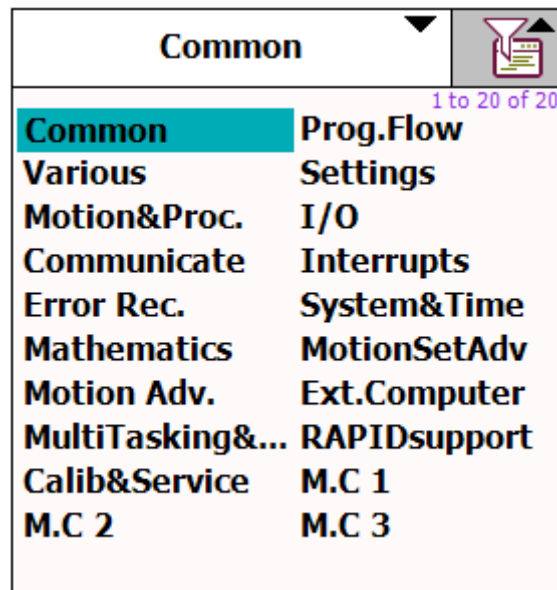
Program se sastoji od oznake početka modula **MODULE MainModule** i oznake završetka modula **ENDMODULE**. Modul je podijeljen u procedure. Svaka procedura započinje ključnom riječi PROC nakon čega slijedi naziv procedure. Nakon naziva procedure dolaze otvorena i zatvorena zagrada. Unutar zagrada nalazi se područje za argumente koji se proslijeđuju u proceduru. Početna procedura programa naziva se **main()**. U području tijela procedure (Slika 4.2.3.9, red 3) upisuju se naredbe koje robot treba izvršavati. Naredbe se nižu sekvencijalno od gore prema dolje.

#### 4.2.3.4 Postavljanje naredbi (instrukcija) u program

Gumb Add Instruction (Slika 4.2.3.9) omogućuje dodavanje naredbi u program. Prvi je korak odabir lokacije za prvu naredbu. To se provodi klikom na red 3 na tekst **<SMT>** čime će se odabrati red i omogućiti dodavanje naredbi (instrukcija). Pritiskom gumba **Add Instructions** prikazuje se prozor s naredbama koje možemo dodati u program na odabranu poziciju. Ako

prvi red za dodavanje instrukcija nije odabran na prozoru, neće biti moguće odabrati naredbe, sve opcije bit će onemogućene.

Prozor **Add Instructions** prikazuje naredbe podijeljene po grupama (npr. Common, Various, Motion&Proc., Communicate itd.) (Slika 4.2.3.10).

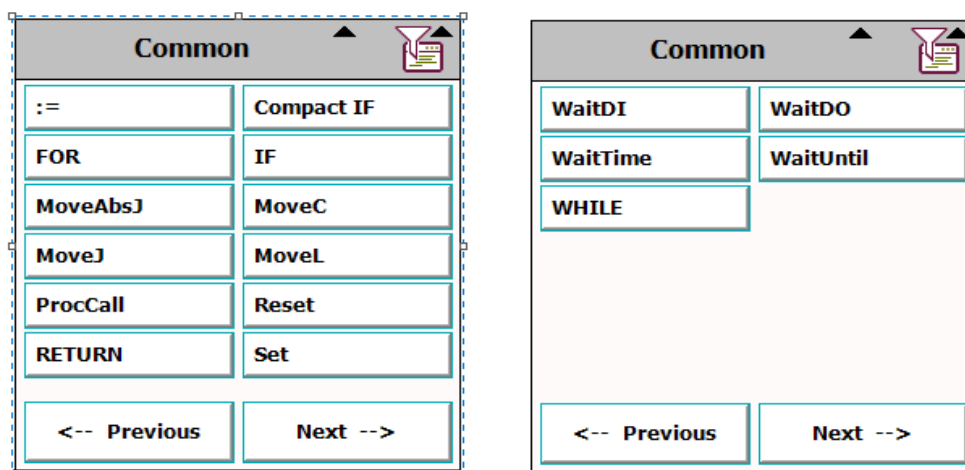


Slika 4.2.3.10 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – Add Instruction – odabir grupe

Za potrebe pisanja prvog programa koristit će se grupa Common. Ta grupa sadrži najčešće korištene naredbe za rad s robotom. U grupi Common nalazi se više naredbi koje ne stanu na jedan prozor, pa je omogućen prikaz drugih dijelova (opcija naredbi) za odabranu grupu te potom i za naredne ili prethodne grupe, s pomoću gumba



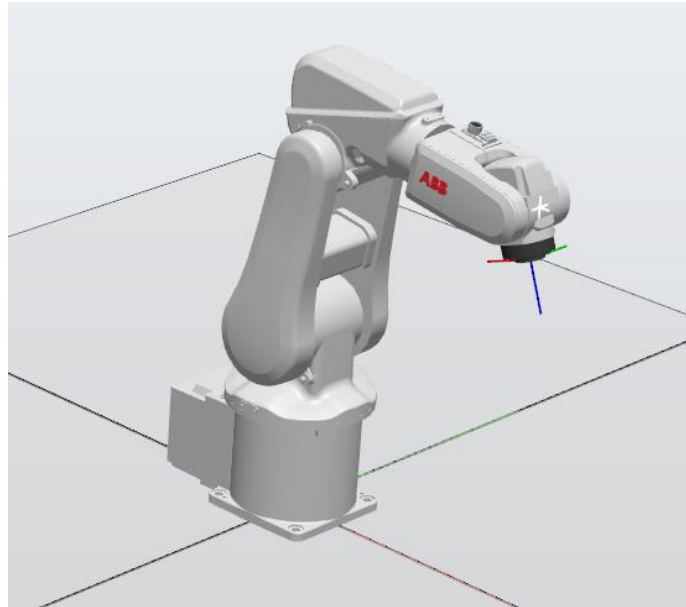
Slika 4.2.3.11 prikazuje oba prozora s naredbama za grupu Common.



Slika 4.2.3.11 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – Add Instruction – grupa Common

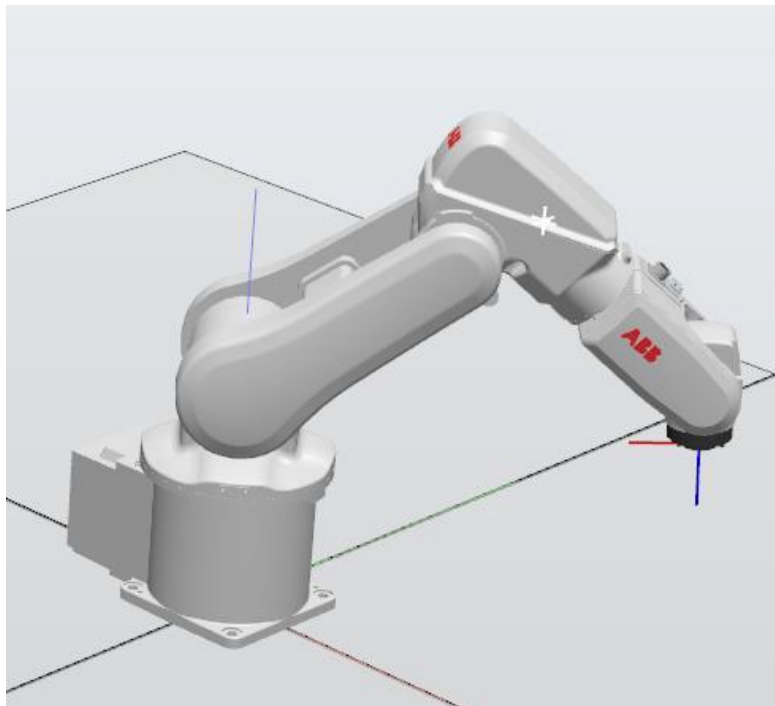
Prvi je korak postavljanje robota u početnu poziciju (Slika 4.2.3.12).





Slika 4.2.3.12 RobotStudio – početna pozicija robota

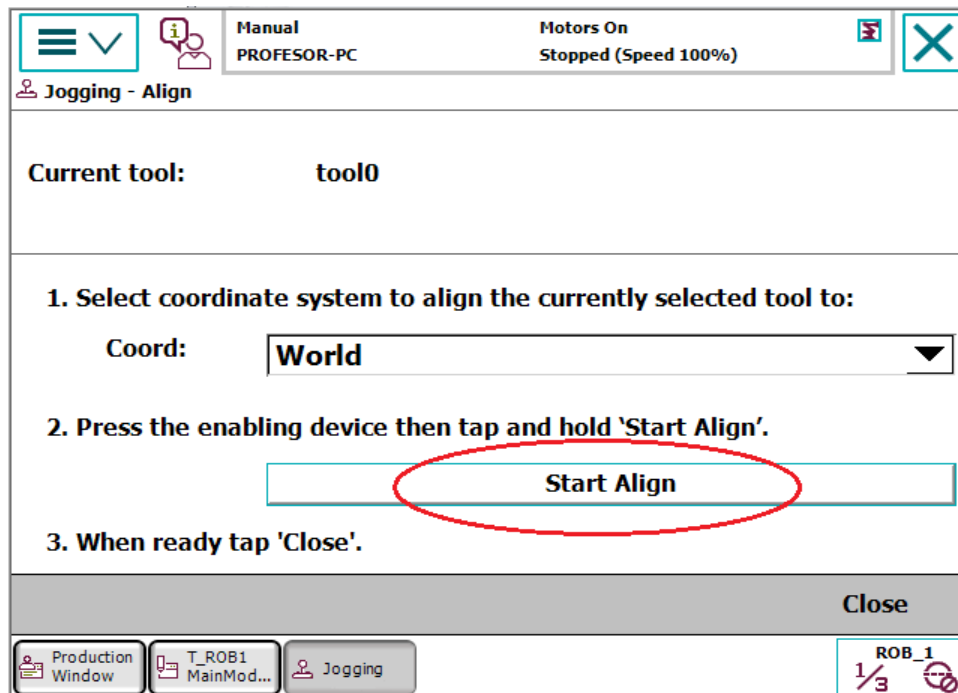
Sljedeći korak jest pomaknuti robota na područje za preuzimanje predmeta. To je moguće učiniti s uključenim opcijama za pomicanje (Jogging) Axis 1 – 3 ili Linear te za vertikalno namještanje glave opcijom Axis 4 – 6 (vidi objašnjenje u poglavlju 2.1.2.1 i postupak u poglavlju 2.1.3). Slika 4.2.3.13 prikazuje područje za preuzimanje predmeta.



Slika 4.2.3.13 RobotStudio – pozicija robota u području za preuzimanje predmeta

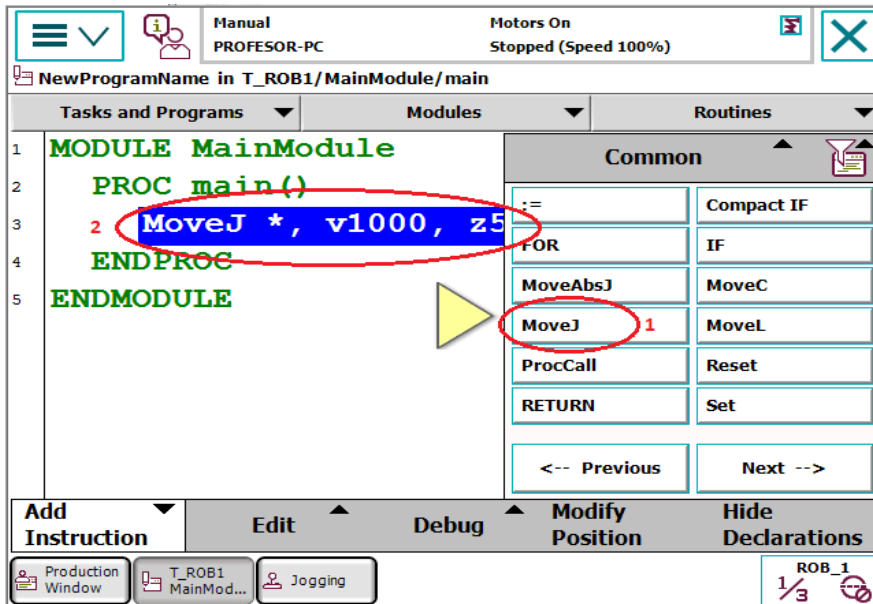
Po potrebi se može koristiti funkcija za poravnanje kako bi se robot poravnao s osima. Funkcija Alignment pokreće se na prozoru Jogging pritiskom na gumb Align... u statusnom dijelu na

dnu prozora Jogging. Poravnanje se izvršava pritiskom (i držanjem) na gumb Start Align. Slika 4.2.3.14 prikazuje prozor Jogging – Align.



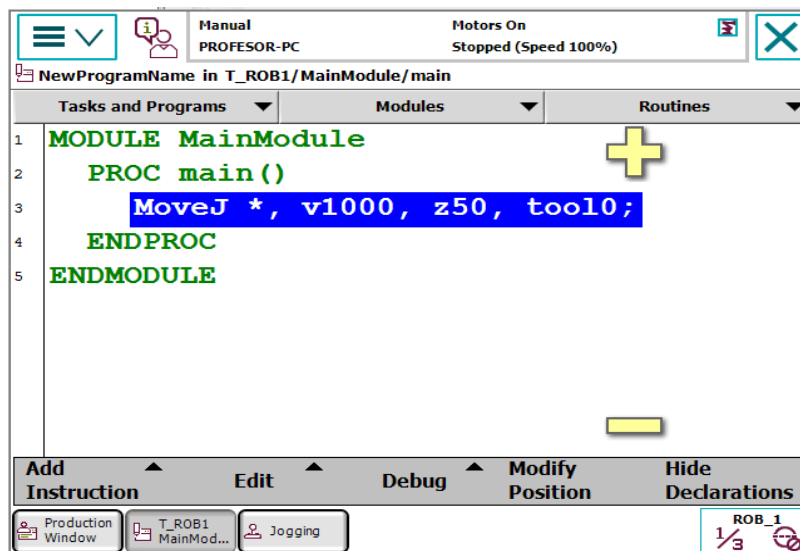
Slika 4.2.3.14 Privjesak za učenje – prozor Jogging – Align

Nakon izvršenog poravnanja glave robota s koordinatnim sustavom potrebno je dodati naredbu kojom će se izvršiti pomicanje robota od početne pozicije do prve pozicije u području za preuzimanje predmeta. To pomicanje može biti brzo i po svim pomičnim osima robota jer u tom dijelu gibanja nema dodatnih objekata pa ruka ne može zapeti za neki objekt, stoga time nema mogućnosti za oštećenjem robota ili okoline. Zbog toga će se koristiti naredba **MoveJ** (Move Joint). Nakon odabira naredbe MoveJ iz Common grupe prozora Add Instruction, na prozoru Program Editor u proceduri main() postaviti će se prva naredba (Slika 4.2.3.15).



Slika 4.2.3.15 Privjesak za učenje – prvi program – Naredba 1

Pritiskom na gumb Add Instruction isključuje se istoimeno prozor na desnom dijelu zaslona i vidljiva je cijela naredba (Slika 4.2.3.16).



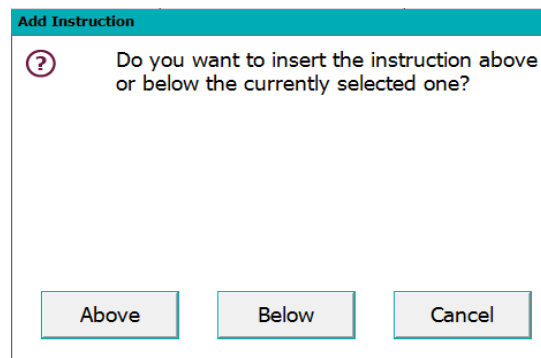
Slika 4.2.3.16 Privjesak za učenje – prvi program – Naredba 1 (#2)

Naredba MoveJ sastoji se od četiri argumenta:

1. znak \* označava poziciju robota do koje će se robot pomicati. Prikazan je znak \* jer na malom zaslonu privjeska za učenje ne bi stale vrijednosti svih koordinata robota;
2. znak v i brojčana vrijednost označavaju brzinu gibanja u mm/s;
3. znak z i vrijednost označavaju zonu gibanja i
4. tool0 označava alat koji se giba (tool0 je robot i nemamo postavljene dodatne alate).

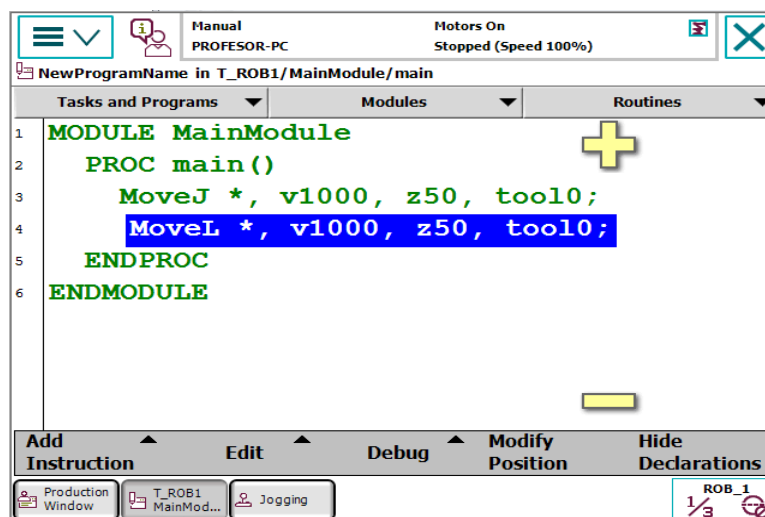
Sljedeći korak jest spuštanje robota (po osi Z) na poziciju za hvatanje predmeta. To je moguće izvesti vrstom pomicanja (engl. *jogging*) Axes 1 – 3, nakon čega ponovo treba provesti postupak poravnanja (Align). Sada treba dodati naredbu za pomicanje robota u novu poziciju

(za hvatanje predmeta). To pomicanje može biti linearno kako bi se osiguralo pomicanje ruke samo po jednoj osi i time onemogućilo oštećenje robota ili okoline. Zbog toga će nova naredba biti MoveL (Move Linear) i nakon odabira te naredbe iz grupe Common prozora Add Instruction prikazat će se dijaloški prozor s pitanjem o poziciji postavljanja nove naredbe koja može biti prije ili poslije postojeće prve naredbe (Slika 4.2.3.17).



Slika 4.2.3.17 Privjesak za učenje – dijalog – Add Instruction

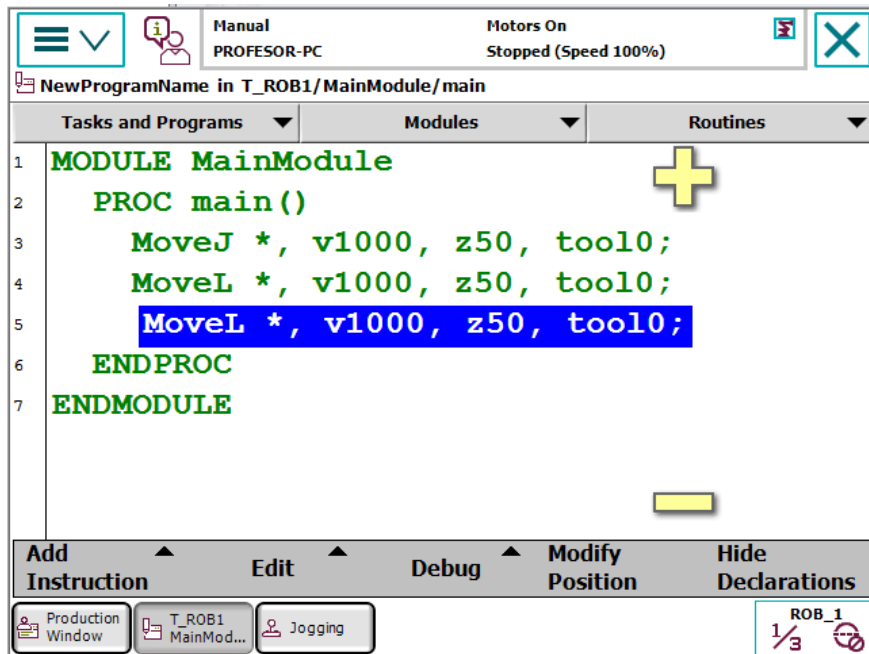
Tu je potrebno odabrati opciju Below nakon čega se odabrana naredba dodaje u program (Slika 4.2.3.18).



Slika 4.2.3.18 Privjesak za učenje – prvi program – Naredba 2

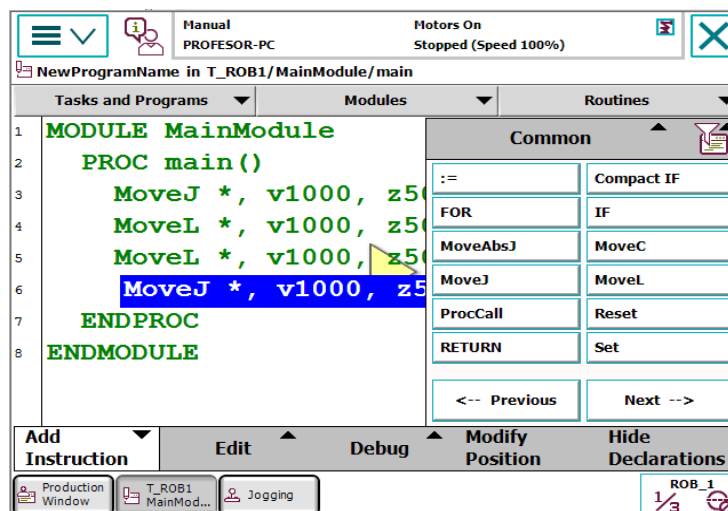
Budući da se na toj poziciji nalazi predmet za hvatanje i ako je na robotu postavljena hvataljka, može se dodati naredba za hvatanje predmeta Set ili naredba za otpuštanje predmeta Reset. Moguće je dodati naredbu za čekanje (WaitTime) koja se nalazi na drugom prozoru grupe Common.

Sljedeći korak jest pomicanje robota iz pozicije hvatanja predmeta linearno prema gore kako bi se osiguralo linearno pomicanje robota prema gore i time izbjegla moguća oštećenja predmeta ili okoline. Nakon linearnog pomicanja robota prema gore potrebno je dodati naredbu MoveL (Slika 4.2.3.19).



Slika 4.2.3.19 Privjesak za učenje – prvi program – Naredba 3

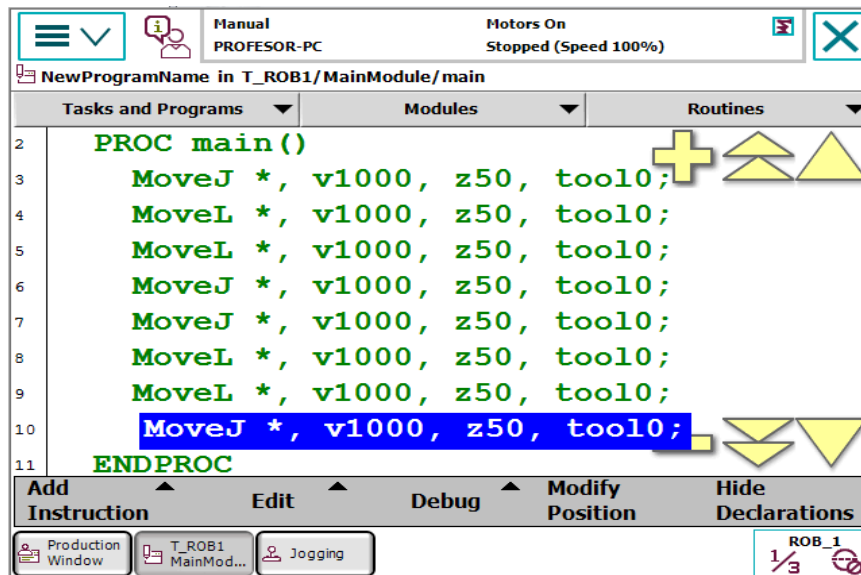
Sljedeći korak jest pomicanje robota do približno početne pozicije (to je središnja pozicija programa) i potom dodati naredbu MoveJ, čime će se robot pomicati istovremeno po svim osima (jer više nije u zoni predmeta gdje je potrebno linearno gibanje) do željene pozicije. Slika 4.2.3.20 prikazuje sadržaj programa nakon dodavanja naredbe MoveJ.



Slika 4.2.3.20 Privjesak za učenje – prvi program – Naredba 4

S pomoću prethodno opisana četiri koraka robot se pomaknuo iz početne pozicije do zone za preuzimanje predmeta, spustio se do predmeta za preuzimanje, podigao se linearno iznad zone za preuzimanje i vratio do početne pozicije. Sada je potrebno isti postupak provesti pomicanjem robota desno i dolje do zone ispuštanja predmeta (te koristiti naredbu MoveJ), linearno spustiti robota do pozicije ispuštanja predmeta (te koristiti naredbu MoveL), linearno podignuti robota iznad zone ispuštanja (te koristiti naredbu MoveL) i na kraju vratiti robota do početne pozicije (te koristiti naredbu MoveJ). Nakon svakog pomicanja potrebno je postaviti

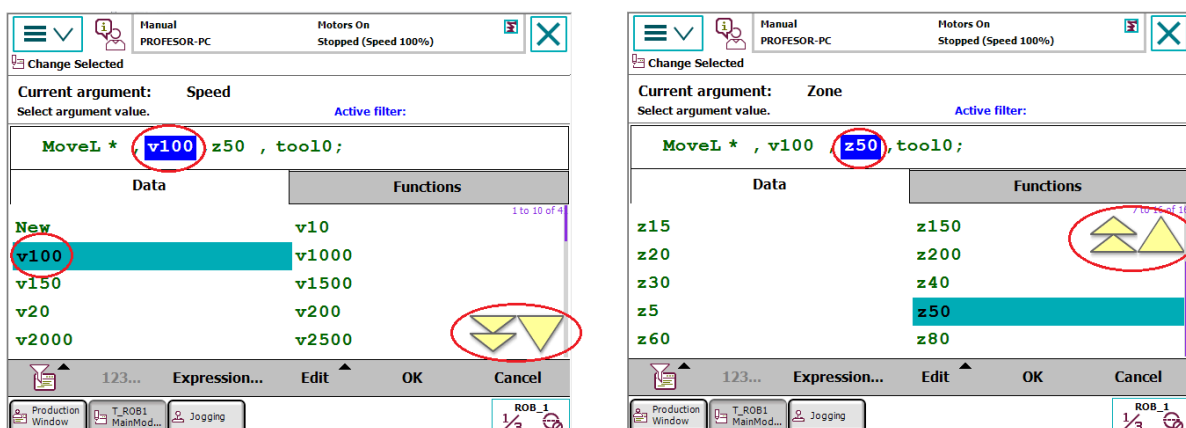
odgovarajuću naredbu (MoveJ ili MoveL). Kada se izvrše navedene aktivnosti, program će sadržavati osam naredbi (Slika 4.2.3.21).



Slika 4.2.3.21 Privjesak za učenje – rvi program – Naredbe 1 – 8

Program (Slika 4.2.3.21) sastoji se od brzog pomicanja dolaskom i odlaskom do zona hvatanja i otpuštanja predmeta, sporog i preciznog pomicanja točno do točke preuzimanja odnosno otpuštanja te sporog i manje preciznog odlaska od točke preuzimanja ili otpuštanja.

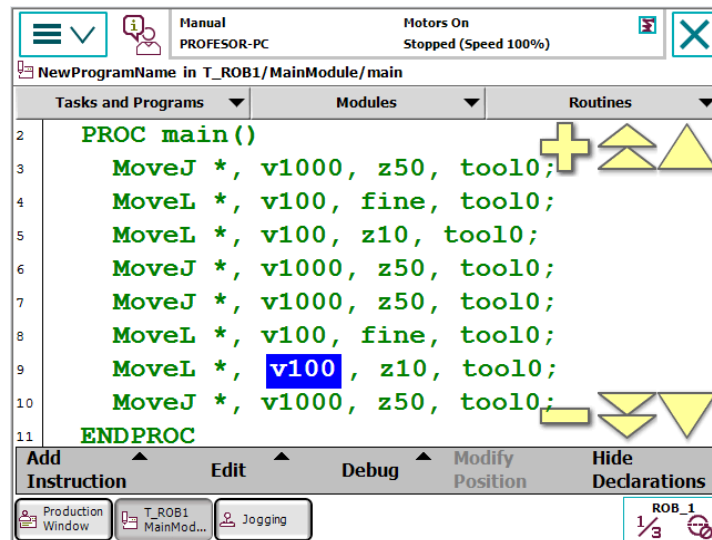
Pomicanja do točaka preuzimanja i otpuštanja (linije 4 i 8) moraju biti spora i precizna te odlasci od točaka preuzimanja i otpuštanja (linije 5 i 9) u zone iznad također moraju biti spori, ali mogu biti manje precizni. Zbog toga će se na linijama 4, 5, 8 i 9 brzina (v) postaviti na 100mm/s, zona (z) oko predmeta na linijama 4 i 8 postaviti će se na vrijednost fine, a na linijama 5 i 9 na vrijednost 10 mm. Prilagođavanje parametara na navedenim linijama provodi se dvostrukim klikom na odabranu naredbu čime se otvara prozor za prilagodbu argumenata odabrane naredbe (Slika 4.2.3.22).



Slika 4.2.3.22 Privjesak za učenje – prilagodba argumenata naredbe MoveL

Odabir argumenta provodi se klikom na argument nakon čega se moguće vrijednosti za argument prikazuju na popisu Data. Popis je moguće pomicati red gore, red dolje, na početak ili na kraj pritiskom na odgovarajući gumb (žute boje).

Slika 4.2.3.23 prikazuje sadržaj programa nakon prilagodbe argumenata na prethodno spomenutim linijama 4, 5, 8 i 9.





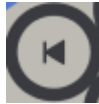
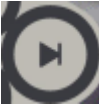
Slika 4.2.3.23 Privjesak za učenje – prvi program – finalno

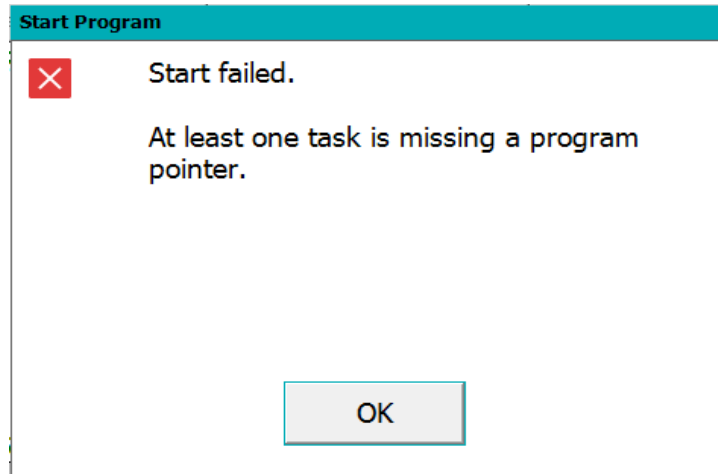
#### 4.2.3.5 Izvođenje programa

Prvi program (Slika 4.2.3.23) završen je. Potrebno ga je pokrenuti. Na privjesku za učenje ispod *joysticka* nalaze se *soft touch* tipke za upravljanje radom programa (Slika 4.2.3.24).



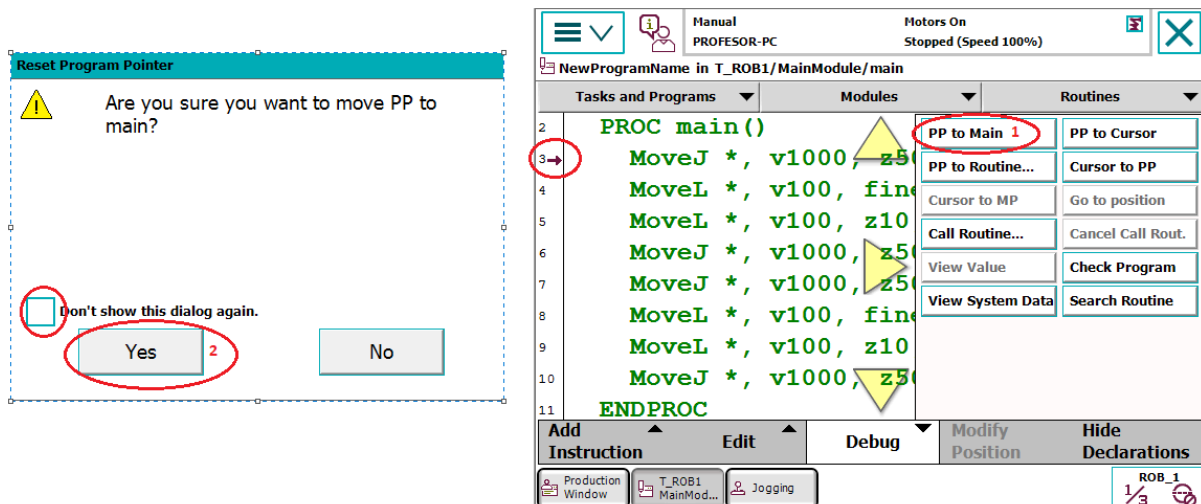
Slika 4.2.3.24 Privjesak za učenje – tipke za upravljanje radom programa

Tipka  koristi se za pokretanje i automatsko sekvencijalno izvođenje svih naredbi programa. Tipka  koristi se za zaustavljanje programa. Tipka  koristi se za povrat na jednu naredbu prije, a tipka  koristi se za izvođenje jedne naredbe nakon trenutačne, odnosno tzv. izvođenje programa korak po korak. Ako se pritisne bilo koja tipka za izvođenje programa, prikazat će se informativni prozor (Start Program) (Slika 4.2.3.25).



Slika 4.2.3.25 Privjesak za učenje – prozor Start Program – Start failed

Program se ne može pokrenuti jer nije postavljena početna točka programa. Na prozoru Program Editor potrebno je pritisnuti gumb Debug i odabrati opciju PP to Main (*Program Pointer to Main*) čime će se pokazivač za početak programa postaviti na prvu naredbu procedure main() (Slika 4.2.3.26 desno, oznaka 1). Kod početnih korištenja privjeska za učenje i ako u postavkama sustava nije drugačije zadano, može se prikazati dijaloški prozor Reset Program Editor (Slika 4.2.3.26, lijevo).



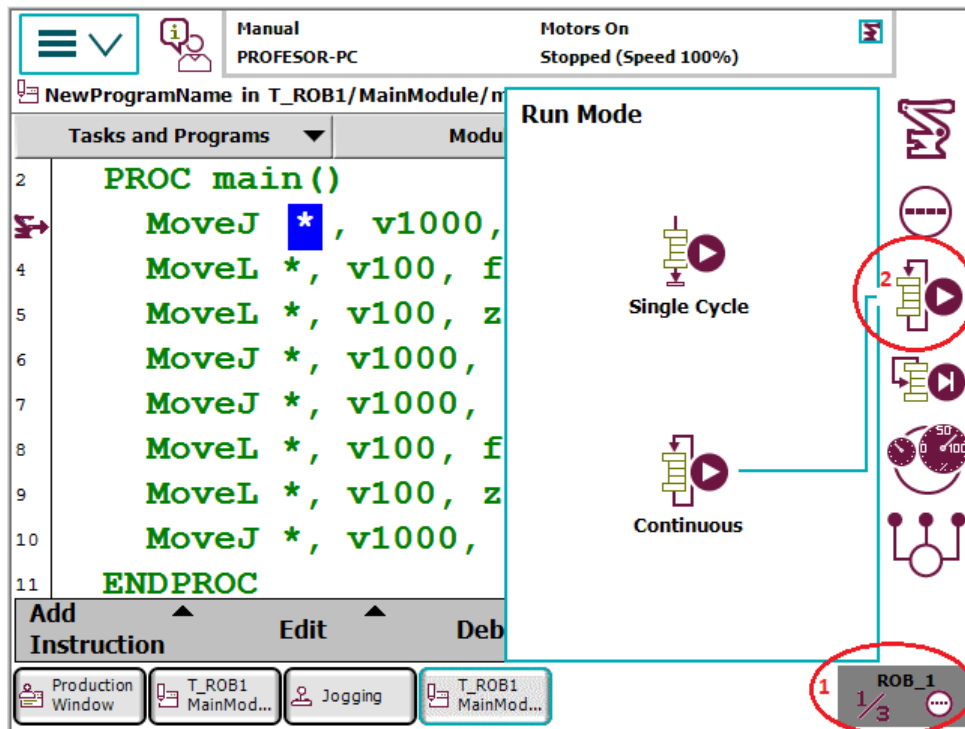
Slika 4.2.3.26 Privjesak za učenje – prozor Start Program – Start failed

Nakon pritiska na gumb Yes (Slika 4.2.3.26 lijevo, oznaka 2) pokazivač za početak programa prikazat će se na prvoj naredbi procedure main (Slika 4.2.3.26 desno, linija 3). Nakon postavljanja pokazivača moguće je pokrenuti izvršavanje programa pritiskom na odgovarajuću tipku (Slika 4.2.3.24).

Osnovno postavljeno u privjesku za učenje jest neprekidno izvođenje programa, što znači da će se nakon zadnje naredbe ponovo izvršavati program od početka (tzv. Continuous način izvođenja). Način izvođenja moguće je prilagoditi pritiskom na gumb u statusnoj liniji (Slika 4.2.3.27, oznaka 1), čime se otvara uspravni prozor s opcijama za prilagodbu načina rada robota na kojemu je potrebno pritisnuti gumb Run Mode (Slika 4.2.3.27, oznaka 2). Na prozoru



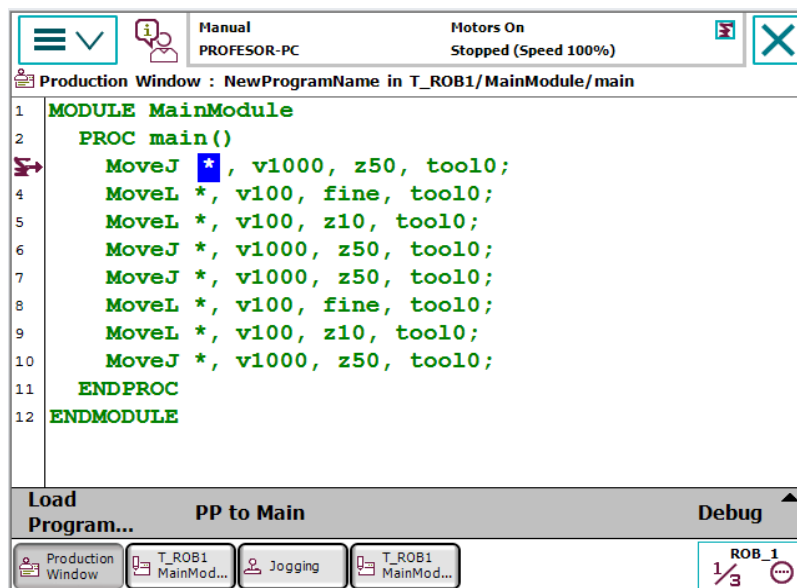
Run Mode moguće su dvije opcije: Single Cycle (program će se izvesti samo jednom) i Continuous (program će se neprestano izvoditi).



