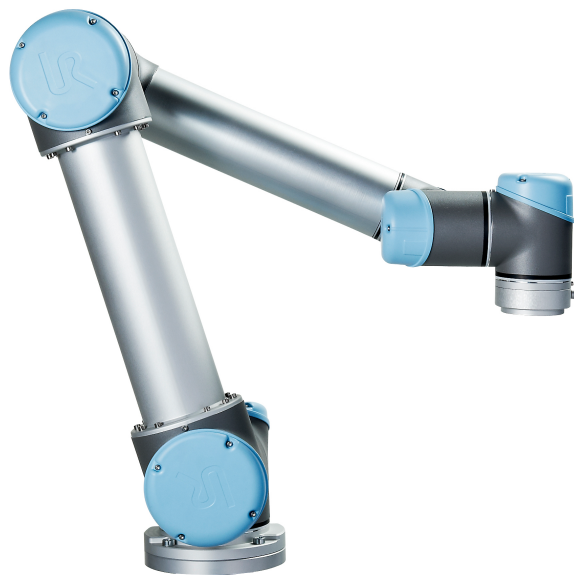




# UNIVERSAL ROBOTS

## Navodila za uporabo



**UR5 / CE3**

Prevod izvirnih navodil (sl)





# UNIVERSAL ROBOTS

## Navodila za uporabo

**UR5/CB3**

**Različica 3.2 (rev. 21833)**

Prevod izvirnih navodil (sl)

Serijska številka UR5/CB3: \_\_\_\_\_

Podatki iz tega dokumenta so last podjetja Universal Robots A/S in jih ni dovoljeno razmnoževati, v celoti ali delno, brez predhodnega pisnega dovoljenja podjetja Universal Robots A/S. Podatki v tem dokumentu se lahko spremenijo brez obvestila in niso zavezujoči za podjetje Universal Robots A/S. Ta priročnik se redno pregleduje in revidira.

Universal Robots A/S ne prevzema odgovornosti za morebitne napake ali pomanjkljivosti v tem dokumentu.

Avtorske pravice © 2009–2016 Universal Robots A/S

Logotip Universal Robots je registrirana blagovna znamka podjetja Universal Robots A/S.

# Kazalo

<b>Uvod</b>	<b>ix</b>
Kaj je v škatlah . . . . .	ix
Pomembno varnostno obvestilo . . . . .	x
Kako brati ta priročnik. . . . .	x
Kje lahko najdete več informacij . . . . .	x
<b>I Priročnik za namestitev strojne opreme</b>	<b>I-1</b>
<b>1 Varnost</b>	<b>I-3</b>
1.1 Uvod. . . . .	I-3
1.2 Veljavnost in odgovornost . . . . .	I-3
1.3 Omejitev odgovornosti . . . . .	I-4
1.4 Opozorilni simboli v tem priročniku . . . . .	I-4
1.5 Splošna opozorila in previdnostni ukrepi. . . . .	I-5
1.6 Predvidena uporaba . . . . .	I-8
1.7 Ocena tveganja . . . . .	I-8
1.8 Zaustavitev v sili . . . . .	I-10
1.9 Premikanje brez napajanja pogona . . . . .	I-10
<b>2 Varnostne funkcije in vmesniki</b>	<b>I-13</b>
2.1 Uvod. . . . .	I-13
2.2 Časi ustavljanja varnostnega sistema . . . . .	I-14
2.3 Omejevanje varnostnih funkcij . . . . .	I-14
2.4 Varnostni načini. . . . .	I-15
2.5 Varnostni električni vmesniki . . . . .	I-17
2.5.1 Varnostni električni vhodi . . . . .	I-17
2.5.2 Varnostni električni izhodi . . . . .	I-18
<b>3 Prevoz</b>	<b>I-21</b>
<b>4 Mehanski vmesnik</b>	<b>I-23</b>
4.1 Uvod. . . . .	I-23
4.2 Delovni prostor robota . . . . .	I-23
4.3 Vgradnja . . . . .	I-23
<b>5 Električni vmesnik</b>	<b>I-27</b>
5.1 Uvod. . . . .	I-27
5.2 Električna opozorila in svarila. . . . .	I-27
5.3 Krmilnik V/I. . . . .	I-29
5.3.1 Splošne specifikacije za vse digitalne V/I . . . . .	I-29
5.3.2 Varnostni V/I . . . . .	I-31
5.3.3 Digitalni V/I za splošno uporabo . . . . .	I-34

5.3.4	Digitalni vhod od gumba . . . . .	I-35
5.3.5	Komunikacija z drugimi stroji ali krmilniki PLC . . . . .	I-35
5.3.6	Analogni V/I za splošno uporabo . . . . .	I-35
5.3.7	Oddaljeni VKLOP/IZKLOP . . . . .	I-37
5.4	Orodje V/I. . . . .	I-38
5.4.1	Digitalni izhodi orodja . . . . .	I-39
5.4.2	Digitalni vhodi orodja . . . . .	I-40
5.4.3	Analogni vhodi orodja . . . . .	I-40
5.5	Ethernet. . . . .	I-41
5.6	Napajanje . . . . .	I-42
5.7	Povezava z robotom . . . . .	I-43
<b>6</b>	<b>Vzdrževanje in servis</b>	<b>I-45</b>
6.1	Varnostna navodila. . . . .	I-45
<b>7</b>	<b>Odstranjevanje in okolje</b>	<b>I-47</b>
<b>8</b>	<b>Certifikati</b>	<b>I-49</b>
8.1	Dokazila tretjih strani . . . . .	I-49
8.2	Deklaracije v skladu s smernicami EU . . . . .	I-49
<b>9</b>	<b>Garancija</b>	<b>I-51</b>
9.1	Garancija izdelka . . . . .	I-51
9.2	Izjava o omejitvi odgovornosti . . . . .	I-51
<b>A</b>	<b>Čas in razdalja pri ustavljanju</b>	<b>I-53</b>
A.1	Razdalje in časi pri ustavitvi kategorije 0 . . . . .	I-53
<b>B</b>	<b>Deklaracije in certifikati</b>	<b>I-55</b>
B.1	CE/EU Declaration of Incorporation (original). . . . .	I-55
B.2	Izjava o vgradnji CE/EU (prevod izvirnika). . . . .	I-56
B.3	Dokazilo varnostnega sistema . . . . .	I-57
B.4	Dokazilo o okoljskem preizkusu . . . . .	I-58
B.5	Dokazilo o preizkusu EMC . . . . .	I-59
<b>C</b>	<b>Uporabljeni standardi</b>	<b>I-61</b>
<b>D</b>	<b>Tehnične specifikacije</b>	<b>I-67</b>
<b>II</b>	<b>Priročnik PolyScope</b>	<b>II-1</b>
<b>10</b>	<b>Varnostna namestitvev</b>	<b>II-3</b>
10.1	Uvod. . . . .	II-3
10.2	Spreminjanje varnostne konfiguracije . . . . .	II-5
10.3	Varnostna sinhronizacija in napake . . . . .	II-5
10.4	Tolerance . . . . .	II-6
10.5	Varnostna kontrolna vsota . . . . .	II-6
10.6	Varnostni načini . . . . .	II-6
10.7	Način Freedrive . . . . .	II-7

10.8	Zaklep z geslom . . . . .	II-7
10.9	Uporabi . . . . .	II-8
10.10	Splošne omejitve . . . . .	II-9
10.11	Omejitev členov . . . . .	II-11
10.12	Meje . . . . .	II-12
	10.12.1 Izbira meje za konfiguracijo . . . . .	II-13
	10.12.2 3D predstavitev . . . . .	II-13
	10.12.3 Konfiguracija varnostne ravnine . . . . .	II-14
	10.12.4 Konfiguracija mej orodja . . . . .	II-17
10.13	Varnostni V/I. . . . .	II-18
	10.13.1 Vhodni signali. . . . .	II-19
	10.13.2 Izhodni signali . . . . .	II-20
<b>11</b>	<b>Začnite s programiranjem</b>	<b>II-23</b>
11.1	Uvod. . . . .	II-23
11.2	Prvi koraki. . . . .	II-23
	11.2.1 Namestitev robotove roke in krmilne omarice . . . . .	II-24
	11.2.2 Vklon in izklon krmilne omarice . . . . .	II-24
	11.2.3 Vklon in izklon robotove roke . . . . .	II-24
	11.2.4 Hitri zagon . . . . .	II-25
	11.2.5 Prvi program . . . . .	II-25
11.3	Vmesnik za programiranje PolyScope . . . . .	II-26
11.4	Pozdravni zaslon . . . . .	II-28
11.5	Inicializacijski zaslon . . . . .	II-29
<b>12</b>	<b>Zaslonski urejevalniki</b>	<b>II-31</b>
12.1	Zaslonska številka tipkovnica . . . . .	II-31
12.2	Zaslonska tipkovnica . . . . .	II-32
12.3	Urejevalnik izrazov na zaslonu . . . . .	II-32
12.4	Zaslon urejevalnika poz . . . . .	II-33
<b>13</b>	<b>Upravljanje robota</b>	<b>II-37</b>
13.1	Zavihek Premik . . . . .	II-37
	13.1.1 Robot . . . . .	II-37
	13.1.2 Funkcija in položaj orodja . . . . .	II-38
	13.1.3 Premikanje orodja . . . . .	II-38
	13.1.4 Premikanje členov . . . . .	II-38
	13.1.5 Freedrive (Prosti tek) . . . . .	II-38
13.2	V/I-zavihek . . . . .	II-39
13.3	Odjemalec MODBUS V/I . . . . .	II-40
13.4	Zavihek samodejno gibanje. . . . .	II-41
13.5	Namestitev → Naloži/Shrani . . . . .	II-42
13.6	Namestitev → Konfiguracija TCP . . . . .	II-43
	13.6.1 Dodajanje, spreminjanje in odstranjevanje TCP . . . . .	II-43
	13.6.2 Privzeta in aktivna TCP . . . . .	II-44
	13.6.3 Položaj za učenje TCP . . . . .	II-44
	13.6.4 Usmerjenost točke TCP za učenje . . . . .	II-45

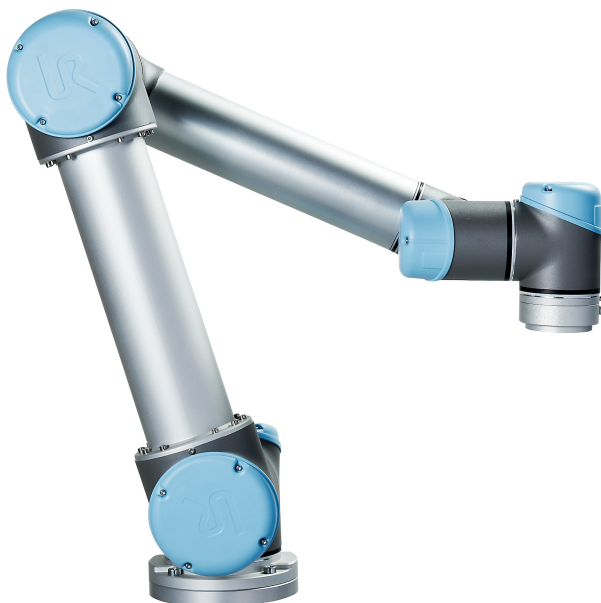
13.6.5	Obremenitev . . . . .	II-45
13.6.6	Težišče . . . . .	II-45
13.7	Namestitev → Vgradnja . . . . .	II-46
13.8	Namestitev → Nastavitev V/I. . . . .	II-47
13.9	Namestitev → Varnost . . . . .	II-48
13.10	Namestitev → Spremenljivke . . . . .	II-48
13.11	Nastavitev → odjemalca MODBUS V/I . . . . .	II-49
13.12	Namestitev → funkcij. . . . .	II-52
13.13	Nastavitev sledenja transportnemu traku. . . . .	II-55
13.14	Namestitev → Privzeti program . . . . .	II-56
13.14.1	Nalaganje privzetega programa . . . . .	II-57
13.14.2	Zagon privzetega programa . . . . .	II-57
13.14.3	Samodejna inicializacija . . . . .	II-57
13.15	Zavihek Log . . . . .	II-58
13.16	Zaslon za nalaganje . . . . .	II-58
13.17	Zavihek Zagon . . . . .	II-61
<b>14</b>	<b>Programiranje</b>	<b>II-63</b>
14.1	Nov program . . . . .	II-63
14.2	Zavihek Program . . . . .	II-64
14.2.1	Drevo programa . . . . .	II-64
14.2.2	Indikator izvajanja programa . . . . .	II-65
14.2.3	Gumb Iskanje . . . . .	II-65
14.2.4	Gumba Razveljavi/Ponovi . . . . .	II-65
14.2.5	Nadzorna plošča programa . . . . .	II-66
14.3	Spremenljivke . . . . .	II-67
14.4	Ukaz: Prazno . . . . .	II-68
14.5	Ukaz: Premik. . . . .	II-68
14.6	Ukaz: Fiksna smerna točka . . . . .	II-71
14.7	Ukaz: Relativna smerna točka . . . . .	II-73
14.8	Ukaz: Spremenljiva smerna točka: . . . . .	II-74
14.9	Ukaz: Počakaj . . . . .	II-75
14.10	Ukaz: Nastavi . . . . .	II-75
14.11	Ukaz: Pojavno okno . . . . .	II-76
14.12	Ukaz: Zaustavi . . . . .	II-77
14.13	Ukaz: Komentar. . . . .	II-77
14.14	Ukaz: Mapa . . . . .	II-78
14.15	Ukaz: Ponavljaljaj . . . . .	II-78
14.16	Ukaz: Podprogram. . . . .	II-79
14.17	Ukaz: Dodelitev . . . . .	II-80
14.18	Ukaz: Če . . . . .	II-81
14.19	Ukaz: Skript . . . . .	II-82
14.20	Ukaz: Dogodek . . . . .	II-83
14.21	Ukaz: Nit . . . . .	II-84
14.22	Ukaz: Preklopi primer . . . . .	II-84
14.23	Ukaz: Vzorec . . . . .	II-85
14.24	Ukaz: Force (Sila) . . . . .	II-86

14.25	Ukaz: Paletiranje . . . . .	II-89
14.26	Ukaz: Iskanje . . . . .	II-90
14.27	Ukaz: Sledenje transportnega traku . . . . .	II-93
14.28	Ukaz: Prepreči . . . . .	II-94
14.29	Zavihek Grafika . . . . .	II-94
14.30	Zavihek Struktura . . . . .	II-95
14.31	Zavihek spremenljivke . . . . .	II-96
14.32	Ukaz: Inicializacija spremenljivk . . . . .	II-97
<b>15</b>	<b>Namestitveni zaslon</b>	<b>II-99</b>
15.1	Jezik in enote . . . . .	II-100
15.2	Posodobi robota . . . . .	II-101
15.3	Nastavi geslo . . . . .	II-102
15.4	Kalibriranje zaslona . . . . .	II-103
15.5	Nastavitev omrežja . . . . .	II-103
15.6	Nastavi čas . . . . .	II-104
	<b>Slovarček</b>	<b>II-105</b>
	<b>Kazalo</b>	<b>II-107</b>



# Uvod

Čestitamo ob nakupu vašega novega robota Universal Robot, UR5.



Robota lahko sprogramirate, da premakne orodje in komunicira z drugimi stroji prek električnih signalov. Robot je v bistvu roka, sestavljena iz iztisnjenih aluminijevih cevi in členov. Z uporabo našega patentiranega vmesnika PolyScope boste enostavno sprogramirali robota, da bo premaknil orodje vzdolž zelene poti.

## Kaj je v škatlah

Ko naročite celotnega robota, prejmete dve škatli. Ena vsebuje robotovo roko, v drugi pa so naslednji artikli:

- Krmilna omarica s programirno enoto;
- Ohišje za namestitev krmilne omarice;
- Ohišje za namestitev programirne enote;
- Ključ za odpiranje krmilne omarice;
- Napajalni kabel, ustrezen za vašo državo;
- Kabel za orodje;
- Pisalo z laserjem;
- Certifikat o preizkusu s strani UR;
- Ta priročnik.

## Pomembno varnostno obvestilo

Robot je *delno sestavljen stroj* (glejte 8.2) in zato je potrebna ocena tveganja za vsako posamezno namestitev robota. Še posebej pomembno je, da upoštevate vsa varnostna navodila v poglavju 1.

## Kako brati ta priročnik

Ta priročnik vsebuje navodila za namestitev in uporabo robota. Vsebuje naslednje dele:

*Priročnik za namestitev strojne opreme:* Mehansko in električno namestitev robota.

*Priročnik PolyScope:* Programiranje robota.

Ta priročnik je namenjen za operaterje z osnovnim nivojem mehničnega in električarskega znanja. Koristno, a ne nujno, je tudi, da je operater seznanjen z osnovnimi koncepti programiranja. Posebno znanje o robotih na splošno ali robotih Universal Robots ni potrebno.

## Kje lahko najdete več informacij

Stran za podporo, (<http://support.universal-robots.com/>), je na voljo vsem distributerjem UR in vsebuje dodatne informacije, kot so:

- Ta priročnik v drugih jezikih;
- Posodobitve priročnika PolyScope, kadar je PolyScope nadgrajen na novo različico.
- *Servisni priročnik* z navodili za odpravljanje napak, vzdrževanje in popravila robota.
- *Priročnik za programiranje* za napredne uporabnike.

**Del I**

**Priročnik za namestitev strojne opreme**



# 1 Varnost

## 1.1 Uvod

To poglavje vsebuje pomembne varnostne informacije, ki jih mora integrator robota UR prebrati in razumeti, **preden** robota prvič zažene.

Prva podpoglavja tega poglavja so bolj splošna, kasnejša pa vsebujejo bolj specifične tehnične podatke, pomembne pri postavljanju in programiranju robota.

Nujno je, da spremljate in upoštevate vsa navodila in napotke o sestavljanju v drugih poglavjih in drugih delih tega priročnika.

Poglavje 2 opisuje in določa varnostne funkcije, posebej pomembne za sodelovalno uporabo. Navodila in smernice iz tega poglavja in dela 1.7 so še posebej pomembne.

Posebno pozornost posvetite besedilu, povezanem z opozorilnimi simboli.

## 1.2 Veljavnost in odgovornost

Navodila ne pokrivajo področij oblikovanja, nameščanja in delovanja celotnih aplikacij robota, in ne pokrivajo vse obrobne opreme, ki lahko vpliva na varnost celotnega sistema. Celotni sistem mora biti oblikovan in nameščen v skladu z varnostnimi zahtevami, določenimi s standardi in uredbami države, v kateri je robot nameščen.

Operaterji robotov UR so dolžni zagotavljati upoštevanje veljavnih zakonov in uredb o varnosti pri delu v dotični državi in poskrbeti, da so odstranjena vsa morebitna tveganja pri uporabi celotnega stroja.

To vključuje, a ni omejeno na:

- Izdelavo ocene tveganja za celotni sistem;
- Povezovanje z drugimi stroji in dodatnimi varnostnimi napravami, če to določa ocena tveganja;
- Namestitev ustreznih varnostnih nastavitvev v programsko opremo;
- Zagotavljanje, da uporabnik ne bo spreminjal varnostnih ukrepov;
- Preverjanje, da je celotni sistem oblikovan in nameščen pravilno;
- Določanje navodila za uporabo;
- Označevanje namestitve robota z ustreznimi znaki in kontaktnimi podatki operaterja;
- Zbiranje vse dokumentacije v tehnični datoteki; vključno z oceno tveganja in tem priročnikom.

Napotki za iskanje in tolmačenje veljavnih standardov in zakonom so na voljo na <http://support.universal-robots.com/>

### 1.3 Omejitev odgovornosti

Podatki iz tega priročnika v zvezi z varnostjo se ne smejo tolmačiti kot jamstvo s strani družbe UR, da industrijski uporabnik ne bo povzročil poškodb ali škode, tudi če so upoštevani vsi varnostni napotki.

### 1.4 Opozorilni simboli v tem priročniku

Spodnja razpredelnica določa napise, ki definirajo ravni nevarnosti v tem priročniku. Isti opozorilni znaki so nameščeni na izdelku.



**NEVARNOST:**

Ta nakazuje neposredno nevarno električno tveganje, ki lahko povzroči smrt ali hude poškodbe, če se mu ne izognete.



**NEVARNOST:**

Ta nakazuje neposredno nevarno tveganje, ki lahko povzroči smrt ali hude poškodbe, če se mu ne izognete.



**OPOZORILO:**

Ta nakazuje potencialno nevarno električno tveganje, ki lahko povzroči poškodbo ali veliko škodo na opremi, če se mu ne izognete.



**OPOZORILO:**

Ta nakazuje potencialno nevarno tveganje, ki lahko povzroči poškodbo ali veliko škodo na opremi, če se mu ne izognete.



**OPOZORILO:**

Ta nakazuje potencialno nevarno vročo površino, ki lahko povzroči poškodbo, če se je dotaknete.



**PREVIDNO:**

Ta nakazuje tveganje, ki lahko povzroči veliko škodo na opremi, če se mu ne izognete.

## 1.5 Splošna opozorila in previdnostni ukrepi

Ta del vsebuje nekaj splošnih navodil in varnostnih ukrepov. Nekatera izmed njih so ponovljena ali pojasnjena v različnih delih priročnika. Skozi ves priročnik se pojavljajo tudi druga opozorila in previdnostni ukrepi.

**NEVARNOST:**

Bodite pozorni, da robota in vso električno opremo namestite v skladu z določili in opozorili v poglavjih 4 in 5.

**OPOZORILO:**

1. Prepričajte se, da sta robotova roka in orodje pravilno in varno privita na mesto.
2. Prepričajte se, da ima robotova roka na voljo dovolj prostora za nemoteno premikanje.
3. Prepričajte se, da so varnostni ukrepi in /ali parametri varnostne konfiguracije robota nastavljeni tako, da varujejo programerje, operaterje in opazovalce, kot je določeno v oceni tveganja.
4. Pri delu z robotom ne nosite ohlapnih oblačil ali nakita. Kadar delate z robotom, si dolge lase spnite na hrbtu.
5. Robota nikoli ne uporabljajte, če je poškodovan.
6. Če programska oprema javi kritično napako, nemudoma aktivirajte zaustavitev v sili, zapišite pogoje, ki so privedli do napake, poiščite ustrezne šifre napak na dnevniškem zaslonu in se obrnite na svojega dobavitelja.
7. K običajnem V/I ne priklaplajte nikakršne varnostne opreme. Uporabljajte le varnostne vmesnike.
8. Prepričajte se, da ste pri namestitvi uporabili ustrezne nastavitve (nor. kot postavitve robota, teža v TCP (središčni točki orodja), odmik TCP, varnostna konfiguracija). Skupaj s programom shranjujte in naložite namestitveno datoteko.
9. Funkcija prostega teka Freedrive (upor, vzratni pogon) se lahko uporablja le pri namestitvah, kjer to dopušča ocena tveganja. Orodja in zadrževala ne smejo imeti ostrih robov in ne smejo predstavljati nevarnosti za stiskanje okončin. Prepričajte se, da vse osebe zadržujejo glave in obraze zunaj dosega robota.
10. Zavedajte se gibanja robota, ko uporabljate programirno enoto.
11. Med delovanjem robota ne vstopajte v varnostni doseg robota in se robota ne dotikajte.

11. Trčenja lahko sprostijo velike ravni kinetične energije, ki je še večja pri visokih hitrostih in velikih obremenitvah. (Kinetična energija =  $\frac{1}{2}$ Masa · Hitrost<sup>2</sup>)
12. Združevanje več strojev lahko poveča tveganje ali povzroči nova tveganja. Vedno izvedite splošno oceno tveganja za celotni sistem; Kadar so potrebne različne ravni učinkovanja zaustavitve v sili, vedno izberite tisto, z najbolj intenzivnim učinkom. Vedno preberite in razumite priročnike za vso opremo, uporabljeno pri namestitvi.
13. Robota nikoli ne prilagajajte. Prilagajanje lahko povzroči tveganja, ki jih operater ne more predvideti. Vso pooblaščenno ponovno sestavljanje mora biti izvedeno v skladu z najnovejšimi različicami vseh relevantnih servisnih priročnikov. DRUŽBA UNIVERSAL ROBOTS ZAVRAČA VSAKRŠNO ODGOVORNOST, V PRIMERU, DA JE IZDELEK NA KAKRŠEN KOLI NAČIN SPREMENJEN ALI PRILAGOJEN.
14. Če robota kupite z dodatnim modulom (npr. z vmesnikom Euromap 67), se poučite o tem modulu v ustreznem priročniku.

**OPOZORILO:**

1. Robot in krmilna omarica se med delovanjem ogrejeta. Robota ne prijemajte ali se ga dotikajte medtem, ko deluje ali takoj po delovanju. Da robota ohladite, ga izključite in počakajte eno uro.
2. Nikoli ne vstavljajte prstov za notranji pokrov krmilne omarice.

**PREVIDNO:**

1. Ko je robot združen ali dela z drugimi stroji, ki ga lahko poškodujejo, močno priporočamo, da preizkusite vse funkcije in program robota ločeno. Priporočamo, da program robota preizkusite z začasnimi smernimi točkami zunaj delovnega območja ostalih strojev. Družba Universal Robots ne bo odgovorna za morebitno škodo na robotu ali drugi opremi zaradi napak v programiranju ali motnjah pri delovanju robota.
2. Robota ne izpostavljajte trajnim magnetnim poljem. Zelo močna magnetna polja lahko poškodujejo robota.

## 1.6 Predvidena uporaba

Roboti UR so industrijski stroji, namenjeni za upravljanje z orodji in opremo ali za obdelavo ali prenos sestavnih delov ali izdelkov. Podrobnosti o pogojih okolja, v katerem naj bi deloval robot, najdete v prilogah B in D.

Roboti UR so opremljeni s posebnimi varnostnimi lastnostmi, ki so namenoma zasnovane za sodelovalne operacije, kjer robot deluje brez ograj in/ali skupaj s človekom.

Sodelovalne operacije so namenjene samo uporabi brez tveganja, kjer celotna operacija, vključno z orodji, delovnim območjem, zadrževali in drugimi stroji, ne predstavlja nikakršnega bistvenega tveganja glede na oceno tveganja določenega načina uporabe.

Vsakršna uporaba, ki odstopa od predvidene uporabe se obravnava kot nedopustna zloraba. To vključuje, a ni omejeno na:

- uporabo v potencialno eksplozivnih okoljih;
- uporabo, ki je škodljiva zdravju ali smrtno nevarna;
- uporabo pred izdelavo ocene tveganja;
- uporabo pri nezadostnih ravneh učinka;
- uporabo, ko učinek varnostnih funkcij ni zadosten;
- uporabo kot pomoč pri vzpenjanju;
- delovanje zunaj dovoljenih parametrov delovanja.

## 1.7 Ocena tveganja

Ena najpomembnejših stvari, ki jih mora opraviti integrator, je ocena tveganja. V mnogih državah je zahtevana z zakonom. Robot je delno sestavljen stroj, saj je varnost robota v celoti odvisna od končne namestitve (npr. orodja, ovire ali drugi stroji).

Priporočamo, da integrator za izdelavo ocene tveganja uporablja smernice iz standardov ISO 12100 in ISO 10218-2.

Ocena tveganja, ki jo izvede integrator, mora upoštevati vse delovne postopke skozi vso življenjsko dobo uporabe robota, vključno z a ne omejeno na:

- učenjem robota med postavitvijo in razvijanjem namestitve robota;
- Normalno delovanje namestitve robota.

Ocena tveganja mora biti izvedena **preden** robotovo roko prvič zažene. Del ocene tveganja, ki jo izvede integrator, je prepoznavanje ustreznih nastavitvev varnostne konfiguracije, ter prepoznavanje potreb po dodatnih gumbih za ustavitvev v sili in/ali drugih varovalnih ukrepih, potrebnih za določeno uporabo robota.

Prepoznava ustreznih nastavitve varnostne konfiguracije je posebno pomemben del razvoja sodelovalne uporabe robota. Glejte poglavje 2 in del II za podrobnejše informacije.

Nekatere izmed varnostnih funkcij so namenoma zasnovane za sodelovalno uporabo robota. Te funkcije je mogoče konfigurirati skozi nastavitve varnostne konfiguracije in so še posebej pomembne pri reševanju točno določenih tveganj iz ocene tveganja, ki jo je izvedel integrator.

- Omejevanje sile in moči: Uporablja se za zmanjševanje sile prijema in pritiska, ki jo tvori robot v smeri premikanja v primeru trčenja med robotom in operaterjem.
- Omejevanje zagona: Uporablja se za zmanjševanje visoke prehodne energije in sil udarca v primeru trčenja med robotom in operaterjem, tako da zniža hitrost robota.
- Omejevanje položaja členov in TCP: Uporablja se posebej za zmanjševanje tveganja, povezanega z določenimi deli telesa. Npr. za izogibanje premikom proti glavi in vratu med nameščanjem in programiranjem.
- Omejevanje orientacije TCP in orodja: Uporablja se posebej za zmanjševanje tveganja, povezanega z določenimi območji in lastnostmi orodja in obdelovanega dela. Npr. za izogibanje ostrim robovom, ki bi bili usmerjeni v operaterja.
- Omejevanje hitrosti: Uporablja se posebej za zagotavljanje nizke hitrosti robotove roke. Npr. da zagotovi dovolj časa, da se operater izogne stiku z robotovo roko.

Uveljavitev pravih nastavitve varnostne konfiguracije je enakovredna temu, da robota privijete v tla in priključite varnostno opremo na varnostne V/I. Integrator mora preprečiti nepooblaščenim osebam spreminjanje varnostne konfiguracije, npr. z uporabo zaščite z geslom.

Pri ocenjevanju tveganj pri sodelovalni uporabi robota je še posebej pomembno obravnavati:

- Resnost posameznih potencialnih trkov;
- Verjetnost pojava posameznih potencialnih trkov;
- Možnosti za izogibanje posameznim potencialnim trkom;

Če je robot nameščen v nesodelovalno uporabo, kjer nevarnosti ni mogoče razumno preprečiti ali tveganj ni mogoče zadosti zmanjšati z uporabo vgrajenih varnostnih funkcij (npr. pri uporabi nevarnih orodij), mora ocena tveganja, ki jo izvede integrator, določati, da mora integrator sprejeti dodatne varovalne ukrepe (npr. napravo, ki bo omogočala varovanje integratorja med namestitvijo in programiranjem).

Podjetje Universal Robots je spodaj navedene potencialne bistvene nevarnosti določilo za nevarnosti, ki jih mora integrator upoštevati. Upoštevajte, da so v določeni namestitvi robota lahko prisotne tudi druge bistvene nevarnosti.

1. Ujetje prstov med robotsko nogo in osnovo (člen 0).
2. Ujetje prstov med zapestjem 1 in zapestjem 2 (člen 3 in člen 4).

3. Odprte rane zaradi ostrih robov in ostrih konic na orodju ali priključku orodja.
4. Odprte rane zaradi ostrih robov in ostrih konic na ovirah v bližini robota.
5. Podplutbe zaradi udarcev robota.
6. Zvin ali zlom kosti zaradi udarcev med težkim tovorom in trdo površino.
7. Posledice zaradi razrahljanih vijakov, ki držijo robotsko roko ali orodje.
8. Predmeti, ki padejo iz orodja, npr. zaradi slabega oprijema ali motenj električne napetosti.
9. Napake zaradi različnih gumbov za zaustavitev v sili za različne stroje.
10. Napake zaradi nepooblaščenih sprememb parametrov varnostne konfiguracije.

Podatke o času in razdalji pri ustavljanju najdete v poglavju 2 in dodatku A.

## 1.8 Zaustavitev v sili

Aktivirajte gumb za zaustavitev v sili, da takoj ustavite vsakršno premikanje robota.

Zaustavitev v sili se ne uporablja kot ukrep za zmanjšanje tveganja, pač pa kot sekundarna varnostna naprava.

Ocena tveganja uporabe robota mora pokazati, če je potrebno priključiti več gumbov za zaustavitev v sili. Gumbi za zaustavitev v sili morajo biti skladni z IEC 60947-5-5; več podrobnosti najdete v predelku 5.3.2.

## 1.9 Premikanje brez napajanja pogona

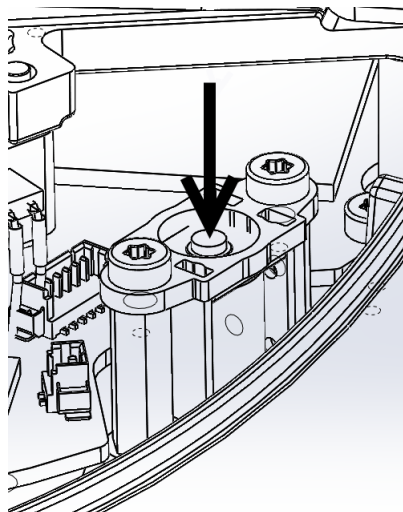
V majhni verjetnosti nujnega primera, ko je treba premakniti enega ali več členov robota in električno napajanje robota ni mogoče ali ni zaželeno, obstajata dva različna načina za prisilno premikanje členov robota:

1. Prisilen vzvratni pogon: Člen prisilno premaknete, tako da močno (500 N) potisnete ali povlečete robotsko roko. Vsaka zavora člena ima torne sklopke, ki omogočajo gibanje ob visokem prisilnem navoru.
2. Ročna sprostitev zavore: Odstranite pokrov člena, tako da odvijete vijake M3, s katerimi je pritrjen. Zavoro sprostite, tako da potisnete bat na majhnem električnem magnetu, kot je prikazano na spodnji sliki.



### OPOZORILO:

1. Ročno premikanje robota je namenjeno le nujnim primerom, saj lahko poškoduje člene.
2. Če zavoro sprostite ročno, lahko sila težnosti povzroči, da robotova roka pade. Robotovo roko, orodje in obdelovani predmet vedno podpirajte, ko sproščate zavoro.



Avtorske pravice © 2009–2016 Universal Robots A/S. Vse pravice pridržane.



## 2 Varnostne funkcije in vmesniki

### 2.1 Uvod

Roboti UR so opremljeni z naborom vgrajenih varnostnih lastnosti, ter varnostnih električnih vmesnikov za povezovanje z drugimi stroji in dodatnimi varovalnimi napravami. Vsaka izmed varnostnih funkcij in vsak izmed vmesnikom je opazovan v skladu z EN ISO 13849-1 (glejte poglavje 8 za certifikate) z ravniyo učinka d (PLd):



#### NEVARNOST:

Uporaba parametrov varnostne konfiguracije, ki se razlikujejo od tistih, ki jih določa ocena tveganja, ki jo je izvedel integrator, lahko povzroči nevarne položaje, katerih ni mogoče razumno preprečiti in tveganja, ki niso ustrezno zmanjšana.

Glejte poglavje 10 v delu II za konfiguracijo varnostnih funkcij, vhodov in izhodov na uporabniškem vmesniku. Glejte poglavje 5 za opise o povezovanju varnostnih naprav na električni vmesnik.



#### OPOMBA:

1. Uporaba in konfiguracija varnostnih funkcij in vmesnikov morata biti izvedeni v skladu z oceno tveganja, ki jo izvede integrator za specifično uporabo robota, glejte razdelek 1.7 v poglavju 1.
2. Če robot odkrije napako ali kršitev v varnostnem sistemu, npr. da je prerezana ena izmed žic tokokroga zaustavitve v sili, da je pokvarjen senzor položaja, ali da je kršena omejitev varnostne funkcije, se sproži zaustavitev kategorije 0. Čas od pojava napake do ustavitve in izklopa robota je naveden na koncu tega poglavja. Ta čas je potrebno upoštevati kot del ocene tveganja, ki jo izvede integrator.

Robot ima vrsto varnostnih funkcij, ki jih lahko uporabite za omejevanje premikanja njegovih členov in *Središčne točke orodja* (TCP) robota. TCP je središčna točka izhodne prirobnice z dodatkom odmika TCP.

Omejitvene varnostne funkcije so:

Omejevanje varnostne funkcije	Opis
Položaj členov	Min. in maks. kotni položaj členov
Hitrost členov	Maks. kotna hitrost členov
Položaj TCP	Ravnine v kartezijanskem prostoru omejujejo položaj TCP robota
Hitrost TCP	Maks. hitrost TCP robota
Sila TCP	Maks. potisna sila TCP robota
Zagon	Maks. zagon robotove roke
Moč	Maks. uporabljena moč robotove roke

## 2.2 Časi ustavljanja varnostnega sistema

Čas ustavljanja varnostnega sistema je čas od pojava napake ali kršitve varnostne funkcije do takrat, ko se robot popolnoma ustavi in se sprožijo mehanske zavore. Meritve so izvedene ob naslednji konfiguraciji robota:

- Izteg: 100% (robotova roka je v celoti iztegnjena vodoravno).
- Hitrost: Omejitev hitrosti TCP varnostnega sistema je nastavljena na opisano omejitev.
- Brema: maksimalno brema, ki ga obvladuje robot, pričvrščeno na središčno točko orodja, (5 kg).

Čas ustavitve v najslabšem primeru za kategorijo ustavitve <sup>1</sup>0 v primeru kršitve varnostnih omejitev ali vmesnikov je prikazan v naslednji razpredelnici.

Omejevanje hitrosti TCP	Največji čas ustavljanja
1.0 m/s	450 ms
1.5 m/s	500 ms
2.0 m/s	550 ms
1.5 m/s	600 ms
3.0 m/s	650 ms

## 2.3 Omejevanje varnostnih funkcij

Programska oprema za napredni nadzor poti zmanjša hitrost in/ali izda ukaz za zaustavitev izvajanja programa, če se robotova roka približa varnostni omejitvi. Kršitve omejitev se zato pripetijo samo v izjemnih primerih. Kakor koli, če je omejitev prekoračena, varnostni sistem sproži zaustavitev kategorije 0.

<sup>1</sup>Kategorije ustavitve so v skladu z IEC 60204-1, glejte slovarček za več podrobnosti.

Omejevanje varnostne funkcije	Najslabši primer				Reakcijski čas
	Resničnost	Čas zaznave	Čas za energizacijo	de-	
Položaj členov	1.15 °	100 ms	1000 ms		1100 ms
Hitrost členov	1.15 °/s	250 ms	1000 ms		1250 ms
Položaj TCP	20 mm	100 ms	1000 ms		1100 ms
Usmerjenost TCP	1.15 °	100 ms	1000 ms		1100 ms
Hitrost TCP	50 mm/s	250 ms	1000 ms		1250 ms
Sila TCP	25 N	250 ms	1000 ms		1250 ms
Zagon	3 kg m/s	250 ms	1000 ms		1250 ms
Moč	10 W	250 ms	1000 ms		1250 ms

Sistem velja za *de-energiziranega*, ko napetost na 48 V vodilu doseže električni potencial pod 7,3 V. Čas de-energizacije je čas od zaznave dogodka, do trenutka, ko je sistem de-energiziran.

**OPOZORILO:**

Obstajata dve izjemi funkcije omejevanja sile, ki ju je potrebno upoštevati pri oblikovanju delovne celice robota. Izjemi sta prikazani na sliki 2.1. Ko se robot iztegne, lahko učinek kolenskega člena ustvari velike sile v radialni smeri (stran od osnove), a hkrati povzroči tudi nizko hitrost. Podobno se pri roki na kratkem vzvodu, ko je orodje blizu osnove in se premika v tangentialni smeri (okoli) osnove, ustvarijo velike sile in nizka hitrost. Tveganju stiskanja delov telesa se lahko npr. izognete, če odstranite ovire iz teh območij, robota postavite na drugačen način ali z uporabo varnostnih ravnin in omejitev členov, s katerimi robotu preprečite premike v ta del delovnega prostora.

**OPOZORILO:**

Če je v povezavi s hitrim premikanjem komolčnega člena prisotno kakršno koli tveganje (npr. pri izvajanju gibov v bližini singularnosti), lahko uporabnik tveganje zmanjša, tako da omeji hitrost osnove in ramenskega člena z uporabo varnostne funkcije za omejitve hitrosti členov.

## 2.4 Varnostni načini

**Normalni in reducirani način** Varnostni sistem deluje na dva nastavljiva varnostna načina: *Normalni* in *Reduciran*. Za vsakega izmed teh dveh načinov lahko nastavite varnostne omejitve. Reducirani način je aktiven, ko se TCP robota nahaja za ravnino *Sprožitve reduciranega načina*, ali ko ga sproži varnostni vhod.

Na strani ravnin *Sprožitve reduciranega načina*, kjer je določen komplet omejitev normalnega načina, je območje 20 mm, kjer je sprejet komplet omejitev reduciranega



Slika 2.1: Na določenih območjih delovnega prostora morate biti pozorni na tveganje stiskanja delov telesa, zaradi fizičnih lastnosti robotove roke. Eno območje je določeno za radialne premike, ko je člen zapestje 1 na razdalji vsaj 750 mm od osnove robota. Drugo območje je znotraj 200 mm osnove robota, pri premikanju v tangentsni smeri.

načina. Ko varnostni vhod sproži reducirani način, sta za 500 ms sprejeta oba kompleta omejitev.

**Obnovitveni način** Kadar pride do kršitve varnostne omejitve, je potrebno ponovno zagnati varnostni sistem. Če je sistem pri zagonu izven varnostnih omejitev (npr. zunaj omejitve položaja člena), robot vstopi v poseben način *Obnovitve*. V načinu obnovitve ni možno izvajati programov robota, robotovo roko pa lahko ročno premaknete nazaj v območje znotraj omejitev, ali v načinu *Prosti tek* (Free-drive), ali preko zavijka Premik v vmesniku PolyScope (glejte del II „Priročnik PolyScope“). Varnostne omejitve načina *Obnovitve* so:

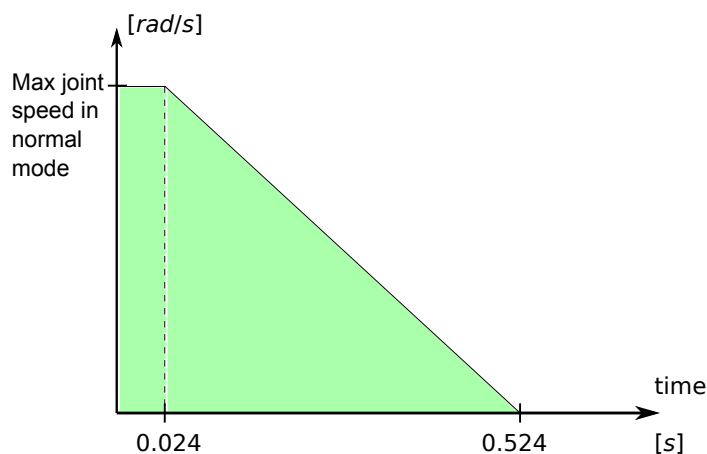
Omejevanje varnostne funkcije	Omejitev
Hitrost členov	30 °/s
Hitrost TCP	250 mm/s
Sila TCP	100 N
Zagon	10 kg m/s
Moč	80 W

Če se pojavi kršitev teh omejitev, varnostni sistem sproži zaustavitev kategorije 0.



**OPOZORILO:**

Upoštevajte, da so omejitve *položaja členov*, *položaja TCP* in *usmerjenosti TCP* v načinu obnovitve onemogočene. Pri premikanju robotove roke nazaj v območje znotraj omejitev bodite previdni.



Slika 2.2: Zeleno območje pod klančino so dovoljene hitrosti člena med zaviranjem. Ob času 0 varnostni procesor zazna dogodek (zaustavitev v sili ali preventivno zaustavitev). Zmanjševanje hitrosti se začne po 24 ms.

## 2.5 Varnostni električni vmesniki

Robot je opremljen z več varnostnimi električnimi vhodi in izhodi. Vsi varnostni električni vhodi in izhodi so dvokanalni. Varni so pri nizkih vrednostih, tj. zaustavitev v sili ni aktivna, ko so signali visoki (+24 V).

### 2.5.1 Varnostni električni vhodi

Spodnja razpredelnica prikazuje varnostne električne vhode.

Varnostni vhod	Opis
Zasilna zaustavitev robota	Izvede zaustavitev kategorije 1, pri čemer obvesti druge naprave preko izhoda <i>Zaustavitev sistema v sili</i> .
Gumb za zaustavitev v sili	Izvede zaustavitev kategorije 1, pri čemer obvesti druge naprave preko izhoda <i>Zaustavitev sistema v sili</i> .
Zasilna ustavitev sistema	Izvede Zaustavitev kategorije 1
Varnostna zaustavitev	Izvede Zaustavitev kategorije 2
Vhod za preventivno ponastavitev	Ko se zgodi EDGE na vhod za preventivno ponastavitev, robota povrne iz stanja <i>Varnostne zaustavitve</i> v nadaljnje delo.
Reducirani način	Varnostni sistem preide v omejitve <i>Reduciranega</i> načina.
Stikalo s tremi položaji	Deluje kot vhod varnostne ustavitve, kadar je vnos v načinu delovanja visok.
Način delovanja	Način delovanja, ki ga uporabite, ko je definirana naprava, ki omogoča tri položaje.

Zaustavitev kategorije 1 ali 2 zmanjša hitrost robota, ko je pogon vključen, kar robotu omogoča ustavitev brez odmika s trenutne poti.

**Nadzor varnostni vhodov** Varnostni sistem nadzoruje zaustavitve kategorije 1 in 2 na naslednji način:

1. Varnostni sistem poskrbi, da se zaviranje prične v roku 24 ms, glejte Sliko 2.2.

2. Če se člen premika, je njegova hitrost nadzorovana, da nikoli ne preseže hitrosti, dobljene z nenehnim zmanjševanjem hitrosti od omejitve maksimalne hitrosti člena za *Normalni* način do  $0 \text{ rad/s}$  v 500 ms.
3. Če člen miruje (hitrost člena je manj kot  $0,2 \text{ rad/s}$ ), je člen nadziran, da se ne premakne več kot za  $0,05 \text{ rad}$  iz položaja, ki ga je zasedal, ko je bila izmerjena hitrost pod  $0,2 \text{ rad/s}$ .

Nadalje, za zaustavitev kategorije 1 varnostni sistem poskrbi, da se napajanje zaključi v roku 600 ms, ko je robot v stanju počivanja. Po vходу varnostne ustavitve je ponovno premikanje robotove roke dovoljeno le, ko se izvede pozitivna robna aktivacija na vходу za preventivno ponastavitev. Če katera koli izmed zgoraj navedenih lastnosti ni uresničena, varnostni sistem sproži zaustavitev kategorije 0.

Prehod v *Reducirani* način, ki ga sproži vход reduciranega načina, je naslednji:

1. Varnostni sistem sprejme tako nabore omejitev *Normalnega* kot *Reduciranega* načina za 500 ms po sprožitvi vхода reduciranega načina.
2. Po 500 ms so aktivne samo omejitve *Reduciranega* načina.

Če katera koli izmed zgoraj navedenih lastnosti ni uresničena, varnostni sistem sproži zaustavitev kategorije 0.

Varnostni sistem izvede zaustavitev kategorije 0 z delovanjem, opisanem v naslednji razpredelnici. Reakcijski čas v najslabšem primeru je čas do zaustavitve in *de-energizacije* (sprostitve do električnega potenciala pod 7,3 V) robota, ki deluje pri polni hitrosti in maksimalni obremenitvi.

Funkcija varnostnega vхода	Čas zaznave	Najslabši primer	
		Čas za de-energizacijo	Reakcijski čas
Zasilna zaustavitev robota	250 ms	1000 ms	1250 ms
Gumb za zaustavitev v sili	250 ms	1000 ms	1250 ms
Zasilna ustavitev sistema	250 ms	1000 ms	1250 ms
Varnostna zaustavitev	250 ms	1000 ms	1250 ms

## 2.5.2 Varnostni električni izhodi

Spodnja razpredelnica prikazuje varnostne električne izhode:

## 2.5 Varnostni električni vmesniki

Varnostni izhod	Opis
Zasilna ustavitev sistema	Logični spodnji prag, ko je vhod <i>Zaustavitev robota v sili</i> na logičnem spodnjem pragu ali ob pritisku na gumb za ustavitev v sili.
Robot se premika	Medtem ko je ta signal na logičnem zgornjem pragu, se noben izmed členov robotove roke ne premakne za več kot 0,1 rad.
Robot se ne ustavlja	Logični zgornji prag, ko je robot ustavljen ali v postopku ustavljanja zaradi ustavitve v sili ali varnostne ustavitve. Sicer bo to logični spodnji prag.
Reducirani način	Logični spodnji prag, ko je varnostni sistem v <i>Reduciranem</i> načinu.
Nereducirani način	Izničen izhod <i>Reduciranega načina</i> .

Če varnostni izhod ni nastavljen pravilno, varnostni sistem sproži zaustavitev kategorije 0, z naslednjimi reakcijskimi časi v najslabšem primeru:

Varnostni izhod	Reakcijski čas v najslabšem primeru
Zasilna ustavitev sistema	1100 ms
Robot se premika	1100 ms
Robot se ne ustavlja	1100 ms
Reducirani način	1100 ms
Nereducirani način	1100 ms



## 3 Prevoz

Robota premeščajte in prevažajte v izvorni embalaži. Embalažo shranite na suhem; morda boste nekoč robota morali razstaviti in premakniti.

Ko robota prenašate na mesto postavitve, obe cevi robotove roke dvignite hkrati. Robota držite pri miru, dokler vsi vijaki osnove niso varno pritrjeni.

Krmilno omarico dvigujte za ročaj.



### OPOZORILO:

1. Poskrbite, da ne preobremenite svojega hrbta ali drugih telesnih delov, ko dvigate opremo. Uporabite ustrezno opremo za dviganje. Upoštevajte vse območne in nacionalne smernice za dviganje bremen. Družba Universal Robots ne more sprejeti odgovornosti za morebitno škodo pri prevozu in prenašanju opreme.
2. Prepričajte se, da robota postavite v skladu z navodili za postavitve v poglavju 4.



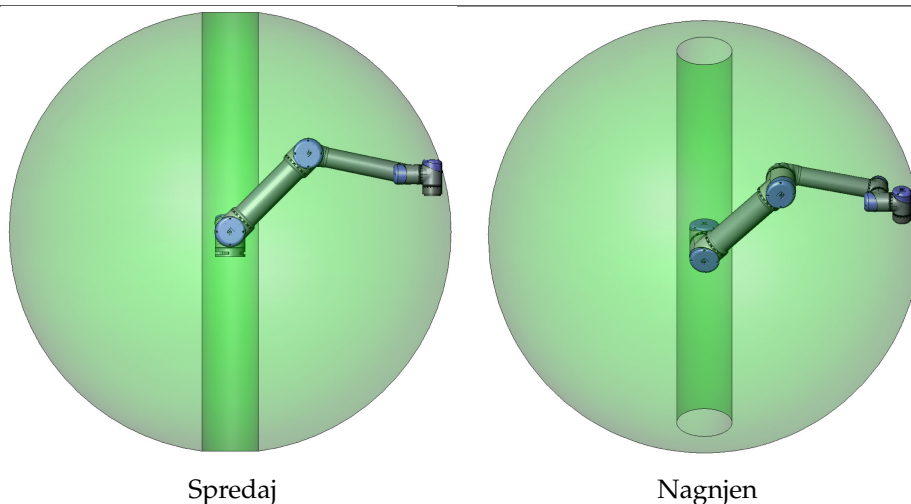
## 4 Mehanski vmesnik

### 4.1 Uvod

To poglavje opisuje osnove vgradnje različnih delov robotskega sistema. Upoštevati morate navodila za električno namestitvev v poglavju 5.

### 4.2 Delovni prostor robota

Delovni prostor robota UR5 sega 850 mm od osnovnega člena. Pri izbiranju prostora za vgradnjo robota morate upoštevati cilindrično prostornino neposredno nad in neposredno pod osnovo robota. Če je le mogoče, orodja ne približujte cilindrični prostornini, saj povzroči hitro gibanje členov robota, čeprav se orodje giblje počasi, kar povzroči nezadostno delovanje robota in oteži izvajanje ocene tveganja.



### 4.3 Vgradnja

**Robotova roka** Robotova roka je nameščena s štirimi vijaki M8, ki jih privijete v štiri 8.5 mm odprtine na osnovi robota. Vijake je priporočljivo priviti z 20 N m navora. Če je potrebno zelo natančno prestavljanje robota, sta na voljo dve odprtini  $\varnothing 8$ , v kateri namestite zatiča. Prav tako pa lahko kot dodatno opremo kupite natančen nasprotni del za osnovo. Slika 4.1 prikazuje, kje je treba izvrtati izvrtine in namestiti vijake.

Robota postavite na čvrsto podlago, ki mora biti dovolj močna, da prenese vsaj 10-kratno jakost polnega navora osnovnega člena in vsaj 5-kratno težo robotove roke. Podlaga mora tudi biti stabilna in brez vibracij.

Če robota postavite na linearno os ali premikajočo se ploščad, bo pospešek premikajoče se osnove zelo nizek. Visok pospešek lahko povzroči, da se robot ustavi, saj bo mislil, da je v nekaj zadel.



**NEVARNOST:**

Prepričajte se, da je robot pravilno in varno privit na mesto. Površina namestitve mora biti čvrsta.



**PREVIDNO:**

Če je robot dlje časa polivan z vodo, se lahko poškoduje. Robota ne namestite v vodo ali v mokrem okolju.

**Orodje** Prirobnica orodja robota ima štiri odprtine M6 za pritrditev orodja na robota. Odprtine morate priviti z jakostjo 9 N m. Če je potrebno zelo natančno prestavljanje orodja, je na voljo odprtina Ø6, v katero namestite zatič. Slika 4.2 prikazuje, kje je treba izvrtati izvrtine in namestiti vijake.



**NEVARNOST:**

1. Prepričajte se, da je orodje pravilno in varno privito na mesto.
2. Prepričajte se, da je orodje izdelano tako, da ne more povzročiti nevarnosti, če bi nenadoma odpadel kak del.

