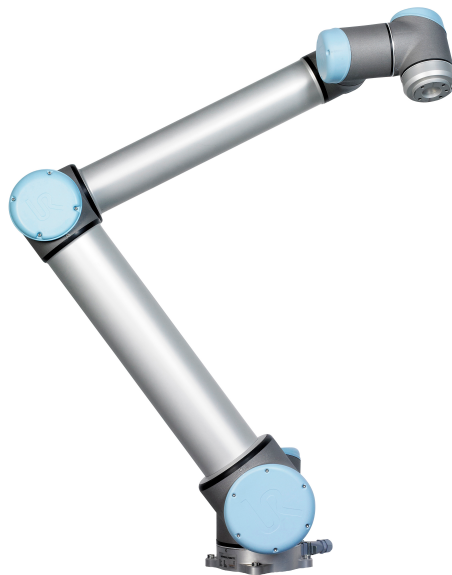




UNIVERSAL ROBOTS

Navodila za uporabo



UR10 / CB3

Prevod izvirnih navodil (sl)



UNIVERSAL ROBOTS

Navodila za uporabo

UR10/CB3

Različica 3.6.0

Prevod izvirnih navodil (sl)

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 © 2009–2018 Universal Robots A/S

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

Kazalo

Uvod	ix
Kaj je v škatlah	ix
Pomembno varnostno obvestilo	x
Kako brati ta priročnik	x
Kje lahko najdete več informacij	x
 I Priročnik za namestitev strojne opreme	 I-1
1 Varnost	I-3
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 z in brez pogonske moči	I-10
 2 Varnostne funkcije in vmesniki	 I-11
2.1 Uvod	I-11
2.2 Časi ustavljanja varnostnega sistema	I-12
2.3 Omejevanje varnostnih funkcij	I-12
2.4 Varnostni načini	I-13
2.5 Varnostni električni vmesniki	I-15
2.5.1 Varnostni električni vhodi	I-15
2.5.2 Varnostni električni izhodi	I-16
 3 Prevoz	 I-19
 4 Mehanski vmesnik	 I-21
4.1 Uvod	I-21
4.2 Delovni prostor robota	I-21
4.3 Vgradnja	I-21
4.4 Največja obremenitev	I-25
 5 Električni vmesnik	 I-27
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-30

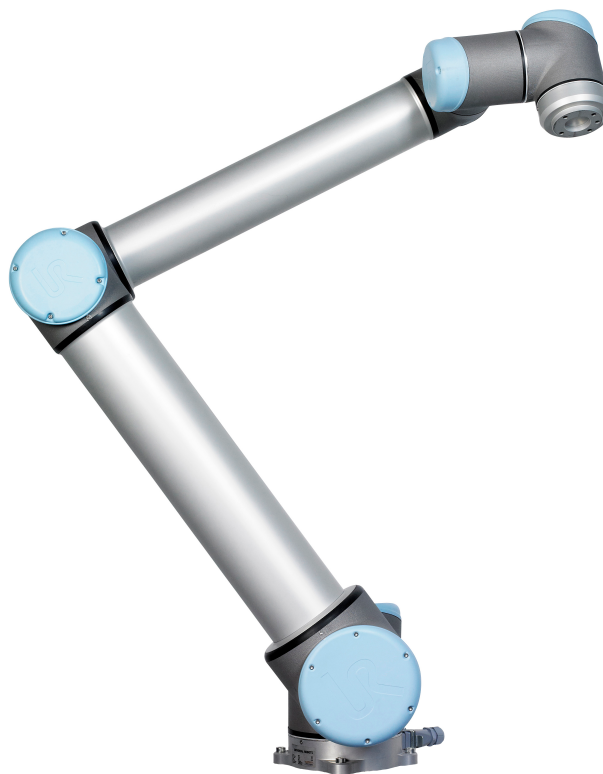
5.3.3	Digitalni V/I za splošno uporabo	I-34
5.3.4	Digitalni vhod od gumba	I-34
5.3.5	Komunikacija z drugimi stroji ali krmilniki PLC	I-35
5.3.6	Analogni V/I za splošno uporabo	I-35
5.3.7	Oddaljeni VKLOP/IZKLOP	I-37
5.4	V/I orodja	I-38
5.4.1	Digitalni izhodi orodja	I-39
5.4.2	Digitalni vhodi orodja	I-40
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
6	Vzdrževanje in servis	I-45
6.1	Varnostna navodila	I-45
7	Odstranjevanje in okolje	I-47
8	Certifikati	I-49
8.1	Dokazila tretjih strani	I-49
8.2	Dokazila tretjih strani za dobavitelje	I-49
8.3	Dokazilo o preizkusu proizvajalca	I-50
8.4	Deklaracije v skladu s smernicami EU	I-50
9	Garancija	I-51
9.1	Garancija izdelka	I-51
9.2	Izjava o omejitvi odgovornosti	I-51
A	Čas in razdalja pri ustavljanju	I-53
A.1	Razdalje in časi pri ustavitvi kategorije 0	I-53
B	Deklaracije in certifikati	I-55
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.6	Dokazilo o preizkusu v čisti sobi	I-60
C	Uporabljeni standardi	I-63
D	Tehnične specifikacije	I-71
E	Safety Functions Tables	I-73
E.1	Table 1	I-73
E.2	Table 2	I-76

II	Priročnik PolyScope	II-1
10	Varnostna namestitve	II-3
10.1	Uvod	II-3
10.2	Spreminjanje varnostne konfiguracije	II-4
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
10.7.1	Vzvratni pogon	II-7
10.8	Zaklep z geslom	II-8
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
11	Začnite s programiranjem	II-23
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	Vklop in izklop krmilne omarice	II-24
11.2.3	Vklop in izklop robotove roke	II-24
11.2.4	Hitri zagon	II-24
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
12	Zaslonski urejevalniki	II-31
12.1	Urejevalnik izrazov na zaslonu	II-31
12.2	Zaslon urejevalnika poz	II-31
13	Upravljanje robota	II-35
13.1	Zavihek Premik	II-35
13.1.1	Robot	II-35
13.1.2	Funkcija in položaj orodja	II-36
13.1.3	Premikanje orodja	II-36
13.1.4	Premikanje členov	II-36
13.1.5	Freedrive (Prosti tek)	II-36
13.2	V/I-zavihek	II-37

13.3	Odjemalec MODBUS V/I	II-38
13.4	Zavihek samodejno gibanje	II-38
13.5	Namestitev → Naloži/Shrani	II-40
13.6	Namestitev → Konfiguracija TCP	II-41
13.6.1	Dodajanje, spreminjanje in odstranjevanje TCP	II-41
13.6.2	Privzeta in aktivna TCP	II-41
13.6.3	Položaj za učenje TCP	II-42
13.6.4	Usmerjenost točke TCP za učenje	II-43
13.6.5	Obremenitev	II-43
13.6.6	Težišče	II-44
13.7	Namestitev → Vgradnja	II-45
13.8	Namestitev → Nastavitev V/I	II-46
13.8.1	Tip signala V/I	II-46
13.8.2	Določanje uporabniško določenih imen	II-47
13.8.3	Dejanja V/I in krmiljenje z zavihka V/I	II-47
13.9	Namestitev → Varnost	II-47
13.10	Namestitev → Spremenljivke	II-48
13.11	Nastavitev → odjemalca MODBUS V/I	II-49
13.12	Namestitev → funkcij	II-52
13.12.1	Uporaba funkcij	II-53
13.12.2	Nova točka	II-54
13.12.3	Nova Linija	II-54
13.12.4	Funkcija ravnine	II-55
13.12.5	Primer: Ročna posodobitev funkcije za prilagoditev programa	II-56
13.12.6	Primer: Dinamična posodobitev poze funkcije	II-57
13.13	Nastavitev sledenja transportnemu traku	II-57
13.14	Namestitev → Privzeti program	II-59
13.15	Zavihek Dnevnik	II-61
13.15.1	Shranjevanje poročil o napakah	II-61
13.16	Zaslon za nalaganje	II-62
13.17	Zavihek Zagon	II-64
14	Programiranje	II-65
14.1	Nov program	II-65
14.2	Zavihek Program	II-66
14.2.1	Drevo programa	II-66
14.2.2	Indikator izvajanja programa	II-67
14.2.3	Gumb Iskanje	II-67
14.2.4	Gumba Razveljavi/Ponovi	II-68
14.2.5	Nadzorna plošča programa	II-68
14.3	Spremenljivke	II-69
14.4	Ukaz: Prazno	II-70
14.5	Ukaz: Premik	II-70
14.6	Ukaz: Fiksna smerna točka	II-73
14.7	Ukaz: Relativna smerna točka	II-79
14.8	Ukaz: Spremenljiva smerna točka	II-80
14.9	Ukaz: Počakaj	II-81

14.10 Ukaz: Nastavi	II-81
14.11 Ukaz: Pojavno okno	II-82
14.12 Ukaz: Zaustavi	II-83
14.13 Ukaz: Komentar	II-83
14.14 Ukaz: Mapa	II-84
14.15 Ukaz: Ponavljaljaj	II-84
14.16 Ukaz: Podprogram	II-85
14.17 Ukaz: Dodelitev	II-86
14.18 Ukaz: Če	II-87
14.19 Ukaz: Skript	II-88
14.20 Ukaz: Dogodek	II-89
14.21 Ukaz: Nit	II-90
14.22 Ukaz: Preklopi primer	II-90
14.23 Ukaz: Vzorec	II-91
14.24 Ukaz: Force (Sila)	II-92
14.25 Ukaz: Paletiranje	II-95
14.26 Ukaz: Iskanje	II-96
14.27 Ukaz: Sledenje transportnega traku	II-99
14.28 Ukaz: Prepreči	II-100
14.29 Zavihek Grafika	II-100
14.30 Zavihek Struktura	II-101
14.31 Zavihek spremenljivke	II-102
14.32 Ukaz: Inicializacija spremenljivk	II-103
15 Namestitveni zaslon	II-105
15.1 Jezik in enote	II-106
15.2 Posodobi robota	II-107
15.3 Nastavi geslo	II-108
15.4 Kalibriranje zaslona	II-109
15.5 Nastavitev omrežja	II-109
15.6 Nastavi čas	II-110
15.7 Nastavitev URCaps	II-111
Slovarček	II-113
Kazalo	II-115

Uvod



Čestitamo ob nakupu vašega novega robota Universal Robot , UR10.

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. V eni je robotova roka, v drugi pa:

- Krmilna omarica s programirno enoto
- Ohišje za namestitev za krmilno omarico
- Ohišje za namestitev programirne enote
- Ključ za odpiranje krmilne omarice
- Kabel za povezavo robotove roke in krmilne omarice
- Napajalni kabel oz. električni kabel, skladen z vašo regijo
- Pisalo z laserjem
- Ta priročnik

Pomembno varnostno obvestilo

Robot je **delno sestavljen stroj** (glejte 8.4) in zato je potrebna ocena tveganja za vsako posamezno namestitev robota.

Opomba: Upoštevati morate vsa varnostna navodila iz poglavja 1.

Kako brati ta priročnik

Ta priročnik vsebuje navodila za namestitev in programiranje robota. Priročnik je razdeljen v dva dela:

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

Priročnik PolyScope: Programiranje robota.

Ta priročnik je namenjen za operaterje robotov, ki imajo osnovni nivo mehničnega in električarskega znanja ter so seznanjeni z osnovnimi koncepti programiranja.

Kje lahko najdete več informacij

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

- Ta priročnik v drugih jezikih
- **Priročnik PolyScope** se posodobi, ko je PolyScope nadgrajen na novo različico
- **Servisni priročnik** z navodili za odpravljanje napak, vzdrževanje in popravila robota
- **Priročnik za programiranje** za napredne uporabnike
- URCAPS je spletna platforma za nakupe dodatkov in zunanjih naprav za robote Universal Robots

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 podpoglavja vsebujejo bolj specifične tehnične podatke, pomembne pri postavljanju in programiranju robota. Poglavje 2 opisuje in določa varnostne funkcije, posebej pomembne za sodelovalno uporabo.

Navodila in smernice iz poglavja 2 in dela 1.7 so še posebej pomembne.

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

Posebno pozornost posvetite besedilu, povezanem z opozorilnimi simboli.



OPOMBA:

Družba Universal Robots zavrača vsakršno odgovornost, če je robot (krmilna omarica roke in/ali programirna enota) kakor koli poškodovan, spremenjen ali prilagojen. Družba Universal Robots ne bo odgovorna za morebitno škodo na robotu ali kateri koli drugi opremi zaradi napak v programiranju ali motnjah pri delovanju robota.

1.2 Veljavnost in odgovornost

Informacije v tem priročniku 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 robotov sistem
- Povezovanje z drugimi stroji in dodatnimi varnostnimi napravami, če to določa ocena tveganja
- Namestitev ustreznih varnostnih nastavitev v programski opremi
- Zagotavljanje, da uporabnik ne bo spreminjal varnostnih ukrepov
- Preverjanje, da je celotni sistem robota oblikovan in nameščen pravilno
- Določanje navodil 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://universal-robots.com/support/>

1.3 Omejitev odgovornosti

Varnostne informacije iz tega priročnika se ne smejo tolmačiti kot jamstvo s strani družbe UR, da industrijski uporabnik ne bo povzročil poškodb ali škode, tudi če industrijski uporabnik ravna v skladu z vsemi varnostnimi napotki.

1.4 Opozorilni simboli v tem priročniku

Spodnji simboli določajo 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, ki so lahko ponovljeni ali pojasnjeni v različnih delih priročnika. Skozi ves priročnik se pojavljajo tudi druga opozorila in previdnostni ukrepi.

**NEVARNOST:**

Robota in vso električno opremo morate namestiti v skladu z določili in opozorili v poglavjih 4 in 5.


OPOZORILO:

1. Prepričajte se, da sta robotova roka in orodje/končni efektor 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. Na primer, če so pokrovi členov razrahljani, počeni ali manjkajo.
6. Če programska oprema javi 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 standardnem V/I ne priklapljajte nikakršne varnostne opreme. Uporabljajte le varnostne V/I.
8. Prepričajte se, da ste pri namestitvi uporabili ustrezne nastavitve (npr. kot postavitve robota, masa v TCP (središčni točki orodja), odmik TCP, varnostna konfiguracija). Skupaj s programom shranjujte in naložite namestitveno datoteko.
9. Funkcija prostega teka Freedrive (upor, vzvratni pogon) se lahko uporablja le pri namestitvah, kjer to dopušča ocena tveganja. Orodja oz. končni efektorji in zadrževala ne smejo imeti ostrih robov in ne smejo predstavljati nevarnosti za stiskanje okončin.
10. Prepričajte se, da vse opozorite, naj zadržujejo glave in obraze zunaj dosega delujočega robota oz. robota, ki se pripravlja na zagon.
11. Zavedajte se gibanja robota, ko uporabljate programirno enoto.
12. Če tako določa ocena tveganja, med delovanjem robota ne vstopajte v varnostni doseg robota in se robota ne dotikajte.

13. Trčenja lahko sprostijo velike ravni kinetične energije, ki je še večja pri visokih hitrostih in velikih obremenitvah. (Kinetična energija = $\frac{1}{2} \text{Masa} \cdot \text{Hitrost}^2$)
14. Združevanje več strojev lahko poveča tveganje ali povzroči nova tveganja. Vedno izvedite splošno oceno tveganja za celotni sistem. V odvisnosti od ocenjenega tveganja so lahko potrebne različne ravni funkcionalne varnosti; zato je, 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.
15. 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.
16. Če robota kupite z dodatnim modulom (npr. z vmesnikom Euromap 67), se poučite o tem modulu v ustreznem priročniku.

**OPOZORILO:**

1. Robot in njegova krmilna omarica se med delovanjem ogrejeta. Robota ne prijemajte ali se ga dotikajte medtem, ko deluje ali takoj po delovanju, saj lahko prekomerni stik povzroči neugodje. 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 tudi, da program robota preizkusite z začasnimi smernimi točkami zunaj delovnega območja ostalih strojev.
2. Robota ne izpostavljajte trajnim magnetnim poljem. Zelo močna magnetna polja lahko poškodujejo robota.

1.6 Predvidena uporaba

Roboti UR so industrijski roboti, namenjeni za upravljanje z orodji/končnimi efektorji 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 omogočanje sodelovalne operacije, kjer sistem robota deluje brez ograj in/ali skupaj s človekom.