Slika 4.2.3.27 Privjesak za učenje – prozor Run Mode

Izrađeni program može se izvoditi i iz produkcijskog prozora (Production Window) koji se

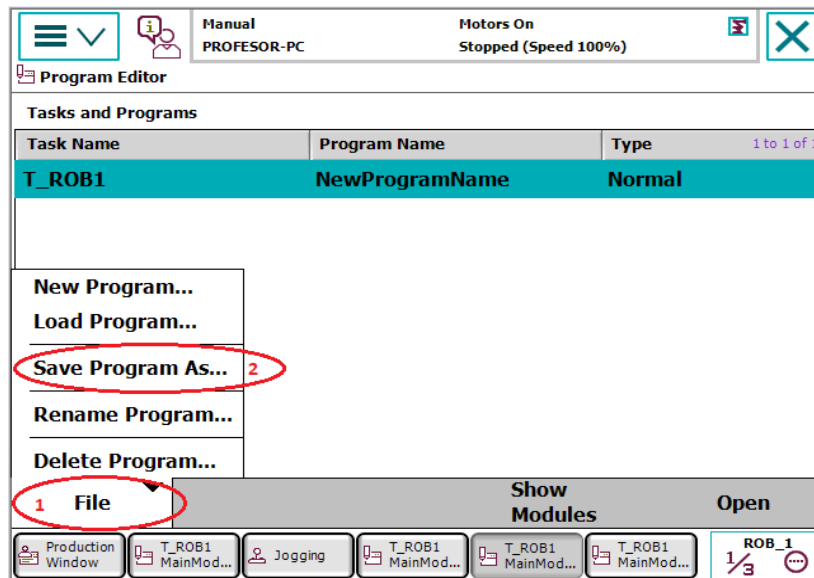
pokreće iz izbornika (  ) (Slika 4.2.3.28).



Slika 4.2.3.28 Privjesak za učenje – prozor Production Window

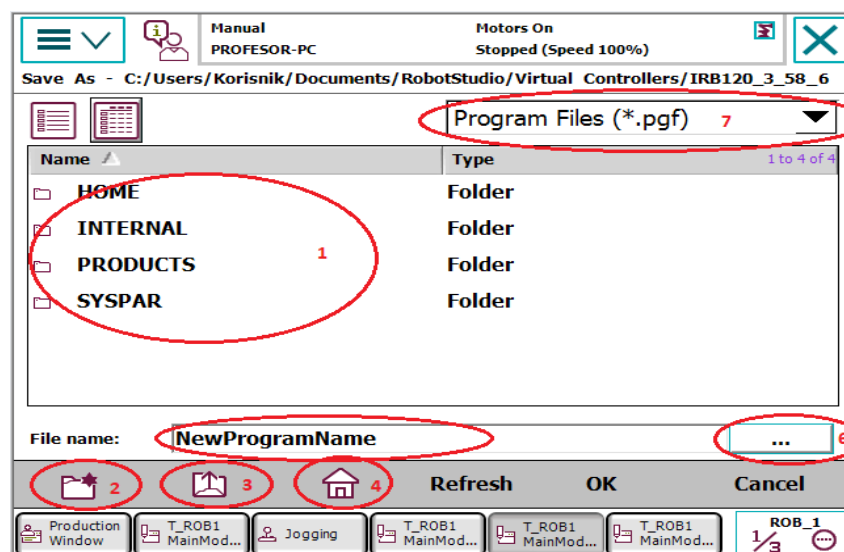
#### 4.2.3.6 Spremanje programa

Spremanje programa može se provesti iz prozora Program Editor pritiskom na gumb Tasks and Programs koji se nalazi lijevo iznad sadržaja programa (Slika 4.2.3.27) čime će se pokazati prozor s popisom programa dostupnih na privjesku za učenje. U statusnoj liniji ispod popisa programa potrebno je kliknuti na gumb File i potom na opciju Save Program As... (Slika 4.2.3.29).



Slika 4.2.3.29 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – Tasks and Programs

Nakon odabira opcije Save Program As... otvara se prozor za odabir lokacije (mape) i postavljanje naziva datoteke (Slika 4.2.3.30).



Slika 4.2.3.30 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – Tasks and Programs – Save As

Na središnjem dijelu prozora Save As nalazi se popis mapa i datoteka (Slika 4.2.3.30, oznaka 1) u trenutačno odabranoj mapi. Na popisu je moguće formirati novu podmapu pritiskom na gumb New (Slika 4.2.3.30, oznaka 2), moguće je odabrati mapu iznad postavljene (tzv. *parent*

mapu) (Slika 4.2.3.30, oznaka 3) ili se pozicionirati u mapu HOME (Slika 4.2.3.30, oznaka 4). Moguće je podesiti tipove datoteka koji će biti vidljivi na popisu (Slika 4.2.3.30, oznaka 7). Nakon odabira lokacije za spremanje programa potrebno je programu dodijeliti naziv u polju FileName. Za uključivanje prozora s tipkovnicom na privjesku za učenje potrebno je pritisnuti gumb ... (Slika 4.2.3.30, oznaka 6). Nakon odabira lokacije spremanja i postavljanja naziva dokumenta potrebno je pritisnuti gumb **OK** (Slika 4.2.3.30).

#### 4.2.4 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Objasnite način gibanja robota kada se koristi naredba MoveJ.
2. Objasnite način gibanja robota kada se koristi naredba MoveL.
3. Objasnite svrhu upotrebe naredbe MoveJ.
4. Objasnite svrhu upotrebe naredbe MoveL.
5. Opišite postupak postavljanja kontinuiranog načina izvođenja programa na privjesku za učenje.
6. Objasnite argumente koje sadrže naredbe MoveJ i MoveL.
7. Opišite postupak postavljanja instrukcije u proceduru modula programskog koda na privjesku za učenje.
8. Na privjesku za učenje, u funkciji Restart objasnite različitost opcija Restart, Reset system, Reset RAPID, Revert to last auto saved te Shutdown main computer.
9. Obrazložite razloge korištenja funkcije Start Align na prozoru Jogging – Align privjeska za učenje.
10. Opišite postupak spremanja programa s pomoću privjeska za učenje.

#### 4.2.5 Literatura i izvori

1. Technical reference manual: RAPID Instructions, Functions and Data types, ABB Inc. Robotics and Motion, 2017, [https://library.e.abb.com/public/b227fcd260204c4dbeb8a58f8002fe64/Rapid\\_instructions.pdf](https://library.e.abb.com/public/b227fcd260204c4dbeb8a58f8002fe64/Rapid_instructions.pdf) (pristupano 18.4.2023)
2. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 5 RAD S GEOMETRIJAMA NA RADNOJ STANICI

Nastavna cjelina opisuje postupke izrade geometrije korištenjem funkcija softvera RobotStudio, izvoz izrađenih geometrija u datoteke na računalo, uvoz geometrija na radnu stanicu, izradu putanje gibanja po bridovima geometrijskih tijela i likova te postavljanje automatskog načina rada robota i kontinuiranog izvođenja programa (rada robota).

Svrha je nastavne cjeline upoznati čitatelje s mogućnostima izrade i izvoza geometrija, postupcima uvoza geometrija izrađenih drugim softverima, postupcima izrade putanja gibanja po bridovima geometrijskih tijela i likova te postupcima postavljanja automatskog i kontinuiranog načina rada robota i programa.

U okviru ove nastavne cjeline obradit će se sljedeće nastavne teme:

1. Izrada statičnih geometrija na radnoj stanici
2. Izrada trajektorija gibanja robota po krivuljama geometrija.

## 5.1 Izrada statičnih geometrija na radnoj stanici

Nastavna tema prikazuje postupke izrade geometrijskih tijela na radnoj stanici, njihovo kombiniranje korištenjem funkcija spajanja tijela (Union) i oduzimanja tijela (Subtract) te izvoz izrađenih geometrijskih tijela u obliku zbirke za softver RobotStudio ili u nekom drugom datotečnom obliku s vektorskim zapisom pogodnim za uvoz u druge softvere CAD (Computer Aided Design) softvere kao i u softver RobotStudio.

Svrha je nastavne teme upoznati čitatelja s mogućnostima izrade i kombiniranja raznih geometrijskih tijela te mogućnostima njihova izvoza u razne omogućene oblike datoteka na računalu.

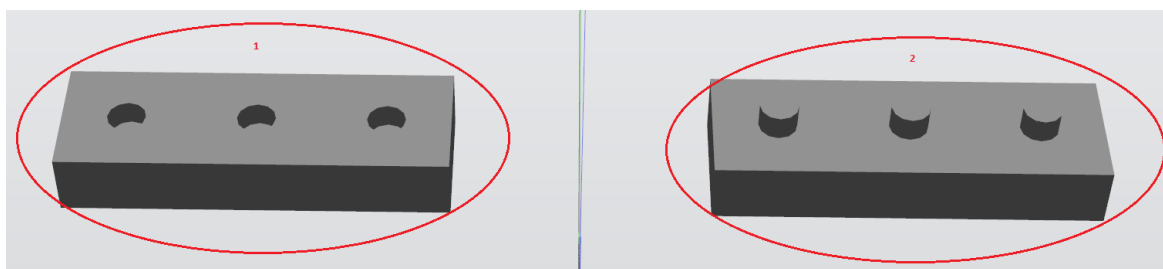
Opisat će se i provesti postupak izrade kvadra i više jednakih valjaka. Prikazat će se postupci kombiniranja objekata: spajanje objekata (Union) i oduzimanje objekata (Subtract). Provest će se postupci izvoza objekata u datoteku na računalu: Save as Library i Export Geometry. Na kraju će se prikazati postupak uvoza vanjskih geometrija u projekt na radnu stanicu.

**Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:**

12. izvršiti uvoz vanjskih geometrija

### 5.1.1 Opis radnog zadatka

Potrebno je na radnoj stanici s pomoću funkcionalnosti izbornika Modeling softvera RobotStudio izraditi dva tijela: kvadar s tri valjkaste rupe na gornjoj plohi (Slika 5.1.1.1, oznaka 1) te kvadar s izbočena tri valjka nad gornjom plohom kvadra (Slika 5.1.1.1, oznaka 2).



Slika 5.1.1.1 Kvadri s valjkastim rupama i izbočenjima

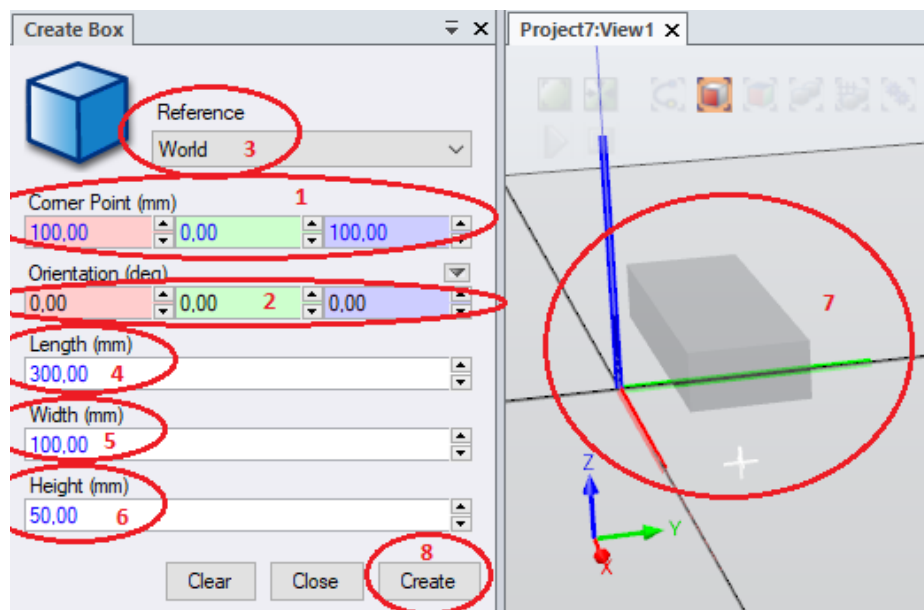
Aktivnosti radnog zadatka jesu:

1. Izrada i postavljanje kvadra na radnu stanicu
2. Izrada i postavljanje valjaka na radnu stanicu
3. Provesti uniju valjaka i kvadra te izvesti geometriju u datoteku na računalo
4. Provesti oduzimanje valjaka od kvadra te izvesti geometriju u datoteku na računalo
5. Izraditi novu radnu stanicu (novi projekt) i uvesti vanjske geometrije izvezene u aktivnostima 3 i 4.

## 5.1.2 Rješenje radnog zadatka

### 5.1.2.1 Izrada i postavljanje kvadra na radnu stanicu

Za postavljanje kvadra na radnu stanicu potrebno je u izborniku Modeling u grupi Create pokrenuti funkciju Solid čime će se otvoriti padajući izbornik na kojem je potrebno odabrati funkciju Box. Pokretanjem funkcije Box otvara se prozor Create Box (Slika 5.1.2.1) na kojemu je potrebno definirati koordinate početnog vrha kvadra (Slika 5.1.2.1, oznaka 1). Orijentacija po osima može ostati prazna (Slika 5.1.2.1, oznaka 2) pa će osi biti jednako usmjerene kao i osnovna referenca (Slika 5.1.2.1, oznaka 3) koja je osnovno postavljena na World. Naposljetku je potrebno postaviti dužinu (Slika 5.1.2.1, oznaka 4), širinu (Slika 5.1.2.1, oznaka 5) i visinu (Slika 5.1.2.1 oznaka 6) kvadra. Nakon postavljanja navedenih parametara na prozoru Project View prikazat će se zamagljena skica kvadra (Slika 5.1.2.1, oznaka 7) koji se želi izraditi. Kada su postavljene odgovarajuće postavke kvadra, potrebno je kliknuti na gumb Create (Slika 5.1.2.1, oznaka 8) kako bi se kvadar izradio na radnoj stanici.

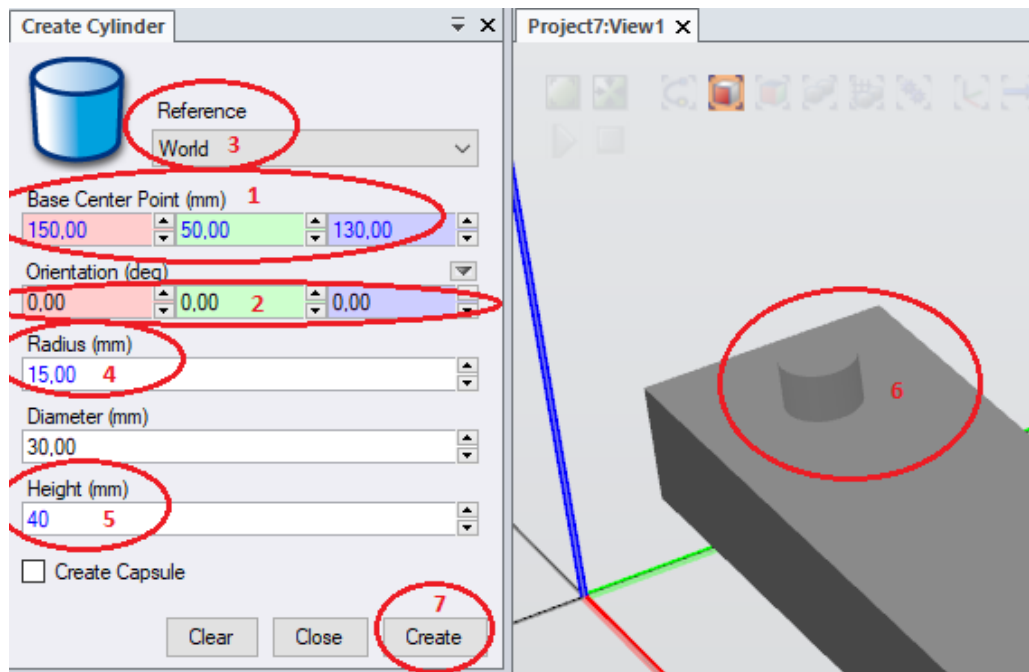


Slika 5.1.2.1 RobotStudio – izrada kvadra

### 5.1.2.2 Izrada i postavljanje valjaka na radnu stanicu

Za postavljanje valjka na radnu stanicu potrebno je u izborniku Modeling u grupi Create pokrenuti funkciju Solid čime će se otvoriti padajući izbornik na kojem je potrebno odabrati funkciju Cylinder. Pokretanjem funkcije Cylinder otvara se prozor Create Cylinder (Slika 5.1.2.2) na kojemu je potrebno definirati poziciju centra baze valjka (koja može biti nešto manja od gornje plohe kvadra) (Slika 5.1.2.2, oznaka 1). Orijentacija po osima može ostati prazna (Slika 5.1.2.2, oznaka 2) pa će osi biti jednako usmjerene kao i osnovna referenca (Slika 5.1.2.2, oznaka 3) koja je osnovno postavljena na World. Potrebno je postaviti radijus (Slika 5.1.2.2, oznaka 4) čime se automatski postavlja promjer (Diameter) te visinu (Slika 5.1.2.2, oznaka 5) valjka (kojom gornja ploha valjka može biti nešto viša od gornje plohe kvadra). Nakon postavljanja navedenih parametara na prozoru Project View prikazat će se zamagljena skica valjka (Slika 5.1.2.2, oznaka 6) koji se želi izraditi. Kada su postavljene

odgovarajuće postavke valjka, potrebno je kliknuti na gumb Create (Slika 5.1.2.2, oznaka 7) kako bi se valjak kreirao na radnoj stanici.

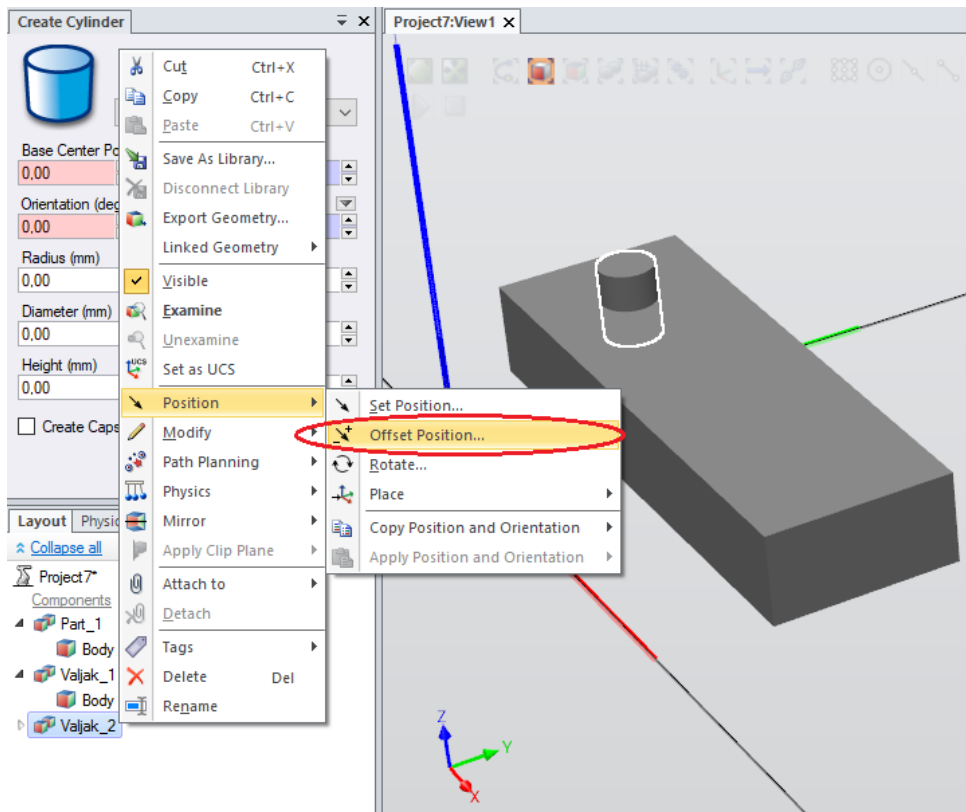


Slika 5.1.2.2 RobotStudio – izrada valjka

Izrađeni objekt valjka korisno je preimenovati u naziv koji ima semantičku vrijednost (npr. Valjak\_1). To se izvodi na prozoru Layout odabirom objekta valjka te desnim klikom miša na naziv objekta (npr. Part\_2) i odabirom funkcije Rename (ili pritiskom tipke F2 na tipkovnici).

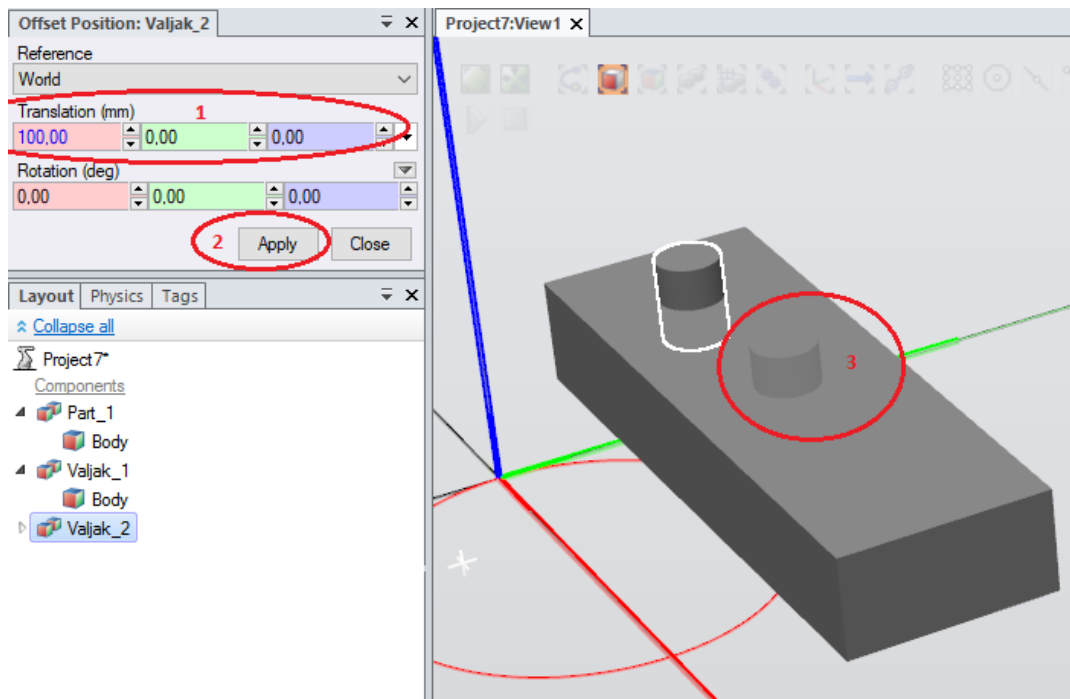
Za izradu drugog valjka koji će biti istih dimenzija moguće je provesti dupliciranje prvog valjka. To se izvodi kombinacijom funkcija Copy – Paste tako da se na prozoru Layout odabere prvi valjak, pokrene funkcija Copy (desnim klikom miša na odabrani valjak i odabirom funkcije Copy u skočnom prozoru ili pritiskom kombinacije tipki na tipkovnici Ctrl + C), klikne mišem na vrh stabla (što je naziv projekta) te pokrene funkcija Paste (desnim klikom miša na vrh stabla i odabirom funkcije Paste u skočnom prozoru ili pritiskom kombinacije tipki na tipkovnici Ctrl + V). Duplicirani valjak bit će jednakih dimenzija i na istoj poziciji kao početni valjak.

Sada je potrebno prilagoditi poziciju dupliciranom valjku. To se izvodi desnim klikom miša na odabrani valjak čime se otvara skočni prozor na kojemu je potrebno odabrati funkciju Offset Position (Slika 5.1.2.3) čime se otvara prozor Offset Position za odabrani objekt.



Slika 5.1.2.3 RobotStudio – pokretanje funkcije Offset Position na odabranom objektu

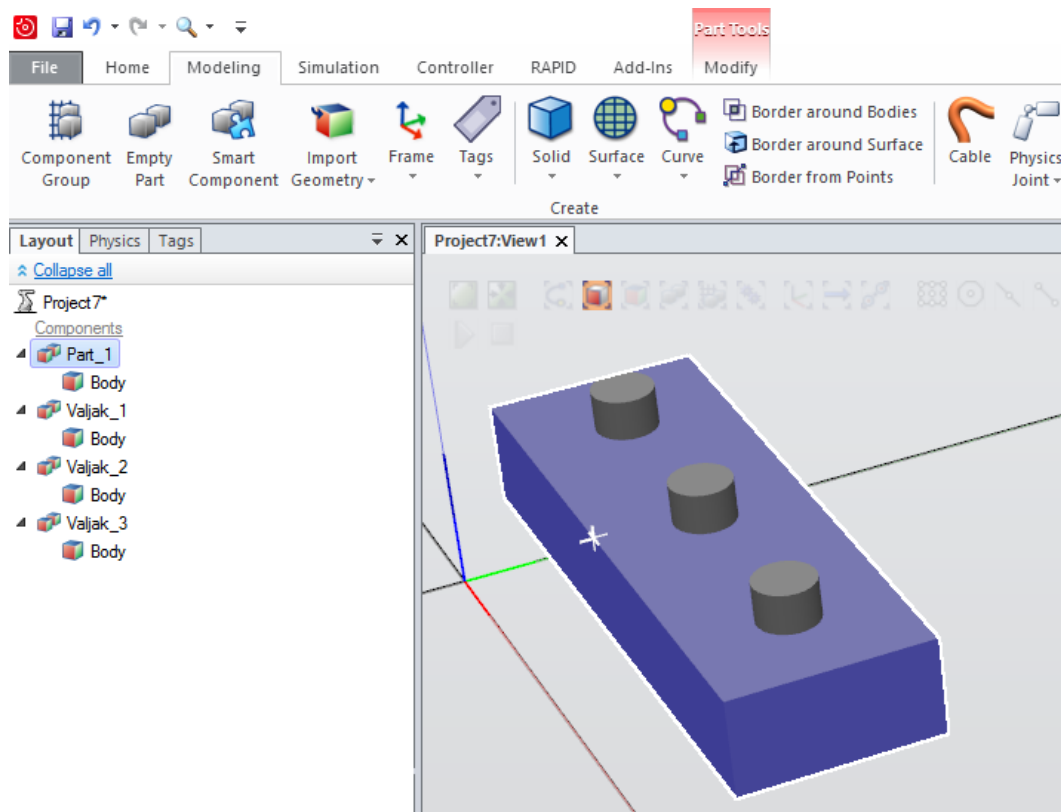
Na prozoru Offset Position za odabrani objekt potrebno je definirati veličine pomaka objekta po koordinatnim osima (Slika 5.1.2.4, oznaka 1) nakon čega će se prikazati zamagljena skica objekta na novoj lokaciji (Slika 5.1.2.4, oznaka 3), orijentacija po osima može ostati prazna pa se neće mijenjati te je na kraju potrebno kliknuti na gumb Apply (Slika 5.1.2.4, oznaka 2).



Slika 5.1.2.4 RobotStudio – prozor Offset Position – pomicanje valjka



Istim postupkom kojim je izrađen drugi valjak potrebno je izraditi i treći valjak. To će se provesti dupliciranjem drugog valjka. Potom je potrebno pomaknuti treći valjak jednako koliko je pomaknut drugi valjak u odnosu na prvi valjak. Slika 5.1.2.5 pokazuje stanje radne stanice nakon izrade i pomicanja trećeg valjka.

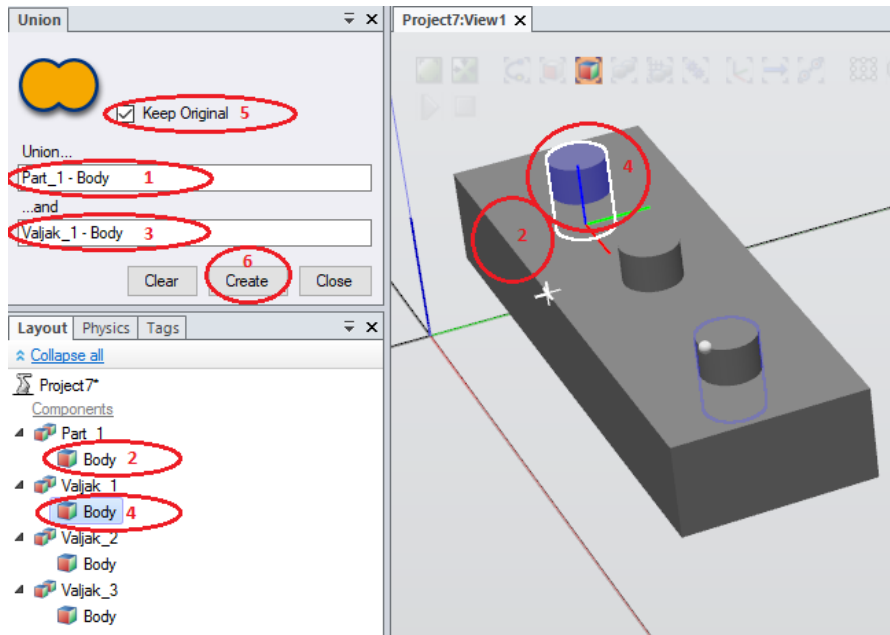


Slika 5.1.2.5 RobotStudio – radna stanica s kvadrom i tri valjka

### 5.1.2.3 Provesti uniju valjaka i kvadra te izvesti geometriju u datoteku na računalo

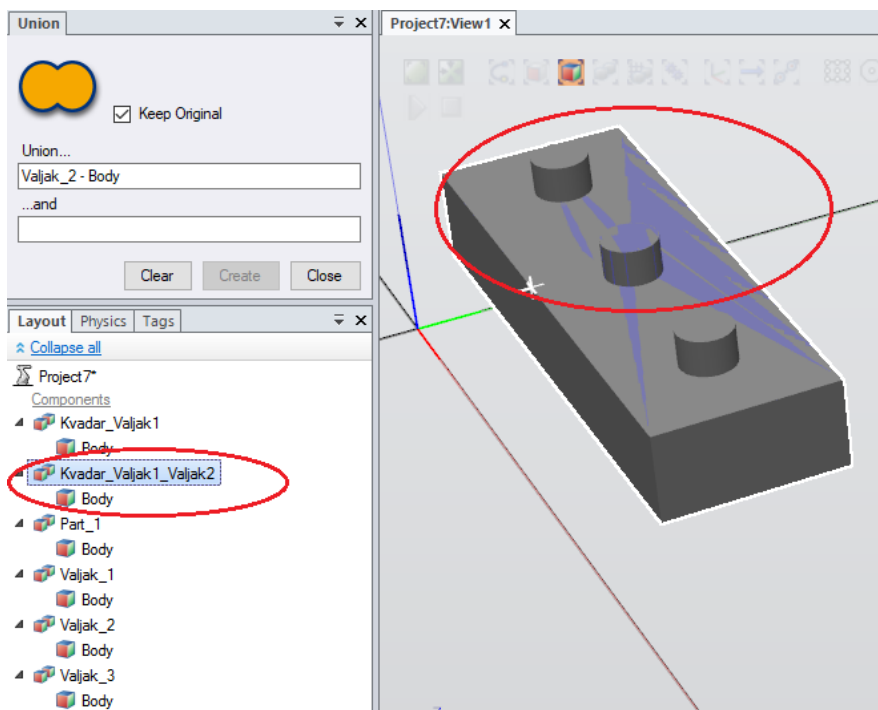
Unijom valjaka i kvadra postići će se spajanje tijela kvadra s tijelima valjaka čime će se dobiti jedinstveno tijelo kvadra s tri valjkasta izbočenja na gornjoj plohi kvadra. Taj postupak provodi se u više koraka jer se jednim spajanjem objekata s pomoću funkcije Union (unija) mogu spojiti maksimalno dva objekta.

U izborniku Modeling u grupi CAD Operations potrebno je odabrati funkciju Union čime se otvara prozor Union (Slika 5.1.2.6). Na prozoru Union potrebno je odabrati tijela (Body) dva objekta tako da se klikne mišem na prvo polje (Slika 5.1.2.6, oznaka 1) i potom se odabere tijelo prvog objekta (klikom miša na Body objekta u stablu na prozoru Layout ili klikom miša na objekt na prozoru Project View) (Slika 5.1.2.6, oznaka 2). Nakon toga potrebno je kliknuti mišem na drugo polje (Slika 5.1.2.6, oznaka 3) te odabrati tijelo drugog objekta (Slika 5.1.2.6, oznaka 4). Polje Keep Original (Slika 5.1.2.6, oznaka 5) može ostati uključeno kako bi originalni objekti ostali na radnoj stanici. Na kraju je za izradu objekta unije potrebno kliknuti na gumb Create (Slika 5.1.2.6, oznaka 6) čime će se izraditi novi objekt (npr. Part\_3) s unijom kvadra i prvog valjka kojemu je korisno promijeniti naziv sa semantičkim značenjem (npr. Kvarar\_Valjak1).



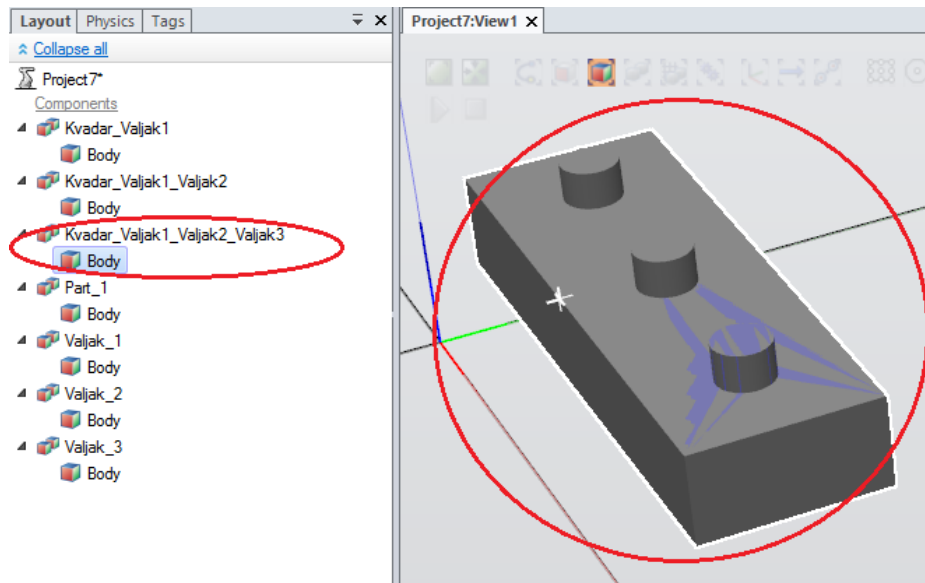
Slika 5.1.2.6 RobotStudio – izrada unije između kvadra i prvog valjka

Sada je (po prethodno opisanom postupku) potrebno izraditi drugu uniju koja će biti na objektima Kvarar\_Valjak1 i Valjak\_2 čime će se stvoriti objekt Kvarar\_Valjak1\_Valjak2 (Slika 5.1.2.7).



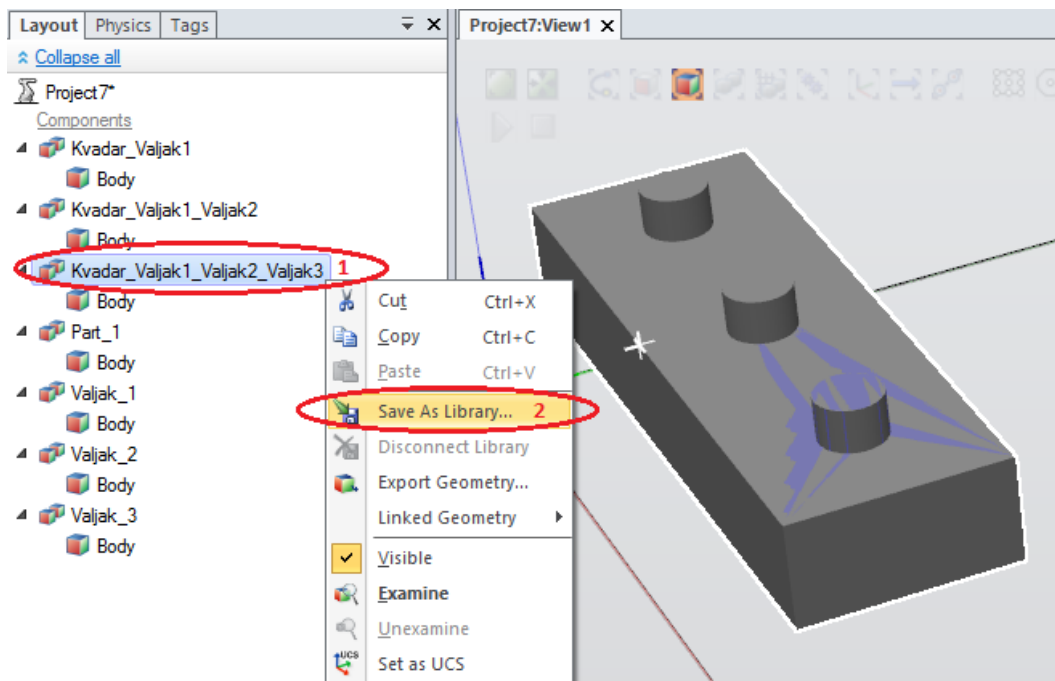
Slika 5.1.2.7 RobotStudio – unija kvadra, prvog i drugog valjka

Posljednja unija koju je potrebno izraditi (po prethodno opisanom postupku) bit će na objektima Kvarar\_Valjak1\_Valjak2 i Valjak\_3 čime će se izraditi objekt Kvarar\_Valjak1\_Valjak2\_Valjak3 (Slika 5.1.2.8).



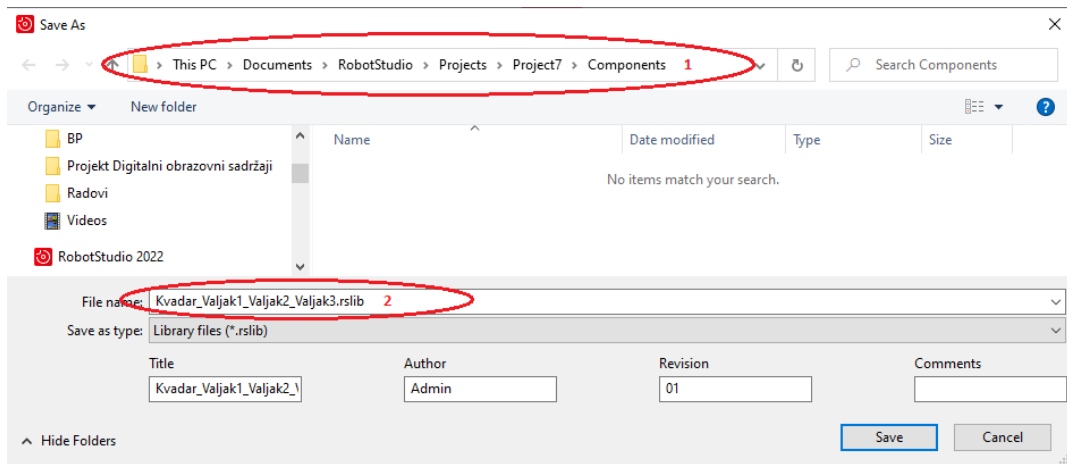
Slika 5.1.2.8 RobotStudio – unija kvadra i sva tri valjka

Izrađenu geometriju moguće je spremiti kao zbirku u datoteku na računalo. To se izvodi desnim klikom miša na odabrani objekt (Slika 5.1.2.9, oznaka 1) te u skočnom prozoru odabirom funkcije Save As Library (Slika 5.1.2.9, oznaka 2).