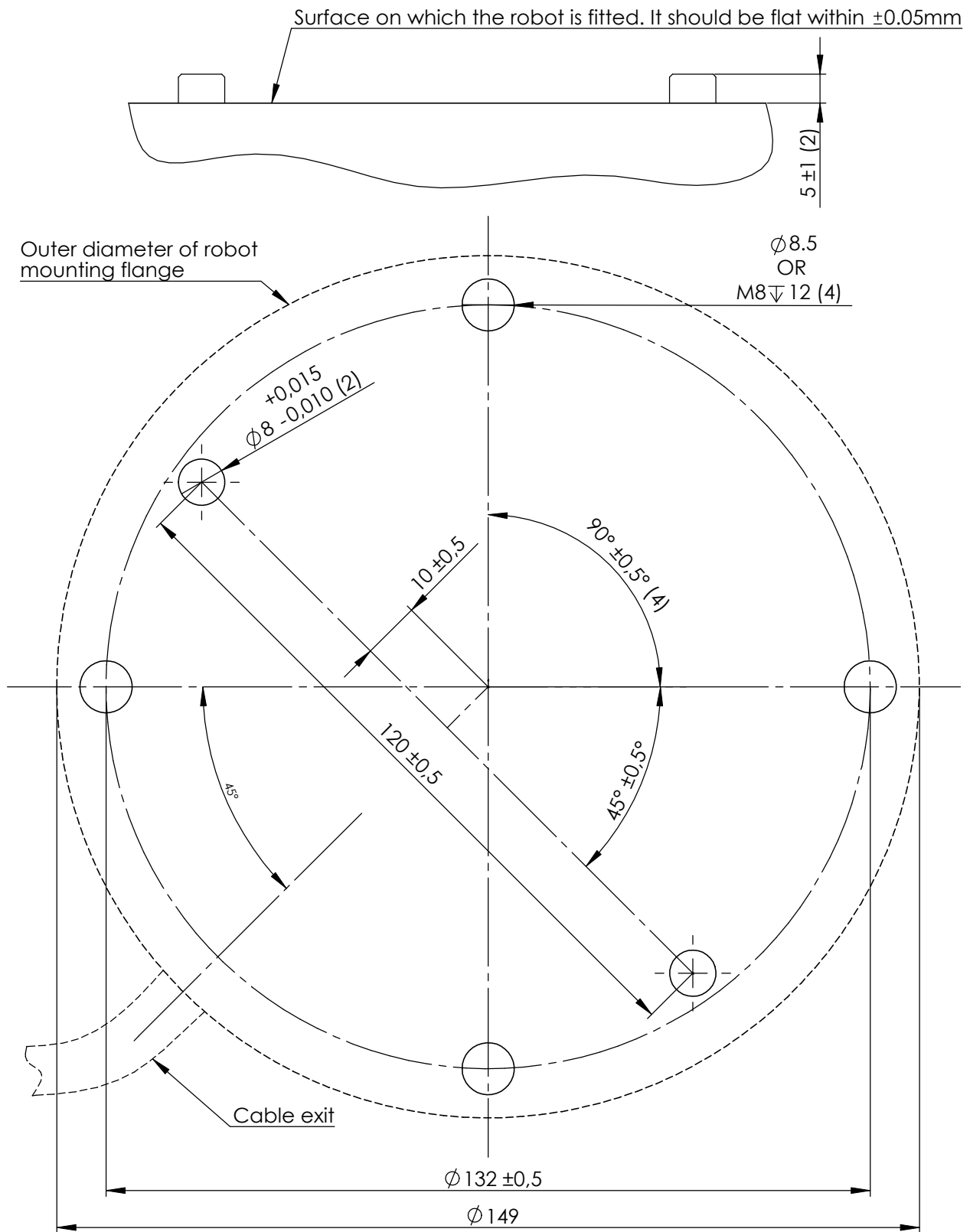
**Krmilna omarica** Krmilno omarico lahko obesite na steno ali jo postavite na tla. Na vsaki strani pustite 50 mm prostora, da zagotovite zadosten pretok zraka. Dokupite lahko dodatna ohišja za namestitev.

**Programirna enota** Programirno enoto lahko obesite na steno ali na krmilno omarico. Dokupite lahko dodatna ohišja za namestitev programirne enote. Poskrbite, da se nihče ne bo spotaknil na kablilih.

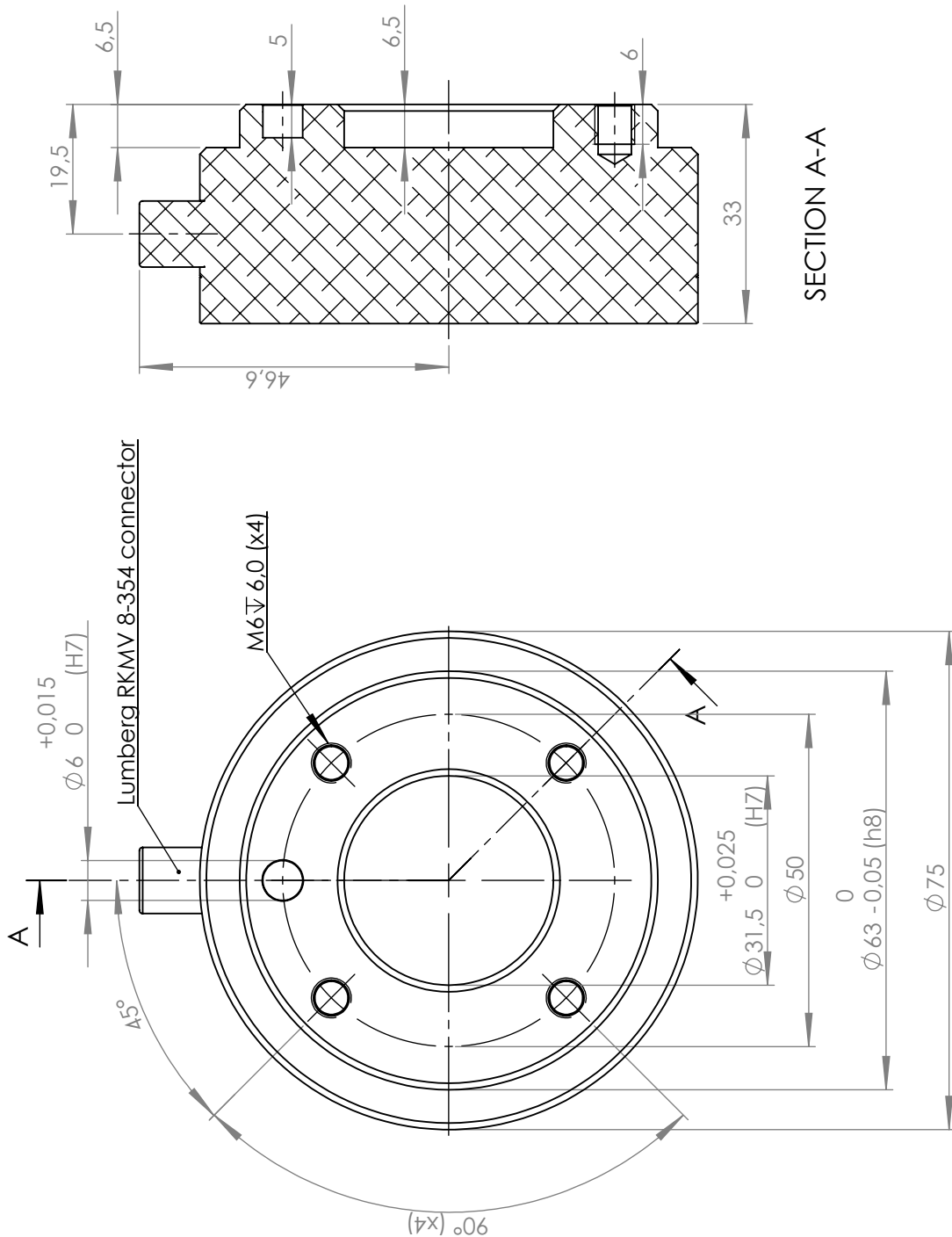


**NEVARNOST:**

1. Poskrbite, da krmilna omarica, programirna enota in kabli ne bodo prišli v stik s tekočinami. Mokra krmilna omarica lahko povzroči smrtne poškodbe.
2. Krmilne omarice in programirne enote ne smete izpostavljati prašnemu ali mokremu okolju, ki presega oceno IP20. Še posebej bodite pozorni v okolju s konduktivnim prahom.



Slika 4.1: Odprtine za vgradnjo robota. Uporabite 4 vijake M8. Vse mere so v mm.



Avtorske pravice © 2009–2016 Universal Robots A/S. Vse pravice pridržane.

Slika 4.2: Izhodna prirobnica orodja, ISO 9409-1-50-4-M6. Tukaj vgradite orodje na vrh robota. Vse mere so v mm.

# 5 Električni vmesnik

## 5.1 Uvod

To poglavje opisuje vse električne vmesnike robotove roke in krmilne omarice.

Različni vmesniki so razdeljeni v pet skupin z različnimi nameni in lastnostmi:

- Krmilnik V/I
- Orodje V/I
- Ethernet
- Napajanje
- Povezava z robotom

Izraz „V/I“ velja tako za digitalne kot analogne nadzorne signale, ki prihajajo oz. izhajajo iz vmesnika.

Teh pet skupin je opisanih v naslednjih predelkih. Za večino tipov V/I so podani primeri.

Opozorila in svarila v naslednjih predelkih veljajo za vseh pet skupin in jih je potrebno upoštevati.

## 5.2 Električna opozorila in svarila

Naslednja opozorila in svarila morate upoštevati pri oblikovanju in snovanju uporabe robota. Opozorila in svarila veljajo tudi za servisna opravila.



### NEVARNOST:

1. Varnostnih signalov nikoli ne smete priključiti na krmilnik PLC, ki ni varnostni krmilnik PLC z ustrezno varnostno stopnjo. Neupoštevanje tega opozorila lahko povzroči resne poškodbe ali smrt, saj se lahko zaobide katero izmed funkcij za zaustavitev v sili. Pomembno je, da so varnostni signali vmesnika ločeni od običajnih V/I-signalov vmesnika.
2. Vsi varnostni signali so izdelani z dodatno različico (dva neodvisna kanala). Kanala naj bosta ločena, tako da ena okvara ne more povzročiti izgube varnostnih funkcionalnosti.
3. Nekateri V/I znotraj krmilne omarice se lahko nastavijo tako za normalne kot za varnostne V/I. Preberite in razumite celotni predelek 5.3.

**NEVARNOST:**

1. Prepričajte se, da vsa oprema brez ocene odpornosti na vodo ostane suha. Če dopustite, da v izdelek zaide voda, izključite, odstranite in zaklenite vse napajanje, nato se obrnite na svojega dobavitelja.
2. Uporabljajte samo originalne kable, priložene robotu. Robota ne uporabljajte v namene, kjer se kabli lahko pregibajo. Če potrebujete daljše ali prožnejše kable, se obrnite na svojega dobavitelja.
3. Negativni priključki se imenujejo „GND“ (ozemljitev) in so priključeni na varovalo robota ter krmilne omarice. Vsi omenjeni priključki ozemljitve so primerni samo za pogon in signaliziranje. Za PE (zaščitno ozemljitev) uporabite povezavo z vijčnim priključkom M6, označenim s simbolom ozemljitve v krmilni omarici. Prevodnik ozemljitve more imeti vsaj tokovni učinek enak najvišjemu toku v sistemu.
4. Ko nameščate kable vmesnika na robotove V/I je potrebna pazljivost. Kovinska plošča na dnu je namenjena kablom in konektorjem vmesnika. Ploščo odstranite preden vrtate izvrtine. Pred ponovnim nameščanjem plošče se prepričajte, da odstranite vse ostružke. Uporabljajte mašilnike pravilne velikosti.

**PREVIDNO:**

1. Robot je preizkušen v skladu z mednarodnimi IEC standardi za EMC (elektromagnetno skladnost). Moteči signali, višji od določenih v ustreznih IEC standardih lahko povzročijo nepričakovano delovanje robota. Zelo močni signali ali prekomerna izpostavljenost tem signalom lahko robota trajno poškodujejo. Težave EMC se po navadi pojavijo med postopki varjenja, običajno pa jih nakažejo dnevniška sporočila o napaki. Družba Universal Robots ne more sprejeti odgovornosti za morebitno škodo zaradi težav z EMC.
2. V/I kabli med krmilno omarico in drugimi stroji ter tovarniško opremo ne smejo biti daljši od 30 m, razen če opravite dodatne preizkuse.

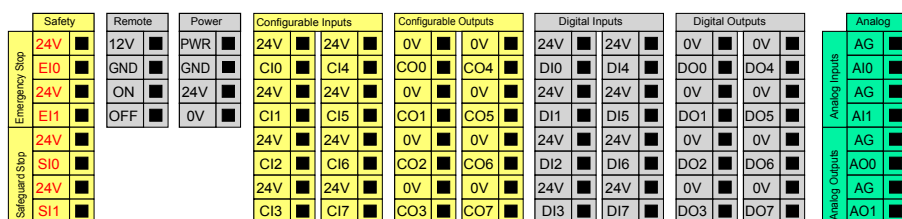
**OPOMBA:**

Vse napetosti in tokovi so DC (enosmerni tok), razen če je izrecno navedeno drugače.

## 5.3 Krmilnik V/I

V tem poglavju je pojasnjeno, kako priključite opremo na V/I znotraj krmilne omarice. Ta V/I je zelo prilagodljiv in se lahko uporabi za širok nabor različne opreme, vključno s pnevmatičnimi releji, krmilniki PLC in gumbi za zaustavitev v sili.

Spodnja ilustracija prikazuje razporeditev električnega vmesnika znotraj krmilne omarice.



Upoštevati morate pomen različnih barv, kot je opisano spodaj.

Rumena z rdečo pisavo	Namenski varnostni signali
Rumena s črno pisavo	Nastavljivi za varnost
Siva s črno pisavo	Digitalni V/I za splošno uporabo
Zelena s črno pisavo	Analogni V/I za splošno uporabo

„Nastavljivi“ V/I so lahko v grafičnem uporabniškem vmesniku nastavljeni kot varnostni V/I ali kot V/I za splošno uporabo. Več informacij najdete v delu II.

V naslednjih podpoglavjih je opisano, kako uporabljati digitalne V/I. Upoštevati morate predelek, ki opisuje splošne specifikacije.

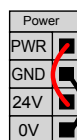
### 5.3.1 Splošne specifikacije za vse digitalne V/I

Ta del določa električne specifikacije za naslednje 24 V digitalne V/I znotraj krmilne omarice.

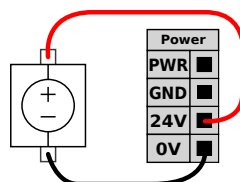
- Varnostni V/I.
- Nastavljivi V/I.
- V/I za splošno uporabo.

Zelo pomembno je, da so roboti UR nameščeni v skladu z električnimi specifikacijami, ki so enake za vse tri vrste vhodov.

Možno je napajati digitalni V/I preko notranjega 24 V napajanja ali preko zunanjega vira napajanja, če konfigurirate sklop priključkov „Napajanje“. Ta sklop je sestavljen iz štirih priključkov. Zgornja dva (PWR (napajanje) in GND (ozemljitev)) sta 24 V in ozemljitev iz notranjega 24 V napajanja. Spodnja priključka (24 V in 0 V) v sklopu sta 24 V vhod za napajanje V/I. Privzeta konfiguracija uporablja notranje napajanje, glejte spodaj.



Če je potrebno več toka, lahko priključite zunanje napajanje, kot je prikazano spodaj.



Spodaj so prikazane električne specifikacije tako za notranje kot zunanje napajanje.

Terminali	Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
<i>Notranje 24 V napajanje</i>					
[PWR - GND]	Napetost	23	24	25	V
[PWR - GND]	Tok	0	-	2	A
<i>Vhodne zahteve zunanjega 24 V</i>					
[24V - 0V]	Napetost	20	24	29	V
[24V - 0V]	Tok	0	-	6	A

Digitalni V/I so izdelani skladno z IEC 61131-2. Električne specifikacije so prikazane spodaj.

Terminali	Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
<i>Digitalni izhodi</i>					
[COx / DOx]	Tok	0	-	1	A
[COx / DOx]	Padec napetosti	0	-	0,5	V
[COx / DOx]	Odvodni tok	0	-	0,1	mA
[COx / DOx]	Funkcija	-	PNP	-	Type (Tip)
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	Type (Tip)
<i>Digitalni vhodi</i>					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Napetost	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Področje OFF (izklopljeno)	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Področje ON (vklopljeno)	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Tok (11-30 V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Funkcija	-	PNP	-	Type (Tip)
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Type (Tip)



**OPOMBA:**

Beseda „nastavljiv“ se uporablja za V/I, ki jih je možno nastavljati kot varnostne V/I ali kot normalne V/I. To so rumeni priključki s črno pisavo.

### 5.3.2 Varnostni V/I

Ta del opisuje namenske varnostne vhode (Rumeni priključki z rdečo pisavo) in nastavljive V/I (Rumeni priključki s črno pisavo), ko so konfigurirani kot varnostni V/I. Upoštevati morate splošne specifikacije v delu 5.3.1.

Varnostne naprave in oprema morajo biti nameščene v skladu z varnostnimi navodili in oceno tveganja, glejte poglavje 1.

Vsi varnostni V/I so izdelani v parih (podvojeno) in jih je potrebno ohranjati kot dve ločeni veji. Ena napaka ne bo povzročila izgube varnostne funkcionalnosti.

Dva stalna varnostna vhoda sta zaustavitev v sili in preventivna zaustavitev. Vhod za zaustavitev v sili je samo za opremo za zaustavitev v sili. Vhod za preventivno zaustavitev je namenjen vsem vrstam zaščitne opreme. Razlika v delovanju je prikazana spodaj.

	Zaustavitev v sili	Preventivna zaustavitev
Premikanje robota se zaustavi	Da	Da
Izvajanje programa	Zaustavitve	Prekinitve
Moč robota	Izklop	Vklop
Ponastavitev	Ročno	Samodejno ali ročno
Pogostost uporabe	Redko	Vsak cikel do redko
Potrebna ponovna inicializacija	Samo sprostitve zavore	Ne
Kategorija zaustavitve (IEC 60204)	1	2
Raven učinka nadzorne funkcije (ISO 13849-1)	PLd	PLd

Nastavljive V/I je možno uporabiti za nastavitev dodatne varnostne funkcionalnosti V/I, kot npr. izhod za ustavitev v sili. Konfiguracija kompleta nastavljenih V/I za varnostne funkcije se izvede preko grafičnega uporabniškega vmesnika, glejte del II.

Nekateri primeri uporabe varnostnih V/I so prikazani v naslednjih podpoglavjih.

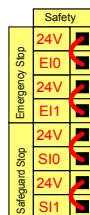


**NEVARNOST:**

1. Varnostnih signalov nikoli ne smete priključiti na krmilnik PLC, ki ni varnostni krmilnik PLC z ustrežno varnostno stopnjo. Neupoštevanje tega opozorila lahko povzroči resne poškodbe ali smrt, saj se lahko zaobide katero izmed funkcij za zaustavitev v sili. Pomembno je, da so varnostni signali vmesnika ločeni od običajnih V/I-signalov vmesnika.
2. Vsi varnostni V/I so izdelani z dodatno različico (dva neodvisna kanala). Kanala naj bosta ločena, tako da ena okvara ne more povzročiti izgube varnostnih funkcionalnosti.
3. Varnostne funkcije morajo biti preverjene, preden pričnete z uporabo robota. Varnostne funkcije morajo biti redno preverjane.
4. Namestitev robota mora biti skladna s temi specifikacijami. Neupoštevanje tega opozorila lahko povzroči resne poškodbe ali smrt, saj se lahko funkcijo za zaustavitev v sili zaobide.

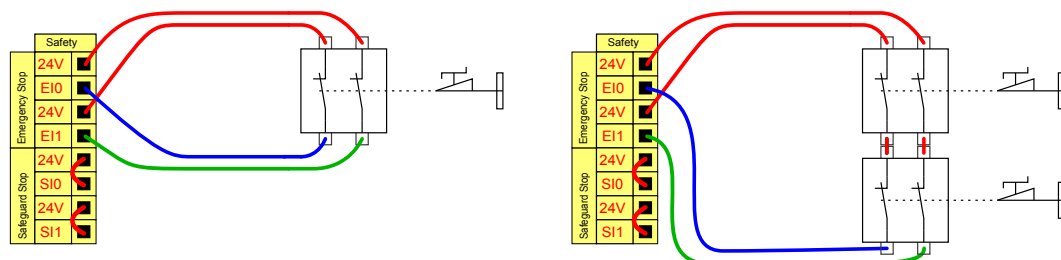
**5.3.2.1 Privzeta varnostna konfiguracija**

Robot je dostavljen s privzeto konfiguracijo, ki omogoča delovanje brez dodatne varnostne opreme, glejte ilustracijo spodaj.



**5.3.2.2 Priključitev gumbov za zaustavitev v sili**

Večina načinov uporabe zahteva enega ali več dodatnih gumbov za zaustavitev v sili. Spodnja ilustracija prikazuje, kako je možno priključiti enega ali več gumbov za ustavitev v sili.



**5.3.2.3 Skupna raba zaustavitve v sili z drugimi stroji**

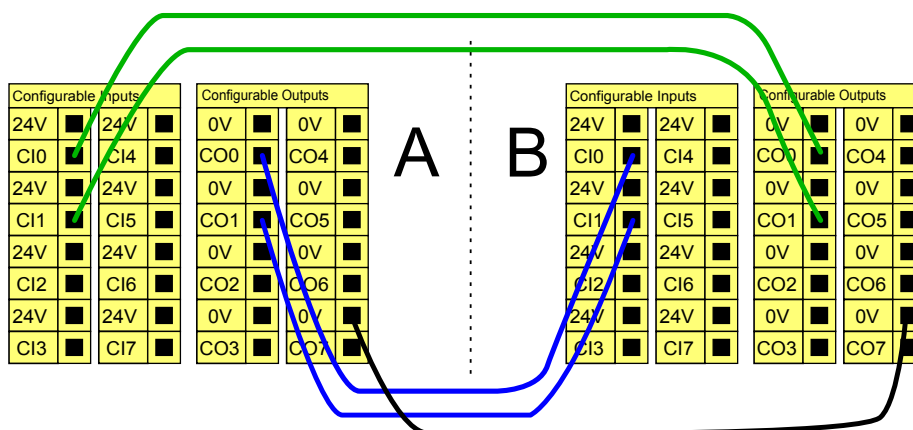
Kadar je robot uporabljan z drugimi stroji, je pogosto zaželeno, da se nastavi skupni tokokrog za ustavitev v sili. Na ta način operaterju ni potrebno misliti na to, kateri gumb za ustavitev v sili naj uporabi.

Normalnega vhoda za ustavitev v sili ni mogoče nastaviti za skupno rabo, saj bosta obe napravi čakali druga drugo, da izide iz stanja zaustavitve v sili.

Za skupno rabo funkcije zaustavitve v sili z drugimi stroji morajo biti v grafičnem uporabniškem vmesniku konfigurirane naslednje nastavljive funkcije V/I.

- Nastavljiv par vhodov: Zunanja zaustavitev v sili.
- Nastavljiv par izhodov: Zasilna zaustavitev v sili.

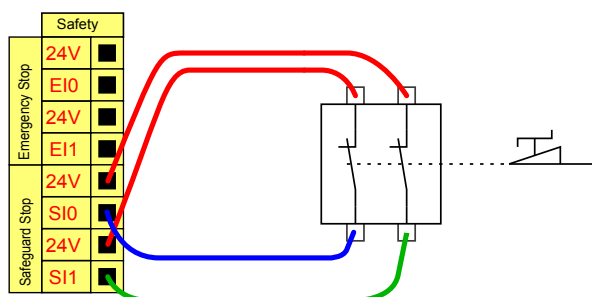
Spodnja ilustracija prikazuje, kako dva robota UR uporabljata skupne funkcije za ustavitev v sili. V tem primeru so uporabljeni nastavljivi V/I „CI0-CI1“ in „CO0-CO1“.



Če je potrebno priključiti več kot dva robota UR ali druga stroja, je potreben varnostni krmilnik PLC, ki nadzira signale zaustavitve v sili.

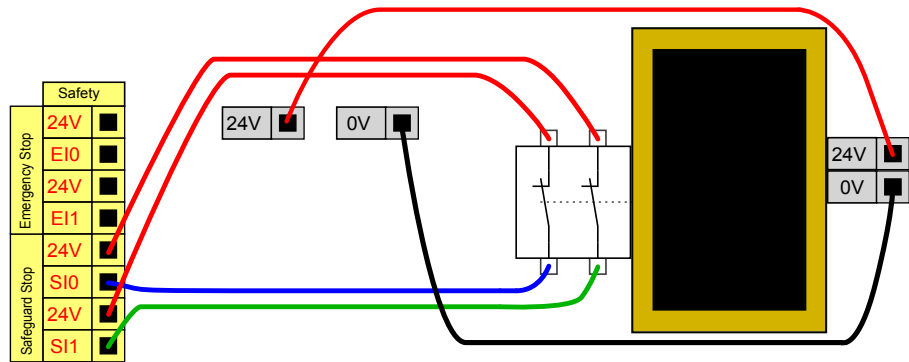
#### 5.3.2.4 Preventivna zaustavitev se bo samodejno povrnila

Primer naprave za osnovno preventivno zaustavitev je stikalo za vrata, kjer se robot ustavi, ko se vrata odprejo; glejte spodnjo ilustracijo.



Ta konfiguracija je namenjena samo za uporabo, kjer operater ne more skozi vrata in jih zapreti za sabo. Nastavljivi V/I se lahko uporabijo za nastavitev gumba za ponastavitev na zunanji strani vrat, ki ponovno aktivira premikanje robota.

Drug primer, kjer pride v poštev samodejni ponovni zagon, je uporaba varnostnega podstavka ali varnostnega laserskega čitalca; glejte spodaj.

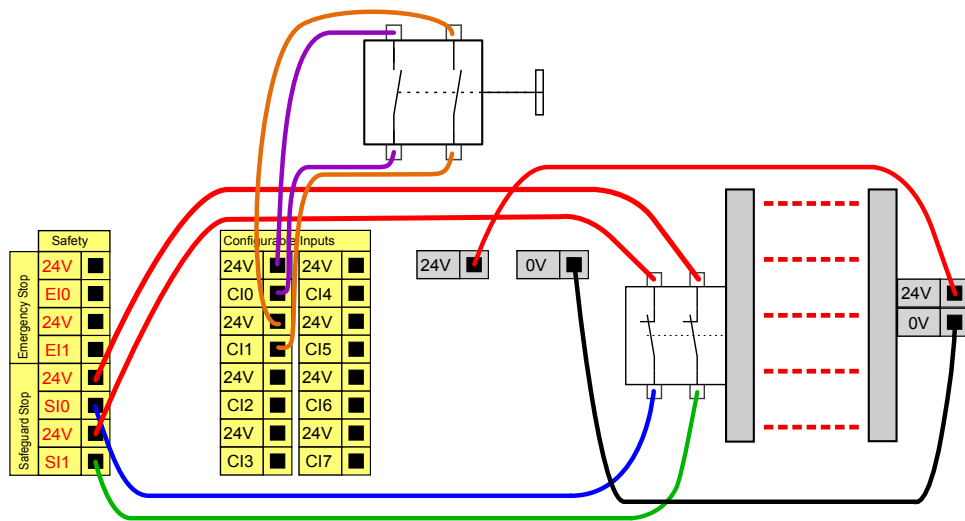


**NEVARNOST:**

1. Robot samodejno nadaljuje z gibanjem, ko je preventivni signal ponovno vzpostavljen. Te konfiguracije ne uporabljajte, če lahko signal ponovno vzpostavite znotraj varnostnega območja.

**5.3.2.5 Preventivna ustavitev z gumbom za ponastavitev**

Če se uporablja preventivni vmesnik za svetlobno zaveso, je potrebna ponastavitev zunaj varnostnega območja. Gumb za ponastavitev mora biti dvokanalni. V tem primeru je za ponastavitev uporabljen nastavljivi VI/ „CI0-CI1“, glejte spodaj.



**5.3.3 Digitalni V/I za splošno uporabo**

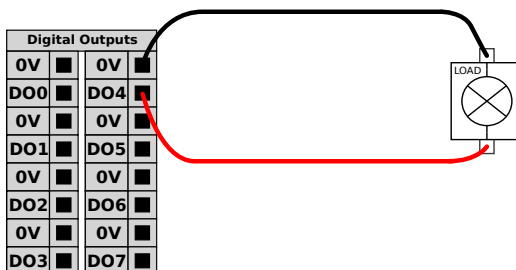
Ta del opisuje 24 V V/I za splošno uporabo (Sivi priključki) in nastavljive V/I (Rumeni priključki s črno pisavo), ko niso konfigurirani kot varnostni V/I. Upoštevati morate splošne specifikacije v delu 5.3.1.

V/I za splošno uporabo se lahko uporabljajo za pogon opreme, kot so pnevmatski releji, neposredno ali za komunikacijo z drugimi sistemi PLC. Vsi digitalni izhodi se lahko samodejno onemogočijo, ko je izvajanje programa ustavljeno, glejte del II. V tem načinu je izhod vedno nizek, ko program ne deluje. Primeri so prikazani

v spodnjih podglavjih. Ti primeri uporabljajo običajne digitalne izhode, a uporabljeni bi lahko bili kateri koli nastavljivi izhodi, če slednji niso konfigurirani za izvajanje varnostnih funkcij.

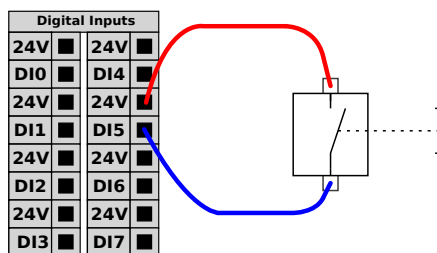
**5.3.3.1 Porabnik, ki ga nadzoruje digitalni izhod**

Ta primer prikazuje, kako povezati porabnika, ki bo pod nadzorom digitalnega izhoda; glejte spodaj.



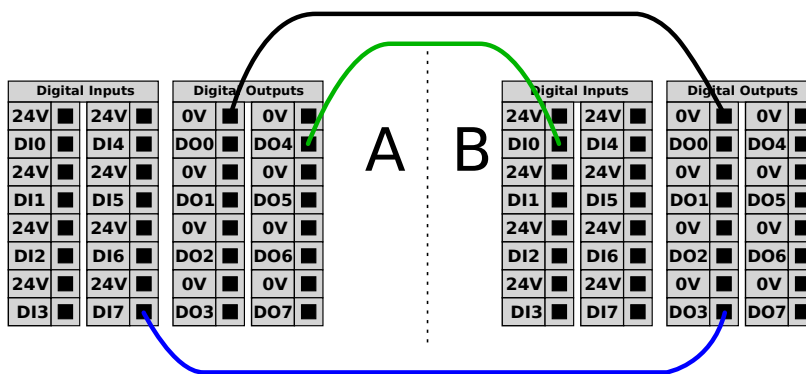
**5.3.4 Digitalni vhod od gumba**

Spodnja primer prikazuje priključitev enostavnega gumba na digitalni vhod.



**5.3.5 Komunikacija z drugimi stroji ali krmilniki PLC**

Digitalni V/I se lahko uporabijo za komunikacijo z drugo opremo, če je vzpostavljena skupna ozemljitev (GND) 0 V in če naprava uporablja tehnologijo PNP, glejte spodaj.



**5.3.6 Analogni V/I za splošno uporabo**

Vmesnik analognih V/I je zeleni priključek. Uporablja se lahko za nastavljanje ali merjenje napetosti (0-10 V) ali toka (4-20 mA) iz in do druge opreme.

Za doseganje najvišje natančnosti priporočamo naslednje.

- Uporaba priključka AG, ki je najbližji V/I. Par priključkov si deli skupni filter načina.
- Uporabite isto ozemljitev (gnd) 0 V za opremo in krmilno omarico. Analogni V/I ni galvansko izoliran od krmilne omarice.
- Uporabite zaščiteni kabel ali navit par. Povežite varovalo s priključkom „GND“ na priključku „Napajanje“.
- Uporaba opreme, ki deluje v načinu toka. Signali toka so manj občutljivi na motnje.

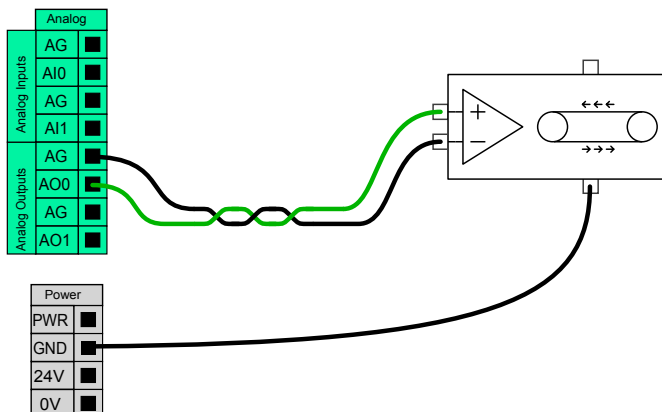
Načini vhodov solahko izbrani v grafičnem uporabniškem vmesniku, glejte del II. Električne specifikacije so prikazane spodaj.

Terminali	Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
<i>Analogni vhod v načinu toka</i>					
[AIx – AG]	Tok	4	-	20	mA
[AIx – AG]	Upor	-	20	-	ohm
[AIx – AG]	Resolucija	-	12	-	bit
<i>Analogni vhod v načinu napetosti</i>					
[AIx – AG]	Napetost	0	-	10	V
[AIx – AG]	Upor	-	10	-	Kohm
[AIx – AG]	Resolucija	-	12	-	bit
<i>Analogni izhod v načinu toka</i>					
[AOx – AG]	Tok	4	-	20	mA
[AOx – AG]	Napetost	0	-	10	V
[AOx – AG]	Resolucija	-	12	-	bit
<i>Analogni izhod v načinu napetosti</i>					
[AOx – AG]	Napetost	0	-	10	V
[AOx – AG]	Tok	-20	-	20	mA
[AOx – AG]	Upor	-	1	-	ohm
[AOx – AG]	Resolucija	-	12	-	bit

Naslednji primeri prikazujejo, kako uporabljati analogne V/I.

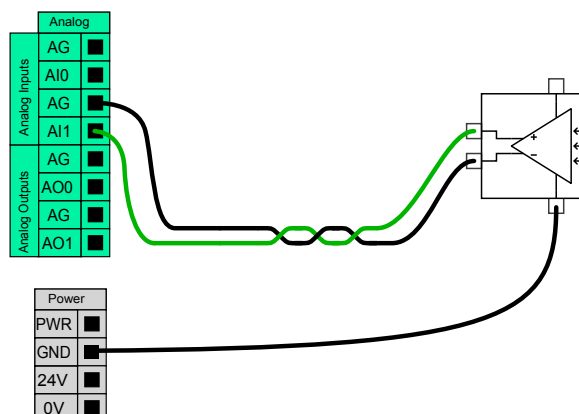
### 5.3.6.1 Uporaba analognega izhoda

Spodaj je primeru, kako nadzirati transportni trak z analognim vhodom za nadzor hitrosti.



### 5.3.6.2 Uporaba analognega vhoda

Spodaj je primer kako povezati analogni senzor.



### 5.3.7 Oddaljeni VKLOP/IZKLOP

Oddaljeni nadzor vklopa in izklopa se lahko uporablja za vkapljanje in izklapljanje krmilne omarice brez uporabe programirne enote. Običajno se to uporablja v naslednjih primerih uporabe:

- Ko je programirna enota nedostopna.
- Ko mora sistem PLC imeti popoln nadzor.
- Ko je potrebno hkrati vklopiti ali izklopiti več robotov.

Oddaljeni nadzor vklopa in izklopa ponuja manjše pomožno 12 V napajanje, ki je aktivno tudi, ko je krmilna omarica izključena. Vhoda „vklop“ in „izklop“ sta namenjena samo za kratkotrajno delovanje. Vhod za vklop („on“) deluje na enak način kot gumb za vklop. Za oddaljeni nadzor izklopa vedno uporabljajte vhod za izklop („off“), saj ta signal omogoča, da krmilna omarica shrani datoteke in se ustrezno izključi.

Električne specifikacije so prikazane spodaj.

Terminali	Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
[12V - GND]	Napetost	10	12	13	V
[12V - GND]	Tok	-	-	100	mA
[VKLOP / IZKLOP]	Neaktivna napetost	0	-	0,5	V
[VKLOP / IZKLOP]	Aktivna napetost	5	-	12	V
[VKLOP / IZKLOP]	Vhodni tok	-	1	-	mA
[VKLOP]	Čas aktivacije	200	-	600	ms

Naslednji primeri prikazujejo, kako uporabljati oddaljeni VKLOP / IZKLOP.



#### OPOMBA:

Za samodejno nalaganje in zagon programov se lahko uporabi posebna funkcija v programski opremi, glejte del II.

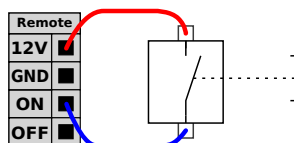


**PREVIDNO:**

1. Za izklop krmilne omarice nikoli ne uporabljajte vhoda za „vklop“ ali gumba za vklop.

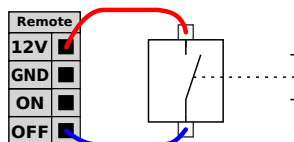
**5.3.7.1 Gumb za oddaljeni VKLOP**

Spodnja slika prikazuje kako povezati oddaljeni gumb za vklop.



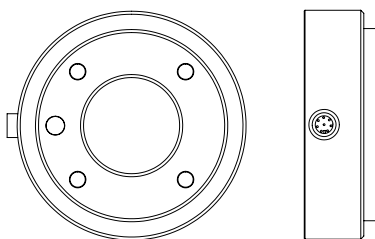
**5.3.7.2 Gumb za oddaljeni IZKLOP**

Spodnja slika prikazuje kako povezati oddaljeni gumb za izklop.



**5.4 Orodje V/I**

Na koncu orodja robota je majhen konektor z osmimi priključki; glejte ilustracijo spodaj.



Preko tega konektorja potujejo električna energija in kontrolni signali za prijemalne pripomočke ter senzorje, uporabljene na določenih robotih. Primerni so naslednji industrijski kabli:

- Lumberg RKMV 8-354.

Osem žic v kablu je različnih barv. Različne barve nakazujejo različne funkcije, glejte spodnjo razpredelnico:

Barva	Signal
Rdeča	0 V (ozemljitev)
Siva	0 V/+12V/+24V (MOČ)
Modra	Digitalni izhod 8 (DO8)
Roza	Digitalni izhod 9 (DO9)
Rumena	Digitalni vhod 8 (DI8)
Zelena	Digitalni vhod 9 (DI9)
Bela	Analogni vhod 2 (AI2)
Rjava	Analogni vhod 3 (AI3)

Električno napajanje lahko nastavite na 0 V, 12 V ali 24 V v zavihku V/I v grafičnem uporabniškem vmesniku, glejte del II. Električne specifikacije so prikazane spodaj:

Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
Napajalna napetost v 24-voltnem načinu	-	24	-	V
Napajalna napetost v 12-voltnem načinu	-	12	-	V
Napajalni tok v obeh načinih	-	-	600	mA

Naslednji del opisuje različne V/I orodja.



#### NEVARNOST:

1. Priključite orodja in prijemala, tako da motnja v napetosti ne povzroči nikakršnih tveganj, npr. da bi obdelovan kos padel iz orodja.
2. Bodite pozorni ob uporabi 12 V, saj lahko napaka programerja povzroči, da se napetost spremeni na 24 V, kar lahko poškoduje opremo in celo vodi do požara.



#### OPOMBA:

Prirobnica orodja je priključena na ozemljitev (enako kot rdeča žica).

### 5.4.1 Digitalni izhodi orodja

Digitalni izhodi so izvedeni kot NPN. Ob vklopu digitalnega izhoda se ustrezni priključek zažene na ozemljitev, ko pa se izhod izklopi, se ustrezni priključek odpre (odprt zbiralnik/odprt odtok). Električne specifikacije so prikazane spodaj:

Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
Napetost v odprtem načinu	-0,5	-	26	V
Napetost ob padcu 1A	-	0,05	0,20	V
Tok ob padcu	0	-	1	A
Tok skozi ozemljitev	0	-	1	A

Primer uporabe digitalnega izhoda je prikazan v naslednjem podpoglavju.

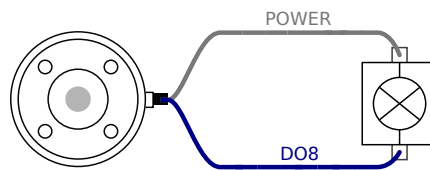


**PREVIDNO:**

1. Digitalni izhodi v orodju nimajo omejenega toka, zato lahko prekoračitev določenih vrednosti povzroči trajno škodo.

**5.4.1.1 Uporaba digitalnih izhodov orodja**

Spodnji primer prikazuje, kako je treba vklopiti obremenitev ob uporabi notranjega 12-voltnega ali 24-voltnega električnega napajanja. Ne pozabite določiti izhodne napetosti v zavihku V/I. Upoštevajte, da je med ELEKTRIČNIM priključkom in varovalom/tlemi napetost, tudi če je obremenitev izklopljena.



**5.4.2 Digitalni vhodi orodja**

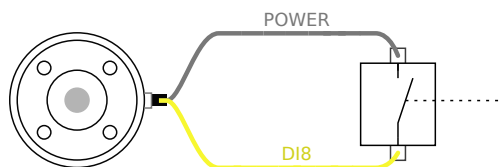
Digitalni vhodi so izvedeni kot PNP s šibkimi Pull-down-upori. To pomeni, da bo imel potencialno prosti vhod vedno nizko vrednost. Električne specifikacije so prikazane spodaj.

Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
Vhodna napetost	-0,5	-	26	V
Logična nizka napetost	-	-	2,0	V
Logična visoka napetost	5,5	-	-	V
Vhodni upor	-	47 k	-	$\Omega$

Primer uporabe digitalnega vhoda je prikazan v naslednjem podpoglavju.

**5.4.2.1 Uporaba digitalnih vhodov orodja**

Spodnja slika prikazuje kako povezati preprost gumb.



**5.4.3 Analogni vhodi orodja**

Analogni vhodi orodja so nediferencialni in jih lahko na zavihku V/I nastavite na tok ali napetost, glejte del II. Električne specifikacije so prikazane spodaj.

Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
Vhodna napetost v napetostnem načinu	-0,5	-	26	V
Vhodni upor @ obseg 0 V do 10V	-	15	-	k $\Omega$
Vhodna napetost v tokovnem načinu	-0,5	-	5,0	V
Vhodni tok v tokovnem načinu	-2,5	-	25	mA
Vhodni upor @ obseg 4mA do 20mA	-	200	-	$\Omega$

Dva primera uporabe digitalnega vhoda sta prikazana v naslednjih podpoglavjih.

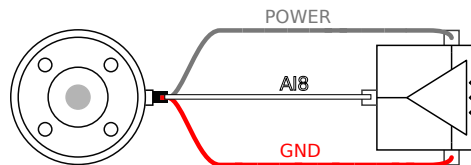


**PREVIDNO:**

1. Analogni vhodi niso zaščiteni pred napetostjo v načinu toka. Precepitev omejitve v električnih specifikacijah lahko povzroči trajno škodo na vhodu.

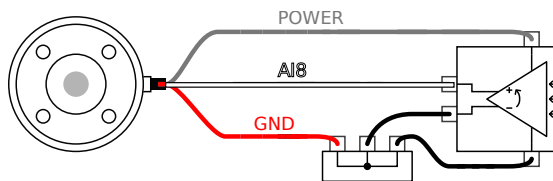
#### 5.4.3.1 Uporaba analognih vhodov orodja, nediferenčno

Spodnji primer prikazuje kako povezati analogni senzor z nediferencialnim izhodom. Izhod iz sensorja je lahko tokovni ali napetostni, če je vhodni način analognega vhoda nastavljen enako v zavihku V/I. Preverite, ali senzor z izhodom napetosti lahko zažene notranji upor orodja, saj je v nasprotnem primeru mera neveljavna.



#### 5.4.3.2 Uporaba analognih vhodov orodja, diferenčno

Spodnji primer prikazuje kako povezati analogni senzor z diferencialnim izhodom. Negativni izhod povežite na ozemljitev (0 V) in deloval bo na enak način kot nediferenčni senzor.



## 5.5 Ethernet

Na spodnji strani krmilne omarice je na voljo mrežna povezava, glejte ilustracijo spodaj.



Vmesnik mrežne povezave lahko uporabite za:

- Razširitvene module MODBUS V/I. Več informacij najdete v delu II.
- Oddaljeni dostop in nadzor.

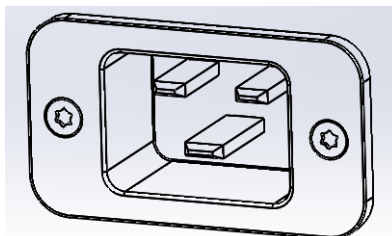
Električne specifikacije so prikazane spodaj.

Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
Hitrost komunikacije	10	-	100	Mb/s

## 5.6 Napajanje

Omrežni kabel iz krmilne omarice ima na koncu standardni vtič IEC. Na vtič IEC priključite omrežni vtič ali kabel, ustrezen za posamezno državo.

Da robotu dovedete napajanje, mora biti krmilna omarica priključena na električno omrežje. To mora biti izvedeno z vtičem standarda IEC C20 na spodnji strani krmilne omarice in ustreznim kablom IEC C19; glejte ilustracijo spodaj.



Omrežno napajanje naj bo opremljeno vsaj z naslednjim:

- ozemljitvijo.
- glavno varovalko;
- napravo na diferenčni tok;

Priporočamo, da namestite glavno stikalo, ki izključi vso opremo, ki jo uporablja robot, kot enostavno sredstvo za zaklep in obveščanje med servisom.

Električne specifikacije so prikazane v razpredelnici spodaj.

Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
Vhodna napetost	100	-	240	VAC
Zunanja varovalka (@ 100–200 V)	8	-	16	A
Zunanja varovalka (@ 200-240V)	8	-	16	A
Vhodna frekvenca	47	-	63	Hz
Pomožno napajanje	-	-	0,5	W
Nominalna moč delovanja	90	150	325	W

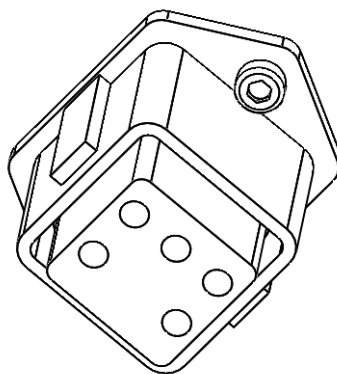
**NEVARNOST:**

1. Prepričajte se, da je robot pravilno ozemljen (električna povezava z ozemljitvijo). Uporabite neporabljene vijake poleg simbolov za ozemljitev v krmilni omarici, da ustvarite skupno ozemljitev za vse opremo v sistemu. Prevodnik ozemljitve more imeti vsaj tokovni učinek enak najvišjemu toku v sistemu.
2. Prepričajte se, da je vhodna moč na krmilniku zavarovana z RCD (napravo za diferenčni tok) in pravilno varovalko.
3. Med servisiranjem izključite, odstranite in zaklenite možnost vklopa za vse napajanje celotnega robota. Druga oprema ne sme dovajati napajanja robotovim I/O, ko je sistem zaklenjen.
4. Prepričajte se, da so vsi kabli pravilno priključeni, preden vklopite napajanje krmilne omarice. Vedno uporabljajte izvorni in pravilni napajalni kabel.

---

## 5.7 Povezava z robotom

Kabel od robota mora biti vključen v priključek na spodnji strani krmilne omarice, glejte spodnjo ilustracijo. Poskrbite, da je priključek ustrezno zaklenjen, preden vklopite robotovo roko. Kabel robota lahko izključujete samo, ko je robot izključen.

**PREVIDNO:**

1. Ko je robotova roka vključena, ne izklaplajte kabla robota.
2. Ne podaljšujte ali spreminjajte izvirnega kabla.



## 6 Vzdrževanje in servis

Vsa vzdrževalna in servisna opravila morate obvezno izvajati v skladu z vsemi varnostnimi navodili v tem priročniku.

Vzdrževanje, kalibriranje in popravila morate izvajati v skladu z najnovejšo različico servisnega priročnika, ki ga najdete na spletni strani za podporo <http://support.universal-robots.com>. Dostop do te strani imajo vsi distributerji UR.

Popravila lahko izvaja le pooblaščen sistemski operater, ali družba Universal Robots.

Vsi deli, poslani družbi Universal Robots, bodo vrnjeni v skladu s servisnim priročnikom.

### 6.1 Varnostna navodila

Po vzdrževanju in popravilih je obvezno preveriti, da je zahtevana raven varnosti še vedno zagotovljena. Pri tem preverjanju je potrebno upoštevati veljavne državne in območne uredbe o varnosti pri delu. Potrebno je preveriti tudi pravilno delovanje vseh varnostnih funkcij.

Namen vzdrževanja in popravil je zagotavljanje funkcionalnosti sistema, oz. v primeru okvar, povrniti sistem v stanje običajnega delovanja. Popravila vključujejo iskanje napak in sama popravila.

Pri delu z robotovo roko ali krmilno omarico morate upoštevati naslednje varnostne ukrepe in opozorila.



#### NEVARNOST:

1. Ne spreminjajte ničesar v varnostni konfiguraciji programske opreme (npr. omejitev sile). Varnostna konfiguracija je opisana v priročniku PolyScope. Če spremenite kateri koli varnostni parameter, se bo sistem robota obravnaval kot nov, kar omeni, da bo potrebno posodobiti celotni postopek varnostne odobritve, vključno z oceno tveganja.
2. Okvarjene sestavne dele zamenjajte z novimi, ki imajo isto številko dela, oz. enakovrednimi sestavnimi deli, ki jih v ta namen odobri družba Universal Robots.
3. Takoj po končanih delih ponovno vključite vse izključene varnostne ukrepe.
4. Zabeležite vsa popravila in shranite to dokumentacijo v tehnično datoteko celotnega sistema robota.

**NEVARNOST:**

1. Izključite glavni napajalni kabel na spodnji strani krmilne omarice, da zagotoviti, da omarica ni pod napetostjo. Odklopite vse druge vire energije, povezane z robotovo roko ali krmilno omarico. Poskrbite, da med izvajanjem popravil nihče drug ne bo mogel priklopiti sistema na vir napajanja.
2. Preverite ozemljitev, preden ponovno vključite sistem.
3. Upoštevajte uredbe o elektrostatični razelektritvi, ko razstavljate dele robotove roke ali krmilne omarice.
4. Ne razstavljajte napajalnika znotraj krmilne omarice. V napajalniku lahko ostane visoka napetost (tudi do 600 V) še nekaj ur po tem, ko je krmilna omarica izklopljena.
5. Preprečite, da bi v robotovo roko ali krmilno omarico vstopila voda in prah.

## 7 Odstranjevanje in okolje

Robote družbe UR morate zavreči v skladu z veljavnimi državnimi zakoni, uredbami in standardi.

Roboti družbe UR so izdelani z omejeno uporabo škodljivih snovi, da bi tako čim bolj zavarovali okolje; kot določa evropska smernica RoHS 2011/65/EU. Ta snovi vključujejo živo srebro, kadmij, svinec, krom VI, polibromirane bifenile in polibromirane difenil etre.

Stroški za odstranjevanje in ravnanje z elektronskimi odpadki robotov družbe UR, prodanih na danskem tržišču, so že plačani v sistem DPA s strani družbe Universal Robots A/S. Uvozniki v državah, ki jih pokriva evropska smernica WEEE 2012/19/EU morajo same poskrbeti za ustrezní vpis v register WEEE svoje države. Strošek običajno znaša manj kot 1€/robota. Seznam državnih registrov lahko najdete tukaj: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

Na robotu so nameščeni naslednji simboli, ki dokazujejo skladnost z zgoraj navedeno zakonodajo:





## 8 Certifikati

To poglavje vsebuje različna dokazila in deklaracije, ki so pripravljene za ta izdelek.

### 8.1 Dokazila tretjih strani

Dokazila tretjih strani so prostovoljna. Kakorkoli, da bi operaterjem robota ponudili najboljšo možno storitev, se je družba UR odločila, da robote certificira pri naslednjih uglednih ustanovah:



**TÜV NORD** Roboti UR so varnostno preizkušeni s strani TÜV NORD, priglašenega organa pod strojniško smernico 2006/42/EC v EU. V dodatku Blahko najdete izvod dokazila o varnostni skladnosti TÜV NORD.



**DELTA** Varnost in delovanje robotov UR je preizkusila družba DELTA. Dokazilo o elektromagnetni skladnosti (EMC) lahko najdete v dodatku B. Dokazilo o okoljskem preizkusu lahko najdete v dodatku B.

### 8.2 Deklaracije v skladu s smernicami EU

Deklaracije EU prvotno veljajo za evropske države. Jih pa prepoznavajo ali celo zahtevajo tudi države zunaj Evrope. Evropske smernice so na voljo na uradni strani: <http://eur-lex.europa.eu>.

Roboti UR so certificirani v skladu s spodaj navedenimi smernicami.

#### **Strojniška smernica (MD) 2006/42/EC**

Roboti UR so delno sestavljene naprave v skladu s strojniško smernico 2006/42/EC. Prosimo, upoštevajte, da oznaka CE ni podeljena v skladu s to smernico o delno sestavljenih napravah. Če se robot uporablja v namene dovajanja pesticidov, upoštevajte prisotnost smernice 2009/127/EC. Deklaracija o vključitvi v skladu z dodatkom II 1.B smernice 2006/42/EC je predstavljena v dodatku B.

#### **2006/95/EC — Smernica o nizki napetosti (LVD)**

#### **2004/108/EC — Elektromagnetna združljivost (EMC)**

#### **2011/65/EU — Omejitev uporabe določenih nevarnih snovi (RoHS)**

#### **2012/19/EU — Odpadna električna in elektronska oprema (WEEE)**

Declaracije o skladnosti z zgoraj navedenimi smernicami so navedene v deklaraciji o vključitvi v dodatku B.

Oznaka CE je nameščena v skladu z zgoraj navedenimi smernicami o označevanju CE. Podatki o odpadni električni in elektronski opreми so na voljo v poglavju 7.

Informacije o uporabljenih standardih pri razvoju robota najdete v dodatku C.