Sodelovalne operacije so namenjene samo uporabi brez tveganja, kjer celotna operacija, vključno z orodji/končnimi efektorji, 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 zunaj določenih specifikacij
- Uporabo kot pomoč pri vzpenjanju
- Delovanje zunaj dovoljenih parametrov delovanja

1.7 Ocena tveganja

Ena najpomembnejših stvari, ki jih mora izvesti 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/končni efektorji, ovire ali drugi stroji).

Priporočamo, da integrator za izdelavo ocene tveganja uporablja standarda ISO 12100 in ISO 10218-2. Integrator lahko tudi izbere tehnične specifikacije ISO/TS 15066 kot dodatne smernice.

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

- Učenje robota med postavitvijo in razvijanjem namestitve robota
- Odpravljanje težav in vzdrževanje
- Normalno delovanje namestitve robota

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

Prepoznavanje 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 TCP in orodja/končnega efektorja:** Uporablja se posebej za zmanjševanje tveganja, povezanega z določenimi deli telesa. Npr. za izogibanje premikom proti glavi ali vratu.
- **Omejevanje orientacije TCP in orodja/končnega efektorja:** Uporablja se posebej za zmanjševanje tveganja, povezanega z določenimi območji in lastnostmi orodja/končnega efektorja 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.

Integrator mora preprečiti nepooblaščen dostop do varnostne konfiguracije z namestitvijo zaščite z geslom.

Potrebna je ocena tveganja sodelovalne uporabe robota za stike, ki so namenski in/ali do njih pride zaradi razumno predvidljive napačne uporabe, ki mora vsebovati:

- 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/končnih efektorjev), mora ocena tveganja, ki jo izvede integrator, vključevati potrebo po dodatnih varovalnih ukrepih (npr. napravo, ki bo omogočala varovanje operaterja med namestitvijo in programiranjem).

Podjetje Universal Robots je spodaj navedene potencialne bistvene nevarnosti določilo za nevarnosti, ki jih mora integrator upoštevati.

Opomba: V določeni namestitvi robota so lahko prisotne tudi druge bistvene nevarnosti.

1. Ujetje prstov med konektorjem kabla robotske noge in osnove (člen 0).
2. Ujetje prstov med podnožjem robota in osnovo (člen 0).
3. Ujetje prstov med zapestjem 1 in zapestjem 2 robota (člen 3 in člen 4).
4. Odprte rane zaradi ostrih robov in ostrih konic na orodju/končnem efektorju ali priključku orodja/končnega efektorja.
5. Odprte rane zaradi ostrih robov in ostrih konic na ovirah v bližini robota.
6. Podplutbe zaradi stika z robotom.
7. Zvin ali zlom kosti zaradi udarcev med težkim tovorom in trdo površino.
8. Posledice zaradi razrahljanih vijakov, ki držijo robotsko roko ali orodje/končni efektor.
9. Predmeti, ki padejo iz orodja/končnega efektorja, npr. zaradi slabega oprijema ali motenj električne napetosti.
10. Napake zaradi različnih gumbov za zaustavitev v sili za različne stroje.
11. 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 potisni gumb za zaustavitev v sili, da takoj ustavite vsakršno premikanje robota.

Opomba: V skladu z določili standardov IEC 60204-1 in ISO 13850 zasilne naprave niso preventivni elementi. So dodatni zaščitni ukrepi in niso namenjene preprečevanju poškodb.

Ocena tveganja uporabe robota mora pokazati, če so potrebni dodatni gumbi za zaustavitev v sili. Gumbi za zaustavitev v sili morajo biti skladni z IEC 60947-5-5; (glejte del 5.3.2).

1.9 Premikanje z in brez pogonske moči

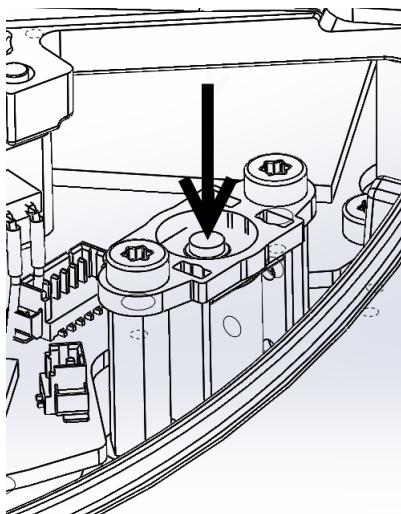
V malo verjetnem nujnem primeru, ko je treba premakniti enega ali več členov robota in električno napajanje robota ni mogoče ali ni zaželeno, obstajata dva različna načina za prisilno premikanje členov robota:

1. Prisilen vzvratni pogon: Člen prisilno premaknete, tako da močno 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 pokrov pritrjen na mesto. 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/končni efektor in obdelovani predmet vedno podpirajte, ko sproščate zavoro.



2 Varnostne funkcije in vmesniki

2.1 Uvod

Roboti UR so opremljeni z naborom vgrajenih varnostnih funkcij, 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 13849-1:2008 (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.

Če je varnost uporabe odvisna od časa zaustavitve robota, je potrebno upoštevati maksimalni čas ustavljanja iz razpredelnice. Npr., če okvara robota povzroči zastoj na celotni proizvodni liniji, kjer je potrebno takoj po ustavitvi izvesti določene ukrepe, je potrebno upoštevati maksimalni čas ustavljanja.

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.
- Breme: maksimalno breme, ki ga obvladuje robot, pričvrščeno na središčno točko orodja, (10 kg).

Čas ustavitve v najslabšem primeru za kategorijo ustavitve¹ 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.

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

Omejevanje varnostne funkcije	Najslabši primer			
	Resničnost	Čas zaznave	Čas za de-energizacijo	Reakcijski čas
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 kolenkega 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 tangentni 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.

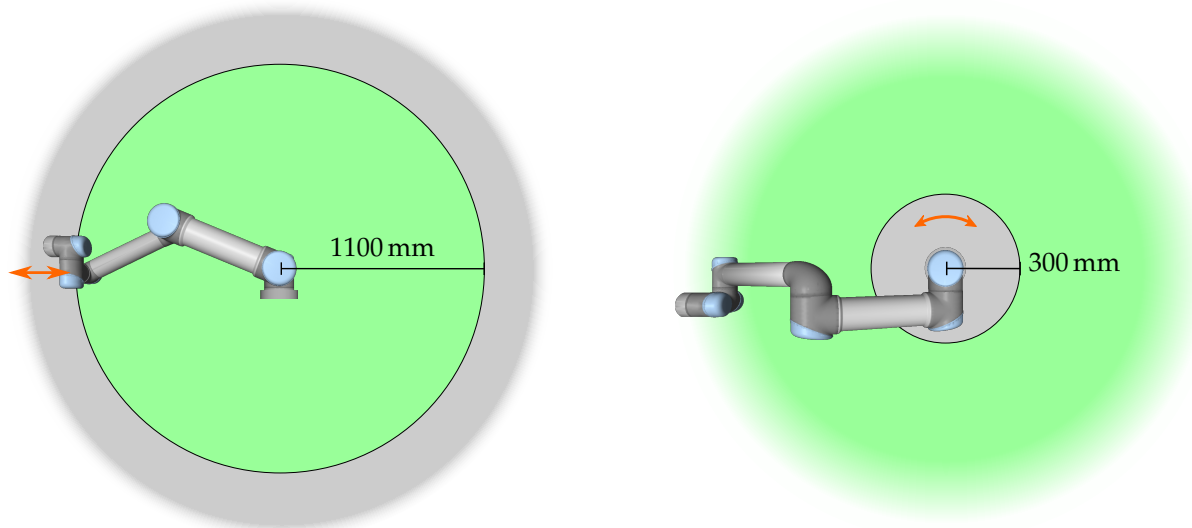
**OPOZORILO:**

Če se robota uporablja z ročnim vodenjem in linearnimi gibi, mora biti omejitev hitrosti členov nastavljena na največ 40 stopinj na sekundo za osnovo in ramenske člene, razen če ocena tveganja pokaže, da je hitrost nad 40 stopinj na sekundo sprejemljiva. To bo preprečilo hitro premikanje komolčnega člena robota v bližini singularnosti.

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. Reducirani način se lahko sproži z uporabo ravnine ali z uporabo vhoda.

Uporaba ravnine za sproženje Reduciranega načina: Ko se robot premakne iz strani Reduciranega načina sprožilne ravnine nazaj na stran Normalnega načina, obstaja 20-milimetrsko



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 1100 mm od osnove robota. Drugo območje je znotraj 300 mm osnove robota, pri premikanju v tangenčni smeri.

območje okrog sprožilne ravnine, kjer so dovoljene tako omejitve Normalnega kot Reduciranega načina. To preprečuje, da bi varnostni način utripal, če je robot tik ob omejitvi.

Uporaba vhoda za sproženje Reduciranega načina: Ko se uporablja vhod (za zagon ali za ustavitev Reduciranega načina), lahko mine do 500 ms, preden se uveljavijo vrednosti omejitev novega načina. To se lahko zgodi pri spreminjanju Reduciranega načina v Normalnega ALI pri spreminjanju Normalnega načina v Reduciranega. To omogoča, da robot npr. prilagodi hitrost novim varnostnim omejitvam.

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* (Freedrive), ali preko zavihka 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.

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.

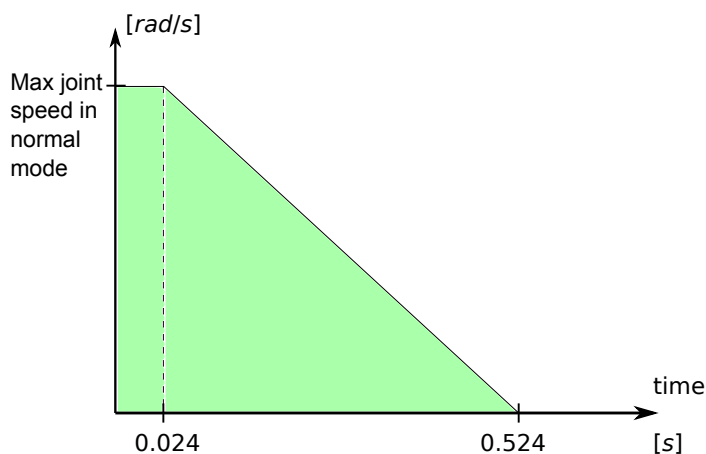
Varnostni vhod	Opis
Zasilna zaustavitev robota	(Namenski vhod). Izvede zaustavitev kategorije 1, ki jo lahko posreduje do drugih naprav preko izhoda <i>Zaustavitev sistema v sili</i> , če je le-ta konfiguriran.
Gumb za zaustavitev v sili	(Gumb ročne programirne enote). Izvede zaustavitev kategorije 1, ki jo lahko posreduje do drugih naprav preko izhoda <i>Zaustavitev sistema v sili</i> , če je le-ta konfiguriran.
Zasilna ustavitev sistema	(Nastavljiv vhod). Izvede Zaustavitev kategorije 1. V izogib zastojem ta signal ni posredovan do drugih strojev preko izhoda <i>Zaustavitev sistema v sili</i> .
Preventivna zaustavitev	(Namenski vhod). Izvede Zaustavitev kategorije 2.
Preventivna ponastavitev	(Nastavljiv vhod). Ko pride do potiska na vhodu za preventivno ponastavitev, robota povrne iz stanja <i>Preventivne zaustavitve</i> v nadaljnje delo.
Reducirani način	(Nastavljiv vhod). Varnostni sistem preide v omejitve <i>Reduciranega</i> načina.
Naprava za omogočanje 3-položajnega delovanja	(Nastavljiv vhod). Deluje kot vhod preventivne ustavitve, kadar je vnos v načinu delovanja visok.
Način delovanja	(Nastavljiv vhod). 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 rad/s v 500 ms.
3. Če člen miruje (hitrost člena je manj kot 0,2 rad/s), je člen nadziran, da se ne premakne več kot za 0,05 rad iz položaja, ki ga je zasedal, ko je bila izmerjena hitrost pod 0,2 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 vhodu varnostne ustavitve je ponovno premikanje robotove roke dovoljeno le, ko se izvede pozitivna robna aktivacija na vhodu za preventivno ponastavitev. Če katera koli izmed zgoraj navedenih lastnosti ni uresničena, varnostni sistem sproži zaustavitev kategorije 0.



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.

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

1. Varnostni sistem sprejme tako nabore omejitev *Normalnega* kot *Reduciranega* načina za 500 ms po sprožitvi vhoda 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 vhoda	Najslabši primer		
	Čas zaznave	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
Preventivna zaustavitev	250 ms	1000 ms	1250 ms

2.5.2 Varnostni električni izhodi

Spodnja razpredelnica prikazuje varnostne električne izhode:

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 preventivne 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</i> načina.

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 postavitev v poglavju 4.

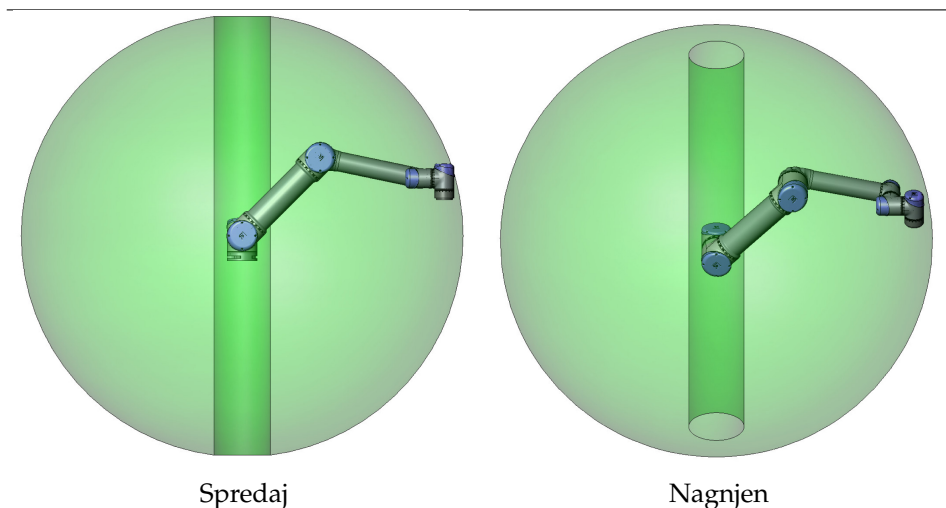
4 Mehanski vmesnik

4.1 Uvod

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

4.2 Delovni prostor robota

Delovni prostor robota UR10 sega 1300 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 Ø8, 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.

Kabel za priključitev robota lahko namestite ob strani ali skozi dno osnove. 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.
- Ne pozabite vstaviti gumijastih čepov v vse odprtine v osnovi, namenjene namestitvi, da s tem preprečite morebitno zagozditev prstov.


PREVIDNO:

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

Funkcija Prirobnica orodja robota ima štiri odprtine M6 za pritrditev orodja na robota. Vijake M6 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:

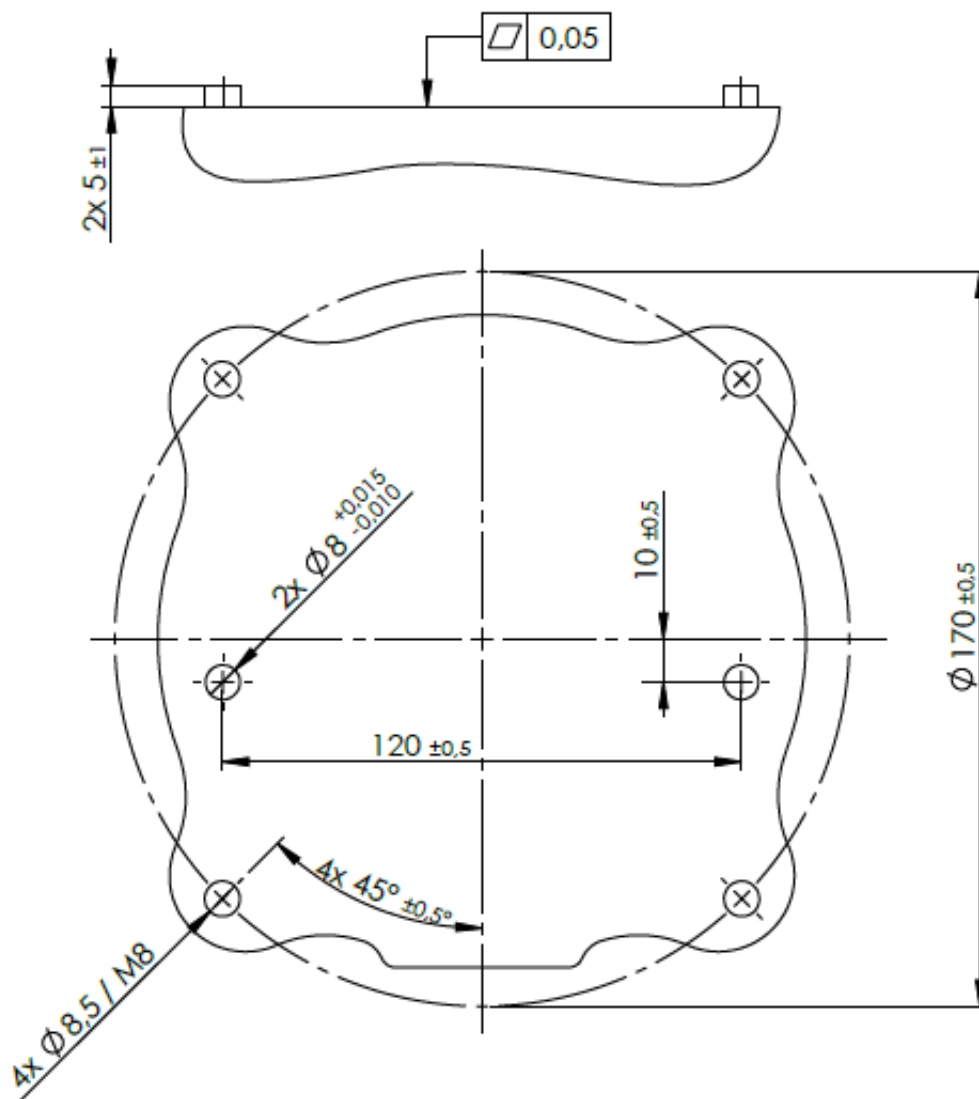
1. Prepričajte se, da je orodje pravilno in varno privito na mesto.
2. Prepričajte se, da je orodje izdelano tako, da ne more povzročiti nevarnosti, če bi nenadoma odpadel kak del.