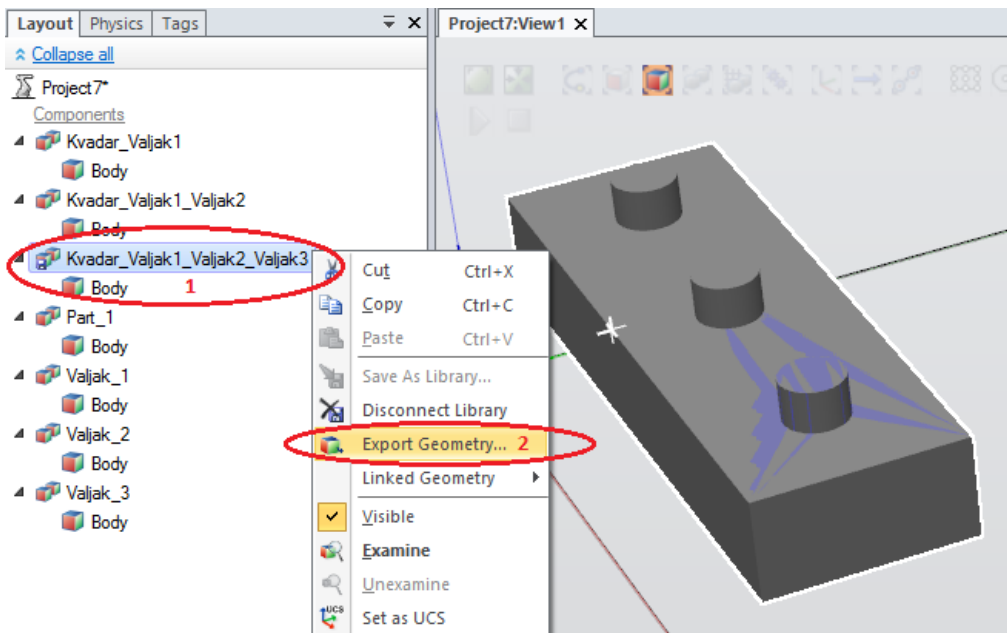
Slika 5.1.2.9 RobotStudio – pokretanje funkcije Save As Library za odabranu geometriju

Pokretanjem funkcije Save As Library otvara se standardni Save As prozor operacijskog sustava na kojemu je potrebno odabrati mapu gdje će se spremiti geometrija kao knjižnica (Slika 5.1.2.10, oznaka 1) te postaviti naziv datoteke koji je inicijalno jednak nazivu odabranog objekta i ima nastavak „rslib” (Library files) (Slika 5.1.2.10, oznaka 2).



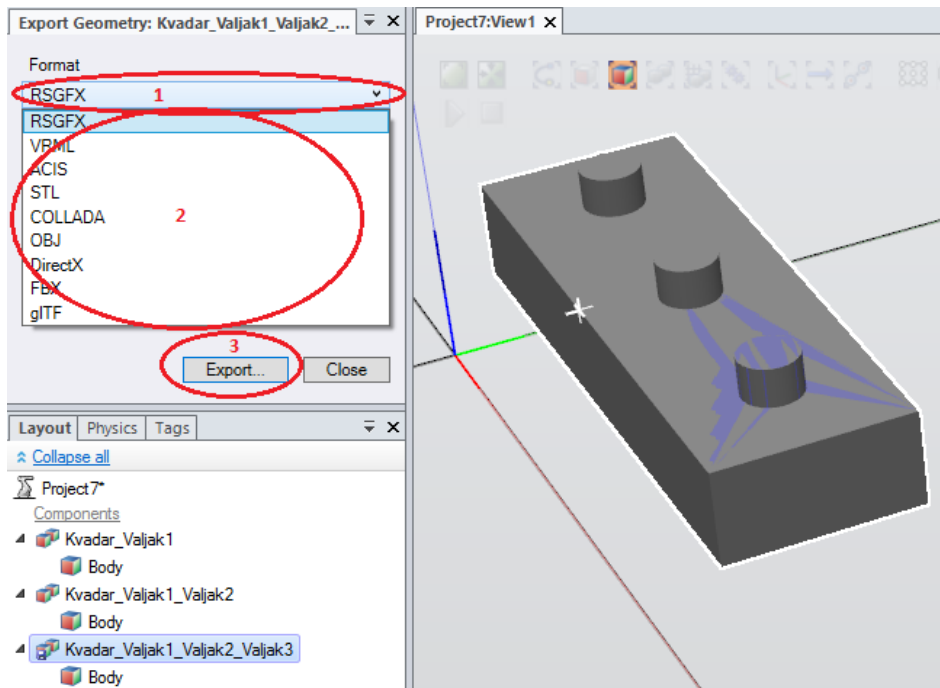
Slika 5.1.2.10 RobotStudio – prozor Save As Library za odabranu geometriju

Osim spremanja u obliku knjižnice izrađenu geometriju moguće je izvesti (Export) u datoteku na računalo. To se izvodi desnim klikom miša na odabrani objekt (Slika 5.1.2.11, oznaka 1) te u skočnom prozoru odabirom funkcije Export Geometry (Slika 5.1.2.11, oznaka 2).



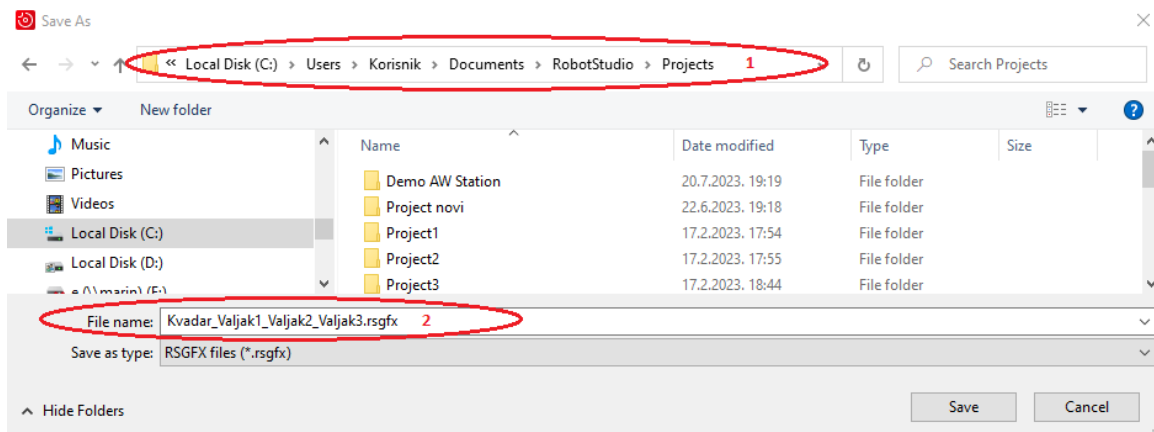
Slika 5.1.2.11 RobotStudio – pokretanje funkcije Export Geometry za odabranu geometriju

Pokretanjem funkcije Export Geometry otvara se prozor Export Geometry za odabrani objekt na kojemu je u polju Format (Slika 5.1.2.12, oznaka 1) potrebno odabrati oblik datoteke u koji će se izvesti odabrani objekt. Polje Format jest padajući popis i sadrži sve omogućene oblike datoteka (Slika 5.1.2.12, oznaka 2) za izvoz geometrija. Za provedbu izvoza (engl. *export*) potrebno je kliknuti na gumb Export (Slika 5.1.2.12, oznaka 3).



Slika 5.1.2.12 RobotStudio – prozor Export Geometry za odabranu geometriju

Klikom na gumb Export (Slika 5.1.2.12, oznaka 3) otvara se standardni prozor Save As operacijskog sustava na kojemu je potrebno odabrati mapu gdje će se izvesti geometrija (Slika 5.1.2.13, oznaka 1) te postaviti naziv datoteke (Slika 5.1.2.13, oznaka 2) koji je inicijalno jednak nazivu odabranog objekta i ima nastavak jednak prethodno odabranom formatu datoteke (Slika 5.1.2.12, oznaka 1).



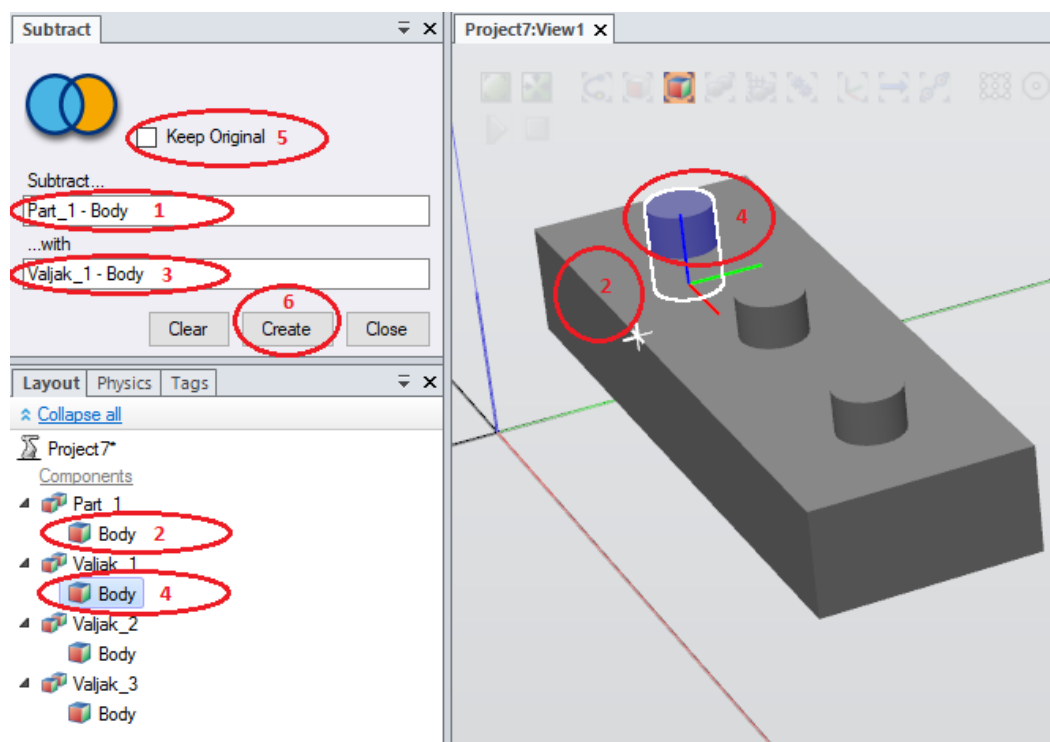
Slika 5.1.2.13 RobotStudio – prozor Save As za funkciju Export Geometry odabrane geometrije

#### 5.1.2.4 Provesti oduzimanje valjaka od kvadra, te izvesti geometriju u datoteku na računalo

Oduzimanjem valjaka od kvadra postići će se stvaranje rupa na kvadru na pozicijama na kojima valjci prodiru u kvadar čime će se dobiti jedinstveno tijelo kvadra s tri valjkaste rupe na gornjoj plohi kvadra. Taj postupak provodi se u više koraka jer se jednim oduzimanjem

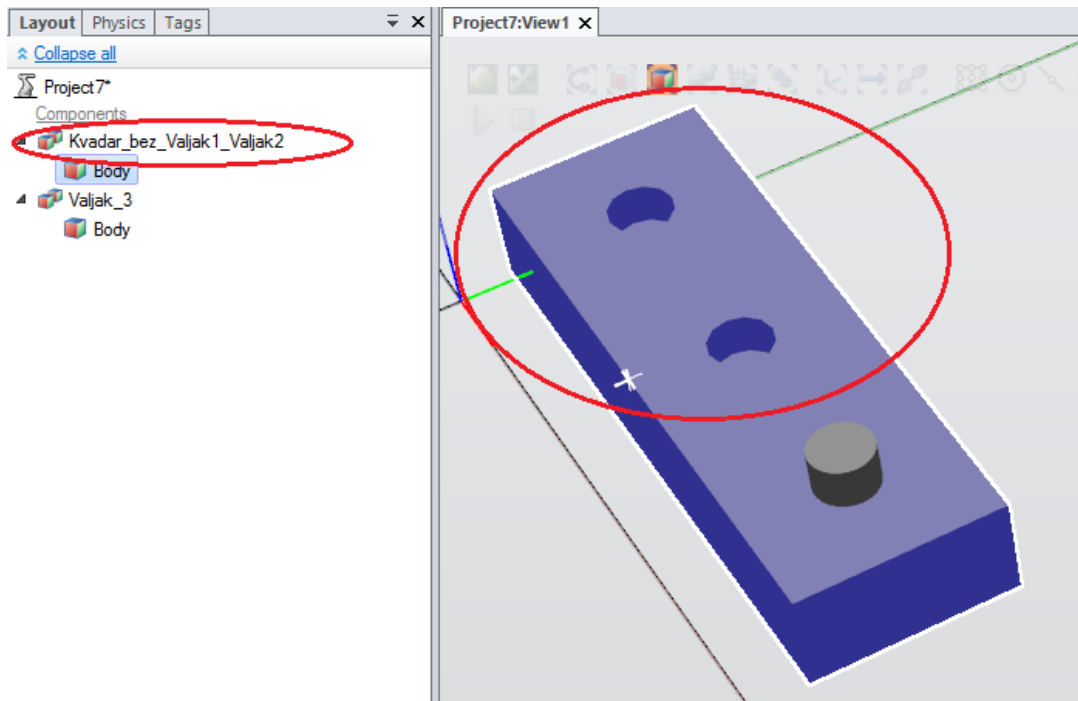
objekata s pomoću funkcije Subtract (razlika) može oduzimati maksimalno jedan objekt od osnovnog objekta.

U izborniku Modeling u grupi CAD Operations potrebno je odabrati funkciju Subtract čime se otvara prozor Subtract (Slika 5.1.2.14). Na prozoru Subtract potrebno je odabrati tijelo (Body) osnovnog objekta nad kojim će se provesti oduzimanje tako da se klikne mišem na prvo polje (Slika 5.1.2.14, oznaka 1) i potom se odabere tijelo objekta od kojeg se oduzima (klikom miša na Body objekta u stablu na prozoru Layout ili klikom miša na objekt na prozoru Project View) (Slika 5.1.2.14, oznaka 2). Nakon toga potrebno je kliknuti mišem na drugo polje s kojim se oduzima (Slika 5.1.2.14, oznaka 3) te odabrati tijelo objekta (Slika 5.1.2.14, oznaka 4). Polje Keep Original (Slika 5.1.2.14, oznaka 5) može se isključiti pa će se originalni objekti izbrisati s radne stanice. Na kraju je za izradu objekta razlika potrebno kliknuti na gumb Create (Slika 5.1.2.14, oznaka 6) čime će se izraditi novi objekt (npr. Part\_3) s oduzetim prvom valjkom od kvadra kojemu je korisno promijeniti naziv sa semantičkim značenjem (npr. Kvardar\_bez\_Valjak1).



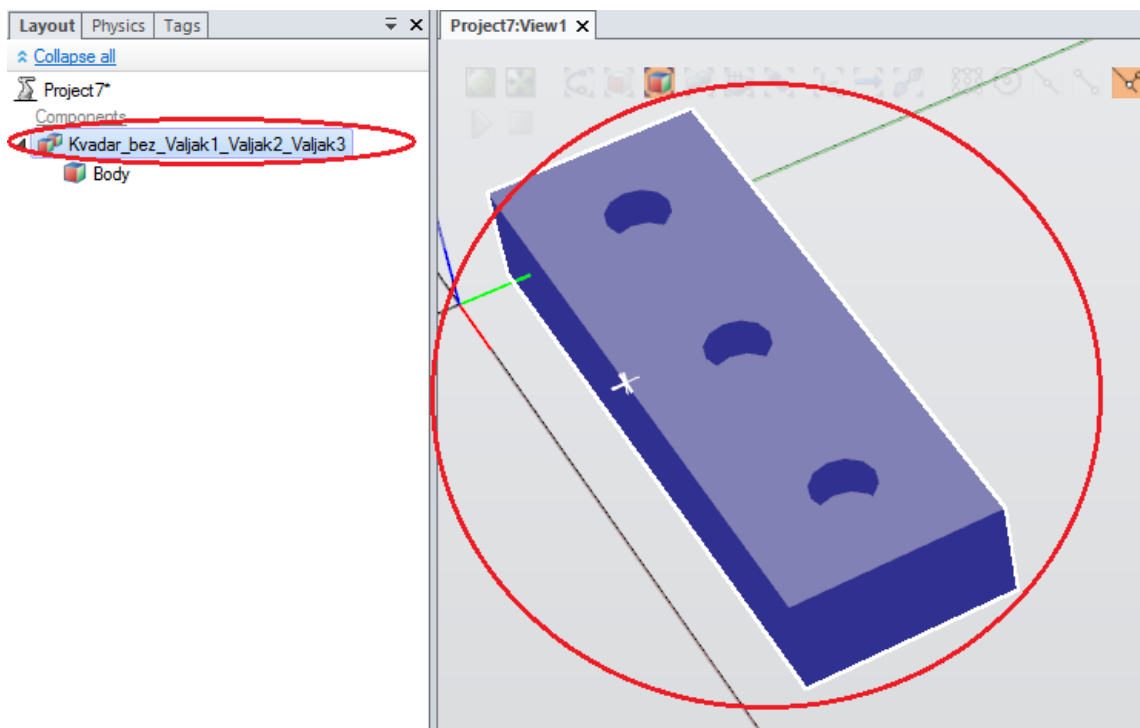
Slika 5.1.2.14 RobotStudio – oduzimanje prvog valjka od kvadra

Sada je (po prethodno opisanom postupku) potrebno izraditi drugu razliku koja će biti oduzimanje objekta Valjak\_2 od objekta Kvardar\_bez\_Valjak1 čime će se izraditi novi objekt npr. Part\_5 koji je potrebno preimenovati u Kvardar\_bez\_Valjak1\_Valjak2 (Slika 5.1.2.15).



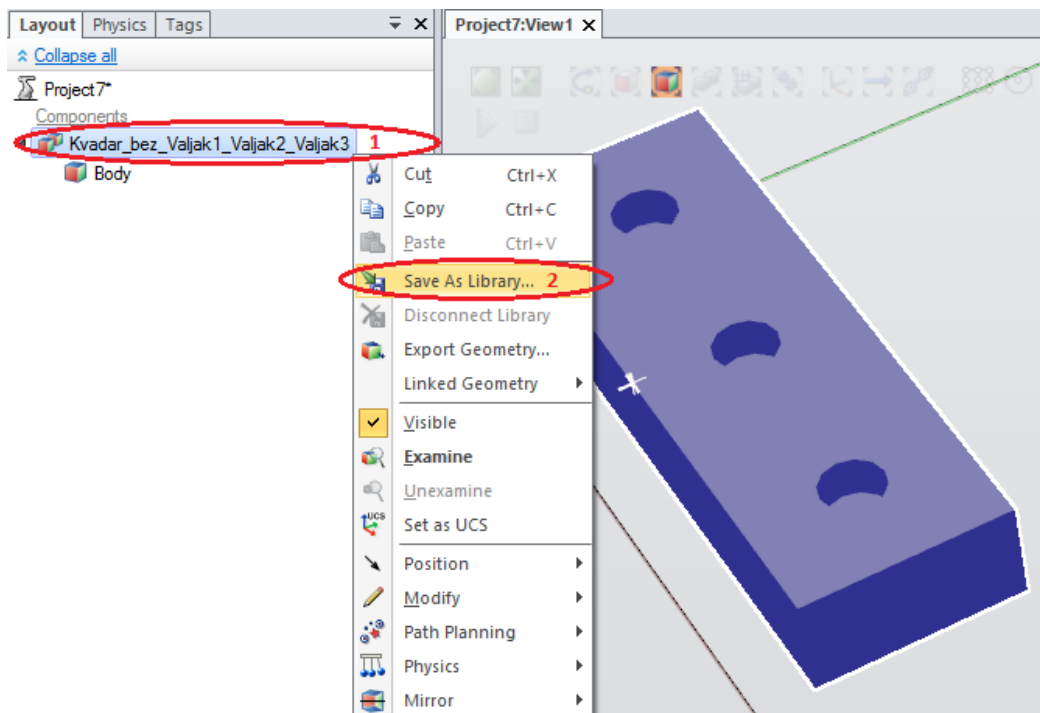
Slika 5.1.2.15 RobotStudio – dva valjka oduzeta iz kvadra

Posljednja razlika koju je potrebno izraditi (po prethodno opisanom postupku) bit će oduzimanjem objekta Valjak\_3 od objekta Kvadar\_bez\_Valjak1\_Valjak2 čime će se stvoriti novi objekt npr. Part\_8 koji je potrebno preimenovati u Kvadar\_bez\_Valjak1\_Valjak2\_Valjak3 (Slika 5.1.2.16).



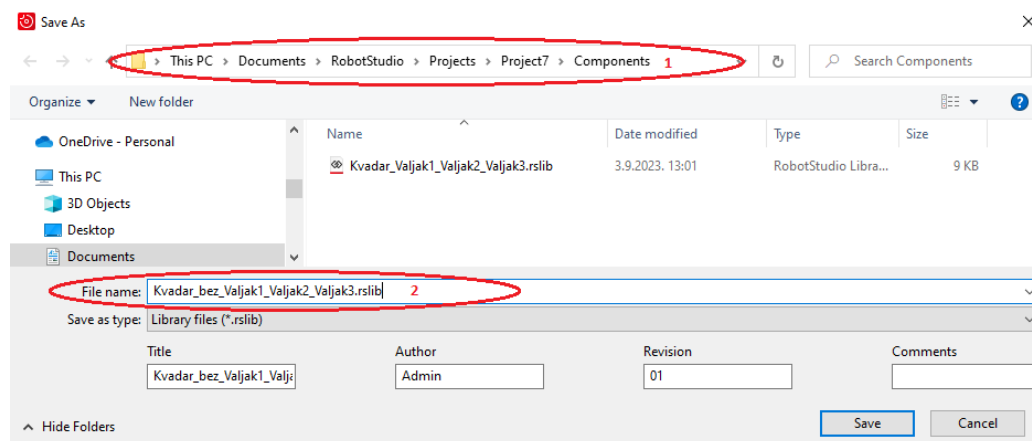
Slika 5.1.2.16 RobotStudio – tri valjka oduzeta iz kvadra

Izrađenu geometriju moguće je spremiti kao zbirku u datoteku na računalo. To se izvodi desnim klikom miša na odabrani objekt (Slika 5.1.2.17, oznaka 1) te u skočnom prozoru odabirom funkcije Save As Library (Slika 5.1.2.17, oznaka 2).



Slika 5.1.2.17 RobotStudio – pokretanje funkcije Save As Library za odabranu geometriju #2

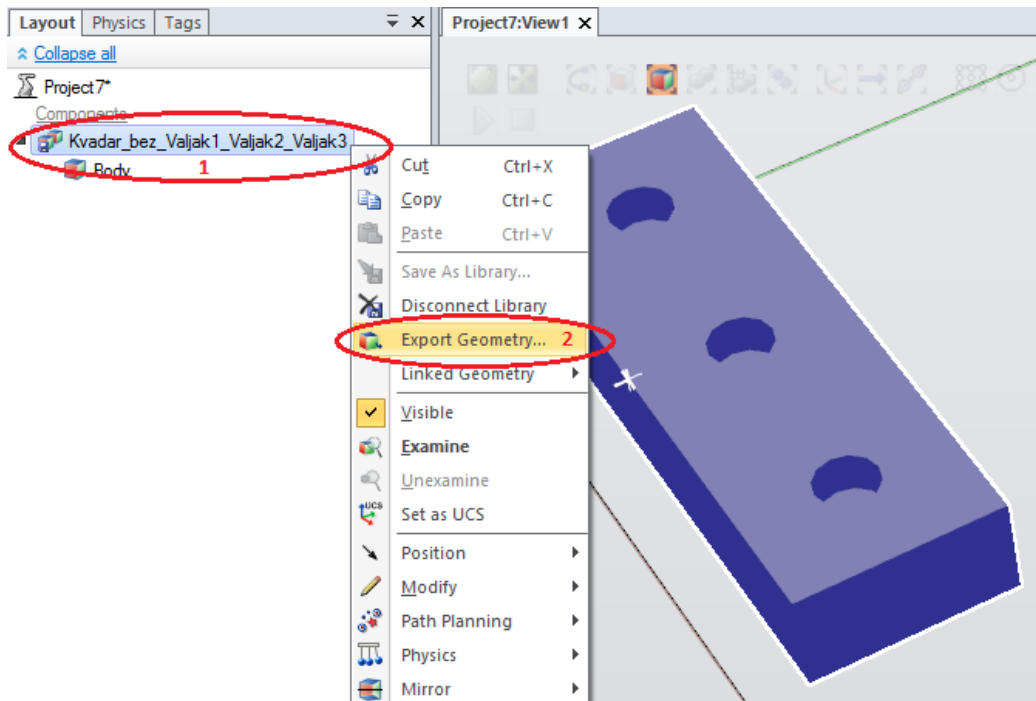
Pokretanjem funkcije Save As Library otvara se standardni prozor Save As operacijskog sustava na kojemu je potrebno odabrati mapu u koju će se spremiti geometrija kao zbirka (Slika 5.1.2.18, oznaka 1) te postaviti naziv datoteke koji je inicijalno jednak nazivu odabranog objekta i ima nastavak „rslib” (Library files) (Slika 5.1.2.18, oznaka 2).



Slika 5.1.2.18 RobotStudio – prozor Save As Library za odabranu geometriju #2

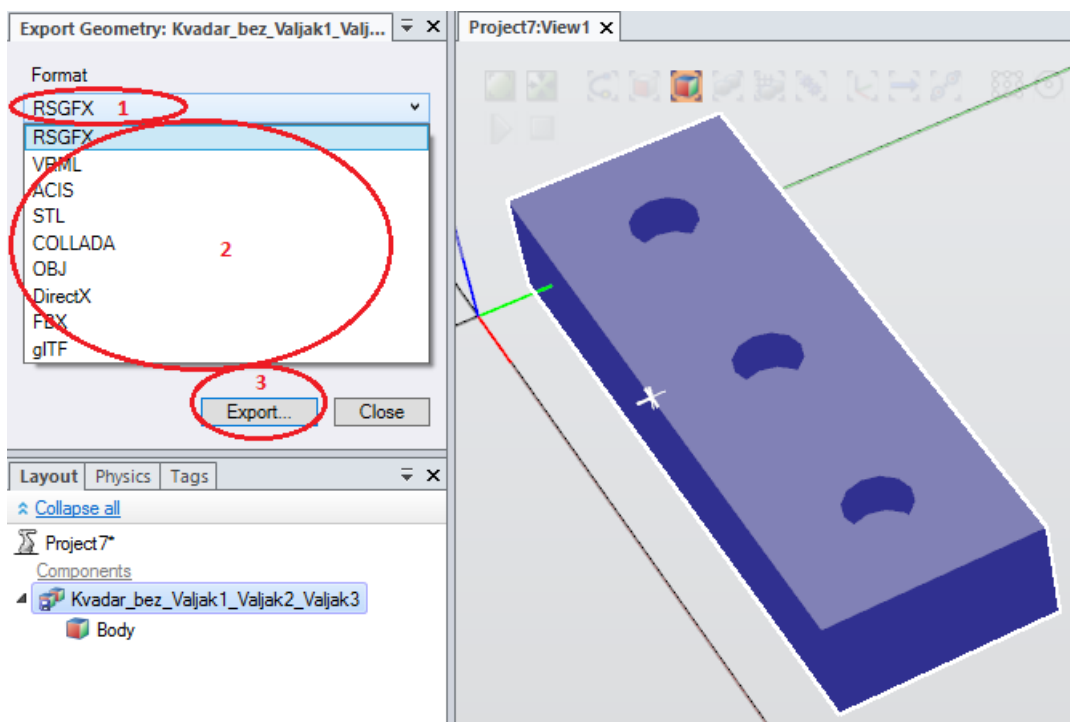
Osim spremanja u obliku knjižnice izrađenu geometriju moguće je izvesti (Export) u datoteku na računalo. To se izvodi desnim klikom miša na odabrani objekt (Slika 5.1.2.19, oznaka 1) te u skočnom prozoru odabirom funkcije Export Geometry (Slika 5.1.2.19, oznaka 2).





Slika 5.1.2.19 RobotStudio – okretanje funkcije Export Geometry za odabranu geometriju #2

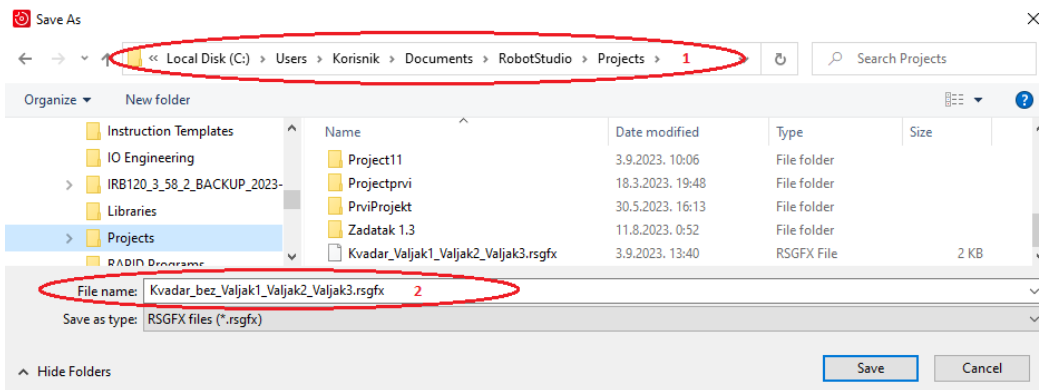
Pokretanjem funkcije Export Geometry otvara se prozor Export Geometry za odabrani objekt na kojemu je u polju Format (Slika 5.1.2.20, oznaka 1) potrebno odabrati oblik datoteke u koji će se izvesti odabrani objekt. Polje Format padajući je popis i sadrži sve omogućene oblike datoteka (Slika 5.1.2.20, oznaka 2) za izvoz geometrija. Za provedbu izvoza (engl. *export*) potrebno je kliknuti na gumb Export (Slika 5.1.2.20, oznaka 3).



Slika 5.1.2.20 RobotStudio – prozor Export Geometry za odabranu geometriju #2

Klikom na gumb Export (Slika 5.1.2.20, oznaka 3) otvara se standardni prozor Save As operacijskog sustava na kojemu je potrebno odabrati mapu gdje će se izvesti geometrija (Slika

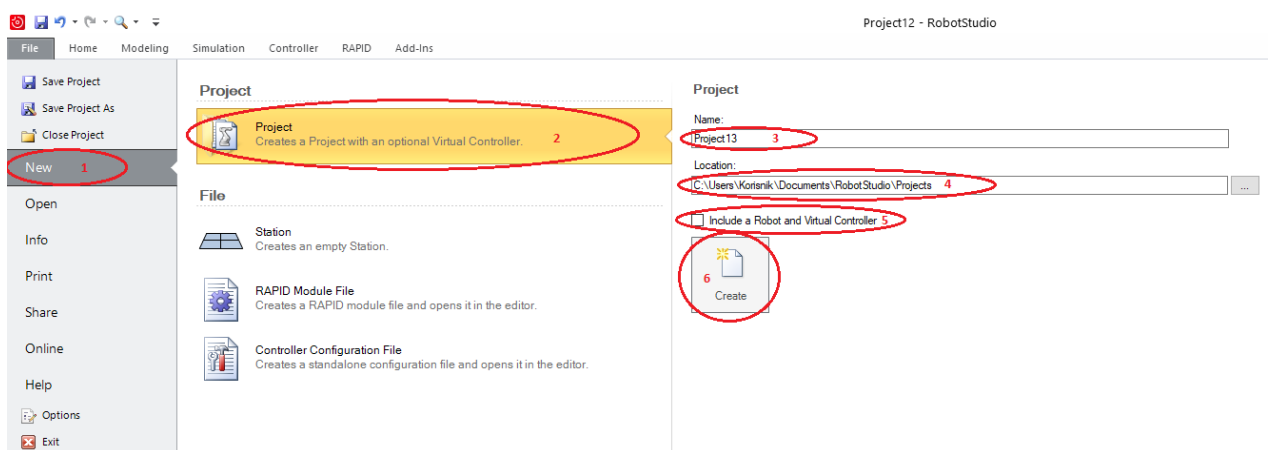
5.1.2.21, oznaka 1) te postaviti naziv datoteke (Slika 5.1.2.21, oznaka 2) koji je inicijalno jednak nazivu odabranog objekta i ima nastavak jednak prethodno odabranom formatu datoteke (Slika 5.1.2.20, oznaka 1).



Slika 5.1.2.21 RobotStudio – prozor Save As za funkciju Export Geometry odabrane geometrije #2

### 5.1.2.5 Uvoz vanjskih geometrija na radnu stanicu

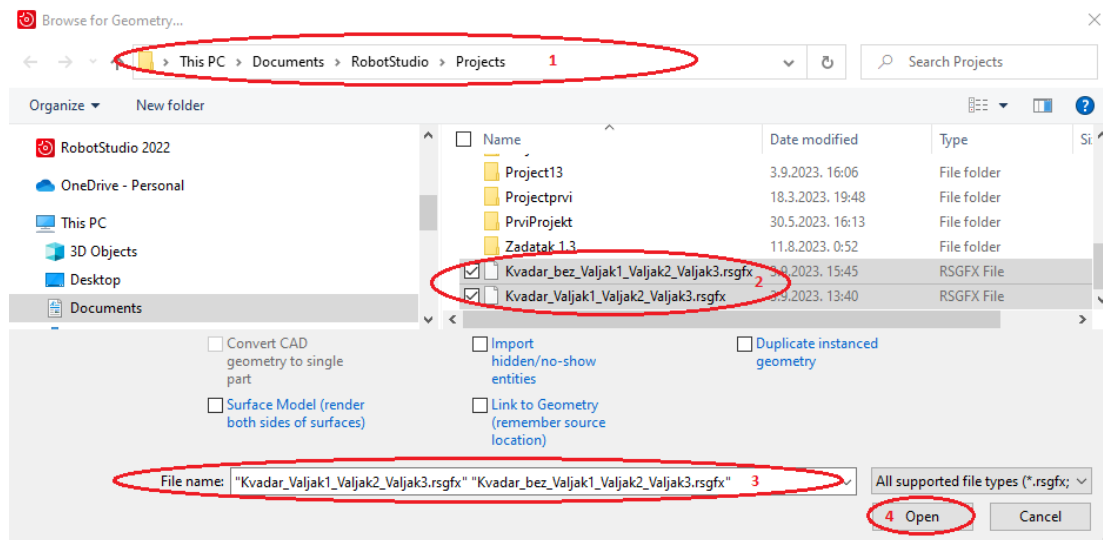
Potrebno je izraditi novi projekt (radnu stanicu) bez kontrolera i robota. To se izvodi pokretanjem funkcije New (slika 5.1.2.22, oznaka 1) u izborniku File čime se otvara prozor New Project gdje je potrebno odabrati opciju Project (Slika 5.1.2.22, oznaka 2), u polje Name (Slika 5.1.2.22, oznaka 3) upisati naziv novog projekta, u polje Location (Slika 5.1.2.22, oznaka 4) upisati ili odabrati mapu u kojoj će se formirati projektna mapa, isključiti kvačicu Include a Robot and Virtual Controller (Slika 5.1.2.22, oznaka 5) te kliknuti na gumb Create (Slika 5.1.2.22, oznaka 6).



Slika 5.1.2.22 RobotStudio – izrada novoga praznog projekta

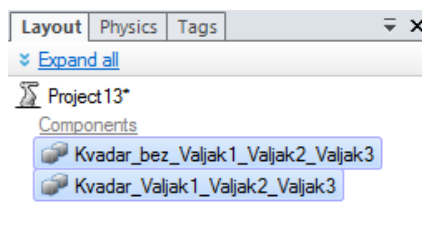
Na radnu stanicu ovog projekta potrebno je uvesti vanjske geometrije koje su izrađene u poglavljima 5.1.2.3 i 5.1.2.4. To se provodi s pomoću funkcije Import Geometry u grupi Create izbornika Modeling. Pokretanjem funkcije Import Geometry otvara se padajući izbornik na kojemu je potrebno odabrati funkciju Browse for Geometry čime se otvara standardni prozor operacijskog sustava (Open) za otvaranje datoteka s naslovom Browse for Geometry gdje je potrebno odabrati mapu (Slika 5.1.2.23, oznaka 1) u kojoj se nalaze spremljene geometrije. Potom je u odgovarajućoj mapi potrebno odabrati jednu ili više datoteka (Slika 5.1.2.23,

oznaka 2) s geometrijama koje se žele uvesti u projekt čime će se odabrane datoteke prikazati u polju File name (Slika 5.1.2.23, oznaka 3) te je potrebno kliknuti na gumb Open (Slika 5.1.2.23, oznaka 4).



Slika 5.1.2.23 RobotStudio – uvoz vanjskih geometrija u projekt

Odabrane geometrije uvezene su u projekt što je vidljivo na prozoru Layout (Slika 5.1.2.24) u stablu projekta. Ako se uveze više geometrija, sve će imati jednake početne koordinate i bit će prikazane jedna preko druge, pa im je potrebno prilagoditi poziciju korištenjem funkcije Position -> Offset Position iz skočnog izbornika koji se prikazuje kada se izvede desni klik mišem na željeni objekt.



Slika 5.1.2.24 RobotStudio – prikaz uvezenih geometrija

### 5.1.3 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Objasnite razliku između polja Radius i Diameter na prozoru za izradu valjka.
2. Objasnite postupak izvoza/spremanja geometrija u datoteku na računalo.
3. Objasnite razliku između ishoda funkcija Save As Library i Export Geometry.
4. Objasnite postupak uvoza vanjskih geometrija na radnu stanicu.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Koju podfunkciju unutar funkcije Solid treba pokrenuti za izradu geometrijskog tijela kvadar?