# 9 Garancija

## 9.1 Garancija izdelka

Ne glede na morebitne zahteve, ki jih lahko uporabnik (stranka) uveljavi nasproti trgovcu ali trgovcu na drobno, ima stranka garancijo proizvajalca pod spodaj navedenimi pogoji:

Če se pri novih napravah in njihovih komponentah v 12 mesecih od začetka obratovanja (največ 15 mesecev od odpreme) pojavijo pomanjkljivosti, ki so posledica proizvodnje in/ali materialnih napak, bo podjetje Universal Robots zagotovilo potrebne nadomestne dele, uporabnik (stranka) pa bo zagotovil delovne ure za zamenjavo nadomestnih delov, zamenjal del z drugim delom, ki odgovarja najsodobnejšemu stanju tehnologije, ali pa popravil omenjeni del. Garancija je neveljavna, če je napaka naprave posledica nepravilnega ravnanja in/ali neupoštevanja informacij, navedenih v navodilih za uporabo. Garancija ne velja in ne obsega storitev, ki jih izvaja pooblaščen trgovec ali stranka (npr. namestitvev, konfiguracija, prenos programske opreme). Za uveljavitev garancije je potreben račun, na katerem je razviden datum nakupa. Garancijske zahteve je treba vložiti v dveh mesecih po pojavu okvare. Naprave in komponente, ki jih podjetje Universal Robots zamenja ali mu jih vrnete, so v lasti podjetja Universal Robots. Garancija ne vključuje drugih zahtev, ki nastanejo zaradi ali v povezavi z napravo. Nič v tej garanciji ne omejuje ali izključuje zakonskih pravic stranke, niti proizvajalčeve odgovornosti za smrt ali telesne poškodbe, ki so posledica malomarnosti. Trajanje garancije se ne podaljša s storitvami, ki se opravijo v skladu z določili garancije. Če zamenjava ali popravilo ni posledica v garancijo zajetih pomanjkljivosti, si podjetje Universal Robots pridržuje pravico, da storitev stranki zaračuna. Zgoraj navedene določbe ne vključujejo spremembe glede dokaznega bremena v škodo stranke. V primeru, da naprava izkazuje okvare, podjetje Universal Robots ne prevzema odgovornosti za vsako posredno, naključno, posebno ali posledično škodo, vključno, a ne omejeno na, z izgubo dobička, izgubo zmožnosti uporabe, izgubo proizvodnih kapacitet ali škode na drugi proizvodni opremi.

Podjetje Universal Robots ne krije škode ali izgube, ki so posledica napake naprave, na primer izpada proizvodnje ali poškodovanje druge proizvodne opreme.

## 9.2 Izjava o omejitvi odgovornosti

Podjetje Universal Robots nenehno izboljšuje zanesljivost in zmogljivost svojih izdelkov ter si zato pridržuje pravico do posodobitve izdelka brez predhodnega obvestila. Podjetje Universal Robots si prizadeva, da je vsebina teh navodil natančna in pravilna, vendar ne prevzema odgovornosti za morebitne napake ali manjkajoče informacije.



# A Čas in razdalja pri ustavljanju

Podatki o časih in razdaljah pri ustavitvi so na voljo tako za ustavitev kategorije 0 kot ustavitev kategorije<sup>1</sup> 1. Ta dodatek vključuje podatke o ustavitvi kategorije 0. Podatki o ustavitvi kategorije 1 so na voljo na <http://support.universal-robots.com/>.

## A.1 Razdalje in časi pri ustavitvi kategorije 0

Spodnja razpredelnica prikazuje izmerjene razdalje in čase, ko je sprožena ustavitev kategorije 0. Te meritve ustrezajo naslednji konfiguraciji robota:

- Izteg: 100% (robotova roka je v celoti iztegnjena vodoravno).
- Hitrost: 100% (splošna hitrost robota je nastavljena na 100%, gibanje pa se izvaja pri hitrosti členov 183 °/s).
- Breme: maksimalno breme, ki ga obvladuje robot, pričvrščeno na središčno točko orodja, (5 kg).

Preizkus na Členu 0 je bil izveden z vodoravnim gibanjem, tj. os vrtenja je bila pravokotna na podlago. Med preizkusoma Členov 1 in 2 se je robot gibal v navpični smeri; tj. osi vrtenja sta bili vzporedni s podlago, ustavitev pa je bila izvedena, ko se je robot premikal navzdol.

	Razdalja pri ustavitvi (rad)	Čas pri ustavitvi (ms)
Člen 0 (OSNOVA)	0.31	244
Člen 1 (RAME)	0.70	530
Člen 2 (KOMOLEC)	0.22	164

<sup>1</sup>V skladu z IEC 60204-1, glejte slovarček za več podrobnosti.



## B Deklaracije in certifikati

### B.1 CE/EU Declaration of Incorporation (original)

According to European Directive 2006/42/EC annex II 1.B.

The manufacturer Universal Robots A/S  
Energivej 25  
5260 Odense S  
Denmark

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR5/CB3  
Serial number \_\_\_\_\_

may not be put into service before the machinery in which it will be incorporated is declared in conformity with the provisions of Directive 2006/42/EC, as amended by Directive 2009/127/EC, and with the regulations transposing it into national law.

The safety features of the product are prepared for compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC under the correct incorporation conditions, see product manual. Compliance with all essential requirements of Directive 2006/42/EC relies on the specific robot installation and the final risk assessment.


Relevant technical documentation is compiled according to Directive 2006/42/EC annex VII part B and available in electronic form to national authorities upon legitimate request. Undersigned is based on the manufacturer address and authorised to compile this documentation.

Additionally the product declares in conformity with the following directives, according to which the product is CE marked:

- 2014/35/EU — Low Voltage Directive (LVD)
- 2014/30/EU — Electromagnetic Compatibility Directive (EMC)
- 2011/65/EU — Restriction of the use of certain hazardous substances (RoHS)

A complete list of applied harmonized standards, including associated specifications, is provided in the product manual. This list is valid for the product manual with the same serial numbers as this document and the product.

Odense, April 20<sup>th</sup>, 2016

R&D  
  
David Brandt  
Technology Officer



### B.3 Dokazilo varnostnega sistema



# ZERTIFIKAT CERTIFICATE

Hiermit wird bescheinigt, dass die Firma / *This certifies, that the company*

**Universal Robots A/S**  
**Energivej 25**  
**DK-5260 Odense S**  
**Denmark**

berechtigt ist, das unten genannte Produkt mit dem abgebildeten Zeichen zu kennzeichnen.  
*is authorized to provide the product mentioned below with the mark as illustrated.*

Fertigungsstätte: <i>Manufacturing plant:</i>	<b>Universal Robots A/S</b> <b>Energivej 25</b> <b>DK-5260 Odense S</b> <b>Denmark</b>	
Beschreibung des Produktes: <i>(Details s. Anlage 1)</i> <i>Description of product:</i> <i>(Details see Annex 1)</i>	<b>Universal Robots Safety System URSafety 3.1</b> <b>for UR10, UR5 and UR3 robots</b>	
Geprüft nach: <i>Tested in accordance with:</i>	<b>EN ISO 13849-1:2008, PL d</b>	

Registrier-Nr. / <i>Registration No.</i> 44 207 14097602 Prüfbericht Nr. / <i>Test Report No.</i> 3515 4327 Aktenzeichen / <i>File reference</i> 8000443298	Gültigkeit / <i>Validity</i> von / <i>from</i> 2015-06-02 bis / <i>until</i> 2020-06-01
---	---

  
 Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH  
 Essen, 2015-06-02

TÜV NORD CERT GmbH    Langemarkstraße 20    45141 Essen    www.tuev-nord-cert.de    technology@tuev-nord.de


Bitte beachten Sie auch die umseitigen Hinweise  
*Please also pay attention to the information stated overleaf*

Avtorske pravice © 2009–2016 Universal Robots A/S. Vse pravice pridržane.

## B.4 Dokazilo o okoljskem preizkusu



### Climatic and mechanical assessment sheet no. 1275

DELTA client Universal Robots A/S Energivej 25 5260 Odense S Denmark	DELTA project no. T207415-1
<b>Product identification</b> UR5 robot arm: UR5 AE/CB3, 0A-series UR5 control box: AE/CB3, 0A-series UR5 teach pendant: AE/CB3, 0A-series UR10 robot arm: UR10 AE/CB3, 0A-series UR10 control box: UR10 AE/CB3, 0A-series UR10 teach pendant: AE/CB3, 0A-series	
<b>DELTA report(s)</b> DELTA project no. T207415-1, DANAK-19/13752 Revision 1	
<b>Other document(s)</b>	
<b>Conclusion</b> The two robot arms UR5 and UR10 including their control box and teach pendant have been tested according to the below listed standards. The test results are given in the DELTA report listed above. The tests were carried out as specified and the test criteria for environmental tests as specified in Annex 1 of the report were fulfilled.  IEC 60068-2-1, Test Ae; -5 °C, 16 h IEC 60068-2-2, Test Be; +50 °C, 16 h IEC 60068-2-64, Test Fh; 5 – 20 Hz: 0.05 g <sup>2</sup> /Hz, 20 – 150 Hz: -3 dB/octave, 1.66 grms, 3 x 1½ h IEC 60068-2-27, Test Ea, Shock; 160 g, 1 ms, 3 x 6 shocks	
<b>Date</b>  Hørsholm, 14 March 2014	<b>Assessor</b>   Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)

Avtorske pravice © 2009–2016 Universal Robots A/S. Vse pravice pridržane.

20ass-sheet-j

## B.5 Dokazilo o preizkusu EMC



We help ideas meet the real world

# Attestation of Conformity

## EMC assessment - Certificate no. 1351

From 29 June 2007 DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive 2004/108/EC. The attestation of conformity is in accordance with Article 5 and refers to the essential requirements set out in Annex I.

**DELTA client**

Universal Robots A/S  
Energivej 25  
5260 Odense S  
Denmark

**Product identification**

UR robot generation 3, G3, including CB3/AE for models UR3, UR5 and UR10

**Manufacturer**

Universal Robots A/S

**Technical report(s)**

DELTA Project T207371, EMC Test of UR5 and UR10 - DANAK-19/13884, dated 26 March 2014  
DELTA Project T209172, EMC Test of UR3 - DANAK-19/14667, dated 05 November 2014  
UR EMC Test Specification G3 rev 3, dated 30 October 2014  
EMC Assessment Sheet 1351dpa

**Standards/Normative documents**

EMC Directive 2004/108/EC, Article 5  
EN/(IEC) 61326-3-1:2008, Industrial locations, SIL 2 applications  
EN/(IEC) 61000-6-2:2005  
EN/(IEC) 61000-6-4:2007+A1

The product identified above has been assessed and complies with the specified standards/normative documents. The attestation does not include any market surveillance. It is the responsibility of the manufacturer that mass-produced apparatus have the same EMC quality. The attestation does not contain any statements pertaining to the EMC protection requirements pursuant to other laws and/or directives other than the above mentioned if any.

**DELTA**

Venlighedsvej 4  
2970 Hørsholm  
Denmark

Tel. +45 72 19 40 00  
Fax +45 72 19 40 01  
www.delta.dk  
VAT No. 12275110

Hørsholm, 20 November 2014



Jakob Steensen  
Principal Consultant

20aocass-uk-j



## C Uporabljeni standardi

Ta del opisuje relevantne standarde, uporabljene pri razvoju robotove roke in krmilne omarice. Kakor koli je v oklepaju navedena številka Evropske smernice, to nakazuje, da je standard usklajen s to smernico.

Standard ni enako kot zakon. Standard je dokument, ki so ga razvile zainteresirane strani znotraj določene panoge, ki določa normalne zahteve glede varnosti in učinkovanja določenega izdelka ali skupine izdelkov.

Okrajšave tipov standardov pomenijo naslednje:

ISO	International Standardization Organization
IEC	International Electrotechnical Commission
EN	European Norm
TS	Technical Specification
TR	Technical Report
ANSI	American National Standards Institute
RIA	Robotic Industries Association
CSA	Canadian Standards Association

Skladnost z naslednjimi standardi je zajamčena samo, če so upoštevana vsa navodila za sestavo, varnostna navodila in napotki iz tega priročnika.

---

**ISO 13849-1:2006 [PLd]**

**ISO 13849-2:2012**

**EN ISO 13849-1:2008 (E) [PLd – 2006/42/EC]**

**EN ISO 13849-2:2012 (E) (2006/42/EC)**

*Safety of machinery – Safety-related parts of control systems*

*Part 1: General principles for design*

*Part 2: Validation*

Sistem nadzora varnosti je oblikovan kot Raven učinka d (PLd), v skladu z zahtevami teh standardov.

---

**ISO 13850:2006 [Kategorija ustavljanja 1]**

**EN ISO 13850:2008 (E) [Kategorija ustavljanja 1 - 2006/42/EC]**

*Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design*

Funkcija za ustavitev v sili je v skladu s tem standardom zasnovana kot kategorija ustavljanja 1. Ustavitev kategorije 1 je nadzorovana ustavitev, kjer so motorji pod napajanjem, dokler se ne ustavijo, ko se ustavijo pa se napajanje izklopi.

## ISO 12100:2010

### EN ISO 12100:2010 (E) [2006/42/EC]

*Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

Roboti UR so ocenjeni v skladu z načeli tega standarda.

---

## ISO 10218-1:2011

### EN ISO 10218-1:2011(E) [2006/42/EC]

*Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots*

#### *Part 1: Robots*

Ta standard je namenjen proizvajalcu robota, in ne integratorju. Drugi del (ISO 10218-2) je namenjen integratorju robota, saj govori o postavitvi in zasnovi uporabe robota.

Pisci standarda so imeli v mislih izrecno tradicionalne industrijske robote, ki jih praviloma varujejo ograje in svetlobne zavesе. Roboti UR so zasnovani tako, da so ob vsakem času na voljo omejitve sile in moči. Zato so nekateri vidiki opisani in pojasnjeni spodaj.

Če se robot UR uporablja za nevarne namene, so morda potrebni dodatni varnostni ukrepi; glejte poglavje 1 v tem priročniku.

#### **Pojasnilo:**

- „3.24.3 Varovan prostor“ je določen z obsegom varovanega območja. Običajno je varovani prostor prostor za ograjo, ki varuje ljudi pred nevarnostmi, ki jih lahko predstavlja običajni robot. Roboti UR so zasnovani tako, da delujejo brez ograje, saj uporabljajo vgrajen varnostne funkcije omejitev moči in sil, ko ni potrebe po definiranem varovanem prostoru, določenem z obsegom varovanega območja.
- „5.4.2 Zahteve po učinkovitosti“. Vse varnostne funkcije so oblikovane kot PLd, v skladu z ISO 13849-1:2006. Robot je zasnovan z dodatnim kodirnim sistemom v vsakem členu, prav tako pa so rangirani V/I sestavljeni s strukturo kategorije <sup>1</sup>3. Rangirani V/I morajo biti, v skladu s tem priročnikom, povezani na rangirano opremo kategorije 3, da tako tvorijo strukturo PLd celovite varnostne funkcionalnosti.
- „5.7 Načini delovanja“. Roboti UR ne delujejo v različnih načinih delovanja, zato tudi nimajo izbirnika načina.
- „5.8 Nadzor programirne enote“. Ta del določa zaščitne lastnosti programirne enote, ko bo le-ta uporabljena znotraj nevarnega varovanega prostora. Ker imajo roboti UR omejitev moči in sile, pri njih ni nevarnega varovanega prostora kot pri običajnih robotih. Robote UR je varneje programirati kot običajne robote. Namesto, da bi sprostil tri-položajno napravo, lahko operater enostavno ustavi robota z roko.
- „5.10 Zahteve za sodelovanje“. Funkcije omejevanja moči in sile robotov UR so vedno aktivne. Vizualna zasnova robotov UR nakazuje, da so roboti primerni za uporabo v sodelovalnih operacijah. Funkcija omejevanja moči in sile je zasnovana v skladu s klavzulo 5.10.5.
- „5.12.3 Rangirana mehka os in omejevanje prostora“. Ta varnostna funkcija je ena izmed več varnostnih funkcij, ki jih je možno konfigurirati s programsko opremo. Kodo razpršitve ustvarijo nast-

<sup>1</sup>V skladu z ISO 13849-1, glejte slovarček za več podrobnosti.

---

vitve vseh varnostnih funkcij, predstavlja pa jo identifikator varnostnega preverjanja v grafičnem uporabniškem vmesniku.

---

### **ISO/DTS 15066 (Osnutek)**

*Robots and robotic devices – Safety requirements for industrial robots – Collaborative operation*

To je tehnična specifikacija (TS) v pripravi. TS ni enako kot standard. Namen TS je predstaviti komplet nedokončanih zahtev, za preverjanje ali so uporabne za izbrano panogo.

Ta TS predstavlja tehnologijo in varnostne omejitve sil za sodelovalne robote, kjer robot in človek skupaj izvajata delovne naloge.

Družba Universal Robots je aktivna članica mednarodnega odbora, ki razvija to TS (ISO/TC 184/SC 2). Končna različica bi lahko bila objavljena leta 2016.

---

### **ANSI/RIA R15.06-2012**

*Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements*

Ta ameriški standard je kombinacija standardov ISO 10218-1 (glej zgoraj) in ISO 10218-2, združenih v en dokument. Jezik je spremenjen iz angleške v ameriško angleščino, vsebina pa je enaka.

Upoštevajte, da je drugi del tega standarda (ISO 10218-2) namenjen za integratorja robotovega sistema in ne družbi Universal Robots.

---

### **CAN/CSA-Z434-14**

*Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements*

Ta kanadski standard je kombinacija standardov ISO 10218-1 (glej zgoraj) in -2, združenih v en dokument. Ustanova CSA je dodala dodatne zahteve za uporabnika robotovega sistema. Nekatere izmed teh zahtev mora obravnavati integrator robota.

Upoštevajte, da je drugi del tega standarda (ISO 10218-2) namenjen za integratorja robotovega sistema in ne družbi Universal Robots.

---

### **IEC 61000-6-2:2005**

#### **IEC 61000-6-4/A1:2010**

#### **EN 61000-6-2:2005 [2004/108/EC]**

#### **EN 61000-6-4/A1:2011 [2004/108/EC]**

*Electromagnetic compatibility (EMC)*

*Part 6-2: Generic standards - Immunity for industrial environments*

*Part 6-4: Generic standards - Emission standard for industrial environments*

Ti standardi določajo zahteve za električne in elektromagnetne motnje. Skladnost s temi standardi zagotavlja, da roboti UR dobro delujejo v industrijskih okoljih in ne motijo druge opreme.

**IEC 61326-3-1:2008**

**EN 61326-3-1:2008**

*Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements*

*Part 3-1: Immunity requirements for safety-related systems and for equipment intended to perform safety-related functions (functional safety) - General industrial applications*

Ta standard določa razširjene zahteve po imunosti varnostnih funkcij na EMC. Skladnost s tem standardom zagotavlja, da varnostne funkcije robotov UR zagotavljajo varnost tudi v primeru, ko druga oprema prekorači omejitve oddajanja EMC, določene s standardi IEC 61000.

---

**IEC 61131-2:2007 (E)**

**EN 61131-2:2007 [2004/108/EC]**

*Programmable controllers*

*Part 2: Equipment requirements and tests*

Tako normalni kot rangirani 24 V V/I so izdelani v skladu z zahtevami tega standarda, da tako zagotavljajo zanesljivo komunikacijo z ostalimi sistemi PLC.

---

**ISO 14118:2000 (E)**

**EN 1037/A1:2008 [2006/42/EC]**

*Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

Ta standarda sta si zelo podobna. Določata varnostna načela za izogibanje nepričakovanemu zagonu, ki je lahko posledica nenamernega vklopa napajanja med vzdrževanjem ali popravili, ali posledica nenamerne ukaza za zagon z vidika nadzora.

---

**IEC 60947-5-5/A1:2005**

**EN 60947-5-5/A11:2013 [2006/42/EC]**

*Low-voltage switchgear and controlgear*

*Part 5-5: Control circuit devices and switching elements - Electrical emergency stop device with mechanical latching function*

Neposredno odpiranje in mehanizem varnostnega zaklepa gumba za ustavitev v sili sta skladna z zahtevami tega standarda.

---

**IEC 60529:2013**

**EN 60529/A2:2013**

*Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

Ta standard določa ocene ohišja glede zaščite pred prahom in tekočinami. Roboti UR so izdelani in razvrščeni z oznako IP v skladu s tem standardom, ki jo najdete na nalepki robota.

---

---

**IEC 60320-1/A1:2007****EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]**

*Appliance couplers for household and similar general purposes*

*Part 1: General requirements*

Glavni napajalni kabel je skladen s tem standardom.

---

**ISO 9409-1:2004 [Tip 50-4-M6]**

*Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces*

*Part 1: Plates*

Prirobnica orodja na robotu UR je skladna s tipom 50-4-M6 tega standarda. Orodja robota morajo ravno tako biti sestavljena v skladu s tem standardom, da je tako zagotovljeno optimalno prileganje.

---

**ISO 13732-1:2006****EN ISO 13732-1:2008 [2006/42/EC]**

*Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces*

*Part 1: Hot surfaces*

Roboti UR so izdelani tako, da temperatura na površini ostaja pod ergonomskimi omejitvami, določenimi s tem standardom.

---

**IEC 61140/A1:2004****EN 61140/A1:2006 [2006/95/EC]**

*Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

Roboti UR so izdelani skladno s tem standardom, da zagotavljajo zaščito pred električnim udarom. Zaščitna ozemljitev je obvezna, kot je določeno v Priročnik za namestitev strojne opreme.

---

**IEC 60068-2-1:2007****IEC 60068-2-2:2007****IEC 60068-2-27:2008****IEC 60068-2-64:2008****EN 60068-2-1:2007****EN 60068-2-2:2007****EN 60068-2-27:2009****EN 60068-2-64:2008**

*Environmental testing*

*Part 2-1: Tests - Test A: Cold*

*Part 2-2: Tests - Test B: Dry heat*

*Part 2-27: Tests - Test Ea and guidance: Shock*

*Part 2-64: Tests - Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

Roboti UR so preizkušeni v skladu z metodami preizkusov, določenimi v teh standardih.

---

**IEC 61784-3:2010**

**EN 61784-3:2010 [SIL 2]**

*Industrial communication networks – Profiles*

*Part 3: Functional safety fieldbuses – General rules and profile definitions*

Ti standardi določajo zahteve za rangirana komunikacijska vodila.

---

**IEC 60204-1/A1:2008**

**EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/EC]**

*Safety of machinery – Electrical equipment of machines*

*Part 1: General requirements*

Upoštevana so splošna načela tega standarda.

---

**IEC 60664-1:2007**

**IEC 60664-5:2007**

**EN 60664-1:2007 [2006/95/EC]**

**EN 60664-5:2007 [2006/95/EC]**

*Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

*Part 1: Principles, requirements and tests*

*Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm*

Električna vezja robotov UR so oblikovana skladno s tem standardom.

---

**EUROMAP 67:2015, V1.10**

*Electrical Interface between Injection Molding Machine and Handling Device / Robot*

Roboti UR, opremljeni z dodatnim modulom E67 za vmesnik strojev za vbrizganje, so skladni s tem standardom.

## D Tehnične specifikacije

Tip robota	UR5
Teža	18.4 kg / 40.6 lb
Obremenitev	5 kg / 11 lb
Doseg	850 mm / 33.5 in
Obseg členov	± 360 ° za vse člene
Hitrost	Členi: Najv. 180 °/s. Orodje: Pribl. 1 m/s / Pribl. 39.4 in/s.
Ponovljivost	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
Sled	Ø149 mm / 5.9 in
Stopnje svobode	6 rotacijskih členov
Velikost krmilne omarice (Š × V × G)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 in
V/I vrata krmilne omarice	16 digitalnih vhodov, 16 digitalnih izhodov, 2 analogna vhoda, 2 analogna izhoda
Vrata V/I orodja	2 digitalnih vhodov, 2 digitalnih izhodov, 2 analogna vhoda
Napajanje V/I	24 V 2 A v krmilni omarici in 12 V/24 V 600 mA na orodju
Komunikacija	TCP/IP 100 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-TX Mrežna vtičnica, Modbus TCP & Vmesnik EtherNet/IP
Programiranje	Grafični uporabniški vmesnik PolyScope na 12" zaslonu na dotik
Hrup	Primerljivo tih
Razvrstitev IP	IP54
Poraba energije	Pribl. 200 W pri uporabi tipičnega programa
Sodelovanje	15 naprednih varnostnih funkcij. V skladu z: EN ISO 13849-1:2008, PLd in EN ISO 10218-1:2011, klavzula 5.10.5
Temperatura	Robot lahko deluje v okolju s temperaturnim obsegom 0-50 °C
Napajanje	100-240 VAC, 50-60 Hz
Izračunana življenjska doba	35,000 hours
Kabli	Kabel med robotom in krmilno omarico (6 m / 236 in) Kabel med zaslonom na dotik in krmilno omarico (4.5 m / 177 in)



**Del II**

**Priročnik PolyScope**



# 10 Varnostna namestitvev

## 10.1 Uvod

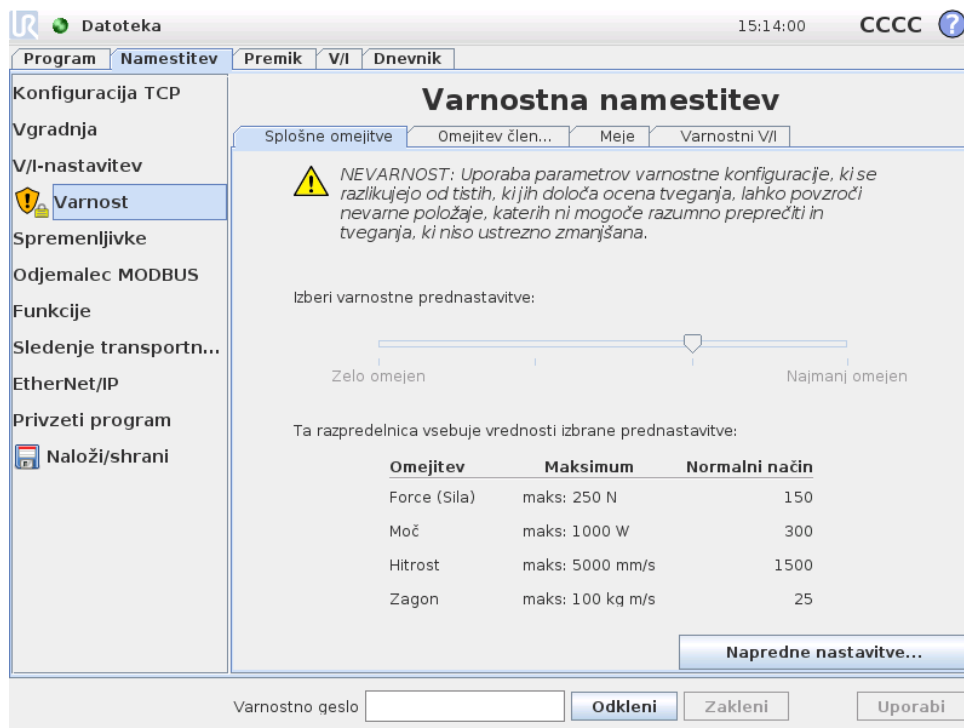
Robot je opremljen z naprednim varnostnim sistemom. V odvisnosti od posebnih značilnosti delovnega okolja robota morajo biti nastavitve varnostnega sistema konfigurirane tako, da zagotavljajo varnost vsega osebja in opreme okrog robota. Prva stvar, ki jo mora narediti integrator, je uveljavitev nastavitvev, kot jih določa ocena tveganja. Več podrobnosti o varnostnem sistemu najdete v Priročnik za namestitvev strojne opreme.



### NEVARNOST:

1. Uporaba in konfiguracija varnostnih funkcij in vmesnikov morata biti izvedeni v skladu z oceno tveganja, ki jo izvede integrator za specifično uporabo robota, glejte Priročnik za namestitvev strojne opreme.
2. Nastavitve varnostne konfiguracije za namestitvev in učenje morajo biti uveljavljene v skladu z oceno tveganja, ki jo izvede integrator in preden prvič zaženete robotovo roko.
3. Vse varnostne nastavitve konfiguracije na tem zaslonu in njegovih podzavihkih morate nastaviti v skladu z oceno tveganja, ki jo izvede integrator.
4. Integrator mora zagotoviti, da so vse spremembe varnostnih nastavitvev konfiguracije v skladu z njegovo lastno oceno tveganja.
5. Integrator mora preprečiti nepooblaščenim osebam spreminjanje varnostne konfiguracije, npr. z uporabo zaščite z geslom.

Do zaslona Varnostne konfiguracije lahko dostopate iz Pozdravnega zaslona (glejte 11.4) s pritiskom na gumb `Program robota`, izbiro zavihka `Namestitvev` in dotikom možnosti `Varnost`. Varnostna konfiguracija je zaščitena z geslom (glejte 10.8).



Varnostne nastavitve so sestavljene iz nabora mejnih vrednosti, ki omejujejo premikanje robotove roke in nastavitve varnostnih funkcij za nastavljive vnose in izhode. Definirane so na naslednjih podzavihkih varnostnega zaslona:

- Podzavihek *Splošne omejitve* določa maksimalno *silo*, *moč*, *hitrost* in *zagon* robotove roke. Kadar je tveganje, da robotova roka zadane človeka ali trči s svojim okoljem še posebej visoko, je potrebno te nastavitve nastaviti na nizke vrednosti. Če je tveganje majhno, višje splošne meje omogočajo robotu hitrejšo premikanje in uporabo večje sile v delovnem okolju. Za več podrobnosti si oglejte 10.10.
- Podzavihek *Omejitve členov* je sestavljen iz omejitev *hitrosti členov* in *položaja členov*. Omejitve *hitrosti členov* določajo maksimalno kotno hitrost posameznih členov in služijo nadaljnji omejitvi hitrosti robotove roke. Omejitve *položajev členov* določajo dovoljeni obseg položajev posameznih členov (v območju členov). Za več podrobnosti si oglejte 10.11.
- Podzavihek *Meje* določa varnostne ravnine (v kartezijskem prostoru) in meje usmerjenosti orodja za središčno točko orodja robota. Varnostne ravnine se lahko konfigurirajo kot fiksne omejitve položaja središčne točke orodja robota ali kot sprožilke aktivacije varnostnih omejitev *Reduciranega* načina (glejte 10.6). Meja usmerjenosti orodja določi fiksno omejitev usmerjenosti središčne točke orodja robota. Za več podrobnosti si oglejte 10.12.
- Podzavihek *Varnostni V/I* določa varnostne funkcije za nastavljive vnose in izhode (glejte 13.2). Na primer, *Ustavitev v sili* se lahko nastavi kot vnos. Za več podrobnosti si oglejte 10.13.

## 10.2 Spreminjanje varnostne konfiguracije



Nastavitve varnostne konfiguracije se lahko spremenijo samo v skladu z oceno tveganja, ki jo izvede integrator.

Priporočeni postopek za spreminjanje varnostne konfiguracije je:

1. Prepričajte se, da so spremembe v skladu z oceno tveganja, ki jo je izvedel integrator.
2. Prilagodite varnostne nastavitve na ustrezno raven, določeno z oceno tveganja, ki jo je izvedel integrator.
3. Prepričajte se, da so varnostne nastavitve uveljavljene.
4. Vnesite naslednje besedilo v operaterjev priročnik: „Pred delom v bližini robota se prepričajte, da je varnostna konfiguracija v skladu s pričakovanji. To lahko preverite npr. s preverjanjem kontrolne vsote v zgornjem desnem vogalu vmesnika PolyScope (glejte 10.5 v Priročnik PolyScope).“

## 10.3 Varnostna sinhronizacija in napake

Stanje aktivne varnostne konfiguracije v primerjavi z namestitvijo robota, ki jo je naložil grafični uporabniški vmesnik GUI, je prikazano z ikono ščita poleg besede Varnost (Safety) na levi strani zaslona. Te ikone ponujajo hiter vpogled v trenutno stanje. Določene so spodaj:

-  *Konfiguracija sinhronizirana:* Prikazuje, da je namestitev iz GUI enaka trenutno veljavni varnostni konfiguraciji. Narejenih ni nobenih sprememb.
-  *Konfiguracija spremenjena:* Prikazuje, da se namestitev iz GUI razlikuje od trenutno veljavne varnostne konfiguracije.

Ko urejate varnostno konfiguracijo, vas bo ikona ščita obvestila, ali so trenutne nastavitve uveljavljene.

Če katero izmed besedilnih polj na zavihku Varnost (Safety) vsebuje neveljavni vnos, je varnostna konfiguracija v stanju napake. To se kaže na več načinov:

1. Poleg besedila Varnost (Safety) na levi strani zaslona je prikazana rdeča ikona napake.
2. Podzavihki oz. podzavihki z napakami so označeni z rdečo ikono napake na vrhu.
3. Besedilna polja, ki vsebujejo napake, so označena z rdečim ozadjem.

Kadar obstajajo napake in skušate zapustiti zavihki Namestitvev, se pojavi pogovorno okno z naslednjimi možnostmi:

1. Razreši težavo oz. težave, tako da so odpravljene vse napake. To bo razvidno, ko poleg besedila Varnost (Safety) na levi strani zaslona ni več prikazana rdeča ikona napake.
2. Povrni varnostno konfiguracijo na predhodno veljavno. To bo razveljavilo vse neshranjene spremembe in vam omogočilo, da nadaljujete na zeleni cilj.

Kadar ne obstaja nikakršna napaka in skušate zapustiti zavihek, se pojavi drugačno pogovorno okno z naslednjimi možnostmi:

1. Uveljavi spremembe in ponovno zaženi sistem. To bo uveljavilo spremembe varnostne konfiguracije in sprožilo ponovni zagon sistema. Opomba: To ne pomeni, da so katere koli spremembe shranjene; izklop robota v tej točki bo povzročil izgubo vseh sprememb namestitve robota, vključno z varnostno konfiguracijo.
2. Povrni varnostno konfiguracijo na predhodno veljavno. To bo razveljavilo vse neshranjene spremembe in vam omogočilo, da nadaljujete na zeleni izbrani cilj.

## 10.4 Tolerance

V *varnostni konfiguraciji* so nastavljene fizične omejitve. Vnosna polja za te omejitve ne upoštevajo toleranc: tolerance so prikazane poleg polj, kjer je to potrebno. *Varnostni sistem* prejema vrednosti iz vnosnih polj in zaznava morebitne kršitve teh vrednosti. *Robotova roka* poskuša preprečiti morebitne kršitve varnostnega sistema in sproži varovalno zaustavitev, tako da ustavi izvajanje programa, ko je dosežena omejitev, zmanjšana za tolerančno vrednost. Upoštevajte, da to pomeni, da program morda ne bo mogel izvajati gibov, ki so zelo blizu omejitev, npr. robot ne bo mogel doseči točne največje hitrosti, ki jo določata omejitev hitrosti člena oz. omejitev hitrosti TCP.



### OPOZORILO:

Pri uporabi mejnih vrednosti brez toleranc je vedno potrebna ocena tveganja.



### OPOZORILO:

Tolerance so specifične za vsako različico programske opreme. Posodobitve programske opreme lahko spremenijo vrednosti toleranc. Preglejte opombe ob izdaji nove različice, da preverite morebitne razlike med različicami.

## 10.5 Varnostna kontrolna vsota

Besedilo v zgornjem desnem kotu ekrana kaže kratko predstavitev varnostnih nastavitev, ki jih robot trenutno uporablja. Ko se besedilo spremeni, to pomeni, da se je spremenila tudi trenutna varnostna nastavitvev. Klik na varnostno kontrolno vsoto prikaže podrobnosti o trenutno aktivni varnostni nastavitvi.

## 10.6 Varnostni načini

Pod normalnimi pogoji (npr. ko ni v veljavi nobena varnostna zaustavitev) varnostni sistem deluje v enem od naslednjih *varnostnih načinov*, izmed katerih ima vsak

svoj komplet varnostnih omejitev:

*Normalni način:* Varnostni način, ki je privzeto aktiven;

*Reducirani način:* Aktiven, ko se TCP robota nahaja za ravnino *Sprožitve reduciranega načina* (glejte 10.12), ali ko ga sproži nastavljeni vhod (glejte 10.13).

*Obnovitveni način:* Ko robotova roka krši enega izmed ostalih načinov (npr. *Normalni* ali *Reducirani* način) in se je izvedla zaustavitev kategorije 0,<sup>1</sup> se robotova roka zažene v načinu *Obnovitve*. Ta način omogoča, da je robotova roka ročno nastavljena, dokler niso razrešene vse kršitve. V tem načinu izvajanje programov robota ni možno.



#### OPOZORILO:

Upoštevajte, da so omejitve *položajev členov*, *položaja TCP* in *usmerjenosti TCP* v načinu *Obnovitve* onemogočene, zato bodite previdni, ko robotovo roko premikate nazaj v območje znotraj omejitev.

Podzavihki na zaslonu *Varnostne konfiguracije* omogočajo, da uporabnik določi ločen komplet varnostnih omejitev za *Normalni* in *Reducirani* način. Omejitve hitrosti in zagona za orodje in člene v *Reduciranem* načinu morajo biti strožje, kot njihove ustrezne vrednosti v *Normalnem* načinu.

Ko je presežena varnostna omejitev iz aktivnega kompleta omejitev, robotova roka izvede zaustavitev kategorije 0. Če je aktivna varnostna omejitev, kot je omejitev položaja členov ali varnostna meja, presežena že ko je robot vključen, se le-ta zažene v načinu *Obnovitve*. To omogoči premik robotove roke nazaj v območje znotraj varnostnih omejitev. V načinu *Obnovitve* je premikanje robotove roke omejeno s fiksno omejitvijo, ki je uporabnik ne more spremeniti. Podrobnosti o omejitvah v načinu *Obnovitve*, glejte Priročnik za namestitev strojne opreme.

## 10.7 Način Freedrive

Ko se v načinu *Freedrive* (glejte 13.1.5) robotova roka približa določenim omejitvam, uporabnik začuti upor. Ta sila je ustvarjena zaradi omejitev položaja, usmerjenosti in hitrosti središčne točke orodja robota ter položaja in hitrosti členov.

Namen te uporne sile je obvestiti uporabnika, da sta trenutni položaj oz. hitrost preblizu mejnim vrednostim ter hkrati preprečiti, da bi robot prekršil te omejitve. Kljub temu je omejitev moč zaobiti, če uporabnik na robotovo roko deluje z zadostno silo. Sila upora narašča hkrati z bližanjem robotove roke mejni vrednosti.

## 10.8 Zaklep z geslom

Vse nastavitve na tem zaslonu so zaklenjene, dokler ne vnesete pravilnega varnostnega gesla (glejte 15.3) v belo besedilno polje na dnu zaslona in pritisnete gumba *Odkleni*. Zaslona lahko ponovno zaklenete s klikom na gumb *Zakleni*. Zavihek *Varnost* se samodejno zaklene, ko krmarite stran od zaslona varnostne konfiguracije. Ko so nastavitve zaklenjene, je poleg besedila *Varnost* na levi strani zaslona

<sup>1</sup>V skladu z IEC 60204-1, glejte slovarček za več podrobnosti.

prikazana ikona ključavnice. Ko so nastavitve odklenjene, je prikazana ikona odklenjene ključavnice.



**OPOMBA:**

Pomnite, ko je zaslon varnostne konfiguracije odklenjen, je robotova roka izključena.

## 10.9 Uporabi

Ko odklepete varnostno konfiguracijo bo ves čas izvajanja sprememb robotova roka izključena. Robotove roke ne morete vključiti, dokler ne uveljavite ali povrnete sprememb in na inicializacijskem zaslonu izvedete ročni vklop.

Vse spremembe varnostne konfiguracije morate uveljaviti ali razveljaviti, preden zapustite zavihek Namestitve. Te spremembe *ne* veljajo, dokler ne pritisnete gumba Uveljavi in izvedete potrditve. Potrditev zahteva vizualni pregled sprememb, podanih robotovi roki. Iz varnostnih razlogov so prikazani podatki v enotah SI (mednarodni sistem). Primer potrditvenega pogovornega okna je prikazan spodaj.

**Potrditev veljavne varnostne konfiguracije**

Splošne omejitve
Omejitev členov
Meje
Varnostni V/I
Razno

Omejitev	Normalni način	Reducirani način
Force (Sila)	150.00	120.00 N
Moč	300.00	200.00 W
Hitrost	1.50	0.75 m/s
Zagon	25.00	10.00 kg m/s

Potrdi varnostno konfiguracijo
Zavrni

Nadalje so ob potrditvi spremembe samodejno shranjene kot del trenutne namestitve robota. Glejte 13.5 za nadaljnja navodila za shranjevanje namestitve robota.

## 10.10 Splošne omejitve

Splošne varnostne omejitve služijo za omejevanje linearne hitrosti TCP robota ter sile, s katero bi TCP lahko delovala na okolico. Sestavljene so iz naslednjih vrednosti:

*Force (Sila):* Omejitev maksimalne sile, s katero TCP robota deluje na okolico.

*Moč:* Omejitev maksimalnega mehanskega dela, ki ga ustvari robot na okolico, upošteva, da je breme del robota in ne del okolja.

*Hitrost:* Omejitev največje linearne hitrosti TCP robota.

*Zagon:* Omejitev največjega zagona robotove roke.

Konfiguracijo splošnih varnostnih omejitev v namestitvi lahko izvedete na dva načina; *Osnovne nastavitve* in *Napredne nastavitve*, ki so podrobneje opisane spodaj.

Določanje splošnih varnostnih omejitev določi le omejitve orodja, ne pa splošnih omejitev robotove roke. To pomeni, da četudi določite omejitev hitrosti, to *ne* jamstvo, da bodo tudi drugi deli robotove roke upoštevali isto omejitev.

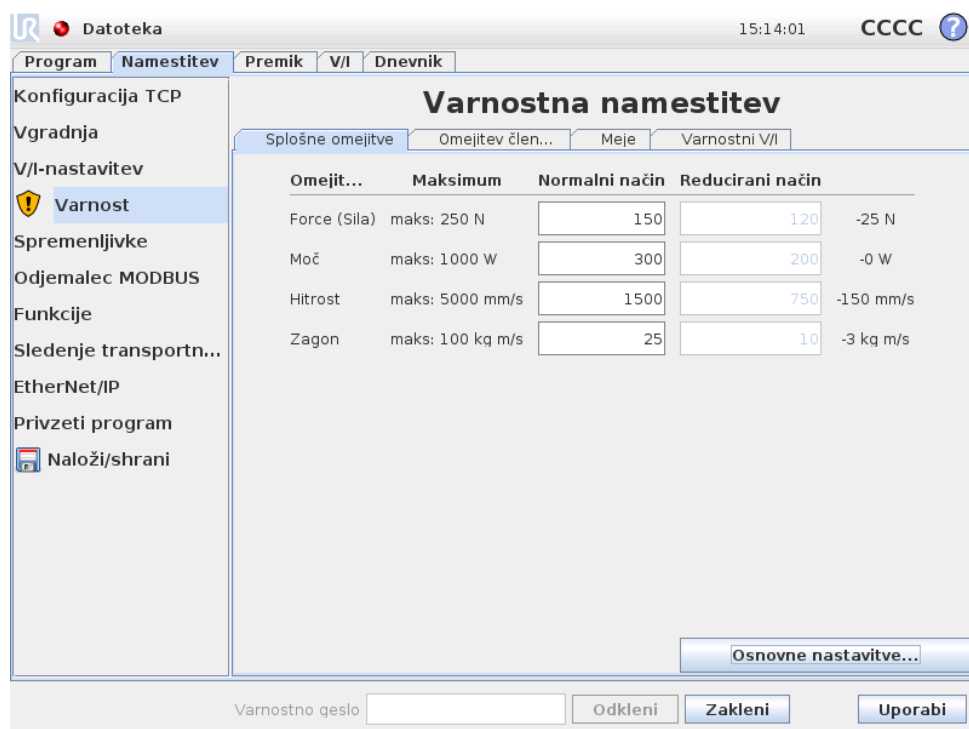
Ko ste v načinu *Freedrive* (glejte 13.1.5), in je trenutna hitrost TCP robota blizu omejitvi *Hitrosti*, uporabnik začuti upor, ki se povečuje, bolj kot se hitrost približuje omejitvi. Sila upora se pojavi, ko je trenutna hitrost znotraj približno 250 mm/s omejitve.

**Osnovne nastavitve** Začetni podzaslone splošnih omejitev, prikazan na privzetem zaslonu, vključuje drsnik s štirimi prednastavljenimi kompleti vrednosti za omejitve sile, moči, hitrosti in zagona tako v *Normalnih* kot v *Reduciranih* načinih:

Določeni kompleti vrednosti so prikazani v uporabniškem vmesniku. Prednastavljeni kompleti vrednosti so samo predlagani in ne nadomestijo ustrezne ocene tveganja.

**Preklop na napredne nastavitve** Če *noben* od prednastavljenih kompletov vrednosti ni ustrezen, lahko pritisnete gumb *Napredne nastavitve...*, da odprete zaslon z naprednimi splošnimi omejitvami.

### Napredne nastavitve



Tukaj lahko neodvisno od drugih spremenite vsako splošno omejitev, opisano v 10.10. To storite s pritiskom na ustrezno besedilno polje in vnosom nove vrednosti. Najvišja dovoljena vrednost vsake izmed omejitev se nahaja v stolpcu *Maksimum*. Omejitve sile se lahko nastavi na vrednost med 100 N in 250 N, omejitev energije pa se lahko nastavi na vrednost med 80 W in 1000 W.

Upoštevajte, da so polja za omejitve v *Reduciranem* načinu onemogočena, kadar ni nastavljeno, da jih sprožita ali varnostna ravnina ali nastavljiv vnos (glejte 10.12 in 10.13 za več podrobnosti). Omejitvi *Hitrost* in *Zagon* v *Reduciranem* načinu ne smeta biti višji kot njuni ustrezni vrednosti v *Normalnem* načinu.

Toleranca in enote vsake omejitve so navedene na koncu vrstice, ki spada k omejitvi. Ko program teče, je hitrost robotove roke samodejno prilagojena, da ne preseže katere izmed vnesenih vrednosti, zmanjšanih za toleranco (glejte 10.4). Upoštevajte, da je znak minus, izpisan poleg tolerance, tam samo zato, da nakazuje, da je toleranca odšteta od dejanske vnesene vrednosti. Če robotova roka preseže omejitev (brez tolerance), varnostni sistem izvede ustavitev kategorije 0.

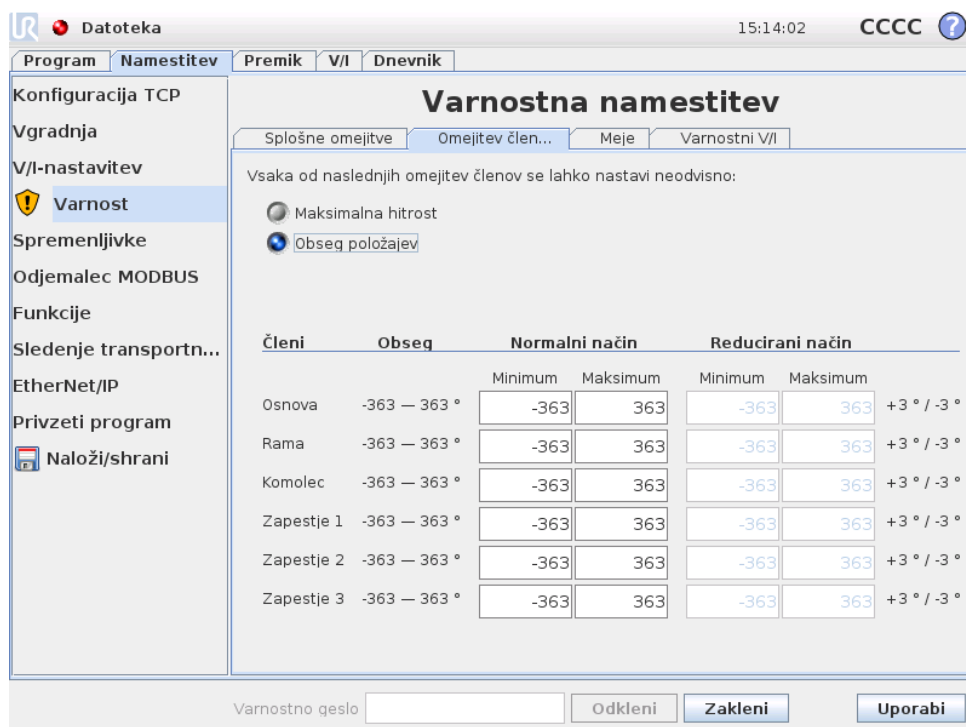


**OPOZORILO:**

Omejitev hitrosti velja samo za TCP robota, drugi deli robotove roke pa se lahko premikajo hitreje od izbrane vrednosti.

**Preklop na osnovne nastavitve** Pririsk na gumb *Osnovne nastavitve...* vas popelje nazaj na zaslon z osnovnimi splošnimi omejitvami, vse splošne omejitve pa so ponastavljene na njihove prednastavljene *Privzete* vrednosti. Če bi to lahko povzročilo izgubo prilagojenih vrednosti, se pred izvedbo pojavi pogovorno okno, ki vas pozove, da dejanje potrdite.

## 10.11 Omejitev členov



Omejitve členov omejujejo premikanja posameznih členov v območju členov, tj. ne upoštevajo kartezijanskega prostora, pač pa interne (rotacijske) položaje členov in njihovo rotacijsko hitrost. Radijski gumbi v zgornjem delu podplošče omogočajo neodvisno nastavljanje Maksimalne hitrosti in Obsega položajev členov.

Ko ste v načinu učenja *Freedrive* (glejte 13.1.5), in je trenutni položaj ali hitrost člena robota blizu omejitvi, uporabnik začuti upor, ki se povečuje, bolj kot se člen približuje omejitvi. Sila se pojavi, ko je hitrost člena znotraj približno 20°/s omejitve hitrosti ali, ko je položaj člena znotraj približno 8° omejitve položaja.

**Maksimalna hitrost** Ta možnost določa maksimalno kotno hitrost vsakega člena. To storite s pritiskom na ustrezno besedilno polje in vnosom nove vrednosti. Najvišja dovoljena vrednost se nahaja v stolpcu *Maksimum*. Nobene izmed vrednosti ne morete nastaviti pod vrednost tolerance.

Upoštevajte, da so polja za omejitve v *Reduciranem* načinu onemogočena, kadar ni nastavljeno, da jih sprožita ali varnostna ravnina ali nastavljen vnos (glejte 10.12 in 10.13 za več podrobnosti). Prav tako pa omejitve v *Reduciranem* načinu ne smejo biti višje kot njihove ustrezne vrednosti v *Normalnem* načinu.

Toleranca in enote vsake omejitve so navedene na koncu vrstice, ki spada k omejitvi. Ko program teče, je hitrost robotove roke samodejno prilagojena, da ne preseže katere izmed vnesenih vrednosti, zmanjšanih za toleranco (glejte 10.4). Upoštevajte, da je znak minus, izpisan poleg vsake tolerance, tam samo zato, da nakazuje, da je toleranca odšteta od dejanske vnesene vrednosti. Kljub temu sistem izvede zaustavitev kategorije 0, kadar kotna hitrost kakega člena preseže vneseno vrednost (brez tolerance).

**Obseg položajev** Ta zaslon določa obseg položajev vsakega člena. To naredite s pritiskom na ustrezno besedilno polje in vnosom novih vrednosti zgornje in spodnje meje položaja člena. Vneseni interval mora biti znotraj vrednosti, navedenih v stolpcu *Obseg*, spodnja meja pa ne sme biti večja od zgornje.

Upoštevajte, da so polja za omejitve v *Reduciranem* načinu onemogočena, kadar ni nastavljeno, da jih sprožita ali varnostna ravnina ali nastavljiv vnos (glejte 10.12 in 10.13 za več podrobnosti).

Tolerance in enote vsake omejitve so navedene na koncu vrstice, ki spada k omejitvi. Prva vrednost tolerance ponazarja minimalno vrednost, druga pa maksimalno vrednost. Izvajanje programa je prekinjeno, ko je položaj člena tik pred tem, da prekorači obseg, ki izvira iz seštevka prve vrednosti tolerance in vnesene minimalne vrednosti in razlike med drugo vrednostjo tolerance in vneseno maksimalno vrednostjo, če se člen premika naprej po predvideni poti. Upoštevajte, da je znak minus, izpisan poleg tolerance, tam samo zato, da nakazuje, da je toleranca odšteta od dejanske vnesene vrednosti. Kljub temu sistem izvede zaustavitev kategorije 0, kadar položaj kakega člena preseže vneseni obseg.

## 10.12 Meje

Na tem zavihku lahko konfigurirate omejitve meja, ki so sestavljene iz varnostnih ravnih in omejitve maksimalnega dovoljenega odklona usmeritve orodja robota. Prav tako je mogoče določiti ravnine, ki sprožijo prehod v *Reducirani* način.

Varnostne ravnine se lahko uporabljajo za omejevanje dovoljenega delovnega prostora robota z zagotavljanjem, da TCP robota ostane na pravi strani določenih ravnin in ne preide onkraj njihovih meja. Konfigurirate lahko do osem varnostnih ravnin. Omejitve usmerjenosti orodja lahko uporabite za zagotavljanje, da se usmerjenost orodja robota ne oddalji več kot za določeno količino od zelene usmerjenosti.



### OPOZORILO:

Določanje varnostnih ravnin omeji samo središčno točko orodja (TCP), ne pa splošnih omejitev robotove roke. To pomeni, da četudi določite varnostno ravnino, to *ni* jamstvo, da bodo tudi drugi deli robotove roke upoštevali isto omejitev.

Konfiguracija vsake omejitve sloni na eni izmed funkcij, določenih v trenutni nastavitvi robota (glejte 13.12).



### OPOMBA:

Zelo priporočamo, da pred urejanjem varnostne konfiguracije ustvarite vse potrebne funkcije, potrebne za konfiguracijo vseh zelenih meja in jim določite ustrezna poimenovanja. Upoštevajte, da je robotova roka izključena, ko je odklenjen zavihhek *Varnost*, zato funkcija *Orodja* (ki vsebuje trenutni položaj in usmerjenost TCP robota) in način *Freedrive* (glejte 13.1.5) ne bosta na voljo.