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.

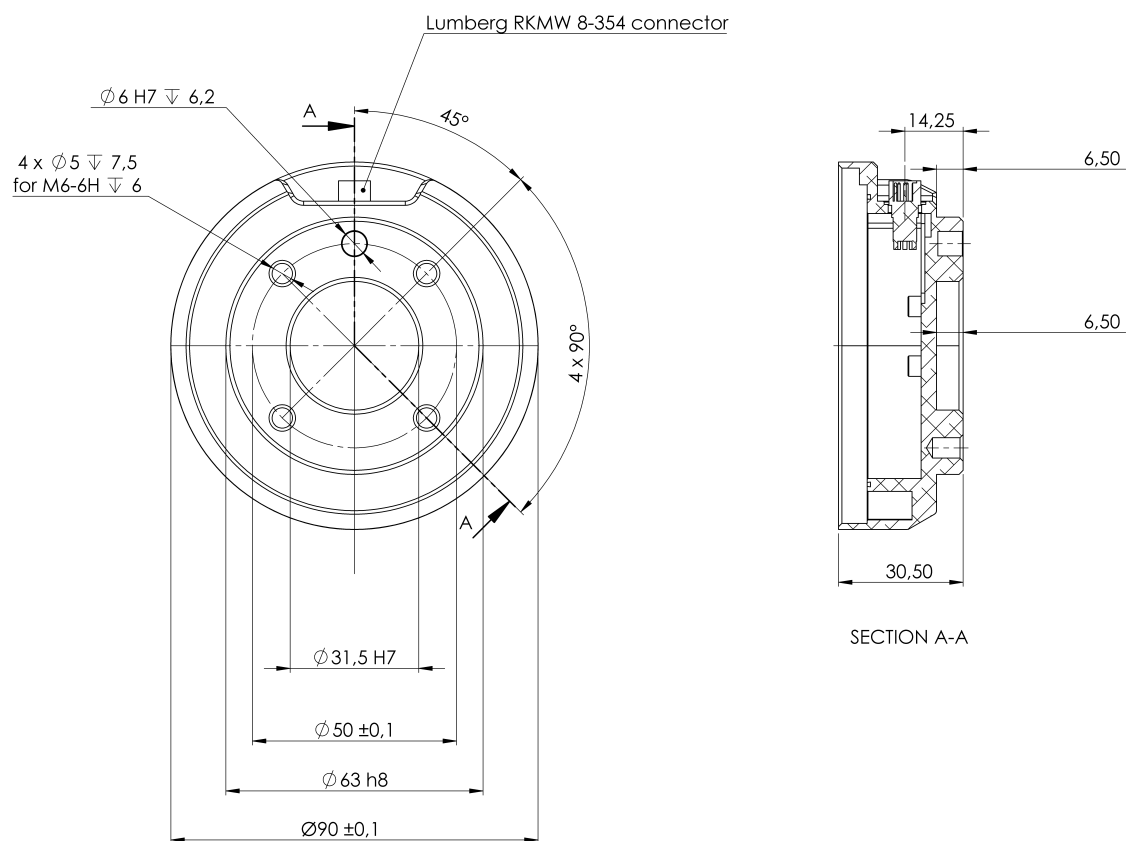
Programirna enota Programirno enoto lahko obesite na steno ali na krmilno omarico. Dokupite lahko dodatna ohišja za namestitev programirne enote. Poskrbite, da se nihče ne bo spotaknil na kablilih.


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.



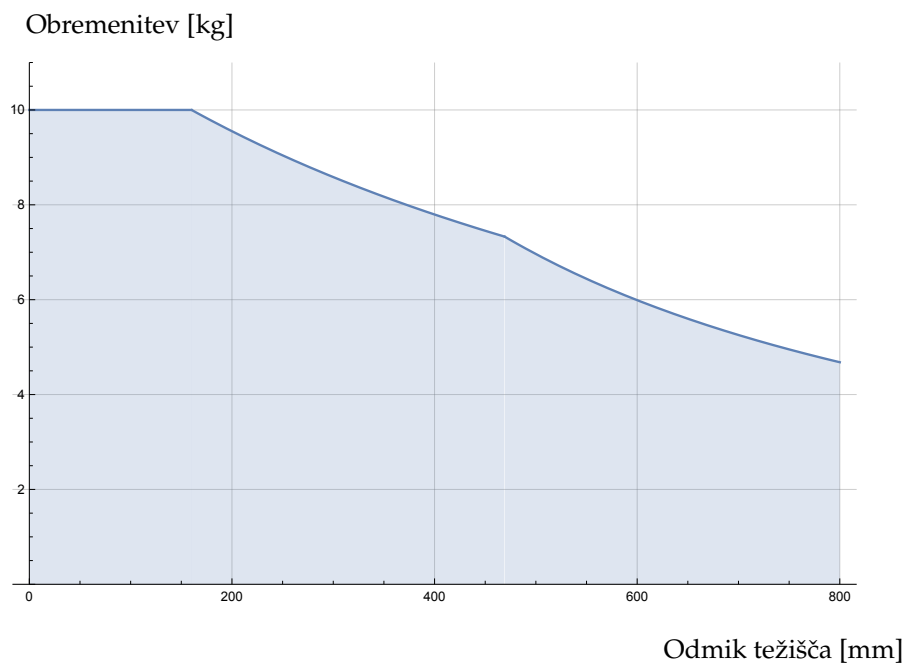
Slika 4.1: Odprtine za vgradnjo robota. Uporabite 4 vijake M8. Vse meritve so v mm.



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

4.4 Največja obremenitev

Največja dovoljena obremenitev robotove roke je odvisna od *odmika težišča*, glejte sliko 4.3. Odmik središča težnosti je razdalja med središčem izhodne prirobnice orodja in težišča.



Slika 4.3: Razmerje med maksimalno dovoljeno obremenitvijo in odmikom težišča.

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 varnostne funkcije zaobide. 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.

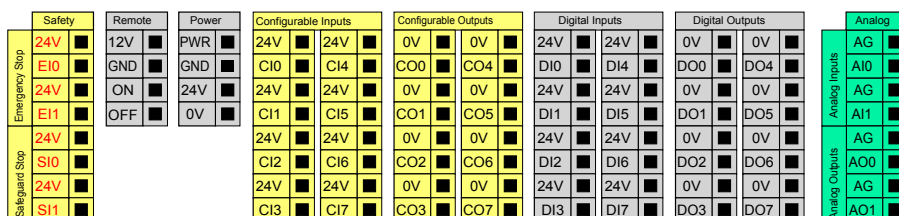

OPOMBA:

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.

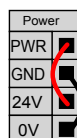
5.3.1 Splošne specifikacije za vse digitalne V/I

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

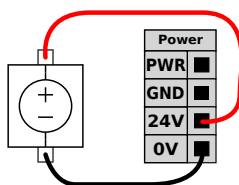
- Varnostni V/I.
- Nastavljivi V/I.
- V/I za splošni namen.

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 zunanega 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: Za uporovna ali induktivno obremenitev, ki znaša največ 1H.



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 Zasilna zaustavitev robota in Preventivna zaustavitev. Vhod Zasilna zaustavitev robota je samo za opremo za zaustavitev v sili. Vhod Preventivna 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)	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 nastavljivih 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.

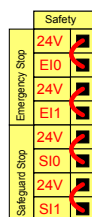


NEVARNOST:

1. Varnostnih signalov nikoli ne smete priključiti na krmilnik PLC, ki ni varnostni krmilnik PLC z ustrezno varnostno stopnjo. Neupoštevanje tega opozorila lahko povzroči resne poškodbe ali smrt, saj se lahko varnostne funkcije zaobide. 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 varnostno funkcijo zaobide.

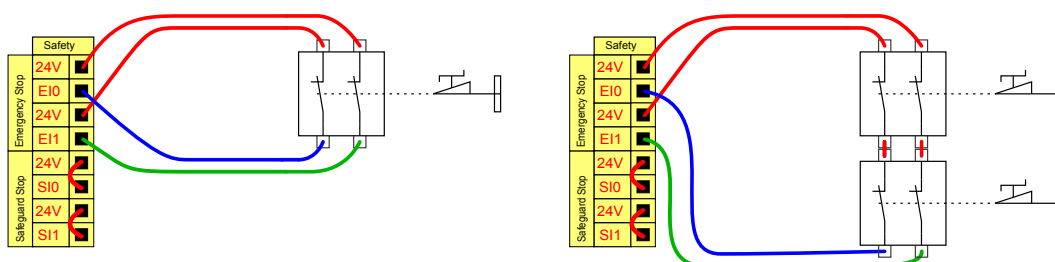
5.3.2.1 Privzeta varnostna konfiguracija

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

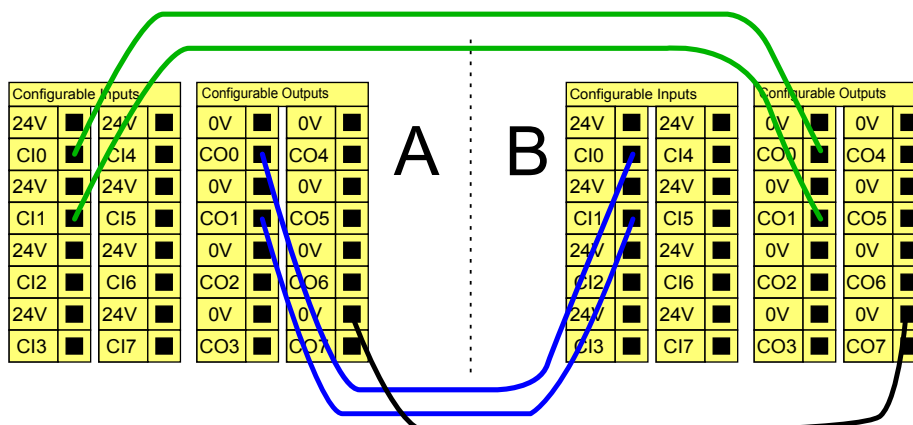
Kadar je robot uporabljan z drugimi stroji, je pogosto zaželeno, da se nastavi skupni tokokrog za ustavitev v sili. Na ta način operaterju ni potrebno misliti na to, kateri gumb za ustavitev v sili naj uporabi.

Vhoda Zasilna zaustavitev robota 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.

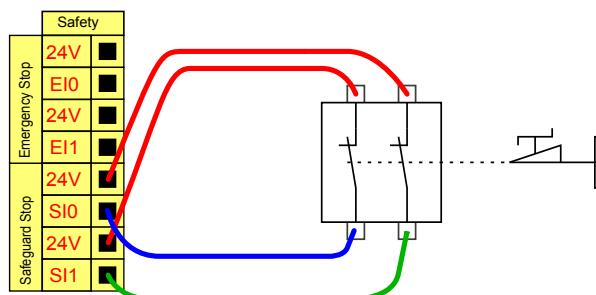
Spodnja ilustracija prikazuje, kako dva robota UR uporabljata skupne funkcije za ustavitev v sili. V tem primeru so uporabljeni nastavljivi V/I „CI0-CI1” in „CO0-CO1”.



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

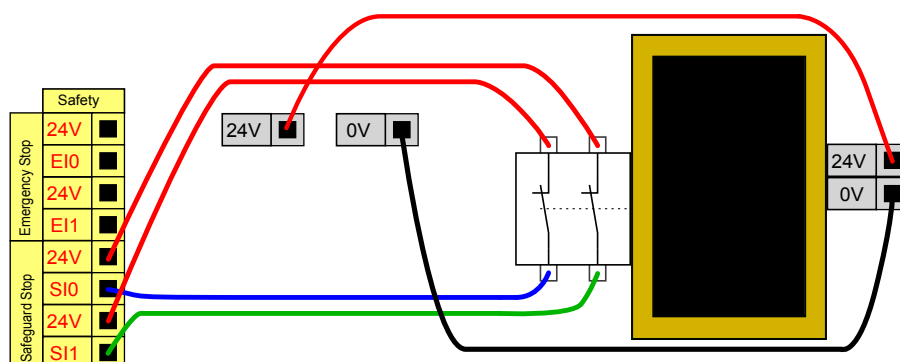
5.3.2.4 Preventivna zaustavitev se bo samodejno povrnila

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.

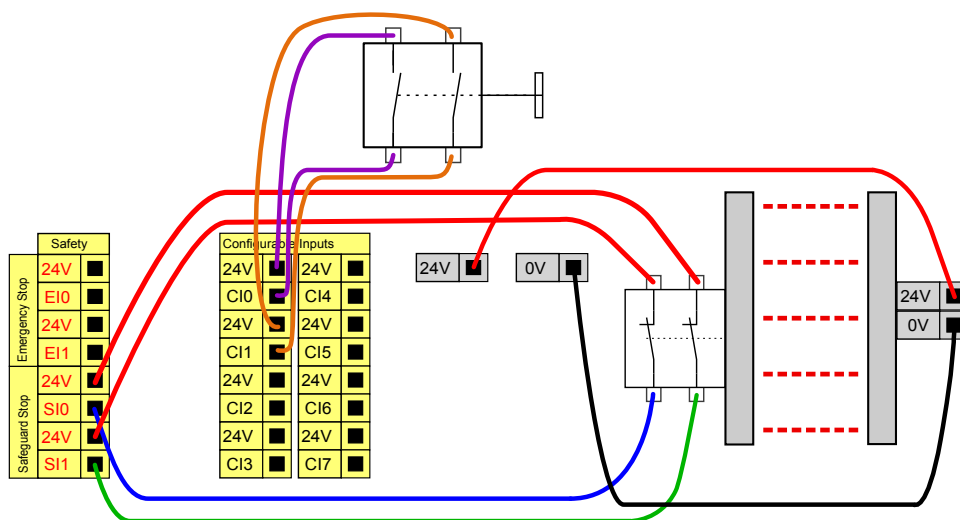


NEVARNOST:

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 V/I „CI0-CI1“, glejte spodaj.