- a. Box
  - b. Cone
  - c. Sphere
2. Koju podfunkciju unutar funkcije Solid treba pokrenuti za izradu geometrijskog tijela valjak?
  - a. Box
  - b. Cylinder
  - c. Sphere
3. Koja se funkcija koristi za spajanje tijela dvaju objekata?
  - a. Intersect
  - b. Union
  - c. Subtract
4. Koja se funkcija koristi za oduzimanje tijela drugog objekta od prvog objekta?
  - a. Intersect
  - b. Union
  - c. Subtract
5. Koja se funkcija koristi za izradu objekta koji čini presjek dvaju objekata?
  - a. Intersect
  - b. Union
  - c. Subtract
6. Koja se funkcija koristi za uvoz vanjskih geometrija na radnu stanicu?
  - a. Upišite naziv funkcije:
7. Koja se podfunkcija unutar funkcije Position na skočnom izborniku, a koji se prikazuje pritiskom desnog klika mišem na objekt, koristi za pomicanje objekta na drugu lokaciju po osima koordinatnog sustava?
  - a. Set Position
  - b. Offset Position
  - c. Rotate

#### **5.1.4 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2

## 5.2 Izrada trajektorija gibanja robota po krivuljama geometrija

Nastavna tema prikazuje postupke izrade putanje gibanja po bridovima geometrijskih tijela i geometrijskih likova (tiskana slova) na radnoj stanici, spajanje pojedinačnih putanja u skupne putanje (izrdom poziva putanje), postavljanje poziva izrađenih putanja u osnovnu main() proceduru te postavljanje kontrolera u automatski način rada s kontinuiranim izvođenjem programa.

Svrha je nastavne teme upoznati čitatelja s postupkom izrade pojedinačnih putanja gibanja, njihovo kombiniranje u cjelinu (čime se ostvaruje izrada cjelokupne trajektorije gibanja robota) te s postupkom postavljanja kontrolera u automatski način rada s kontinuiranim izvođenjem programa RAPID.

Opisat će se i provesti postupak izrade novog projekta s postavljanjem robota i robotskog kontrolera na radnu stanicu te postavljanje i povezivanje alata olovke na vrh robotske ruke. Opisat će se i provesti postupak uvoza vanjskih geometrijskih tijela i likova na radnu stanicu. Objasniti će se postupak i izraditi cjelokupne putanje gibanja robota po bridovima geometrijskih tijela i likova. Objasniti će se postupak i provesti postavljanje robota u automatski način rada s kontinuiranim izvođenjem programa RAPID (cjelokupna putanja gibanja robota po bridovima geometrijskih tijela i likova).

### **Ova nastavna jedinica doprinosi dostizanju sljedećih ishoda učenja:**

13. izvršiti uvoz vanjskih geometrija
14. izraditi potpuno definiranu trajektoriju gibanja industrijskog robota u programskom alatu za *offline* način programiranja
15. simulirati i pokrenuti produkcijski način rada industrijskog robota kroz programski alat za *offline* programiranje
16. izraditi početnu konfiguraciju industrijskog robota u radnom okruženju
17. izraditi proces putanje gibanja robota
18. izraditi obradni proces
19. primijeniti procesni ciklus industrijskog robota u ručnom i automatskom načinu rada robota

### 5.2.1 Opis radnog zadatka

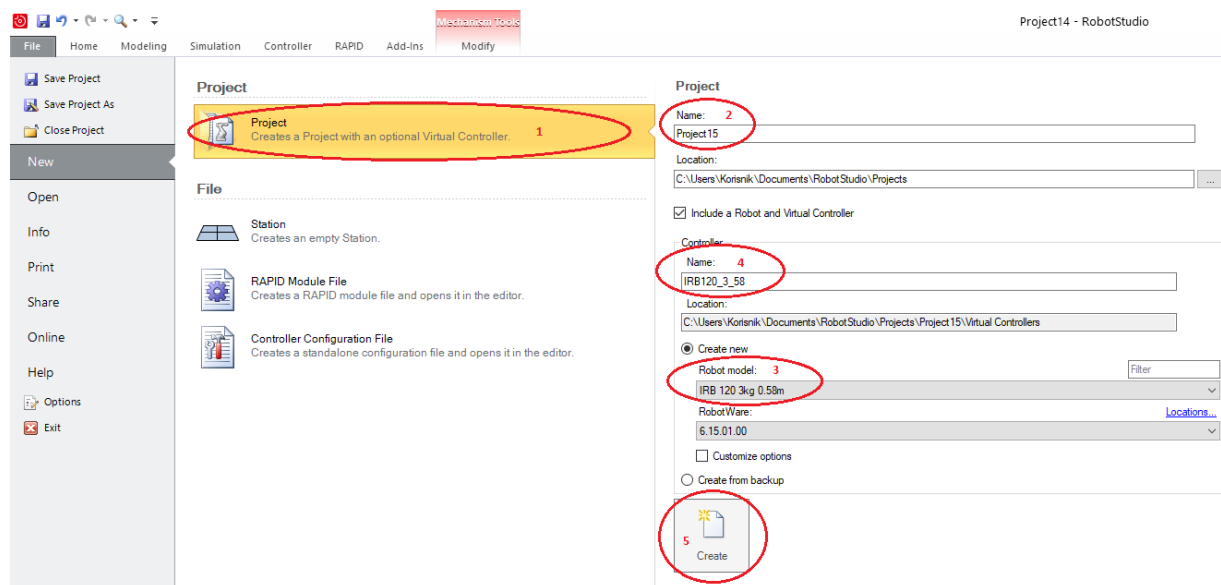
U okviru radnog zadatka ove nastavne jedinice potrebno je:

1. izraditi novi projekt s robotom IRB 120 3 kg 0,58 m i alatom myTool postavljenim na vrh robotske ruke
2. uvesti geometrijsko tijelo kvadar s tri valjkasta izbočenja
3. uvesti geometrijski lik (tekst)
4. izraditi putanju gibanja olovke na vrhu robotske ruke po bridovima gornje plohe kvadra i po bridovima gornjih ploha sva tri valjka
5. izraditi putanju gibanja olovke na vrhu robotske ruke po bridovima teksta
6. izraditi cjelokupnu putanju gibanja po bridovima kvadra, valjaka i slova
7. postaviti robot u automatski način rada s kontinuiranim izvođenjem programa.

## 5.2.2 Rješenje radnog zadatka

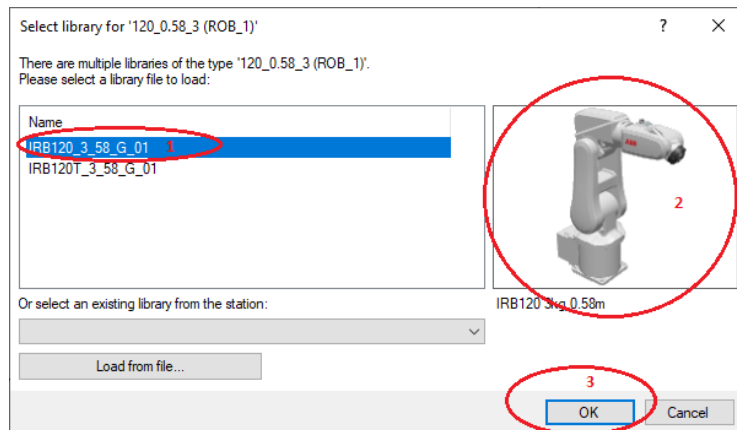
### 5.2.2.1 Izrada novog projekta, postavljanje robota i alata

Za izradu novog projekta potrebno je pokrenuti funkciju New u izborniku File čime se otvara prozor New Project gdje je potrebno odabrati opciju Project (Slika 5.2.2.1, oznaka 1), u polju Name (Slika 5.2.2.1, oznaka 2) prilagoditi naziv projekta te po potrebi prilagoditi lokaciju spremanja projektne mape. Zadano je uključena kvačica Include a Robot and Virtual Controller i ispod je pokazana grupa Controller s poljima za odabir robota i kontrolera. Tu je potrebno odabrati model robota na padajućem popisu polja Robot model (Slika 5.2.2.1, oznaka 3) čime će se automatski prilagoditi naziv kontrolera u polju Name (Slika 5.2.2.1, oznaka 4). Po potrebi je moguće prilagoditi lokaciju spremanja virtualnog kontrolera. Kada su sve postavke postavljene, potrebno je kliknuti na gumb Create (Slika 5.2.2.1, oznaka 5) čime će se izraditi novi projekt i na radnu stanicu postaviti odabrani robotski kontroler s odabranim robotom.



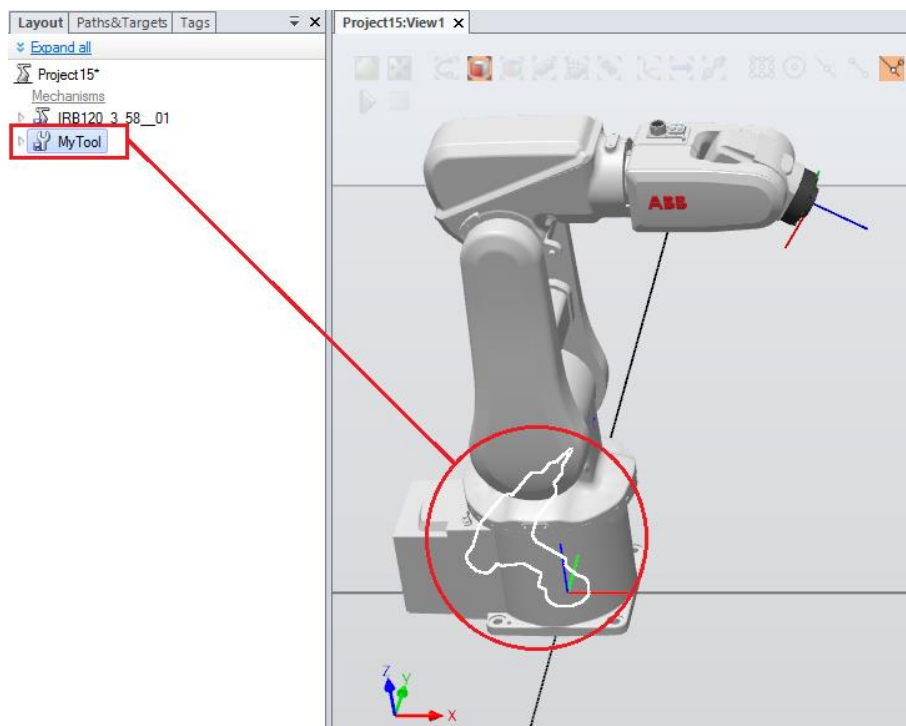
Slika 5.2.2.1 RobotStudio – izrada novog projekta postavljanja robotskog kontrolera i robota

Budući da su odabrani kontroler i robot (Slika 5.2.2.1), tijekom formiranja projekta prikazat će se prozor za odabir zbirke (engl. *library*) (Slika 5.2.2.2) odabranog robota gdje je potrebno odabrati odgovarajuću zbirku (Slika 5.2.2.2, oznaka 1) čime se desno pokazuje izgled robota (Slika 5.2.2.2, oznaka 2) te kliknuti na gumb OK (Slika 5.2.2.2, oznaka 3) čime će završiti postupak formiranja novog projekta i postavljanja robota na radnu površinu projekta.



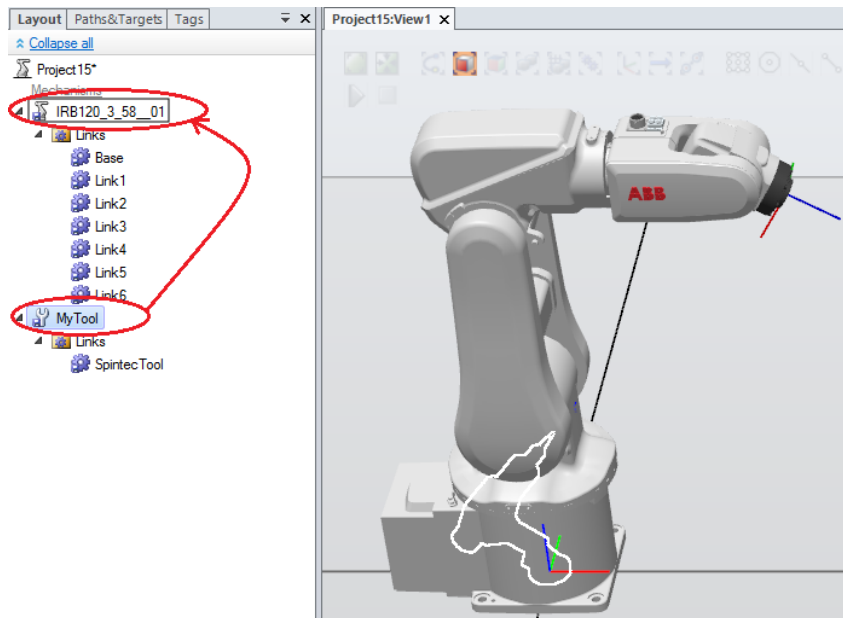
Slika 5.2.2.2 RobotStudio – odabir knjižnice robota

Sada je potrebno uvesti alat iz zbirke. To se provodi s pomoću funkcije Import Library koja se nalazi u grupi Build Station izbornika Home. Klikom na donji dio gumba Import Library otvara se padajući izbornik gdje je potrebno odabrati opciju Equipment te u prikazanom popisu u grupi Training Objects odabrati alat myTool. Time će se odabrani alat postaviti na radnu stanicu projekta što je vidljivo na prozoru Layout (Slika 5.2.2.3).



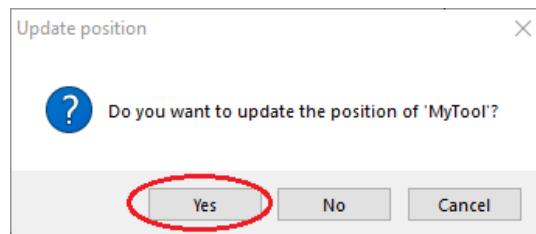
Slika 5.2.2.3 RobotStudio – postavljen alat MyTool na radnu stanicu

Postavljeni alat na radnoj stanici nalazi se na ishodištu koordinatnog sustava, kao i prije postavljeni robot. Alat MyTool potrebno je pozicionirati (montirati) na vrh robotske ruke. To se izvodi klikom miša na alat MyTool na prozoru Layout čime je alat odabran i korištenjem funkcije povlačenja i ispuštanja tako da se odabrani alat MyTool odvuče iznad naziva robota (Slika 5.2.2.4).



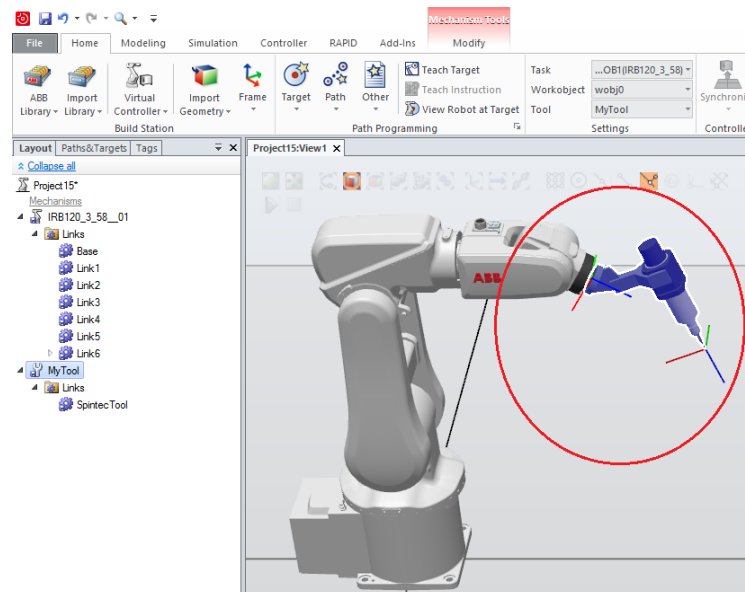
Slika 5.2.2.4 RobotStudio – montiranje alata MyTool na robotsku ruku

Nakon ispuštanja alata MyTool iznad naziva robota završava montaža alata na robotsku ruku i prikazuje se prozor Update position (Slika 5.2.2.5) s pitanjem o promjeni pozicije alata MyTool.



Slika 5.2.2.5 RobotStudio – prozor Update position za alat MyTool

Tu je potrebno odgovoriti potvrdno, odnosno kliknuti na gumb Yes (Slika 5.2.2.5) čime će se prilagoditi pozicija alata MyTool postavljanjem na vrh robotske ruke (Slika 5.2.2.6).

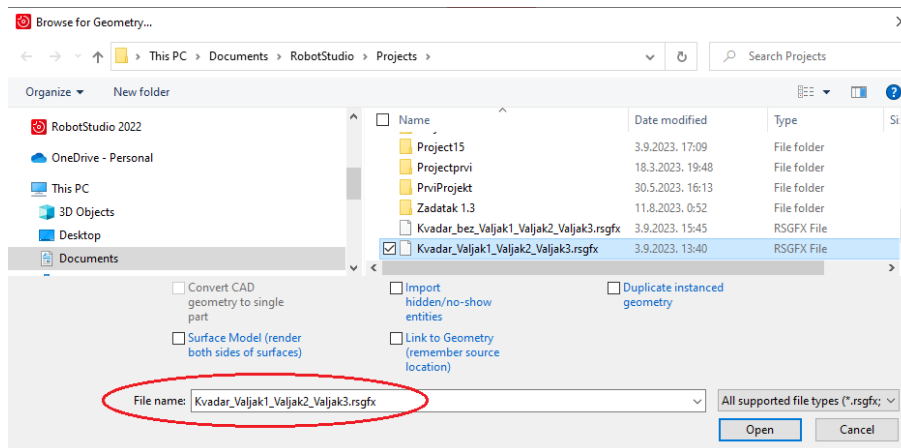


Slika 5.2.2.6 RobotStudio – alat MyTool postavljen na vrh robotske ruke



### 5.2.2.2 Uvoz geometrijskog tijela kvadar s tri valjkasta izbočenja

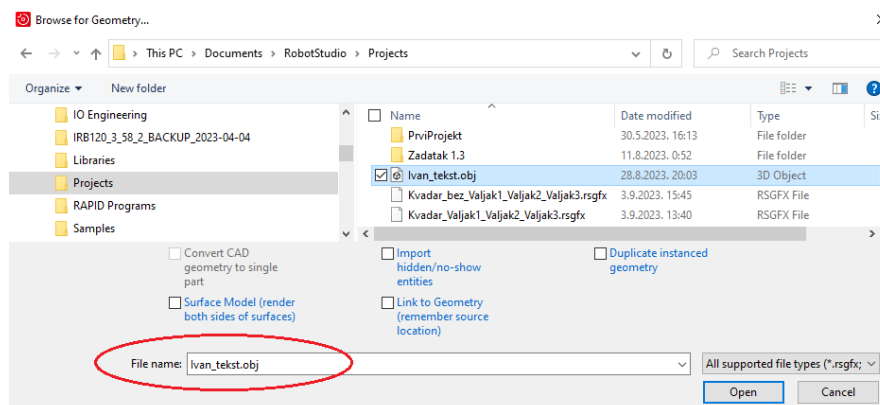
Za uvoz vanjske geometrije koristi se funkcija Import Geometry -> Browse for Geometry koja se nalazi u grupi Build Station izbornika Home te u grupi Create izbornika Modeling. Pokretanjem funkcije Browse for Geometry otvara se standardni prozor operacijskog sustava za otvaranje (Open) datoteka. Tu je potrebno odabrati mapu i datoteku u koju je izvezena geometrija iz poglavlja 5.1.2.3 (Slika 5.2.2.7).



Slika 5.2.2.7 RobotStudio – uvoz geometrije Kvadar\_Valjak1\_Valjak2\_Valjak3

### 5.2.2.3 Uvoz geometrijskog lika (tekst)

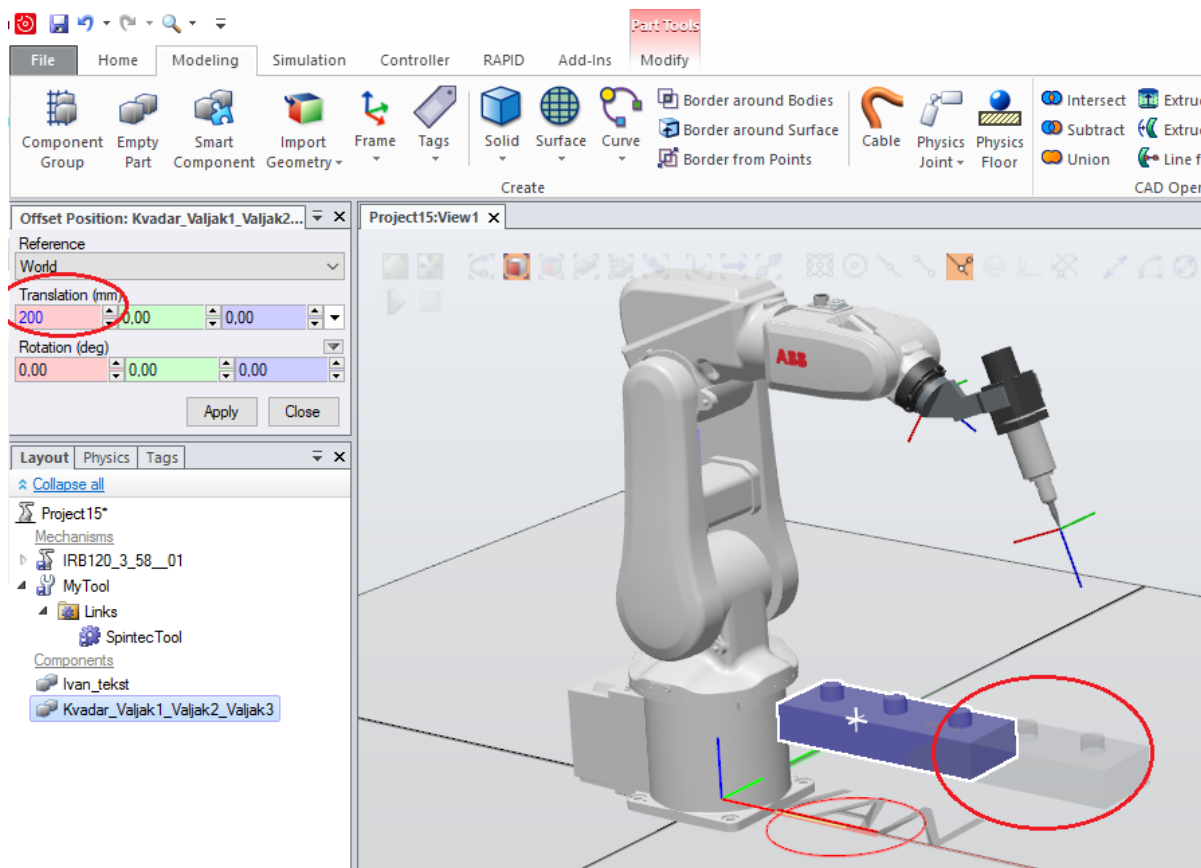
Na stranicama predmeta nalazi se datoteka Ivan\_tekst.obj koju treba preuzeti na računalo. Za uvoz vanjske geometrije koristi se funkcija Import Geometry -> Browse for Geometry koja se nalazi u grupi Build Station izbornika Home te u grupi Create izbornika Modeling. Pokretanjem funkcije Browse for Geometry otvara se standardni prozor operacijskog sustava za otvaranje (Open) datoteka. Tu je potrebno odabrati mapu i datoteku u kojoj se nalazi prije preuzeta datoteka Ivan\_tekst.obj (Slika 5.2.2.8).



Slika 5.2.2.8 RobotStudio – uvoz geometrije Ivan\_tekst

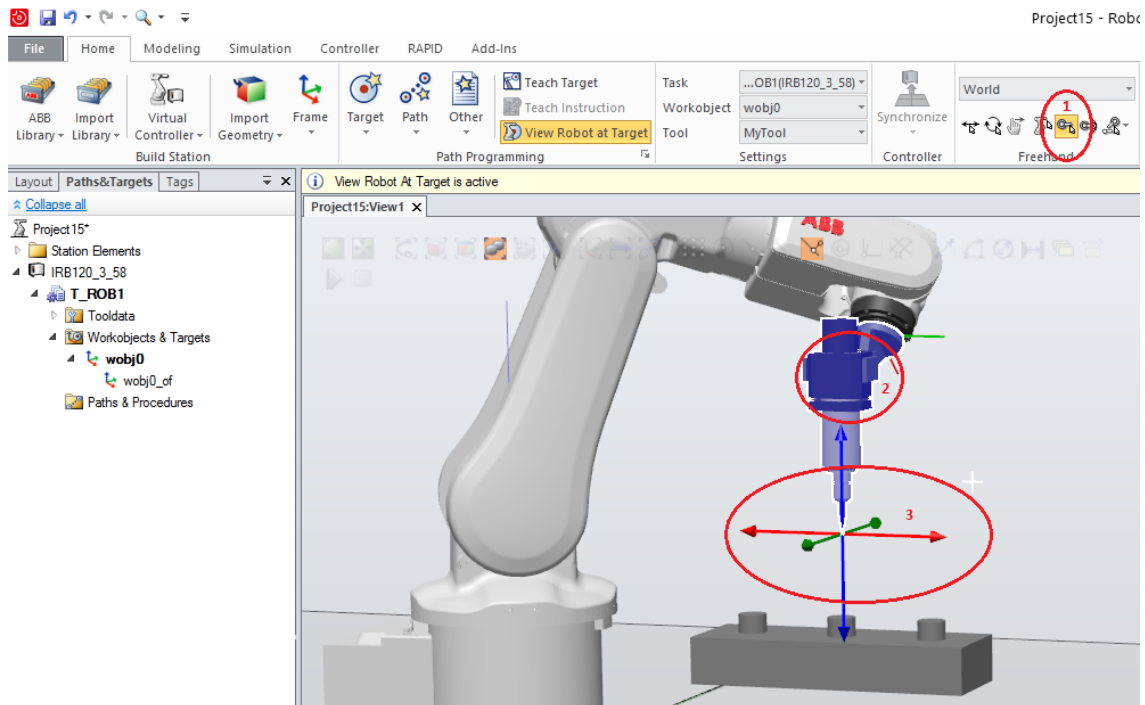
#### 5.2.2.4 Izrada putanje gibanja robota po bridovima gornje plohe kvadra i gornjih ploha sva tri valjka

Za izradu putanje gibanja robota po bridovima gornje plohe kvadra i gornjih ploha sva tri valjka potrebno je objekt Kvarar\_Valjak1\_Valjak2\_Valjak3 postaviti na poziciju do koje može doći alat MyTool. To se izvodi desnim klikom miša na objekt Kvarar\_Valjak1\_Valjak2\_Valjak3 i pokretanjem funkcije Position -> Offset Position čime se otvara prozor Offset Position za odabrani objekt. Objekt je potrebno pomaknuti za 100 mm po osi X (Slika 5.2.2.9).



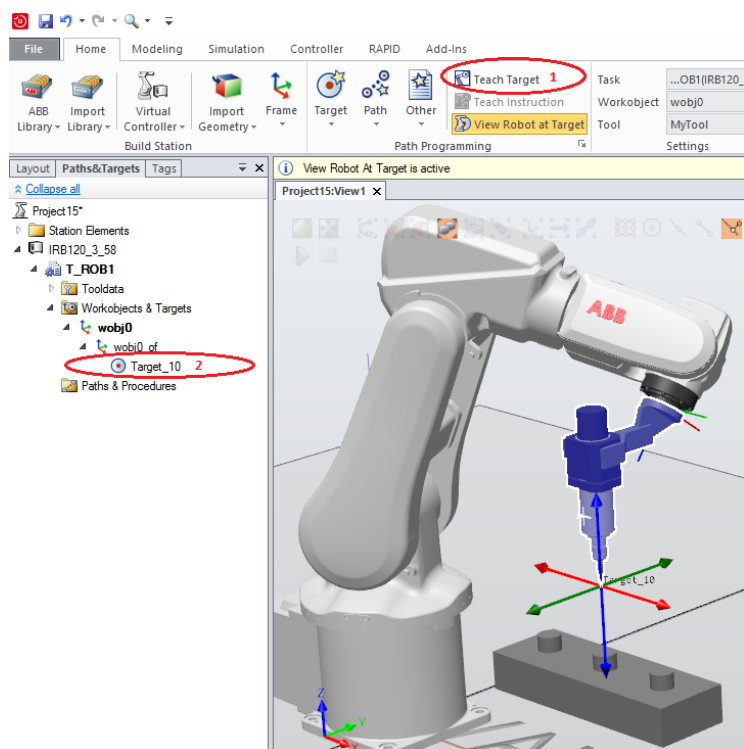
Slika 5.2.2.9 RobotStudio – pomicanje objekta Kvarar\_Valjak1\_Valjak2\_Valjak3 po x-osi

Sada je potrebno izraditi početnu točku (ciljnu poziciju) iz koje će robot kretati s radom i u koju će se vraćati nakon završetka rada. To se može provesti pokretanjem funkcije Jog Linear (Slika 5.2.2.10, oznaka 1) koja se nalazi u grupi Freehand izbornika Home i izbornika Modeling te klikom miša na alat MyTool (Slika 5.2.2.10, oznaka 2) na prozoru Project View čime se prikazuju linije sa strelicama (Slika 5.2.2.10, oznaka 3) za micanje robota po koordinatnim osima (crveno os X, zeleno os Y i plavo os Z). Korištenjem funkcije povlačenja i ispuštanja na odabranim linijama osi koordinatnog sustava izvodi se pomicanje glave robotske ruke u odabranom smjeru.



Slika 5.2.2.10 RobotStudio – postavljanje robota na početnu poziciju korištenjem funkcije Freehand – Jog Linear

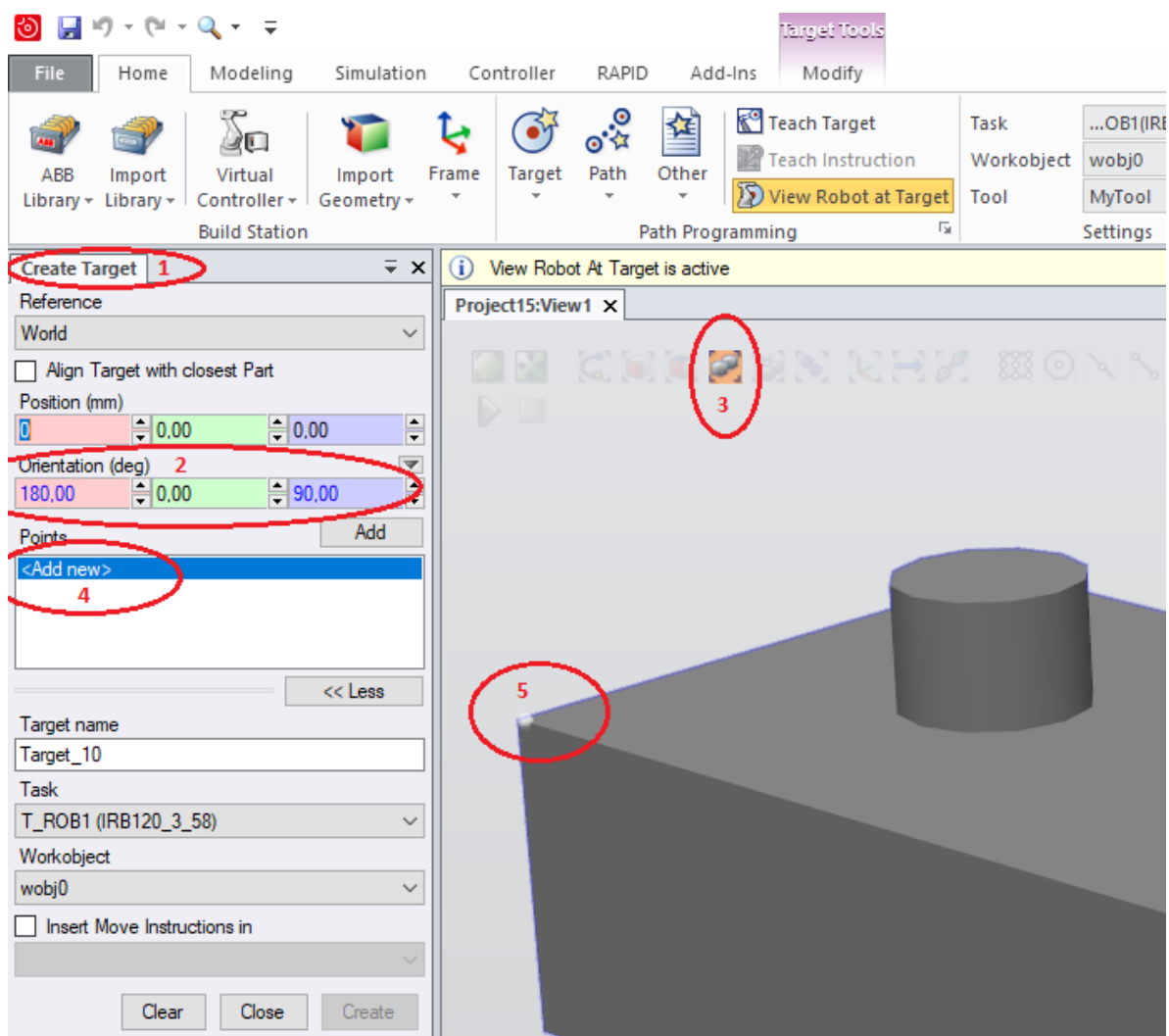
Nakon postavljanja robota na željenu početnu poziciju potrebno je trenutnu poziciju robota definirati kao ciljnu točku (engl. *target*). To se provodi izvođenjem funkcije Teach Target (Slika 5.2.2.11, oznaka 1) koja se nalazi u grupi Path Programming izbornika Home čime će se stvoriti nova ciljna točka (Slika 5.2.2.11, oznaka 2) koja je vidljiva na prozoru Paths&Targets s nazivom npr. Target\_10. Korisno je preimenovati tu ciljnu točku u npr. PocetnaTocka, a to se provodi desnim klikom miša na ciljnu točku Target\_10 u stablu na prozoru Paths&Targets i odabirom funkcije Rename (ili pritiskom tipke F2 na tipkovnici).



Slika 5.2.2.11 RobotStudio – izrada početne točke korištenjem funkcije Teach Target

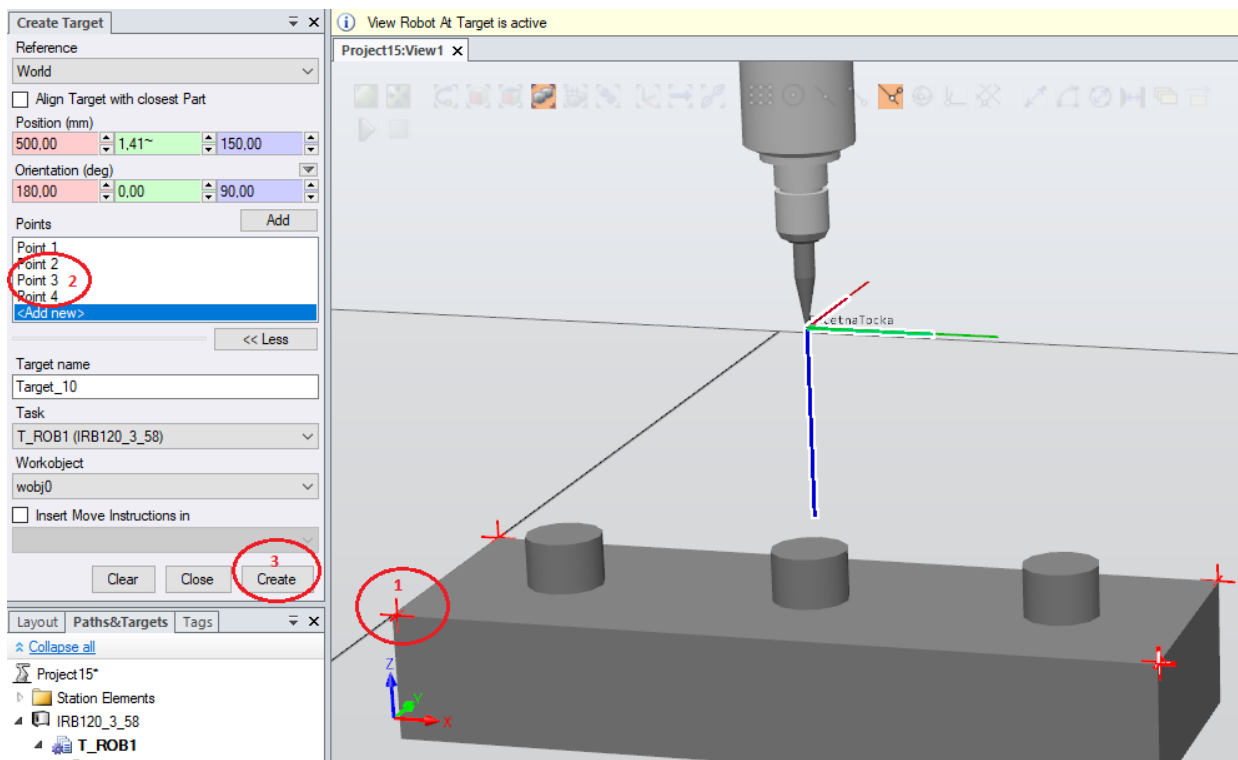
#### 5.2.2.4.1 Izrada putanje gibanja robota po bridovima gornje plohe kvadra

Sada je potrebno izraditi ciljne točke na vrhovima gornje plohe kvadra. To se izvodi pokretanjem funkcije Target -> Create Target koja se nalazi u grupi Build Station izbornika Home čime se otvara prozor Create Target (Slika 5.2.2.12, oznaka 1). Na prozoru Create Target najprije treba postaviti orijentaciju ciljnih točaka koje će se kreirati da budu jednake orijentaciji alata MyTool na vrhu robotske ruke, a to je okretanje koordinatnog sustava po osi X za 180° i po osi Z za 90° (Slika 5.2.2.12, oznaka 2). Potom je u prozoru Project View potrebno odabrati način selekcije Part Selection (Slika 5.2.2.12, oznaka 3) i potom kliknuti na polje <Add new> (Slika 5.2.2.12, oznaka 4) na prozoru Create Target. Pomicanjem miša blizu bridova objekta uz vrh strelice miša prikazivat će se siva kuglica (Slika 5.2.2.12, oznaka 5) koja se pomicanjem miša pomiče duž određenog brida objekta.