Ko delate v načinu *Freedrive* (glejte 13.1.5), trenutni položaj TCP robota pa je blizu varnostni ravnini, ali pa je odklon usmerjenosti orodja robota od zelene usmerjenosti blizu določenemu maksimalnemu odklonu, uporabnik začuti upor, ki se povečuje, bolj kot se TCP bliža omejitvi. Upor se pojavi, ko je TCP v bližini približno 5 cm do varnostne ravnine, ali ko je odklon usmerjenosti orodja približno  $3^\circ$  do določenega maksimalnega odklona.







Ko je ravnina definirana kot ravnina *Sprožitve reduciranega načina* jo TCP prečka, varnostni sistem preide v *Reducirani* način, ki uveljavi varnostne nastavitve *Reduciranega* načina. Sprožilna ravnine upoštevajo ista pravila kot običajne varnostne ravnine, s tem da robotu omogočajo, da preide skozi nj.

### 10.12.1 Izbira meje za konfiguracijo


Ravnina Varnostnih omejitev na levi strani zavihka se uporablja za izbiro meje, ki jo želimo konfigurirati.

Za nastavitve varnostne ravnine kliknite na enega izmed zgornjih osmih vnosov, navedeni na seznamu. Če je izbrana varnostna ravnina že bila konfigurirana, je ustrezna 3D predstavitev ravnine označena v 3D pogledu (glejte 10.12.2) na desni strani zaslona. Varnostno ravnino lahko nastavite v delu *Lastnosti varnostne ravnine* (glejte 10.12.3) na spodnji strani zavihka.

Kliknite vnos *Meja orodja*, da konfigurirate omejitve usmerjenosti orodja robota. Konfiguracijo omejitve lahko nastavite v delu *Lastnosti omejitve orodja* (glejte 10.12.4) na spodnji strani zavihka.

Kliknite na gumb  /  za vklop oz. izklop 3D predstavitve meje. Če je aktivna omejitve, ena izmed naslednjih ikon nakazuje *varnostni način* (glejte 10.12.3 in 10.12.4)  /  /  / .

### 10.12.2 3D predstavitev

3D pogled prikazuje konfigurirane varnostne ravnine in omejitve usmerjenosti orodja robota ter trenutnega položaja robotove roke. Vsi konfigurirani vnosi mej, kjer je izbran preklop vidnosti (npr. prikaz ikone ) v delu *Varnostne meje*, so prikazani skupaj s trenutno izbrano mejo.

(Aktivne) Varnostne ravnine so predstavljene z rumeno in črno barvo in z majhno puščico normale plošče, ki predstavlja stran plošče, na katero je možno namestiti središčno točko orodja robota. Sprožilne ravnine so prikazane v modri in zeleni barvi. majhna puščica ponazarja stran ravnine, ki *ne* sproži prehoda v *Reducirani* način. Če je na zaslonu na levi strani zavihka izbrana varnostna ravnina, je označena ustrezna 3D predstavitev.

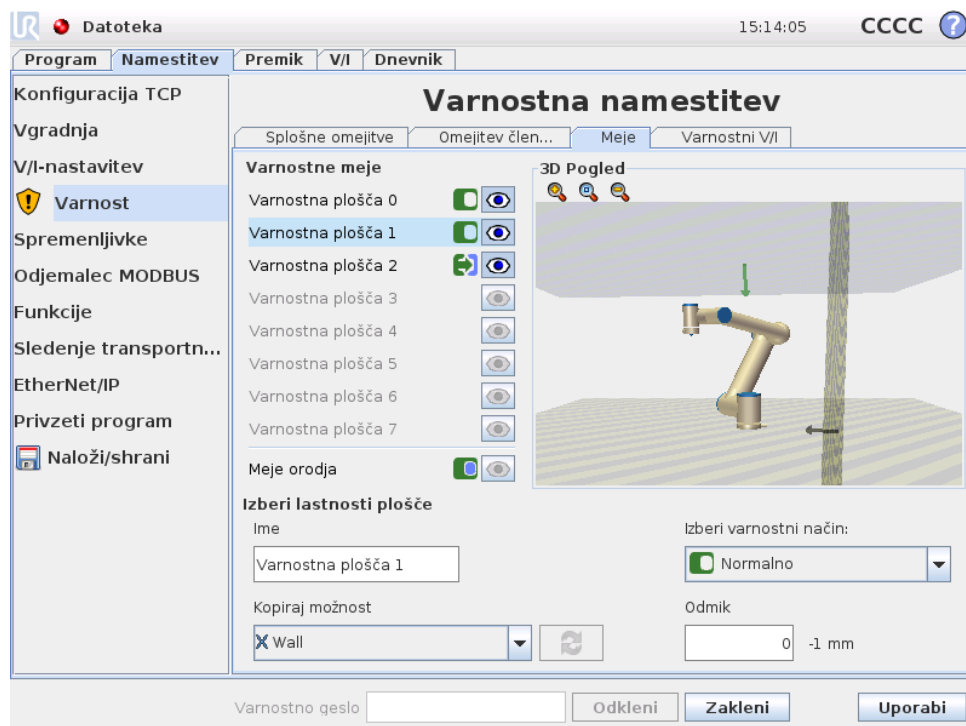
Meja usmerjenosti orodja je predstavljena z okroglim stožcem in vektorjem, ki kažeta trenutno usmerjenost orodja robota. Notranjost stožca predstavlja dovoljeno območje usmerjenosti orodja (vektor).

Ko sta omejitve usmerjenosti ravnine ali orodja konfigurirani a ne aktivirani, je predstavitev siva.

Pritisnite na ikono povečevalnega stekla za povečanje/pomanjšanje ali povlecite prst po zaslonu, če želite spremeniti pogled.

### 10.12.3 Konfiguracija varnostne ravnine

Del Lastnosti varnostne ravnine na spodnjem delu zavihka določa konfiguracijo izbrane varnostne ravnine na zaslonu Varnostne meje na zgornjem levem delu zavihka.




**Ime** Besedilno polje Ime dovoljuje, da uporabnik izbrano varnostno ravnino poimenuje. Ime lahko spremenite z dotikom besedilnega polja in vnosom novega imena.





**Kopiraj možnost** Položaj in normala varnostne ravnine sta določena s funkcijo (glejte 13.12) trenutne namestitve robota. Uporabite spustni seznam na spodnji levi strani dela Lastnosti varnostnih ravnin, da izberete funkcijo. Na voljo sta samo funkciji tipov točka in ravnina. Izbira <Nedefiniranega> predmeta počisti konfiguracijo ravnine.

Os z izbrane funkcije kaže na nedovoljeno območje, normala ravnine pa kaže v nasprotno smer, razen ko je izbrana funkcija Osnova, ko normala ravnine kaže v isto smer. Če je ravnina konfigurirana kot ravnina Sprožitve reduciranega načina (glejte 10.12.3), normala ravnine nakazuje stran ravnine, ki ne sproži prehoda v Reducirani način.

Kadar je varnostna ravnina konfigurirana z izbiro funkcije morate upoštevati, da se informacija o položaju le kopira na varnostno ravnino; ravnina s to funkcijo ni povezana. To pomeni, da če spremenite položaj ali usmerjenost funkcije, ki se je uporabljala za konfiguracijo varnostne ravnine, se ravnina ne posodobi samodejno. Kadar je funkcija spremenjena, se to kaže z ikono ⚠, postavljeno nad izbirnik funkcije. Kliknite na gumb ↻ poleg izbirnika, da posodobite varnostno ravnino

s trenutnim položajem in usmerjenostjo funkcije. Ikona  je prikazana tudi, če je izbrana funkcija izbrisana iz namestitve.

**Varnostni način** Za izbor *varnostnega načina* varnostne ravnine se uporablja spustni seznam na desni strani zaslona *Lastnosti varnostnih ravnin*, kjer so na voljo naslednji načini:

Onemogočeno	Varnostna ravnina <i>ni nikoli aktivna</i> .
 Normalno	Ko je varnostni sistem v načinu <i>Normalno</i> , je <i>aktivna</i> ravnina <i>Normalnega</i> načina, ki deluje kot <i>stroga omejitev</i> položaja TCP robota.
 Reducirano	Ko je varnostni sistem v načinu <i>Reducirano</i> , je <i>aktivna</i> ravnina <i>Reduciranega</i> načina, ki deluje kot <i>stroga omejitev</i> položaja TCP robota.
 Normalno in Reducirano	Ko je varnostni sistem ali v načinu <i>Normalno</i> ali v načinu <i>Reducirano</i> , je <i>aktivna</i> ravnina <i>Normalnega in Reduciranega</i> načina, ki deluje kot <i>stroga omejitev</i> položaja TCP robota.
 Sproži reducirani način	Ko je varnostni sistem ali v <i>Normalnem</i> ali v <i>Reduciranem</i> načinu, je <i>aktivna</i> ravnina <i>Sproženja Reduciranega načina</i> , ki povzroči, da varnostni sistem preklopi na <i>Reducirani</i> način za tako dolgo, dokler se TCP robota nahaja onkraj ravnine.

Izbrani *varnostni način* je prikazan z ikono v ustreznem vnosu na zaslonu *Varnostne meje*. Če je *varnostni način* nastavljen na *Onemogočeno*, ni prikazana nobena ikona.

**Odmik** Ko izberete funkcijo iz spustnega seznama na spodnjem levem delu zaslona *Lastnosti varnostne ravnine*, lahko varnostno ravnino prevedete z dotikom na besedilno polje *Odmik* v spodnjem desnem delu zaslona in vnosom vrednosti. Vnos pozitivne vrednosti poveča dovoljeno delovno območje robota, saj premakne ravnine v nasprotni smeri od normale, vnos negativne vrednosti pa zmanjša dovoljeno območje, saj ravnino premakne v smeri normale.

Toleranca in enota za odmik mejne ravnine sta prikazana desno od besedilnega polja.

**Učinek ravnin s strogo omejitvijo** Izvajanje programa je prekinjeno, ko je položaj TCP tik pred tem, da prečka aktivno varnostno ravnino s strogo omejitvijo, zmanjšano za toleranco (glejte 10.4), če nadaljuje z gibanjem po predvideni poti. Upoštevajte, da je znak minus, izpisan poleg tolerance, tam samo zato, da nakazuje, da je toleranca odšteta od dejanske vnesene vrednosti. Če položaj TCP preseže določeno omejitev varnostne ravnine (brez tolerance), varnostni sistem izvede ustavitev kategorije 0.

**Učinek ravnin s Sprožitvijo reduciranega načina** Ko v veljavi ni nikakršna zaščitna zaustavitev in varnostni sistem ni v posebnem načinu *Obnovitve* (glejte 10.6), le-ta deluje ali v *Normalnem* ali v *Reduciranem* načinu, premiki robotove roke pa so omejeni z ustreznimi nastavljenimi omejitvami.

Privzeto je varnostni sistem v *Normalnem* načinu. Sistem preide v *Reducirani* način, kadar koli se pripeti kateri izmed naslednjih dogodkov:

- a) TCP robota se nahaja za eno izmed ravnin *Sprožitve reduciranega načina*, tj. nahaja se na strani ravnine, ki je *nasprotna* smeri majhne puščice na vizualizaciji ravnine.
- b) Vhodna funkcija *Reduciranega načina* je konfigurirana in vhodni signali so nizki (glejte 10.13 za več podrobnosti).

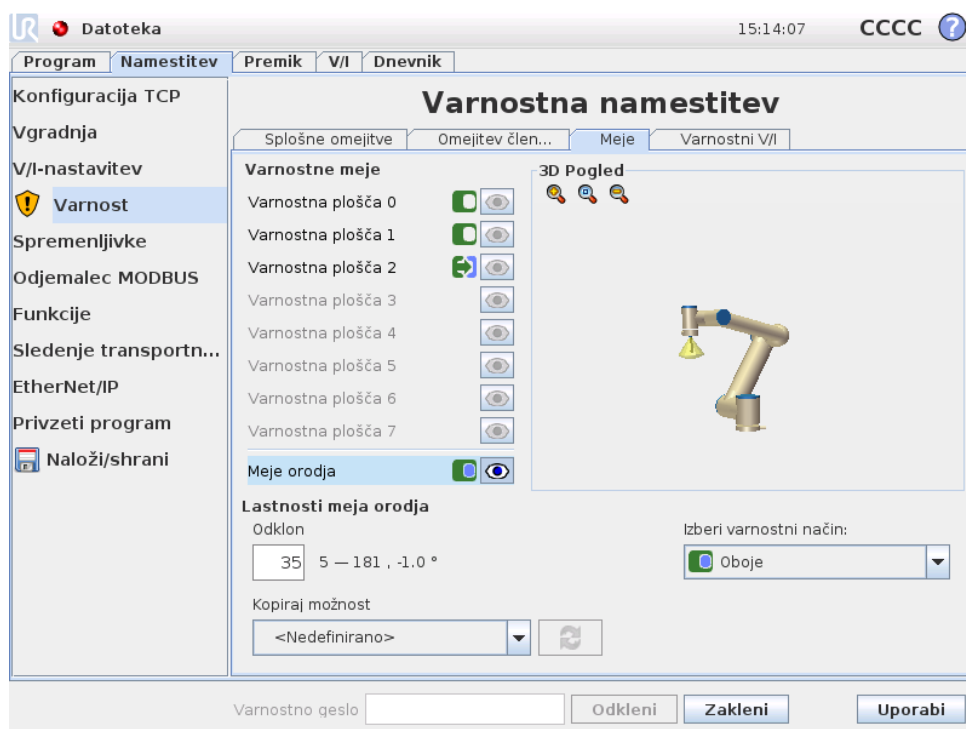
Ko ne nobena izmed zgoraj navedenih možnosti ne velja več, se varnostni sistem vrne nazaj v *Normalni* način.

Kadar prehod iz *Normalnega* v *Reducirani* način povzroči prehod skozi ravnino *Sprožitve reduciranega načina*, se zgodi prehod iz nastavljenih omejitev *Normalnega* načina v nastavljene omejitve *Reduciranega* načina. Takoj, ko se TCP nahaja 20 mm ali bližje ravnini *Sprožitve reduciranega načina* (a je še vedno na strani *Normalnega* načina), je za vsako izmed mejnih vrednosti izbrana blažja izmed omejitev načinov *Normalno* oz. *Reducirano*. Ko TCP robota prečka ravnino *Sprožitve reduciranega načina* nastavljena omejitev *Normalnega* načina ne velja več, pač pa je uveljavljena nastavljena omejitev *Reduciranega* načina.

Kadar prehod iz *Reduciranega* v *Normalni* način povzroči prehod skozi ravnino *Sprožitve reduciranega načina*, se zgodi prehod iz nastavljenih omejitev *Reduciranega* načina v nastavljene omejitve *Normalnega* načina. Takoj, ko TCP prečka ravnino *Sprožitve reduciranega načina*, je za vsako izmed mejnih vrednosti izbrana blažja izmed omejitev načinov *Normalno* oz. *Reducirano*. Ko se TCP nahaja 20 mm ali dlje od ravnine *Sprožitve reduciranega načina* (na strani *Normalnega* načina), nastavljena omejitev *Reduciranega* načina ne velja več, pač pa je uveljavljena nastavljena omejitev *Normalnega* načina.

Če predvidena pot vodi TCP robota skozi ravnino *Sprožitve reduciranega načina*, začne robotova roka zmanjševati hitrost še pred prečkanjem ravnine, če je tik pred tem, da preseže novo nastavljene omejitve hitrosti členov, hitrosti orodja ali zagona. Ker morajo biti te omejitve strožje v nastavitvah omejitev v *Reduciranem* načinu, se tako prezgodnje zmanjševanje hitrosti lahko izvede le pri prehodu iz *Normalnega* v *Reducirani* način.

### 10.12.4 Konfiguracija mej orodja






Zaslon *Lastnosti mej orodja* na spodnji strani zavihka določa omejitve usmerjenosti orodja robota, sestavljeno iz zelene usmerjenosti orodja in vrednosti maksimalnega dovoljenega odklona za to usmerjenost.

**Odklon** Besedilo *Odklon*a prikazuje vrednost maksimalnega dovoljenega odklona usmerjenosti orodja robota od zelene usmerjenosti. To vrednost spremenite s pritiskom na ustrezno besedilno polje in vnosom nove vrednosti.

Sprejet obseg vrednosti skupaj s toleranco in enoto odmika so navedeni poleg besedilnega polja.

**Kopiraj možnost** Zelena usmerjenost orodja robota je določena s funkcijo (glejte 13.12) trenutne namestitve robota. Za vektor zelene usmerjenosti orodja za to omejitev bo uporabljena os z izbrane funkcije.

Uporabite spustni seznam na spodnji levi strani zaslona *Lastnosti mej orodja*, da izberete funkcijo. Na voljo sta samo funkciji tipov točka in ravnina. Izbira <Nedefiniranega> predmeta počisti konfiguracijo ravnine.

Kadar je omejitev konfigurirana z izbiro funkcije morate upoštevati, da se informacija o usmerjenosti le *kopira* na omejitev; omejitev sama s to funkcijo *ni* povezana. To pomeni, da če spremenite položaj ali usmerjenost funkcije, ki se je uporabljala za konfiguracijo omejitve, se omejitev ne posodobi samodejno. Kadar je funkcija spremenjena, se to kaže z ikono , postavljeno nad izbirnik funkcije. Kliknite na gumb  poleg izbirnika, da posodobite omejitev s trenutno usmerjenostjo funkcije. Ikona  je prikazana tudi, če je izbrana funkcija izbrisana iz namestitve.

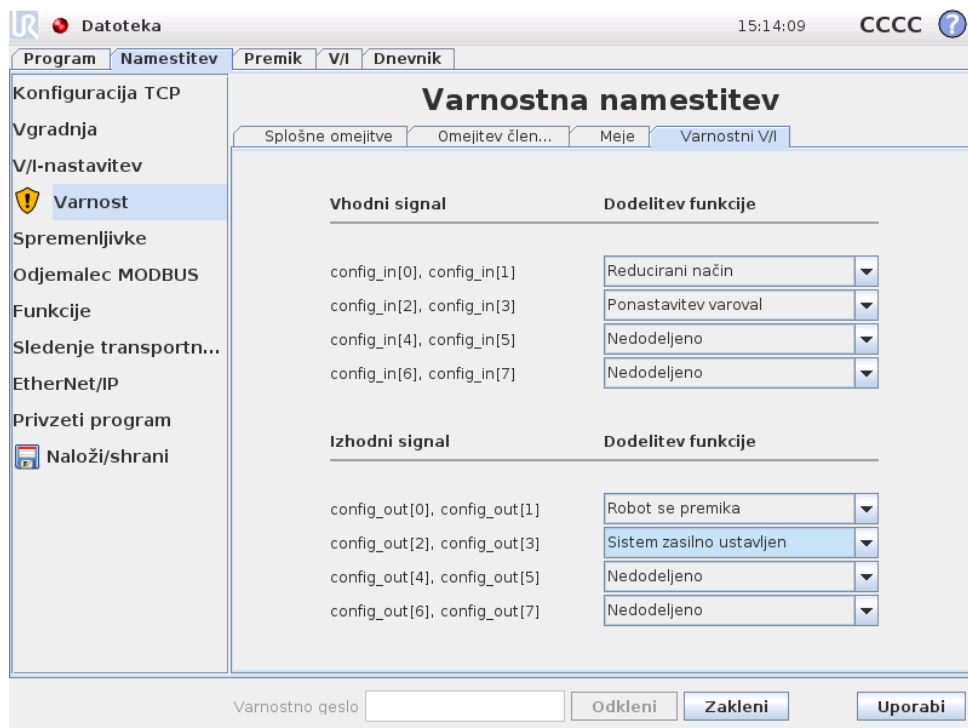
**Varnostni način** Za izbor *varnostnega načina* meja usmerjenosti orodja se uporablja spustni seznam na desni strani zaslona Lastnosti omejitev orodja. Na voljo so naslednje možnosti:

<input type="checkbox"/> Onemogočeno	Omejitev meje orodja ni nikoli aktivna.
<input checked="" type="checkbox"/> Normalno	Ko je varnostni sistem v <i>Normalnem</i> načinu, je omejitev orodja aktivna.
<input type="checkbox"/> Reducirano	Ko je varnostni sistem v <i>Reduciranem</i> načinu, je omejitev orodja aktivna.
<input checked="" type="checkbox"/> Normalno in Reducirano	Ko je varnostni sistem v <i>Normalnem</i> ali <i>Reduciranem</i> načinu, je omejitev orodja aktivna.

Izbrani *varnostni način* je prikazan z ikono v ustreznem vnosu na zaslonu Varnostne meje. Če je *varnostni način* nastavljen na *Onemogočeno*, ni prikazana nobena ikona.

**Učinek** Izvajanje programa je prekinjeno, ko je odklon usmerjenosti orodja tik pred tem, da prečka vneseni maksimalni odklon, zmanjššan za toleranco (glejte 10.4), če nadaljuje z gibanjem po predvideni poti. Upoštevajte, da je znak minus, izpisani poleg tolerance, tam samo zato, da nakazuje, da je toleranca odšteta od dejanske vnesene vrednosti. Če odklon usmerjenosti orodja preseže omejitev (brez tolerance), varnostni sistem izvede ustavitve kategorije 0.

## 10.13 Varnostni V/I



Ta zaslon določa *Varnostne funkcije* za nastavljive vnose in izhode (V/I). V/I so porazdeljeni med vnose in izhode in so seznanjeni, tako da vsaka funkcija zagotavlja

Kategorijo<sup>2</sup>3 in PLd V/I.

Vsaka *Varnostna funkcija* lahko nadzira le en par signalov V/I. Vnovična izbira iste varnostne funkcije jo odstrani iz predhodno definiranega prvega para signalov V/I. Za vhodne signale obstajajo 5, za izhodne signale pa 4 *Varnostne funkcije*.

### 10.13.1 Vhodni signali

Za vhodne signale lahko izberete naslednje *Varnostne funkcije*: *Zaustavitev v sili*, *Reducirani način*, *Preventivna ponastavitev*, *3-položajno stikalo* in *Način delovanja*.

**Zaustavitev v sili** Ko je izbrana, ta funkcija omogoča alternativni gumb za *Ustavitev v sili*, poleg tistega, ki je na programirni enoti. To zagotavlja isto funkcionalnost, ki jo nudi gumb za *Zaustavitev v sili* na programirni enoti, ko je priključena naprava, skladna z ISO 13850:2006..

**Reducirani način** Vse varnostne omejitve imajo dva načina, na katera jih lahko uporabite: *Normalni način*, ki določa privzeto varnostno konfiguracijo, in *Reducirani način* (glejte 10.6 za več podrobnosti). Kadar je izbrana ta vhodna varnostna funkcija, šibek signal do vhodov povzroči, da varnostni sistem preide v *Reducirani način*. Če je potrebno, nato robotova roka zmanjša hitrost, da zadosti nastavljenim omejitvam *Reduciranega načina*. Če robotova roka še vedno krši katero izmed omejitev *Reduciranega načina*, izvede *ustavitev kategorije 0*. Prehod nazaj v *Normalni način* se izvede po enakem postopku. Upoštevajte, da lahko tudi varnostne ravnine povzročijo prehod v *Reducirani način* (glejte 10.12.3 za več podrobnosti).

**Preventivna ponastavitev** Če je v varnostnih V/I nastavljena *Varnostna ustavitev*, uporabite ta vhod, da tako zagotovite, da stanje *Preventivne ustavitve* traja vse dokler ni sprožena *ponastavitev*. Robotova roka se ne bo premaknila, ko je v stanju *preventivne ustavitve*.





#### OPOZORILO:

Privzeto je vhodna funkcija *Preventivna ponastavitev* nastavljena za vhodna priključka 0 in 1. Onemogočenje funkcije pomeni, da bo robotova roka prenehala biti *preventivno zaustavljena*, takoj ko vnos *Preventivna zaustavitev* doseže stopnjo Visoko. Z drugimi besedami, brez vnosa *Preventivne ponastavitve*, vhoda SI0 in SI1 *Preventivne ustavitve* (glejte Priročnik za namestitev strojne opreme) v celoti določata, ali je stanje *Preventivne zaustavitve* aktivno ali ne.

**3-položajno stikalo in Način delovanja** Ta omogočata uporabo naprave, ki omogoča delovanje v treh položajih kot dodaten zaščitni ukrep med nastavljanjem in programiranjem robota. Če je konfiguriran vhod 3-položajnega stikala,

<sup>2</sup>V skladu z ISO 13849-1, glejte slovarček za več podrobnosti

je robot ali v „načinu izvajanja“ ali v „načinu programiranja“. V zgornjem desnem kotu se pojavi ikona, ki prikazuje trenutni način delovanja:

-  **Način izvajanja:** Robot lahko izvaja le predhodno definirane naloge. Zavihek Premik in način prostega teka (Freedrive) nista na voljo.
-  **Način programiranja:** Omejitve, prisotne v *Načinu izvajanja* so odstranjene. Kakorkoli, kadar je vhod na 3-položajnem stikalu nizek, se robot varnostno ustavi. Prav tako je drsnik hitrosti nastavljen na začetno vrednost, ki ustreza 250 mm/s in ga je možno postopoma povečevati za doseganje višje hitrosti. Ko vhod na 3-položajnem stikalu preide iz nizkega v visokega, se drsnik hitrosti ponastavi na nizko vrednost.

Obstajata dve metodi za konfiguracijo izbora načina delovanja:

1. Za izbiro načina delovanja z zunanjo napravo za izbiro načina, konfigurirajte vhod *Način delovanja*. Možnost za konfiguracijo tega vhoda se pojavi v spustnih seznamih, ko je konfiguriran vhod 3-položajnega stikala. Robot bo v *Načinu izvajanja*, ko bo vhod *Načina delovanja* nizek in v *Načinu programiranja*, ko bo vhod visok.
2. Za izbiro načina delovanja iz vmesnika Polyscope mora biti konfiguriran samo vhod 3-položajnega stikala in uveljavljen na varnostno konfiguracijo. V tem primeru je privzeti način *Izvajanje*. Da preklopite na *Način programiranja*, izberite gumb „Programiraj robota“ (Program robot) na domačem zaslonu. Da preklopite nazaj v *Način izvajanja*, le zapustite zaslon „Programiraj robota“.



#### OPOMBA:

Ko je konfiguracija varnostnih V/I z omogočenim 3-položajnim stikalom potrjena, se samodejno prikaže domači zaslon. Domači zaslon se prav tako prikaže samodejno, ko se način delovanja spremeni iz *Programiranje* v *Izvajanje*.

### 10.13.2 Izhodni signali

Za izhodne signale lahko izberete naslednje *Varnostne funkcije*: Vsi signali se vrnejo v nizko stanje, ko se konča stanje, ki je sprožilo visoki signal:

**Zasilna ustavitev sistema** Nizek signal je poslan, ko je varnostni sistem sprožen v stanje *Ustavitev v sili*. Sicer je v stanju visokega signala.

**Robot se premika** Nizek signal je poslan, kadar koli je robotova roka mobilna. Ko je robotova roka v fiksnem položaju, je poslan visoki signal.

**Robot se ne ustavlja** Ko je podan zahtevek za ustavitev robotove roke, preteče nekaj časa od zahtevka do dejanske ustavitve roke. V tem času je signal visok. Ko se robotova roka premika in ni zahtevka po ustavitvi, ali ko je robotova roka ustavljena, je signal nizek.

**Reducirani način** Pošlje šibek signal, ko je robotova roka postavljena v *Reducirani* način, ali če je nastavljen varnostni vnos z vnosom *Reduciranega* načina in je signal trenutno nizek. Sicer je signal visok.

**Nereducirani način** To je obratno od zgoraj definiranega *Reduciranega* načina.



# 11 Začnite s programiranjem

## 11.1 Uvod

Robotova roka robota Universal Robots je sestavljena iz cevi in členov. Členi in njihova običajna imena so prikazani na Sliki 11.1. Robot je vgrajen na *Osnovo*, na drugi strani (*Zapestje 3*) pa je pritrjeno orodje robota. S koordiniranjem premikov vseh členov lahko robot prosto premika svoje orodje, z izjemo neposrednega območja nad in pod osnovo.

PolyScope je grafični uporabniški vmesnik (GUI), ki vam omogoča upravljanje z robotovo roko in krmilno omarico, izvajanje programov robota in enostavno ustvarjanje novih.

Naslednji deli vam pomagajo pri začetnih korakih dela z robotom. Kasneje so zasloni in funkcije vmesnika PolyScope opisani podrobneje.

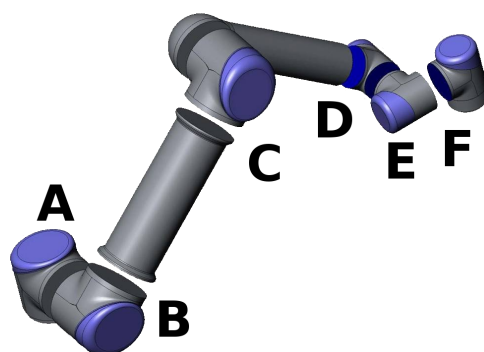


### NEVARNOST:

1. Priročnik za namestitev strojne opreme vsebuje pomembne varnostne informacije, ki jih mora integrator robota UR prebrati in razumeti, preden robota prvič zažene.
2. Integrator mora nastaviti parametre varnostne konfiguracije, ki jih določa ocena tveganja, preden robota prvič zažene, glejte poglavje 10.

## 11.2 Prvi koraki

Pred uporabo vmesnika PolyScope morata biti robotova roka in krmilna omarica nameščeni, krmilna omarica pa mora biti vključena.



Slika 11.1: Členi robota. A: *Osnova*, B: *Rame*, C: *Komolec* in D, E, F: *Zapestje 1, 2, 3*

### 11.2.1 Namestitev robotove roke in krmilne omarice

Za namestitev robotove roke in krmilne omarice storite naslednje:

1. Razpakirajte robotovo roko in krmilno omarico.
2. Vgradite robotovo roko na stabilno površino, kjer ni tresljajev.
3. Krmilno omarico namestite na njegovo nogo.
4. Vključite kabel robota med robotom in krmilno omarico.
5. Priključite omrežni vtič krmilne omarice.



**OPOZORILO:**

Nevarnost prevrnitve Če robot ni nameščen varno na čvrsto podlago, se lahko prekucne in povzroči poškodbe.

Podrobna navodila za namestitev lahko najdete v Priročnik za namestitev strojne opreme. Upoštevajte, da je pred uporabo robotove roke obvezna priprava ocene tveganja.

### 11.2.2 Vklop in izklop krmilne omarice

Krmilno omarico vklopite, če pritisnete gumb za napajanje na sprednji strani plošče z zaslonom na dotik. Tej plošči se običajno reče *programirna enota*. Ko je krmilna omarica vključena, se na zaslonu na dotik prikazuje besedilo osnovnega operacijskega sistema. Po približno minuti se bo na zaslonu pojavilo nekaj gumbov in pojavno okno bo pozvalo uporabnika, da vstopi v inicializacijski zaslon (glejte 11.5).

Sistem zaustavite, če pritisnete zeleni gumb za napajanje na zaslonu ali gumb *Zaustavitev* na pozdravnem zaslonu (glejte 11.4).



**OPOZORILO:**

Če sistem zaustavite tako, da potegnete napajalni kabel iz vtičnice, lahko povzročite okvaro datotečnega sistema robota, ki lahko vodi do napake robota.

### 11.2.3 Vklop in izklop robotove roke

Robotovo roko je mogoče vklopiti, če je vklopljena krmilna omarica in če ni aktiviran noben gumb za zaustavitev v sili. Robotovo roko vklopite na inicializacijskem zaslonu (glejte 11.5), tako da se dotaknete gumba *VKLOP* na zaslonu in nato pritisnete *Začetek*. Ko robota zaženete, povzroči hrup in se malo premakne med sproščanjem zavor.

Električno napajanje robotove roke lahko izklopite, če pritisnete gumb *IZKLOP* na inicializacijskem zaslonu. Ko se krmilna omarica izključi, se samodejno izklopi tudi robotova roka.

### 11.2.4 Hitri zagon

Za hitri zagon robota, po tem, ko ste ga namestili, izvedite naslednje korake:

1. Pritisnite gumb za zaustavitev v sili na sprednji strani ročne programirne enote.
2. Pritisnite gumb za napajanje na ročni programirni enoti.
3. Počakajte minuto, da se sistem zažene in se na zaslonu na dotik prikaže besedilo.
4. Ko je sistem pripravljen, se bo na zaslonu na dotik prikazalo pojavno okno, ki vam sporoči, da je potrebno inicializirati robota.
5. Dotaknite se gumba na pojavnem oknu. To vas popelje na inicializacijski zaslon.
6. Počakajte na pogovorno okno *Potrditev uveljavljene varnostne konfiguracije* in pritisnite gumb *Potrdi varnostno konfiguracijo*. To uveljavi začetni komplet varnostnih parametrov, ki jih je potrebno prilagoditi glede na oceno tveganja.
7. Odklenite gumba za zaustavitev v sili. Stanje robota se nato spremeni iz *Zaustavljen v sili* v *Izklop*.
8. Stopite izven dosega (delovnega območja) robota.
9. Dotaknite se gumba *On* na zaslonu na dotik. Počakajte nekaj sekund, da se stanje robota spremeni v *Stanje pripravljenosti*.
10. Prepričajte se, da sta masa bremena in način pritrditve pravilni. V primeru, da senzorji zaznajo pritrditev, ki se ne ujema z izbrano, se pojavi obvestilo.
11. Dotaknite se gumba *Start* na zaslonu na dotik. Robot zdaj povzroči hrup in se malo premakne med sproščanjem zavor.
12. Dotaknite se gumba *OK* in prikazal se bo pozdravni zaslon.

### 11.2.5 Prvi program

Program je seznam ukazov, ki robotu naroča, kaj mora storiti. Uporabniški vmesnik PolyScope omogoča programiranje robota vsem, ki nimajo veliko prakse s programiranjem. Za večino nalog opravite programiranje z zaslonom na dotik, ne da bi morali vnesti kriptične ukaze.

Ker je premikanje orodja pomemben del programa robota, je način, s katerim robota naučimo gibanja, bistvenega pomena. V vmesniku PolyScope se gibi orodja določijo z nizom *smernih točk*, tj. točk v delovnem območju robota. Smerno točko lahko določimo tako, da robota premaknemo v določen položaj ali pa jo izračunamo s programsko opremo. Da robotovo roko premaknete na določeni položaj, uporabite zavihel *Premikanje* (glejte 13.1), ali preprosto povlecite robota na mesto, medtem ko držite pritisnjen gumb *Freedrive* na zadnji strani programirne enote.

Poleg premikanja med smernimi točkami pa lahko program na določenih mestih vzdolž poti robota drugim strojem pošlje V/I-signale in na osnovi spremenljivk in V/I-signalov izvaja ukaze kot če . . . potem in zanka.

Za izdelavo preprostega programa na robotu, ki se je zagnal, naredite naslednje:

1. Dotaknite se gumba Programiraj Robota in izberite Izprazni program.
2. Dotaknite se gumba Naprej spodaj desno), da v drevesni strukturi na levi strani zaslona izberete <prazno> vrstico .
3. Pojdite na zavihek Struktura.
4. Dotaknite se gumba Premik.
5. Pojdite na zavihek Struktura.
6. Pritisnite gumb Naprej za dostop do nastavitve smernih točk.
7. Pritisnite gumb Nastavi to smerno točko poleg slike „?“.
8. Premaknite robota na zaslonu Premik, tako da pritisnete številne modre puščice ali pa ga premaknite, tako da držite gumb Freedrive, na hrbtni strani ročne programirne enote, medtem ko vlečete robotsko roko.
9. Pritisnite OK.
10. Pritisnite Dodaj smerno točko pred.
11. Pritisnite gumb Nastavi to smerno točko poleg slike „?“.
12. Premaknite robota na zaslonu Premik , tako da pritisnete številne modre puščice, ali pa ga premaknite, tako da držite gumb Freedrive, medtem ko vlečete robotsko roko.
13. Pritisnite OK.
14. Vaš program je pripravljen. Robot se bo premaknil med točkama, ko pritisnete simbol „Predvajaj“. Stopite nazaj, držite gumb za zaustavitev v sili in pritisnite „Predvajaj“.
15. Čestitamo! Zdaj ste ustvarili vaš prvi program robota, ki robot premika med danima smernima točkama.

**OPOZORILO:**

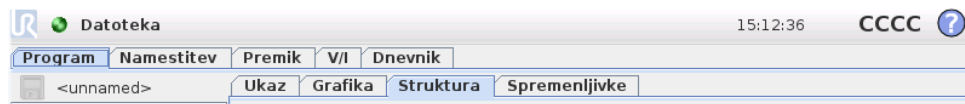
1. Robota ne usmerite samega vase ali v karkoli drugega, saj lahko tako robota poškodujete.
2. Glavo in trup držite izven dosega (delovnega prostora) robota. Pazite, da prstov ne postavljate na mesta, kjer bi jih lahko stisnilo.
3. To je le hitri vodnik, ki kaže, kako enostavna je uporaba robota UR. Taka uporaba predvideva neškodljivo okolje in zelo pazljivega uporabnika. Hitrosti in pospeškov ne povečujte nad privzete vrednosti. Preden začnete z uporabo robota, vselej izvedite oceno tveganja.

## 11.3 Vmesnik za programiranje PolyScope

PolyScope deluje prek zaslona na dotik na krmilni omarici.



Zgornja slika prikazuje pozdravni zaslon. Modra območja zaslona so gumbi, ki jih lahko pritisnete s prstom ali hrbtno stranjo svinčnika. PolyScope ima hierarhično strukturo zaslona. V okolju za programiranje so zasloni razporejeni v *zavihke* za enostaven dostop do zaslonov.



V tem primeru je izbran zavihek *Program* na najvišji ravni, pod tem pa je izbran zavihek *Struktura*. Zavihek *Program* vsebuje informacije o trenutno naloženem programu. Če izberete zavihek *Premik*, bo zaslon preklopil v zaslon *Premik*, od koder lahko premikate robotovo roko. Če pa izberete zavihek *V/I*, boste lahko nadzirali in spremenili trenutno stanje električnih vhodov ter izhodov.

Miško in tipkovnico lahko priključite na krmilno omarico ali ročno programirno enoto, vendar to ni potrebno. Skoraj vsa besedilna polja omogočajo upravljanje na dotik, tako se bo ob dotiku prikazala zaslonska številska tipkovnica ali tipkovnica. Nedotakljiva besedilna polja imajo ob sebi ikono urejevalnika, ki zažene povezan urejevalnik vnosa.



Ikone zaslonske številske tipkovnice, tipkovnice in urejevalnika izrazov so prikazane zgoraj.

Različni zasloni PolyScope so opisani v naslednjih oddelkih.

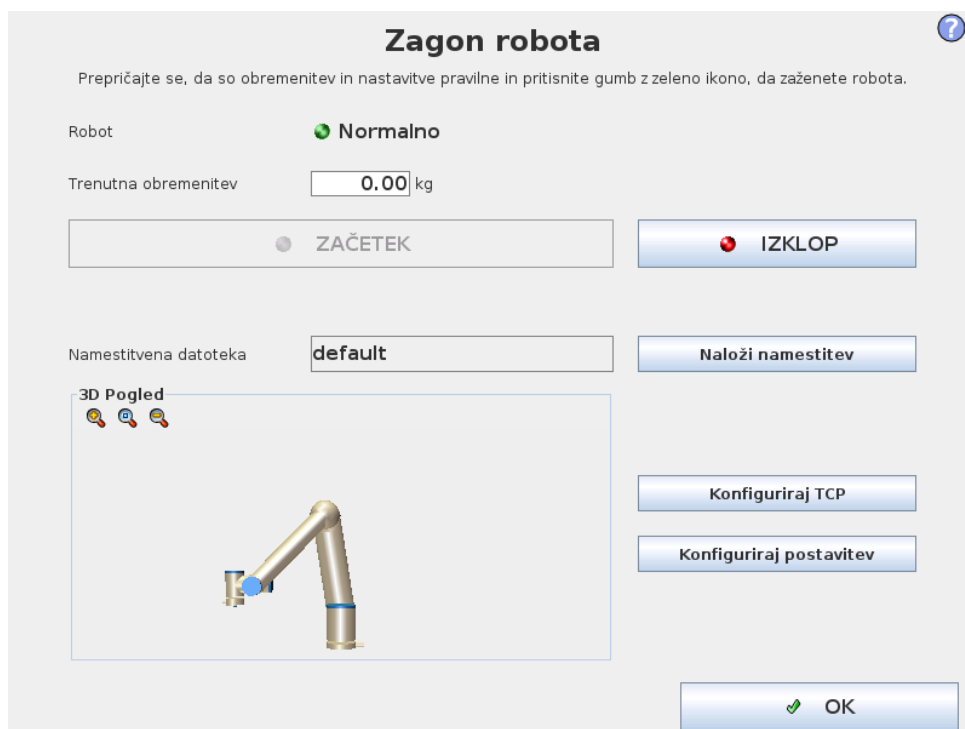
## 11.4 Pozdravni zaslon



Po zagonu krmilnega računalnika se prikaže pozdravni zaslon. Zaslon nudi naslednje možnosti:

- **Zaženi program:** Izberi in zaženi obstoječi program. To je najenostavnejši način za upravljanje z robotovo roko in krmilno omarico.
- **Programiraj robota:** Spremenite program ali ustvarite nov program.
- **Nastavi robota:** Spremenite jezik, nastavite gesla, nadgradite programsko opremo, itd.
- **Zaustavitev robota:** Izključi robotovo roko in izklopi krmilno omarico.
- **O:** Podrobnosti v povezavi z različicami programske opreme, ime gostitelja, naslov IP, serijska številka in pravne informacije.

## 11.5 Inicializacijski zaslon



Na tem zaslonu nadzirate inicializacijo robotove roke.

### Indikator stanja robotove roke

Status svetil LED prikazuje status delovanja robotove roke:

- Svetlo rdeča svetila LED prikazujejo, da je robotova roka trenutno ustavljena, razlogov za to pa je lahko več.
- Svetlo rumena svetila LED prikazujejo, da je robotova roka vključena, a ni pripravljena za normalno delovanje.
- Zelena svetila LED pa prikazujejo, da je robotova roka vključena in pripravljena za normalno delovanje.

Besedilo poleg svetil LED dodatno določa trenutno stanje robotove roke.

### Aktivno breme in namestitev

Ko je robotova roka vključena, je masa uporabljenega bremena krmilnika, ko dela z robotovo roko, prikazana v majhnem belem besedilnem polju. Vrednost lahko spremenite z dotikom besedilnega polja in vnosom nove vrednosti. Upoštevajte, da nastavitve te vrednosti ne spremeni bremena v namestitvi robota (glejte 13.6), nastavi le vrednost mase bremen, ki jo uporablja krmilnik.

Podobno je v sivem besedilnem polju prikazana trenutno naložena namestitvena datoteka. Z dotikom besedilnega polja ali uporabo gumba **Naloži** ob polju, lahko naložite drugo namestitev. Ravno tako lahko prilagodite trenutno naloženo namestitev, s uporabo gumbov poleg pogleda 3D v spodnjem delu zaslona.

Pred zagonom robotove roke je zelo pomembno, da preverite, ali aktivno breme in namestitvev ustrezata dejanskemu stanju, v katerem se nahaja robotova roka.

## Inicializacija robotove roke



### NEVARNOST:

Vedno se prepričajte, da sta dejansko breme in namestitvev pravilna, preden zaženete robotovo roko. Če so nastavitve napačne, robotova roka in krmilna omarica ne bosta delovali pravilno, kar pa lahko povzroči nevarnost za ljudi in opremo v bližini.



### PREVIDNO:

V primeru, da se robotova roka dotika ovire ali mize, morate biti še posebej pozorni, saj lahko trk robotove roke z oviro poškoduje menjalnik člena.

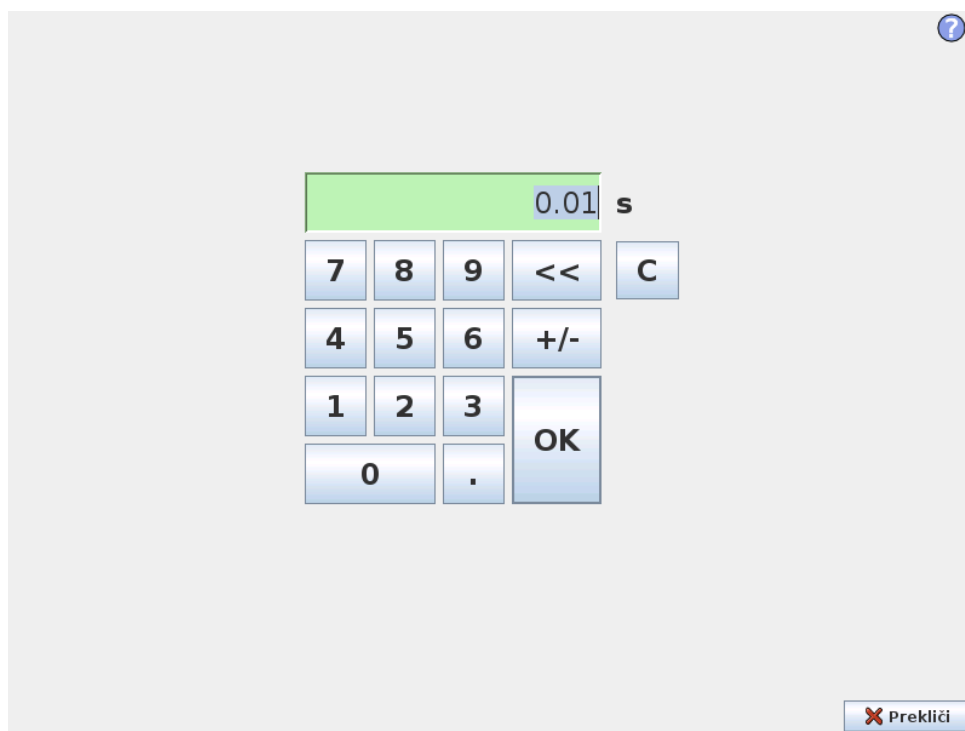
Velik gumb z zeleno ikono služi za izvedbo dejanske inicializacije robotove roke. Besedilo na gumbu in postopek, ki ga izvaja, se spreminjajo v skladu s trenutnim stanjem robotove roke.

- Ko se zažene krmilni računalnik, se morate gumba dotakniti enkrat, da tako vključite robota. Stanje robotove roke se takrat spremeni v *Vključeno* in posledično v *V stanju pripravljenosti*. Upoštevajte, da v primeru aktivne ustavitve v sili robotove roke ne morete vključiti, zato je gumb onemogočen.
- Ko je robotova roka *V stanju pripravljenosti*, se morate gumba dotakniti še enkrat, da zaženete robotovo roko. V tej točki se preverijo podatki senzorjev o konfigurirani postavitvi robotove roke. Če je najdeno neskladje (s toleranco 30°), je gumb onemogočen, poleg gumba pa je izpisano sporočilo o napaki. Če je preverjanje postavitve uspešno, dotik gumba sprosti vse zavore členov, robotova roka pa je pripravljena na normalno delovanje. Upoštevajte, da robot zdaj povzroči hrup in se malo premakne med sproščanjem zavor.
- Če robotova roka po zagonu krši eno izmed varnostnih omejitev, deluje v posebnem načinu *Obnovitve*. V tem načinu dotik na gumb prikaže zaslon za obnovitev premikanja, kjer se lahko robotova roka premika vzvratno v okviru varnostnih omejitev.
- Če se pojavi napaka, lahko z gumbom krmilnik ponovno zaženete.
- Če krmilnik trenutno ne deluje, ga dotik na gumb zažene.

Nenazadnje, majhen gumb z rdečo ikono služi za izklop napajanja robotove roke.

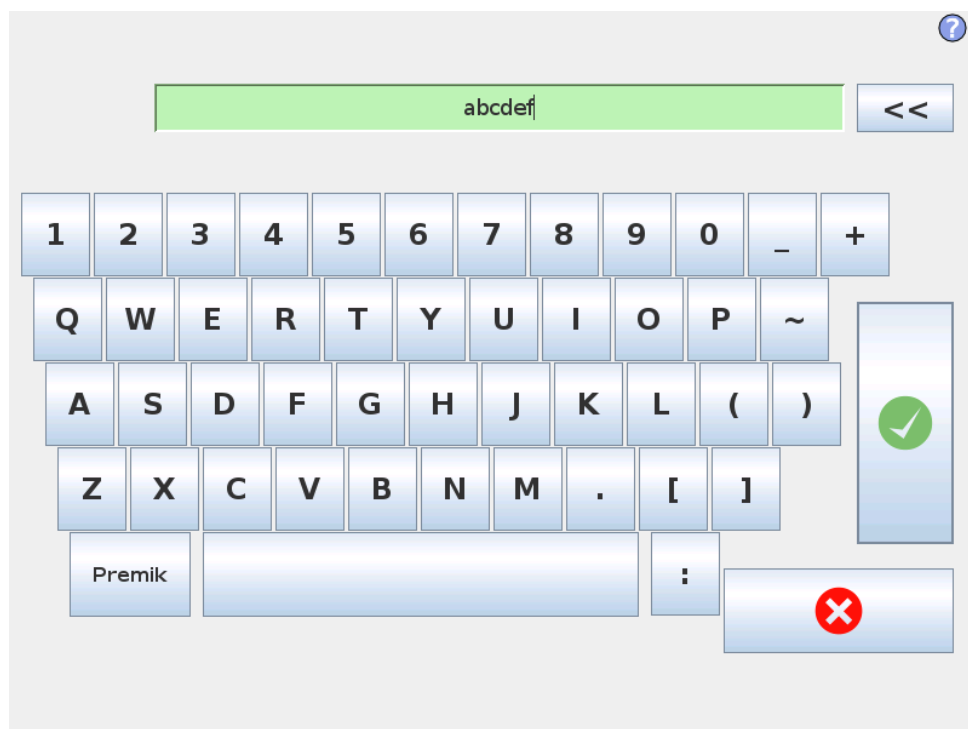
## 12 Zaslonski urejevalniki

### 12.1 Zaslonska številna tipkovnica



Enostavne funkcije za vnos števil in urejevanje. V veliko primerih se enota vnesene vrednosti prikaže ob številki.

## 12.2 Zaslonska tipkovnica



Enostaven vnos besedila in funkcije urejevanja. S tipko Premik (Shift) lahko pridobite dodatne posebne znake.

## 12.3 Urejevalnik izrazov na zaslону



Medtem ko je sam izraz urejen kot besedilo, ima urejevalnik izrazov številne gumbne funkcije za vnos posebnih simbolov izrazov, kot sta \* za množenje in  $\leq$  za manj kot ali enako. Gumb simbola tipkovnice na zgornji desni strani zaslona preklopi na urejanje besedila izraza. Vse definirane spremenljivke so na izbirniku Spremenljivk, imena vhodnih in izhodnih vrat pa so na izbirnikih Vhod in Izhod. Nekatere posebne funkcije so na Funkcije.

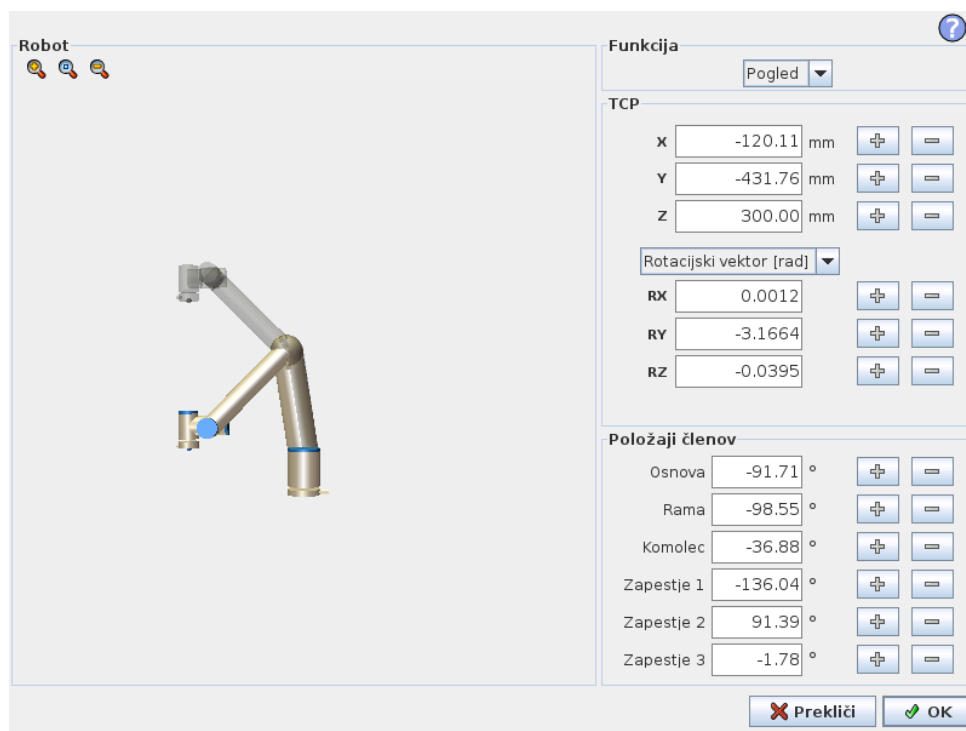
Če želite preveriti slovnične napake izraza, pritisnete gumb Ok. Z gumbom Prekliči boste zapustili zaslón in zavrgli vse spremembe.

Izraz je lahko videti tako:

```
digitalno.in[1] = Velja in analogno.in[0] < 0.5
```

## 12.4 Zaslón urejevalnika poz

Na tem zaslónu lahko določite ciljne položaje členov ali ciljno pozico (položaj in orientacijo) orodja robota. Zaslón ni vključen v mrežo in neposredno ne nadzira robotove roke.



### Robot

Trenutni položaj robotove roke in določeni novi ciljni položaj sta prikazana na 3D-risbi. 3D-risba robotove roke prikazuje trenutni položaj robotove roke, „senca“ robotove roke pa prikazuje ciljni položaj robotove roke, ki ga nadzirajo določene vrednosti na desni strani zaslóna. Pritisnite na ikono povečevalnega stekla za povečanje/pomanjšanje ali povlecite prst po zaslónu, če želite spremeniti pogled.