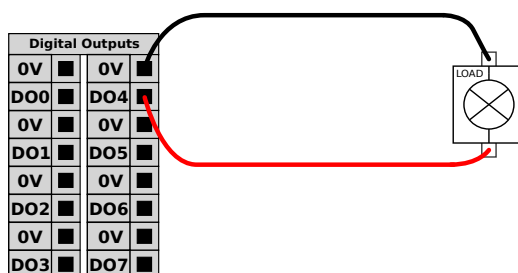
5.3.3 Digitalni V/I za splošno uporabo

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

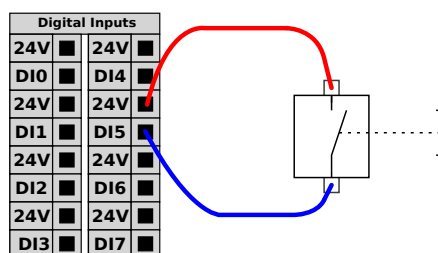
5.3.3.1 Porabnik, ki ga nadzoruje digitalni izhod

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



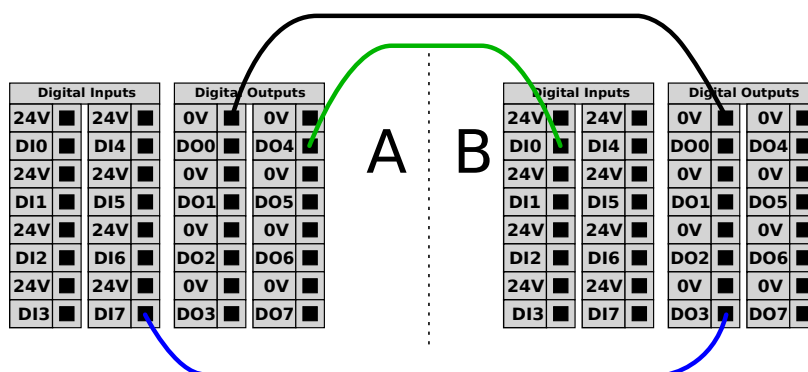
5.3.4 Digitalni vhod od gumba

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 galvanjsko 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.

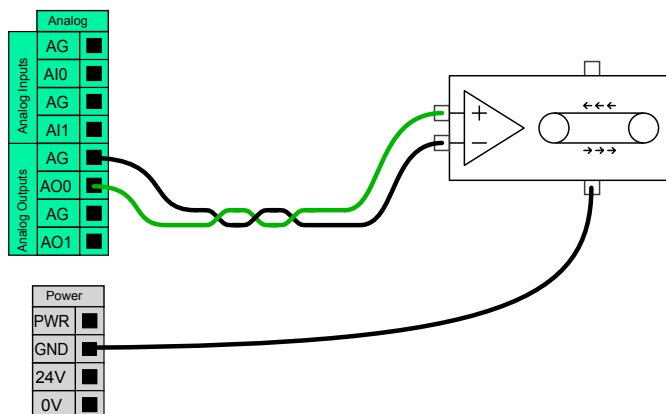
Načini vhodov so lahko izbrani v grafičnem uporabniškem vmesniku, glejte del II. Električne specifikacije so prikazane spodaj.

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.

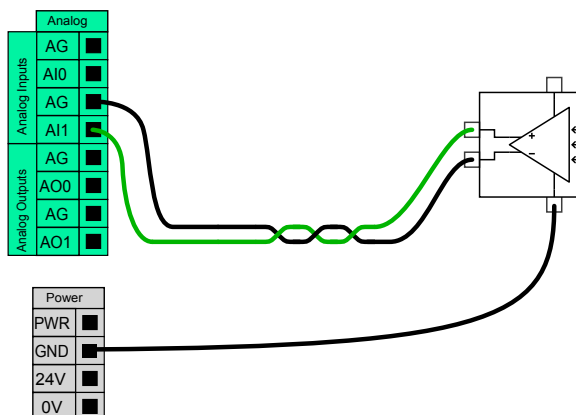
5.3.6.1 Uporaba analognega izhoda

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 vklapljanje 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 odprte 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.

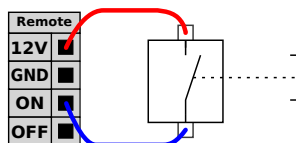


PREVIDNO:

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

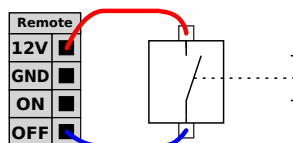
5.3.7.1 Gumb za oddaljeni VKLOP

Spodnja slika prikazuje kako povezati oddaljeni gumb za vklop.



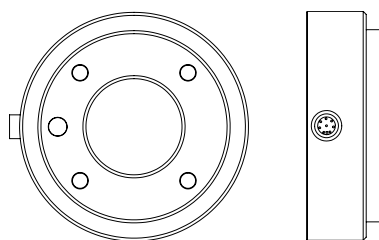
5.3.7.2 Gumb za oddaljeni IZKLOP

Spodnja slika prikazuje kako povezati oddaljeni gumb za izklop.



5.4 V/I orodja

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 / +12 V / +24 V (MOČ)
Modra	Izhod orodja 0 (TO0)
Roza	Izhod orodja 1 (TO1)
Rumena	Vhod orodja 0 (TO0)
Zelena	Vhod orodja 1 (TI1)
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

Opomba: *Za induktivno breme je zelo priporočljivo uporabiti varovalne diode

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	-	600	mA
Tok skozi ozemljitev	0	-	600	mA

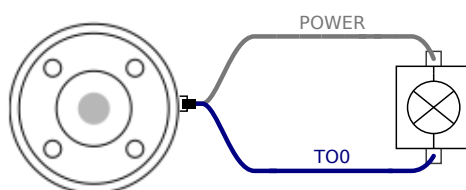
Primer uporabe digitalnega izhoda je prikazan v naslednjem podpoglavju.

**PREVIDNO:**

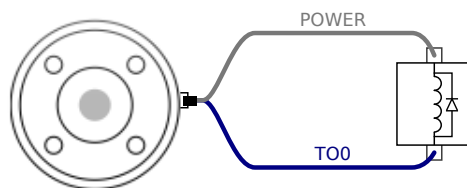
1. Digitalni izhodi v orodju nimajo omejenega toka, zato lahko prekoračitev določenih vrednosti povzroči trajno škodo.

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.



Opomba: *Za induktivno breme je zelo priporočljivo uporabiti varovalne diode, kot je prikazano spodaj.



5.4.2 Digitalni vhodi orodja

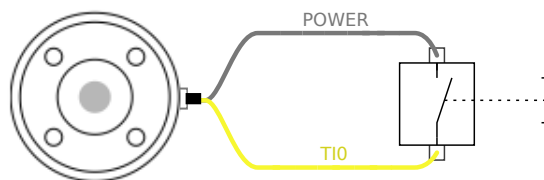
Digitalni vhodi so izvedeni kot PNP s šibkimi Pull-down-upori. To pomeni, da bo imel potencialno prosti vhod vedno nizko vrednost. Električne specifikacije so prikazane spodaj.

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	-	Ω

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	-	10,7	-	k Ω
Resolucija	-	12	-	bit
Vhodna napetost v tokovnem načinu	-0,5	-	5,0	V
Vhodni tok v tokovnem načinu	-2,5	-	25	mA
Vhodni upor @ obseg 4 mA do 20 mA	-	182	188	Ω
Resolucija	-	12	-	bit

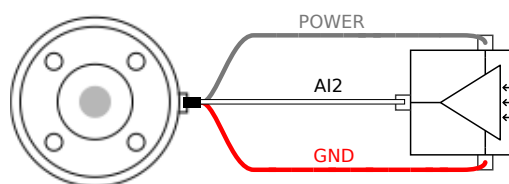
Dva primera uporabe digitalnega vhoda sta prikazana v naslednjih podpoglavjih.

**PREVIDNO:**

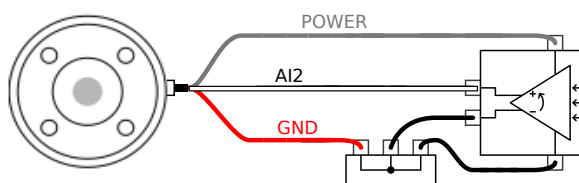
1. Analogni vhodi niso zaščiteni pred napetostjo v načinu toka. Precenitev omejitve v električnih specifikacijah lahko povzroči trajno škodo na vhodu.

5.4.3.1 Uporaba analognih vhodov orodja, nediferenčno

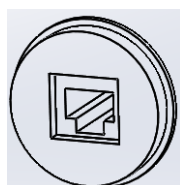
Spodnji primer prikazuje kako povezati analogni senzor z nediferencialnim izhodom. Izhod iz senzorja je lahko tokovni ali napetostni, če je vhodni način analognega vhoda nastavljen enako v zavihku V/I. Preverite, ali senzor z izhodom napetosti lahko zažene notranji upor orodja, saj je v nasprotnem primeru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

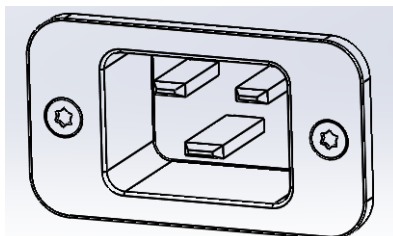
Električne specifikacije so prikazane spodaj.

Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
Hitrost komunikacije	10	-	1000	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.

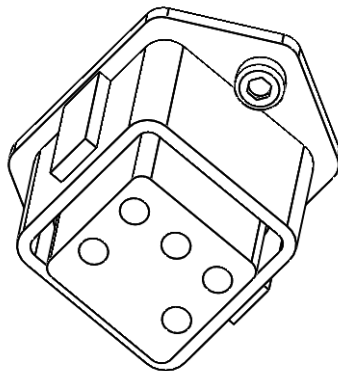
Parameter	Najm.	Tip	Najv.	Enota
Vhodna napetost	100	-	265	VAC
Zunanja varovalka (@ 100–200 V)	15	-	16	A
Zunanja varovalka (@ 200-265V)	8	-	16	A
Vhodna frekvenca	47	-	63	Hz
Pomožno napajanje	-	-	0,5	W
Nominalna moč delovanja	90	250	500	W

**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 vklopите napajanje krmilne omarice. Vedno uporabljajte izvirni 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 vklopите 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

Vzdrževanje in popravila morate opraviti 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://www.universal-robots.com/support>.

Popravila lahko izvajajo le pooblaščen sistemi operaterji, 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 se je potrebno držati veljavnih državnih in območnih uredb 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 postopke 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 ustrezeni 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 predstavlja certifikate oz. dokazila in deklaracije, pripravljene za 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 svoje robote certificira pri naslednjih uglednih ustanovah:



TÜV NORD

Roboti UR so varnostno preizkušeni s strani TÜV NORD, priglašene organa pod strojniško smernico 2006/42/EC v EU. Izvod dokazila o varnostni skladnosti TÜV NORD najdete v dodatku B.



DELTA

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



TÜV SÜD

Roboti UR so preizkušeni v čisti sobi s strani instituta TÜV SÜD. Dokazilo o preizkusu v čisti sobi najdete v dodatku B.



CHINA RoHS

Roboti UR so skladni z metodami upravljanja CHINA RoHS glede nadzora onesnaževanja s strani električnih informacijskih izdelkov.

8.2 Dokazila tretjih strani za dobavitelje



Okolje

Palete za prevoz robotov UR, ki nam jih priskrbijo dobavitelji, so skladne z danskimi zahtevami ISMPM-15 za izdelavo lesene embalaže in so označene v skladu s to shemo.

8.3 Dokazilo o preizkusu proizvajalca



UR

Roboti UR so podvrženi nenehnim notranjim preizkusom in testnim postopkom na koncu proizvodne linije. Preizkusi UR so pod nenehnim nadzorom in se nenehno izboljšujejo.

8.4 Deklaracije v skladu s smernicami EU

Čeprav v prvi vrsti veljajo za Evropo, **Deklaracije EU** priznavajo in/ali zahtevajo tudi nekatere 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

V skladu s strojniško smernico 2006/42/EC so roboti UR **delno sestavljene naprave**, zato kot takim ni nameščena oznaka **CE**.

Opomba: Če se robot uporablja v namene dovajanja pesticidov, morate upoštevati 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)

V Deklaraciji o vključitvi v dodatku B so navedene deklaracije o skladnosti z zgornjimi smernicami.

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

Informacije o standardih, uporabljenih 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 ustavitve kategorije¹ 1. Ta dodatek vključuje podatke o ustavitvi kategorije 0. Podatki o ustavitvi kategorije 1 so na voljo na <http://universal-robots.com/support/>.

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, (10 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)	0.98	750
Člen 1 (RAME)	0.35	240
Člen 2 (KOMOLEC)	0.38	280

¹V 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 UR10/CB3

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.

Odense, April 20th, 2016

R&D

David Brandt
Technology Officer

B.2 Izjava o vgradnji CE/EU (prevod izvirnika)

V skladu z aneksom II 1.B smernice 2006/42/EC.

Proizvajalec Universal Robots A/S
 Energivej 25
 5260 Odense S
 Danska

izjavlja, da spodaj opisani izdelek

Industrijski robot UR10/CB3

ne more začeti z delovanjem, preden mehanizacija, v katero bo nameščen, dokazano ni v skladu z določili smernice 2006/42/EC in njenih sprememb v smernici 2009/127/EC ter uredb, ki veljajo zanjo po lokalni zakonodaji.

Varovalne funkcije izdelka so pripravljene v skladu z vsemi bistvenimi zahtevami smernice 2006/42/EC, pod pogojem, da je stroj vgrajen pravilno, kot je navedeno v priročniku za uporabo. Skladnost z vsemi bistvenimi zahtevami smernice 2006/42/EC je odvisna od specifične namestitve robota in končne ocene tveganja.

Relevantna tehnična dokumentacija je zbrana v skladu z aneksom VII del B smernice 2006/42/EC in je državnim organom na voljo v elektronski obliki po predhodni legitimni zahtevi. Podpisnik temelji na naslovu proizvajalca in je pooblaščen za zbiranje te dokumentacije.

Izdelek je prav tako označen kot skladen z naslednjimi smernicami, po katerih je tudi opremljen z oznako CE:

2014/35/EU — Smernica o nizki napetosti (LVD)

2014/30/EU — Smernica o elektromagnetni združljivosti (EMC)

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

V priročniku za uporabo je naveden celotni seznam veljavnih usklajenih standardov, vključno s povezanimi specifikacijami.

Odense, 20. april 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*

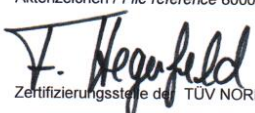
Universal Robots A/S
Energivej 25
DK-5260 Odense S
Denmark

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

Registrier-Nr. / *Registration No.* 44 207 14097602
Prüfbericht Nr. / *Test Report No.* 3515 4327
Aktenzeichen / *File reference* 8000443298

Gültigkeit / *Validity*
von / *from* 2015-06-02
bis / *until* 2020-06-01



Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH

TÜV NORD CERT GmbH Langemarckstraße 20 45141 Essen

Essen, 2015-06-02

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



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
Product identification 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	
DELTA report(s) DELTA project no. T207415-1, DANAK-19/13752 Revision 1	
Other document(s)	
Conclusion 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 ² /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	
Date Hørsholm, 14 March 2014	Assessor  Susanne Otto B.Sc.E.E., B.Com (Org)

20ass-sheet-j

B.5 Dokazilo o preizkusu EMC



We help ideas meet the real world

Attestation of Conformity

EMC assessment - Certificate no. 1549

DELTA has been designated as Notified Body by the notified authority National Telecom Administration part of the Energy Agency in Denmark to carry out tasks referred to in Annex III of the European Council EMC Directive. The attestation of conformity is in accordance with the essential requirements set out in Annex I.

DELTA client

Universal Robots A/S
Energivej 25
5260 Odense S
Denmark

Product identification (type(s), serial no(s).)

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 1351

Standards/Normative documents

EMC Directive 2014/30/EU, Article 6
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, 08 August 2016



Knud A. Baltsen
Senior Consultant

20aocass-uk-j

B.6 Dokazilo o preizkusu v čisti sobi



Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

Roboter, Model: UR10 / Typ INDUSTRIAL

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 5 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 2589737-03

Report-Nr.: 203195-3

Valid till: August 2018

Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 25. August 2016
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT

ZERTIFIKAT ♦ CERTIFICATE ♦ CERTIFICADO ♦ CERTIFICAT



Industrie Service

CERTIFICATE

TÜV SÜD Industrie Service GmbH hereby confirms UNIVERSAL ROBOTS A/S situated at Energivej 25, 5260 Odense S; Dänemark, that the product

Controller for UR 3 & UR 5 & UR 10

the cleanroom compatibility of the equipment for the ISO Class 6 according ISO 14644-1.

The certificate is limited to the particulate cleanliness. The product was tested according to VDI 2083 Part 9.1 in August 2016.

The implementation of the testing and certification is carried out by TÜV SÜD Industrie Service GmbH.