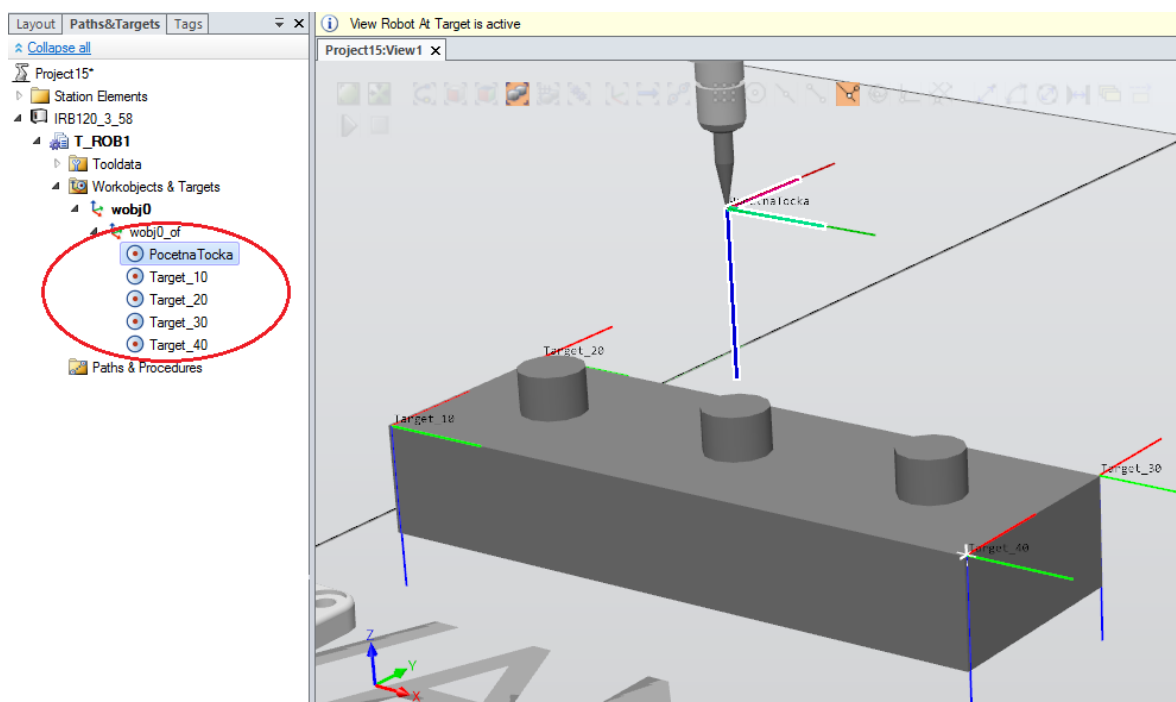
Slika 5.2.2.12 RobotStudio – postavljanje parametara za izradu ciljnih točaka

Potrebno je pozicionirati miša sa sivom kuglicom na vrhu na prvi vrh gornje plohe kvadra i kliknuti lijevom tipkom miša (Slika 5.2.2.13, oznaka 1) čime će se izraditi prva ciljna točka. Isti postupak izrade ciljnih točaka (klikom miša na vrh) treba provesti za ostale vrhove gornje plohe kvadra (Slika 5.2.2.13, oznaka 2).



Slika 5.2.2.13 RobotStudio – izrada ciljnih točaka po vrhovima gornje plohe kvadra

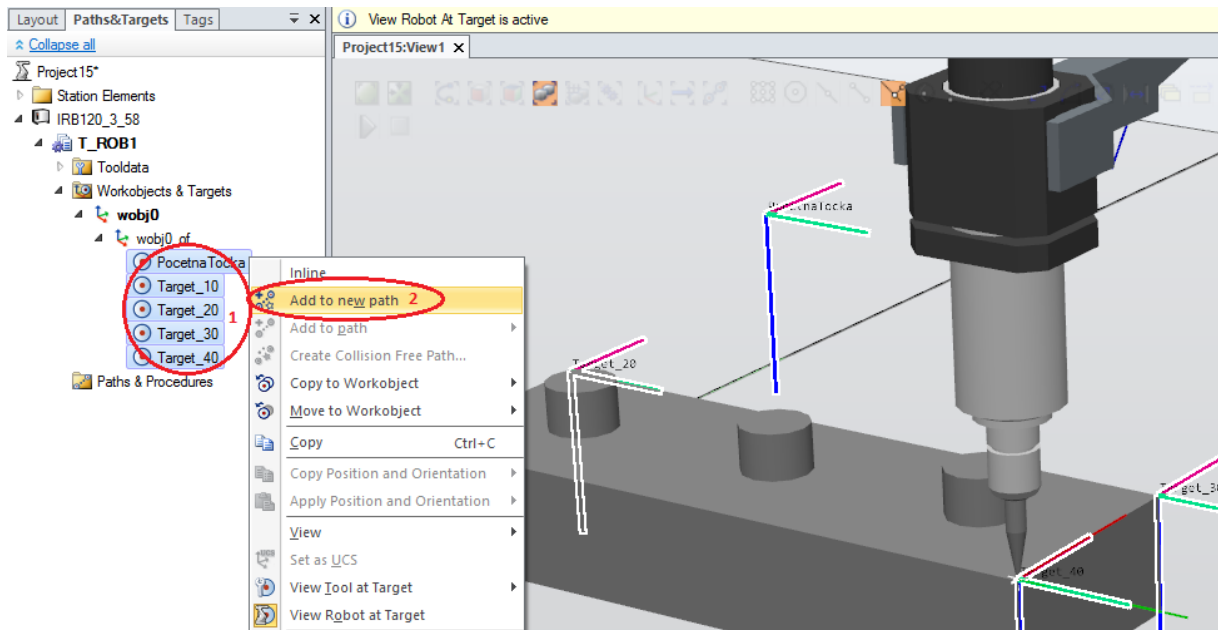
Nakon toga potrebno je kliknuti na gumb Create (Slika 5.2.2.13 oznaka 3) čime će se stvoriti sve izrađene ciljne točke (Slika 5.2.2.14) i bit će vidljive u stablu projekta u grani wobj0\_of na prozoru Paths&Targets.



Slika 5.2.2.14 RobotStudio – izrađene ciljne točke po vrhovima gornje plohe kvadra

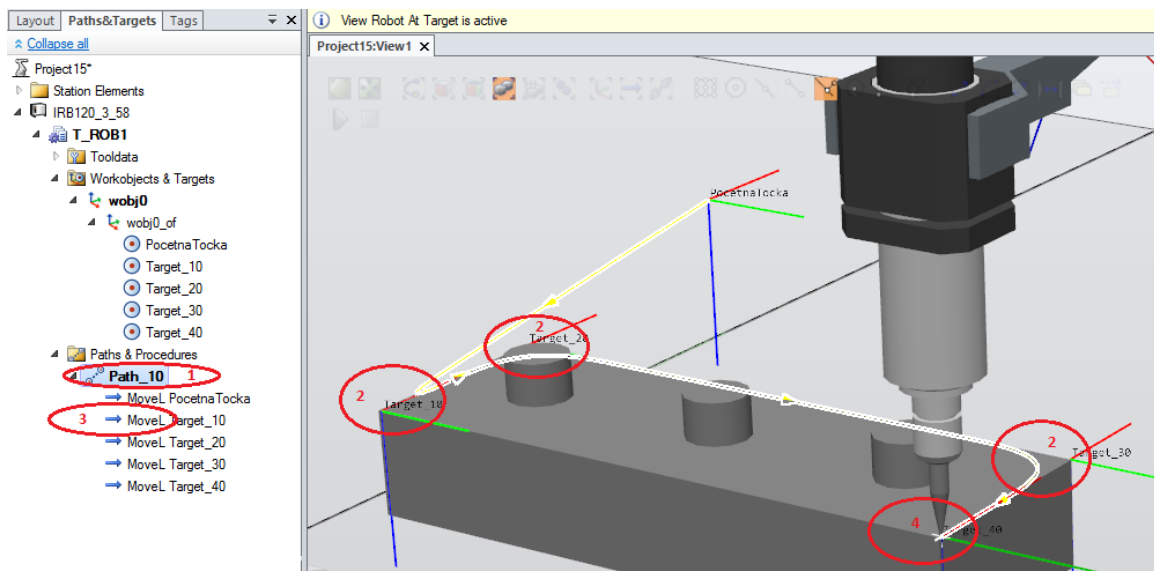
Nakon izrade ciljnih točaka može se započeti izrada putanje gibanja po izrađenim ciljnim točkama. To se izvodi na prozoru Paths&Targets odabirom svih ciljnih točaka (klikom miša na

prvu, pritiskom i držanjem tipke Shift na tipkovnici te klikom miša na posljednju ciljnu točku), desnim klikom miša na odabrane ciljne točke (Slika 5.2.2.15, oznaka 1) te pokretanjem funkcije Add to new path (Slika 5.2.2.15, oznaka 2).



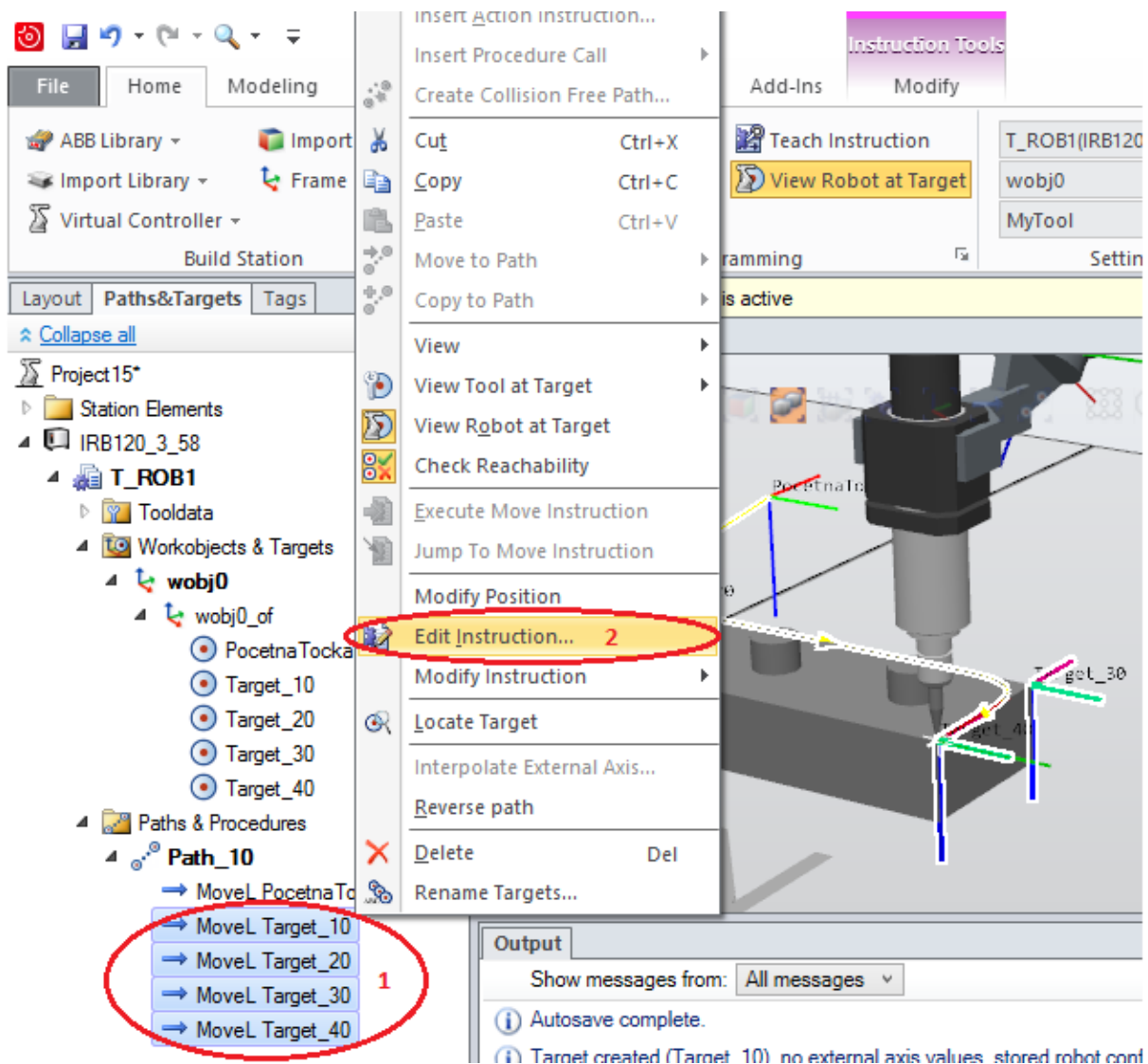
Slika 5.2.2.15 RobotStudio – postavljanje odabranih ciljnih točaka u novu putanju gibanja korištenjem funkcije Add to new path

Izvođenjem funkcije Add to new path (Slika 5.2.2.15, oznaka 2) izradit će se nova putanja gibanja (Slika 5.2.2.16, oznaka 1) na prozoru Paths&Targets u stablu u grani Paths & Procedures koja će uključivati gibanje robota do odabranih ciljnih točaka po istom redoslijedu kako se nižu ciljne točke. Na prozoru Project View vidljiva je bijela crta koja prikazuje putanju gibanja robota. Vidljivo je da putanja ne dodiruje (Slika 5.2.2.16, oznaka 2) prvi, drugi i treći vrh nego prije vrha zaokreće u smjeru sljedećeg vrha. Također je vidljivo postavljeno linearno gibanje robota jer se u svim gibanjima izvodi instrukcija MoveL (Slika 5.2.2.16, oznaka 3). I na kraju, vidljivo je da putanja gibanja završava na posljednjem četvrtom vrhu (Slika 5.2.2.16, oznaka 4) gornje plohe kvadra.



Slika 5.2.2.16 RobotStudio – objašnjenje izrađene putanje gibanja

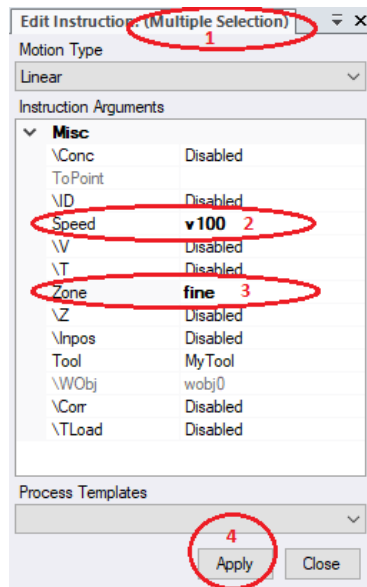
Kako bi putanja gibanja oko vrhova gornje plohe kvadra bila precizna (gibanje do vrha) i potpuna, potrebno je izvršiti neke prilagodbe na izrađenoj putanji Path\_10. Kako bi se postigla preciznost gibanja, potrebno je prilagoditi zonu gibanja robota do ciljnih točaka Target\_10, Target\_20, Target\_30 i Target\_40. To se može izvoditi istovremeno nad sva četiri gibanja pa ih je potrebno odabrati (klikom miša na prvo, pritiskom i držanjem tipke Shift na tipkovnici te klikom miša na posljednje, četvrto gibanje u putanji). Nad odabranim gibanjima potrebno je izvesti desni klik miša (Slika 5.2.2.17, oznaka 1) čime se otvara skočni prozor te pokrenuti funkciju Edit Instruction (Slika 5.2.2.17, oznaka 2) čime se otvara prozor Edit Instruction.



Slika 5.2.2.17 RobotStudio – pokretanje funkcije Edit Instruction za više odabranih gibanja

Na prozoru Edit Instruction vidljivo je da će se promjene odnositi na sva odabrana gibanja jer je u naslovu prozora navedeno Multiple Selection (Slika 5.2.2.18, oznaka 1). Tu je potrebno smanjiti brzinu s 1000 mm/s na 100 mm/s odabirom opcije v100 u polju Speed (Slika 5.2.2.18, oznaka 2) i postaviti najviši stupanj zone preciznosti odabirom opcije fine u polju Zone (Slika 5.2.2.18, oznaka 3). Nakon prilagodbe navedenih vrijednosti potrebno je kliknuti na gumb Apply (Slika 5.2.2.18, oznaka 4).

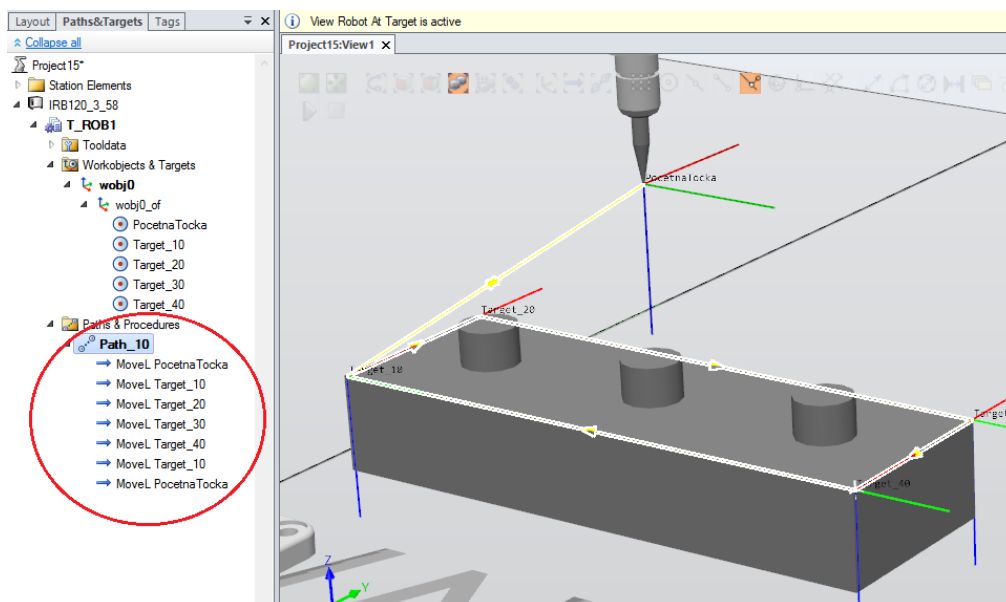




Slika 5.2.2.18 RobotStudio – prozor Edit Instruction za više odabranih gibanja

Kako bi putanja gibanja bila potpuna i nakon gibanja po sva četiri brida gornje plohe kvadra, potrebno je nakon trenutnoga posljednjega gibanja do četvrtog vrha dodati gibanje do prvog vrha i potom gibanje do ciljne točke PocetnaPozicija. To će se izvesti dupliciranjem gibanja MoveL Target\_10 i dupliciranjem gibanja MoveL PocetnaPozicija.

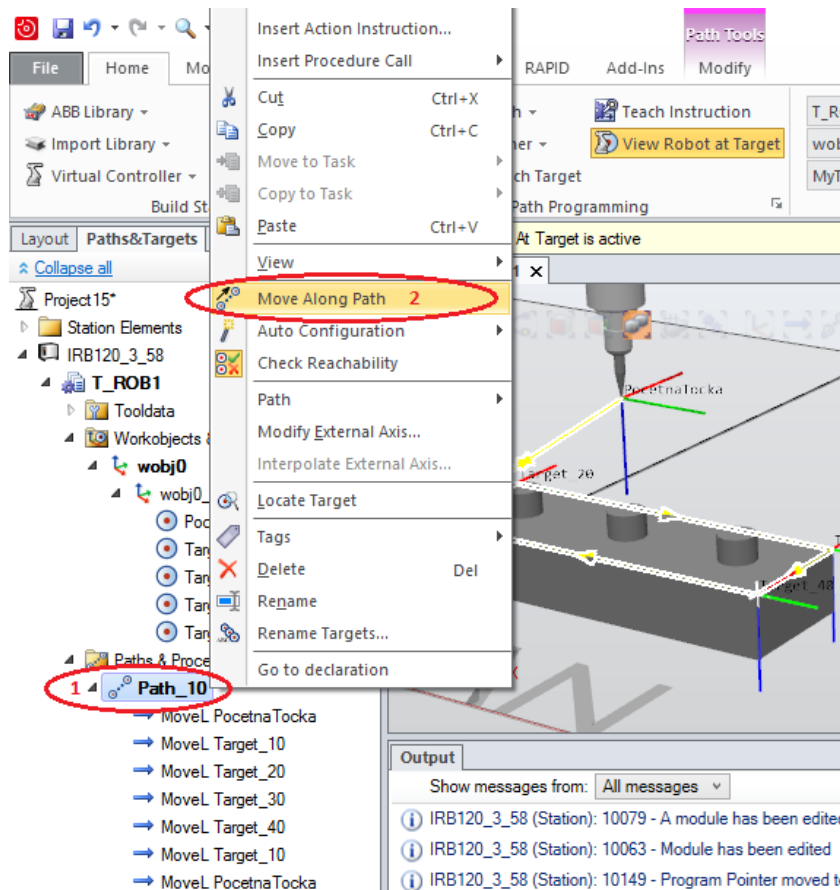
Dupliciranje gibanja provodi se kombinacijom funkcija Copy – Paste tako da se odabere gibanje MoveL Target\_10, potom pokrene funkcija Copy (desnim klikom miša na odabrano gibanje i klikom na opciju Copy ili pritiskom kombinacije tipki Ctrl + C na tipkovnici), a potom odabere posljednje gibanje MoveL Target\_40 te pokrene funkcija Paste (desnim klikom miša na odabrano gibanje i klikom na opciju Paste ili pritiskom kombinacije tipki Ctrl+V na tipkovnici). Potom će se prikazati prozor Create New Targets s pitanjem treba li izraditi novu ciljnu točku. Budući da ciljna točka već postoji, nije potrebno kreirati novu, pa je tu potrebno kliknuti na gumb No. Isti postupak potrebno je izvesti za dupliciranje gibanja MoveL PocetnaPozicija. Slika 5.2.2.19 prikazuje stanje putanje Path\_10 nakon dupliciranja navedenih gibanja.



Slika 5.2.2.19 RobotStudio – stanje putanje Path\_10 nakon dupliciranja gibanja



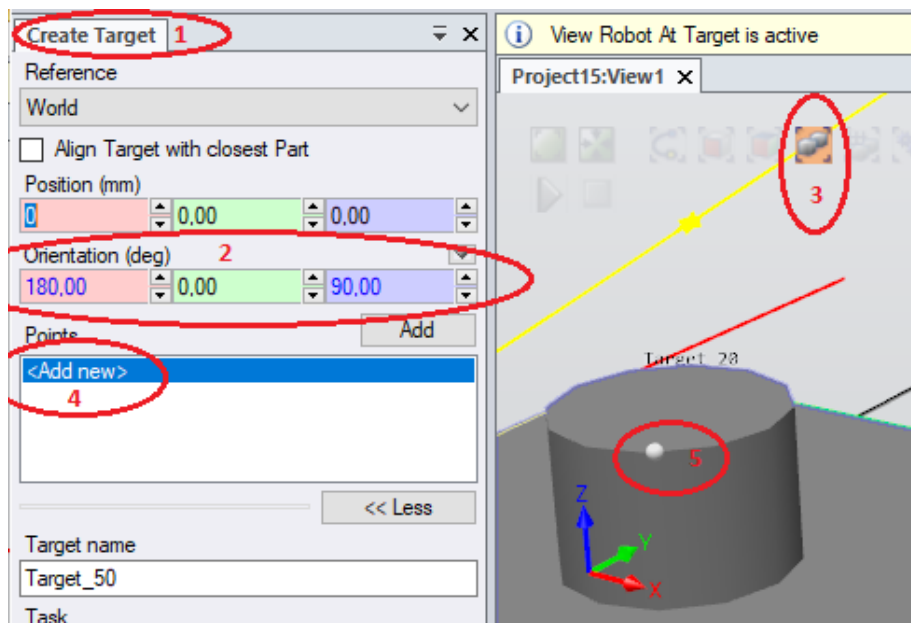
Gibanje robota po putanji moguće je provjeriti desnim klikom miša na naziv putanje (Slika 5.2.2.20, oznaka 1) te pokretanjem funkcije Move Along Path (Slika 5.2.2.20, oznaka 2).



Slika 5.2.2.20 RobotStudio – pokretanje funkcije Move Along Path za putanju Path\_10

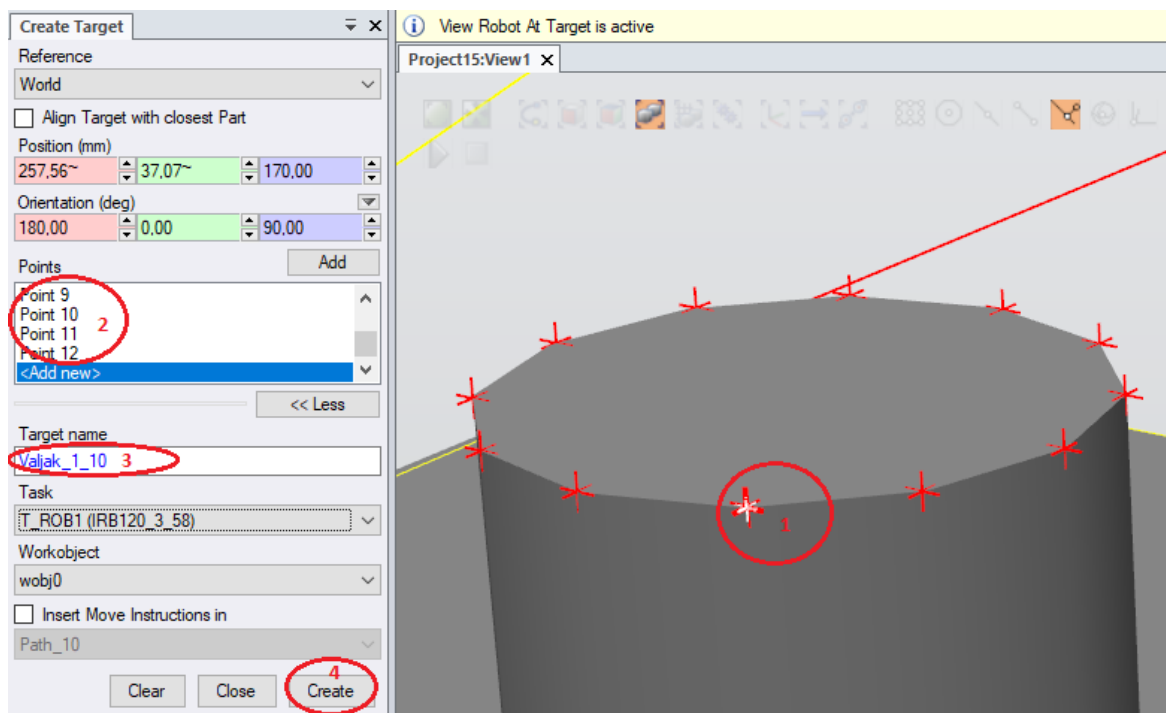
#### 5.2.2.4.2 Izrada putanje gibanja robota po kružnici gornjih ploha valjaka

Potrebno je izraditi ciljne točke po kružnici gornje plohe prvog valjka. To se izvodi pokretanjem funkcije Target -> Create Target koja se nalazi u grupi Build Station izbornika Home, a čime se otvara prozor Create Target (Slika 5.2.2.21, oznaka 1). Na prozoru Create Target najprije treba postaviti orijentaciju ciljnih točaka koje će se kreirati da budu jednake orijentaciji alata MyTool na vrhu robotske ruke, a to je okretanje koordinatnog sustava po osi X za 180° i po osi Z za 90° (Slika 5.2.2.21, oznaka 2). Potom je u prozoru Project View potrebno odabrati način selekcije Part Selection (Slika 5.2.2.21, oznaka 3) i nakon toga kliknuti na polje <Add new> (Slika 5.2.2.21, oznaka 4) na prozoru Create Target. Pomicanjem miša blizu bridova objekta (po kružnici gornje plohe valjka) uz vrh strelice miša prikazivat će se siva kuglica (Slika 5.2.2.21, oznaka 5) koja se pomicanjem miša pomiče duž određenog brida objekta.



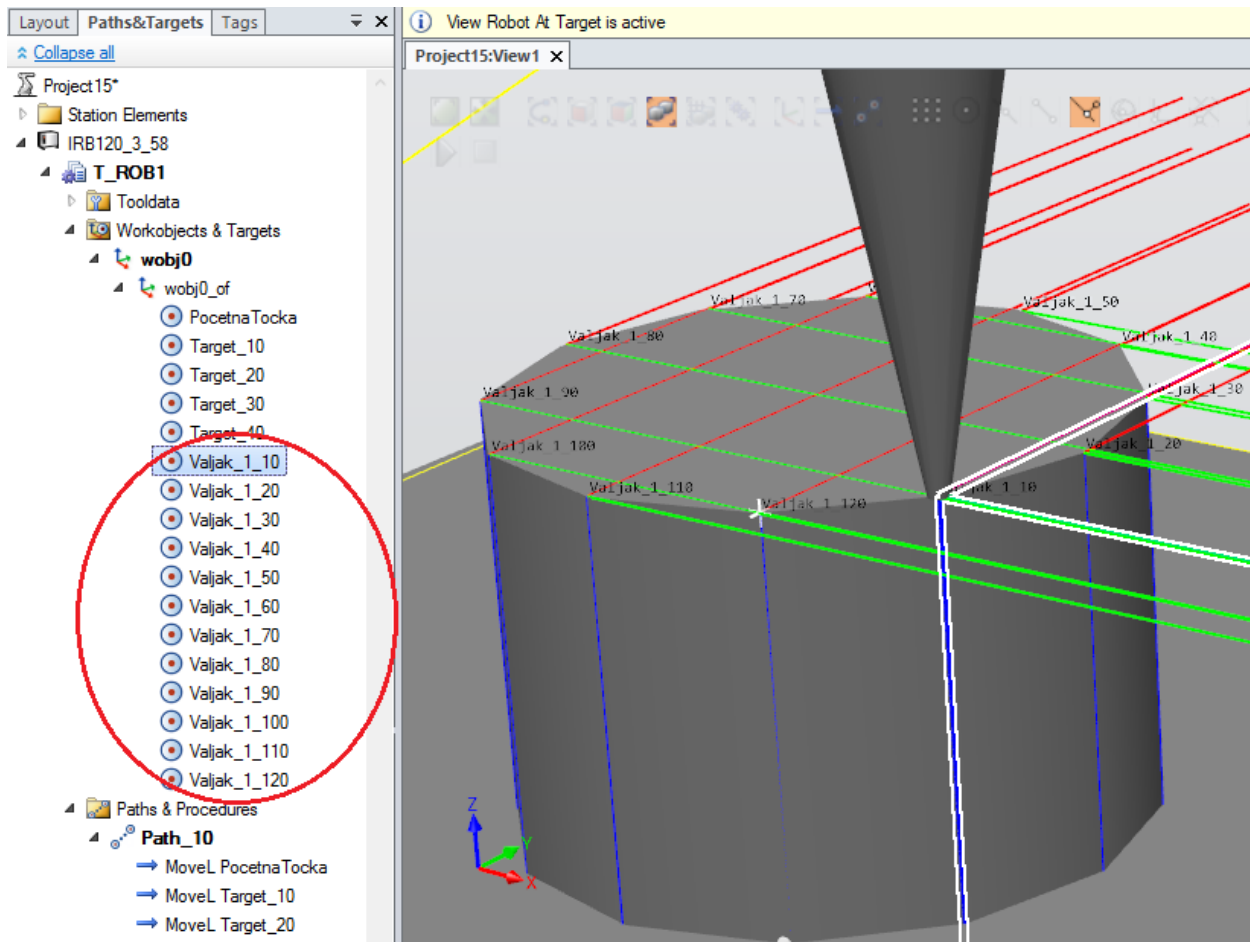
Slika 5.2.2.21 RobotStudio – postavljanje parametara za izradu ciljnih točaka na kružnici gornje plohe valjka

Potrebno je pozicionirati miša sa sivom kuglicom na vrhu na prvu točku kružnice gornje plohe prvog valjka i kliknuti lijevom tipkom miša (Slika 5.2.2.22, oznaka 1) čime će se izraditi prva ciljna točka. Isti postupak izrade ciljnih točaka (klikom miša na točku kružnice) treba provesti za ostale dijelove kružnice gornje plohe prvog valjka (Slika 5.2.2.22, oznaka 2), pri čemu treba izraditi 12 točaka na kružnici. Budući da se za kvadar ciljne točke zovu Target\_\*, tu se može prilagoditi naziv (Slika 5.2.2.22, oznaka 3) koji će se koristiti za ciljne točke na kružnici gornje plohe valjka.



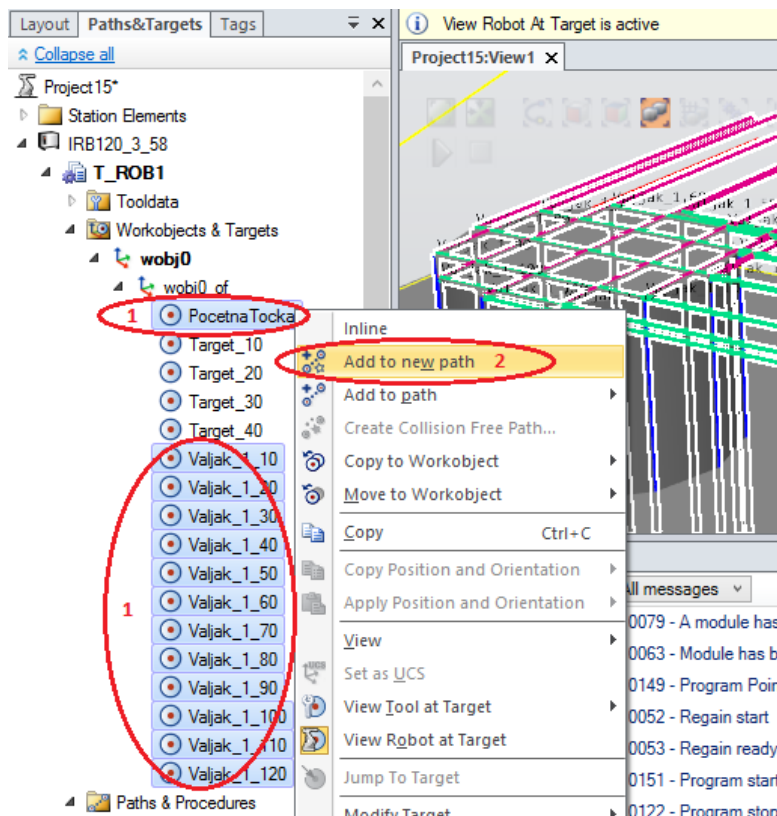
Slika 5.2.2.22 RobotStudio – izrada ciljnih točaka po kružnici gornje plohe prvog valjka

Nakon toga potrebno je kliknuti na gumb Create (Slika 5.2.2.22, oznaka 4) čime će se stvoriti sve izrađene ciljne točke (Slika 5.2.2.23) i bit će vidljive u stablu projekta u grani wobj0\_of na prozoru Paths&Targets.



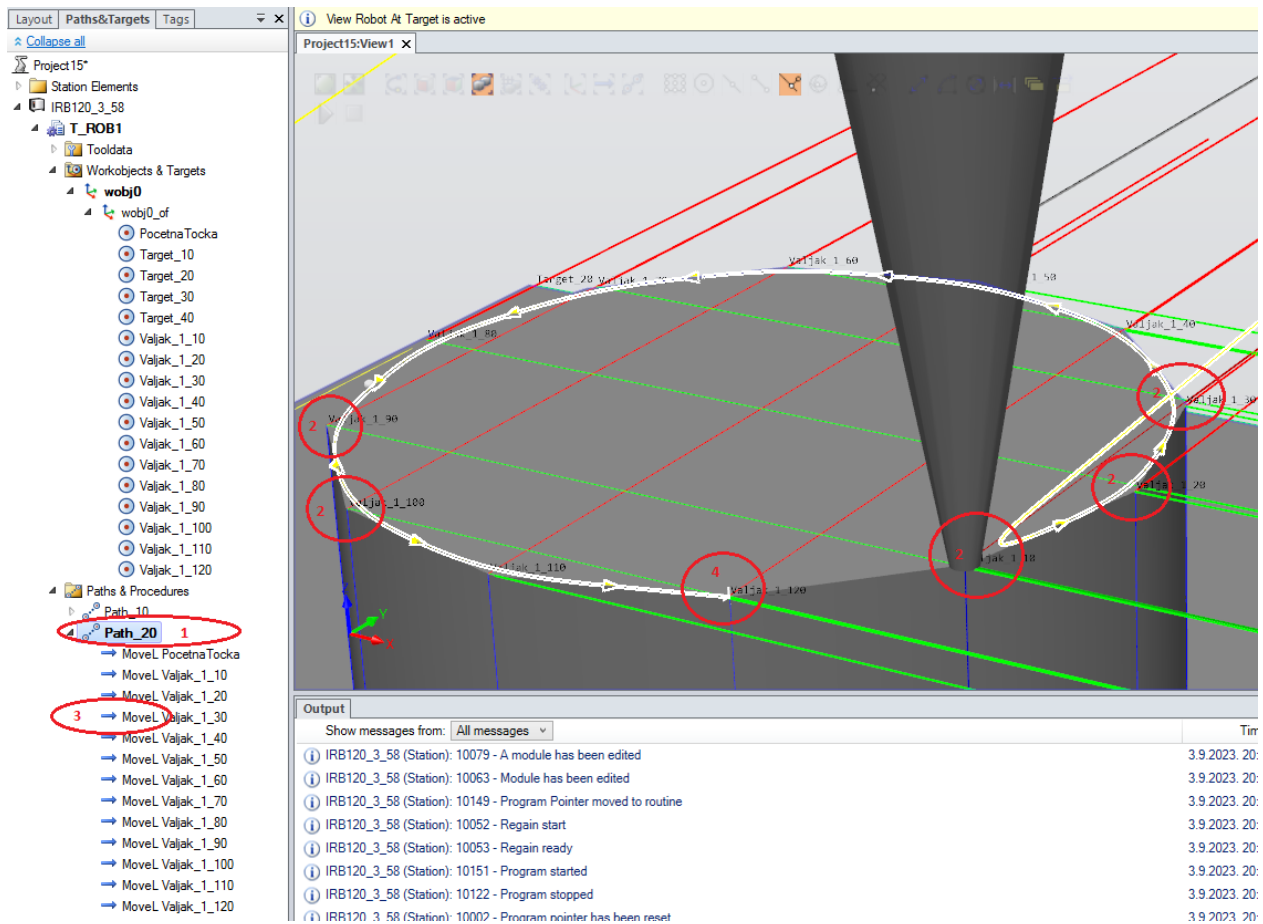
Slika 5.2.2.23 RobotStudio – izrađene ciljne točke po kružnici gornje plohe prvog valjka

Nakon stvaranja ciljnih točaka može se započeti izrada putanje gibanja po izrađenim ciljnim točkama. To se izvodi na prozoru Paths&Targets odabirom ciljne točke PocetnaTocka i svih ciljnih točaka na prvom valjku (klikom miša na prvu ciljnu točku, pritiskom i držanjem tipke Ctrl na tipkovnici, klikom miša na drugu ciljnu točku, pa klikom miša na treću ciljnu točku i tako do posljednje ciljne točke), desnim klikom miša na odabrane ciljne točke (Slika 5.2.2.24, oznaka 1) te pokretanjem funkcije Add to new path (Slika 5.2.2.24, oznaka 2).