Če se izbrani ciljni položaj središčne točke orodja (TCP) robota približa varnostni ali sprožilni plošči, ali je usmerjenost orodja robota blizu meja usmerjenosti orodja (glejte 10.12), se prikaže 3D predstavitev najbližje meje.

Varnostne plošče so predstavljene z rumeno in črno barvo in z majhno puščico normalne plošče, ki predstavlja stran plošče, na katero je možno namestiti središčno točko orodja robota. Sprožilne plošče so prikazane z modro in zeleno barvo in majhno puščico, ki kaže na eno stran plošče, kjer so aktivne meje *normalnega* načina (see 10.6). Meja usmerjenosti orodja je predstavljena z okroglim stožcem in vektorjem, ki kažeta trenutno usmerjenost orodja robota. Notranjost stožca predstavlja dovoljeno območje usmerjenosti orodja (vektor).

Ko ciljna središčna točka orodja ni več v bližini meje, 3D predstavitev izgine. Če je ciljna središčna točka orodja onkraj meje ali zelo blizu meje, se vizualizacija obarva rdeče.

## Funkcija in položaj orodja

Na zgornjem desnem kotu zaslona lahko najdete izbirnik funkcije. Izbirnik funkcije določa funkcij za nadzor robotove roke, relativno na

Pod izbirnikom funkcije je prikazano ime trenutno aktivne Središčne točke orodja (TCP). Več informacij o konfiguraciji mnogih imenovanih TCP najdete v 13.6. Okvirčki z besedilom prikazujejo celotne vrednosti koordinat te TCP, relativno na izbrano funkcijo. X, Y in Z nadzorujejo položaj orodja, RX, RY in RZ pa nadzorujejo orientacijo orodja.

Na spustnem seznamu nad možnostmi RX, RY in RZ izberete zeleni prikaz orientacije. Na voljo so naslednje vrste:

- **Rotacijski vektor [rad]** Orientacija je podana kot *rotacijski vektor*. Dolžina osi ustreza kotu, ki ga je treba obrniti v radianih, vektor pa določi os, okrog katerih se izvede obrat. To je privzeta nastavitvev.
- **Rotacijski vektor [°]** Orientacija je podana kot *rotacijski vektor*, kjer je dolžina vektorja enaka določenemu kotu obračanja v stopinjah.
- **RPY [rad]** *Roll* (sukanje okrog osi X), *pitch* (sukanje okrog osi Y) in *yaw* (sukanje okrog osi Z) - RPY so koti, kadar so izraženi v radianih. Matrica rotacije RPY (rotacija osi X, Y', Z'') je podana z:

$$R_{rpy}(\gamma, \beta, \alpha) = R_Z(\alpha) \cdot R_Y(\beta) \cdot R_X(\gamma)$$

- **RPY [°]** *Roll* (os X), *pitch* (os Y) in *yaw* (os Z) – RPY koti, kadar so izraženi v stopinjah.

Vrednosti lahko urejate, tako da kliknete na koordinate. S klikom na gumba + ali – tik na desni strani ohišja lahko dodajate ali odšteвате količino k trenutni vrednosti oz. od nje. Če gumb pritisnete in zadržite pritisk, se bo vrednost samodejno povečala oz. zmanjšala. Dlje ko držite gumb pritisnjen, večja bosta porast oz. zmanjšanje.

## Položaji členov

Omogoča neposredno upravljanje posameznih položajev členov. Vsak člen ima lahko vrednost od  $-360^\circ$  do  $+360^\circ$ , kar je *omejitev člana*. Vrednosti lahko dodate ročno, tako da kliknete na položaj členov. S klikom na gumba + ali – tik na desni strani ohišja lahko dodajate ali odšteвате količino k trenutni vrednosti oz. od

## 12.4 Zaslón urejevalnika poz

---

nje. Če gumb pritisnete in zadržite pritisk, se bo vrednost samodejno povečala oz. zmanjšala. Dlje ko držite gumb pritisnjen, večja bosta porast oz. zmanjšanje.

---

### Gumb OK

Če je ta zaslon aktiviran z zavihka *Premik* (glejte 13.1), se s klikom na gumb *OK* vrnete na zavihke *Premik*, od koder se robot premakne na želeni ciljni položaj. Če je zadnja določena vrednost koordinata orodja, se robot premakne na ciljni položaj z vrsto gibanja *PremikL*, če je zadnja določena vrednost položaj člena, pa se robot premakne na ciljni položaj z vrsto gibanja *PremikJ*. Različne vrste premikanja so opisane v poglavju 14.5.

---

### Gumb Zapri

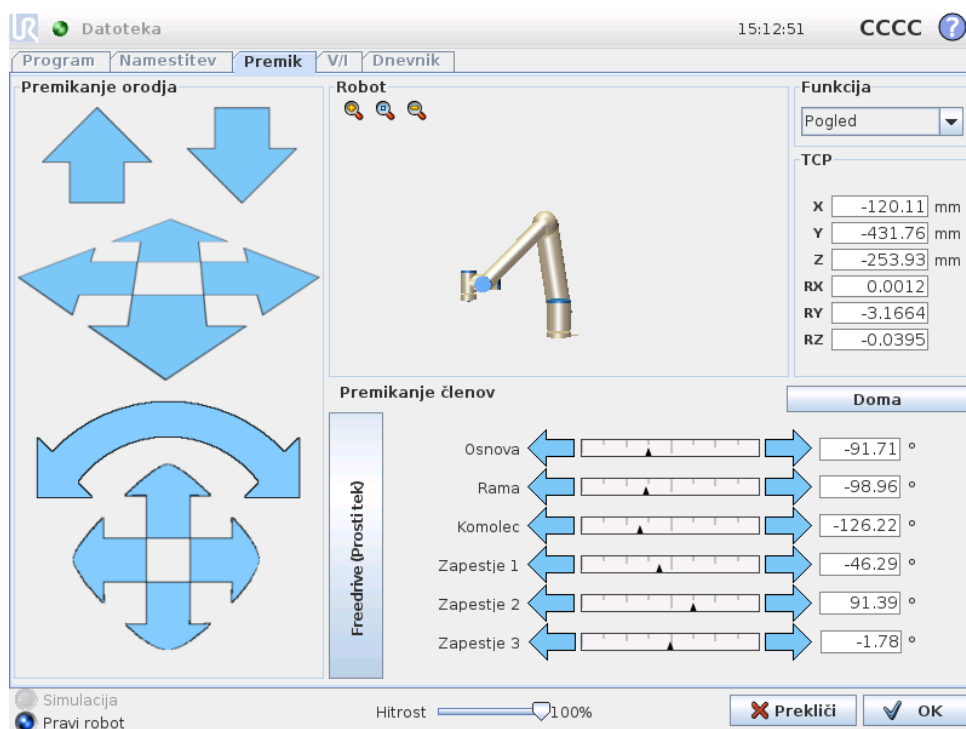
S klikom na gumb *Prekliči* boste zapustili zaslon in zavrgli vse spremembe.



# 13 Upravljanje robota

## 13.1 Zavihek Premik

Na tem zaslonu lahko vedno neposredno premaknete (nastavite) robotovo roko, tako da prestavite/obrnate orodje robota ali premaknete posamezne člene robota.



### 13.1.1 Robot

Trenutni položaj robotove roke je prikazan v 3D-grafiki. Pritisnite na ikono povečevalnega stekla za povečanje/pomanjšanje ali povlecite prst po zaslonu, če želite spremeniti pogled. Za najboljši občutek upravljanja robotove roke izberite funkcijo *Pogled* in obrnite zorni kot 3D-risbe, da se ujema z vašim pogledom na pravo robotovo roko.

Če se trenutni položaj središčne točke orodja (TCP) robota približa varnostni ali sprožilni plošči, ali je usmerjenost orodja robota blizu meja usmerjenosti orodja (glejte 10.12), se prikaže 3D predstavitev najbližje meje. Pomnite, da je, medtem ko robot izvaja program, vizualizacija omejitev meja onemogočena.

Varnostne plošče so predstavljene z rumeno in črno barvo in z majhno puščico normale plošče, ki predstavlja stran plošče, na katero je možno namestiti središčno točko orodja robota. Sprožilne plošče so prikazane z modro in zeleno barvo in majhno puščico, ki kaže na eno stran plošče, kjer so aktivne meje *normalnega* načina (see 10.6). Meja usmerjenosti orodja je predstavljena z okroglim stožcem in vektorjem, ki kažeta trenutno usmerjenost orodja robota. Notranjost stožca predstavlja dovoljeno območje usmerjenosti orodja (vektor).

Ko središčna točka orodja ni več v bližini meje, 3D predstavitev izgine. Če je središčna točka orodja onkraj meje ali zelo blizu meje, se vizualizacija obarva rdeče.

### 13.1.2 Funkcija in položaj orodja

Na zgornjem desnem kotu zaslona lahko najdete izbirnik funkcije. Le-ta določa funkcij za nadzor robotove roke, relativno na

Ime trenutno aktivne Središčne točke orodja (TCP) je prikazano pod izbirnikom funkcije. Okvirčki z besedilom prikazujejo celotne vrednosti koordinat te TCP, relativno na izbrano funkcijo. Več informacij o konfiguraciji mnogih imenovanih TCP najdete v 13.6.

Vrednosti lahko dodate ročno, tako da kliknete na koordinato ali položaj členov. To vas popelje v zaslon urejevalnika poz (glejte 12.4), kjer lahko določite ciljni položaj in usmerjenost orodja ali ciljne položaje členov.

### 13.1.3 Premikanje orodja

- Držite puščico za premik (zgoraj), da premaknete konico orodja robota v nakazano smer.
- Držite puščico za rotacijo (gumb), da spremenite usmerjenost orodja robota v nakazano smer. Točka rotacije je središčna točka orodja (TCP), tj. točka na koncu robotske roke, ki robotskemu orodju zagotovi značilno točko. TCP je prikazana kot majhna modra krogla.

Opomba: *Gibanje lahko kadar koli zaustavite, če spustite gumb!*

### 13.1.4 Premikanje členov

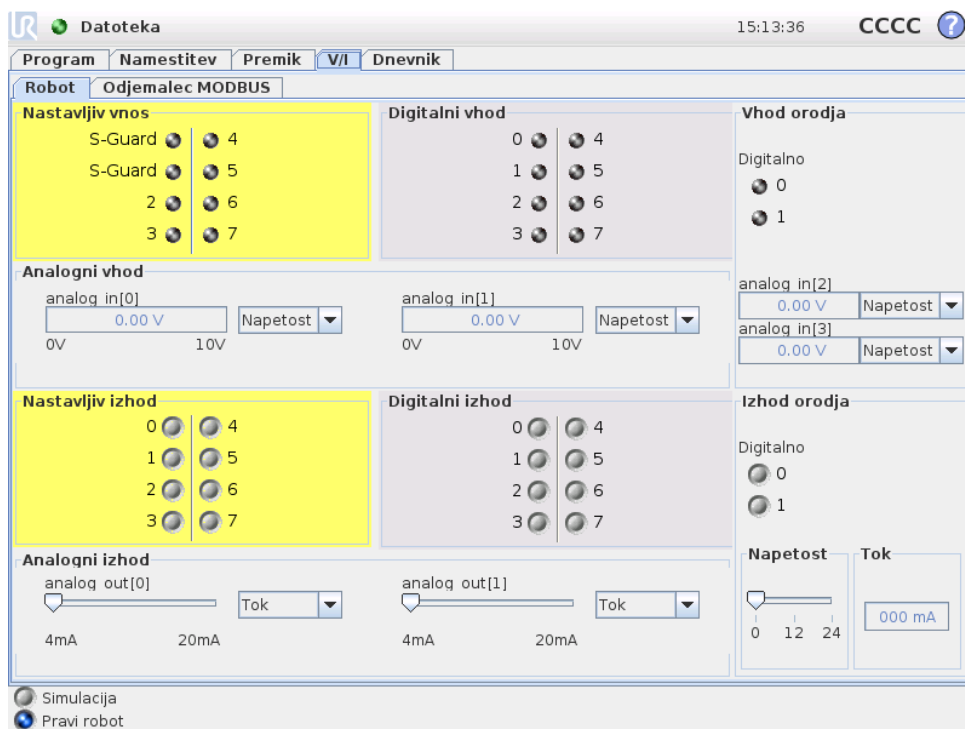
Omogoča neposredno upravljanje posameznih členov. Vsak člen se lahko premika od  $-360^\circ$  do  $+360^\circ$ , kar so privzete *omejitve členov*, ki jih ponazarja vodoravna črta pri vsakem členu. Če člen doseže svojo omejitev, se ne more premakniti naprej. Če so omejitve členov konfigurirane z obsegom položajev, ki se razlikuje od privzetega (glejte 10.11), je ta obseg na vodoravni vrstici označen z rdečo.

### 13.1.5 Freedrive (Prosti tek)

Ko držite gumb *Freedrive*, lahko robotovo roko primete in jo premaknete na zeleno mesto. Če je nastavitev gravitacije (glejte 13.7) v zavihku *Namestitev* napačna ali če robotova roka nosi težki tovor, se lahko robotova roka ob pritisku na gumb *Freedrive* začne premikati (padati). V tem primeru enostavno izpustite gumb *Freedrive*.

**OPOZORILO:**

1. Prepričajte se, da ste pri namestitvi uporabili ustrezne nastavitve (nor. kot postavitev robota, teža v TCP (središčni točki orodja), odmik TCP). Skupaj s programom shranjujte in naložite namestitveno datoteko.
2. Prepričajte se, da so nastavitve TCP in postavitev robota pravilne, preden uporabljate gumb `Freedrive`. Če nastavitve niso pravilne, se bo robotova roka premaknila, ko aktivirate gumb `Freedrive`.
3. Funkcija prostega teka `Freedrive` (upor, vzratni pogon) se lahko uporablja le pri namestitvah, kjer to dopušča ocena tveganja. Orodja in zadrževala ne smejo imeti ostrih robov in ne smejo predstavljati nevarnosti za stiskanje okončin. Poskrbite, da vse osebe ostane zunaj dosega robotove roke.

**13.2 V/I-zavihek**

Na tem zaslonu lahko vedno nadzirate in nastavljate trenutne V/I-signale od/do krmilne omarice robota. Na zaslonu je prikazano trenutno stanje V/I, vključno med izvajanjem programa. Če se med izvajanjem programa kaj spremeni, se bo program zaustavil. Ob zaustavitvi programa bodo vsi izhodni signali ohranili svoje stanje. Zaslون se posodobi pri samo 10 Hz, zato zelo hiter signal morda ne bo ustrezno prikazan.

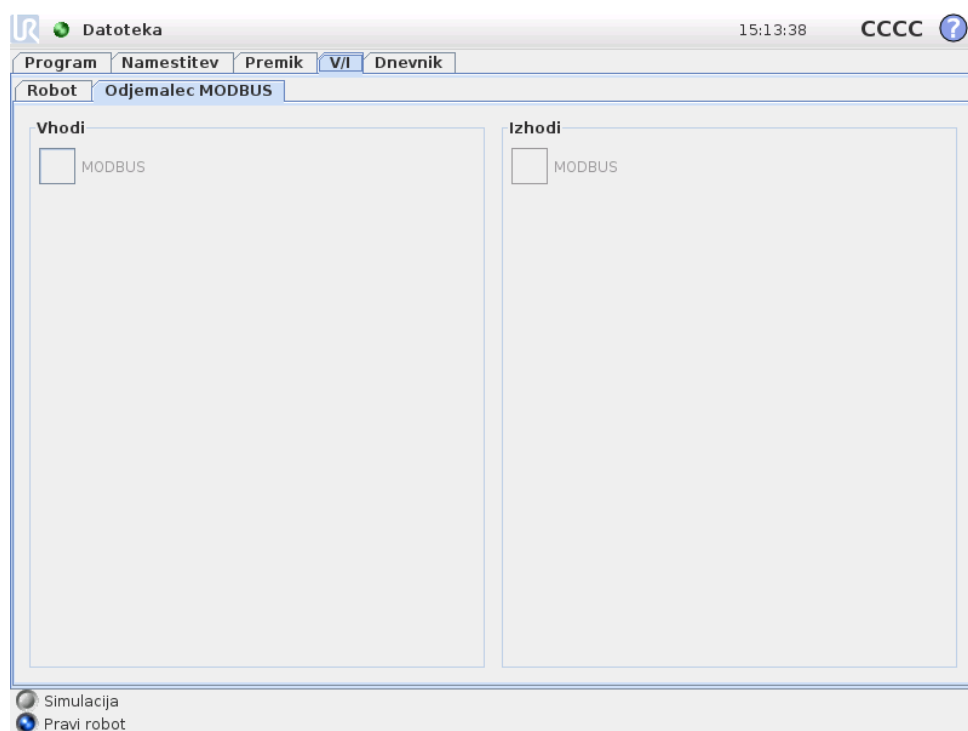
Nastavljivi signali V/I so lahko rezervirani za posebne varnostne nastavitve, določene v predelku konfiguracije varnostni signalo V/I namestitve (glejte 10.13); rezervirani signali bodo nosili ime varnostne funkcije na mestu privzetega ali uporabniško definiranega imena. Med nastavljivimi izhodni signali, ki so rezervirani za varnostne nastavitve, ni mogoče preklapljati, prikazani pa so samo s svetili LED.

Električni podatki signalov so opisani v uporabniškem priročniku.

**Analogne nastavitve domene** Analogni V/I lahko nastavite na tokovni [4–20 mA] ali napetostni [0–10 V] izhod. Nastavitve se ob shranjevanju programa shranijo za morebitne poznejše ponovne zagone krmilnika robota.

## 13.3 Odjemalec MODBUS V/I

Tukaj so prikazani digitalni V/I-signali MODBUS, kot so nastavljeni v namestitvi. Ob izgubi povezave signala, bo ustrezen vnos na tem zaslonu onemogočen.



### Vhodi

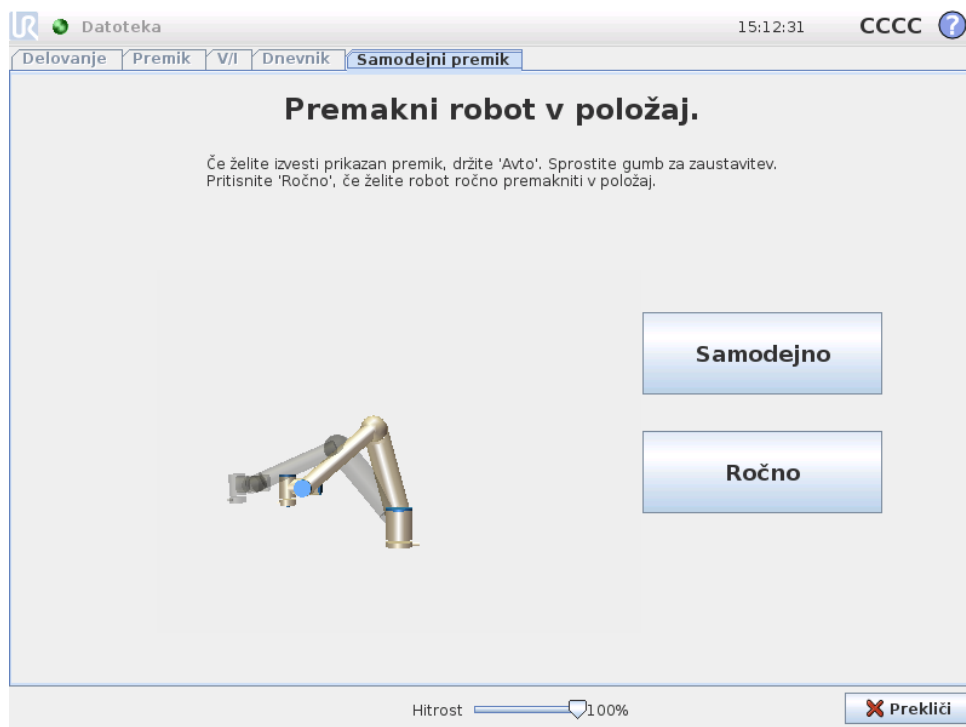
Poglejte stanje digitalnih vhodov odjemalca MODBUS.

### Izhodi

Poglejte in preklopite stanje digitalnih izhodov odjemalca MODBUS. Signal lahko preklopite samo, če izbira za krmiljenje z zavihkom V/I (opisano v 13.8) to dovoljuje.

## 13.4 Zavihek samodejno gibanje

Zavihek za samodejno gibanje se uporabi, ko se mora robotova roka premakniti v določen položaj v delovnem prostoru. Na primer, to je potrebno, ko se mora robotova roka premakniti na začetni položaj programa pred zagonom, ali za premikanje na določeno smerno točko pri prilagoditvah programa.



### Animacija

Animacija prikazuje gibanje, ki ga bo izvedla robotova roka.



**PREVIDNO:**

Primerjajte animacijo z dejanskim položajem robotove roke in se prepričajte, da lahko robotovo roka varno izvede vse gibe, brez nevarnosti, da bi zadela v kako oviro.



**PREVIDNO:**

Funkcija samodejnega premikanja se premika vzdolž robota vzdolž poti sence. Trk lahko poškoduje robota ali drugo opremo.

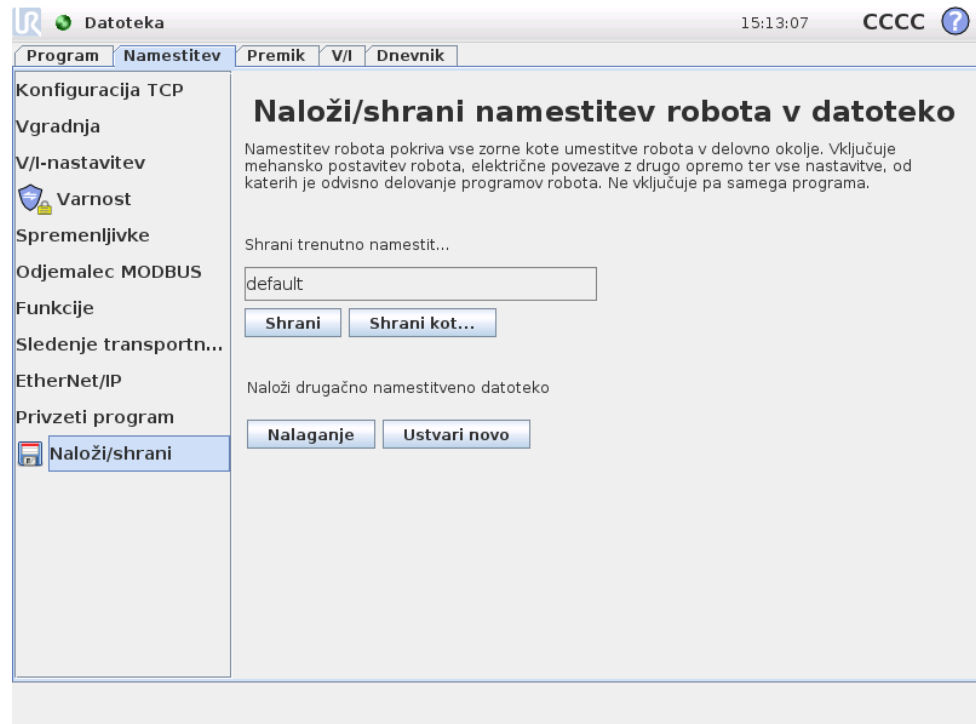
### Samodejno

Držite gumb `Auto` (Samodejno), če želite robotovo roko premakniti, kot prikazuje animacija. Opomba: *Gibanje lahko kadar koli zaustavite, če spustite gumb!*

## Ročno

Pritiskanje gumba **Manual** (Ročno) vas prestavi na zavihek za premikanje MoveTab, kjer lahko robotovo roko premikate ročno. To je potrebno samo, kadar gibanje v animaciji ni ustrezno.

## 13.5 Namestitev → Naloži/Shrani



Namestitev robota pokriva vse zorne kote umestitve robota in krmilne omarice v delovno okolje. Vključuje mehansko postavitev robotove roke, električne povezave z drugo opremo ter vse nastavitve, od katerih je odvisno delovanje programov robota. Ne vključuje pa samega programa.

Ta nastavitve lahko nastavite na različnih zaslonih zavihka **Namestitev**, razen domen **V/I**, ki se nastavijo na zavihku **V/I** (glejte 13.2).

Za robot lahko imate več kot eno namestitveno datoteko. Ustvarjeni programi bodo uporabili aktivno namestitev in jo bodo samodejno naložili ob uporabi.

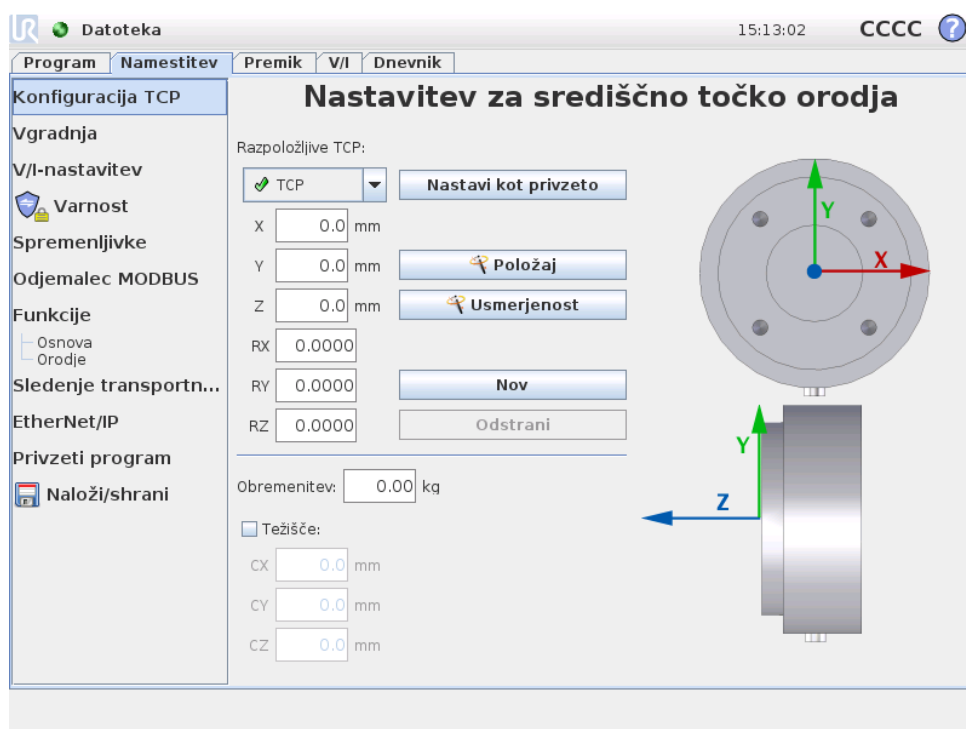
Vse spremembe namestitve je treba shraniti, da se ob izklopu ne izgubijo. Če so v namestitvi neshranjene spremembe, je poleg besedila **Naloži/Shrani** prikazana ikona diskete, na levi strani zavihka **Namestitev**.

Namestitev lahko shranite s pritiskom na gumba **Shrani** ali **Shrani kot...**. Tudi shranjevanje programa shrani aktivno namestitev. Če želite naložiti drugo namestitev, uporabite gumb **Naloži**. Gumb **Ustvari novo** ponastavi vse nastavitve namestitve robota na njihovo privzeto tovarniško nastavitve.

**PREVIDNO:**

Uporaba robota z namestitvijo s pogona USB ni priporočljiva. Da uporabite namestitev, shranjeno na pogonu USB, jo najprej naložite, nato pa shranite v lokalno mapo s programi, z izbiro možnosti *Shrani kot...*

## 13.6 Namestitev → Konfiguracija TCP



*Središčna točka orodja* (TCP) je značilna točka na orodju robota. Na tem zaslonu je moč določiti več imenovanih TCP. Vsaka točka TCP vsebuje prevajanje in rotacijo, relativno na središče izhodne prirobnice orodja, kot je označeno na zaslonski grafiki. Koordinate lege, X, Y in Z, določajo lego TCP, medtem ko koordinate RX, RY in RZ določajo njeno usmerjenost. Ko vse določene vrednosti znašajo nič, TCP sovпада s središčem izhodne prirobnice orodja in prevzame koordinatni sistem, prikazan na desni strani zaslona.

### 13.6.1 Dodajanje, spreminjanje in odstranjevanje TCP

Da določite novo TCP, pritisnite gumb **Novo**. Ustvarjena TCP nato samodejno dobi edinstveno ime in postane izbrana v spustnem seznamu.

Prevajanje in rotacijo izbrane TCP lahko spremenite, tako da pritisnete ustrezna bela tekstovna polja in vnesete nove vrednosti.

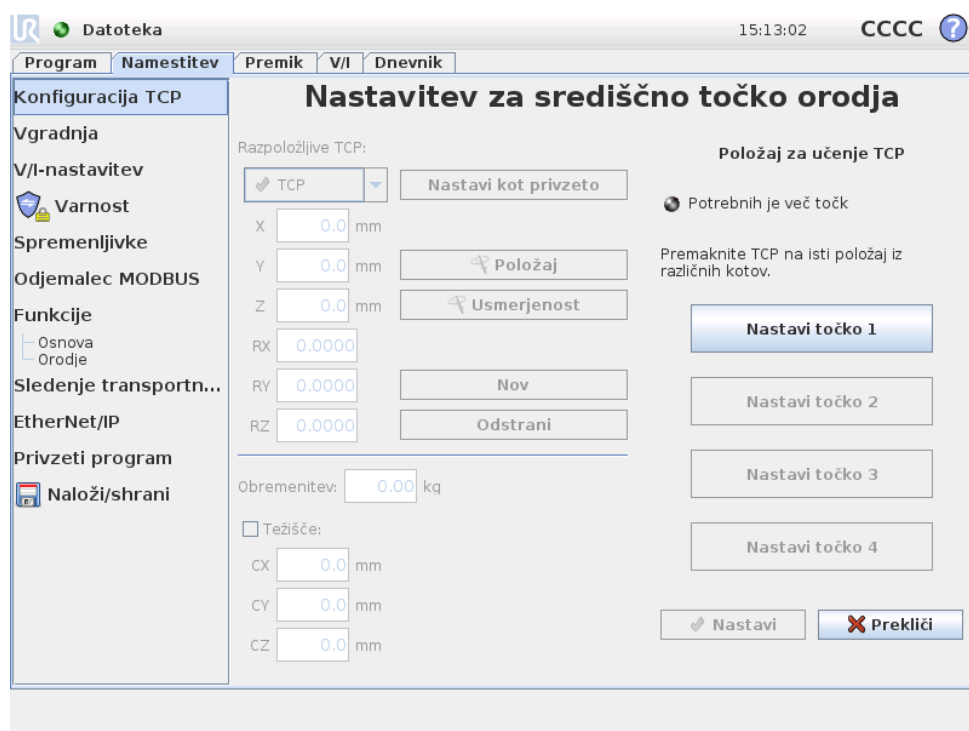
Da odstranite izbrano TCP, se le dotaknite gumba **Odstrani**. Zadnje točke TCP ni možno odstraniti.

### 13.6.2 Privzeta in aktivna TCP

Natančno ena izmed konfiguriranih TCP je *privzeta*. Privzeto TCP označuje zelena ikona na levi strani imena TCP v spustnem seznamu TCP. Da trenutno izbrano TCP nastavite kot privzeto, pritisnite na gumb *Nastavi kot privzeto*.

Vedno se uporablja en odmik TCP kot *aktiven*, za določanje vseh linearnih gibanj v kartezijskem prostoru. V grafičnih zavihkih pa je prikazano tudi gibanje TCP, ki je vizualizirana na zavihku *Grafika* (glejte 14.29). Preden zaženete kateri koli program in pred začetkom izvajanja programa, je privzeta TCP nastavljena kot aktivna. Znotraj programa je možno nastaviti katero koli določeno TCO kot aktivno, za določeno gibanje robota (glejte 14.5 in 14.10).

### 13.6.3 Položaj za učenje TCP



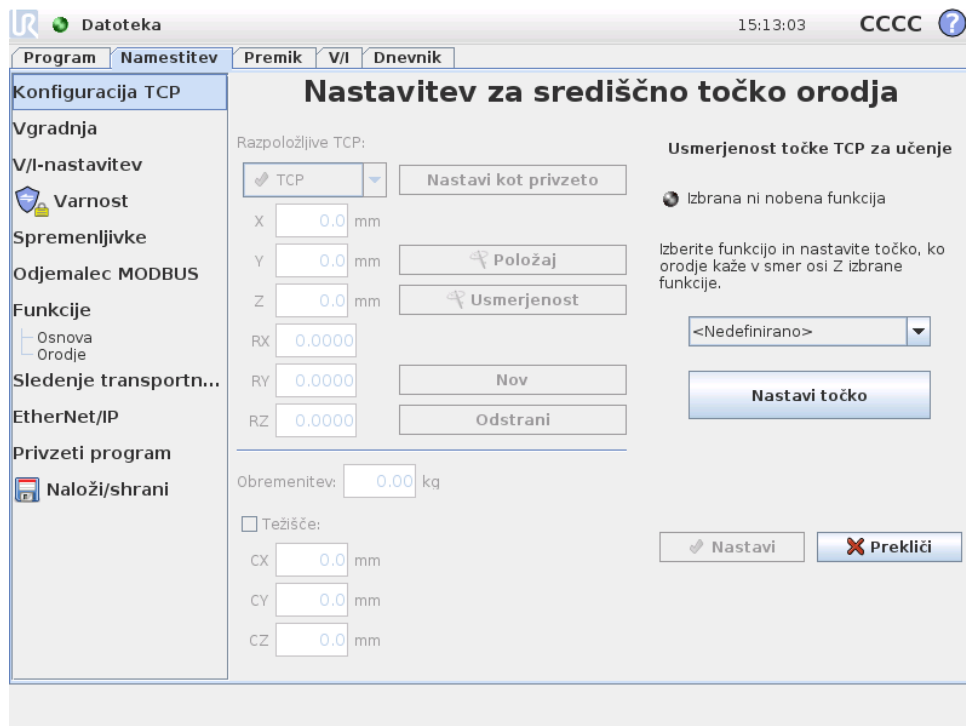
Koordinate lege TCP se lahko izračunajo samodejno, kot sledi:

1. Pritisnite na gumb *Lega*.
2. Izberite fiksno točko v robotovem delovnem prostoru.
3. Uporabite gumbe na desni strani zaslona, da TCP premaknete na izbrano točko iz vsaj treh različnih kotov in da shranite ustrezno lego izhodne prirobnice orodja.
4. Preverite izračunane koordinate TCP in jih nastavite na izbrano TCP z uporabo gumba *Nastavi*.


Zapomnite si, da morajo biti položaji zadosti oddaljeni, da bodo kalkulacije delovale pravilno. Če niso, se statusna lučka LED nad gumbi obarva rdeče.

Razen tega pa, čeprav so trije položaji po navadi zadosti za določanje prave TCP, se lahko uporabi četrti položaj za dodatno preverbo, da je izračun pravilen. Kakovost vsake izmed shranjenih točk glede na izračunano TCP je prikazana z zeleno, rumeno in rdečo LED lučko na ustreznem gumbu.

### 13.6.4 Usmerjenost točke TCP za učenje



Usmerjenost TCP se lahko izračuna samodejno, kot sledi:

1. Pritisnite na gumb  Usmerjenost.
2. Izberite lastnost iz spustnega seznama. Več informacij o določanju novih lastnosti najdete v 13.12.
3. Uporabite spodnji gumb, da se premaknete na položaj, kjer se usmerjenost orodja ustrezne TCP sklada s koordinatnim sistemom izbrane lastnosti.
4. Preverite izračunano usmerjenost TCP in jo nastavite na izbrano TCP z uporabo gumba Nastavi.

### 13.6.5 Obremenitev

Teža orodja robota je določena v spodnjem delu zaslona. Da to nastavitev spremenite, se le dotaknite belega tekstovnega polja in vnesite novo težo. Ta nastavitev velja za vse določene TCP.

### 13.6.6 Težišče

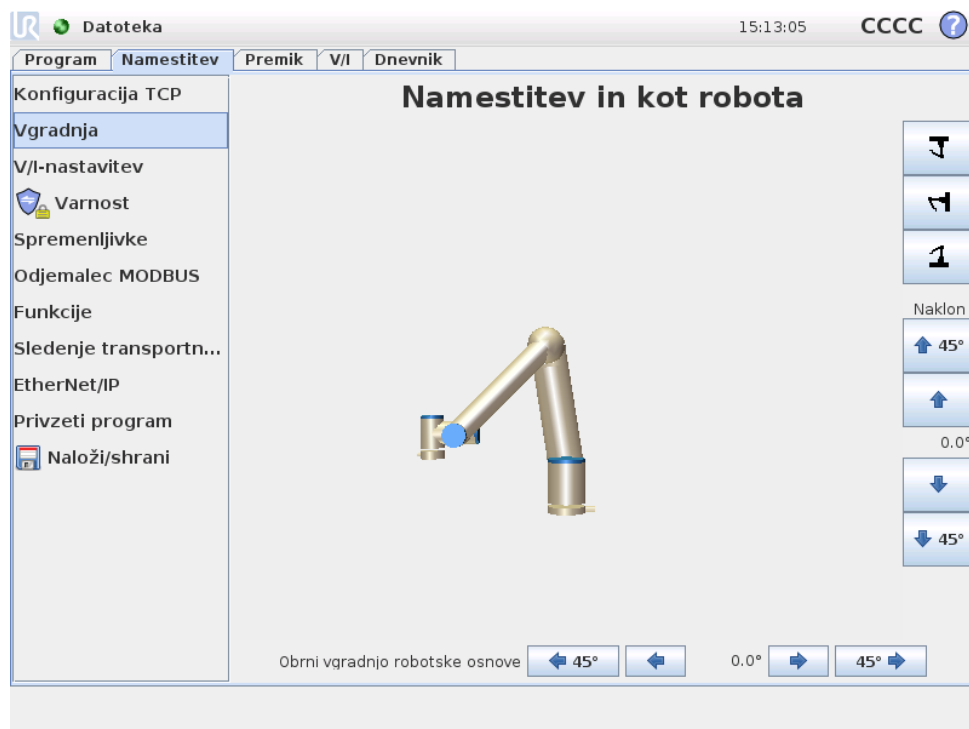
Težišče orodja se lahko po želji določi z uporabo polj CX, CY in CZ. Domneva se, da je središčna točka orodja tudi težišče orodja, če ni določeno nič drugega. Ta nastavitev velja za vse določene TCP.



**OPOZORILO:**

Prepričajte se, da uporabljate pravilne nastavitve namestitve. Skupaj s programom shranjute in naložite namestitveno datoteko.

## 13.7 Namestitev → Vgradnja



Tukaj lahko določite vgradnjo robotove roke. To služi dvema namenoma:

1. Robotova roka je videti kot na zaslonu.
2. Krmilnik je obveščen o smeri gravitacije.

Krmilnik uporablja napreden dinamični model, ki omogoča gladke in natančne premike robotove roke ter poskrbi, da se robotova roka drži sama v načinu učenja *Freedrive*. Zato je pomembno, da je vgradnja robotove roke pravilno opravljena.



**OPOZORILO:**

Nepravilna postavitev robotove roke lahko povzroči pogoste zaščitne zaustavitve in/ali možnost, da se bo robotova roka premikala, ko pritisnete gumb za način *Freedrive*.

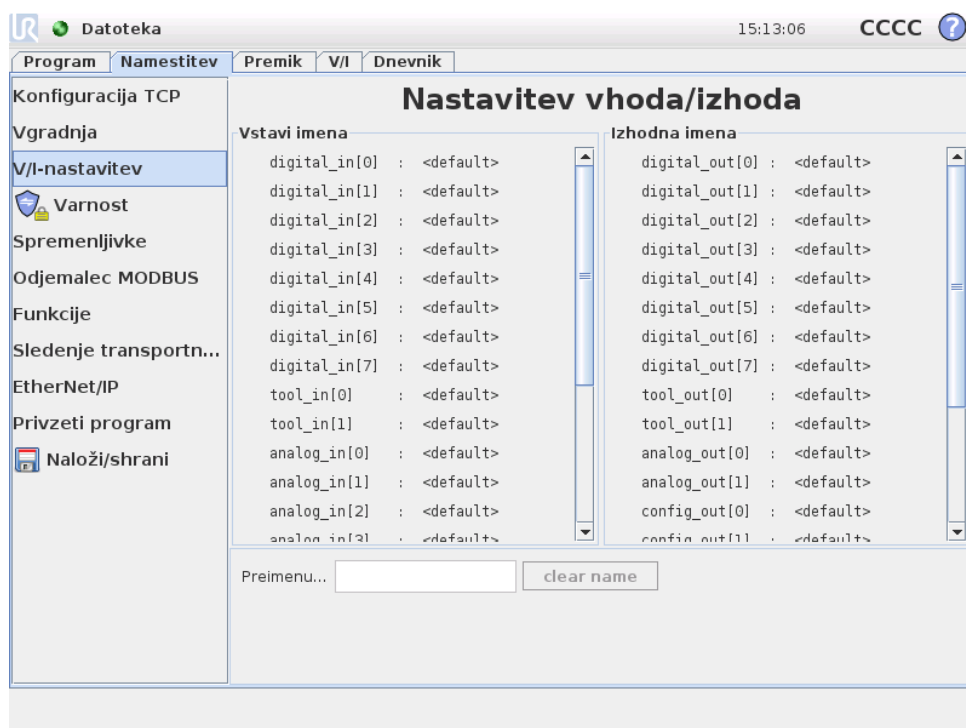
Glede na privzeto namestitev je robotova roka vgrajena na ravno mizo ali tla, ob čemer niso potrebne spremembe na zaslonu. Če je robotova roka *vgrajena na strop*, *vgrajena na steno* ali vgrajena pod kotom, pa prilagoditve opravite z gumbi. Z gumbi na desni strani zaslona nastavite kot vgradnje robotove roke. Trije gumbi na zgornji

desni strani nastavljajo kot na *strop* (180°), *steno* (90°), *tla* (0°). Z gumbi *Nagib* nastavite poljuben kot. Z gumbi na spodnji strani zaslona lahko obrnete vgradnjo robotovo roko, da ustreza dejanski vgradnji.

**OPOZORILO:**

Prepričajte se, da uporabljate pravilne nastavitve namestitve. Skupaj s programom shranjujte in naložite namestitveno datoteko.

## 13.8 Namestitev → Nastavitev V/I



Vhodne in izhodne signale lahko poimenujete. Tako si boste pri delu z robotom lažje zapomnili, zakaj se signal uporablja. Izberite V/I, tako da kliknete nanj, in s tipkovnico na zaslonu določite ime. Ime lahko nastavite nazaj, tako da vstavite samo prazne znake.

Osem standardnih digitalnih vhodov in dva vhoda orodja je možno konfigurirati, da sprožijo določeno akcijo. Akcije, ki so na voljo, vključujejo zmožnost zagona trenutnega programa, ustavitve trenutnega programa, premora trenutnega programa in vstop oz. izstop v način *Freedrive*, kadar je količina vhoda visoka oz. nizka (enako kot pri gumbu *Freedrive* na zadnji strani programirne enote).

Privzeto vedenje izhodov je, da so njihove vrednosti ohranjene, ko se program ustavi. Prav tako je mogoče konfigurirati izhod s privzeto vrednostjo, ki je uveljavljena, kadarkoli se ne izvaja noben program.

Osem standardnih digitalnih vhodov in dva vhoda orodja je možno tudi konfigurirati, da kažejo, kateri program teče trenutno, tako je izhod ko teče program visok,

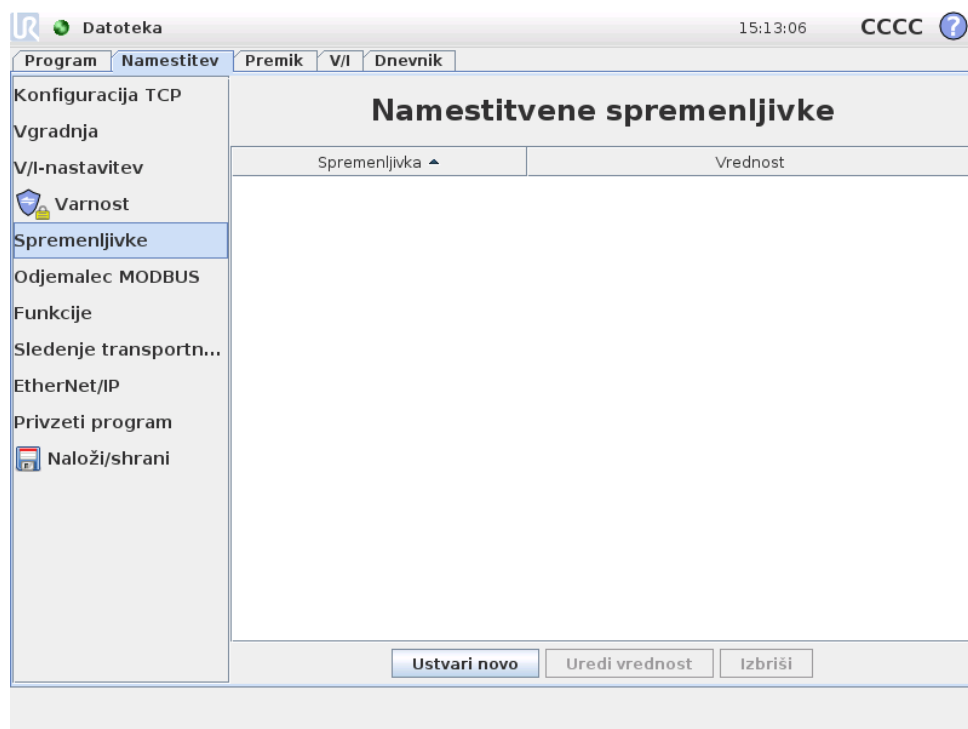
sicer pa je nizek.

Nenazadnje, prav tako lahko določite upravljanje izhoda v zavihku V/I (upravljajo ga lahko programerji ali upravljavci in programerji) ali pa določite, da vrednost izhoda spreminjajo samo programi robota.

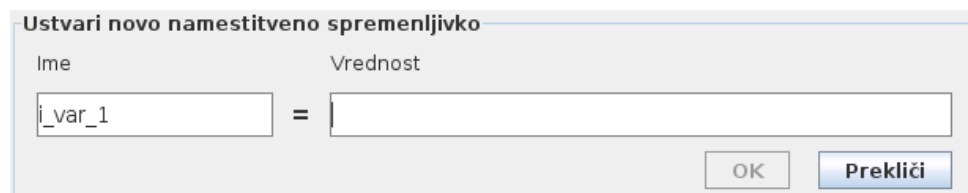
## 13.9 Namestitev → Varnost

Glej poglavje 10.

## 13.10 Namestitev → Spremenljivke



Tukaj ustvarjene spremenljivke se imenujejo namestitvene spremenljivke in uporabljajo se lahko kot običajne spremenljivke programa. Namestitvene spremenljivke so posebne, ker ohranijo svoje vrednosti, tudi ko se program ustavi in ponovno zažene, ali ko izklopite in ponovno vklopite robotovo roko in/ali krmilno omarico. Njihova imena in vrednosti so shranjeni z nastavitvijo, zato je mogoče isto spremenljivko uporabiti v več programih.



S pritiskom na **Ustvari novo** se prikaže zaslon s predlaganim imenom za novo spremenljivko. Ime lahko spremenite, vrednost spremenljivke pa lahko vnesete z dotikom na katero koli besedilno polje. Klik na gumb **OK** je mogoč samo, če novo ime v tej namestitvi še ni uporabljeno.

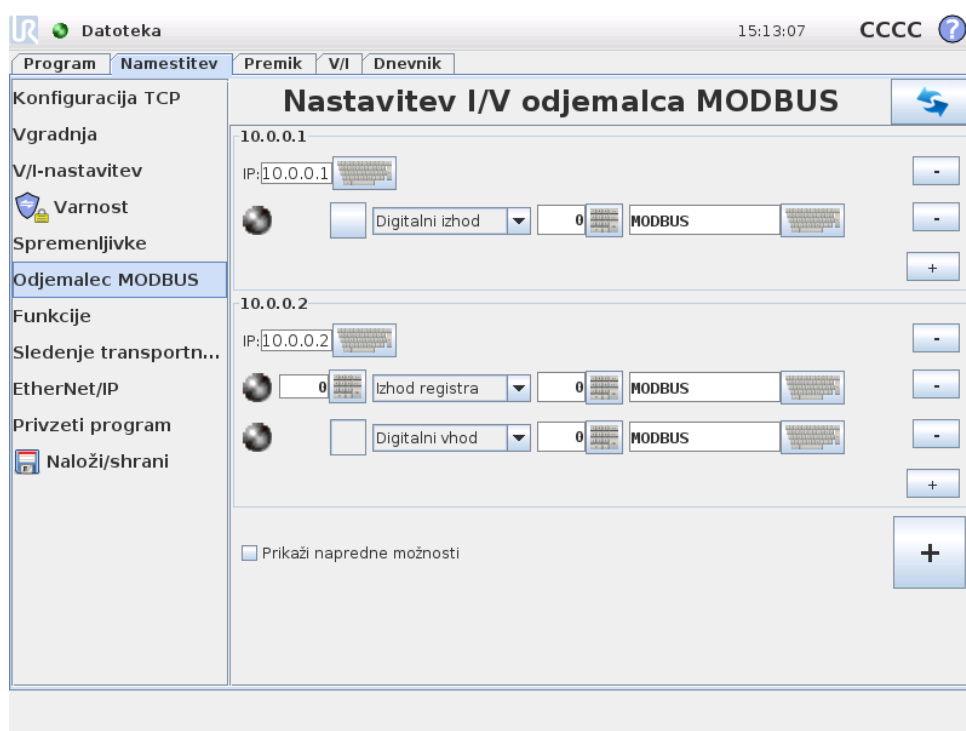
Vrednost namestitvene spremenljivke je možno spremeniti, tako da označite spremenljivko na seznamu in kliknete na *Uredi vrednost*.

Če želite spremenljivko izbrisati, jo izberite na seznamu in nato kliknete *Izbriši*.

Po konfiguraciji namestitvenih spremenljivk morate shraniti samo namestitev, da jo tako ohranite; glejte 13.5. Namestitvene spremenljivke in njihove vrednosti se tudi samodejno shranijo vsakih 10 minut.

Če sta naložena program ali namestitev, ena ali več programskih spremenljivk pa ima enako ime, sta uporabniku predstavljeni dve možnosti, da razreši položaj: namesto programske spremenljivke lahko uporabi namestitveno spremenljivko z istim imenom ali sporne spremenljivke samodejno preimenuje.

## 13.11 Nastavitev → odjemalca MODBUS V/I



Tukaj lahko nastavite (nadrejene) signale odjemalca MODBUS. Povezave s strežniki (ali podrejenimi enotami) MODBUS na določenem naslovu IP se lahko ustvarijo z vhodnimi/izhodnimi signali (registri ali digitalno). Vsak signal ima enkratno ime, zato ga lahko uporabljate v programih.

### Osveži

S pritiskom na ta gumb osvežite vse povezave MODBUS.

### Dodaj enoto

S pritiskom na ta gumb dodate novo enoto MODBUS.

## Izbriši enoto

Pritisnite ta gumb, če želite izbrisati enoto MODBUS in vse signale, ki so dodani enoti.

## Nastavi IP enote

Tukaj je prikazan naslov IP enote MODBUS. Pritisnite gumb, če ga želite spremeniti.

## Dodaj signal

S pritiskom na ta gumb dodate signal k ustrezni enoti MODBUS.

## Izbriši signal

S pritiskom na ta gumb izbrišete signal MODBUS iz ustrezne enote MODBUS.

## Nastavi vrsto signala

S tem spustnim menijem lahko izberete vrsto signala. Na voljo so naslednje vrste:

- **Digitalni vhod:** Digitalni vhod je enobitna količina, ki jo preberete z enote MODBUS na tuljavi, ki je določen na polju naslova signala. Uporabljena je funkcijska koda 0x02 (branje diskretnih vhodov).
- **Digitalni izhod:** Digitalni izhod (tuljava) je enobitna količina, ki jo lahko nastavite navzgor ali navzdol. Dokler uporabnik ne nastavi vrednosti tega izhoda, se vrednost bere iz oddaljene enote MODBUS. To pomeni, da je uporabljena funkcijska koda 0x01 (branje tuljav). Kadar je izhod nastavljen s strani robotovega programa ali s pritiskom na gumb „nastavi vrednost signala“, je od tam naprej uporabljena funkcijska koda 0x05 (zapis na eno tuljavo).
- **Vhod registra:** Vhod registra je 16-bitna količina, prebrana z naslova, ki je določen v polju naslova. Uporabljena je funkcijska koda 0x04 (branje vhodnih registrov).
- **Izhod registra:** Izhod registra je 16-bitna količina, ki jo lahko določi uporabnik. Dokler uporabnik ne nastavi vrednosti tega registra, se vrednost bere iz oddaljene enote MODBUS. Uporabljena je funkcijska koda 0x03 (branje vsebovalnih registrov). Kadar je izhod nastavljen s strani robotovega programa ali preko določanja vrednosti signala s pritiskom na gumb „nastavi vrednost signala“, je uporabljena funkcijska koda 0x06 (zapis na en register) za nastavljanje vrednosti na oddaljeni enoti MODBUS.

## Nastavi naslov signala

To polje prikazuje naslov oddaljenega strežnika MODBUS. Če želite izbrati drugačen naslov, uporabite zaslonsko številsko tipkovnico. Veljavni naslovi so odvisni od proizvajalca in konfiguracije enote MODBUS.

## Nastavi ime signala

Z uporabo tipkovnice na zaslonu lahko uporabnik signal poimenuje. To ime se uporablja, kadar je signal uporabljen v programu.

## Vrednost signala

Tukaj je prikazana trenutna vrednost signala. Pri signalih registra je vrednost izražena kot nepodpisano celo število. Za izhodne signale lahko z gumbom nastavite želeno vrednost signala. Za izhod registra mora biti vrednost, ki jo zapišemo enoti, dana kot nepodpisano celo število.