Certificate Nr.: 2589737-04
Report-Nr.: 203195
Valid till: August 2018



Dipl.-Ing. (FH) Walter Ritz
Berlin, 25. August 2016
TÜV SÜD Industrie Service GmbH
Wittestraße 30, Haus L, 13509 Berlin

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 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 13849-1:2015 [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]

ISO 13850:2015 [Kategorija ustavljanja 1]

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

EN ISO 13850:2015 [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. Usta-

vitev 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 vgrajene sodelovalne varnostne funkcije za omejevanje moči in sil in tako ni potrebe po tveganem varovanem območju, določenem z obsegom ograje.
- „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 kategorije¹ 3 struktura. 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 so roboti UR zasnovani za sodelovalne operacije, pri njih ni tveganega 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. Če je robot UR nameščen za uporabo v tveganem varovanem območju, lahko nanj priključite tri-položajno napravo, kot je opisano v tem priročniku. Oglejte si tudi pojasnila v ISO/TS 15066, določba 5.4.5.
- „5.10 Zahteve za sodelovanje“. Sodelovalne varnostne funkcije omejevanja moči in sile robotov

¹V skladu z ISO 13849-1, glejte slovarček za več podrobnosti.

UR so vedno aktivne. Vizualna zasnova robotov UR nakazuje, da so roboti primerni za uporabo v sodelovalnih operacijah. Funkcije omejevanja moči in sile so zasnovane v skladu z ISO 10218-1, določbo 5.10.5. Oglejte si tudi pojasnila v ISO/TS 15066, določba 5.5.4.

- „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 nastavitve vseh varnostnih funkcij, predstavlja pa jo identifikator varnostnega preverjanja v grafičnem uporabniškem vmesniku.

ISO/TS 15066:2016

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

To je tehnična specifikacija (TS), **ne** standard. Namen TS je predstaviti komplet nedokončanih zahtev, za preverjanje ali so uporabne za izbrano panogo. Po definiciji TS ni dovolj dodelana, da bi bila usklajena pod določili evropskimi smernic.

Ta TS velja za proizvajalca robota in integratorja robota. Roboti UR so skladni v relevantnih delih za same surove robote in integrator lahko izbira, da pri integraciji robota upošteva TS.

Ta TS predstavlja prostovoljne zahteve in smernice, ki dopolnjujejo standard ISO 10218 na področju sodelovalnih robotov. Poleg glavnega besedila TS vključuje še prilogo A, z razpredelnico predlaganih omejitev sile in pritiska, ki temeljijo na bolečini in **ne** na poškodbi. Pomembno je, da opombe pod to razpredelnico preberete in razumete, saj mnoge omejitve temeljijo na konservativnih ocenah in študijah iz literature. Vse številke se lahko v prihodnosti spremenijo, ko bodo pripravljeni rezultati novi znanstvenih raziskav. Priloga A je neuraden in prostovoljen del TS in integrator lahko doseže skladnost s TS tudi brez uporabe omejitev iz priloge A.

ANSI/RIA R15.06-2012

Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements

Ta ameriški standard je kombinacija standardov ISO 10218-1 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 nenamernega ukaza za zagon z vidika nadzora.

IEC 60947-5-5/A1:2005**EN 60947-5-5/A1:2013 [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**IEC 60320-1:2015****EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/EC]****EN 60320-1:2015**

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

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, V1.11

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	UR10
Teža	28.9 kg / 63.7 lb
Največja obremenitev (glejte del 4.4)	10 kg / 22 lb
Doseg	1300 mm / 51.2 in
Obseg členov	± 360 ° za vse člene
Hitrost	Osnovni in ramenski členi: Najv. 120 °/s. Vsi ostali členi: Najv. 180 °/s. Orodje: Pribl. 1 m/s / Pribl. 39.4 in/s.
Ponovljivost	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
Sled	Ø190 mm / 7.5 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, Profinet
Programiranje	Grafični uporabniški vmesnik PolyScope na 12žaslону na dotik
Hrup	72 dB(A)
Razvrstitev IP	IP54
Klasifikacija za čisto sobo	Robotova roka: ISO razred 5 Krmilna omarica: ISO razred 6
Poraba energije	Pribl. 350 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
Materiali	Aluminij, plastika PP
Temperatura	Robot lahko deluje v okolju s temperaturnim obsegom 0-50 °C
Napajanje	100-240 VAC, 50-60 Hz
Kabli	Kabel med robotom in krmilno omarico (6 m / 236 in) Kabel med zaslonom na dotik in krmilno omarico (4.5 m / 177 in)

E Safety Functions Tables

E.1 Table 1

Table 1: Safety Function (SF) Descriptions NOTE: all safety functions are individual safety functions

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
SF0	Internal	Emergency Stop 1, 2, 3, 4 <i>There are two Emergency Stop safety functions</i>	Pressing Estop on the Teach Pendant ¹ or the External Estop (if using the Estop Safety Input configured for Estop) results in both a Cat 0 & a Cat 1 stop according to IEC 60204-1 (NFPA79) ³ . These are SF0 and SF1, respectively. - SF0: 524ms timer setting in each safety controller's microprocessor. At the end of the 524ms, Cat 0 stop³ (IEC 60204-1) is initiated by each microprocessor. - SF1: Command¹ all joints and power to stop. This is a Cat 1 stop³ per IEC 60204-1. - The stopping times⁴ of the SF0 and SF1 Estop safety functions differ. - SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3 which stops power immediately with a worst-case scenario stopping time of 1250ms, even if all joint monitoring failed at the same time and the robot is at maximum speed after 524ms. - SF1 has a safety rating of PLd Cat2 (see page 6) with a maximum stop time of 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for more information. The stop time can be reduced by the application's safety limit (SF3, 4, 6, 7, 8, 9) settings and the stop times provided in the User Manual.	Robot Arm
SF1				
SF2	Logic and outputs INTERNAL	Safeguard Stop (Protective Stop)	This safety function is initiated by an external protective device using safety inputs which initiates a Cat 2 stop ³ per IEC 60204-1. <i>For the safety rating of the completely integrated safety function, add the PFHd of the external protective device to the PFHd of SF2. If a PLd Cat3 stop is needed for protective devices, connect the protective device and configure the input as if it were an external Estop input (See SF0).</i>	Robot Arm
SF3	Internal	Joint Position Limit (soft axis limiting)	Exceeding the Joint Position limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Each joint can have its own limit. <i>Limits the set of allowed Joint Positions that the joints can move to. It is set directly in the safety setup part of the UI where you can enter values. It is a means of safety-rated soft axis limiting and space limiting, according to ISO 10218-1:2011, 5.12.3.</i>	Joint (each)
SF4	Internal	Joint Speed Limit	Exceeding a Joint Speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ per IEC 60204-1. Each joint can have its own limit.	Joint (each)

¹ **Communications between the Teach Pendant, controller, & the robot arm (between joints) are SIL 2**, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. See [NOTES](#)

² **Estop validation:** The Estop button is evaluated within the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2. To validate the Teach Pendant Estop functions, press the Estop button and verify an Estop results. See Estop Output for information about Estop I/O.

³ **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79)

- **Category 0 and 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop (decelerate, then power removal). Estop is either Cat 0 or Cat 1. As an exception, Estop can result in a Cat 2 stop.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. Category 2 stop specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

⁴ **Emergency Stop response time:** Selecting Estop results in having both PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estops. It is an integration decision whether the PLd Cat2 or PLd Cat3 response time is used for calculating the stopping distance. Typically, the protective stop stopping time is intended for protective purposes.

⁵ **Stop Categories** according to IEC 60204-1 (NFPA79)

- **Category 0 and 1** The drive power is removed, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop (decelerate, then power removal). Estop must be either Cat 0 or Cat 1.
- **Category 2** The drive power is NOT removed. Category 2 stop specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
			Limits the set of allowed Joint Speeds. It is in the Teach Pendant's safety setup where you can enter values. It can be used to limit fast joint movements, for instance to limit risks related to singularities.	
SF5	Internal	Joint Torque Limit	Exceeding the joint torque limit results in a Cat 0 stop ⁵ (per IEC 60204-1). This is not accessible to the user as it is a factory setting, part of the force limiting safety function.	Joint (each)
SF6	Internal	TCP Pose Limit	Monitors the TCP position and orientation. Any violation of a safety plane or TCP Pose Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). This safety function consists of two parts: (1) The safety planes which limit the possible TCP positions by providing TCP inclusion/exclusion zones, and (2) The TCP orientation limit, which has an ALLOWed direction and a tolerance. When a limit (plane or TCP pose) is violated, a Cat 0 stop is initiated.	TCP
SF7	Internal	TCP Speed Limit	Exceeding the TCP speed limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1).	TCP
SF8	Internal	TCP Force Limit	Exceeding the TCP force limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). Limits the external clamping force exerted by the robot. See also Joint Torque Limit (SF5).	TCP
SF9	Internal	Momentum Limit	Exceeding the Momentum Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). The Momentum Limit is useful for limiting transient impacts and affects the entire robot arm.	Robot Arm
SF10	Internal	Power Limit	Exceeding the Power Limit results in a Cat 0 stop ⁵ (IEC 60204-1). This function monitors the mechanical work (sum of joint torques times joint angular speeds) performed by the robot. This affects the current to, and the speed of, the robot arm. This function dynamically limits the current/torque but maintain the speed.	Robot Arm
SF11	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Estop Output	When configured for Estop output and there is an Estop condition (see SF1), the dual outputs are LOW. If there is no Estop condition, dual outputs are HIGH. Pulses are not used but are tolerated. For the integrated functional safety rating with an external Estop device, add the PFHd of the UR Estop function (SF0 or SF1) to the PFHd of the external logic (if any) and its components (e.g. Estop pushbutton). ⁶	External connection to logic &/or equipment
SF12	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Moving: Digital Output	Whenever the robot is moving, the dual Digital Outputs are LOW. Outputs are HIGH when the robot is not moving. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF13	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not stopping: Digital Output	Whenever the robot is STOPPING (i.e., in the process of stopping or in a stand-still condition) the dual Digital Outputs are HIGH. When outputs are LOW, robot is NOT in the process or stopping and NOT in a stand-still condition. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF14	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Reduced Mode: Digital Output	Whenever the robot is in Reduced Mode , the dual Digital Outputs are LOW. See Robot Reduced Mode below. The functional safety rating is for inside the robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment
SF15	Internal as a function with dual outputs	UR Robot Not Reduced Mode:	Whenever the robot is NOT in Reduced Mode, the dual Digital Outputs are LOW. The functional safety rating is for what is within the UR robot. The integrated functional safety performance requires adding this PFHd to the PFHd of the external logic (if any) and its components.	External connection to logic &/or equipment

⁶ **Estop validation:** The Estop button is evaluated in the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2 communications. See Communications and Safety Functions on page 10. To validate the Estop function, press the Teach Pendant Estop button and verify an Estop results. See footnote 13. The connection from the Teach Pendant to the safety controller is by safety communications according to SIL 2 (See page 10). See Estop Output for information about Estop I/O.

E.1 Table 1

TUV NORD Certified SF	Internal?	Safety Function	Description	What is controlled?
		Digital Output		
Robot Reduced Mode	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Reduced Mode Input	Reduced Mode is initiated by a safety plane/boundary (starting at 2cm of the plane) or by use of an input to initiate (will achieve reduced settings within 500ms). When the external connections are LOW, Reduced Mode is initiated. Reduced Mode means that ALL Reduced Mode limits are ACTIVE. <i>Reduced Mode is not a safety function, rather it is a state affecting the settings of the following safety function limits: SF3 Joint Position, SF4 Joint Speed, SF6 TCP pose limit, SF7 TCP speed, SF8 TCP force, SF9 Momentum, and SF10 power.</i>	Robot Arm
Safeguard Reset	Internal Logic and Outputs, with Dual Inputs (1 through 4)	Safeguard Reset Input	When configured for Safeguard Reset and the external connections transition from LOW to HIGH, the safeguard stop RESETS. Safety input to initiate a reset of safeguard stop safety function SF2.	Robot
Enabling Device	External Enabling Device as input to UR Robot logic	Three- Position Enabling Device INPUT	When the external Enabling Device connections are LOW, a Safeguard Stop (SF2) is initiated. Recommendation: Use with a mode switch as a safety input. <i>If a mode switch is not used and connected to the safety inputs, then the robot mode will be determined by the Teach Pendant. If the Teach Pendant is in Run Mode—the enabling device will not be active.</i> Programming Mode—the enabling device will be active. Password protection is available to change modes.	Robot
Mode Selection	External Mode Switch using dual Inputs (1 through 4) and internal logic	Mode Switch INPUT	When the external connections are LOW, Operation Mode (running) is in effect. When HIGH, it is Programming or Teach Mode. Must be used with an Enabling Device as a safety input. <i>When in Teach/Program Mode, the switch inputs are HIGH, and enabling device is required. When in Teach/Program Mode, the TCP Speed is limited to 250mm/s. The speed can be increased using the Teach Pendant “speed-slider,” but upon activating the enabling device, the speed limit resets to 250mm/s.</i>	Robot

E.2 Table 2

Table 2: Compliance and ISO 13849-1 Functional Safety Information ^{7, 8}

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
SF0	Emergency Stop ^{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14} <i>There are two separate Emergency Stop safety functions: SF0 and SF1</i>	No	Cat 1 Stop 524ms time-delay before Cat 0 Stop is initiated	NA	d	3	4.38E-8 See ¹⁰
SF1	Emergency Stop ^{11, 13, 14} <i>There are two safety functions: SF0 & SF1</i>	No	Cat 1 Stop when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	SS1 ¹⁵ when at SS1 standstill, Cat 0 Stop initiated	d	2	3.16E-07 See ¹⁰
SF2	Safeguard Stop (Protective Stop)	No	Cat 2	SS2 ¹⁶	d	2	3.15E-07

⁷ All safety functions are individual safety functions.

⁸ **MTTFd is limited to 100 years by ISO 13849-1.** The actual MTTFd values are greater than 100 years. **For all safety functions, the DCavg is 90%.**

⁹ **Stop Categories according to IEC 60204-1 (NFPA79).**

- **Category 0 and 1** result in the removal of drive power, with Cat 0 being IMMEDIATE and Cat 1 being a controlled stop before removal of power. Estop is either Cat 0 or Cat 1.
- **Category 2** is a stop where drive power is NOT removed. For Category 2 stops, specifications are defined in IEC 60204-1, while SS1 and SS2 are defined IEC 61800-5-2.

¹⁰ **Emergency stop safety functions:** MTTFd, DCavg and PFHd uses fault exclusion in accordance with ISO 13849-1 due to use of direct acting contacts. If fault exclusion were **not** used, then the PFHd values would be: **SF0:** 1.60E-07; **SF1:** 4.27E-07; **SF11:** 1.56E-07.

¹¹ **Emergency stop components and safety function** complies with IEC 60204-1, IEC 60947-5-1 (direct acting contacts), ISO 13850 and ISO 13849-1.

¹² **Communications between the Teach Pendant and the controller, as well as within the robot arm & between joints are SIL 2** for safety data, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. See Communications and Safety Functions on page [10](#).

¹³ **Estop validation:** The Teach Pendant Estop button is evaluated in the Teach Pendant, then communicated¹ to the safety controller by SIL2 communications. To validate the Teach Pendant Estop function, press the Teach Pendant Estop button and verify an Estop results. See Estop Output for information about Estop I/O.

¹⁴ **Emergency Stop response time:** From a Teach Pendant standpoint, selecting Estop results in having both the PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estop. It is an integration decision whether the PLd Cat2 or PLd Cat3 response time is used to calculate the stopping distance.

¹⁵ **SS1 (Safe Stop 1)** according to IEC 615800-5-2

- a) Initiates and controls the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the STO function when the motor speed is below a specified limit; or
- b) Initiates and monitors the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the STO function when the motor speed is below a specified limit; or
- c) Initiates the motor deceleration and initiates the STO function after an application specific time delay.

NOTE: This safety function corresponds to a controlled stop in accordance with stop category 1 of IEC 60204-1.

¹⁶ **SS2 (Safe Stop 2)** according to IEC 615800-5-2

- a) Initiates and controls the motor deceleration rate within set limits to stop the motor and initiates the safe operating stop function when the motor speed is below a specified limit; OR

E.2 Table 2

TUV NORD Certified SF	Safety Function	Limits or USER configuration or Factory Setting	Stop Category per IEC 60204-1 ⁹	IEC 61800-5-2 Stop: power to switching devices retained for Category 2 Stop	PL	Cat	PFHd UR 3/5/10
Mode Selection	Mode switch INPUT	Input & I/O Configuration	Cat 2	SS2 ¹⁸	d	2	3.15E-07

NOTES:

All safety functions are individual safety functions. The UR safety controller has two microprocessors for monitoring incoming inputs, logic, and communications.

Stopping times of the SF0 and SF1 Emergency Stop safety functions:

SF0 has a functional safety rating of PLd Cat3. This means the worst-case stopping time is 1250ms, even if all joint safety monitoring failed at the same time, at full speed, and after 524ms.