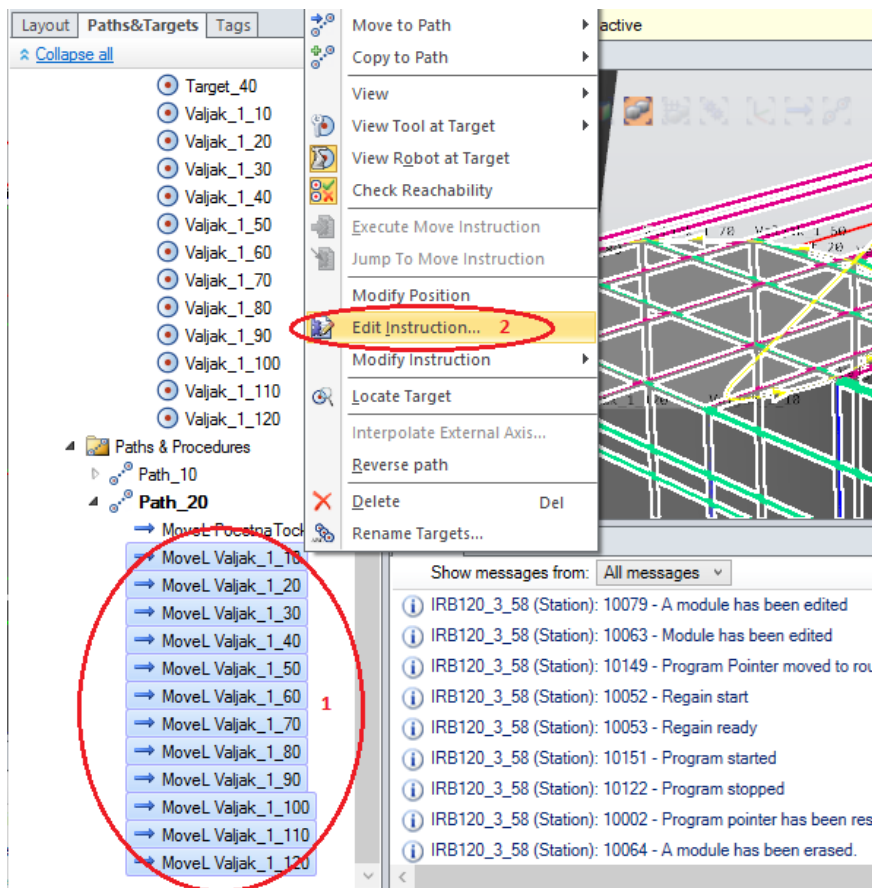
Slika 5.2.2.24 RobotStudio – postavljanje odabranih ciljnih točaka u novu putanju gibanja korištenjem funkcije Add to new path #2

Izvođenjem funkcije Add to new path (Slika 5.2.2.24, oznaka 2) izradit će se nova putanja gibanja (Slika 5.2.2.25, oznaka 1) na prozoru Paths&Targets u stablu u grani Paths & Procedures koja će uključivati gibanje robota do odabranih ciljnih točaka po istom redoslijedu kojim su odabirane ciljne točke. Na prozoru Project View vidljiva je bijela crta koja prikazuje putanju gibanja robota. Vidljivo je da putanja ne dodiruje (Slika 5.2.2.25, oznaka 2) ciljne točke na kružnici gornje plohe prvog valjka, nego prije vrha ona zaokreće u smjeru slijedeće ciljne točke. Također je vidljivo postavljeno linearno gibanje robota jer se u svim gibanjima izvodi instrukcija MoveL (Slika 5.2.2.25, oznaka 3). Naposljetku, vidljivo je da putanja gibanja završava u posljednjoj, dvanaestoj ciljnoj točki (Slika 5.2.2.25, oznaka 4) na kružnici gornje plohe prvog valjka.



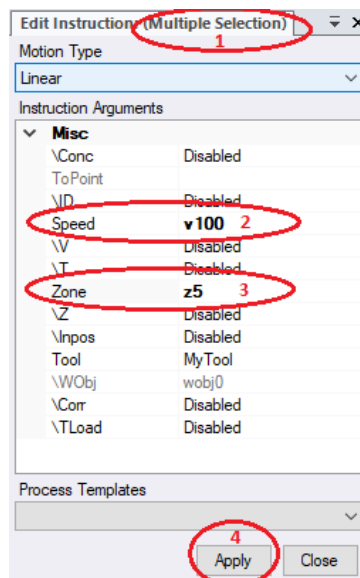
Slika 5.2.2.25 RobotStudio – objašnjenje izrađene putanje gibanja #2

Kako bi putanja gibanja po kružnici gornje plohe prvog valjka bila precizna (gibanje do ciljne točke) i potpuna, potrebno je izvršiti neke prilagodbe na izrađenoj putanji Path\_20. Kako bi se postigla preciznost gibanja, potrebno je prilagoditi zonu gibanja robota do ciljnih točaka od Valjak\_1\_10 do Valjak\_1\_120. To se može izvoditi istovremeno nad svih dvanaest gibanja pa ih je potrebno odabrati (klikom miša na prvo, pritiskom i držanjem tipke Shift na tipkovnici te klikom miša na posljednje dvanaesto gibanje u putanji). Nad odabranim gibanjima potrebno je izvesti desni klik miša (Slika 5.2.2.26, oznaka 1) čime se otvara skočni prozor te pokrenuti funkciju Edit Instruction (Slika 5.2.2.26, oznaka 2) čime se otvara prozor Edit Instruction.



Slika 5.2.2.26 RobotStudio – pokretanje funkcije Edit Instruction za više odabranih gibanja #2

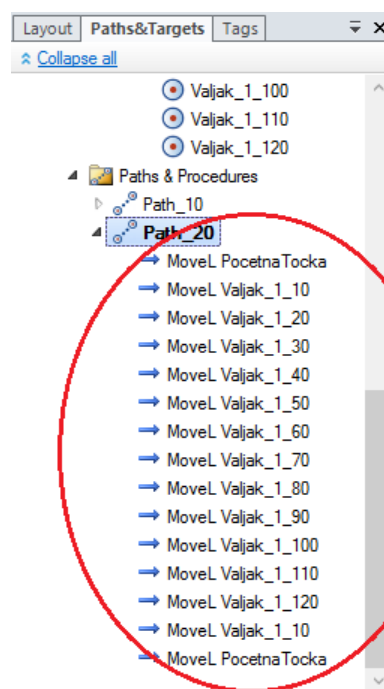
Na prozoru Edit Instruction vidljivo je da će se promjene odnositi na sva odabrana gibanja jer je u naslovu prozora navedeno Multiple Selection (Slika 5.2.2.27, oznaka 1). Tu je potrebno smanjiti brzinu s 1000 mm/s na 100 mm/s odabirom opcije v100 u polju Speed (Slika 5.2.2.27, oznaka 2) te u polju Zone (Slika 5.2.2.27, oznaka 3) postaviti viši stupanj zone preciznosti odabirom opcije z5 (što znači da će se robot kretati do udaljenosti od 5 mm od ciljne točke kako bi se postigao efekt kružnoga gibanja). Nakon prilagodbe navedenih vrijednosti potrebno je kliknuti na gumb Apply (Slika 5.2.2.27, oznaka 4).



Slika 5.2.2.27 RobotStudio – prozor Edit Instruction za više odabranih gibanja #2

Kako bi putanja gibanja bila potpuna i nakon gibanja po cijeloj kružnici gornje plohe prvog valjka, potrebno je nakon trenutnačnoga posljednjega gibanja do dvanaeste ciljne točke na kružnici dodati gibanje do prve ciljne točke na kružnici i potom gibanje do ciljne točke PocetnaPozicija. To će se izvesti dupliciranjem gibanja MoveL Valjak\_1\_10 i dupliciranjem gibanja MoveL PocetnaPozicija.

Dupliciranje gibanja provodi se kombinacijom funkcija Copy – Paste tako da se odabere gibanje MoveL Valjak\_1\_10, potom pokrene funkcija Copy (desnim klikom miša na odabrano gibanje i klikom na opciju Copy ili pritiskom kombinacije tipki Ctrl + C na tipkovnici), potom odabere posljednje gibanje MoveL Valjak\_1\_120 te pokrene funkcija Paste (desnim klikom miša na odabrano gibanje i klikom na opciju Paste, ili pritiskom kombinacije tipki Ctrl + V na tipkovnici). Potom će se prikazati prozor Create New Targets s pitanjem treba li izraditi novu ciljnu točku. Budući da ciljna točka već postoji, nije potrebno izraditi novu pa je tu potrebno kliknuti na gumb No. Isti postupak potrebno je izvesti za dupliciranje gibanja MoveL PocetnaPozicija. Slika 5.2.2.28 prikazuje stanje putanje Path\_20 nakon dupliciranja navedenih gibanja.



Slika 5.2.2.28 RobotStudio – stanje putanje Path\_20 nakon dupliciranja gibanja

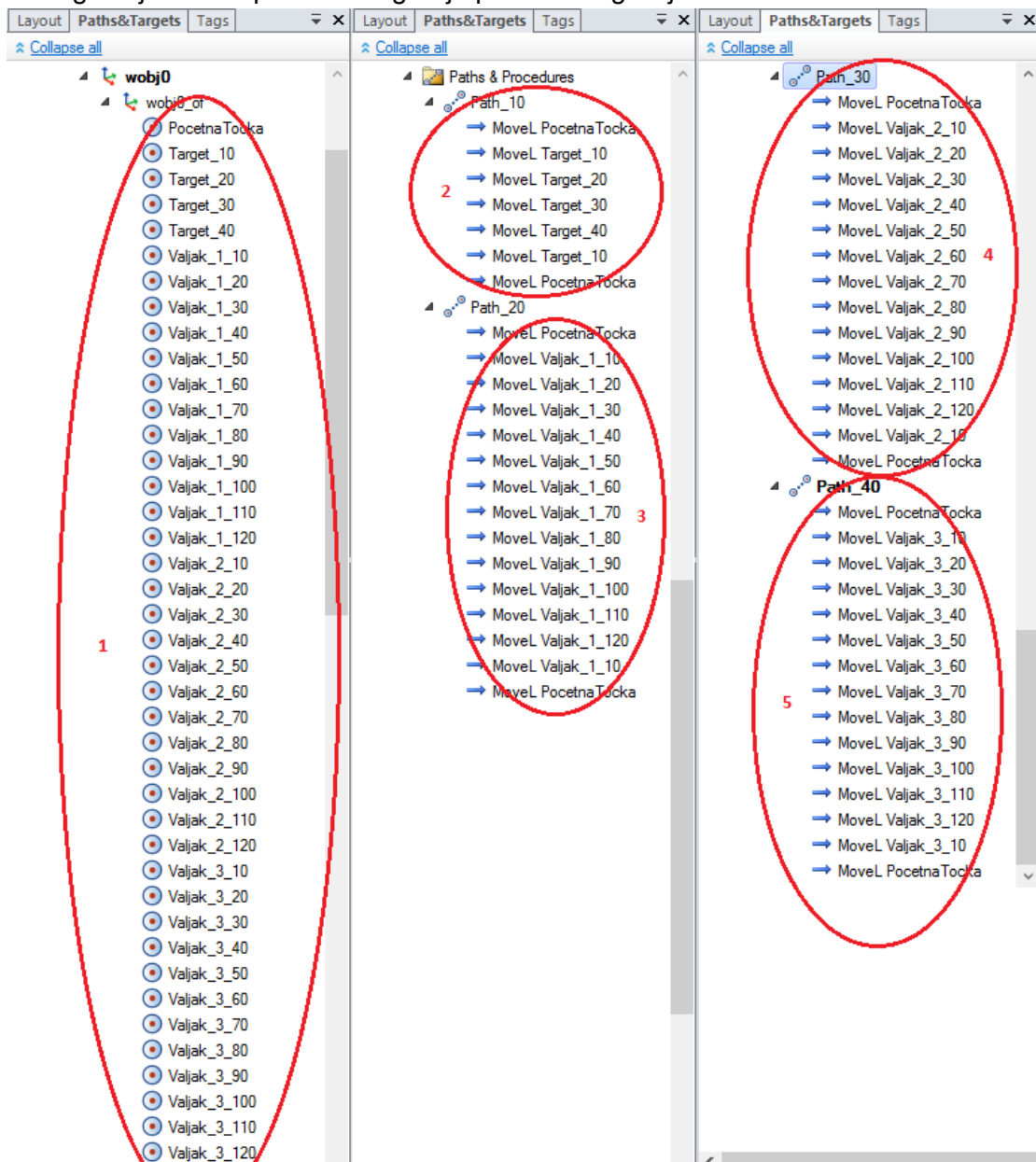
Gibanje robota po putanji moguće je provjeriti desnim klikom miša na naziv putanje te pokretanjem funkcije Move Along Path.

Cijeli opisani i provedeni postupak u ovom poglavlju (5.2.2.4.2) potrebno je provesti za izradu ciljnih točaka na kružnici gornje plohe drugog i trećeg valjka te izradu putanja gibanja po tim točkama.

Nakon izrade svih ciljnih točaka po kružnicama gornje plohe drugog i trećeg valjka ima ukupno 41 ciljna točka (Slika 5.2.2.29, oznaka 1) od čega je jedna PocetnaTocka, četiri ciljne točke za vrhove gornje plohe kvadra te po dvanaest ciljnih točaka na kružnicama gornjih ploha triju valjaka. Gibanja robota u svim izrađenim putanjama počinju od ciljne točke PocetnaTocka i završavaju na njoj. Putanja Path\_10 (Slika 5.2.2.29, oznaka 2) izvodi gibanje robota po



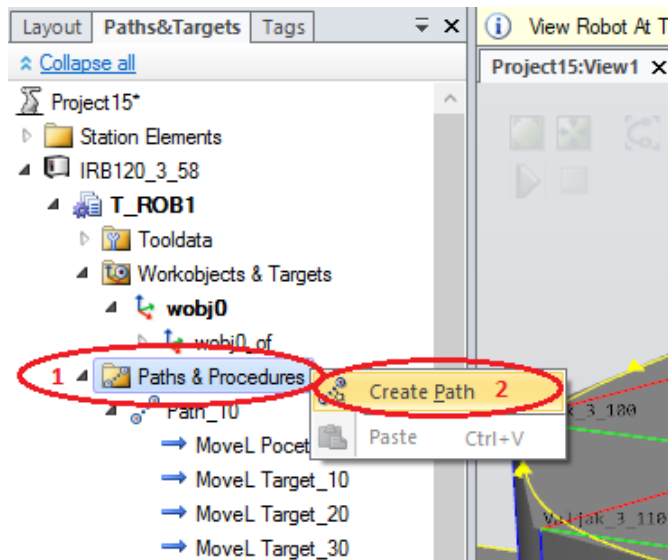
bridovima gornje plohe kvadra. Putanja Path\_20 (Slika 5.2.2.29, oznaka 3) izvodi gibanje robota po kružnici gornje plohe prvog valjka. Putanja Path\_30 (Slika 5.2.2.29, oznaka 4) izvodi gibanje robota po kružnici gornje plohe drugog valjka. Putanja Path\_40 (Slika 5.2.2.29, oznaka 5) izvodi gibanje robota po kružnici gornje plohe trećeg valjka.



Slika 5.2.2.29 RobotStudio – stanje ciljnih točaka i putanja gibanja robota po bridovima gornje plohe kvadra i kružnici gornje plohe sva tri valjka

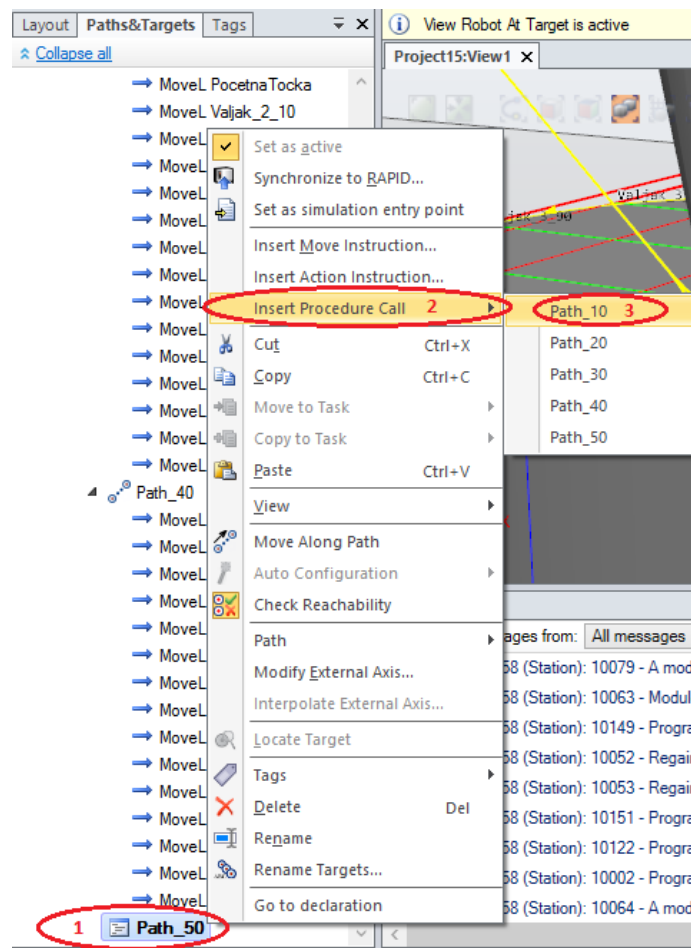
Za izvođenje cjelokupne putanje gibanja po svim putanjama potrebno je izraditi novu putanju koja će pokretati izvođenje putanja od Path\_10 do Path\_40. Izrada nove putanje izvodi se desnim klikom miša na granu Paths & Targets (Slika 5.2.2.30, oznaka 1) u stablu na prozoru Paths&Targets te pokretanjem funkcije Create Path (Slika 5.2.2.30, oznaka 2) čime se stvara nova prazna putanja.





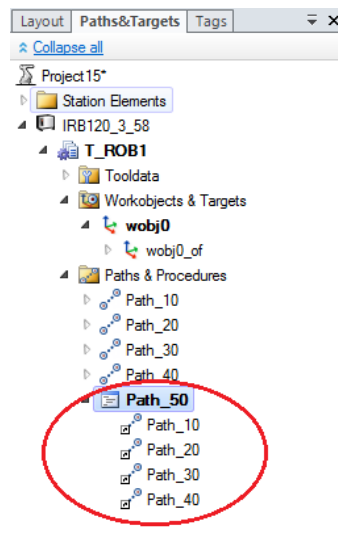
Slika 5.2.2.30 RobotStudio – izrada nove prazne putanje

U izrađenu praznu putanju potrebno je postaviti pozive izvođenja putanja od Path\_10 do Path\_40. To se izvodi desnim klikom miša na odabranoj putanji (Slika 5.2.2.31, oznaka 1), odabirom opcije Insert Procedure Call (Slika 5.2.2.31, oznaka 2) te odabirom željene putanje (Slika 5.2.2.31, oznaka 3). U ovom slučaju potrebno je postupak Insert Procedure Call izvesti četiri puta za pozive procedura (putanja) od Path\_10 do Path\_40.



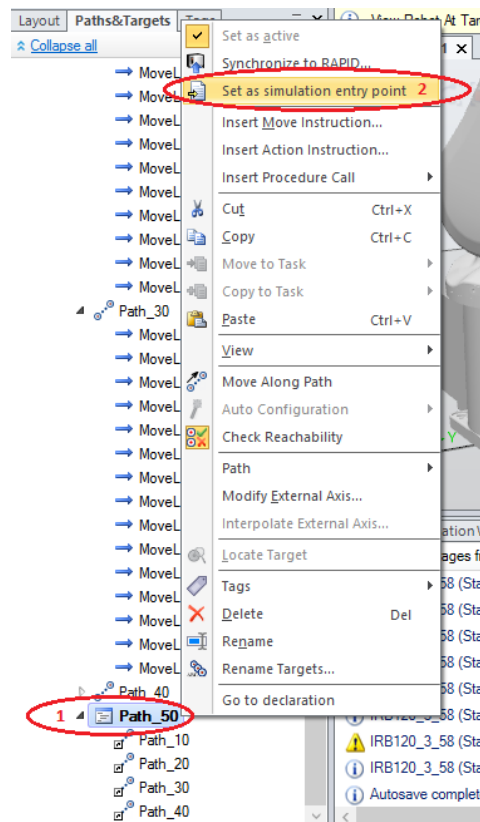
Slika 5.2.2.31 RobotStudio – dodavanje poziva procedure (putanje) u odabranu putanju

Slika 5.2.2.32 prikazuje sadržaj putanje Path\_50 nakon dodavanja poziva putanja od Path\_10 do Path\_40.



Slika 5.2.2.32 RobotStudio – sadržaj putanje Path\_50

Na kraju je potrebno izvršiti cjelokupno gibanje robota po svim putanjama izvođenjem simulacije. Kako bi se simulacija mogla pokrenuti, putanju Path\_50 potrebno je postaviti kao početnu putanju za izvođenje simulacije. To se izvodi desnim klikom miša na željenu putanju (Slika 5.2.2.33, oznaka 1) te odabirom funkcije Set as simulation entry point (Slika 5.2.2.33, oznaka 2).

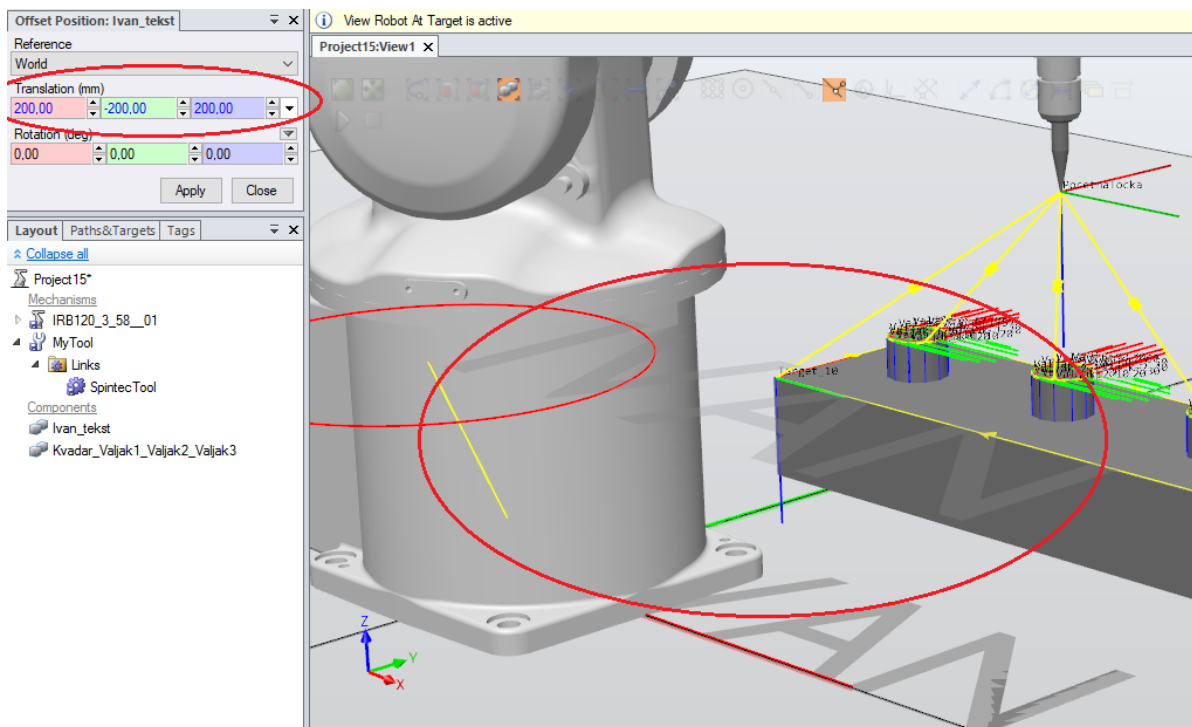


Slika 5.2.2.33 RobotStudio – postavljanje putanje Path\_50 kao početne putanje (procedure) za izvođenje simulacije

Sada je moguće izvršiti simulaciju pokretanjem funkcije Play -> Sync and Play koja se nalazi u grupi Simulation Control izbornika Simulation.

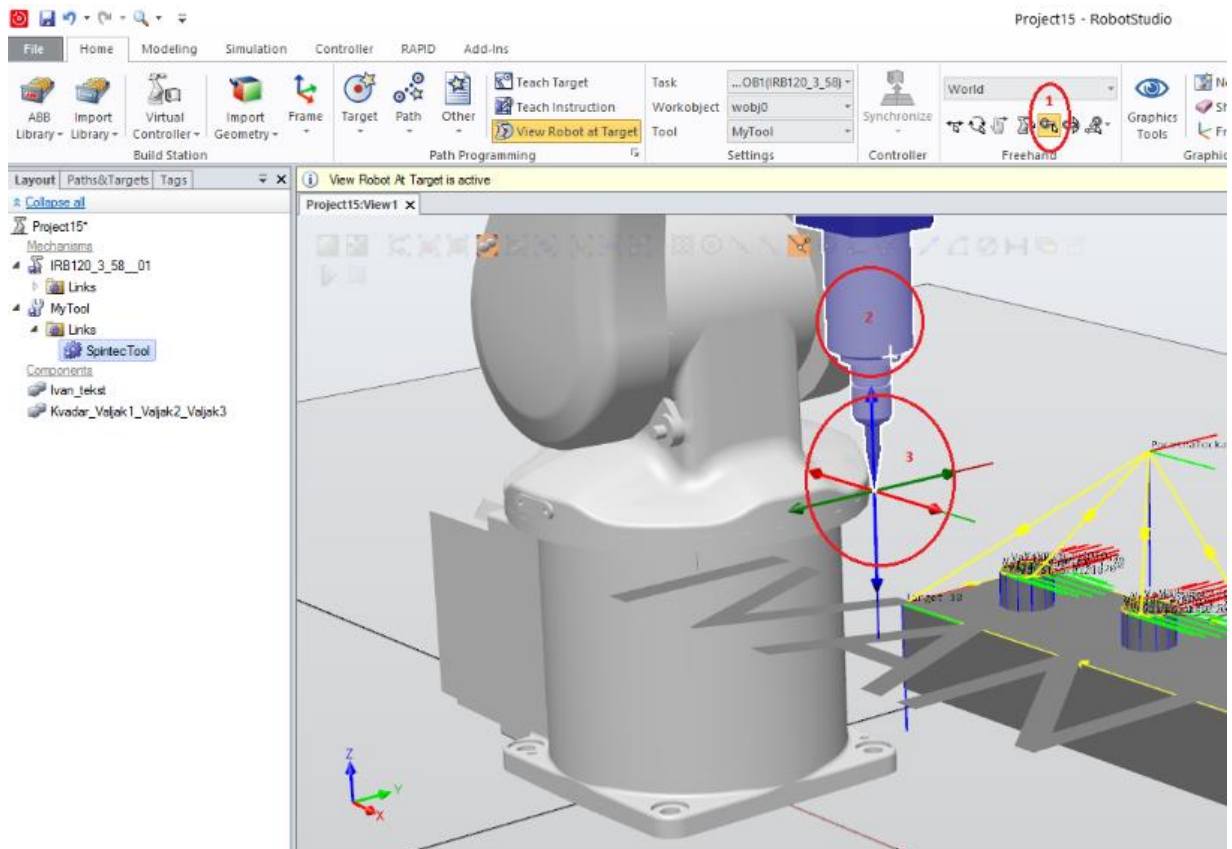
### 5.2.2.5 Izrada putanje gibanja robota po bridovima geometrijskog lika (tekst)

Za izradu putanje gibanja robota po bridovima teksta potrebno je objekt Ivan\_tekst postaviti na poziciju do koje može doći alat MyTool. To se izvodi desnim klikom miša na objekt Ivan\_tekst i pokretanjem funkcije Position -> Offset Position čime se otvara prozor Offset Position za odabrani objekt. Objekt je potrebno pomaknuti za 200 mm po osi X, -200 mm po osi Y te 200 mm po osi Z (Slika 5.2.2.34).



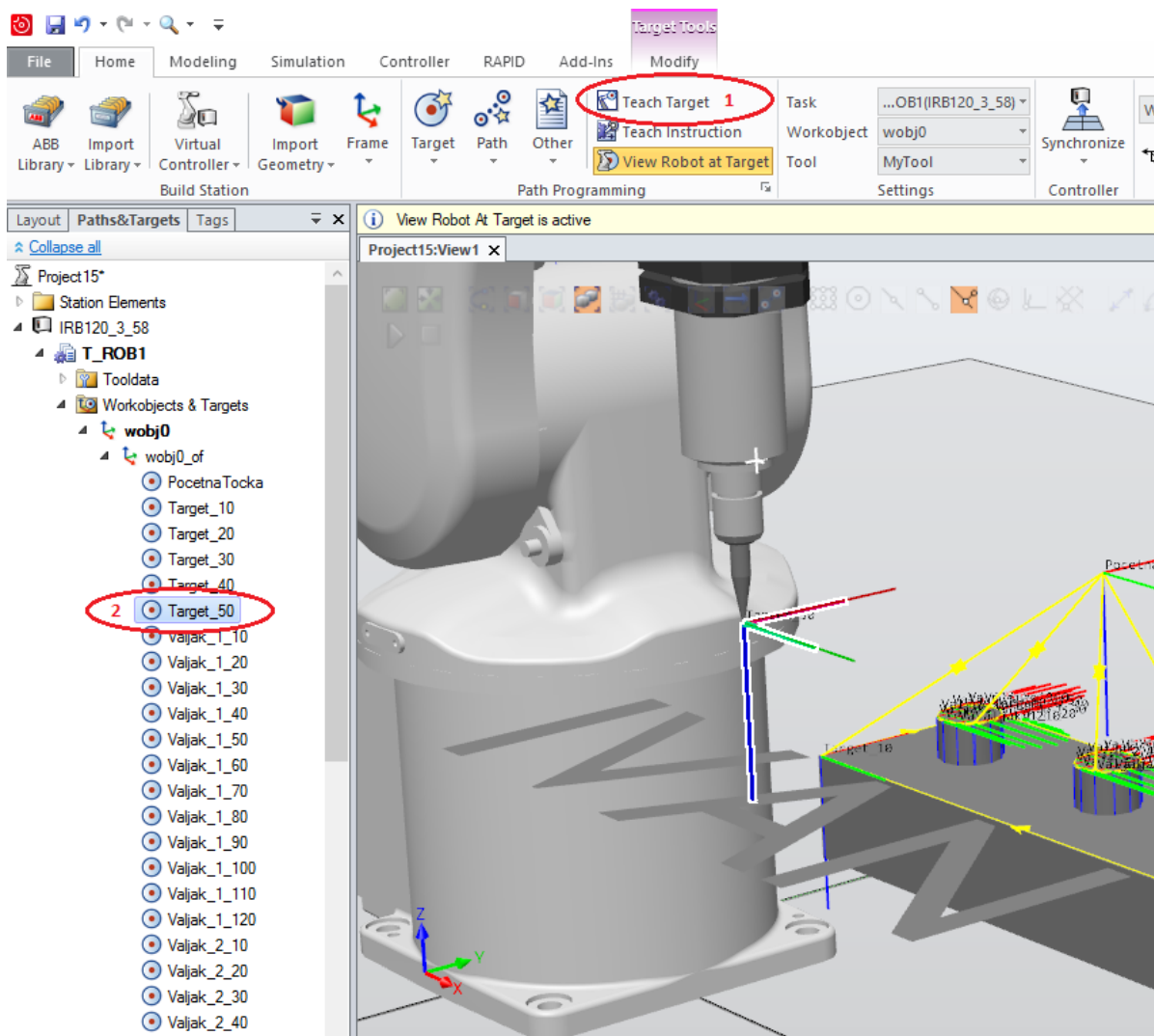
Slika 5.2.2.34 RobotStudio – pomicanje objekta Ivan\_tekst po svim osima

Sada je potrebno izraditi početnu točku (ciljnu poziciju) iz koje će robot kretati s radom i u koju će se vraćati nakon završetka rada. To se može provesti pokretanjem funkcije Jog Linear (Slika 5.2.2.35, oznaka 1) koja se nalazi u grupi Freehand izbornika Home i izbornika Modeling te klikom miša na alat MyTool (Slika 5.2.2.35, oznaka 2) na prozoru Project View čime se prikazuju linije sa strelicama (Slika 5.2.2.35, oznaka 3) za micanje robota po koordinatnim osima (crveno os X, zeleno os Y i plavo os Z). Korištenjem funkcije povlačenja i ispuštanja na odabranim linijama osi koordinatnog sustava izvodi se pomicanje glave robotske ruke u odabranom smjeru.



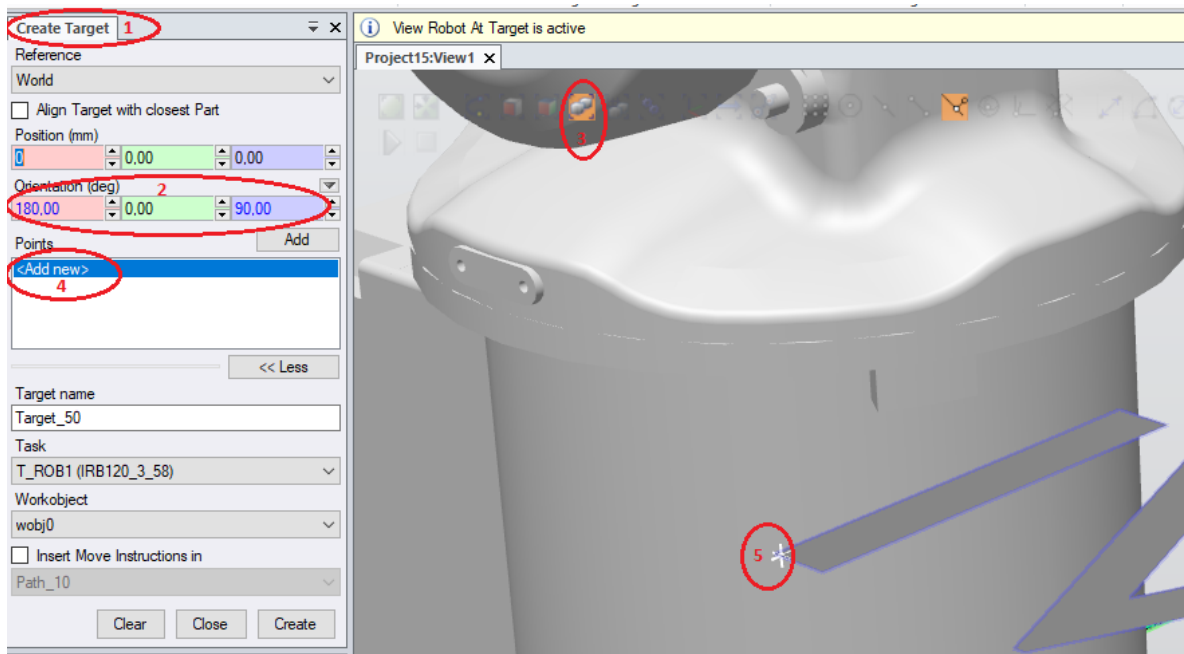
Slika 5.2.2.35 RobotStudio – postavljanje robota na početnu poziciju korištenjem funkcije Freehand – Jog Linear #2

Nakon postavljanja robota na željenu početnu poziciju potrebno je trenutačnu poziciju robota definirati kao ciljnu točku. To se provodi izvođenjem funkcije Teach Target (Slika 5.2.2.36, oznaka 1) koja se nalazi u grupi Path Programming izbornika Home čime će se stvoriti nova ciljna točka (Slika 5.2.2.36, oznaka 2) koja je vidljiva na prozoru Paths&Targets s nazivom npr. Target\_50. Korisno je preimenovati tu ciljnu točku u npr. PocetnaTockaTeksta, a to se provodi desnim klikom miša na ciljnu točku Target\_50 u stablu na prozoru Paths&Targets i odabirom funkcije Rename (ili pritiskom tipke F2 na tipkovnici).



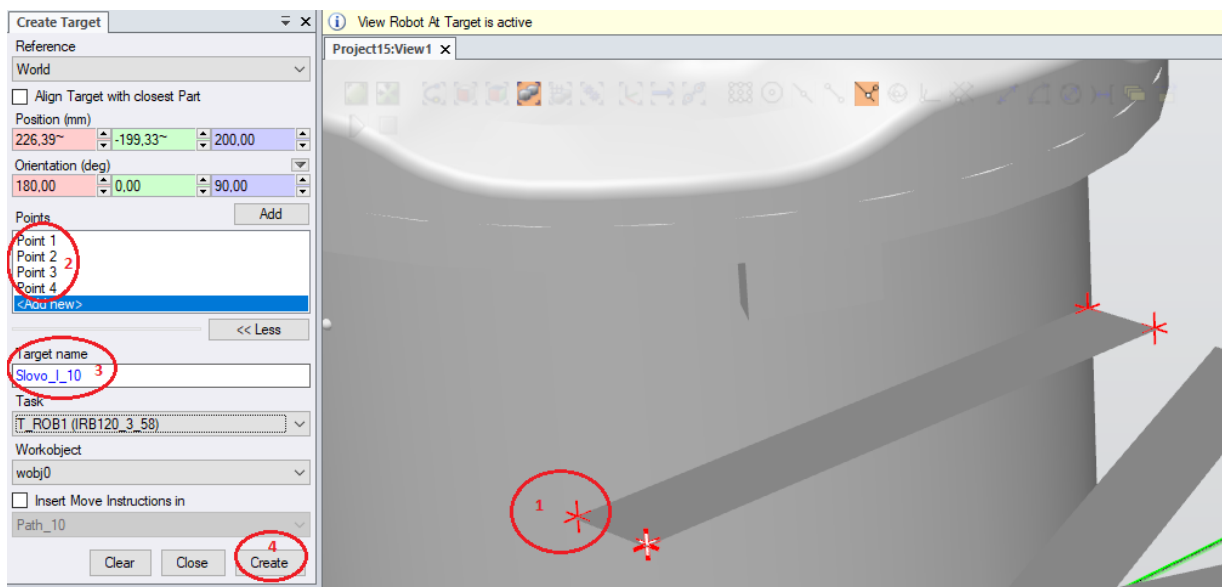
Slika 5.2.2.36 RobotStudio – izrada početne točke korištenjem funkcije Teach Target #2

Sada je potrebno izraditi ciljne točke na vrhovima lika slova I. To se izvodi pokretanjem funkcije Target -> Create Target koja se nalazi u grupi Build Station izbornika Home čime se otvara prozor Create Target (Slika 5.2.2.37, oznaka 1). Na prozoru Create Target najprije treba postaviti orijentaciju ciljnih točaka koje će se kreirati da budu jednake orijentaciji alata MyTool na vrhu robotske ruke, a to je okretanje koordinatnog sustava po osi X za 180° i po osi Z za 90° (Slika 5.2.2.37, oznaka 2). Potom je u prozoru Project View potrebno odabrati način selekcije Part Selection (Slika 5.2.2.37, oznaka 3) i potom kliknuti na polje <Add new> (Slika 5.2.2.37, oznaka 4) na prozoru Create Target. Pomicanjem miša blizu bridova objekta bridovi će promijeniti boju u plavu što znači da će se ciljna točka postaviti na bridu (Slika 5.2.2.37, oznaka 5).