## Stanje povezljivosti signala

Ta ikona prikazuje, ali je signal mogoče pravilno prebrati/napisati (zeleno) ali če se enota nepričakovano odzove ali ni dosegljiva (sivo). Kadar je sprejet odgovor o izjemi enote MODBUS, se izpiše koda odgovora. Odgovori o izjemah MODBUS-TCP so:

- **E1 NEVELJAVNA FUNKCIJA (0x01):** Funkcijska koda iz poizvedbe ni dovoljena na strežniku (oz. podrejeni enoti).
- **E2 NEVELJAVNI NASLOV PODATKOV (0x02):** Funkcijska koda iz poizvedbe ni dovoljena na strežniku (oz. podrejeni enoti); preverite, da vneseni naslov signala ustreza nastavitvam oddaljenega strežnika MODBUS.
- **E3 NEVELJAVNA VREDNOST PODATKOV (0x03):** Vrednost iz podatkovnega polja poizvedbe ni dovoljena na strežniku (oz. podrejeni enoti); preverite, da je vnesena vrednost signala veljavna za določeni naslov oddaljenega strežnika MODBUS.
- **E4 NAPAKA PODREJENE NAPRAVE (0x04):** Pri poskusu izvajanja zahtevanega opravila strežnika (oz. podrejene enote) je prišlo do ključne napake.
- **E5 POTRDITEV (0x05):** Posebna uporaba v povezavi s programskimi ukazi, poslanimi na enoto MODBUS.
- **E6 PODREJENA NAPRAVA ZASEDNA (0x06):** Posebna uporaba v povezavi s programskimi ukazi, poslanimi na enoto MODBUS, podrejena naprava (strežnik) pa trenutno ne more odgovarjati.

## Pokaži napredne možnosti

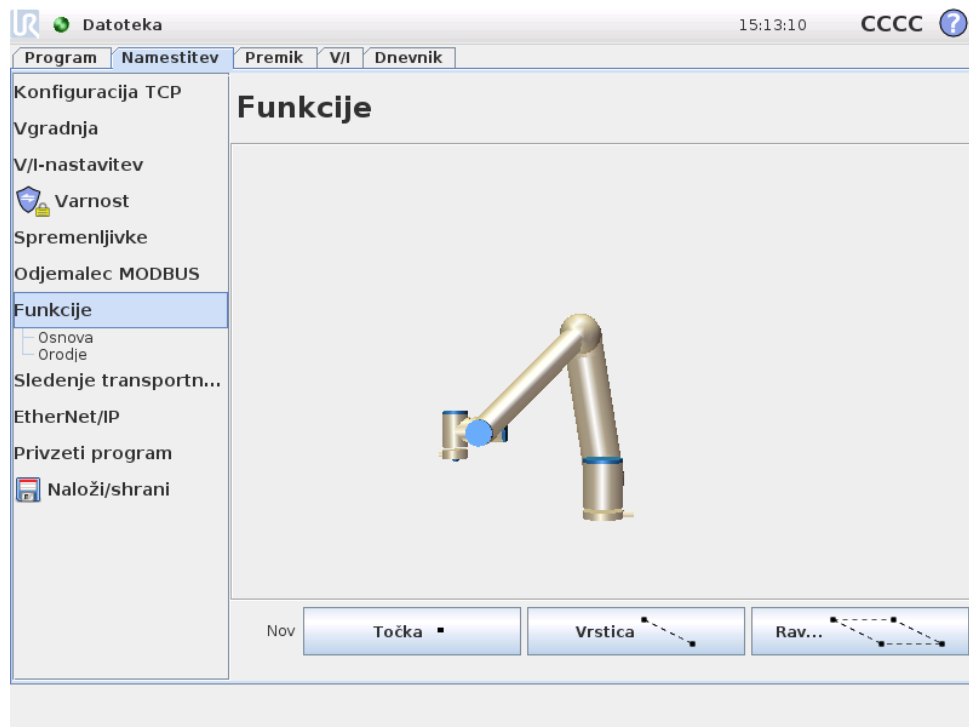
To potrditveno polje prikaže/skrije napredne možnosti za vsak signal.

## Napredne možnosti

- **Pogostost posodabljanja:** V tem meniju lahko spremenite pogostost posodabljanja signala. To velja za pogostost pošiljanja zahtev oddaljenemu krmilniku MODBUS za branje ali zapisovanje vrednosti signala.
- **Naslov izvršne naprave:** V tem besedilnem polju lahko nastavite določen naslov izvršne naprave za zahteve določenega signala. Vrednost mora biti med vključno 0 in 255, privzeta vrednost pa je 255. Če spremenite to vrednost,

je priporočljivo, da se posvetujete s priročnikom oddaljene enote MODBUS in preverite nemoteno funkcionalnost naprave pri spremembi naslova podrejene naprave.

## 13.12 Namestitev → funkcij



Stranke, ki kupijo industrijski robot, želijo upravljati ali manipulirati robotovo roko in jo programirati glede na različne predmete ter meje v okolju robotove roke, kot so stroji, predmeti ali surovci, napeljave, transportni traki, palete ali optični sistemi. Običajno to storite z določanjem „okvirjev“ (koordinatnih sistemov), ki notranji koordinatni sistem robotove roke (osnovni koordinatni sistem) povežejo s koordinatnim sistemom ustreznega predmeta. Referenca je mogoča tako s „koordinatami orodja“ kot s „koordinatami osnove“ robota.

Težava pri takšnih okvirih je, da je potrebno določeno matematično znanje za določitev takšnih koordinatnih sistemov ter da je postopek precej dolgotrajen, tudi za strokovnjake na področju programiranja in namestitve robotov. Pogosto ta naloga vključuje izračun matrik 4x4. Predvsem predstavitev usmeritve je lahko zapletena za osebo, ki nima potrebnih izkušenj, da bi razumela to težavo.

Vprašanja, ki jih stranke pogosto postavijo, so na primer:

- Ali je mogoče premakniti robotovo roko 4 cm stran od klešč mojega računalniško numerično krmiljenega (CNC) stroja?
- Je mogoče orodje robota obrniti za 45 stopinj glede na mizo?
- Ali lahko robotovo roko premikamo s predmetom vertikalno navzdol, predmet izpustimo in ga nato ponovno premikamo vertikalno navzgor?

Pomen takšnih in podobnih vprašanj je za povprečno stranko, ki namerava robotovo roko uporabljati na primer na različnih postajah v proizvodnem obratu, zelo enostaven in morda bo za stranko nadležno ter nerazumljivo, da na tovrstna *relevantna* vprašanja vedno ne obstaja enostaven odgovor. Za to obstajajo številni zapleteni razlogi in ravno zaradi teh težav je podjetje Universal Robots razvilo enkratne ter enostavne načine, s katerimi lahko stranke določijo lokacijo številnih predmetov glede na robotovo roko. V nekaj korakih lahko stranka torej stori natanko to, kar je navedeno v zgornjih vprašanjih.

---

### Preimenuj

S tem gumbom lahko preimenujete funkcijo.

---

### Izbriši

Ta gumb izbriše izbrano funkcijo in vse podfunkcije, če obstajajo.

---

### Pokaži osi

Izberite, če želite, da so koordinatne osi za izbrano funkcijo vidne na 3D-grafiki. Izbira se nanaša na ta zaslon in na zaslon Premik.

---

### Impulzno

Izberite, ali naj bo za izbrane funkcije na voljo impulzno krmiljenje. To določa, ali bo funkcija prikazana v meniju funkcij na zaslonu Premik.

---

### Spremenljivka

S to funkcijo lahko izberete, ali lahko izbrano funkcijo uporabite kot spremenljivko. Če izberete to možnost, bo pri urejanju programov robota na voljo spremenljivka z imenom funkcije, ki ji sledi „\_var“, tej spremenljivki lahko v programu dodelite novo vrednost in jo uporabite za upravljanje smernih točk, ki so odvisne od vrednosti funkcije.

---

### Nastavi ali spremeni položaj

S tem gumbom lahko nastavite ali spremenite izbrano funkcijo. Prikazal se bo zaslon Premik in nastavitve boste lahko nov položaj funkcije.

---

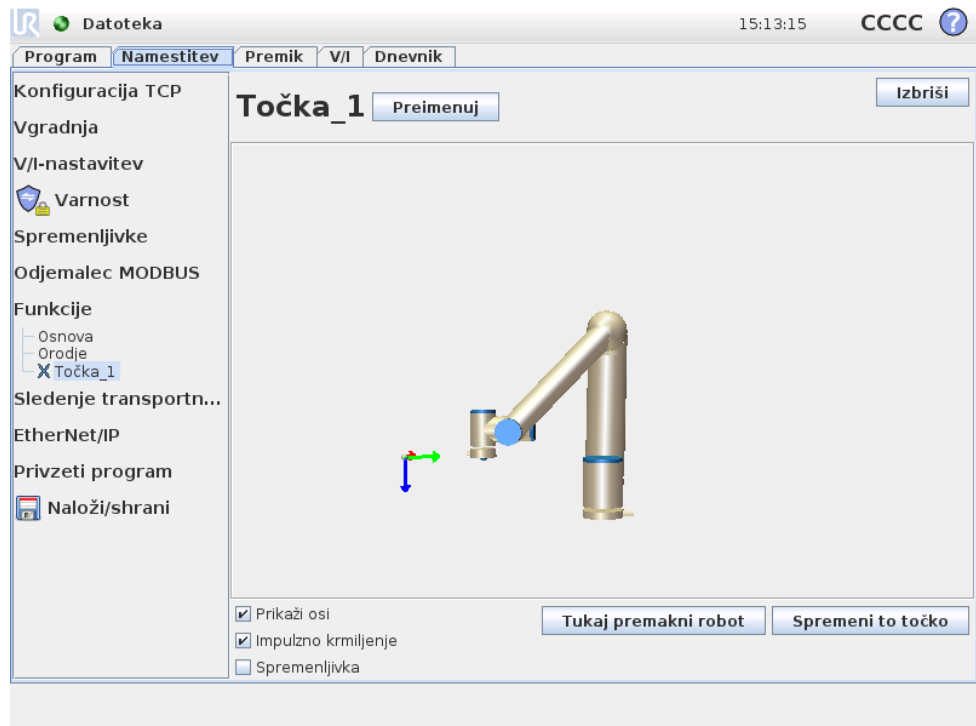
### Premakni robota na funkcijo

Če pritisnete ta gumb, se bo robotova roka premaknila v smeri izbrane funkcije. Na koncu tega gibanja bosta koordinatni sistem te funkcije in točke TCP sovpadala, razen v primeru rotacije 180 stopinj okrog x-osi.

---

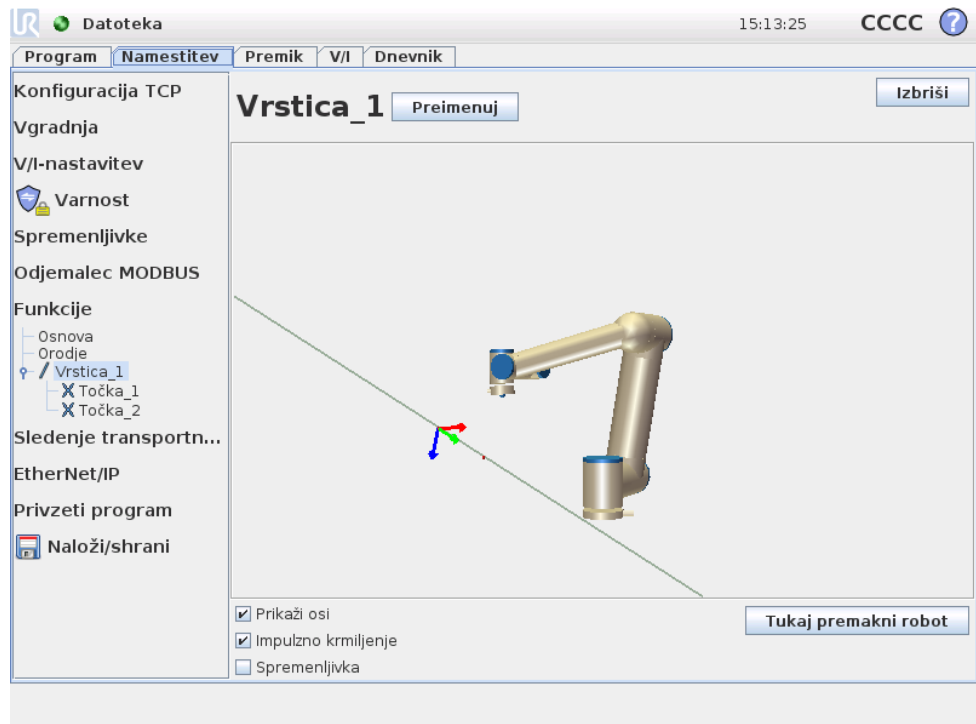
### Dodaj točko

Pritisnite ta gumb, če želite namestitvi dodati točkovno funkcijo. Položaj točkovne funkcije je določen kot položaj točke TCP na tej točki. Usmerjenost točke je enaka kot usmerjenost točke TCP, razen, da je koordinatni sistem funkcije obrnjen za 180 stopinj okrog svoje x-osi. Z-os točke je tako usmerjena v nasprotno smer kot TCP na tej točki.



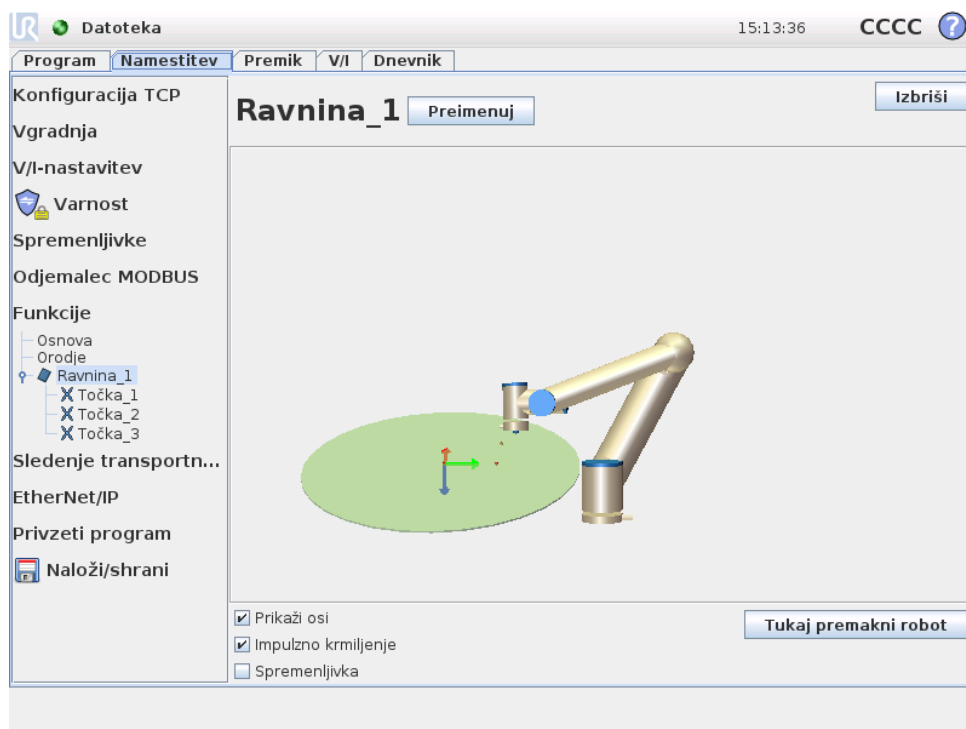
## Dodaj linijo

Pritisnite ta gumb, če želite namestitvi dodati linijsko funkcijo. Črta je določena kot os med dvema točkovnima funkcijama. Ta os, ki je usmerjena od prve točke proti drugi točki, bo tvorila y-os koordinatnega sistema črte. Z-os bo določena s projekcijo z-osi prve podtočke na ravnino pravokotno na črti. Položaj koordinatnega sistema črte je enak položaju prve podtočke.



## Dodaj ravnino

Pritisnite ta gumb, če želite namestitvi dodati ravninsko funkcijo. Ravnino določajo tri podtočkovne funkcije. Položaj koordinatnega sistema je enak kot položaj prve podtočke. Z-os je dvodimenzionalna normala in y-os je usmerjena od prve proti drugi točki. Pozitivna usmerjenost z-osi je nastavljena tako, da je kot med z-osjo ravnine in z-osjo prve točke manj kot 180 stopinj.



## 13.13 Nastavitev sledenja transportnemu traku

Pri uporabi transportnega traku je mogoče robota konfigurirati tako, da sledi premikanju traku. Nastavitev sledenja traku ponuja možnost za konfiguracijo robota, da le-ta dela z absolutnimi in stopenjskimi kodirniki, ter tako na linearnih kot krožnih transportnih trakovih.

### Parametri transportnega traku

Stopenjski kodirniki se lahko priključijo na digitalne vhode od 0 do 3. Kodiranje digitalnih signalov poteka pri 40 kHz. S kodirnikom Kvadrature (Quadrature), ki zahteva dva vhoda, lahko robot določi hitrost vzdolž smeri transportnega traku. Če je smer transportnega traku nespremenljiva, se lahko uporabi samo en vhod, ki zaznava Naraščajoče, Padaajoče, ali Naraščajoče in padaajoče robove, s katerimi določi hitrost transportnega traku.

Absolutni kodirniki se lahko uporabljajo, ko so priključeni preko signala MODBUS. Za to je potrebno, da je register digitalnega vhoda MODBUS vnaprej konfiguriran v 13.11.

### Linearni transportni trakovi

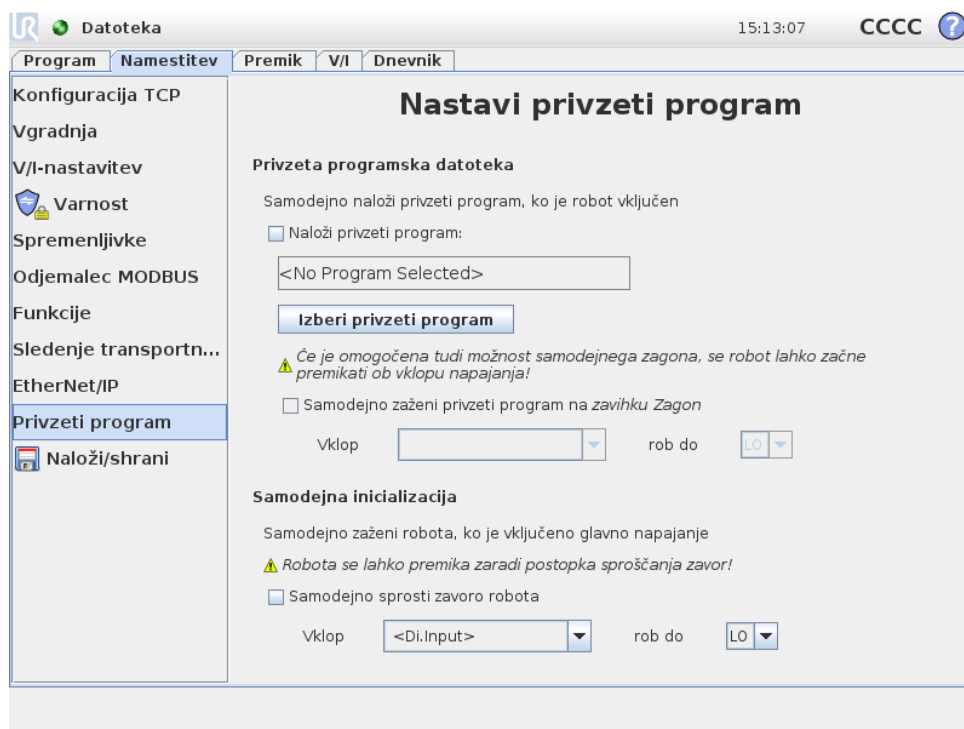
Ko je uporabljen linearni transportni trak, mora biti za določanje smeri transportnega traku konfigurirana linijska funkcija. Linijska funkcija mora biti vzporedna s smerjo transportnega traku, med dvema točkama, ki določata linijsko funkcijo, pa mora biti velika razdalja. Priporočamo, da linijsko funkcijo konfigurirate tako, da orodje postavite tesno ob stran transportnega traku, ko ga „naučite“ teh dveh točk. Polje *Označbe na meter* se uporablja kot število označb, ki jih ustvari kodirnik, ko se transportni trak premakne za en meter.

$$\text{Označbe na meter} = \frac{\text{označbe na obrat kodirnika}}{2\pi \cdot \text{radij diska kodirnika [m]}} \quad (13.1)$$

### Krožni transportni trakovi

Pri sledenju krožnemu transportnemu traku mora biti definirana središčna točka transportnega traku (kroga). Polje *Označbe na meter* mora biti število označb, ki jih ustvari kodirnik, ko transportni trak naredi en poln obrat.

## 13.14 Namestitev → Privzeti program



Ta zaslon vsebuje nastavitve za samodejno nalaganje in zagon privzetega programa ter za samodejno inicializacijo robotove roke ob zagonu.



**OPOZORILO:**

Če so omogočeni samodejno nalaganje, samodejni zagon in samodejna inicializacija, robot začne izvajati izbrani program, takoj po vklopu krmilne omarice.

### 13.14.1 Nalaganje privzetega programa

Izberete lahko privzeti program, ki se bo naložil ob vklopu krmilne omarice. Prav tako se bo samodejno zagnal privzeti program, ko vstopite v zaslon *Zagon programa* (glejte 11.4) in ni naložen noben program.

### 13.14.2 Zagon privzetega programa

Privzeti program se lahko samodejno zažene v zaslonu *Zagon programa*. Ko je naložen privzeti program in je zaznan robni prenos zunanjega vhodnega signala, se program zažene samodejno.

Upoštevajte, da je raven trenutnega vhodnega signala ob zagonu nedefinirana, izbira prehoda, ki se ujema z ravniyo signala ob zagonu pa samodejno zažene program. Ravno tako bo izhod iz zaslona *Zagon program* ali pritisk na gumb za zaustavitev v *Nadzorni plošči* onemogočil funkcijo samodejnega zagona, dokler ponovno ne pritisnete gumb za zagon.

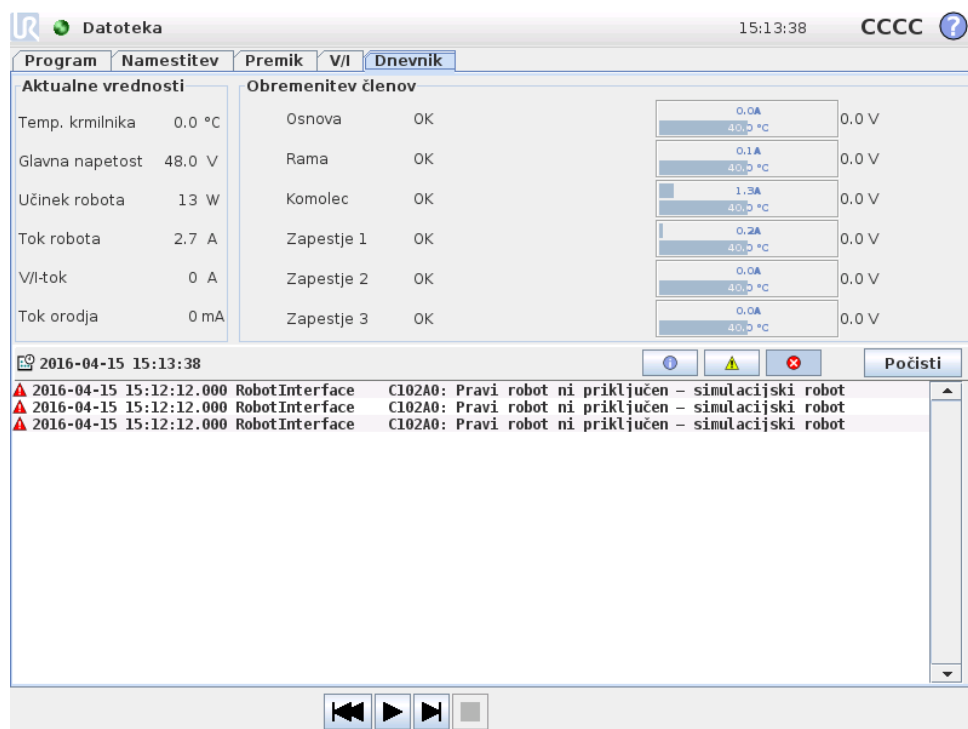
### 13.14.3 Samodejna inicializacija

Robotova roka se lahko samodejno inicializira, na primer, ko je krmilna omarica vključena. Ob določenem robnem prenosu zunanjega vhodnega signala bo robotova roka v celoti inicializirana, ne glede na prikazani zaslon.

Končna stopnja inicializacije je *sproščanje zavor*. Ko robot sprošča zavore, se rahlo premakne in povzroči hrup. Zavore pa se ne morejo samodejno sprostiti, če se konfigurirana postavitev ne sklada s postavitvijo, ki jo zaznavajo senzorji. V tem primeru je potrebno robota inicializirati ročno na zaslonu za inicializacijo (glejte 11.5).

Upoštevajte, da je raven trenutnega vhodnega signala ob zagonu nedefinirana, izbira prehoda, ki se ujema z ravniyo signala ob zagonu pa samodejno inicializira robotovo roko.

## 13.15 Zavihek Log



**Zdravje robota** Zgornja polovica zaslona prikazuje stanje robotove roke in krmilne omarice. Levi del prikazuje informacije povezane s krmilno omarico, medtem ko desni del prikazuje informacije o vsakem členu robota. Vsak člen robota prikazuje informacije o temperaturi motorja in elektroniki, obremenitvi člena in napetosti na členu.

**Robotski dnevnik** Na spodnji polovici zaslona so prikazana sporočila dnevnika. Prvi stolpec določa resnost dnevniskega zapisa. Drugi stolpec prikazuje čas prihoda sporočila. Naslednji stolpec prikazuje pošiljatelja sporočila. Zadnji stolpec pa prikazuje samo sporočilo. Sporočila lahko filtrirate z izbiro preklopnih gumbov, ki ustrezajo izbrani resnosti zapisa. Zgornja slika sedaj prikazuje primer, ko so prikazane napake, sporočila z informacijami in opozorili pa so filtrirana. Nekatera dnevniška sporočila vsebujejo dodatne informacije, do le-teh dostopate tako, da izberete ta dnevniški zapis.

## 13.16 Zaslona za nalaganje

Na tem zaslonu izberete program, ki ga želite naložiti. Obstaja dve inačici tega zaslona: zaslon, ki ga uporabite samo za nalaganje in izvajanje programa, in zaslon, ki uporabite, ko želite dejansko spreminjati program.

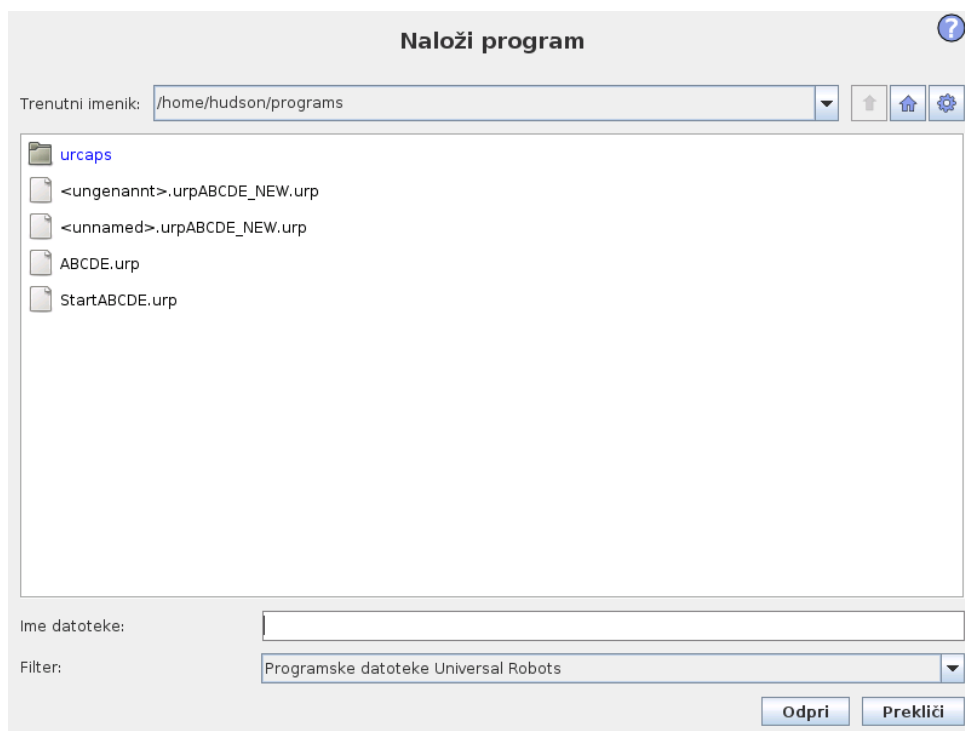
**OPOMBA:**

Zagon programa s pogona USB ni priporočljiv. Da zaženete program, shranjen na pogonu USB, ga najprej naložite, nato pa shranite v lokalno mapo s programi, z izbiro možnosti Shrani kot... v meniju Datoteka.

Glavna razlika med njima je v dejanjih, ki so na voljo uporabniku. V osnovnem zaslonu za nalaganje ima uporabnik samo dostop do datotek - spreminjati ali brisati jih ne more. Uporabnik prav tako ne sme zapustiti strukture imenika, ki izhaja iz programske mape. Uporabnik lahko vstopi v podimenik, vendar ima dostop samo do programske mape.

Zato je treba vse programe namestiti v programsko mapo in/ali podmape le-te.

## Postavitev zaslona



Ta slika prikazuje dejanski zaslon za nalaganje. Sestavljen je iz naslednjih pomembnih delov in gumbov.

**Zgodovina poti** Zgodovina poti prikazuje seznam poti, ki vodijo do sedanjega položaja. To pomeni, da so prikazani vsi nadrejeni imeniki do korenskega imenika računalnika. Tukaj boste opazili, da morda ne boste mogli dostopati do vseh map nad programsko mapo.

Z izbrilo imena mape iz seznama se pogovorno okno nalaganja spremeni v to mapo in jo prikaže v območju izbora datotek 13.16.

**Območje za izbiro datoteke** V tem območju pogovornega okna so prikazane vsebine dejanskega območja. Uporabniku daje možnost, da izbere datoteko z enojnim klikom na njeno ime, ali da jo z dvoklikom na njeno ime odpre.

V primeru, da uporabnik dvoklikne na mapo, se pogovorno okno spusti v to mapo in prikaže njeno vsebino.

**Filter datoteke** S filtrom datoteke lahko omejite prikazane datoteke tako, da so prikazane le tiste, ki jih želite. Z izbiro „Varnostnega kopiranja datotek“ se bo na območju za izbiro datotek prikazalo zadnjih 10 shranjenih različic vsakega programa, ob čemer je .old0 najnovejša in .old9 najstarejša različica.

**Polje datoteke** Tukaj je prikazana trenutno izbrana datoteka. Uporabnik lahko ročno vnese ime datoteke s klikom na ikono tipkovnice na desni strani polja. To sproži tipkovnico na zaslonu, s katero lahko uporabnik vnese ime datoteke neposredno na zaslon.

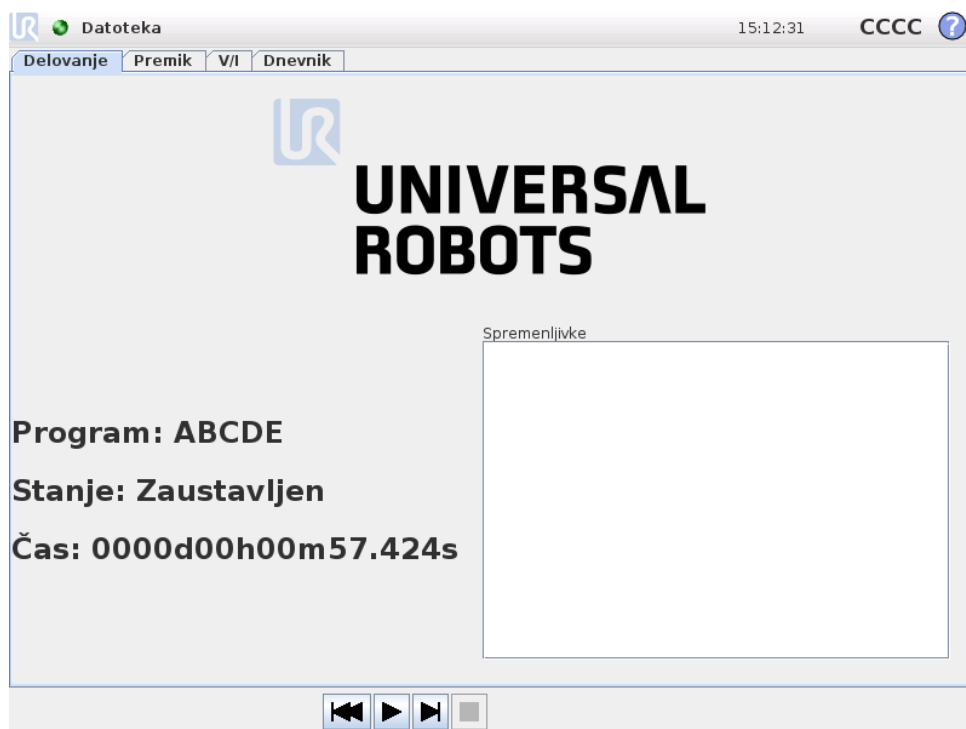
**Gumb Odpri** Če kliknete na gumb Odpri, boste odprli trenutno izbrano datoteko in se vrnili na predhodni zaslon.

**Gumb Zapri** Klik na gumb Prekliči bo preklicalo nalaganje trenutnega procesa in povzročilo, da se bo zaslon preklopil nazaj na predhodno sliko.

**Interaktivni gumb** Niz gumbov daje uporabniku možnost, da izvede nekatera opravila, do katerih bi običajno, v standardnem pogovornem oknu, dostopal z desnim klikom na ime datoteke. Temu je dodana možnost za premik navzgor v strukturi imenika z neposrednim dostopom do programske mape.

- Nadrejen: premik navzgor v strukturi imenika. Gumb bo onemogočen v dveh primerih: ko je trenutna mapa najvišja mapa ali če je zaslon v omejenem načinu in je trenutna mapa programska mapa.
- Pojdi v programsko mapo: pojdi v izhodiščni položaj.
- Dejanja: dejanja kot ustvari imenik, izbriši datoteko itd.

## 13.17 Zavihek Zagon



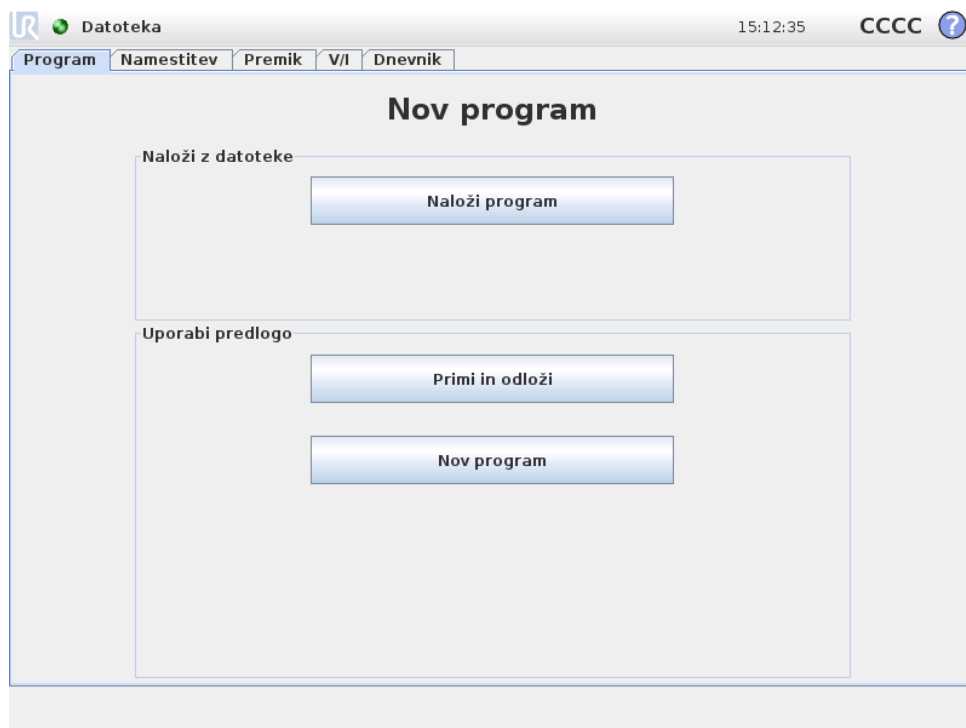
Ta zavihek ponuja zelo enostaven način za upravljanje robotove roke in krmilne omarice z najmanjšim možnim številom gumbov in možnosti. To lahko smiselno združite z geslom, ki ščiti enoto za programiranje vmesnika PolyScope (glejte oddelek 15.3), da robota spremenite v orodje, ki izvaja izključno predhodno napisane programe.

Prav tako lahko v tem zavihku samodejno naložite in zažene privzeti program, osnovan na robnem prenosu zunanega vhodnega signala (glejte 13.14). Kombinacija samodejnega nalaganja in zagona privzetega programa in samodejne inicializacija ob vklopu se lahko uporablja, na primer, za integracijo robotove roke v druge stroje.



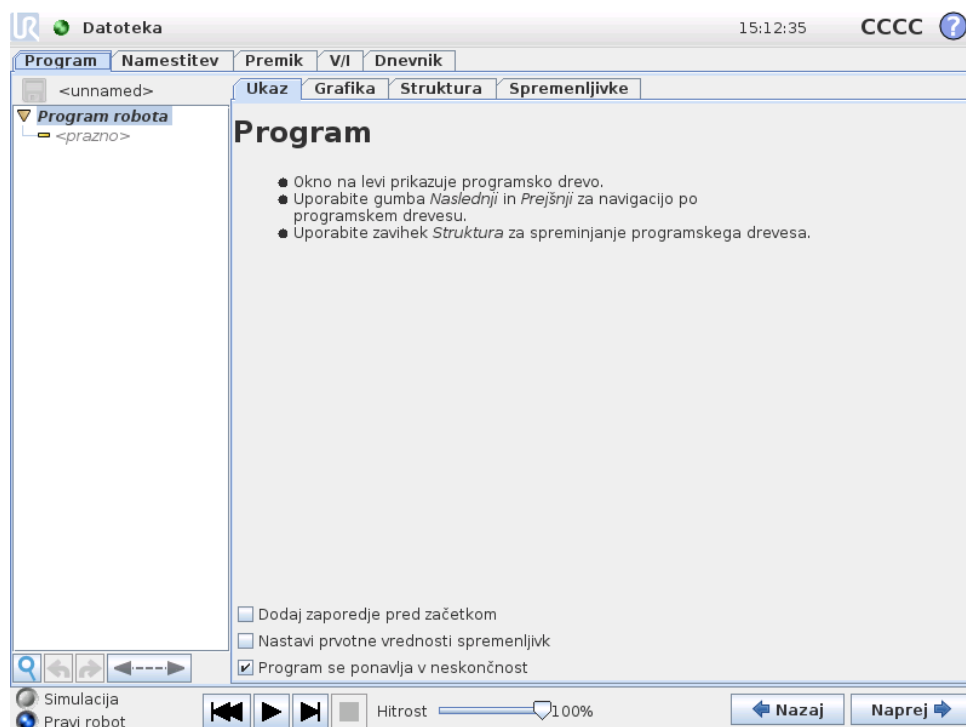
# 14 Programiranje

## 14.1 Nov program



Nov robotski program se lahko začne s *predlogo* ali z obstoječim (shranjenim) robotskim programom. *Predloga* lahko nudi celotno strukturo programa, tako da je treba vnesti samo podrobnosti programa.

## 14.2 Zavihek Program



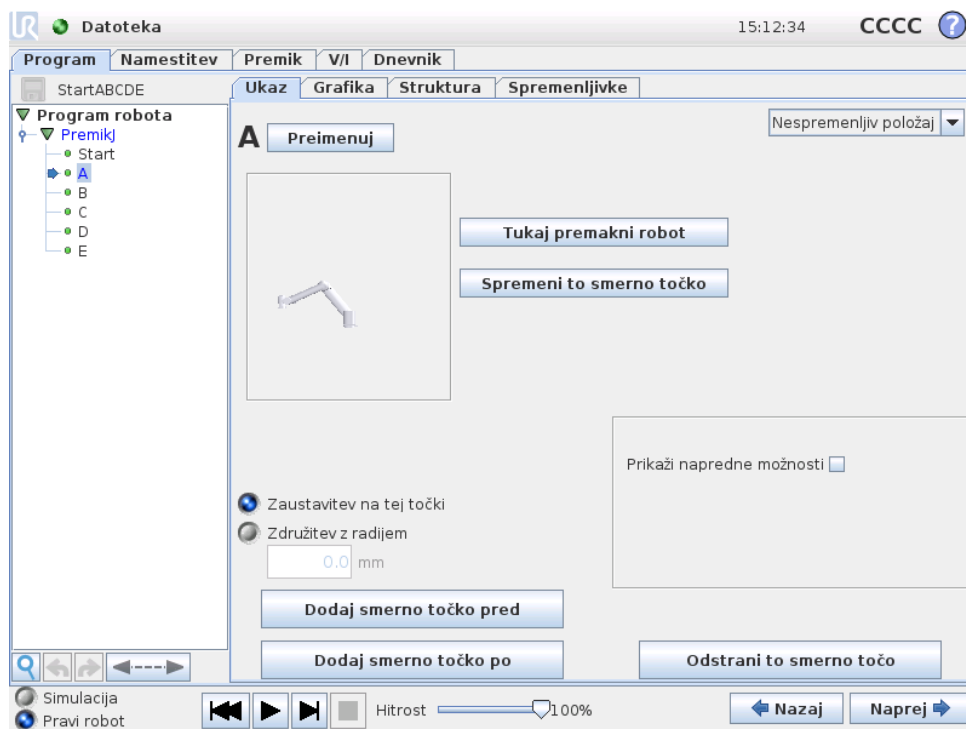
Zavihek za program prikazuje trenutni program urejanja.




### 14.2.1 Drevo programa


*Programsko drevo* na levi strani zaslona prikazuje program kot seznam ukazov, medtem ko so na desni strani zaslona prikazane informacije o trenutnem ukazu. Trenutni ukaz izberete, če kliknete na seznam ukazov ali če uporabite gumba *Nazaj* in *Naprej* v spodnjem desnem kotu zaslona. Ukaze lahko vnašate ali brišete preko zavihka *Struktura Structure*, opisanega v delu 14.30. Ime programa je prikazano neposredno nad seznamom ukazov, skupaj z majhno ikono diska, na katero lahko kliknete, če želite hitro shraniti program.

V drevesu programa je obravnavan ukaz, ki se trenutno izvaja, kot je opisano v 14.2.2.



## 14.2.2 Indikator izvajanja programa





Drevo programa vsebuje vizualne znake, ki označujejo ukaz, ki ga trenutno izvaja krmilnik robota. Majhna ikona indikatorja  je prikazana na levi strani ikone ukaza, ime ukaza, ki se izvaja, in morebitni ukazi, katerim je dotični ukaz podrejen (običajno jih nakazujejo ikone ukazov /), pa so obarvani modro. To uporabniku pomaga pri iskanju ukaza, ki se izvaja, po drevesu programa.

Na primer, če se robotova roka premika proti smerni točki, je pod-ukaz ustrezne smerne točke označen z ikono , njegovo ime in ime ukaza Premik (glejte 14.5), kateremu pripada, pa sta obarvana modro.



Če je program začasno ustavljen, indikator izvajanja programa označuje zadnji ukaz, ki se je izvajal pred začasno ustavitvijo.

Kliknite na gumb z ikono  pod drevesom programa za preskok na ukaz, ki se trenutno izvaja oz. na ukaz, ki se je izvajal nazadnje, v drevesu. Če kliknete na ukaz medtem ko se program izvaja, se na zavihku Ukaz prikazujejo informacije, povezane z izbranim ukazom. Po pritisku na gumb  bodo na zavihku Ukaz spet prikazane informacije o ukazih, ki se trenutno izvajajo.

## 14.2.3 Gumb Iskanje

Gumb z ikono  se lahko uporabi za izvedbo iskanja besedila v drevesu programa. Ko kliknete nanj, lahko vanj vnesete iskano besedilo, ujemajoča se vozlišča programa pa se obarvajo rumeno. Za izhod iz načina iskanja pritisnite ikono .

## 14.2.4 Gumba Razveljavi/Ponovi

Gumba z ikonami  in  pod drevesom programa služita za razveljavljanje oz. ponavljanje izvedenih sprememb v drevesu programa in v ukazih, ki jih drevo vse-

buje.

### 14.2.5 Nadzorna plošča programa

Najnižji del zaslona je *Nadzorna plošča*. *Nadzorna plošča* vsebuje komplet gumbov, podobno kot staromodni kasetni snemalnik, s katerimi lahko zaženete in zaustavite programe, jih izvajate po korakih ter jih ponovno zaženete. Z *drsnikom za hitrost* lahko ob vsakem času prilagodite hitrost programa, ki neposredno vpliva na hitrost gibanja robotove roke. *Drsnik za hitrost* prav tako v realnem času kaže relativno hitrost s katero se premika robotova roka, upošteva varnostne nastavitve. Prikazani odstotek je maksimalna hitrost, ki jo lahko doseže aktivni program, brez kršitev varnostnih omejitev.

Na levi strani *Nadzorne plošče* sta gumba *Simulacija* in *Resnični robot*; med tema gumboma lahko preklapljate in izberete zagon simulacije programa oz. resničnega robota. Ko se program izvaja v simulaciji, se robotova roka ne premika in tako v primeru trkov ne more poškodovati sebe ali bližnje opreme. Če niste prepričani, kako se bo robotova roka odzvala, preizkusite program s simulacijo.



#### NEVARNOST:

1. Obvezno ostanite zunaj delovnega območja robota, ko pritisnete gumb `Play`. Gibanje, ki ga vprogramirate, se lahko razlikuje od pričakovanega.
2. Obvezno ostanite zunaj delovnega območja robota, ko pritisnete gumb `Step`. Funkcija gumba `Step` je morda težje razumljiva. Uporabljajte ga samo, ko je nujno.
3. Prepričajte se, da vedno preizkusite svoj program, tako da zmanjšate hitrost z drsnikom za hitrost. Napake v logiki programa, ki bi jih lahko naredil operater, lahko povzročijo nepričakovane premike robotove roke.
4. V primeru zaustavitve v sili ali zaščitne zaustavitve, se robot ustavi. Robot lahko nadaljuje svoje delo, če se noben izmed členov ni premaknil za več kot 10°. Ob pritisku gumba za predvajanje se robot počasi pomakne nazaj na svojo smer in nadaljuje z izvajanjem programa.

Medtem ko se piše program, se dobljeno premikanje robotove roke prikazuje v obliki tridimenzionalne slike na zavihku *Grafika*, ki je opisan v delu 14.29.

Zraven vsakega ukaza programa je majhna ikona, ki je rdeče, rumene ali zelene barve. Rdeča ikona pomeni, da je v ukazu napaka, rumena, da ukaz ni končan, zelena pa pomeni, da je vse v redu. Program lahko začne delovati, šele ko so vsi ukazi zeleni.

## 14.3 Spremenljivke

Robotov program lahko uporablja spremenljivke za shranjevanje in posodabljanje raznih vrednosti med delovanjem. Na voljo sta dve vrsti spremenljivk:

*Namestitvene spremenljivke:* Te lahko uporablja več programov, njihova imena in vrednosti pa so ohranjena skupaj z namestitvijo robota (glejte 13.10 za več informacij); Namestitvene spremenljivke ohranijo svoje vrednosti tudi po ponovnem zagonu robota in krmilne omarice.

*Običajne programske spremenljivke:* Te so na voljo samo za trenutno aktivni program, njihove vrednosti pa so pobrisane takoj, ko se program ustavi.

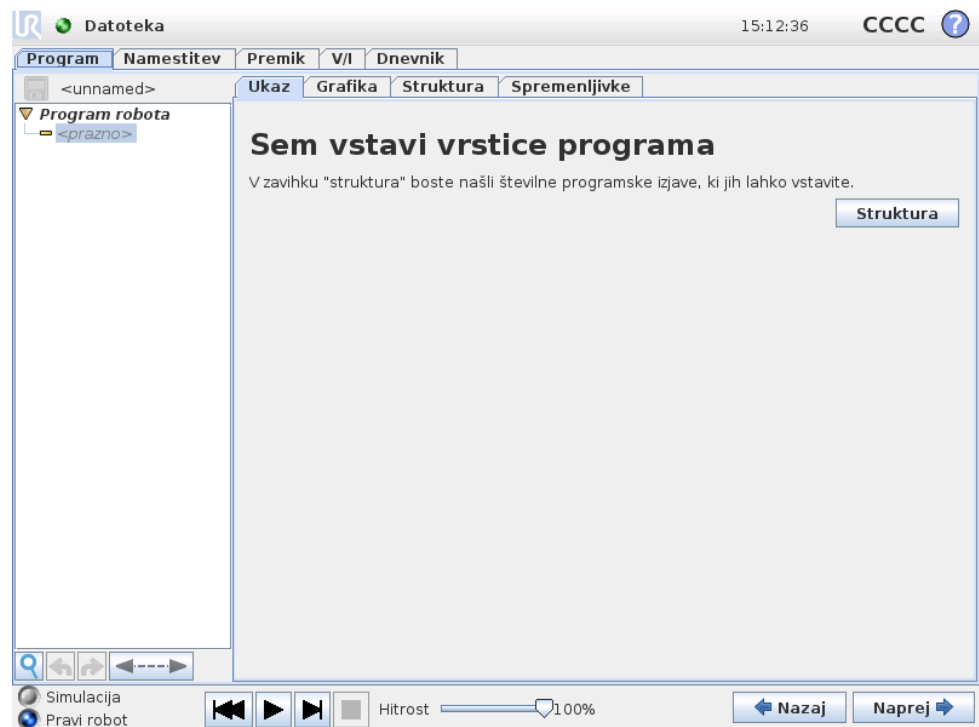
Na voljo so naslednji tipi spremenljivk:

---

<i>booleanska</i>	Booleanska spremenljivka je tista, katere vrednost je lahko le <code>True</code> (Velja) in <code>False</code> (Ne velja).
<i>int</i>	Celo število od $-2147483648$ do $2147483647$ (32 bitov).
<i>float</i> (plava- vajoča spre- men- ljivka)	Številka z decimalno vrednostjo (piko) (32 bitov).
<i>niz</i>	Zaporedje znakov.
<i>poza</i>	Vektor, ki opisuje lokacijo in usmerjenost v kartezijskem prostoru. To je kombinacija vektorja položaja $(x, y, z)$ in rotacijskega vektorja $(rx, ry, rz)$ , ki predstavlja usmerjenost, zapisana pa je <code>p[x, y, z, rx, ry, rz]</code> .
<i>seznam</i>	Zaporedje spremenljivk.

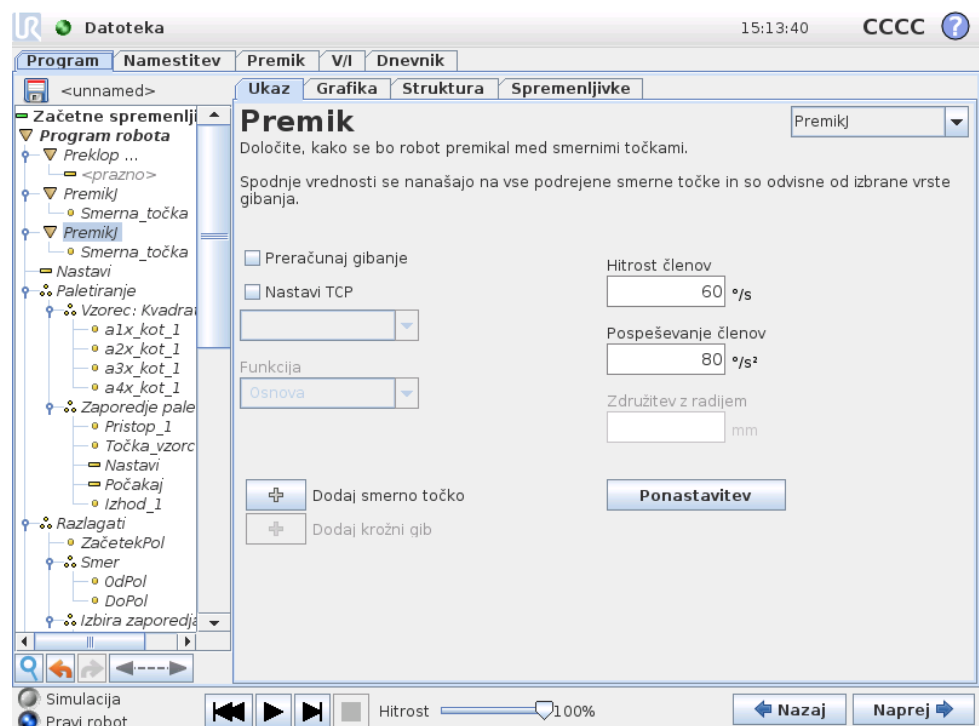
---

## 14.4 Ukaz: Prazno



Tukaj morate vstaviti ukaze programa. Pritisnite gumb **Struktura**, da boste prišli v zavihek struktura, kjer lahko izbirate med številnimi programskimi vrsticami. Program se ne zažene, dokler ne določite in označite vseh vrstic.

## 14.5 Ukaz: Premik



Ukaz Premik nadzira gibanje robota med osnovnimi smernimi točkami. Smerne točke morajo biti navedene v ukazu Premik. Ukaz Premik nato določi pospeševanje in hitrost premikanja robotove roke med temi smernimi točkami.

## Vrste premikov

Izbirate lahko med tremi vrstami premikov: *PremikJ*, *PremikL* in *PremikP* so pojasnjeni spodaj.