SF1 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10 (see the User Manual for information). The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual. *From a Teach Pendant standpoint, selecting Estop results in having both a PLd Cat 2 and PLd Cat 3 Estop.*

SF2 has a functional safety rating of PLd Cat2 with a reliable (see functional safety information) and realistic maximum stop time of approximately 300ms for UR3 and 400ms for UR5/UR10. See the User Manual for specific information. The application stop time can be reduced depending on the application's safety limits (SF3, 4, 6, 7, 8, 9, 10) settings and the use of the stop time information provided in the manual.

It is an integration decision whether the Protective Stop (PLd Cat2) or the Emergency Stop (PLd Cat3) response time is to be used for the calculation of the stopping distance. Since the Emergency Stop is not considered a safeguard, it is typically recommended to use the Safeguard Stop (Protective Stop) stopping time.

Communications and Safety Functions:

Communications between the Teach Pendant and the controller, as well as within the robot arm & between joints are SIL 2 for safety data, according to IEC 61784-3. Any failure will be detected within 16ms. Some diagnostics require filtering of data to avoid false positives. In these cases, the detection of a fault can range from 8 to 25ms. Depending on the safety function and its diagnostics, fault detection is between 16ms and 33ms. It is recommended to use 33ms, due to the detection variability.

Del II

Priročnik PolyScope

10 Varnostna namestitvev

10.1 Uvod

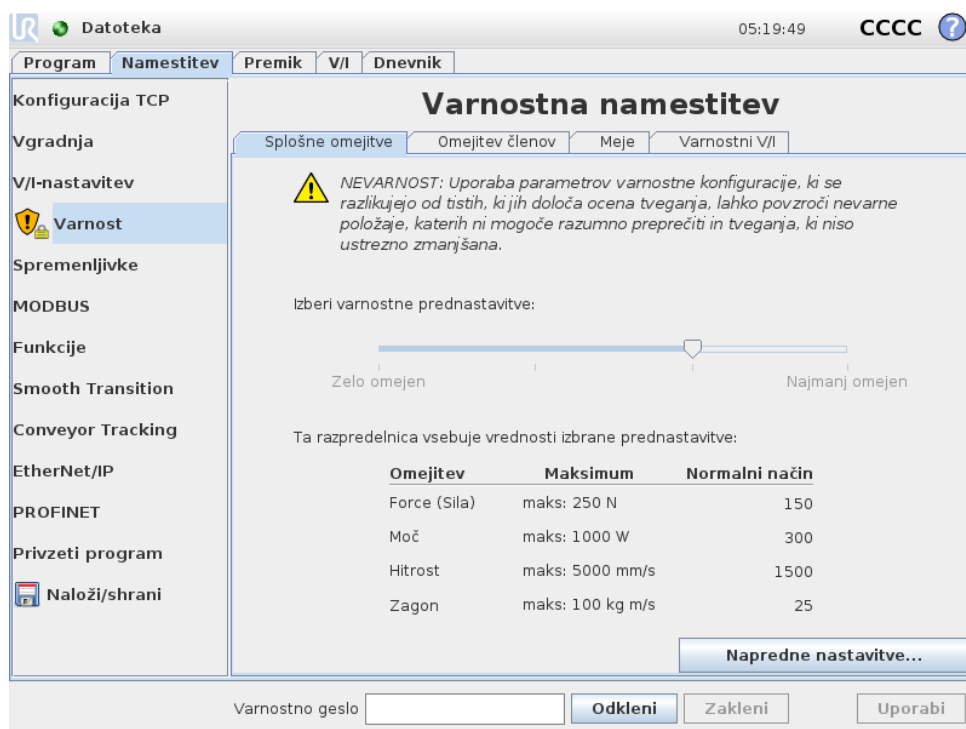
Robot je opremljen z naprednim varnostnim sistemom. V odvisnosti od posebnih značilnosti delovnega okolja robota morajo biti nastavitve varnostnega sistema konfigurirane tako, da zagotavljajo varnost vsega osebja in opreme okrog robota. Prva stvar, ki jo mora narediti integrator, je uveljavitev nastavitvev,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

10.4 Tolerance

Robotova roka uporablja vgrajene tolerance, ki preprečujejo kršitve varnostnih ukrepov. Varnostna toleranca je razlika med varnostno omejitvijo in maksimalno delovno vrednostjo. Na primer, splošna toleranca hitrosti je -150mm/s . To pomeni, da če uporabnik konfigurira omejitev hitrosti na 250mm/s , bo maksimalna delovna hitrost $250 - 150 = 100\text{mm/s}$. Varnostne tolerance preprečujejo kršitve varnostnih ukrepov, hkrati pa omogočajo nihanja v obnašanju programa. Na primer, pri rokovanju s težkim bremenom lahko pride do situacije, ko mora *Robotova roka* za kratek čas obratovati nad običajno maksimalno delovno hitrostjo, da lahko sledi programirani smeri. Primer take situacije je prikazan na sliki 10.1.



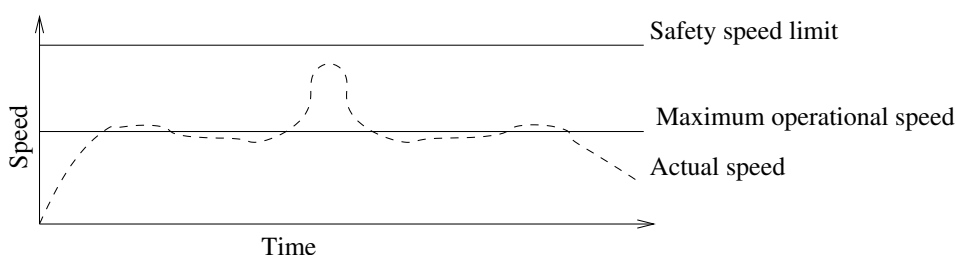
OPOZORILO:

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.



Slika 10.1: Primer varnostne tolerance.

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 nastavitve. 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 0,¹ se robotova roka zažene v načinu **Obnovitve**. Ta način omogoča robotu počasno premikanje nazaj v dovoljeno območje z uporabo zavihka za premikanje **ZavihekPremik** ali **Freedrive**. 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 uporabne 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.

10.7.1 Vzratni pogon

V načinu *Freedrive* je člene robota možno premikati z relativno majhno silo, saj so zavore sproščene. Med zagonom robotove roke se lahko opazijo rahli tresljaji ob sproščanju zavor robota. V določenih primerih, kot na primer takrat, ko je robot nevarno blizu trka, so ti tresljaji nezaželeni, zato lahko za določene člene na silo premaknete na želeni položaj s funkcijo *Vzratni pogon*, in tako ni potrebno sprostiti vseh zavor robotove roke.

Za omogočanje *Vzratnega pogona*:

1. Pritisnite ON, da v člene pošljete napajanje. Robot je sedaj v „Stanju pripravljenosti“. Ne sprostite zavor (tj. ne pritisnite na START).

¹V skladu z IEC 60204-1, glejte slovarček za več podrobnosti.

2. Pritisnite in zadržite pritisk na gumbu *Freedrive*. Status robota se spremeni v „Vzvrtni pogon“.
3. Zavore se sprostijo samo na členih, na katere delujemo z močnejšim pritiskom, vse dokler je aktiviran/pritisnjen gumb *Freedrive*. Pri uporabi načina *Vzvrtni pogon* se zdi premikanje robota težje.

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 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 odklepate 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 pogo-
vornega 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.

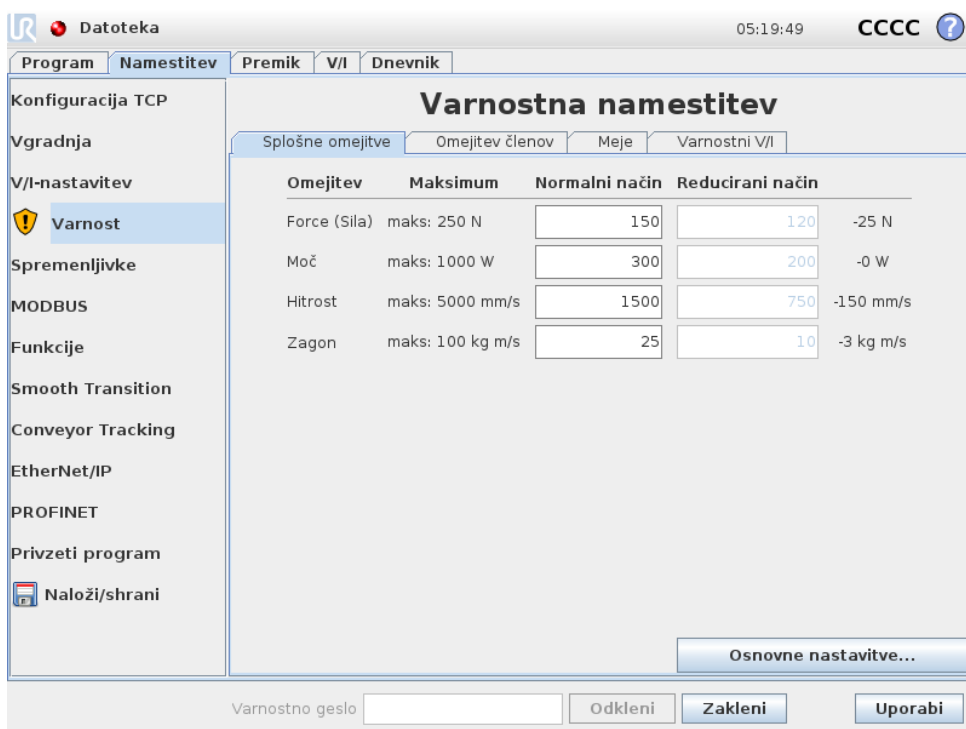
Ko ste v načinu *Freedrive* (glejte 13.1.5), in je trenutna hitrost TCP robota blizu omejitvi *Hitrosti*, uporabnik začuti upor, ki se povečuje, bolj kot se hitrost približuje omejitvi. Sila upora se pojavi, ko je trenutna hitrost znotraj približno 250 mm/s omejitve.

Osnovne nastavitve Začetni podzaslonski prikaz splošnih omejitev, prikazan na privzetem zaslonu, vključuje drsniški 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



Omejitev	Maksimum	Normalni način	Reducirani način	
Force (Sila)	maks: 250 N	150	120	-25 N
Moč	maks: 1000 W	300	200	-0 W
Hitrost	maks: 5000 mm/s	1500	750	-150 mm/s
Zagon	maks: 100 kg m/s	25	1.0	-3 kg m/s

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*. Omejitev 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.

Opomba: Polja za omejitve v *Reduciranem* načinu so onemogočena, kadar ni nastavljeno, da jih sprožita ali varnostna ravnina ali nastavljen 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.

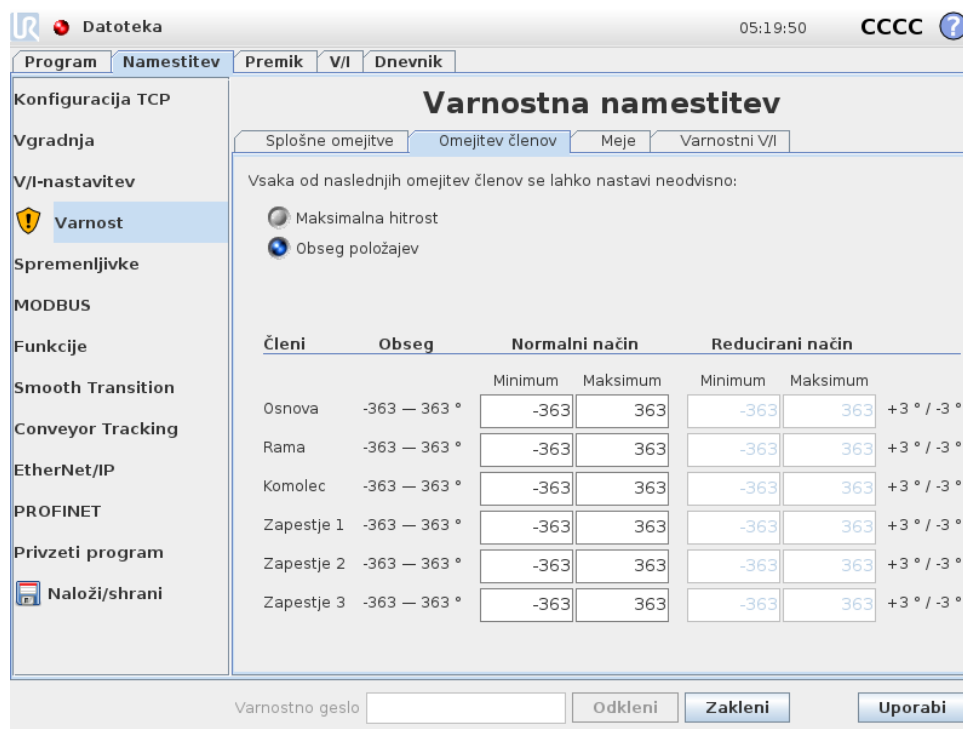
Toleranca in enote vsake omejitve so navedene na koncu vrstice, ki spada k omejitvi. Ko program teče, je hitrost robotove roke samodejno prilagojena, da ne preseže katere izmed vnesenih vrednosti, zmanjšanih za toleranco (glejte 10.4). Upoštevajte, da je znak minus, izpisan poleg tolerance, tam samo 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 Pritisk 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



Členi	Obseg	Normalni način		Reducirani način		
		Minimum	Maksimum	Minimum	Maksimum	
Osnova	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Rama	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Komolec	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zapestje 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zapestje 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zapestje 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °

Omejitve členov omejujejo premikanja posameznih členov v območju členov, tj. ne upoštevajo kartezijskega 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.

Opomba: Polja za omejitve v *Reduciranem* načinu so onemogočena, kadar ni nastavljeno, da jih sprožita ali varnostna ravnina ali nastavljen 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 zavijku lahko konfigurirate omejitve meja, ki so sestavljene iz varnostnih ravnin 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 želene 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 namestitvi 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 zavihek *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 želene 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° 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 nje.

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 omejitev 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 omejitev, 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 preklon 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 normalne 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.

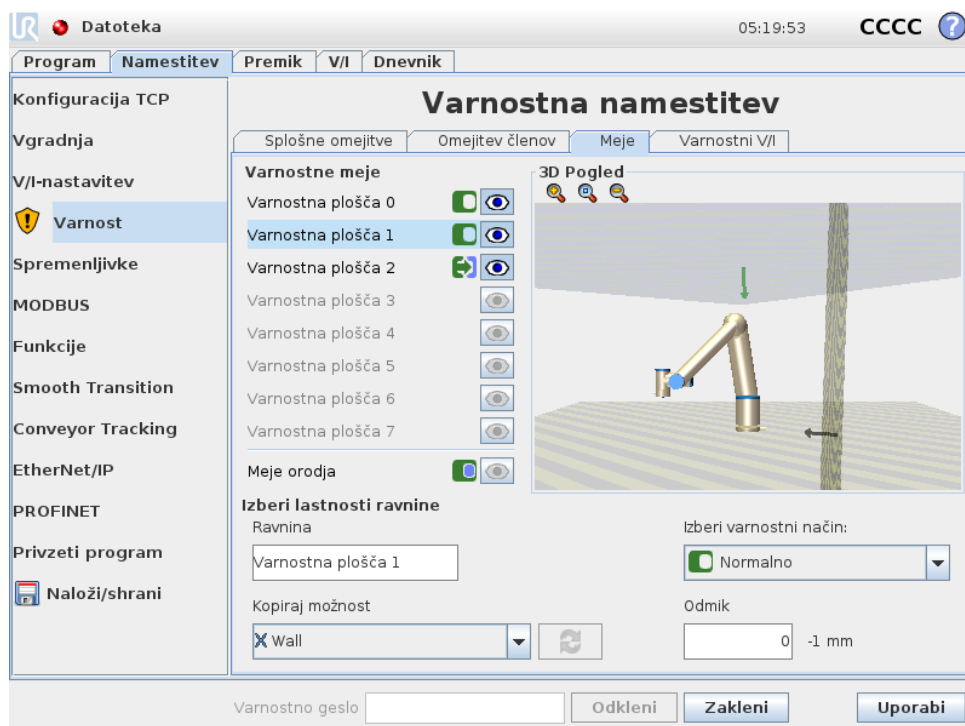
Meja usmerjenosti orodja je predstavljena z okroglim stožcem in vektorjem, ki kažeta trenutno usmerjenost orodja robota. Notranjost stožca predstavlja dovoljeno območje usmerjenosti orodja (vektor).