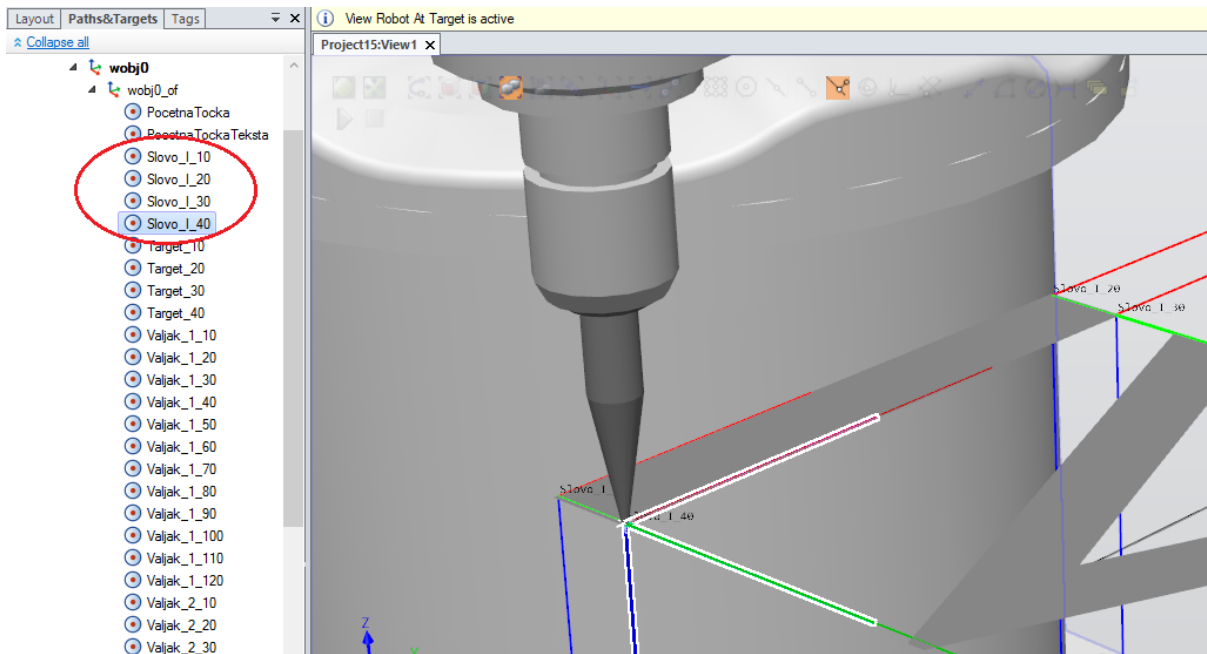
Slika 5.2.2.37 RobotStudio – postavljanje parametara za izradu ciljnih točaka #2

Potrebno je pozicionirati miša na prvi vrh slova I i kliknuti lijevom tipkom miša (Slika 5.2.2.38, oznaka 1) čime će se izraditi prva ciljna točka. Isti postupak izrade ciljnih točaka (klikom miša na vrh) treba provesti za ostale vrhove slova I (Slika 5.2.2.38, oznaka 2). Budući da se za kvadar ciljne točke zovu Target\_\*, tu se može prilagoditi naziv (Slika 5.2.2.38, oznaka 3) koji će se koristiti za ciljne točke slova I.



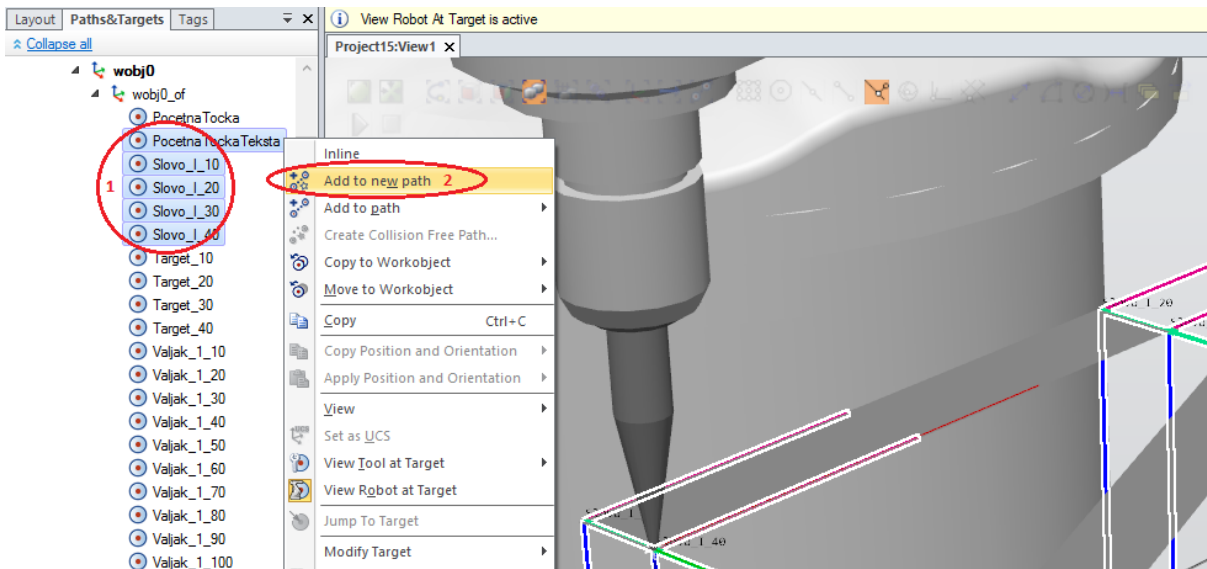
Slika 5.2.2.38 RobotStudio – izrada ciljnih točaka za slovo I

Nakon toga potrebno je kliknuti na gumb Create (Slika 5.2.2.38, oznaka 4) čime će se izraditi sve izrađene ciljne točke za slovo I (Slika 5.2.2.39) i bit će vidljive u stablu projekta u grani wobj0\_of na prozoru Paths&Targets.



Slika 5.2.2.39 RobotStudio – izrađene ciljne točke po vrhovima slova I

Nakon stvaranja ciljnih točaka može se započeti izrada putanje gibanja za slovo I po izrađenim ciljnim točkama. To se izvodi na prozoru Paths&Targets odabirom ciljnih točaka PocetnaTockaTeksta te ciljnih točaka od Slovo\_I\_10 do Slovo\_I\_40 (klikom miša na prvu ciljnu točku, pritiskom i držanjem tipke Shift na tipkovnici te klikom miša na posljednju ciljnu točku), desnim klikom miša na odabrane ciljne točke (Slika 5.2.2.40, oznaka 1) te pokretanjem funkcije Add to new path (Slika 5.2.2.40, oznaka 2).

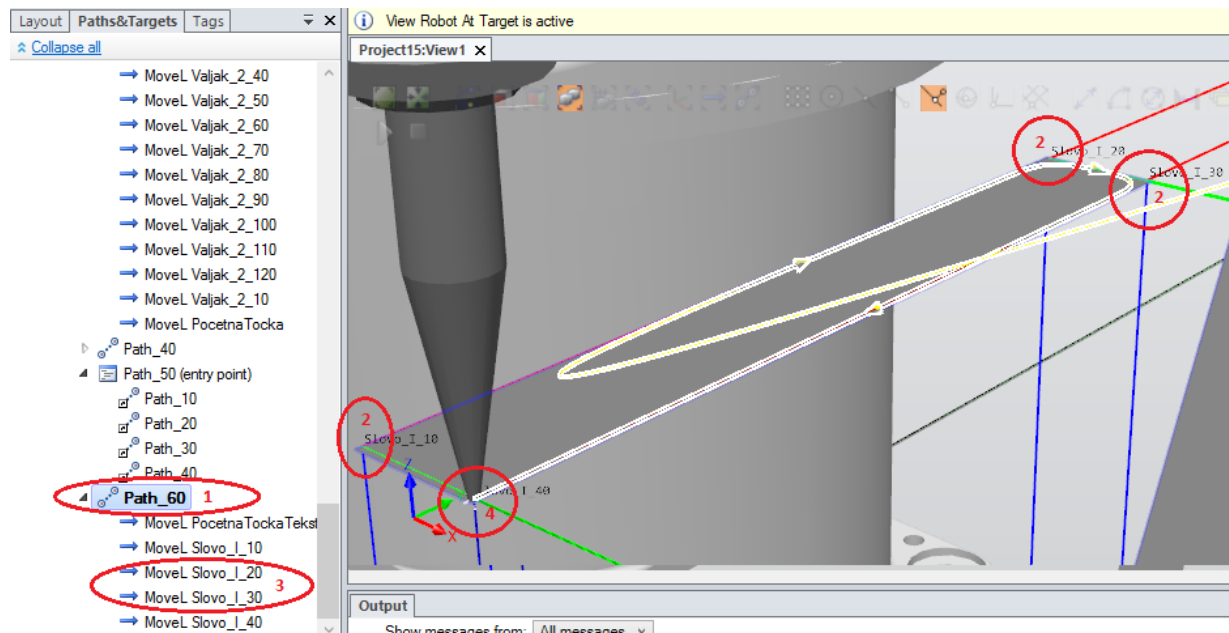


Slika 5.2.2.40 RobotStudio – postavljanje odabranih ciljnih točaka u novu putanju gibanja korištenjem funkcije Add to new path #3

Izvođenjem funkcije Add to new path (Slika 5.2.2.40, oznaka 2) izradit će se nova putanja gibanja, npr. Path\_60 (Slika 5.2.2.41, oznaka 1) na prozoru Paths&Targets u stablu u grani Paths & Procedures, a koja će uključivati gibanje robota do odabranih ciljnih točaka po istom redoslijedu kojim su odabirane ciljne točke. Korisno je naziv stvorene putanje preimenovati u npr. Putanja\_Slovo\_I. Na prozoru Project View vidljiva je bijela crta koja prikazuje putanju



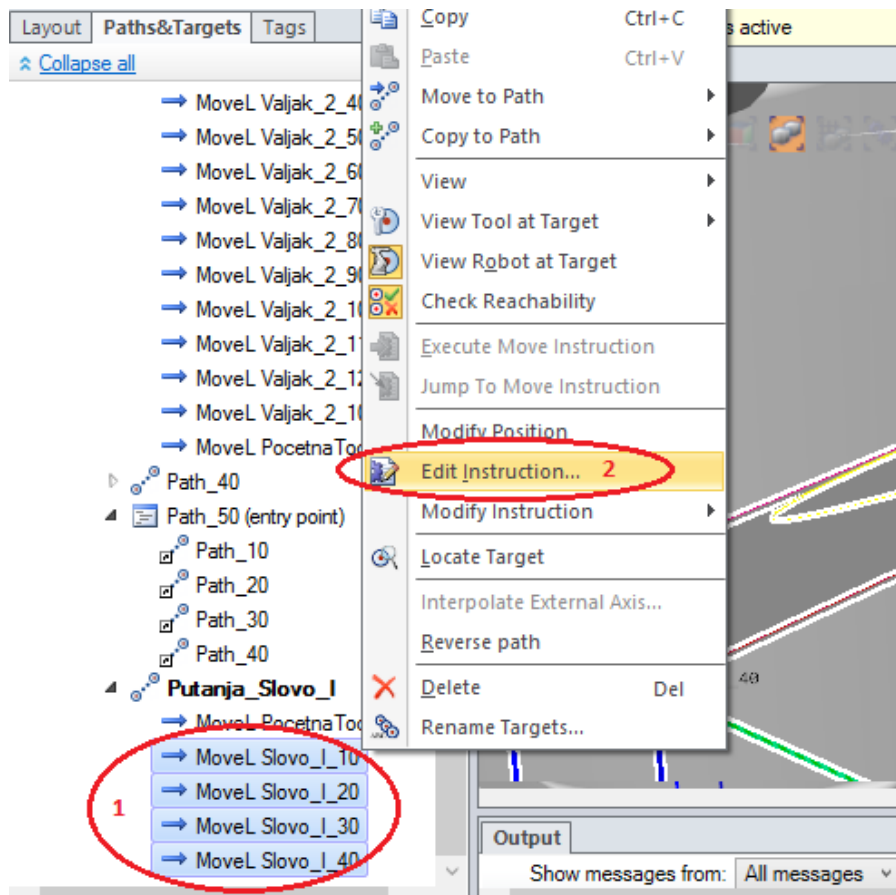
gibanja robota. Vidljivo je da putanja ne dodiruje (Slika 5.2.2.41, oznaka 2) ciljne točke na slovu I, nego prije ciljne točke zaokreće u smjeru sljedeće ciljne točke. Također je vidljivo postavljeno linearno gibanje robota jer se u svim gibanjima izvodi instrukcija MoveL (Slika 5.2.2.41, oznaka 3). Naposljetku, vidljivo je da putanja gibanja završava u posljednjoj, četvrtoj ciljnoj točki (Slika 5.2.2.41, oznaka 4) slova I.



Slika 5.2.2.41 RobotStudio – objašnjenje izrađene putanje gibanja #3

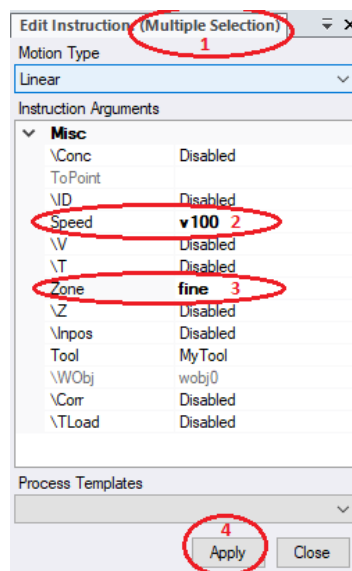
Kako bi putanja gibanja po bridovima slova I bila precizna (gibanje do ciljne točke) i potpuna, potrebno je izvršiti neke prilagodbe na izrađenoj putanji Path\_60 koja je preimenovana u Putanja\_Slovo\_I. Kako bi se postigla preciznost gibanja, potrebno je prilagoditi zonu gibanja robota do ciljnih točaka od Slovo\_I\_10 do Slovo\_I\_40. To se može izvoditi istovremeno nad sva četiri gibanja pa ih je potrebno odabrati (klikom miša na prvo, pritiskom i držanjem tipke Shift na tipkovnici te klikom miša na posljednje četvrto gibanje u putanji). Nad odabranim gibanjima potrebno je izvesti desni klik miša (Slika 5.2.2.42, oznaka 1) čime se otvara skočni prozor te pokrenuti funkciju Edit Instruction (Slika 5.2.2.42, oznaka 2) čime se otvara prozor Edit Instruction.





Slika 5.2.2.42 RobotStudio – pokretanje funkcije Edit Instruction za više odabranih gibanja #3

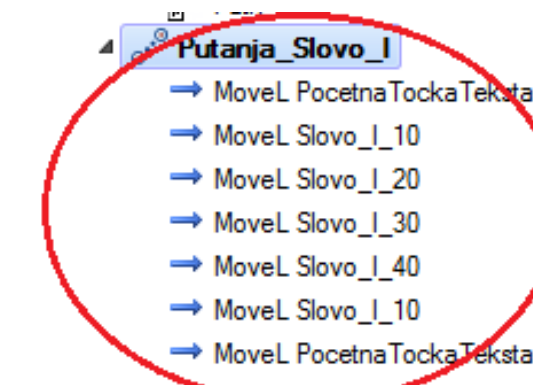
Na prozoru Edit Instruction vidljivo je da će se promjene odnositi na sva odabrana gibanja jer je u naslovu prozora navedeno Multiple Selection (Slika 5.2.2.43, oznaka 1). Tu je potrebno smanjiti brzinu s 1000 mm/s na 100 mm/s odabirom opcije v100 u polju Speed (Slika 5.2.2.43, oznaka 2) i u polju Zone (Slika 5.2.2.43, oznaka 3) postaviti najviši stupanj zone preciznosti odabirom opcije fine. Nakon prilagodbe navedenih vrijednosti potrebno je kliknuti na gumb Apply (Slika 5.2.2.43, oznaka 4).



Slika 5.2.2.43 RobotStudio – prozor Edit Instruction za više odabranih gibanja #3

Kako bi putanja gibanja bila potpuna i nakon gibanja po svim bridovima slova I, potrebno je nakon trenutnoga posljednjeg gibanja do četvrte ciljne točke na slovu I dodati gibanje do prve ciljne točke slova I Controls potom gibanje do ciljne točke PocetnaTockaTeksta. To će se izvesti dupliciranjem gibanja MoveL Slovo\_I\_10 i dupliciranjem gibanja MoveL PocetnaTocka.

Dupliciranje gibanja provodi se kombinacijom funkcija Copy – Paste tako da se odabere gibanje MoveL Slovo\_I\_10, potom pokrene funkcija Copy (desnim klikom miša na odabrano gibanje i klikom na opciju Copy ili pritiskom kombinacije tipki Ctrl + C na tipkovnici), potom odabere posljednje gibanje MoveL Slovo\_I\_40 te pokrene funkcija Paste (desnim klikom miša na odabrano gibanje i klikom na opciju Paste ili pritiskom kombinacije tipki Ctrl + V na tipkovnici). Potom će se prikazati prozor Create New Targets s pitanjem treba li izraditi novu ciljnu točku. Budući da ciljna točka već postoji, nije potrebno izraditi novu pa je ovdje potrebno kliknuti na gumb No. Isti postupak je potrebno izvesti za dupliciranje gibanja MoveL PocetnaTockaTeksta. Slika 5.2.2.44 prikazuje stanje putanje Putanja\_Slovo\_I nakon dupliciranja navedenih gibanja.

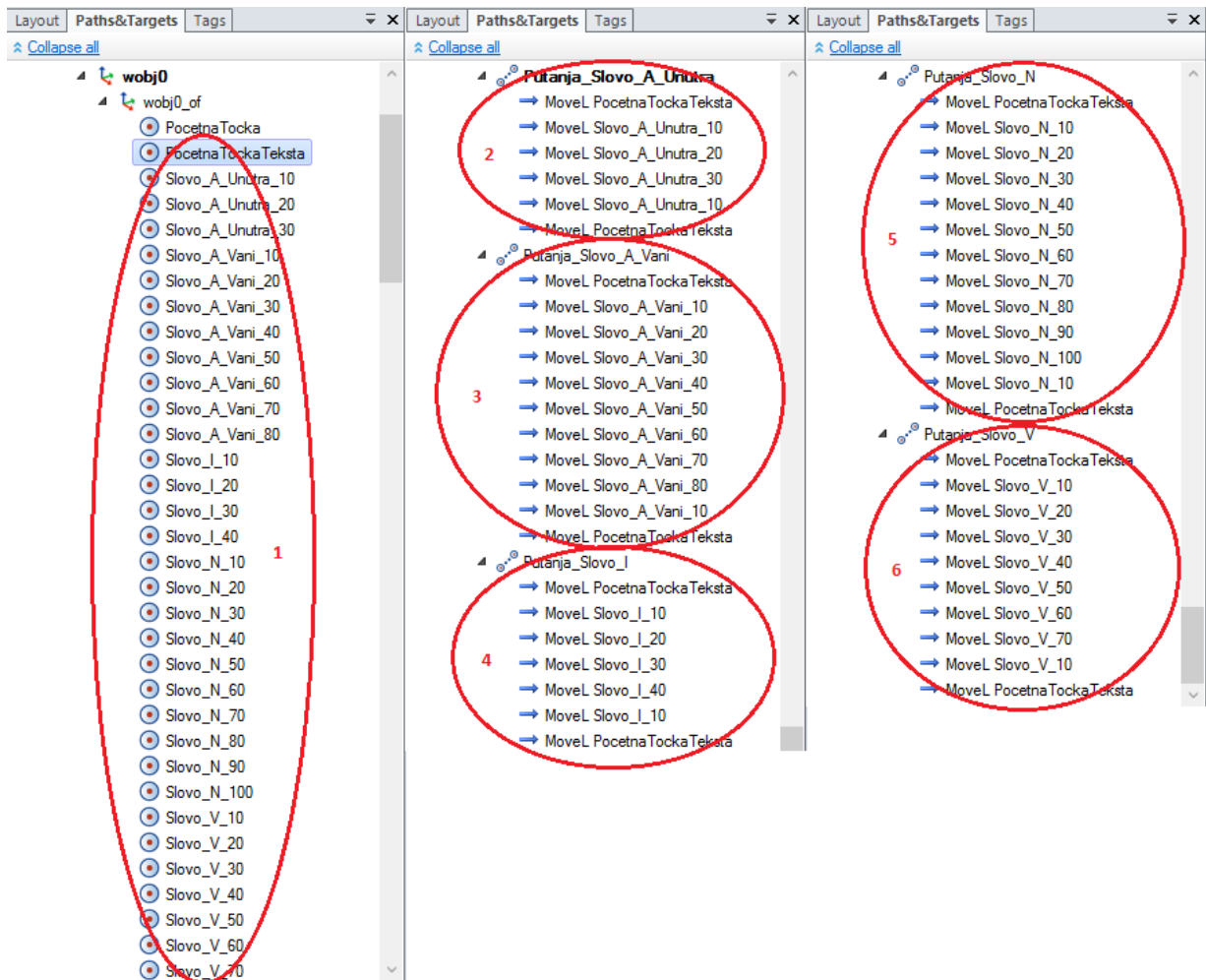


Slika 5.2.2.44 RobotStudio – stanje putanje Putanja\_Slovo\_I nakon dupliciranja gibanja

Gibanje robota po putanji moguće je provjeriti desnim klikom miša na naziv putanje te pokretanjem funkcije Move Along Path.

Cijeli opisani i provedeni postupak u ovom poglavlju (5.2.2.5) potrebno je provesti za izradu ciljnih točaka ostalih slova V, A, i N te izradu putanja gibanja po tim točkama. Budući da će za slovo A trebati izraditi dvije putanje, jedna za vanjski obrub, a druga za unutarnji obrub slova, prikladno će se nazvati ciljne točke i putanje za slovo A.

Nakon izrade svih ciljnih točaka za slova V, A, i N te uključujući slovo I ima ukupno 33 ciljne točke za sva četiri slova (Slika 5.2.2.45, oznaka 1) od čega je jedna PocetnaTockaTeksta, četiri ciljne točke za slovo I, sedam ciljnih točaka za slovo V, osam ciljnih točaka za vanjski dio i tri ciljne točke za unutarnji dio slova A te deset ciljnih točaka za slovo N. Gibanja robota u svim izrađenim putanjama počinju od ciljne točke PocetnaTockaTeksta i završavaju na njoj. Putanja\_Slovo\_I (Slika 5.2.2.45, oznaka 4) izvodi gibanje robota po bridovima slova I. Putanja\_Slovo\_V (Slika 5.2.2.45, oznaka 6) izvodi gibanje robota po bridovima slova V. Putanja\_Slovo\_A\_Vani (Slika 5.2.2.45, oznaka 3) izvodi gibanje robota po vanjskim bridovima slova A. Putanja\_Slovo\_A\_Unutra (Slika 5.2.2.45, oznaka 2) izvodi gibanje robota po unutarnjim bridovima slova A. Putanja\_Slovo\_N (Slika 5.2.2.45, oznaka 5) izvodi gibanje robota po bridovima slova N.

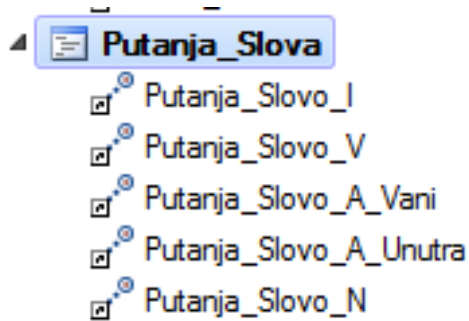


Slika 5.2.2.45 RobotStudio – stanje ciljnih točaka i putanja gibanja robota po bridovima slova I, V, A i N

Za izvođenje cjelokupne putanje gibanja po svim putanjama potrebno je izraditi novu putanju koja će pokretati izvođenje putanja svih slova i treba je nazvati Putanja\_Slova. Izrada nove putanje objašnjena je na kraju poglavlja 5.2.2.4.2 i izvodi se desnim klikom miša na granu Paths & Targets (Slika 5.2.2.30, oznaka 1) u stablu na prozoru Paths & Targets te pokretanjem funkcije Create Path (Slika 5.2.2.30, oznaka 2) čime se izrađuje nova prazna putanja.

U izrađenu praznu putanju potrebno je postaviti pozive izvođenja putanja svih pojedinačnih slova. Dodavanje poziva putanja objašnjeno je na kraju poglavlja 5.2.2.4.2 i izvodi se desnim klikom miša na odabranoj putanji (Slika 5.2.2.31, oznaka 1), odabirom opcije Insert Procedure Call (Slika 5.2.2.31, oznaka 2) te odabirom željene putanje (Slika 5.2.2.31, oznaka 3).

U ovom slučaju potrebno je postupak Insert Procedure Call izvesti pet puta za pozive procedura (putanja) slova, od čega je jedan poziv za putanje slova I, V i N i dva poziva za putanje (vanjsku i unutrašnju) slova A. Slika 5.2.2.46 prikazuje sadržaj putanje Putanja\_Slova nakon postavljanja poziva putanja svih slova.



Slika 5.2.2.46 RobotStudio – sadržaj putanje Putanja\_Slova

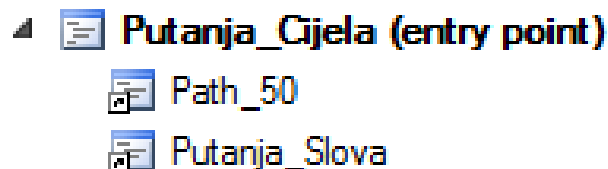
Na kraju je potrebno izvršiti cjelokupno gibanje robota po putanjama svih slova izvođenjem simulacije. Kako bi se simulacija mogla pokrenuti, putanju Putanja\_Slova potrebno je postaviti kao početnu putanju za izvođenje simulacije. To je objašnjeno na kraju poglavlja 5.2.2.4.2 i izvodi se desnim klikom miša na željenu putanju (Slika 5.2.2.33, oznaka 1) te odabirom funkcije Set as simulation entry point (Slika 5.2.2.33, oznaka 2).

Sada je moguće izvršiti simulaciju pokretanjem funkcije Play -> Sync and Play koja se nalazi u grupi Simulation Control izbornika Simulation.

#### 5.2.2.6 Povezivanje trajektorija gibanja u cjelokupnu trajektoriju gibanja po bridovima kvadra, valjaka i slova

Za izradu cjelokupne trajektorije gibanja po bridovima gornje plohe kvadra i kružnica na gornjim ploham triju valjaka (izrađeno u poglavlju 5.2.2.4) te gibanja po bridovima slova (izrađeno u poglavlju 5.2.2.5) potrebno je izraditi novu putanju, npr. Putanja\_Cijela u koju treba postaviti pozive putanja Path\_50 i Putanja\_Slova. Novu putanju Putanja\_Cijela potrebno je postaviti kao početnu putanju za izvođenje simulacije i rada robota, a to se izvodi desnim klikom miša na naziv putanje Putanja\_Cijela u stablu na prozoru Paths&Targets, čime se otvara skočni prozor s dodatnim mogućnostima za odabranu putanju na kojemu je potrebno pokrenuti funkciju Set as simulation entry point.

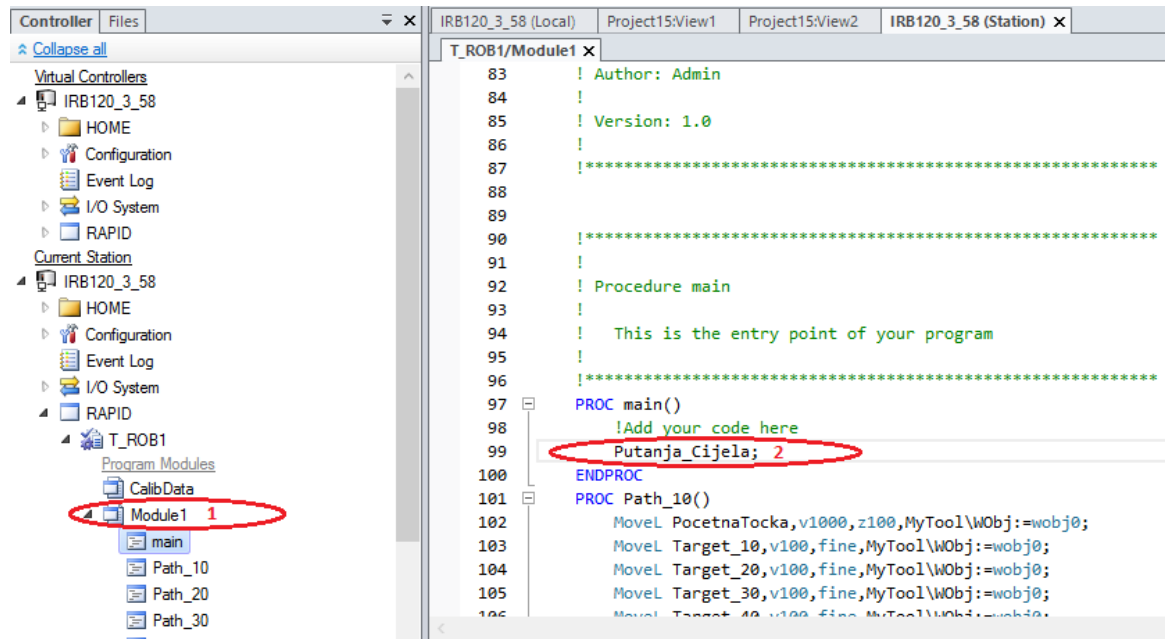
Slika 5.2.2.47 prikazuje sadržaj putanje Putanja\_Cijela nakon postavljanja poziva prije navedenih putanji te postavljanja putanje kao početne putanje za izvođenje simulacije i rada robota.



Slika 5.2.2.47 RobotStudio – sadržaj putanje Putanja\_Cijela

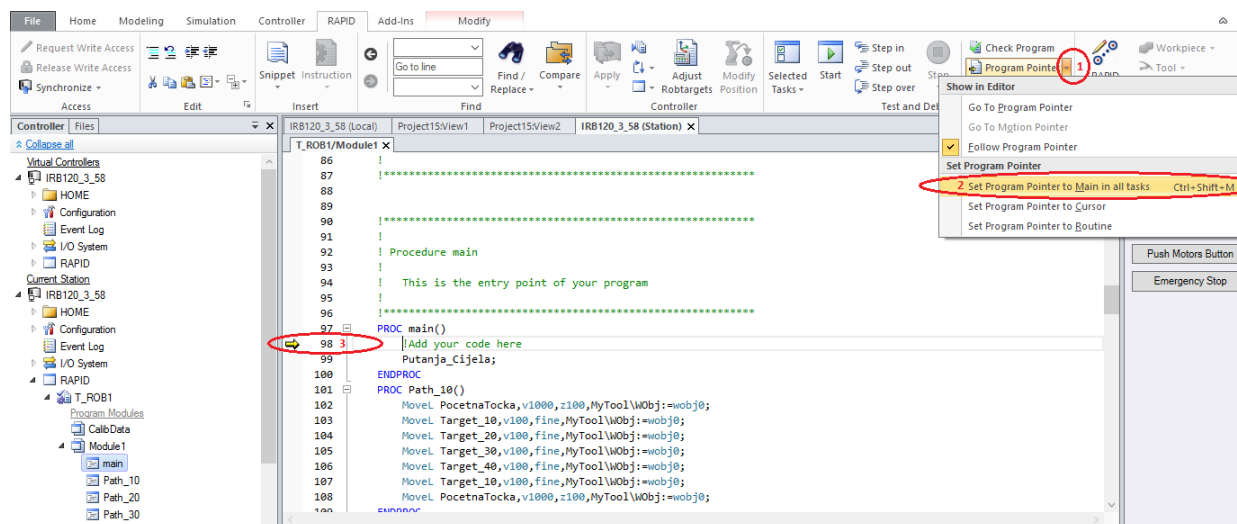
### 5.2.2.7 Kontinuirano izvođenje cjelokupne trajektorije gibanja u automatskom načinu rada robota

Za postavljanje načina rada robota potrebno je u otvoriti program (Module 1) dvostrukim klikom miša na Module 1 (Slika 5.2.2.48, oznaka 1) u stablu prozora Controller u grani Current Station, te u proceduri main() postaviti poziv procedure Putanja\_Cijela (Slika 5.2.2.48, oznaka 2).



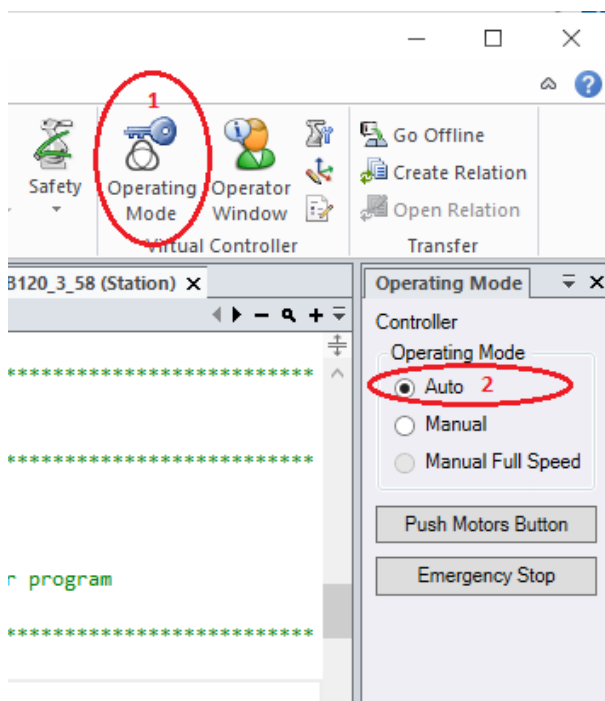
Slika 5.2.2.48 RobotStudio – postavljanje poziva procedure Putanja\_Cijela u proceduru main()

Potom je potrebno proceduru main() označiti kao početnu točku za izvršavanje programa. To se izvodi pokretanjem funkcije Set Program Pointer to Main in all tasks (Slika 5.2.2.49, oznaka 2) koja se nalazi u padajućem izborniku funkcije Program Pointer (Slika 5.2.2.49, oznaka 1) u grupi Test and Debug izbornika RAPID, ili pritiskom kombinacije tipki na tipkovnici Ctrl + Shift + M. Nakon postavljanja početne točke za izvođenje programa pokazivač na sljedeću naredbu koja će se izvršiti prilikom pokretanja programa bit će na prvoj liniji procedure main() (Slika 5.2.2.49, oznaka 3).



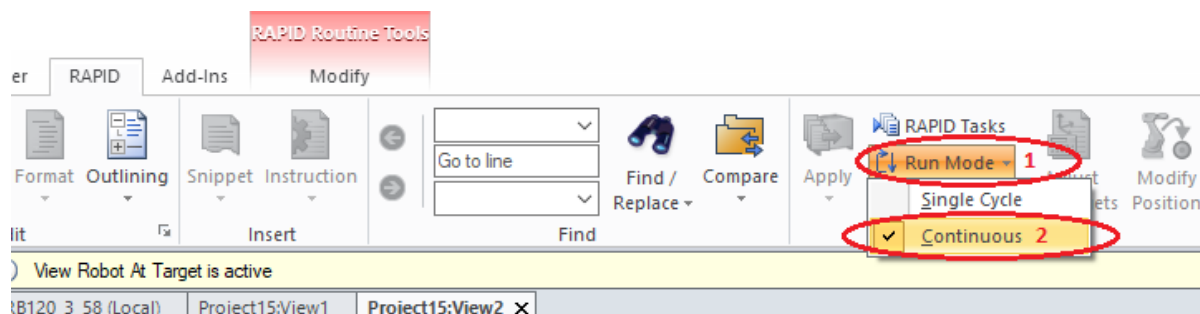
Slika 5.2.2.49 RobotStudio – postavljanje početne točke za izvršavanje programa na proceduru main()

Sada je potrebno postaviti način rada robota s pomoću funkcije Operating Mode (Slika 5.2.2.50, oznaka 1) koja se nalazi u grupi Virtual Controller izbornika Controller te odabirom automatskog (Auto) načina rada (Slika 5.2.2.50, oznaka 2), što je objašnjeno u poglavlju 2.5.1.5. Postavljanje načina rada robota moguće je izvršiti korištenjem sklopke za postavljanje načina rada na robotu koja se nalazi na privjesku za učenje (ili na alatu FlexPendant softvera RobotStudio), što je objašnjeno u poglavlju 1.2.3.4.



Slika 5.2.2.50 RobotStudio – postavljanje načina rada robota

Sada je potrebno postaviti način izvođenja (Run Mode) programa. To se izvodi klikom miša na funkciju Run Mode (Slika 5.2.2.51, oznaka 1) koja se nalazi u grupi Controller izbornika RAPID čime se otvara padajući izbornik u kojemu je potrebno odabrati opciju Continuous (Slika 5.2.2.51, oznaka 2).



Slika 5.2.2.51 RobotStudio – postavljanje načina izvođenja programa

Nakon izvršenih prethodno navedenih aktivnosti u ovom poglavlju može se pokrenuti izvođenje programa (rad robota) pritiskom na gumb Start koji se nalazi u grupi Test and Debug izbornika RAPID što je objašnjeno u poglavlju 2.6.1.6.

### 5.2.3 Pitanja i zadaci

Esejska pitanja:

1. Opišite postupak postavljanja alata na vrh robotske ruke.
2. Objasnite postupak postavljanja ciljnih točaka po bridovima ploha geometrijskih tijela ili likova.
3. Objasnite postupak dodavanja više ciljnih točaka u postojeću putanju.
4. Objasnite postupak postavljanja više ciljnih točaka u novu putanju.
5. Objasnite postupak pozivanja određene putanje gibanja u nekoj drugoj putanji gibanja.
6. Objasnite postupak postavljanja automatskog načina rada robota.
7. Objasnite postupak postavljanja kontinuiranog načina izvođenja programa.