- **premikJ** opravlja premike, ki se izračunajo v *območju členov* robotove roke. Vsak člen je nadzorovan, da doseže želeno končno lokacijo ob istem času. Ta vrsta premikov ustvarja ukrivljeno pot za orodje. Skupna parametra, ki se nanašata na to vrsto premikov, sta največja hitrost členov in pospeševanje členov, ki se uporabljata za izračunavanje premikov, določenih v  $deg/s$  oziroma  $deg/s^2$ . Če želite, da se robotova roka premika hitro med smernimi točkami, ne glede na gibanje orodja med temi točkami, izberite to vrsto premikov.
- **premikL** bo premikal orodje linearno med smernimi točkami. To pomeni, da vsak člen izvaja bolj zapleten gib, da zagotovi ravno pot orodja. Skupna parametra, ki ju lahko nastavite za to vrsto premikov, sta želena hitrost orodja in pospeševanje orodja, določena v  $mm/s$  in  $mm/s^2$ , ter ena značilka. Izbrana značilka določi, v katerem prostoru značilke so predstavljeni položaji orodja smernih točk. Posebno pomembni v okviru prostora značilk so spremenljive značilke in spremenljive smerne točke. Spremenljive značilke lahko uporabite, ko položaj orodja smerne točke določi dejanska vrednost spremenljive značilke med delovanjem programa robota.
- **premikP** bo premikal orodje linearno ob stalni hitrosti s krožnimi upogibi in se uporablja za določene postopke, kot sta lepljenje in izdajanje. Velikost radija krivulje je privzeto nastavljena kot skupna vrednost med vsemi smernimi točkami. Ob manjši vrednosti bo ovinek ostrejši, ob višji vrednosti pa bo ovinek bolj raztegnjen in gladek. Ko se robotova roka s stalno hitrostjo premika med smernimi točkami, krmilna omarica robota ne more čakati na delovanje V/I ali dejanje upravljalca. To bi namreč zaustavilo gibanje robotove roke ali povzročilo zaščitno ustavitev.

Ukazu *moveP* se lahko doda **Krožni premik** ki je sestavljen iz dveh smernih točk: prva določa prehodno točko na krožnem loku, druga pa končno točko premikanja. Robot bo začel krožno gibanje iz trenutnega položaja in se nato premaknil skozi določeni smerni točki. Sprememba usmerjenosti orodja s krožnim premikom je določena samo z začetno usmerjenostjo in usmerjenostjo na končni točki, čeprav usmerjenost vmesne točke ne vpliva na krožni premik. Pred krožnim premikom mora vedno biti smerna točka pod enakim premikomP.

## Skupni parametri

Skupni parametri v spodnjem desnem kotu zaslona Premik se nanašajo na gibanje iz prejšnjega položaja robotove roke do prve smerne točke, ki je navedena v

ukazu, ter od tam do vsake naslednje smerne točke. Nastavitve ukaza Premik se ne nanašajo na pot, ki vodi *od* zadnje smerne točke, navedene pod ukazom Premik.

---

### Preračunaj gibanje

Obkljukajte ta okvirček, če je potrebno prilagoditi položaje, navedene v tem ukazu za premik, glede na aktivno TCP.

---

### Izbira TCP

TCP, izbrana za smerne točke, ki so navedene v tem ukazu Premik, je lahko izbrana tako, da obkljukate okvirček in izberete TCP iz spustnega menija. Izbrana TCP je nato nastavljena kot aktivna, vsakič ko se robotova roka premakne na eno izmed smernih točk, navedenih v tem ukazu Premik. Če okvirček ni obkljukan, aktivna TCP ni spremenjena na noben način. Če je aktivna TVP za to gibanje določena med potekom programa, jo je potrebno nastaviti dinamično z uporabo ukaza Nastavi (glejte 14.10) ali z uporabo skriptnih ukazov. Več informacij o konfiguraciji imenovanih TCP najdete v 13.6.

---

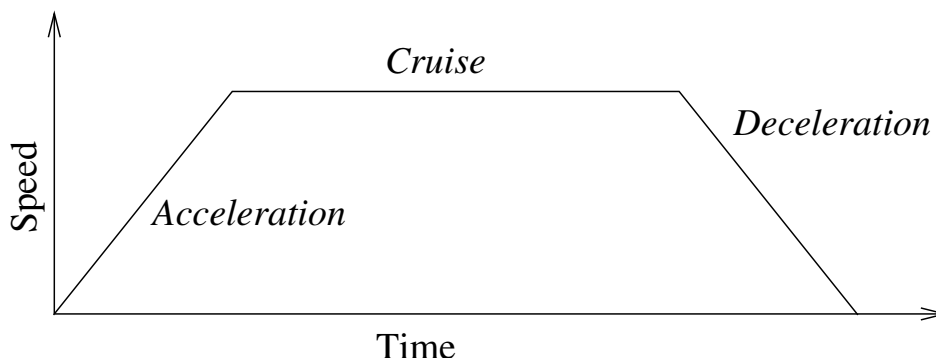
### Izbor funkcij

Za *PremikL* in *PremikP* je mogoče pri določanju smernih točk izbrati, v katerih prostorih značilke bodo te točke pod ukazom Premik predstavljene. To pomeni, da si bo program ob nastavljanju smernih točk zapomnil koordinate orodja v prostoru značilke izbrane značilke. Obstaja pa nekaj okoliščin, ki jih je treba natančneje pojasniti:

*Relativne smerne točke:* Izbrana značilka ne vpliva na relativne smerne točke. Relativno gibanje je vedno izvedeno glede na usmerjenost *Osnove*.

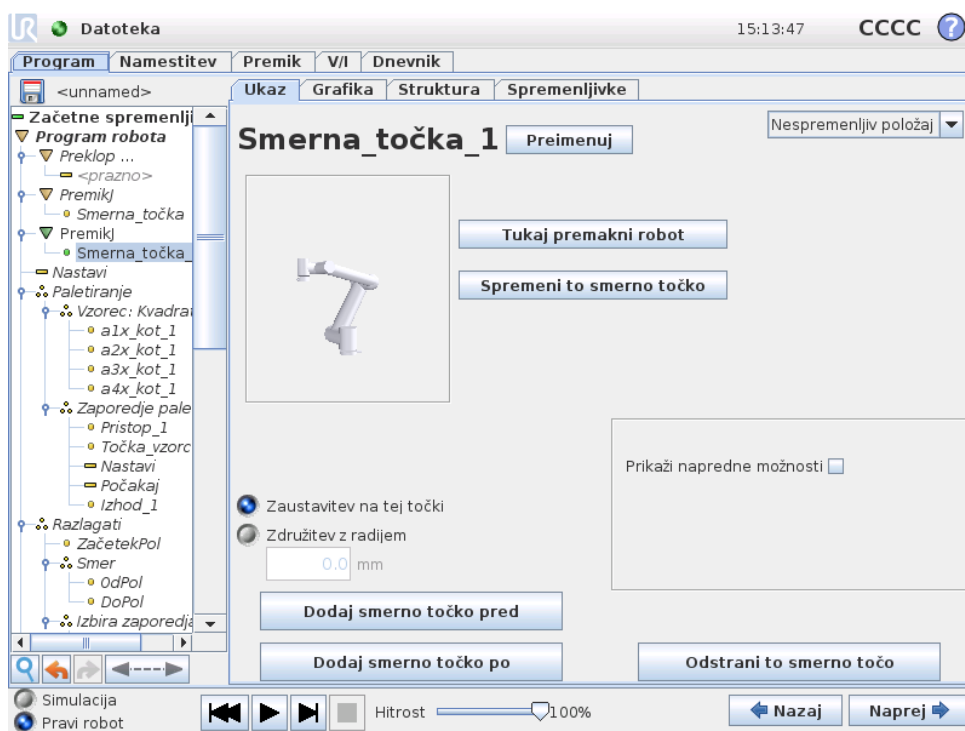
*Spremenljive smerne točke:* Ko se robotova roka premika proti spremenljivi smerni točki, je ciljni položaj orodja izračunan v okviru koordinat spremenljivke v prostoru izbrane značilke. Zato se gibanje robotove roke za spremenljivo smerno točko spremeni, ko izberete drugo značilko.

*Spremenljiva značilka:* Če so katere od značilk v trenutno naloženi namestitvi izbrane kot spremenljive, so te ustrezne spremenljivke prav tako na izbiro v izbirnem meniju značilk. Če izberete spremenljivo značilko (poimenovano po imenu značilke, ki ji sledi „-var“), bodo premiki robotove roke (razen do *Relativnih* smernih točk) relativni na dejansko vrednost spremenljivke med delovanjem programa. Prvotna vrednost spremenljive enote je vrednost dejanske enote, kot je konfigurirano v namestitvi. Če je ta vrednost spremenjena, se gibanje robota spremeni.



Slika 14.1: Profil hitrosti za premik. Krivulja je razdeljena na tri dele: *pospeševanje*, *tek* in *ustavljanje*. Raven faze *teka* je podana z nastavitvijo hitrosti gibanja, medtem ko je strmina faz *pospeševanja* in *ustavljanja* podana s parametrom pospeševanja.

## 14.6 Ukaz: Fiksna smerna točka



Točka na poti robota. Smerne točke so osrednji del programa robotove roke, saj ji naročajo, kje mora biti. Fiksno smerno točko (z nespremenjenim položajem) določite tako, da robotovo roko fizično premaknete na položaj.

### Nastavitev smerne točke

Pritisnite ta gumb, da vstopite na zaslon Premik, kjer lahko določite položaj robotove roke za to smerno točko. Če smerno točko določi ukaz Premik v linearnem prostoru (`premikLali premikP`), morate za ta ukaz Premik izbrati veljaven način, da boste lahko pritisnili ta gumb.

### Imena smernih točk

Imena smernih točk lahko spremenite. Dve smerni točki z enakim imenom sta vedno ena in ista smerna točka. Smerne točke se ob določanju tudi oštevilčijo.

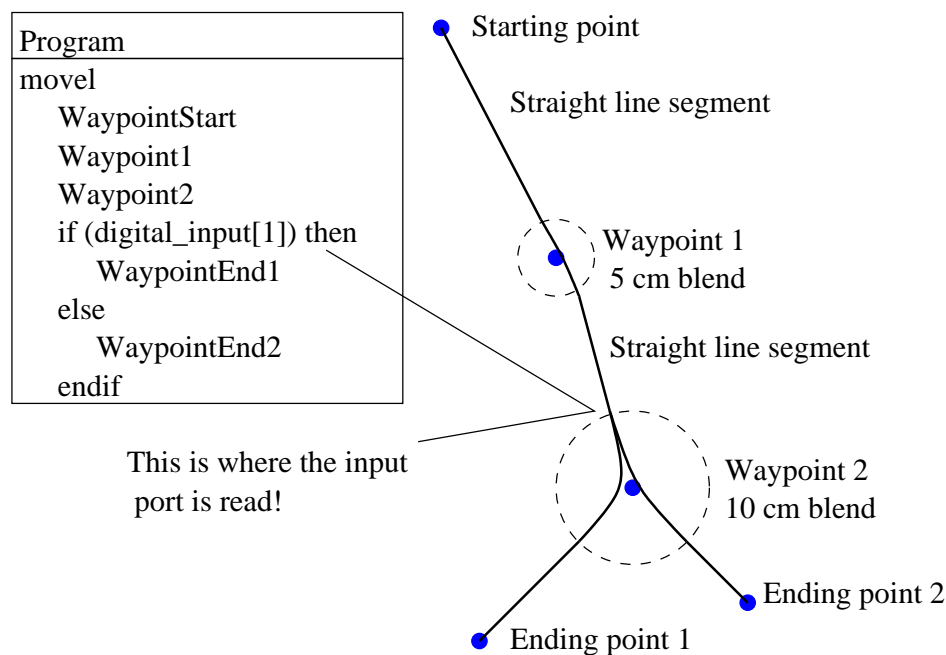
### Radij spoja

Če določite radij spoja, bo robotova roka v krivulji obšla smerno točko in se ji na njej ne bo treba ustaviti. Spoji ne morejo sovpadati, zato ne morete nastaviti radij spoja, ki sovпада z radijem spoja prejšnje ali naslednje smerne točke. Točka zaustavitve je smerna točka z radijem spoja 0,0mm.

### Opomba o časovni izbiri V/I

Če je smerna točka točka zaustavitve, ki ji sledi ukaz V/I, bo ukaz V/I izveden, ko se robotova roka ustavi na smerni točki. Če pa ima smerna točka radij spoja, bo naslednji ukaz V/I izvršen, ko robotova roka vstopi v območje spoja.

### Primer



Majhen primer, ko program robota premakne orodje iz začetnega položaja do enega izmed dveh končnih položajev, odvisno od stanja digitalnega vhoda `digitalni_vhod[1]`. Upoštevajte, da se krivulja orodja (debela črna linija) premika v ravnih linijah zunaj območja spoja (črtkani krogi), medtem ko se krivulja orodja oddaljuje od ravne linije znotraj območja spoja. Prav tako upoštevajte, da se stanje senzora digitalnega vhoda `digital_input[1]` odčita tik pred vstopom robotove roke v območje spajanja okoli smerne točke 2 `Waypoint 2`, tudi če je ukaz `če . . . potem` za smerno točko 2 `Waypoint 2` v programskem zaporedju. To na nek način ni smiselno, vendar je potrebno, da robot lahko izbere pravo spojeno pot.

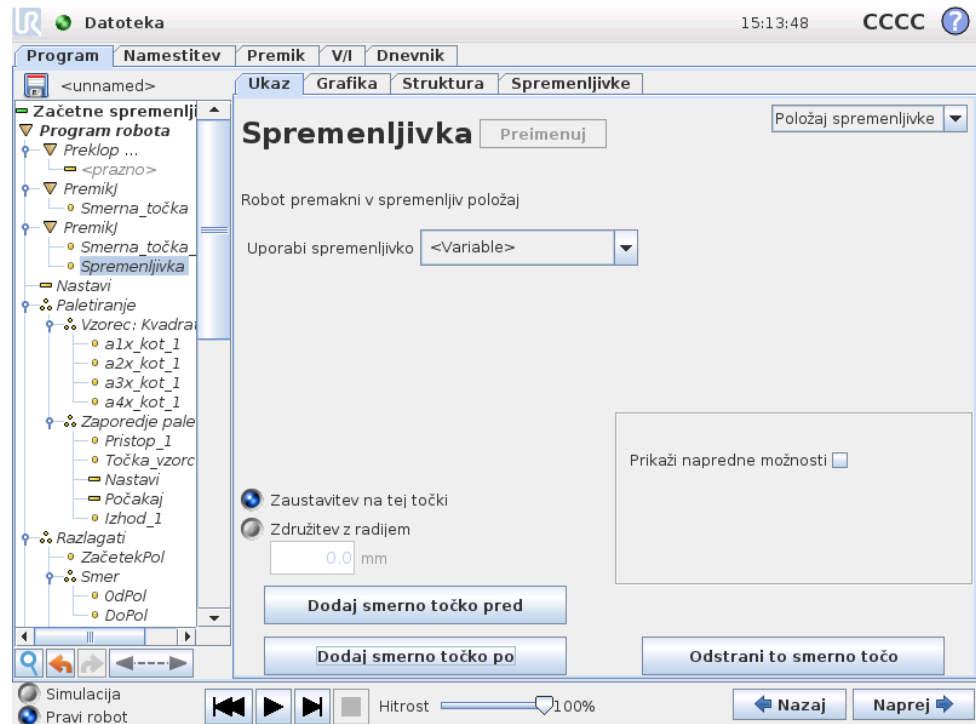
## 14.7 Ukaz: Relativna smerna točka



Smerna točka s položajem, ki je določen sorazmerno s prejšnjim položajem robotove roke, na primer „dva centimetra na levo“. Relativni položaj je določen kot razlika med dvema danima položajema (z leve proti desni). Upoštevajte, da lahko ponavljajoči relativni položaji premaknejo robotovo roko iz njenega delovnega prostora.

Razdalja tukaj je Kartezijanska razdalja med tcp na obeh položajih. Kot navaja, koliko se usmerjenost tcp spremeni med obema položajema. Natančneje povedano, gre za dolžina rotacijskega vektorja, ki opisuje spremembo v usmerjenosti.

## 14.8 Ukaz: Spremenljiva smerna točka:



Smerna točka s položajem, ki ga določa spremenljivka, v tem primeru `izračunan_pol`.

Spremenljivka mora biti *poza*, npr.

$var=p[0.5, 0.0, 0.0, 3.14, 0.0, 0.0]$ . Prve tri so  $x,y,z$  in zadnje tri so usmerjenost, podana kot *rotacijski vektor*, ki ga poda vektor  $rx,ry,rz$ . Dolžina osi ustreza kotu, ki ga je treba obrniti v radianih, vektor pa določi os, okrog katerih se izvede obrat. Položaj je vedno določena glede na referenčni okvir ali koordinatni sistem, ki ga določa izbran način. Robotova roka se vedno premika linearno proti spremenljivi smerni točki.

Na primer, če želimo robota premakniti 20 mm ob z-osi orodja:

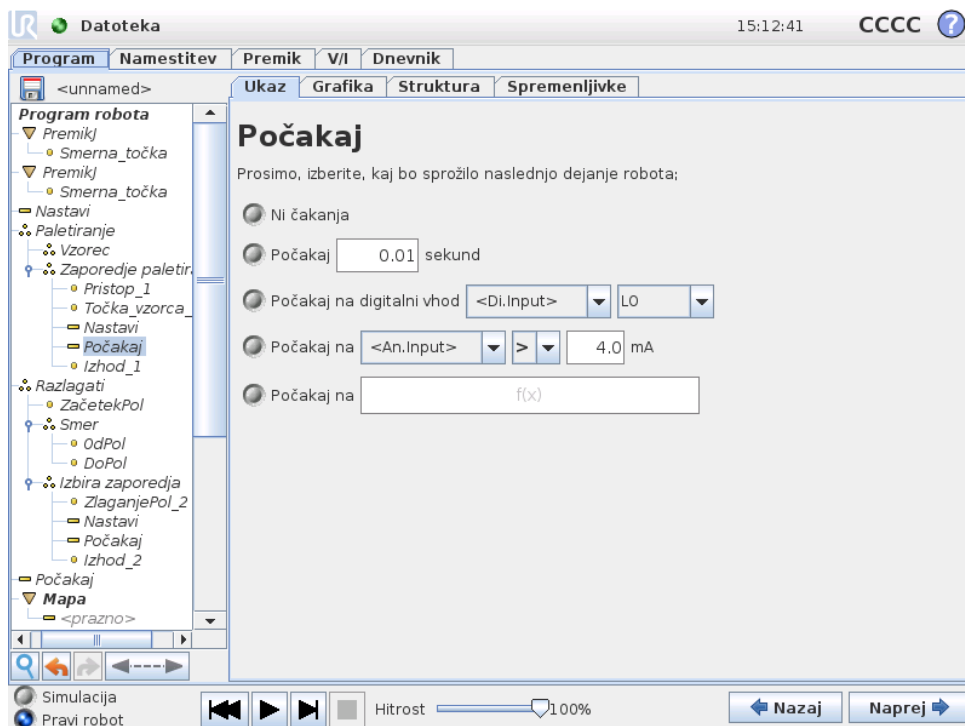
```
spr_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Premik1
```

```
Smerna točka_1 (spremenljiv položaj):
```

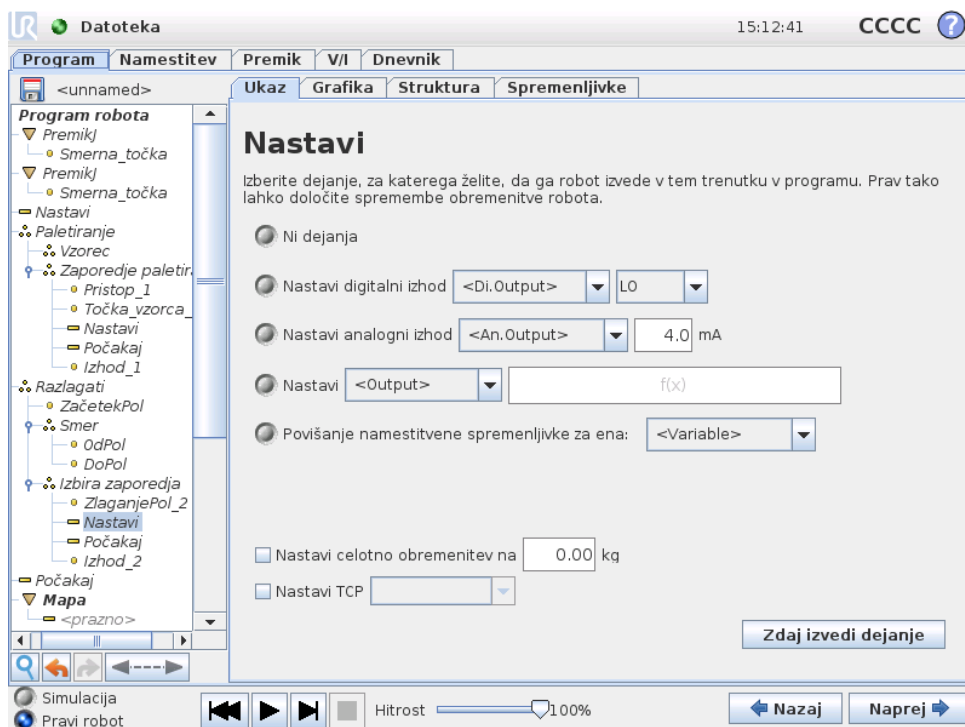
```
Uporaba spremenljivke=spr_1, Način=Orodje
```

## 14.9 Ukaz: Počakaj



Čaka določen čas ali na V/I-signal.

## 14.10 Ukaz: Nastavi

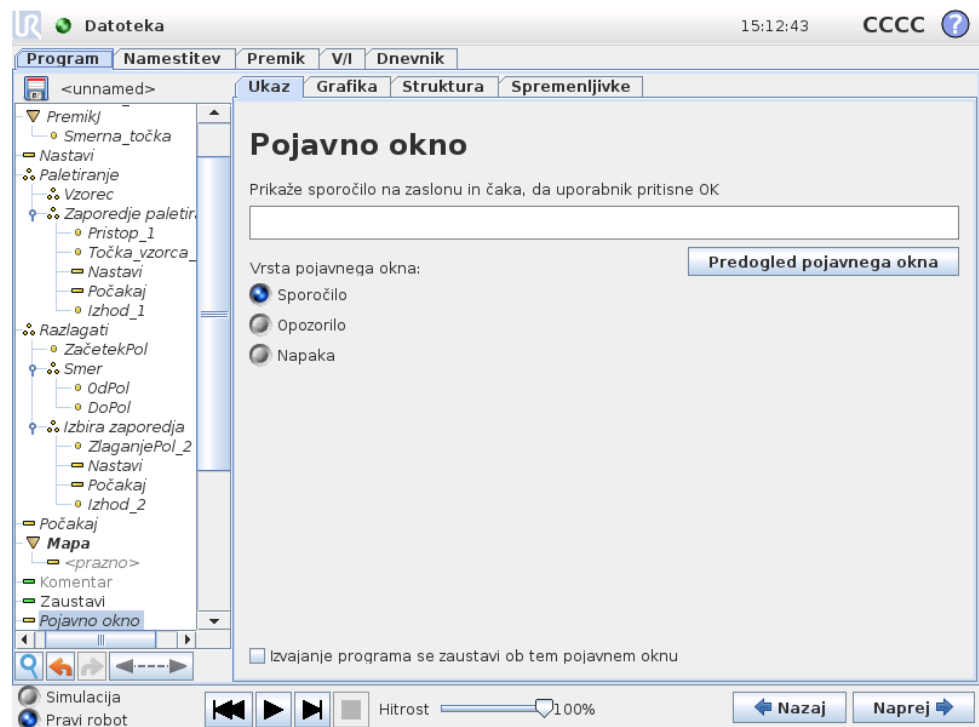


S funkcijo lahko nastavite digitalne ali analogne izhode na dano vrednost.

To lahko uporabite tudi za nastavitve obremenitve robotove roke, na primer teže, ki jo robot dvigne kot posledico tega dejanja. Prilagoditev teže je potrebna, da preprečite nepričakovano sprožitev zaščitne zaustavitve robota, če je teža orodja drugačna od pričakovane.

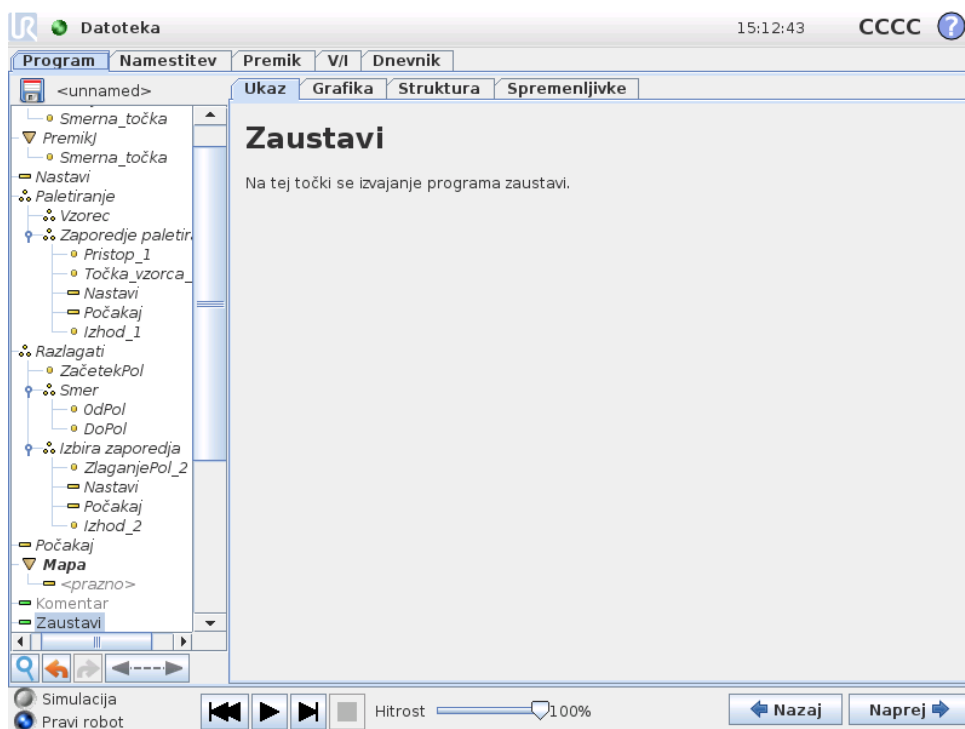
Aktivno točko TCP lahko spremenite tudi z ukazom Nastavi. Samo obkljukajte okvirček in izberite enega izmed odmikov TCP iz menija. Če je aktivna TCP za določeno gibanje znana ob času pisanja programa, lahko TCP izberete tudi na kartici Premik (glejte 14.5). Več informacij o konfiguraciji imenovanih TCP najdete v 13.6.

## 14.11 Ukaz: Pojavno okno



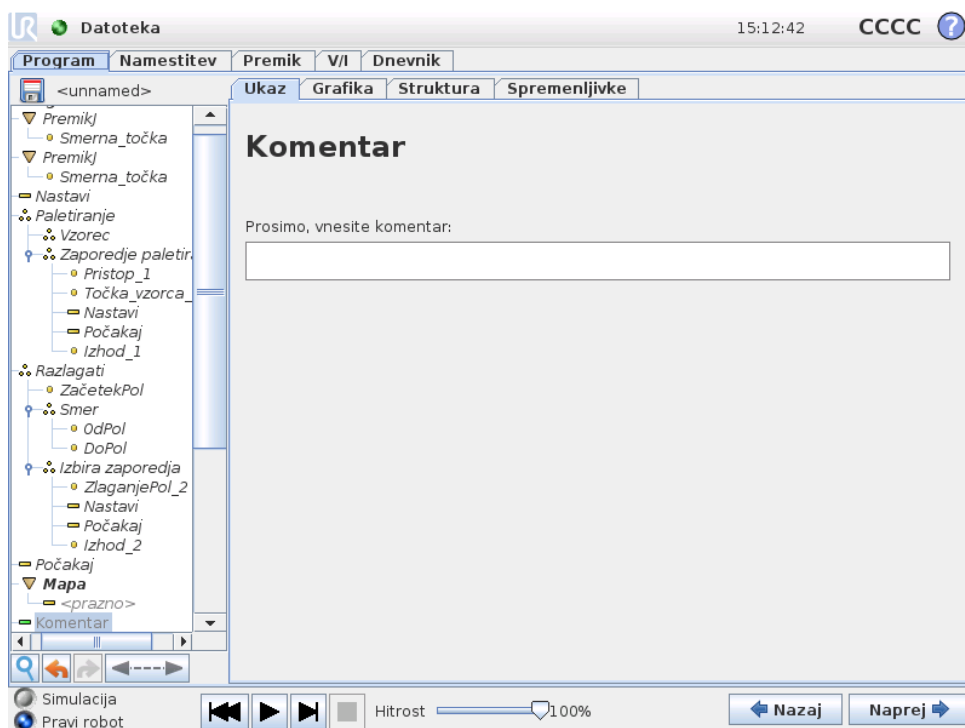
Pojavno okno je sporočilo, ki se prikaže na zaslonu, ko program doseže ta ukaz. Slog sporočila lahko izberete, besedilo pa lahko vnesete z zaslonsko tipkovnico. Robot čaka, da uporabnik/upravljevec pritisne gumb „OK“ pod pojavnim oknom, preden nadaljuje program. Če je izbrana „Zaustavitev izvajanja programa“, se program robota zaustavi ob tem pojavnem oknu.

## 14.12 Ukaz: Zaustavi



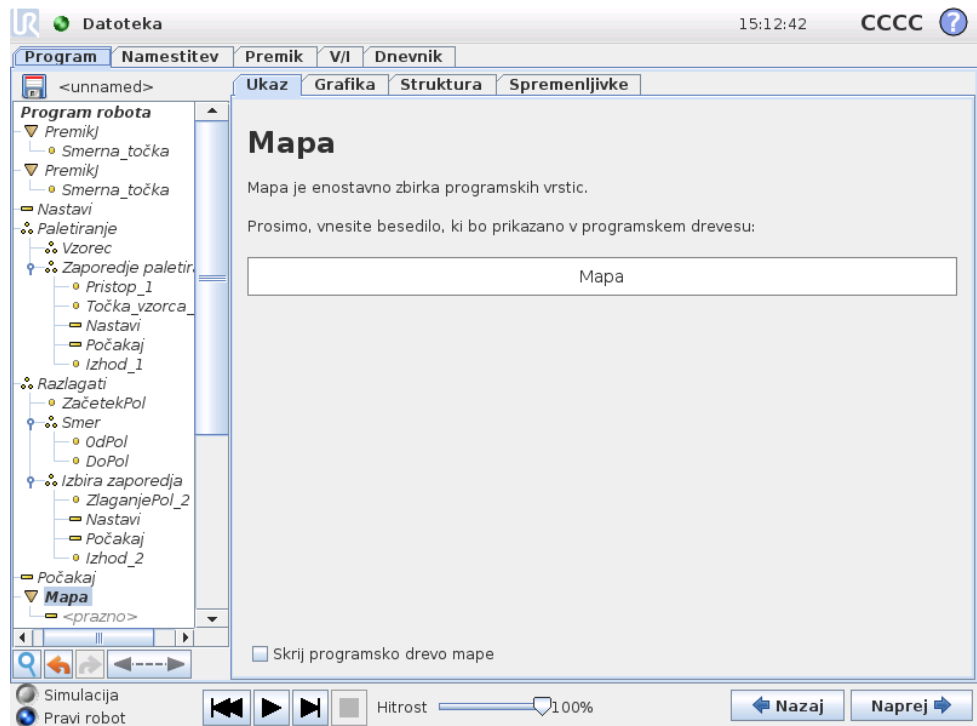
Na tej točki se izvajanje programa zaustavi.

## 14.13 Ukaz: Komentar



Funkcija omogoči programerju, da programu doda vrstico besedila. Ta vrstica besedila ne vpliva na izvajanje programa.

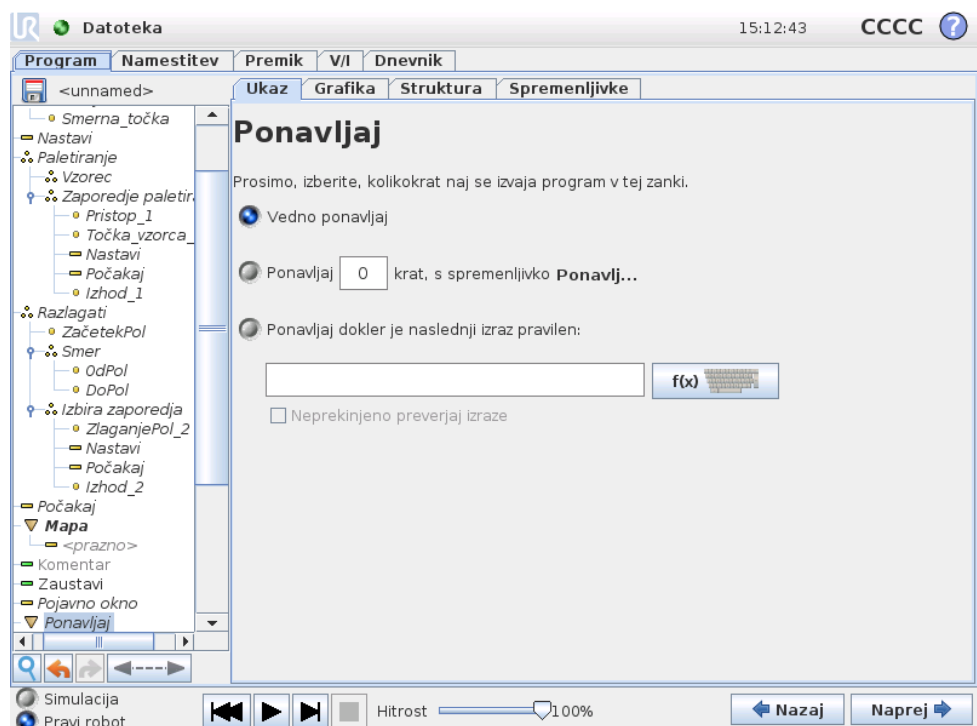
## 14.14 Ukaz: Mapa



Z mapo lahko uredite in označite določene dele programa, očistite programsko drevo ter ustvarite lažje berljiv program, ki omogoča enostavnejšo navigacijo.

Mapa sama po sebi ne počne ničesar.

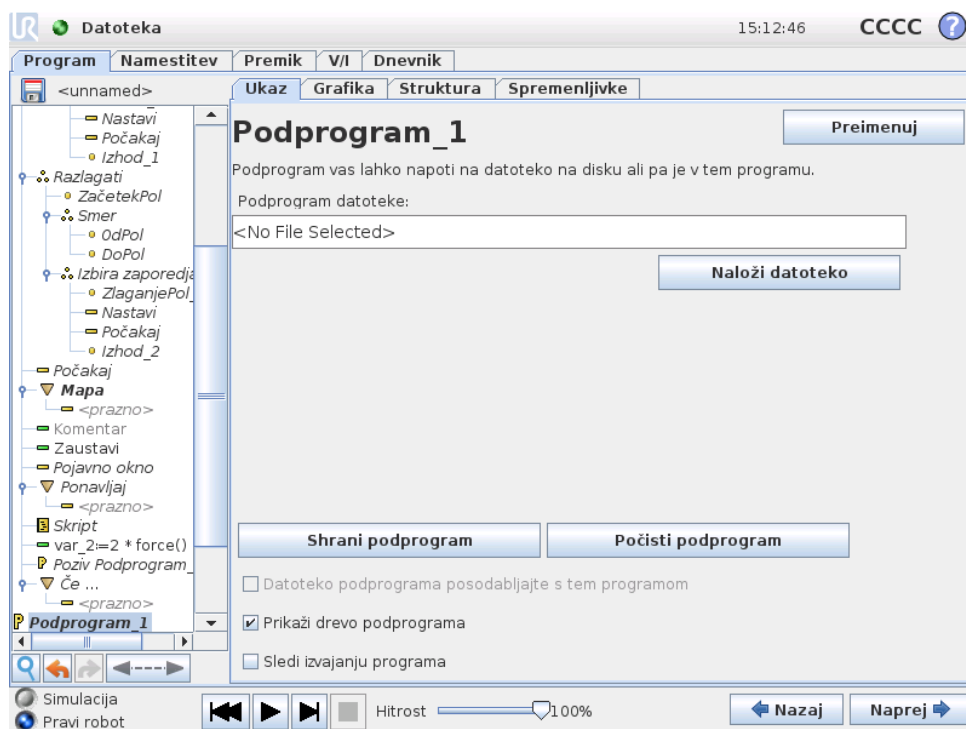
## 14.15 Ukaz: Ponavljaljaj



Ponavlja osnovne ukaze programa. Osnovni ukazi programa se lahko glede na opravljeno izbiro ponavljajo v neskončnost, določeno število krat ali dokler je dan pogoj resničen. Ko se ukaz ponovi določeno število krat, se ustvari dodeljena spremenljivka zank (imenovana `zanka_1` na zgornjem posnetku zaslona), ki se lahko uporablja v izrazih znotraj zanke. Spremenljivka zanke šteje od 0 do  $N - 1$ .

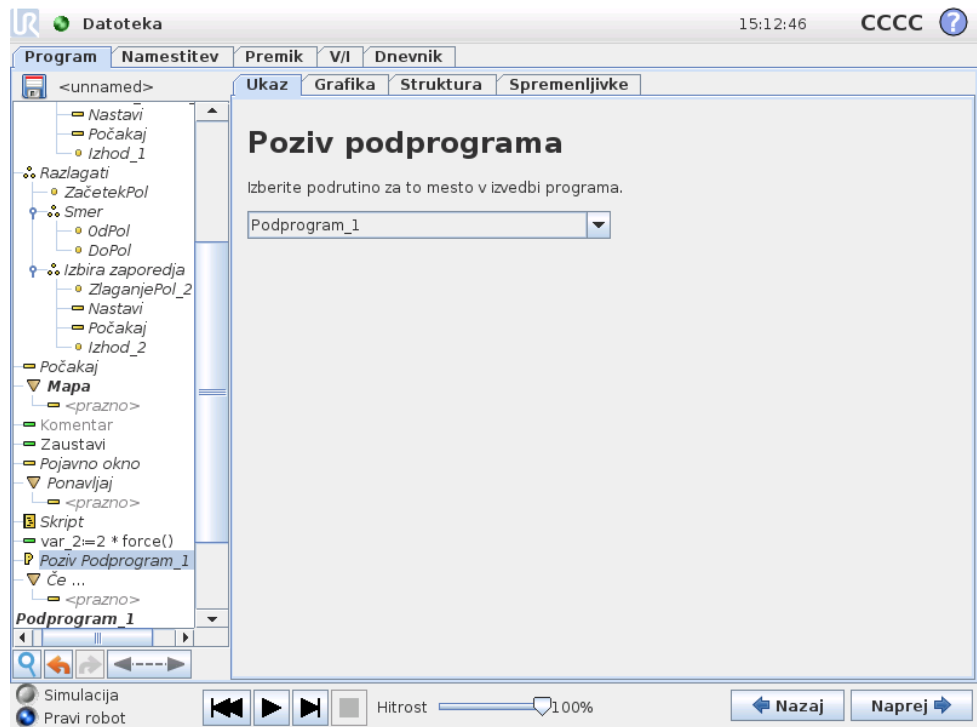
Pri ustvarjanju zank z uporabo izraza kot končnega pogoja nudi PolyScope možnost za neprekinjeno ocenjevanje tega izraza, tako lahko „zanko“ prekinete kadar koli med izvajanjem in ne le po vsaki ponovitvi.

## 14.16 Ukaz: Podprogram



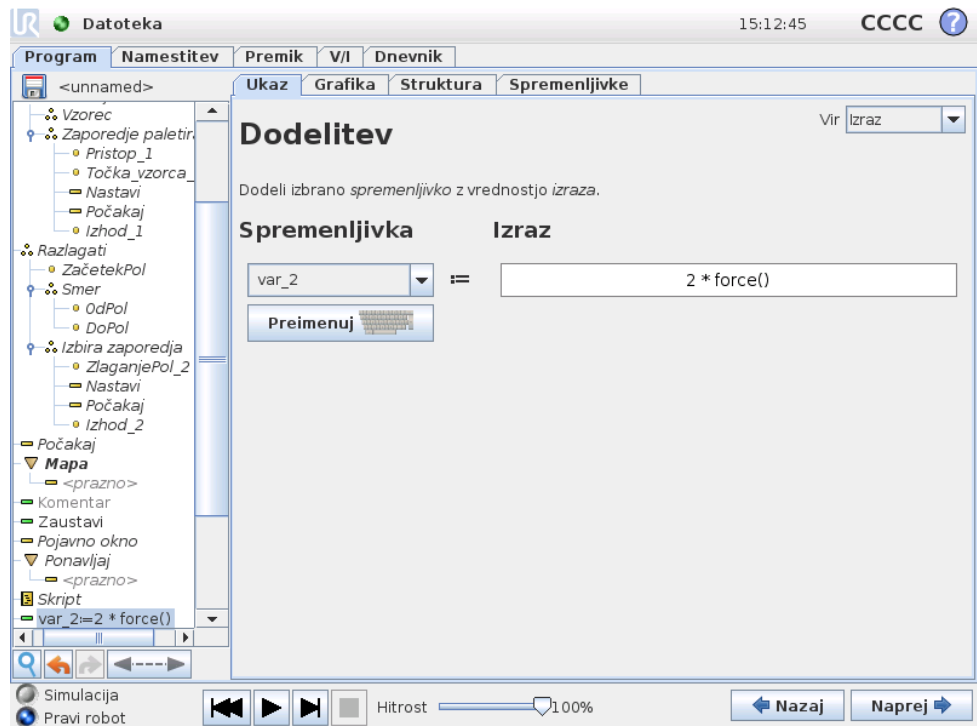
Podprogram lahko vsebuje dele programa, ki so potrebni na več mestih. Podprogram je lahko ločena datoteka na disku in je lahko tudi skrit, da podprogram zaščiti pred nenamernimi spremembami.

## Ukaz: Pozovi podprogram



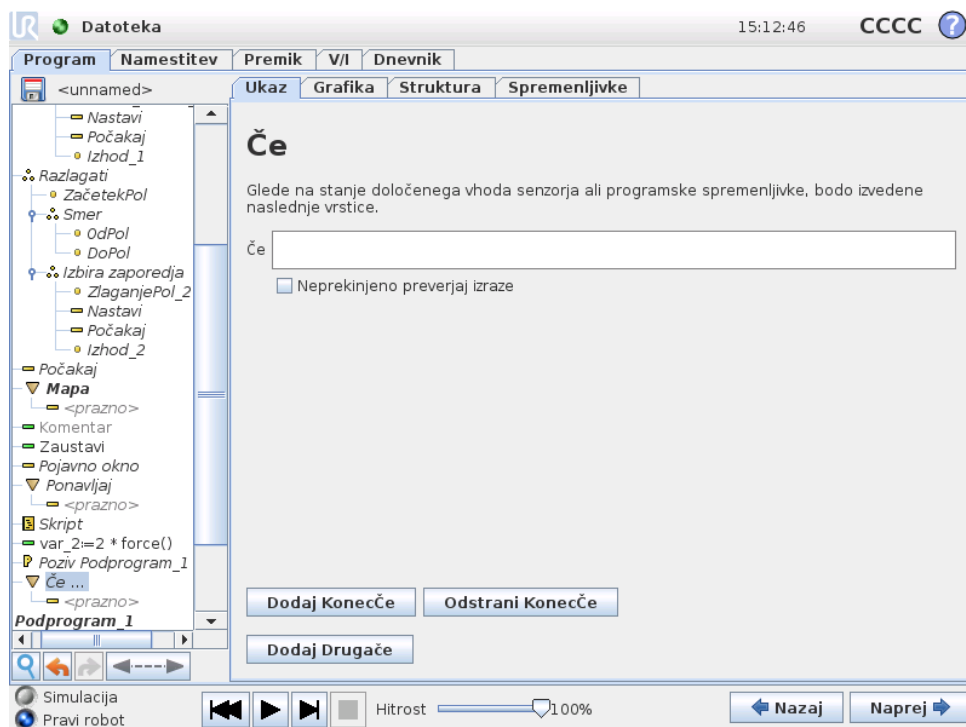
Ob pozivu podprograma se bodo zagnale programske vrstice v podprogramu, potem pa se bo dejanje nadaljevalo z naslednjo vrstico.

## 14.17 Ukaz: Dodelitev



Dodeli vrednost spremenljivkam. Dodelitev dodeli izračunano vrednost desne strani spremenljivki na levi strani. To je lahko uporabno v zapletenih programih.

## 14.18 Ukaz: Če

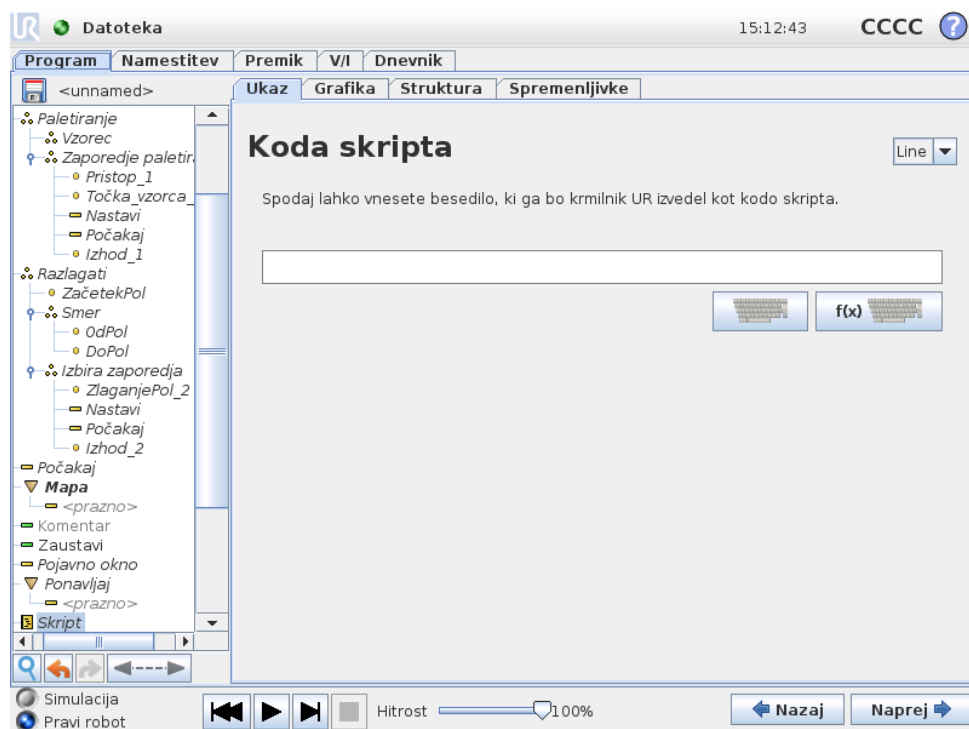


Struktura „če..potem..drugače“ lahko na osnovi vhodnih signalov ali vrednosti spremenljivk spremeni ravnanje robota. Uporabite urejevalnik izrazov, če želite opisati pogoj, v okviru katerega naj robot nadaljuje izvajanje podukazov, navedenih v izjavi če. Če je pogoj spoznan za Resničnega, se izvedejo vrstice te izjave če.

Vsaka izjava če lahko ima več izjav Sicerče in eno izjavo Sicer. Te lahko dodate z gumbi na zaslonu. Za ta ukaz lahko z zaslona odstranite ukaz Sicerče.

Odprta možnost Neprekinjeno preverjanje izrazov omogoča ocenjevanje pogojev izjav če in Sicerče, medtem ko se izvajajo vsebovane vrstice. Če je pogoj znotraj vsebine dela če spoznan za Neresničnega, je dosežena naslednja izjava Sicerče ali Sicer.

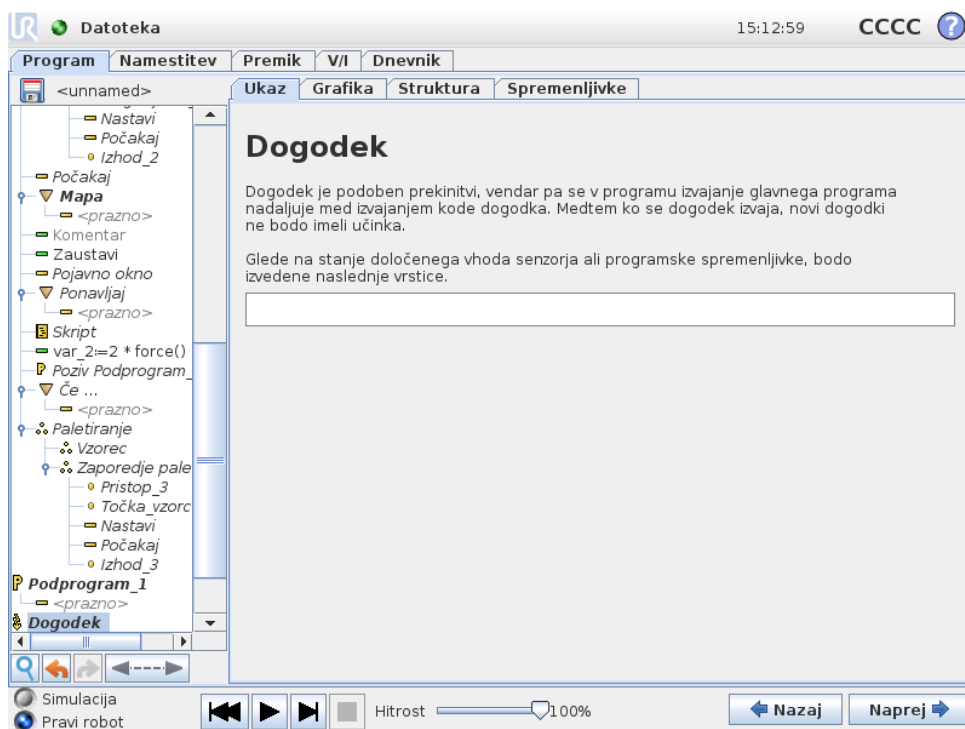
## 14.19 Ukaz: Skript



Ta ukaz omogoči dostop do osnovnega realnočasovnega jezika skripta, ki ga uporablja krmilnik robota. To je namenjeno le za napredne uporabnike, navodila za uporabo pa najdete v programskem priročniku na spletni strani za podporo (<http://support.universal-robots.com/>). Prosimo, upoštevajte, da imajo dostop do strani le distributerji UR in proizvajalci originalne opreme.

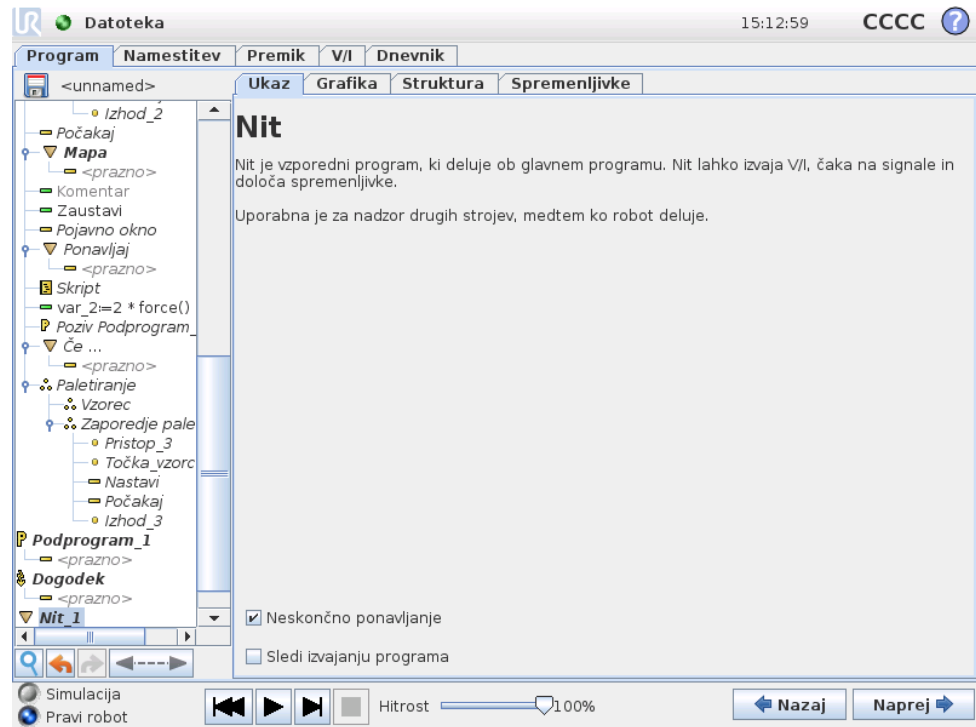
Če izberete možnost „Datoteka“ v levem kotu, lahko ustvarite in urejate skriptne datoteke programa. Tako lahko skupaj uporabljate zapletene skriptne programe s programiranjem PolyScope, ki je prijazno za upravljavce.

## 14.20 Ukaz: Dogodek



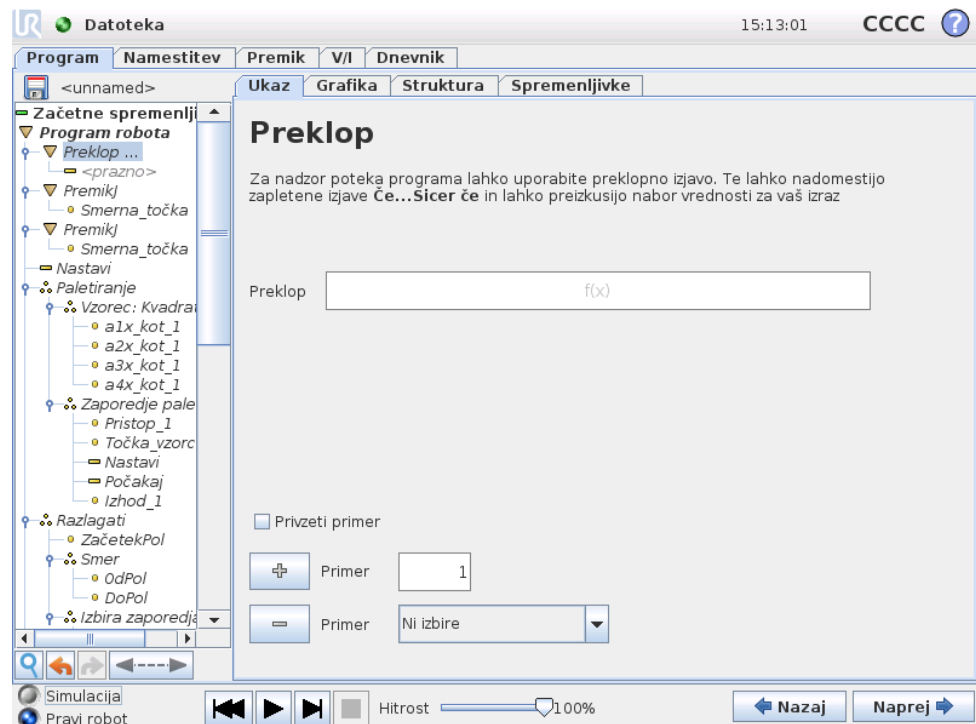
Dogodek lahko uporabite za nadziranje vhodnega signala in za izvajanje dejanja ali nastavitve spremenljivke, ko je vhodni signal visok. Na primer, če izhodni signal naraste, lahko program za dogodek počaka 200 ms in ga povrne nazaj v nizko stanje. To lahko zelo poenostavi kodo glavnega programa, če se zunanji stroj sproži ob naraščajočem robu namesto ob visoki stopnji vhoda. Dogodki so preverjeni enkrat v vsakem nadzornem ciklusu (vsakih 8 ms).