Ko sta omejitev 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 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</i> in <i>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</i> načina, 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).

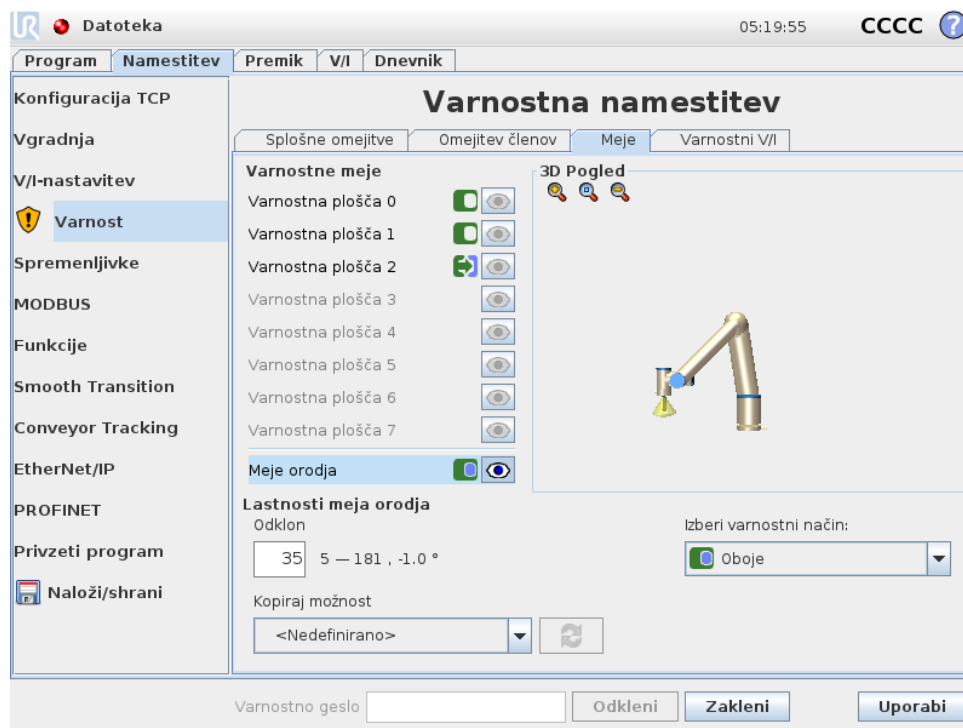
Ko ne nobena izmed zgoraj navedenih možnosti ne velja več, se varnostni sistem vrne nazaj v *Normalni* način.

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 želene usmerjenosti orodja in vrednosti maksimalnega dovoljenega odklona za to usmerjenost.

Odklon Besedilo *Odklona* prikazuje vrednost maksimalnega dovoljenega odklona usmerjenosti orodja robota od želene 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 Želena usmerjenost orodja robota je določena s funkcijo (glejte 13.12) trenutne namestitve robota. Za vektor želene 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 omejitve; 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 omejitve s trenutno usmerjenostjo funkcije. Ikona  je prikazana tudi, če je izbrana funkcija izbrisana iz namestitve.

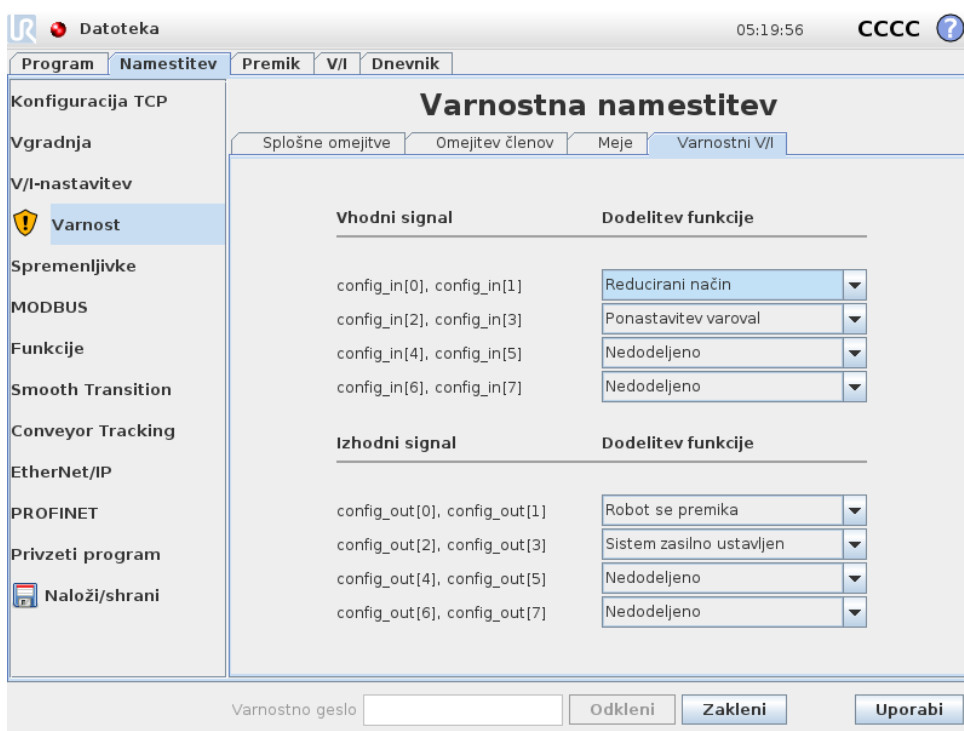
Varnostni način Za izbor *varnostnega načina* meja usmerjenosti orodja se uporablja spustni seznam na desni strani zaslona *Lastnosti omejitev orodja*. Na voljo so naslednje možnosti:

Onemogočeno	Omejitev meje orodja ni nikoli aktivna.
 Normalno	Ko je varnostni sistem v <i>Normalnem</i> načinu, je omejitev orodja aktivna.
 Reducirano	Ko je varnostni sistem v <i>Reduciranem</i> načinu, je omejitev orodja aktivna.
 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, zmanjšan 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 odklon usmerjenosti orodja preseže omejitev (brez tolerance), varnostni sistem izvede ustavitev 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 Kategorijo² 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 obstaja 5, za izhodne signale pa 5 *Varnostne funkcije*.

²V skladu z ISO 13849-1, glejte slovarček za več podrobnosti.

10.13.1 Vhodni signali

Za vhodne signale lahko izberete naslednje *Varnostne funkcije*: Zasilna ustavitev sistema, Reducirani način, Preventivna ponastavitev, Naprava za omogočanje 3-položajnega delovanja in Način delovanja.

Zasilna ustavitev sistema Ko je konfiguriran, dovoljuje dodatni gumb za Ustavitev sistema poleg Gumb za zaustavitev v sili na programirni enoti. Ta funkcionalnost terja uporabo naprave, skladne z ISO 13850.

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 vhodih/izhodih nastavljena Preventivna zaustavitev, 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 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 Preventivna ponastavitev, vhoda SI0 in SI1 Preventivna zaustavitev (glejte Priročnik za namestitev strojne opreme) v celoti določata, ali je stanje Preventivne zaustavitve aktivno ali ne.

Naprava za omogočanje 3-položajnega delovanja 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 Naprava za omogočanje 3-položajnega delovanja, 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 Naprava za omogočanje 3-položajnega delovanja nizek, se robot preventivno 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 Naprava za omogočanje 3-položajnega delovanja 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 Naprava za omogočanje 3-položajnega delovanja. Robot bo v Načinu izvajanja, ko bo vhod Način delovanja nizek in v Načinu programiranja, ko bo vhod visok.
2. Za izbiro načina delovanja iz vmesnika Polyscope mora biti konfiguriran samo vhod Naprava za omogočanje 3-položajnega delovanja 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 Naprava za omogočanje 3-položajnega delovanja potrjena, se samodejno prikaže domači zaslon. Domači zaslon se prav tako prikaže samodejno, ko se način delovanja spremeni iz Programiranje v Izvajanje.
- Izbirnik fizičnega načina, če se uporablja, mora biti v celoti skladen z ISO 10218-1: člen 5.7.1 za izbiro.
- 3-položajno stikalo in njegovo obnašanje, značilnosti učinkovanja in delovanje morajo biti popolnoma skladni z ISO 10218-1: člen 5.8.3 za napravo za omogočanje.

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 samo, ko vhod Zasilna zaustavitev robota ali Gumb za zaustavitev v sili sproži varnostni sistem v stanje Ustavitev v sili. V izogib zastojem nizki signal ne bo podan, če stanje Ustavitev v sili sproži vhod Zasilna ustavitev sistema.

**OPOMBA:**

Zunanji stroji, ki prejmejo stanje Ustavitve v sili od robota preko izhoda Zaustavitve sistema v sili, morajo biti skladni z ISO 13850. To je še posebej potrebno pri namestitvah, kjer je vhod Zasilna zaustavitev robota povezan z zunanjo napravo za ustavitev v sili. V takih primerih se izhod Zaustavitve sistema v sili aktivira, ko se sprosti zunanja naprava za ustavitev v sili. To pomeni, da bo stanje ustavitve v sili na zunanjem stroju ponastavljeno brez potrebe po ročnem upravljanju operatorja stroja. Zato mora, za ohranitev skladnosti s standardi varnosti, zunanji stroj pred nadaljevanjem zahtevati ročno posredovanje.

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.

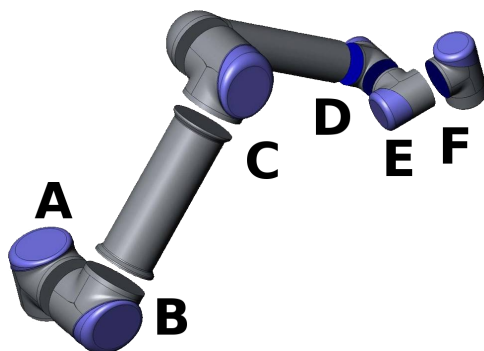


NEVARNOST:

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).

Krmilno omarico 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 zaporedje ukazov, ki robotu povedo, kaj naj stori. Vmesnik PolyScope omogoča ljudem z malo programerskega znanja, da programirajo robota. Za večino nalog opravite programiranje z zaslonom na dotik, ne da bi morali vnesti kriptične ukaze.

Premikanje orodja je del programa robota, ki uči robotovo roko, kako naj se premika. V vmesniku PolyScope je gibanje orodja določeno z nizom **smernih točk**. Kombinacija smernih točk tvori pot, po kateri potuje robotova roka. Smerno točko določimo z zavihkom `Premik`, tako da robota ročno premaknemo v določeni položaj (ga učimo) ali pa jo izračunamo s programsko opremo. Uporabite zavihke `Premik` (glejte 13.1) za premik robotove roke na želeni položaj, ali pa robota naučite premika do želenega položaja, tako da robotovo roko povlečete na mesto ob pritisnjenem gumbu za 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**.

V nadaljevanju je prikazan enostavni program, ki vključeni robotovi roki omogoča premikanje med dvema smernima točkama.

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 zavihke `Struktura`.
4. Dotaknite se gumba `Premik`.
5. Pojdite na zavihke `Ukaz`.

6. Pritisnite gumb **Naprej** za dostop do nastavitev 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 smer-nima točkama.

**OPOZORILO:**

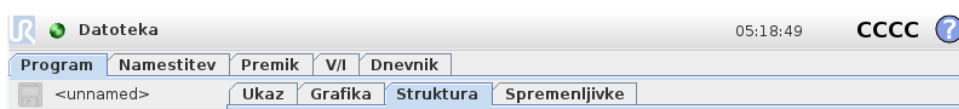
1. Robota ne usmerite samega vase ali v karkoli drugega, saj lahko tako robota poškodujete.
2. Glavo in trup držite izven dosega (delovnega prostora) robota. Pazite, da prstov ne postavljate na mesta, kjer bi jih lahko stisnilo.
3. To je le hitri vodnik, ki kaže, kako enostavna je uporaba robota UR. 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 številka tipkovnica ali tipkovnica.

Različni zasloni PolyScope so opisani v naslednjih oddelkih.

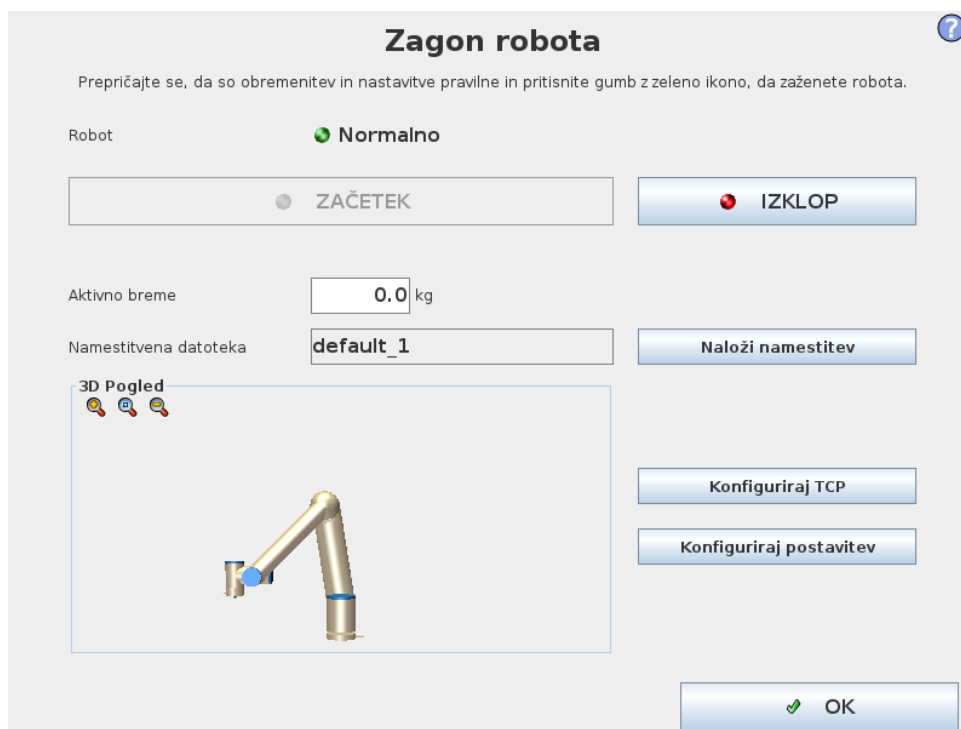
11.4 Pozdravni zaslon



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 .
- **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.

Opomba: 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 aktivna 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.

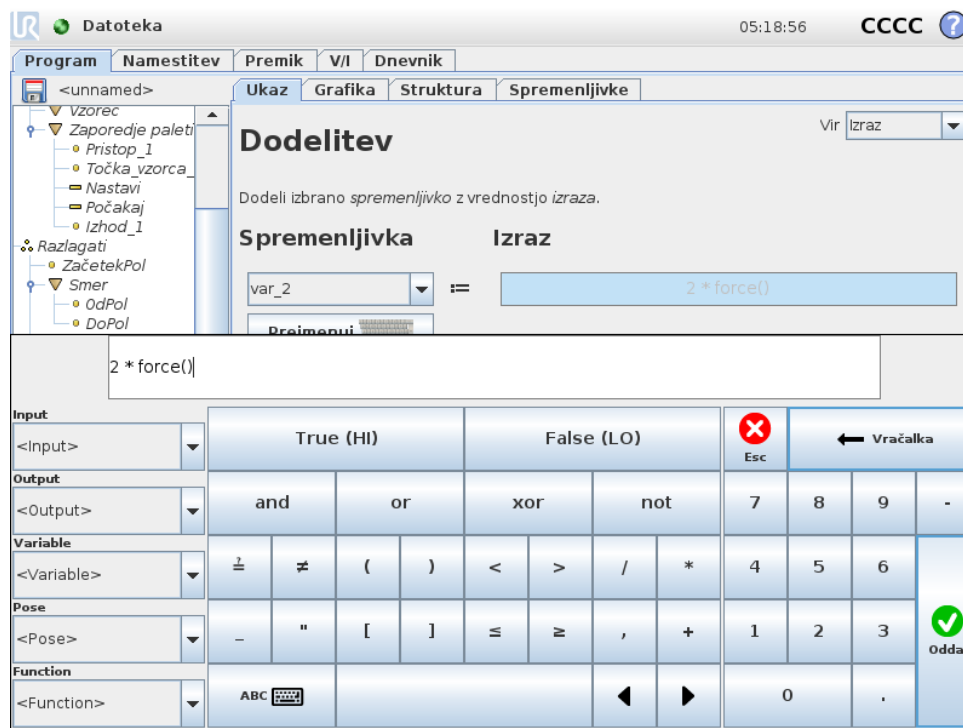
Velik gumb z zeleno ikono služi za izvedbo dejanske inicializacije robotove roke. Besedilo na gumbu in postopek, ki ga izvaja, se spreminjajo v skladu s trenutnim stanjem robotove roke.