Pitanja s jednim točnim odgovorom:

1. Koja se funkcija koristi za definiranje nove ciljne točke na temelju trenutne pozicije robota?
  - a. Create Target
  - b. Teach Target
  - c. Teach Instruction
2. Na prozoru Create Target što treba postaviti za prilagodbu usmjerenja koordinatnog sustava ciljne točke?
  - a. Position
  - b. Points
  - c. Orientation
3. Koji se postupak koristi za odabir više objekata u nizu?
  - a. Odabir prvog objekta (klikom miša), pritisak i držanje pritisnute tipke Shift, odabir zadnjeg objekta u nizu (klikom miša)
  - b. Odabir prvog objekta (klikom miša), pritisak i držanje pritisnute tipke Ctrl, odabir zadnjeg objekta u nizu (klikom miša)
  - c. Odabir prvog objekta (klikom miša), pritisak i držanje pritisnute tipke Alt, odabir zadnjeg objekta u nizu (klikom miša)
4. Koja tipka na tipkovnici treba biti pritisnuta za nasumični odabir više objekata?
  - a. Shift
  - b. Alt Gr
  - c. Ctrl
  - d. Alt
5. Što treba podesiti u određenom gibanju (MoveL ili MoveJ) kako bi se robot gibao točno do pozicije ciljne točke toga gibanja?
  - a. Speed
  - b. Inpos
  - c. Corr
  - d. Zone
6. Koju funkciju u skočnom prozoru nad objektom putanja gibanja (engl. *path*) treba pokrenuti za pozivanje/izvođenje neke postojeće putanje?
  - a. Insert Move Instruction
  - b. Insert Procedure Call
  - c. Insert Action Instruction

7. Što znači kada je za određeno gibanje u polje Zone postavljena vrijednost *fine*?
  - a. Robot će se gibati točno do ciljne točke
  - b. Robot će se precizno i sporo gibati
  - c. Robot će se gibati dovoljno precizno kako ne bi oštetio okolne objekte
8. Koju funkciju u izborniku Controller treba pokrenuti za postavljanje automatskog načina rada robota?
  - a. Configuration
  - b. Operator Window
  - c. Operating Mode
9. Koju funkciju u izborniku RAPID treba pokrenuti za postavljanje kontinuiranog načina izvođenja programa?
  - a. Run Mode
  - b. Program
  - c. Adjust Robtargets
  - d. Synchronize

#### **5.2.4 Literatura i izvori**

1. Softver RobotStudio 2022.3.2 (64-bit) Version 22.3.10190.2



# Popis slika

Slika 1.1.3.1 E- poruka za instalaciju softvera RobotStudio.....	3
Slika 1.1.3.2 Sadržaj instalacijske mape softvera RobotStudio .....	4
Slika 1.1.3.3 Bilješke o izdanju softvera RobotStudio .....	4
Slika 1.1.3.4 E-poruka za instalaciju softvera RobotStudio.....	5
Slika 1.1.3.5 Windows 10 UAC (User Account Control) prozor.....	5
Slika 1.1.3.6 Instalacija softvera RobotStudio – prozor za odabir jezika .....	5
Slika 1.1.3.7 Instalacija softvera RobotStudio – priprema za instalaciju .....	6
Slika 1.1.3.8 Instalacija softvera RobotStudio – informacije o softveru .....	6
Slika 1.1.3.9 Instalacija softvera RobotStudio – licencni ugovor .....	7
Slika 1.1.3.10 Instalacija softvera RobotStudio – izjava o privatnosti.....	7
Slika 1.1.3.11 Instalacija softvera RobotStudio – dabilir instalacijske mape .....	8
Slika 1.1.3.12 Instalacija softvera RobotStudio – tip instalacije .....	8
Slika 1.1.3.13 Instalacija softvera RobotStudio – informativni prozor prije početka instalacije.....	9
Slika 1.1.3.14 Instalacija softvera RobotStudio – instalacijski proces.....	9
Slika 1.1.3.15 Instalacija softvera RobotStudio – dovršetak instalacije.....	10
Slika 1.1.3.16 Instalacija softvera RobotStudio – zahtjev za ponovno pokretanje računala ..	10
Slika 1.1.3.17 RobotStudio – poveznica na radnoj površini .....	11
Slika 1.1.3.18 RobotStudio – aktivacijski prozor .....	11
Slika 1.1.3.19 RobotStudio – aktivacijski prozor – probna licenca .....	12
Slika 1.1.3.20 RobotStudio – aktivacijski prozor – probna licenca – proces aktiviranja.....	12
Slika 1.1.3.21 RobotStudio – aktivacijski prozor – probna licenca aktivirana .....	13
Slika 1.1.3.22 RobotStudio – aktivacijski prozor – samostalna licenca .....	14
Slika 1.1.3.23 RobotStudio – aktivacijski prozor – mrežna licenca s poslužitelja .....	14
Slika 1.1.3.24 RobotStudio – dijalog za ponovno pokretanje .....	15
Slika 1.1.3.25 RobotStudio – otvaranje prozora Activate RobotStudio .....	15
Slika 1.1.3.26 RobotStudio – aktivacijski prozor – mrežna licenca u offline načinu rada.....	16
Slika 1.1.3.27 RobotStudio – aktivacijski prozor – check out a commuter license .....	16
Slika 1.1.3.28 RobotStudio – dijalog – instalacija softvera RobotWare.....	17
Slika 1.1.3.29 RobotStudio - galerija i instalacija softvera RobotWare.....	17
Slika 1.1.3.30 RobotStudio – RobotWare – prozor End User License Agreement .....	18
Slika 1.2.3.1 RobotStudio – izrada novog projekta .....	22
Slika 1.2.3.2 RobotStudio – sumarni podaci novoga izrađenog projekta .....	23
Slika 1.2.3.3 RobotStudio – odabir knjižnice .....	23
Slika 1.2.3.4 RobotStudio – odabrana knjižnica .....	24
Slika 1.2.3.5 Radna površina s postavljenom robotskom rukom.....	24
Slika 1.2.3.6 RobotStudio – odabir perspektive .....	25
Slika 1.2.3.7 RobotStudio – opcije Freehand .....	26
Slika 1.2.3.8 RobotStudio – Jog Joint na zglobu J3.....	26
Slika 1.2.3.9 RobotStudio – Jog Linear po osi x (crvena) .....	27
Slika 1.2.3.10 RobotStudio – Jog Reorient po osi y (zeleni) .....	27
Slika 1.2.3.11 RobotStudio – pokretanje alata IRC5 FlexPendant.....	28
Slika 1.2.3.12 RobotStudio – alata FlexPendant .....	28
Slika 1.2.3.13 RobotStudio – alat FlexPendant alat – prozor sa sklopkom .....	29
Slika 2.1.1.1 RobotStudio – izbornik File .....	33
Slika 2.1.1.2 RobotStudio – izbornik File – prozor Save As.....	34

Slika 2.1.1.3 RobotStudio – izbornik File – prozor Share.....	34
Slika 2.1.1.4 RobotStudio – izbornik File – Online – Installation Manager 6 .....	35
Slika 2.1.1.5 RobotStudio – izbornik File – prozor Help.....	36
Slika 2.1.1.6 RobotStudio – izbornik File – prozor Help – IRC 5 Documentation .....	37
Slika 2.1.1.7 RobotStudio – izbornik File – prozor Options.....	37
Slika 2.2.1.1 RobotStudio – izbornik Home .....	39
Slika 2.2.1.2 RobotStudio – izbornik Home – ABB Library .....	40
Slika 2.2.1.3 RobotStudio – izbornik Home – Virtual Controller – prozor Add New Controller .....	41
Slika 2.2.1.4 RobotStudio – izbornik Home – Virtual Controller – opcija Existing Controller	41
Slika 2.2.1.5 RobotStudio – izbornik Home – grupa Freehand .....	43
Slika 2.2.1.6 RobotStudio – izbornik Home – podizbornik Graphics Tools.....	43
Slika 2.2.1.7 RobotStudio – izbornik Home – grupa Graphics – padajući izbornik Show/Hide .....	44
Slika 2.3.1.1 RobotStudio – izbornik Modeling .....	46
Slika 2.3.1.2 RobotStudio – Prozor Layout – Components.....	47
Slika 2.3.1.3 RobotStudio – izbornik Modeling – Solid – prozori Create .....	48
Slika 2.3.1.4 RobotStudio – izbornik Modeling – Surface – prozori Create.....	49
Slika 2.3.1.5 RobotStudio – izbornik Modeling – Curve – prozori Create.....	50
Slika 2.3.1.6 RobotStudio – zbornik Modeling – Measure – Point to Point.....	51
Slika 2.3.1.7 RobotStudio – izbornik Modeling – Measure – Angle.....	52
Slika 2.3.1.8 RobotStudio – zbornik Modeling – Measure – Diameter .....	53
Slika 2.3.1.9 RobotStudio – zbornik Modeling – Measure – Minimum Distance .....	54
Slika 2.4.1.1 RobotStudio – zbornik Simulation.....	56
Slika 2.4.1.2 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Modify Collision set.....	57
Slika 2.4.1.3 RobotStudio – prikazi CollisionSeta .....	57
Slika 2.4.1.4 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Simulation Setup.....	58
Slika 2.4.1.5 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Station Logic.....	59
Slika 2.4.1.6 RobotStudio – skočni prozor za dodavanje novih elemenata na prozor Station Logic .....	59
Slika 2.4.1.7 RobotStudio – izbornik Simulation – padajući izbornik Play .....	60
Slika 2.4.1.8 RobotStudio – izbornik Simulation – padajući izbornik Reset.....	61
Slika 2.4.1.9 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor za Simulator I/O .....	62
Slika 2.4.1.10 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor za Simulator I/O – Select Controller .....	62
Slika 2.4.1.11 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor TCP Trace .....	63
Slika 2.4.1.12 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor TCP Trace – Select events .....	63
Slika 2.4.1.13 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Stopwatch.....	64
Slika 2.4.1.14 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Signal Analyzer.....	65
Slika 2.4.1.15 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Signal Setup .....	66
Slika 2.4.1.16 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Recordings .....	66
Slika 2.4.1.17 RobotStudio – izbornik Simulation – prozor Recording Playback.....	67
Slika 2.5.1.1 RobotStudio – izbornik Controller .....	70
Slika 2.5.1.2 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Add Controller.....	71
Slika 2.5.1.3 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Start Virtual Controller.....	72
Slika 2.5.1.4 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Restart.....	73
Slika 2.5.1.5 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Backup .....	74
Slika 2.5.1.6 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Create Backup .....	74

Slika 2.5.1.7 Sadržaj mape sigurnosne kopije .....	75
Slika 2.5.1.8 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Restore from Backup .....	75
Slika 2.5.1.9 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Events.....	76
Slika 2.5.1.10 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik FlexPendant .....	77
Slika 2.5.1.11 RobotStudio – izdvojeni prozor FlexPendant .....	77
Slika 2.5.1.12 RobotStudio – izdvojeni prozor ScreenMaker .....	78
Slika 2.5.1.13 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Signal Analyzer Online .....	79
Slika 2.5.1.14 RobotStudio – izbornik Jobs .....	80
Slika 2.5.1.15 RobotStudio – izbornik Controller – prozor I/O System .....	80
Slika 2.5.1.16 RobotStudio – izbornik I/O Configuration – prozor Signal Editor .....	80
Slika 2.5.1.17 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Configuration .....	81
Slika 2.5.1.18 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Configuration – Communication ..	81
Slika 2.5.1.19 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Configuration – Controller .....	82
Slika 2.5.1.20 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Configuration – I/O System .....	82
Slika 2.5.1.21 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Configuration – Man-Machine Communication .....	82
Slika 2.5.1.22 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Configuration – Motion .....	83
Slika 2.5.1.23 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Add Signals.....	83
Slika 2.5.1.24 RobotStudio – izbornik Controller – prozori Controller i Save System Parameters .....	84
Slika 2.5.1.25 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Properties .....	85
Slika 2.5.1.26 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Controller Properties .....	85
Slika 2.5.1.27 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Device Browser .....	86
Slika 2.5.1.28 RobotStudio – izbornik Controller – padajući izbornik Installation Manager ..	87
Slika 2.5.1.29 RobotStudio – izdvojeni prozor Installation Manager 7 .....	87
Slika 2.5.1.30 RobotStudio – izdvojeni prozor Installation Manager 6 .....	88
Slika 2.5.1.31 RobotStudio – izdvojeni prozor System Builder .....	88
Slika 2.5.1.32 RobotStudio – izdvojeni prozor Import System Options .....	89
Slika 2.5.1.33 RobotStudio – izbornik CTM .....	89
Slika 2.5.1.34 RobotStudio – izbornik Vision .....	89
Slika 2.5.1.35 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Operating Mode .....	90
Slika 2.5.1.36 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Motion Configuration .....	92
Slika 2.5.1.37 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Modify Task Frames.....	92
Slika 2.5.1.38 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Change Options .....	93
Slika 2.5.1.39 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Go Offline.....	94
Slika 2.5.1.40 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Controller – prikaz veze (Relation) .....	94
Slika 2.5.1.41 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Create Relation .....	95
Slika 2.5.1.42 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Controller – prikaz veze (Relation) #2.....	95
Slika 2.5.1.43 RobotStudio – izbornik Controller – prozor Relation: {Relation name} .....	96
Slika 2.5.1.44 RobotStudio – izbornik Controller – dijaloški prozor Transfer .....	96
Slika 2.6.1.1 RobotStudio – izbornik RAPID.....	99
Slika 2.6.1.2 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Synchronize .....	100
Slika 2.6.1.3 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Synchronize to RAPID.....	101
Slika 2.6.1.4 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Synchronize to Station.....	101
Slika 2.6.1.5 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Format .....	103

Slika 2.6.1.6 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Outlining.....	103
Slika 2.6.1.7 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Snippet.....	104
Slika 2.6.1.8 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Save As ... Snippet.....	105
Slika 2.6.1.9 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Snippet #2.....	105
Slika 2.6.1.10 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Instruction .....	106
Slika 2.6.1.11 RobotStudio – izbornik RAPID – kombinirani padajući popis Search .....	107
Slika 2.6.1.12 RobotStudio – izbornik RAPID – polje s dijelovima programa .....	108
Slika 2.6.1.13 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Find/Replace .....	108
Slika 2.6.1.14 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Find/Replace – kartica Find .....	109
Slika 2.6.1.15 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Find/Replace – kartica Replace ....	109
Slika 2.6.1.16 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Compare .....	111
Slika 2.6.1.17 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare folders .....	111
Slika 2.6.1.18 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare files .....	112
Slika 2.6.1.19 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare files #2 .....	113
Slika 2.6.1.20 RobotStudio - izbornik RAPID - prozor Compare files #3.....	113
Slika 2.6.1.21 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare files – Controller Version and Editor .....	114
Slika 2.6.1.22 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare files – Controller Version and File.....	114
Slika 2.6.1.23 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Compare files – Editor and File.....	115
Slika 2.6.1.24 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Apply.....	115
Slika 2.6.1.25 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Output .....	116
Slika 2.6.1.26 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Tasks.....	116
Slika 2.6.1.27 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija (opcije) Run Mode .....	117
Slika 2.6.1.28 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Program .....	117
Slika 2.6.1.29 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija Load Program – dijaloški prozor prije učitavanja.....	117
Slika 2.6.1.30 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija Save Program As – prozor Save As .....	118
Slika 2.6.1.31 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija Rename Program – prozori Rename i Controller .....	119
Slika 2.6.1.32 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija Delete Program – dijaloški prozor	119
Slika 2.6.1.33 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija New Module – prozor Create Module .....	119
Slika 2.6.1.34 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Controller.....	120
Slika 2.6.1.35 RobotStudio – primjeri deklaracije modula RAPID .....	120
Slika 2.6.1.36 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Adjust Robtargets .....	121
Slika 2.6.1.37 RobotStudio – uređivač programa – funkcija Step in.....	122
Slika 2.6.1.38 RobotStudio – uređivač programa – funkcija Step out .....	122
Slika 2.6.1.39 RobotStudio – uređivač programa – funkcija Step over .....	123
Slika 2.6.1.40 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Stop .....	123
Slika 2.6.1.41 RobotStudio – izbornik RAPID – izvršavanje funkcije Check Program.....	124
Slika 2.6.1.42 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Program Pointer .....	125
Slika 2.6.1.43 RobotStudio – izbornik RAPID – izvršavanje funkcije Set Program Pointer to Main in all tasks .....	125
Slika 2.6.1.44 RobotStudio – izbornik RAPID – izvršavanje funkcije Set Program Pointer to Cursor.....	125

Slika 2.6.1.45 RobotStudio – izbornik RAPID – izvršavanje funkcije Set Program Pointer to Routine .....	126
Slika 2.6.1.46 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Breakpoint.....	126
Slika 2.6.1.47 RobotStudio – izbornik RAPID – izvođenje funkcije Toggle Breakpoint.....	126
Slika 2.6.1.48 RobotStudio – izbornik RAPID – izvođenje funkcije Ignore Breakpoints.....	127
Slika 2.6.1.49 RobotStudio – izbornik RAPID – izvođenje funkcije RAPID Path Editor.....	128
Slika 2.6.1.50 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Workpiece .....	128
Slika 2.6.1.51 RobotStudio – izbornik RAPID – funkcija Import – podržane vrste datoteke	129
Slika 2.6.1.52 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Workpiece #2 .....	129
Slika 2.6.1.53 RobotStudio – izbornik RAPID – prozor Properties .....	129
Slika 2.6.1.54 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Tool.....	129
Slika 2.6.1.55 RobotStudio – izbornik RAPID – padajući izbornik Original Positions .....	130
Slika 2.7.1.1 RobotStudio – izbornik Add-Ins .....	133
Slika 3.1.2.1 RobotStudio – izrada novog projekta .....	137
Slika 3.1.2.2 RobotStudio – dodavanje alata ABB Smart Gripper.....	137
Slika 3.1.2.3 RobotStudio – dodavanje alata ABB Smart Gripper – odabir vrste alata.....	138
Slika 3.1.2.4 RobotStudio – spajanje alata Smart Gripper na robota .....	138
Slika 3.1.2.5 RobotStudio – spajanje alata Smart Gripper na robota – dijalog za promjenu pozicije alata .....	139
Slika 3.1.2.6 RobotStudio – alat Smart Gripper spojen na robota.....	139
Slika 3.2.2.1 RobotStudio – izrada lijevog valjka .....	142
Slika 3.2.2.2 RobotStudio – izrada desnog valjka.....	142
Slika 3.2.2.3 RobotStudio – prikaz komponenti valjaka .....	143
Slika 3.2.2.4 RobotStudio – prikaz komponenti valjaka – nakon promjene naziva.....	143
Slika 3.3.2.1 RobotStudio – prozor Modify Mechanism – za alat Gripper .....	147
Slika 3.3.2.2 RobotStudio – prozor Create Pose – za alat Gripper – otvoreno .....	147
Slika 3.3.2.3 RobotStudio – prozor Create Pose – za alat Gripper – zatvoreno.....	148
Slika 3.3.2.4 RobotStudio – Gripper – odabir poze OtvorenaKlijesta.....	148
Slika 3.3.2.5 RobotStudio – početna pozicija robota .....	149
Slika 3.3.2.6 RobotStudio – postavljanje ciljne točke – početna pozicija .....	149
Slika 3.3.2.7 RobotStudio – izrađena ciljna točka (target) .....	150
Slika 3.3.2.8 RobotStudio – izmijenjen naziv ciljne točke u PocetnaPozicija .....	151
Slika 3.3.2.9 RobotStudio – izrada ciljne točke iznad gornje površine lijevog valjka .....	152
Slika 3.3.2.10 RobotStudio – izmijenjen naziv ciljne točke u ValjakLijevolznad .....	152
Slika 3.3.2.11 RobotStudio – izrađena nova putanja gibanja robota.....	153
Slika 3.3.2.12 RobotStudio - dodavanje ciljne točke u putanju gibanja .....	153
Slika 3.3.2.13 RobotStudio – dodavanje prvoga gibanja do ciljne točke PocetnaPozicija u putanju gibanja.....	154
Slika 3.3.2.14 RobotStudio – putanja PutanjaLijevoDesno nakon dodavanja gibanja do točke PocetnaPozicija .....	154
Slika 3.3.2.15 RobotStudio – poziv funkcije Edit Instruction na gibanju do putanje ValjakLijevolznad .....	155
Slika 3.3.2.16 RobotStudio – prozor Edit Instruction za gibanje ValjakLijevolznad .....	155
Slika 3.3.2.17 RobotStudio – postavljanje robota na poziciju ValjakLijevolznad .....	156
Slika 3.3.2.18 RobotStudio – pomicanje robota do gornje plohe lijevog valjka funkcijom Freehand – Jog Linear .....	157
Slika 3.3.2.19 RobotStudio – korištenje funkcije Teach Instruction.....	157
Slika 3.3.2.20 RobotStudio – prozor Edit Instruction za gibanje ValjakLijevoGornjaPloha .	158

Slika 3.3.2.21 RobotStudio – poziv funkcije Insert Action Instruction.....	158
Slika 3.3.2.22 RobotStudio – prozor Create Action Instruction – postavljanje instrukcije WaitTime.....	159
Slika 3.3.2.23 RobotStudio – prozor Configuration - I/O System .....	159
Slika 3.3.2.24 RobotStudio – prozor Configuration – I/O System – dodavanje signala .....	160
Slika 3.3.2.25 RobotStudio – prozor Instance Editor – dodavanje signala Stisni i Otpusti .	160
Slika 3.3.2.26 RobotStudio – prozor Configuration – I/O System – dodani signali Stisni i Otpusti .....	161
Slika 3.3.2.27 RobotStudio – prozor I/O System sa signalima Stisni i Otpusti .....	161
Slika 3.3.2.28 RobotStudio – prozor Station Logic – dodavanje signala Stisni i Otpusti.....	162
Slika 3.3.2.29 RobotStudio – prozor Station Logic – dodavanje manipulatora PoseMover	162
Slika 3.3.2.30 RobotStudio – prozor Properties: PoseMover .....	163
Slika 3.3.2.31 RobotStudio – pokretanje funkcije Properties za komponentu PoseMover .	163
Slika 3.3.2.32 RobotStudio – prozor Properties: PoseMover – postavljanje .....	164
Slika 3.3.2.33 RobotStudio – prozor Station Logic – povezani signali s manipulatorima PoseMover.....	165
Slika 3.3.2.34 RobotStudio – prozor Create Action Instruction – stiskanje kliješta.....	165
Slika 3.3.2.35 RobotStudio – prozor Paths&Targets – nakon druge instrukcije WaitTime .	166
Slika 3.3.2.36 RobotStudio – prozor Create New Targets .....	167
Slika 3.3.2.37 RobotStudio – prozor Edit Instruction za povratno gibanje ValjakLijevoZnad .....	167
Slika 3.3.2.38 RobotStudio – prozor Edit Instruction za povratno gibanje PocetnaPozicija	168
Slika 3.3.2.39 RobotStudio – izrada ciljne točke iznad gornje površine desnog valjka.....	168
Slika 3.3.2.40 RobotStudio – izmijenjen naziv ciljne točke u ValjakDesnoZnad .....	169
Slika 3.3.2.41 RobotStudio – dodavanje ciljne točke u putanju gibanja na kraj.....	169
Slika 3.3.2.42 RobotStudio – prozor Edit Instruction za gibanje ValjakDesnoZnad .....	170
Slika 3.3.2.43 RobotStudio – postavljanje robota na poziciju ValjakDesnoZnad .....	171
Slika 3.3.2.44 RobotStudio – pomicanje robota do gornje plohe desnog valjka funkcijom Freehand – Jog Linear .....	171
Slika 3.3.2.45 RobotStudio – korištenje funkcije Teach Instruction #2.....	172
Slika 3.3.2.46 RobotStudio – prozor Edit Instruction za gibanje ValjakDesnoGornjaPloha	172
Slika 3.3.2.47 RobotStudio – poziv funkcije Insert Action Instruction #2.....	173
Slika 3.3.2.48 RobotStudio – prozor Create Action Instruction – otpuštanje kliješta .....	174
Slika 3.3.2.49 RobotStudio – prozor Paths&Targets – nakon četvrte instrukcije WaitTime	174
Slika 3.3.2.50 RobotStudio – prozor Edit Instruction za povratno gibanje ValjakDesnoZnad .....	175
Slika 3.3.2.51 RobotStudio – prozor Edit Instruction za povratno gibanje PocetnaPozicija #2 .....	176
Slika 3.4.2.1 RobotStudio – pokretanje funkcije Move Along Path .....	179
Slika 3.4.2.2 RobotStudio – pokretanje funkcije – Set as simulation entry point .....	180
Slika 3.4.2.3 RobotStudio – prozor Simulation Setup .....	181
Slika 3.4.2.4 RobotStudio – pokretanje funkcije Sync and Play .....	181
Slika 3.5.2.1 RobotStudio – postavljanje kocke na putanju robota .....	185
Slika 3.5.2.2 RobotStudio – postavljena KockaKolizije .....	185
Slika 3.5.2.3 RobotStudio – postavljen CollisionSet .....	186
Slika 3.5.2.4 RobotStudio – postavljanje objekata u CollisionSet .....	187
Slika 3.5.2.5 RobotStudio – prikaz kolizije tijekom rada simulacije .....	187
Slika 3.6.2.1 RobotStudio – prozor Program Editor za Module1 .....	190

Slika 3.6.2.2 RobotStudio – prvo pokretanje programa RAPID.....	191
Slika 3.6.2.3 RobotStudio – postavljanje početne točke programa RAPID .....	191
Slika 3.6.2.4 RobotStudio – prikaz pozicije početne točke programa RAPID .....	192
Slika 3.6.2.5 RobotStudio – postavljanje lebdećim prozora programskog koda RAPID za Module1 .....	193
Slika 3.6.2.6 RobotStudio – prikaz prozora Project View i lebdećeg prozora programskog kôda za Module1.....	193
Slika 3.6.2.7 RobotStudio – prikaz izvođenja programa RAPID za Module1 .....	194
Slika 3.6.2.8 RobotStudio – prilagodba programa uvođenjem procedure KlijestaToggle u Module1 .....	194
Slika 3.6.2.9 RobotStudio – prilagodba programa uvođenjem procedure GibanjeDoValjka u Module1 .....	195
Slika 3.6.2.10 RobotStudio – prilagodba programa uvođenjem procedure GibanjeOdValjka u Module1 .....	196
Slika 3.6.2.11 RobotStudio – prilagodba programa uvođenjem procedure RadiValjak u Module1 .....	197
Slika 3.6.2.12 RobotStudio – prilagodba programa uvođenjem fleksibilnosti biranja početnog rada prema lijevom ili desnom valjku.....	198
Slika 3.6.2.13 RobotStudio – prilagodba programa osiguravanjem da se kliješta u prvom gibanju uvijek stišću, a u drugom otpuštaju .....	199
Slika 3.7.2.1 RobotStudio – prozor za sinkronizaciju programa RAPID s radnom stanicom .....	203
Slika 3.7.2.2 RobotStudio – spremanje programa RAPID u mapu na računalo .....	203
Slika 3.7.2.3 Sadržaj mapa User Files i Program3 .....	204
Slika 3.7.2.4 RobotStudio – izrada sigurnosne kopije kontrolera .....	204
Slika 3.7.2.5 Sadržaj mape sigurnosne kopije kontrolera na računalo .....	205
Slika 3.7.2.6 RobotStudio – spremanje parametara kontrolera u datoteke na računalo.....	205
Slika 3.7.2.7 Odabir mape za spremanje parametara kontrolera .....	206
Slika 3.7.2.8 Spremanje jedne grupe parametara kontrolera na računalo .....	206
Slika 4.1.2.1 Privjesak za učenje – izbornik.....	211
Slika 4.1.2.2 Privjesak za učenje – prozor System Info .....	211
Slika 4.1.2.3 Privjesak za učenje – prozor Event Log .....	212
Slika 4.1.2.4 Privjesak za učenje – prozor Control Panel .....	212
Slika 4.1.3.1 Privjesak za učenje – izbornik.....	213
Slika 4.1.3.2 Privjesak za učenje – prozor Jogging .....	213
Slika 4.1.3.3 Privjesak za učenje – prozor Jogging – Motion Mode .....	214
Slika 4.1.3.4 Privjesak za učenje – prozor Jogging – Coordinate System.....	214
Slika 4.1.3.5 Privjesak za učenje – prozor Jogging – Joystick Lock.....	215
Slika 4.1.3.6 Privjesak za učenje – prozor Jogging – Increment.....	216
Slika 4.1.3.7 Privjesak za učenje – soft touch gumbi .....	216
Slika 4.2.3.1 Primjeri prozora Program Editor .....	222
Slika 4.2.3.2 Privjesak za učenje – prozor Restart .....	222
Slika 4.2.3.3 Privjesak za učenje – prozor Advanced restart .....	223
Slika 4.2.3.4 Privjesak za učenje – prozor Restart (#2) .....	223
Slika 4.2.3.5 Privjesak za učenje – prozor Event Log – Event Message.....	224
Slika 4.2.3.6 RobotStudio – prozor FlexPendant Restart Needed .....	224
Slika 4.2.3.7 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – Dijalog No Program .....	225
Slika 4.2.3.8 Privjesak za učenje – prozor Program Editor .....	225

Slika 4.2.3.9 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – novi prazan program.....	226
Slika 4.2.3.10 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – Add Instruction – odabir grupe .....	227
Slika 4.2.3.11 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – Add Instruction – grupa Common .....	227
Slika 4.2.3.12 RobotStudio – početna pozicija robota.....	228
Slika 4.2.3.13 RobotStudio – pozicija robota u području za preuzimanje predmeta .....	228
Slika 4.2.3.14 Privjesak za učenje – prozor Jogging – Align.....	229
Slika 4.2.3.15 Privjesak za učenje – prvi program – Naredba 1.....	230
Slika 4.2.3.16 Privjesak za učenje – prvi program – Naredba 1 (#2) .....	230
Slika 4.2.3.17 Privjesak za učenje – dijalog – Add Instruction .....	231
Slika 4.2.3.18 Privjesak za učenje – prvi program – Naredba 2.....	231
Slika 4.2.3.19 Privjesak za učenje – prvi program – Naredba 3.....	232
Slika 4.2.3.20 Privjesak za učenje – prvi program – Naredba 4.....	232
Slika 4.2.3.21 Privjesak za učenje – rvi program – Naredbe 1 – 8.....	233
Slika 4.2.3.22 Privjesak za učenje – prilagodba argumenata naredbe MoveL .....	233
Slika 4.2.3.23 Privjesak za učenje – prvi program – finalno.....	234
Slika 4.2.3.24 Privjesak za učenje – tipke za upravljanje radom programa.....	234
Slika 4.2.3.25 Privjesak za učenje – prozor Start Program – Start failed .....	235
Slika 4.2.3.26 Privjesak za učenje – prozor Start Program – Start failed .....	235
Slika 4.2.3.27 Privjesak za učenje – prozor Run Mode.....	236
Slika 4.2.3.28 Privjesak za učenje – prozor Production Window .....	236
Slika 4.2.3.29 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – Tasks and Programs.....	237
Slika 4.2.3.30 Privjesak za učenje – prozor Program Editor – Tasks and Programs – Save As .....	237
Slika 5.1.1.1 Kvadri s valjkastim rupama i izbočenjima.....	240
Slika 5.1.2.1 RobotStudio – izrada kvadra.....	241
Slika 5.1.2.2 RobotStudio – izrada valjka .....	242
Slika 5.1.2.3 RobotStudio – pokretanje funkcije Offset Position na odabranom objektu ....	243
Slika 5.1.2.4 RobotStudio – prozor Offset Position – pomicanje valjka.....	243
Slika 5.1.2.5 RobotStudio – radna stanica s kvadrom i tri valjka.....	244
Slika 5.1.2.6 RobotStudio – izrada unije između kvadra i prvog valjka .....	245
Slika 5.1.2.7 RobotStudio – unija kvadra, prvog i drugog valjka .....	245
Slika 5.1.2.8 RobotStudio – unija kvadra i sva tri valjka.....	246
Slika 5.1.2.9 RobotStudio – pokretanje funkcije Save As Library za odabranu geometriju	246
Slika 5.1.2.10 RobotStudio – prozor Save As Library za odabranu geometriju .....	247
Slika 5.1.2.11 RobotStudio – pokretanje funkcije Export Geometry za odabranu geometriju .....	247
Slika 5.1.2.12 RobotStudio – prozor Export Geometry za odabranu geometriju .....	248
Slika 5.1.2.13 RobotStudio – prozor Save As za funkciju Export Geometry odabrane geometrije .....	248
Slika 5.1.2.14 RobotStudio – oduzimanje prvog valjka od kvadra .....	249
Slika 5.1.2.15 RobotStudio – dva valjka oduzeta iz kvadra.....	250
Slika 5.1.2.16 RobotStudio – tri valjka oduzeta iz kvadra .....	250
Slika 5.1.2.17 RobotStudio – pokretanje funkcije Save As Library za odabranu geometriju #2 .....	251
Slika 5.1.2.18 RobotStudio – prozor Save As Library za odabranu geometriju #2 .....	251



Slika 5.1.2.19 RobotStudio – okretanje funkcije Export Geometry za odabranu geometriju #2 .....	252
Slika 5.1.2.20 RobotStudio – prozor Export Geometry za odabranu geometriju #2 .....	252
Slika 5.1.2.21 RobotStudio – prozor Save As za funkciju Export Geometry odabrane geometrije #2 .....	253
Slika 5.1.2.22 RobotStudio – izrada novoga praznog projekta .....	253
Slika 5.1.2.23 RobotStudio – uvoz vanjskih geometrija u projekt.....	254
Slika 5.1.2.24 RobotStudio – prikaz uvezenih geometrija.....	254
Slika 5.2.2.1 RobotStudio – izrada novog projekta postavljanja robotskog kontrolera i robota .....	257
Slika 5.2.2.2 RobotStudio – odabir knjižnice robota .....	258
Slika 5.2.2.3 RobotStudio – postavljen alat MyTool na radnu stanicu.....	258
Slika 5.2.2.4 RobotStudio – montiranje alata MyTool na robotsku ruku.....	259
Slika 5.2.2.5 RobotStudio – prozor Update position za alat MyTool .....	259
Slika 5.2.2.6 RobotStudio – alat MyTool postavljen na vrh robotske ruke.....	259
Slika 5.2.2.7 RobotStudio – uvoz geometrije Kvadar_Valjak1_Valjak2_Valjak3 .....	260
Slika 5.2.2.8 RobotStudio – uvoz geometrije Ivan_tekst.....	260
Slika 5.2.2.9 RobotStudio – pomicanje objekta Kvadar_Valjak1_Valjak2_Valjak3 po x-osi	261
Slika 5.2.2.10 RobotStudio – postavljanje robota na početnu poziciju korištenjem funkcije Freehand – Jog Linear .....	262
Slika 5.2.2.11 RobotStudio – izrada početne točke korištenjem funkcije Teach Target .....	262
Slika 5.2.2.12 RobotStudio – postavljanje parametara za izradu ciljnih točaka.....	263
Slika 5.2.2.13 RobotStudio – izrada ciljnih točaka po vrhovima gornje plohe kvadra.....	264
Slika 5.2.2.14 RobotStudio – izrađene ciljne točke po vrhovima gornje plohe kvadra.....	264
Slika 5.2.2.15 RobotStudio – postavljanje odabranih ciljnih točaka u novu putanju gibanja korištenjem funkcije Add to new path .....	265
Slika 5.2.2.16 RobotStudio – objašnjenje izrađene putanje gibanja.....	265
Slika 5.2.2.17 RobotStudio – pokretanje funkcije Edit Instruction za više odabranih gibanja .....	266
Slika 5.2.2.18 RobotStudio – prozor Edit Instruction za više odabranih gibanja.....	267
Slika 5.2.2.19 RobotStudio – stanje putanje Path_10 nakon dupliciranja gibanja.....	267
Slika 5.2.2.20 RobotStudio – pokretanje funkcije Move Along Path za putanju Path_10 ...	268
Slika 5.2.2.21 RobotStudio – postavljanje parametara za izradu ciljnih točaka na kružnici gornje plohe valjka .....	269
Slika 5.2.2.22 RobotStudio – izrada ciljnih točaka po kružnici gornje plohe prvog valjka ...	269
Slika 5.2.2.23 RobotStudio – izrađene ciljne točke po kružnici gornje plohe prvog valjka..	270
Slika 5.2.2.24 RobotStudio – postavljanje odabranih ciljnih točaka u novu putanju gibanja korištenjem funkcije Add to new path #2 .....	271
Slika 5.2.2.25 RobotStudio – objašnjenje izrađene putanje gibanja #2.....	272
Slika 5.2.2.26 RobotStudio – pokretanje funkcije Edit Instruction za više odabranih gibanja #2.....	273
Slika 5.2.2.27 RobotStudio – prozor Edit Instruction za više odabranih gibanja #2.....	273
Slika 5.2.2.28 RobotStudio – stanje putanje Path_20 nakon dupliciranja gibanja.....	274
Slika 5.2.2.29 RobotStudio – stanje ciljnih točaka i putanja gibanja robota po bridovima gornje plohe kvadra i kružnici gornje plohe sva tri valjka .....	275
Slika 5.2.2.30 RobotStudio – izrada nove prazne putanje .....	276
Slika 5.2.2.31 RobotStudio – dodavanje poziva procedure (putanje) u odabranu putanju .	276
Slika 5.2.2.32 RobotStudio – sadržaj putanje Path_50.....	277

Slika 5.2.2.33 RobotStudio – postavljanje putanje Path_50 kao početne putanje (procedure) za izvođenje simulacije .....	277
Slika 5.2.2.34 RobotStudio – pomicanje objekta Ivan_tekst po svim osima.....	278
Slika 5.2.2.35 RobotStudio – postavljanje robota na početnu poziciju korištenjem funkcije Freehand – Jog Linear #2 .....	279
Slika 5.2.2.36 RobotStudio – izrada početne točke korištenjem funkcije Teach Target #2	280
Slika 5.2.2.37 RobotStudio – postavljanje parametara za izradu ciljnih točaka #2.....	281
Slika 5.2.2.38 RobotStudio – izrada ciljnih točaka za slovo I .....	281
Slika 5.2.2.39 RobotStudio – izrađene ciljne točke po vrhovima slova I .....	282
Slika 5.2.2.40 RobotStudio – postavljanje odabranih ciljnih točaka u novu putanju gibanja korištenjem funkcije Add to new path #3 .....	282
Slika 5.2.2.41 RobotStudio – objašnjenje izrađene putanje gibanja #3.....	283
Slika 5.2.2.42 RobotStudio – pokretanje funkcije Edit Instruction za više odabranih gibanja #3.....	284
Slika 5.2.2.43 RobotStudio – prozor Edit Instruction za više odabranih gibanja #3.....	284
Slika 5.2.2.44 RobotStudio – stanje putanje Putanja_Slovo_I nakon dupliciranja gibanja .	285
Slika 5.2.2.45 RobotStudio – stanje ciljnih točaka i putanja gibanja robota po bridovima slova I, V, A i N.....	286
Slika 5.2.2.46 RobotStudio – sadržaj putanje Putanja_Slova .....	287
Slika 5.2.2.47 RobotStudio – sadržaj putanje Putanja_Cijela .....	287
Slika 5.2.2.48 RobotStudio – postavljanje poziva procedure Putanja_Cijela u proceduru main() .....	288
Slika 5.2.2.49 RobotStudio – postavljanje početne točke za izvršavanje programa na proceduru main().....	288
Slika 5.2.2.50 RobotStudio – postavljanje načina rada robota.....	289
Slika 5.2.2.51 RobotStudio – postavljanje načina izvođenja programa.....	289

doc. dr. sc. Marin Kaluža, prof. struč. stud.  
Marina Kaluža, mag.inf.

## INDUSTRIJSKA ROBOTIKA

ISBN 978-953-50797-2-9

PR  SPEKT