## 14.21 Ukaz: Nit



Nit je vzporeden postopek programu robota. Nit se uporablja za upravljanje zunanje stroja neodvisno od roke robota. Nit lahko komunicira s programom robota s spremenljivkami in izhodnimi signali.

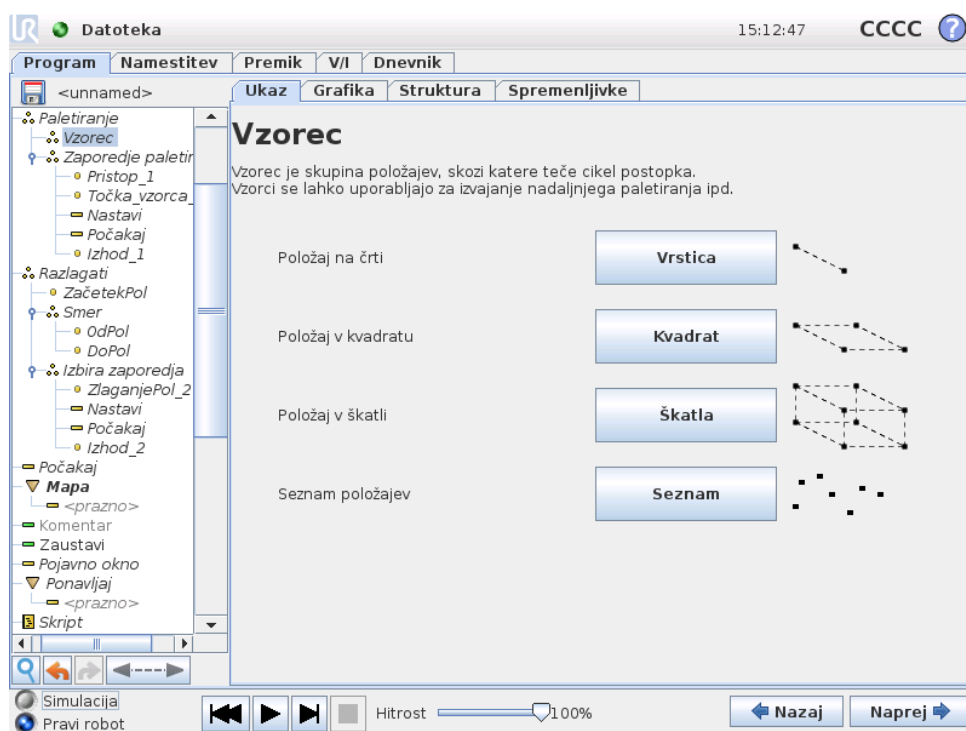
## 14.22 Ukaz: Preklopi primer



Struktura „Preklopi primer“ lahko na osnovi vhodnih signalov ali vrednosti spremenljivk spremeni ravnanje robota. Uporabite urejevalnik izrazov, če želite opisati osnovni pogoj in določiti primere, v okviru katerih naj robot nadaljuje izvajanje podukazov, navedenih v izjavi `Preklopa`. Če se pogoj ujema z enim izmed primerov, se izvedejo vrstice tega `Primer`. Če je definiran `Privzeti primer`, se vrstice izvedejo samo, če ni najden drug ujemajoči se primer.

Vsak `Preklop` ima lahko več `Primerov` in en `Privzeti primer`. `Preklopi` lahko imajo definirano samo eno instanco vrednosti za vsak `Primer`. Primere lahko dodate z gumbi na zaslonu. Za ta preklop lahko z zaslona odstranite ukaz `Primer`.

## 14.23 Ukaz: Vzorec



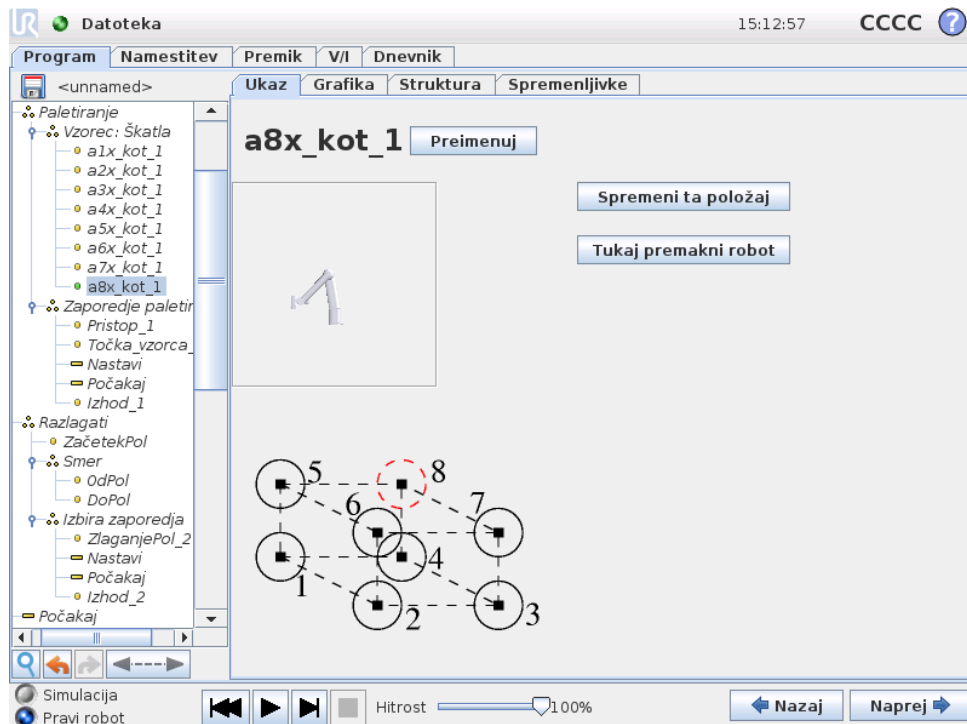
Ukaz `Vzorec` lahko uporabite, da preletite položaje v programu robota. Ukaz za vzorec ustreza enemu položaju ob vsakem izvajanju.

Vzorec ima lahko eno od štirih oblik. Prve tri „Črta“, „Kvadrat“ ali „Škatla“ se lahko uporabljajo za položaje v običajnem vzorcu. Običajni vzorci so določeni s številnimi značilnimi točkami, ob čemer točke določajo robove vzorca. Pri „Črti“ sta to dve končni točki, pri „Kvadratu“ so to tri od štirih točk kotov, medtem ko so pri „Škatli“ to štiri od osmih točk kotov. Programer vnese število položajev ob vsakem robu vzorca. Krmilnik robota nato izračuna posamezne položaje vzorca, tako da sorazmerno sešteje kotne vektorje.

Če položaji, ki jih je treba prečkati, ne ustrezajo običajnemu vzorcu, lahko izberete možnost „Seznam“, kjer programer ponudi seznam vseh položajev. Na tak način lahko izvedete kakršne koli razvrstitve položajev.

## Določitev vzorca

Ko izberete vzorec „Škatla“, se pojavi spodaj prikazani zaslون.



Vzorec „Škatla“ s tremi vektorji določa stranico škatle. Ti trije vektorji so dani kot štiri točke. Ob tem prvi vektor potuje od točke ena do točke dva, drugi vektor potuje od točke dva do točke tri in tretji vektor potuje od točke tri do točke štiri. Vsak vektor je razdeljen s številom točk v danem intervalu. Določen položaj v vzorcu izračunate s sorazmernim dodajanjem intervalnih vektorjev.

Vzorca „Črta“ in „Kvadrat“ delujeta na podoben način.

Spremenljivko števca uporabite ob prečkanju položajev vzorca. Ime spremenljivke se prikaže na zaslonu za ukaze Vzorec. Spremenljivka preleti številke od 0 do  $X * Y * Z - 1$ , število točk v vzorcu. To spremenljivko lahko manipulirate z nalogami in jo lahko uporabljate v izrazih.

## 14.24 Ukaz: Force (Sila)

Način sile (Force) omogoča prilagoditev položaja in sile v izbrani osi v delovnem prostoru robota. Vsi premiki robotove roke pod ukazom Force bodo v načinu sile. Ko se robotova roka premika v načinu sile, lahko izberete eno ali več osi, v katerih robotova roka prilagodi položaj. Vzdolž/okrog teh prilagojenih osi robotova roka sledi okolju, kar pomeni, da samodejno prilagodi svoj položaj, da doseže želeno silo. Prav tako lahko robotova roka sama uporabi silo pri delovanju v svojem okolju, npr. obdelovanec.

Način sile je primeren za aplikacije, v katerih dejanski položaj tcp vzdolž predhodno določene osi ni tako pomemben, temveč se naj namesto tega vzdolž te osi uporabi zelena sila. Če na primer točka TCP robota naleti na ukrivljeno površino ali

pa pri potiskanju in vlečenju obdelovanca. Z načinom sile je mogoča tudi uporaba določenega navora okrog predhodno določenih osi. Upoštevajte, da če robotova roka pri osi z nastavljeno neničelno silo ni zasledil ovir, bo poskušala pospešiti premike vzdolž/okrog te osi.

Čeprav je bila os določena kot prilagojena, bo robotski program kljub temu poskušal premakniti robota vzdolž/okrog te osi. Vendar pa nadzor sile zagotavlja, da bo robotova roka kljub temu dosegla določeno silo.



#### OPOZORILO:

Če je funkcija sile uporabljena napačno, lahko ustvari silo, večjo od 150N. Programirana sila mora biti upoštevana pri izdelavi ocene tveganja.

### Izbor funkcij

V meniju za izbiro funkcij je mogoče izbrati koordinatni sistem (osi), ki ga bo robot uporabljal med delovanjem v načinu sile. Funkcije v meniju so tiste, ki so bile določene pri namestitvi, glejte 13.12.

### Tip načina sile

Obstajajo štiri različni tipi načinov sile, ki določajo posamezne načine interpretiranja izbrane funkcije.

- **Simple (Enostavno):** V načinu sile bo prilagojena samo ena os. Sila vzdolž te osi je prilagodljiva. Zelena sila bo vedno uporabljena vzdolž z-osi izbrane funkcije. Za funkcije črte pa vzdolž y-osi.

- **Frame (Okvir):** Tip Okvirja omogoča naprednejšo uporabo. Tukaj je mogoče posamezno izbrati prilagodljivost položaja in sile v vseh šestih prostih stopnjah.
- **Točka:** Po izbiri Točke je y-os okvirja naloge usmerjena od točke TCP robota proti origu izbrane funkcije. Razdalja med točko TCP robota in origom izbrane funkcije mora biti vsaj 10 mm. Upoštevajte, da se bo okvir naloge skupaj s položajem točke TCP robota spremenil med časom izvajanja. X- in z-osi okvirja naloge sta odvisni od prvotne usmerjenosti izbrane funkcije.
- **Motion (Premik):** V načinu Premik se bo okvir naloge spremenil s smerjo premika TCP. X-os okvirja naloge bo projekcija smeri premika TCP na ravnino med x- in y-osjo izbrane funkcije. Y-os bo pravokotna na premikanje robotove roke in v x-y-ravnini izbrane funkcije. To je lahko koristno pri urezovanju vzdolž kompleksne poti, kjer je potrebna sila pravokotno na premik TCP. Če se robotova roka ne premika: Če vstopite v način sile med mirovanjem robotove roke, ne bo prilagojenih osi, dokler je hitrost TCP nad ničlo. Če robotova roka, pozneje, ko je še vedno v načinu sile, ponovno miruje, bo okvir naloge imel enako usmerjenost kot nazadnje, ko je bila hitrost TCP nad ničlo.

Dejanski okvir naloge za zadnje tri tipe si lahko med časom delovanja ogledate na grafičnih zavihkih (14.29), ko robot deluje v načinu sile.

---

## Izbira vrednosti sile

Silo lahko nastavite za prilagojene in neprilagojene osi, vendar z različnimi učinki.

- **Skladno:** Robotova roka bo nastavila svoj položaj, da doseže izbrano silo.
- **Ni skladno:** Robotova roka bo sledila poti, ki jo je nastavil program, medtem ko zastavlja zunanjo silo tukaj nastavljenih vrednosti.

Za translacijske parametre je sila določena v newtonih [N], za rotacijske pa je navor določen v newtonmetrih [Nm].

---

## Izbira omejitev

Za vse osi je mogoče nastaviti omejitvene vrednosti, ki pa imajo, glede na to, ali so osi prilagojene ali neprilagojene, različne pomene.

- **Skladno:** Omejitev predstavlja največjo hitrost, ki jo lahko doseže TCP vzdolž/okrog osi. Enoti sta [mm/s] in [deg/s].
- **Ni skladno:** Omejitev predstavlja največjo dovoljeno odstopanje od programske poti, preden se sproži zaščitna zaustavitev robota. Enoti sta [mm] in [deg].

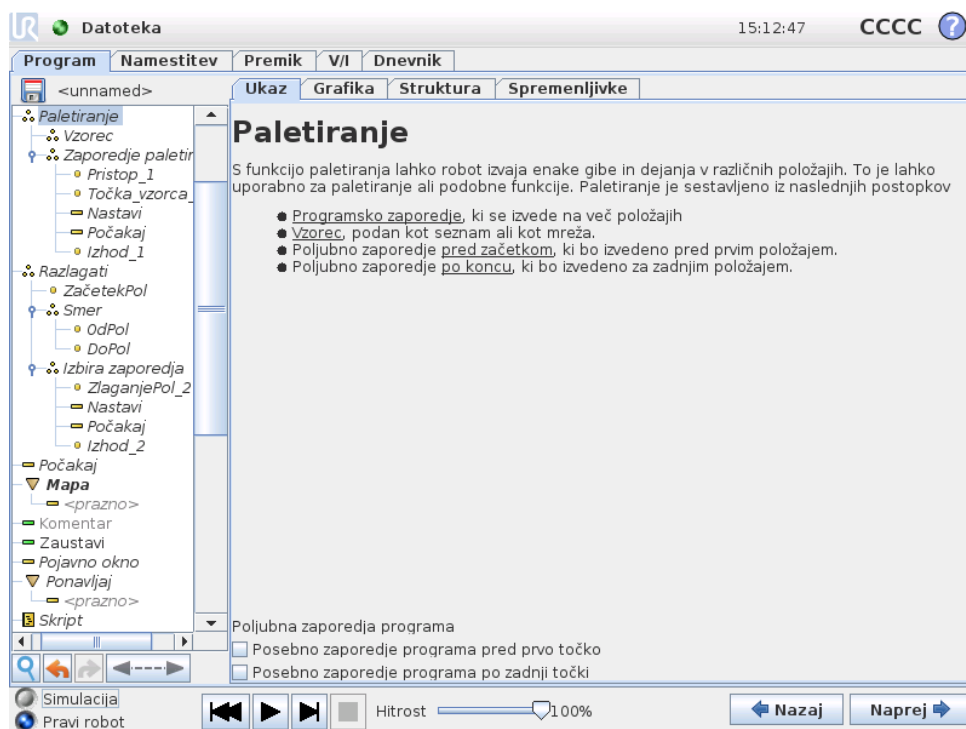
---

## Nastavitve preskusne sile

Z gumbom vklop/izklop, označenim s „Test“, je mogoče preklopiti funkcijo gumba Freedrive na zadnji strani ročne programirne enote iz normalnega načina Freedrive v preizkušanje ukaza Force.

Ko je pri vklopljenem gumbu Test pritisnjen gumb Freedrive na zadnji strani ročne programirne enote, bo robot izvedel ukaz Force neposredno, ne da bi program potekel, tako da je mogoče nastavitve preveriti pred dejanskim izvajanjem celotnega programa. Ta možnost je še posebej uporabna, da se prepričate, da so prilagojene osi in sile bile pravilno izbrane ter nastavljene. Z eno roko držite točko TCP robota, z drugo pa pritisnite gumb Freedrive ter upoštevajte, v katero smer je mogoče/ni mogoče premakniti robotove roke. Ko zapustite ta zaslon, se bo gumb Test samodejno izklopil, kar pomeni, da je gumb Freedrive na zadnji strani gumba ročne programirne enote mogoče ponovno uporabi za običajni način Freedrive. Opomba: Gumb Freedrive bo učinkovit samo, če za ukaz Force izberete veljavno funkcijo.

## 14.25 Ukaz: Paletiranje



Funkcija za paletiranje omogoči vrsto gibov na določenih vzorčnih mestih, kot je opisano v 14.23. Na vsakem položaju danega vzorca bo vrsta premikov potekala sorazmerno s položajem vzorca.

### Programiranje funkcije za paletiranje

Koraki, ki jih je treba izvesti, so naslednji;

1. Določite vzorec.
2. Določite „zaporedje paletiranja“ za prijemanje/odlaganje na vseh posameznih točkah. Zaporedje opisuje, kaj je treba storiti na vsakem položaju vzorca.
3. Na zaslonu za ukaze za zaporedje z izbirnikom določite, katera izmed smernih točk v zaporedju ustreza položajem vzorca.

## Zaporedje paletiranja/usidrano zaporedje

V vozlišču zaporedja palet so premiki robotove roke sorazmerni s položaji palet. Zaporedje poteka tako, da bo robotova roka na položaju, ki ga določa vzorec, na usidranem položaju/v vzorčni točki. Ostali položaji bodo sorazmerno s tem premaknjeni.

Med zaporedjem ne uporabite ukaza Premik, saj ne bo relativen z usidranim položajem.

### „PredZačetkom”

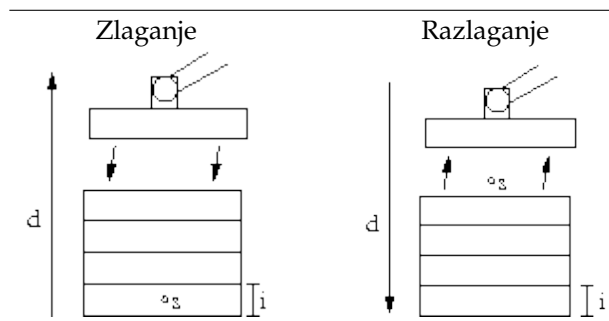
Izbirno zaporedje PredZačetkom se zažene tik pred začetkom postopka. To lahko uporabite za čakanje na pripravljene signale.

### „PoKoncu”

Izbirno zaporedje PoKoncu se zažene po koncu postopka. To lahko uporabite za zagon transportnega traku, ki se pripravi za naslednjo paleto.

## 14.26 Ukaz: Iskanje

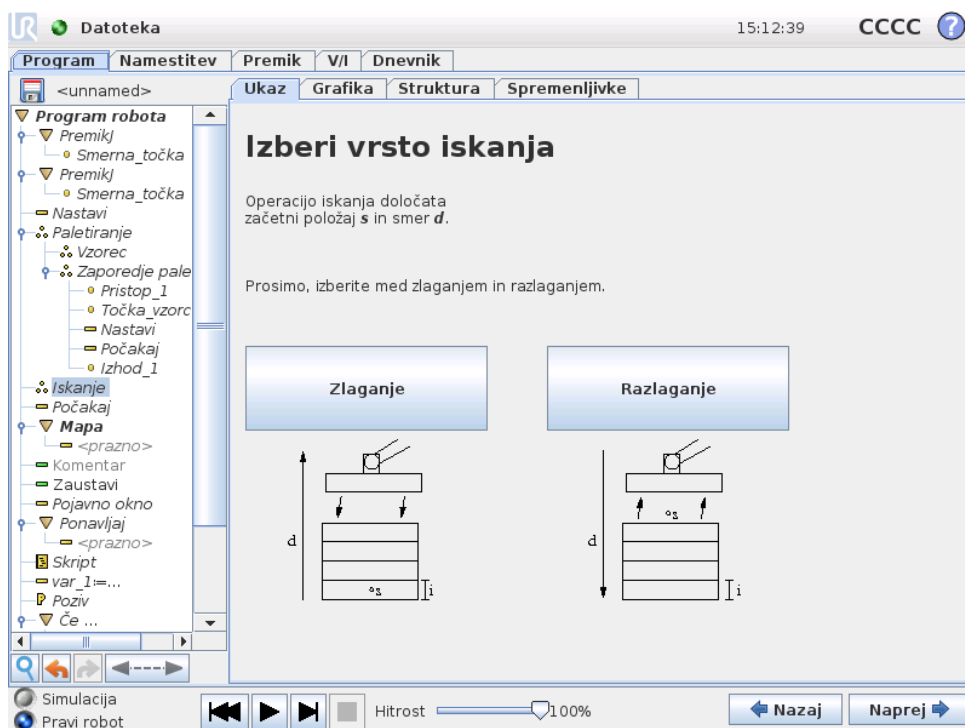
Funkcija za iskanje s senzorjem določa, kdaj je dosežen pravilni položaj za prijem oz. izpust elementa. Senzor je lahko potisni gumb, senzor pod pritiskom ali kapacitivni senzor. Ta funkcija je namenjena delu s skladovnico elementov z različno debelino elementov oz. kadar točni položaji elementov niso znani ali jih je pretežko programirati.



Ko programirate iskanje za delo na skladovnici, morate določiti s začetno točko,  $d$  smer skladovnice in  $i$  debelino elementov na skladovnici.

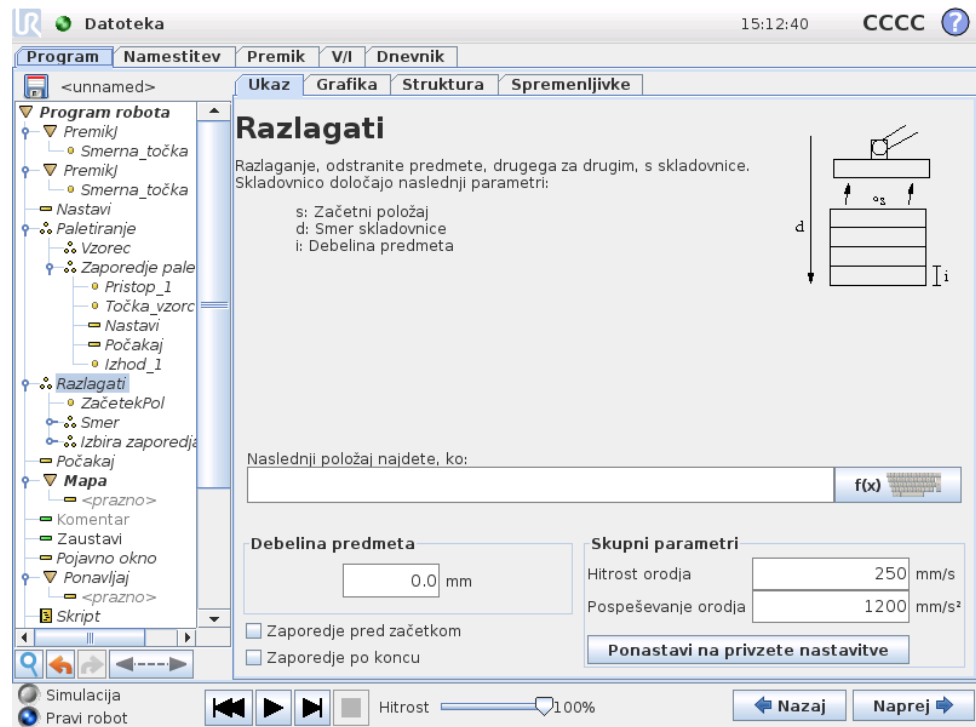
Prav tako pa morate določiti pogoj za doseganje naslednjega položaja skladovnice in posebno zaporedje programa, ki bo izvedeno ob vsakem položaju skladovnice. Za premike pri delu s skladovnico morate določiti tudi hitrost in pospešitev.

## Zlaganje



Med zlaganjem se robotova roka premakne na začetno točko in se nato premakne v *nasprotno* smer, da poišče naslednji položaj skladovnice. Ko najde položaj, si ga robot zapomni in izvede posebno zaporedje. V naslednjem ciklu robot začne iskanje na tej točki, razširjeni z debelino elementa v smeri skladovnice. Zlaganje je končano, ko višina skladovnice doseže določeno število ali ko senzor odda signal.

## Razlaganje

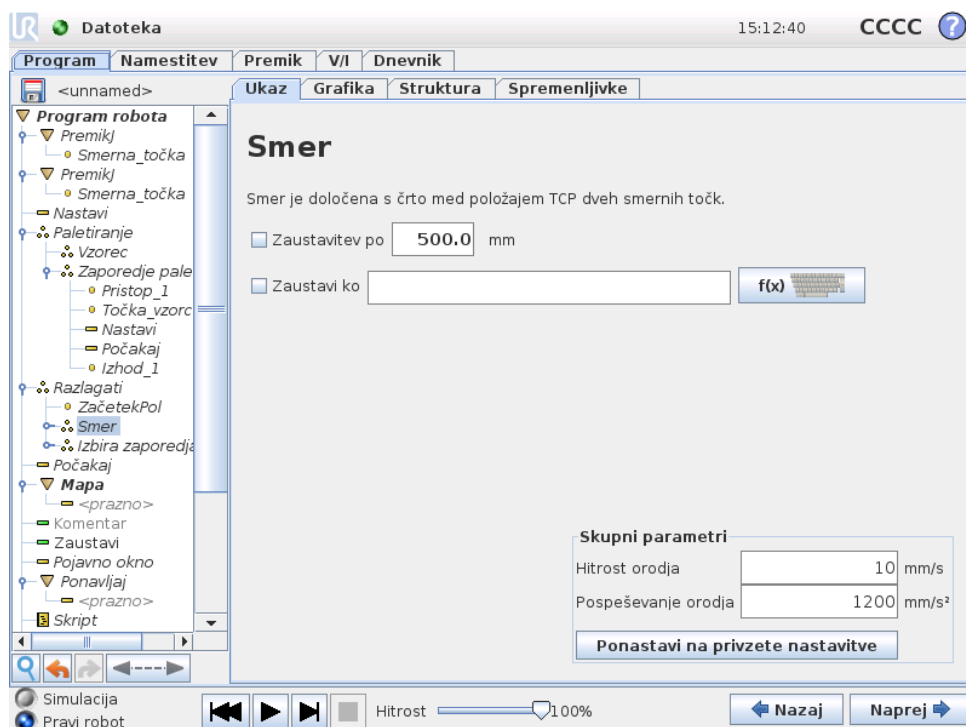


Pri razlaganju se robotova roka premakne od začetnega položaja v dani smeri za iskanje naslednjega elementa. Pogoji na zaslonu določajo, kdaj bo dosežen naslednji element. Ko je pogoj izpolnjen, si robot zapomni položaj in izvede posebno zaporedje. V naslednjem ciklu robot začne iskanje na točki, ki si jo je zapomnil, in jo poveča za debelino elementa.

### Začetni položaj

Zlaganje se začne na začetnem položaju. Če je začetni položaj izpuščen, se zlaganje začne na trenutnem položaju robotove roke.

## Smer



Smer je določena z dvema položajema in je izračunana kot razlika med položajem od položaja prve točke TCP do položaja druge točke TCP. Opomba: Smer ne upošteva usmerjenosti točk.

### Izraz naslednjega položaja za zlaganje

Robotova roka se premika ob smernem vektorju, medtem ko nenehno ocenjuje, ali je dosegla naslednji položaj skladovnice. Ko je izraz ocenjen z Resnično, robot izvede posebno zaporedje.

### „PredZačetkom”

Izbirno zaporedje `PredZačetkom` se zažene tik pred začetkom postopka. To lahko uporabite za čakanje na pripravljene signale.

### „PoKoncu”

Izbirno zaporedje `PoKoncu` se zažene po koncu postopka. To lahko uporabite za zagon transportnega traku, ki se pripravi za naslednjo paleto.

### Zaporedje prijemanja in odlaganja

Kot pri paletiranju (14.25) robot ob vsakem položaju skladovnice izvede posebni program.

## 14.27 Ukaz: Sledenje transportnega traku

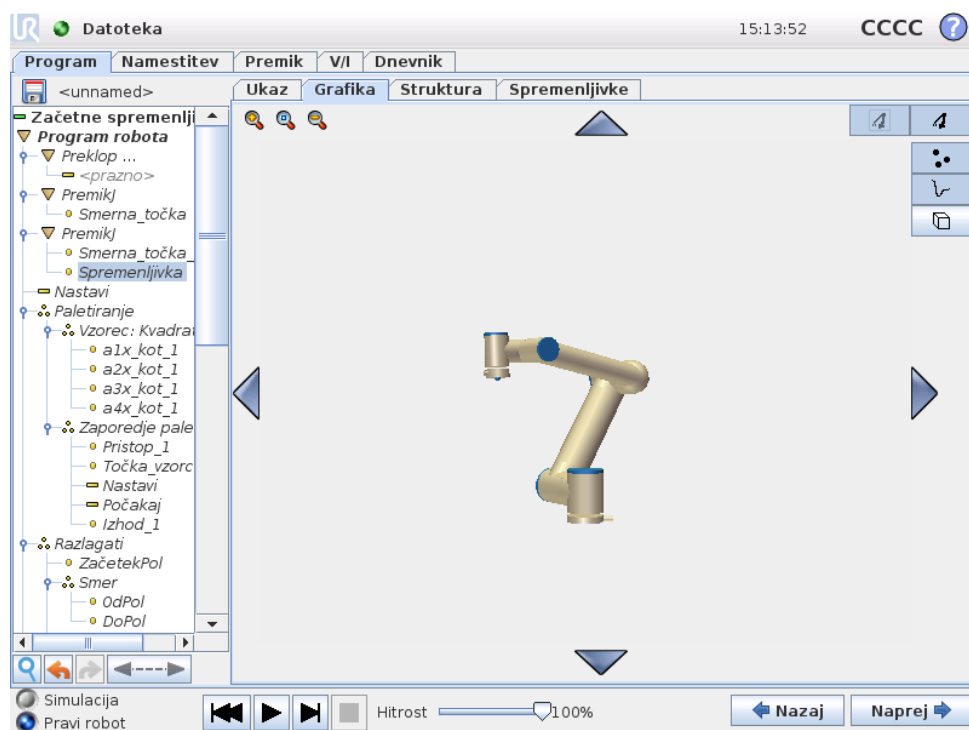
Pri uporabi transportnega traku je mogoče robota konfigurirati tako, da sledi premikanju traku. Za sledenje transportnem traku je na voljo programska vozlišče,

Sledenje traku (Conveyor Tracking). Ko je v namestitvi pravilno definirano sledenje traku, je možno slediti linearnem ali krožnem transportnem traku. Vozlišče je mogoče dodati iz čarovnika za programska vozlišča na zavihku Struktura. Ko teče program pod vozliščem Sledenje traku, robot prilagaja svoje gibanje, da le-to sledi transportnem traku. Med sledenjem traku so dovoljeni tudi drugi gibi, a so relativni na gibanje transportnega traku.

## 14.28 Ukaz: Prepreči

Onemogočene programske vrstice bodo med izvajanjem programa preprosto izpuščene. Onemogočeno vrstico je pozneje mogoče ponovno omogočiti. To je hiter način za spreminjanje programa, ne da bi spremenili izvirne vsebine.

## 14.29 Zavihek Grafika



Grafičen prikaz trenutnega programa robota. Pot središčne točke orodja (TCP) je prikazana v 3D-pogledu, s segmenti premikov, prikazanimi s črno barvo, in segmenti spojev (prehodi med segmenti premikov) z zeleno barvo. Zelene pike določajo položaj TCP ob vsaki smerni točki v programu. 3D-risba robotove roke prikazuje trenutni položaj robotove roke, „senca“ robotove roke pa prikazuje, kako robotova roka namerava doseči smerno točko, ki je izbrana na levi strani zaslona.

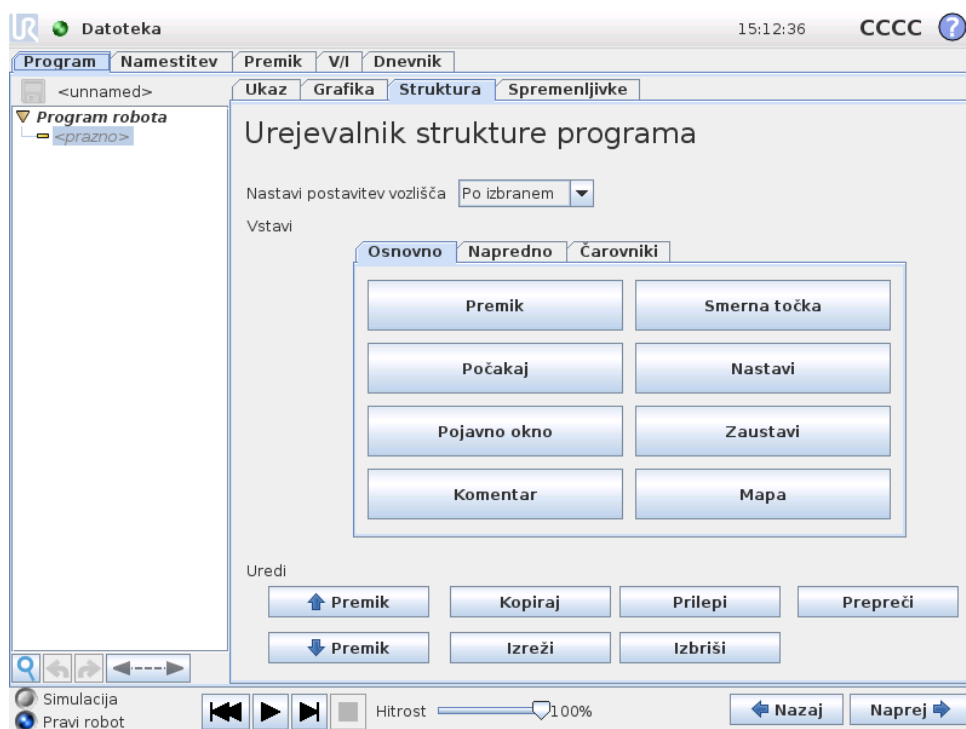
Če se trenutni položaj središčne točke orodja (TCP) robota približa varnostni ali sprožilni plošči, ali je usmerjenost orodja robota blizu meja usmerjenosti orodja (glejte 10.12), se prikaže 3D predstavitev najbližje meje. Pomnite, da je, medtem ko robot izvaja program, vizualizacija omejitve meja onemogočena.

Varnostne plošče so predstavljene z rumeno in črno barvo in z majhno puščico normale plošče, ki predstavlja stran plošče, na katero je možno namestiti središčno

točko orodja robota. Sprožilne plošče so prikazane z modro in zeleno barvo in majhno puščico, ki kaže na eno stran plošče, kjer so aktivne meje *normalnega* načina (see 10.6). Meja usmerjenosti orodja je predstavljena z okroglim stožcem in vektorjem, ki kažeta trenutno usmerjenost orodja robota. Notranjost stožca predstavlja dovoljeno območje usmerjenosti orodja (vektor).

Ko ciljna središčna točka orodja ni več v bližini meje, 3D predstavitev izgine. Če je središčna točka orodja onkraj meje ali zelo blizu meje, se vizualizacija obarva rdeče. 3D-pogled lahko povečate in obrnete, da zagotovite boljši pogled na robotovo roko. Z gumbi v zgornji desni strani zaslona lahko onemogočite različne grafične komponente v 3D-pogledu. Spodnji gumb vklopi oz. izklopi vizualizacijo najbližje meje. Prikazani segmenti premika so odvisni od izbranega vozlišča programa. Če izberete vozlišče *Premik*, je prikazana pot gibanja, ki ga določa ta premik. Če izberete vozlišče *Smerna točka*, je prikazanih naslednjih ~ 10 korakov gibanja.

## 14.30 Zavihek Struktura



V zavihku *Struktura* lahko vstavljate, premikate, kopirate in odstranite različne vrste ukazov.

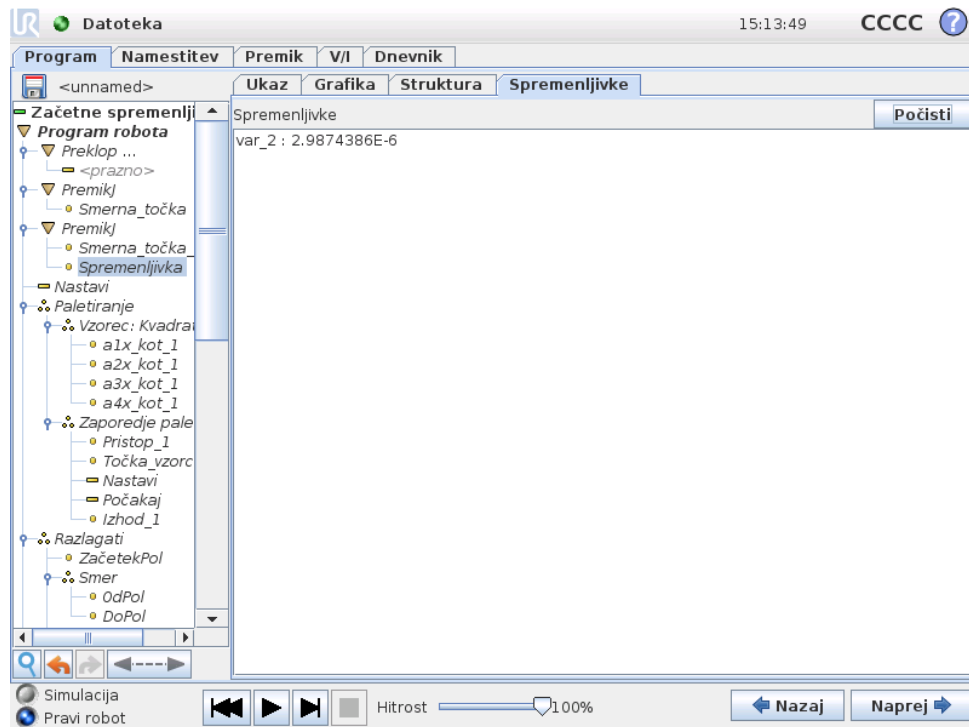
Za vstavljanje novih ukazov postopajte, kot sledi:

- 1) Izberite obstoječ ukaz programa.
- 2) Izberite, ali naj bo nov ukaz vstavljen nad ali pod izbran ukaz.
- 3) Pritisnite gumb za vrsto ukaza, ki ga želite vstaviti. Če želite prilagoditi podrobnosti za nov ukaz, pojdite v zavihek *Ukaz*.

Ukaze lahko z gumbi v okviru za urejanje premaknete/kopirate/izbršete. Če ima ukaz podukaze (trikotnik zraven ukaza), bodo tudi vsi podukazi premaknjeni/kopirani/izbrisani.

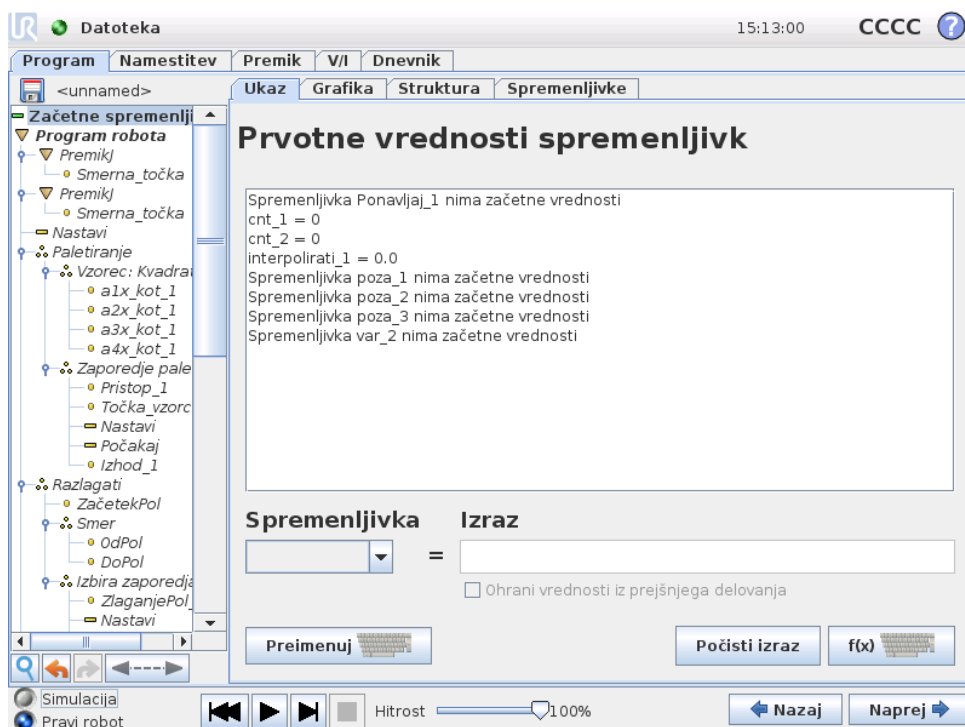
Vsi ukazi pa niso primerni za vsa mesta v programu. Smerne točke morajo biti pod ukazom Premik (ni nujno, da so takoj pod njim). Ukaza SicerČe in Sicer morata biti za izjavo če. Nasploh lahko premikanje ukazov SicerČe vodi do zmede. Spremenljivkam morate dodeliti vrednosti, preden jih uporabite.

## 14.31 Zavihek spremenljivke



Zavihek Spremenljivke prikazuje trenutne vrednosti spremenljivk v tekočem programu in vodi seznam spremenljivk ter vrednosti med delovanjem programa. Prikaže se samo, če ima informacije za prikaz. Spremenljivke so razvrščene po abecedi, glede na njihove nazive. Imena spremenljivk na tem zaslonu so prikazana z največ 50 znaki, vrednosti spremenljivk pa z največ 500 znaki.

## 14.32 Ukaz: Inicializacija spremenljivk



Ta zaslon pomaga nastaviti vrednosti spremenljivk pred izvajanjem programa (in niti).

S seznama spremenljivk izberite spremenljivko, tako da kliknete nanjo ali da uporabite polje za izbiro spremenljivke. Za izbrano spremenljivko lahko vnesete izraz, s katerim nastavite vrednost spremenljivke ob začetku programa.

Če izberete potrditveno polje „Obdrži vrednost iz prejšnjega zagona“, bo spremenljivka inicializirana na vrednost, navedeno v zavihku Spremenljivke, ki so opisane v 14.31. To omogoča, da spremenljivke ohranijo svoje vrednosti med izvajanjem programa. Če je program zagnan prvič oz. je bil zavihek z vrednostmi počiščen, bo spremenljivka dobila svojo vrednost iz izraza.

Spremenljivko lahko izbrišete iz programa, če njeno ime nastavite na prazno (samo presledki).



## 15 Namestitveni zaslon



- **Zagon robota** Gre na namestitveni zaslon, glejte 11.5.
- **Jezik in enote** Konfiguracija jezika in merskih enot za uporabniški vmesnik, glejte 15.1.
- **Posodobitev robota** Posodobitev programske opreme robota na novejšo različico, glejte 15.2.
- **Nastavitev gesla** Ponuja funkcionalnost zaklepanja programskega dela robota za ljudi brez gesla, glejte 15.3.
- **Kalibracija zaslona** Kalibrira „dotik“ zaslona na dotik, glejte 15.4.
- **Nastavitev omrežja** Odpre vmesnik za nastavitev mrežnih povezav za krmilno omarico robota, glejte 15.5.
- **Nastavitev časa** Nastavite čas in datum za sistem ter konfigurirajte obliko prikaza za uro, glejte 15.6.
- **Nazaj** Povratek na pozdravni zaslon.

## 15.1 Jezik in enote

?

### Nastavitev robota

Zagon robota

Jezik in enote

Posodobi robota

Nastavi geslo

Kalibriranje zaslona

Nastavitev omrežja

Nastavi čas

Nazaj

#### Izbira jezika

Slovenščina
▼

English programming

---

#### Izbira enot

Merske enote

Običajno v ZDA

Znova zaženi PolyScope za delovanje novih nastavitev

Ponovni zagon zdaj

Na tem zaslonu se lahko izberejo jezik in enote, uporabljene v vmesniku PolyScope. Izbrani jezik bo uporabljen za besedilo na mnogih zaslonih vmesnika PolyScope ter v vgrajeni pomoči. Vnesite kljukico pri možnosti „Angleško programiranje“, če želite videti imena ukazov v programih robota v angleščini. PolyScope je treba ponovno zagnati, da so spremembe učinkovite.

## 15.2 Posodobi robota



Posodobitve programske opreme lahko namestite iz bliskovnega pomnilnika Flash USB. Vstavite spominski ključ USB in kliknite **Iskanje** za pregled seznama vsebine. Za posodobitev izberite datoteko, kliknite **Posodobi** in sledite navodilom na zaslonu.



### OPOZORILO:

Po vsaki posodobitvi programske opreme preverite svoj program. Posodobitev je morda spremenila poti v vašem programu. Specifikacije posodobitve programa lahko pregledate s klikom na gumb „?“ , v zgornjem desnem kotu uporabniškega vmesnika. Specifikacije strojne opreme ostanejo nespremenjene in jih lahko najdete v izvirnem priročniku.

## 15.3 Nastavi geslo

### Nastavitev robota

Zagon robota

Jezik in enote

Posodobi robota

**Nastavi geslo**

Kalibriranje zaslona

Nastavitev omrežja

Nastavi čas

Nazaj

#### Spremeni geslo sistema

Gesla zagotavljajo, da je delovanje in vedenje robota zaščiteno. Zaščitena so vsa področja, kjer je moč izvajati spremembe.

Geslo

Potrdi geslo

**Uporabi**

---

#### Spremeni varnostno geslo

Da nastavite geslo za varnostne nastavitve, vnesite in potrdite novo geslo, nato kliknite na gumb. Da geslo odstranite, vnesite trenutno geslo in kliknite na gumb.

Vnesi trenutno geslo

Geslo

Potrdi geslo

**Uporabi**

Podprti sta dve gesli. Prvo je *poljubno* sistemsko geslo, ki preprečuje nepooblaščen spreminjanje namestitve robota. Ko je nastavljeno sistemsko geslo, lahko programe naložite in zaženete brez gesla, za ustvarjanje in spreminjanje programov pa mora uporabnik vnesti pravilno geslo.

Drugo je *obvezno* varnostno geslo, ki mora biti pravilno vneseno, da je omogočeno spreminjanje varnostne konfiguracije.



**OPOMBA:**

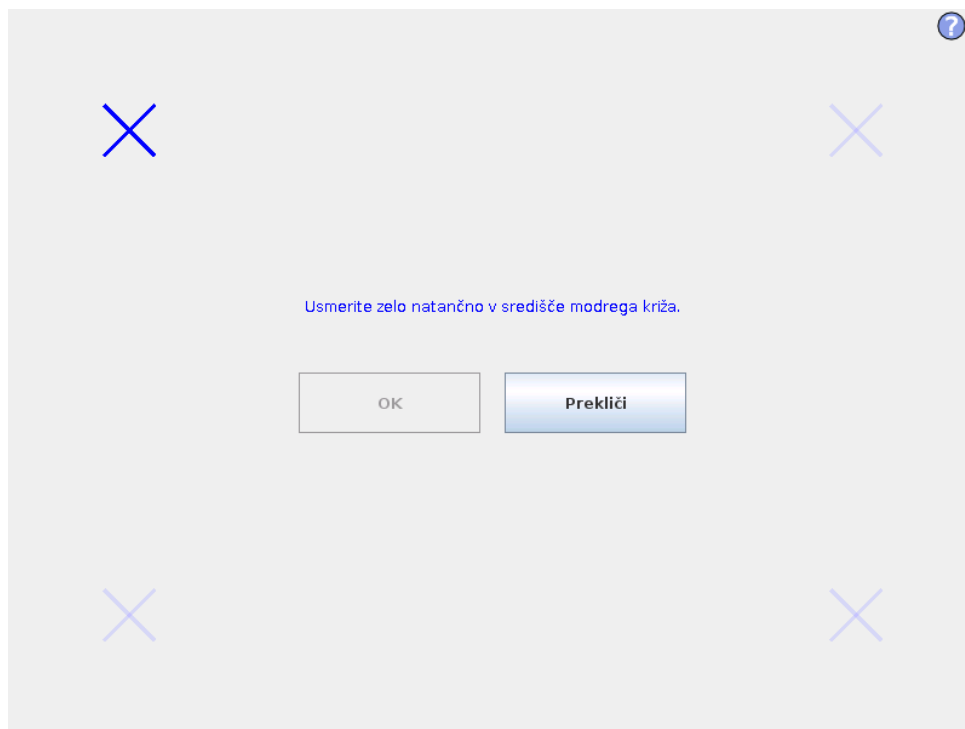
Za spreminjanje varnostne konfiguracije mora biti nastavljeno varnostno geslo.



**OPOZORILO:**

Dodajte sistemsko geslo, da nepooblaščenim osebam preprečite spreminjanje namestitve robota.

## 15.4 Kalibriranje zaslona



Nastavitev zaslona na dotik. Sledite navodilom na zaslonu za nastavitev zaslona na dotik. Po možnosti uporabite koničast nekovinski predmet, kot je zaprto pero. S potrpežljivostjo in skrbnostjo boste dosegli boljši rezultat.

## 15.5 Nastavitev omrežja



Okno za nastavitve omrežja Ethernet. Za osnovne funkcije robota povezava Ethernet ni potrebna, zato je onemogočena s privzetimi nastavitvami.

## 15.6 Nastavi čas

Nastavitev robota ?

- Zagon robota
- Jezik in enote
- Posodobi robota
- Nastavi geslo
- Kalibriranje zaslona
- Nastavitev omrežja
- Nastavi čas
- Nazaj

### Nastavi čas

Oblika zapisa časa:  24 ur  12 ur

Izberite trenutni čas:

+	+	+
15	:	12
-	-	-

---

### Nastavi datum

Izberite današnji datum:

15.4.2016

Oblika zapisa datuma:

- Petek, 15 april 2016
- 15.4.2016
- 15.4.16

Znova zaženi PolyScope za delovanje novih nastavitvev

Ponovni zagon zdaj

Nastavite čas in datum za sistem ter konfigurirajte obliko prikaza za uro. Ura je prikazana na vrhu zaslonov *Zaženi program* in *Program robota*. Datum se prikaže za trenutek, če tapnete nanj. GUI je treba ponovno zagnati, da so spremembe učinkovite.

# Slovarček

- Kategorija zaustavitve 0:* Premikanje robota preneha takoj ob izklopu napajanja robota. To je nenadzorovana ustavitev, pri kateri lahko robot zaide s programirane poti, saj vsak člen zavre kakor hitro je mogoče. Ta varnostna ustavitev se uporablja v primeru, ko je prekoračena varnostna omejitev ali v primeru motenj varnostnih delov v nadzornem sistemu. Več informacij najdete v standardih ISO 13850 ali IEC 60204-1.
- Kategorija zaustavitve 1:* Robot se ustavi, medtem ko je še vedno pod napajanjem, kar mu omogoča nadzorovano ustavitev, napajanje pa se izklopi, ko se robot ustavi. To je nadzorovana ustavitev, pri kateri robot nadaljuje po programirani poti. Napajanje se prekine takoj po tem, ko robot obmiruje. Več informacij najdete v standardih ISO 13850 ali IEC 60204-1.
- Kategorija zaustavitve 2:* Nadzorovana ustavitev, pri kateri se napajanje robota ne izključi. Varnostni nadzorni sistem nadzoruje, da robot ostane v mirovanju. Več informacij najdete v standardu IEC 60204-1.
- Kategorija 3:* Izraza „Kategorija“ ne smete zamenjati z izrazom „Kategorija ustavitve“. „Kategorija“ pomeni tip arhitekture, uporabljene kot osnova za določeno „Raven učinka“. Pomembna lastnost arhitekture „Kategorije 3“ je, da ena sama napaka ne povzroči izgube varnostne funkcionalnosti. Več informacij najdete v standardu ISO 13849-1.
- Raven zmogljivosti:* Raven učinka (PL) je ločena raven, ki se uporablja za določanje možnosti varnostnih delov nadzornih sistemov za izvajanje varnostnih funkcij ob predvidenih okoliščinah. PLd je druga najvišja razporeditev po zanesljivosti, kar pomeni, da je varnostna funkcija zelo zanesljiva. Več informacij najdete v standardu ISO 13849-1.
- Diagnostično pokrivanje (DC):* je ukrep učinkovitosti diagnostike, ki je uveden za doseganje rangirane ravni delovanja. Več informacij najdete v standardu ISO 13849-1.
- MTTFd:* Vmesni čas do nevarne okvare (MTTFd) je vrednost, osnovana na izračunih in preizkusih, ki se uporablja za doseganje rangirane ravni delovanja. Več informacij najdete v standardu ISO 13849-1.
- Integrator:* Integrator je subjekt, ki oblikuje končno postavitve robota. Integrator je odgovoren za izvedbo končne ocene tveganja in mora zagotoviti, da je končna postavitve skladna z zakoni in uredbami.
- Ocena tveganja:* Ocena tveganja je vsesplošni postopek prepoznave vseh tveganj in zmanjšanja le-teh na ustrezno raven. Ocena tveganja mora biti dokumentirana. Več informacij najdete v ISO 12100.
- Sodelovalna uporaba robota:* Izraz „sodelovalna“ pomeni sodelovanje med operaterjem in robotom pri uporabi robota. Oglejte si natančne razlage in opise v ISO 10218-1 in ISO 10218-2.

*Varnostna konfiguracija:* Varnostne funkcije in vmesnike je možno nastavljati z uporabo spremenljivk varnostne konfiguracije. Te so definirane na vmesniku programske opreme, glejte del II.

# Kazalo