- 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 obnovo 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 Urejevalnik izrazov na zaslonu



Medtem ko je sam izraz urejen kot besedilo, ima urejevalnik izrazov številne gumbе in funkcije za vnos posebnih simbolov izrazov, kot sta $*$ za množenje in $\leq$ za manj kot ali enako. Gumb simbola tipkovnice na zgornji levi 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*.

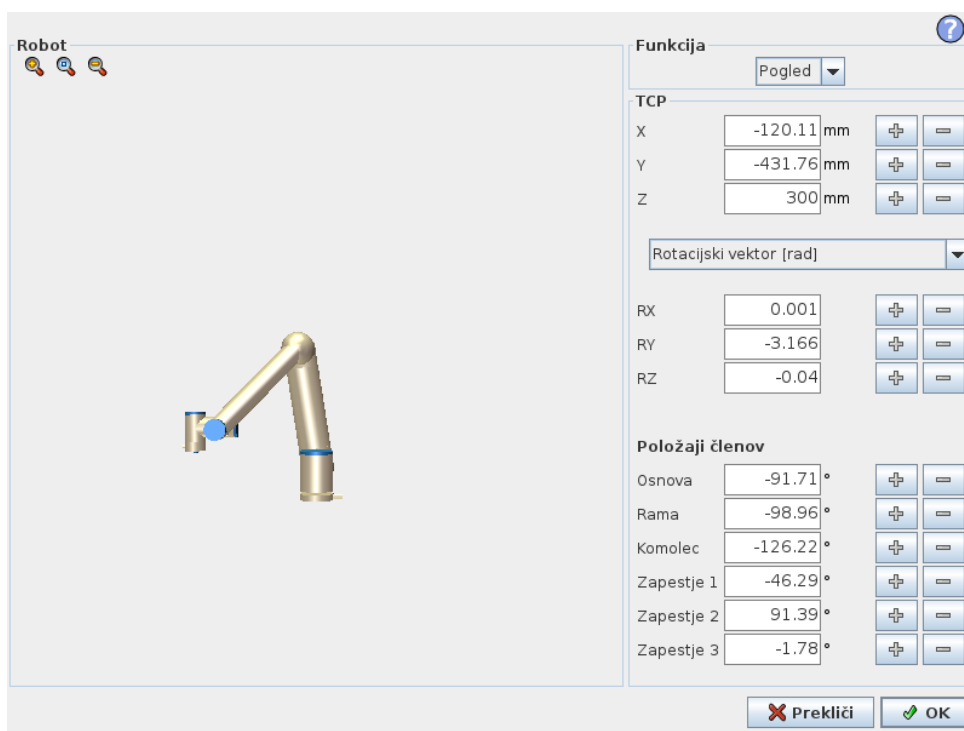
Če želite preveriti slovnične napake izraza, pritisnete gumb **Ok**. Z gumbom **Prekliči** boste zapustili zaslon in zavrgli vse spremembe.

Izraz je lahko videti tako:

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

12.2 Zaslon urejevalnika poz

Na tem zaslonu lahko določite ciljne položaje členov ali ciljno pozo (položaj in orientacijo) orodja robota. Zaslon je „izključen“ 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 zaslona. Pritisnite na ikono povečevalnega stekla za povečanje/pomanjšanje ali povlecite prst po zaslonu, 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 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 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 željeni 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 nastavitve.
- **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 odštevate 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° do $+360^\circ$, kar je *omejitev člena*. Vrednosti lahko dodate ročno, tako da kliknete na položaj členov. S klikom na gumba + ali – tik na desni strani ohišja lahko dodajate ali odštevate 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.

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 željeni 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.

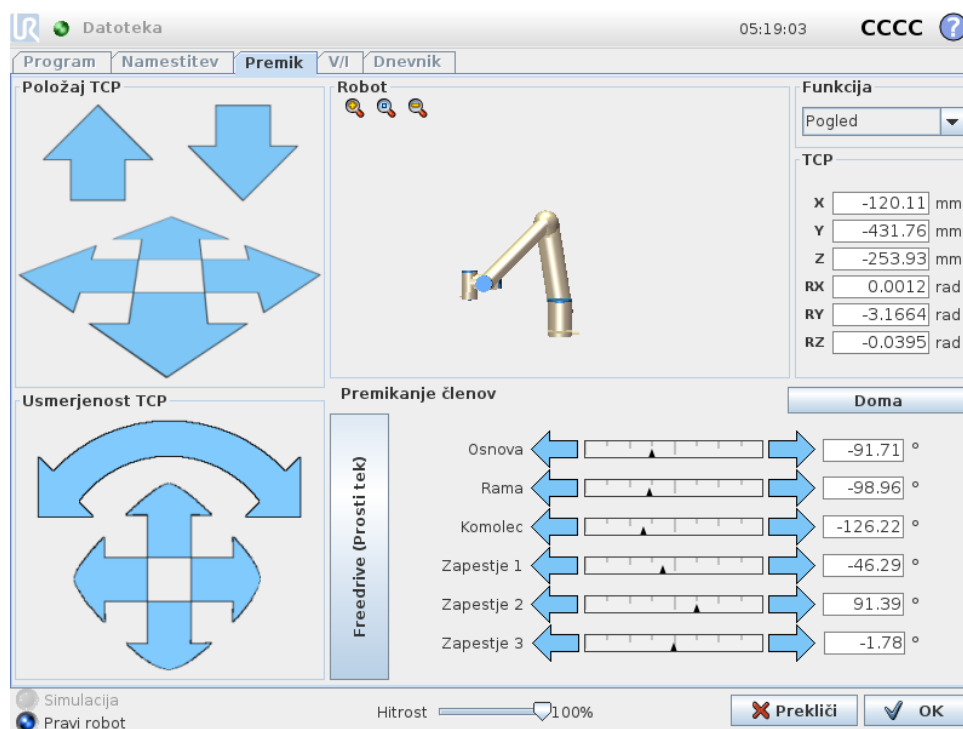
Gumb Zapri

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 ravlini, 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 ravnine so predstavljene z rumeno in črno barvo in z majhno puščico normale ravnine ki predstavlja stran ravnine, na katero je možno namestiti središčno točko orodja robota. Sprožilne ravnine so prikazane z modro in zeleno barvo in majhno puščico, ki kaže na eno stran ravnine, kjer so aktivne meje **normalnega** načina (glejte 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 funkcije, relativno na katere je nadzorovana robotova roka.

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 12.2), 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 (spodaj), 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 kroglja.

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° 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.

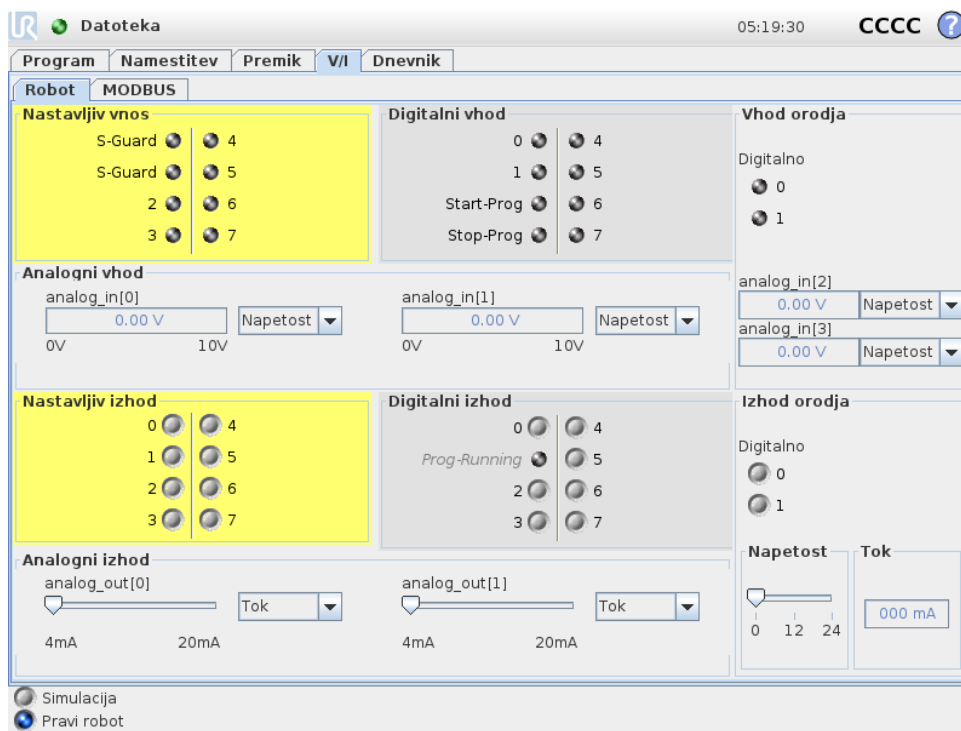
13.1.5 Freedrive (Prosti tek)

Ko držite gumb *Freedrive*, lahko robotovo roko primete in jo premaknete na želeno 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 (npr. 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 omare 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. Zaslon 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 varnostnih signalov V/I namestitve (glejte 10.13); rezervirani signali

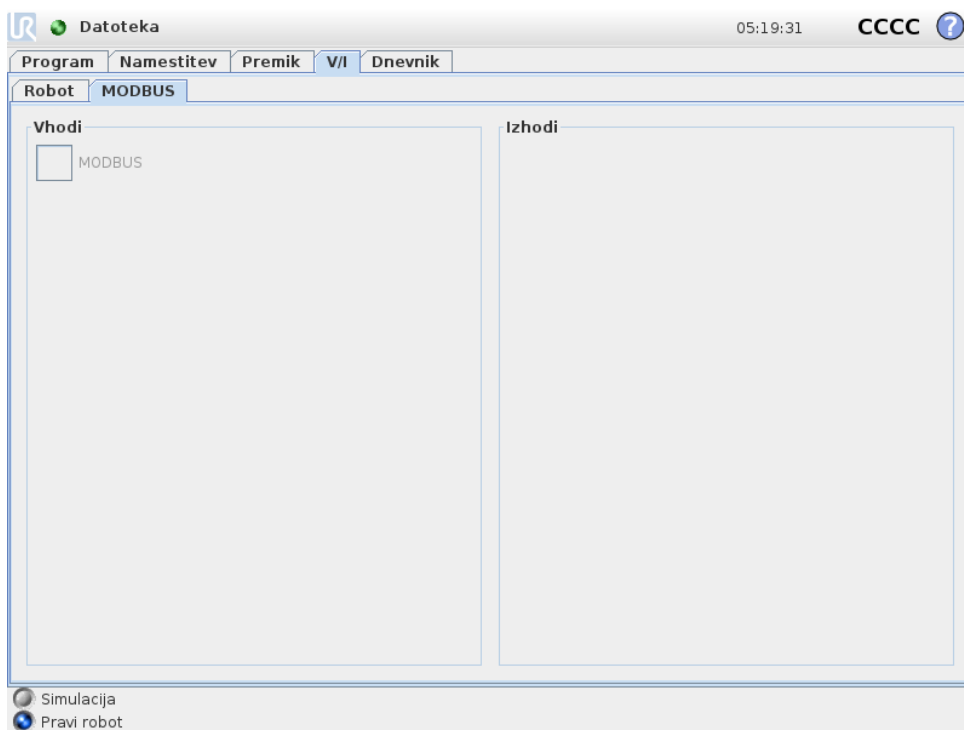
bodo nosili ime varnostne funkcije na mestu privzetega ali uporabniško definiranega imena. Med nastavljivimi izhodni signali, ki so rezervirani za varnostne nastavitve, ni mogoče preklapljati, prikazani pa so samo s svetili LED.

Električni podatki signalov so opisani v poglavju 5.3.

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.

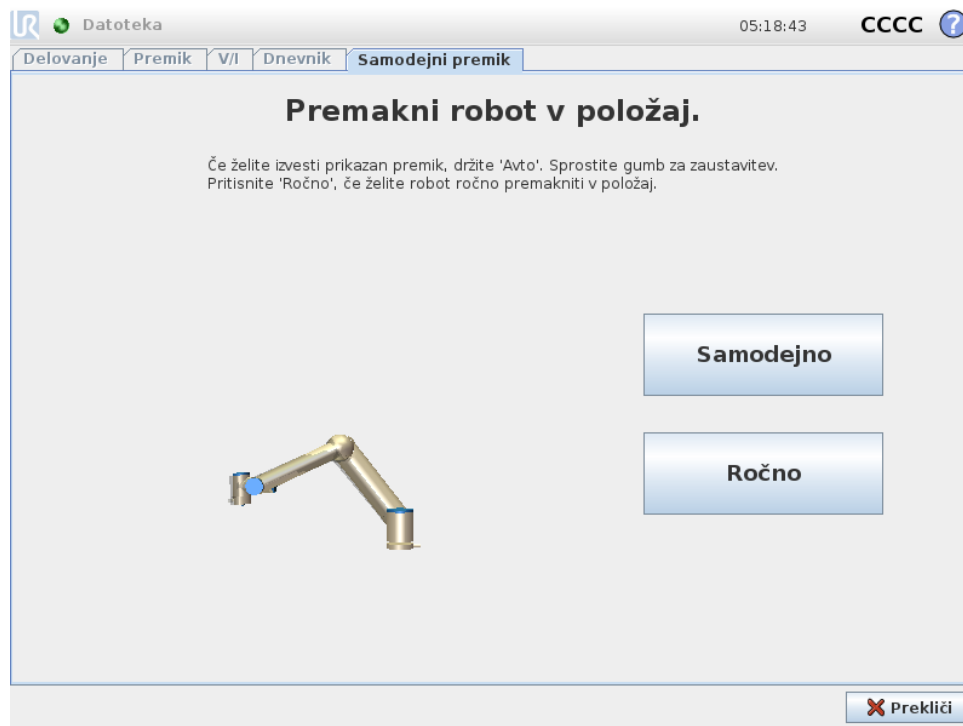
Izhodi

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 prema-

kniti 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.

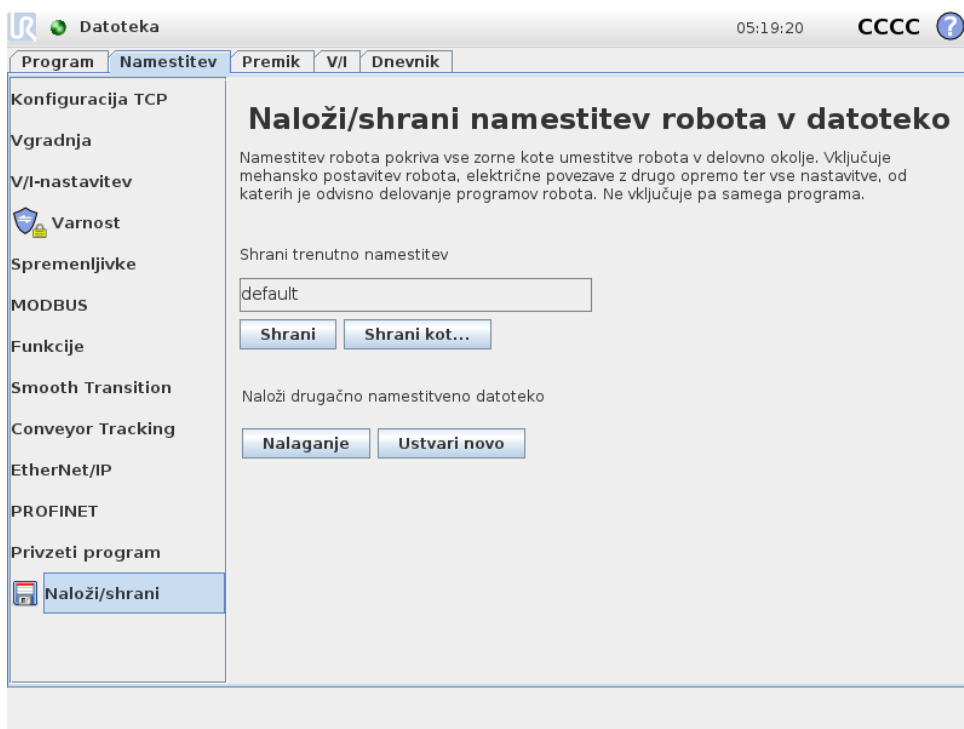
Samodejno

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 **Move**, 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 zavijka **Namestitev**, razen domen V/I, ki se nastavijo na zavijku **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 zavijka **Namestitev**.

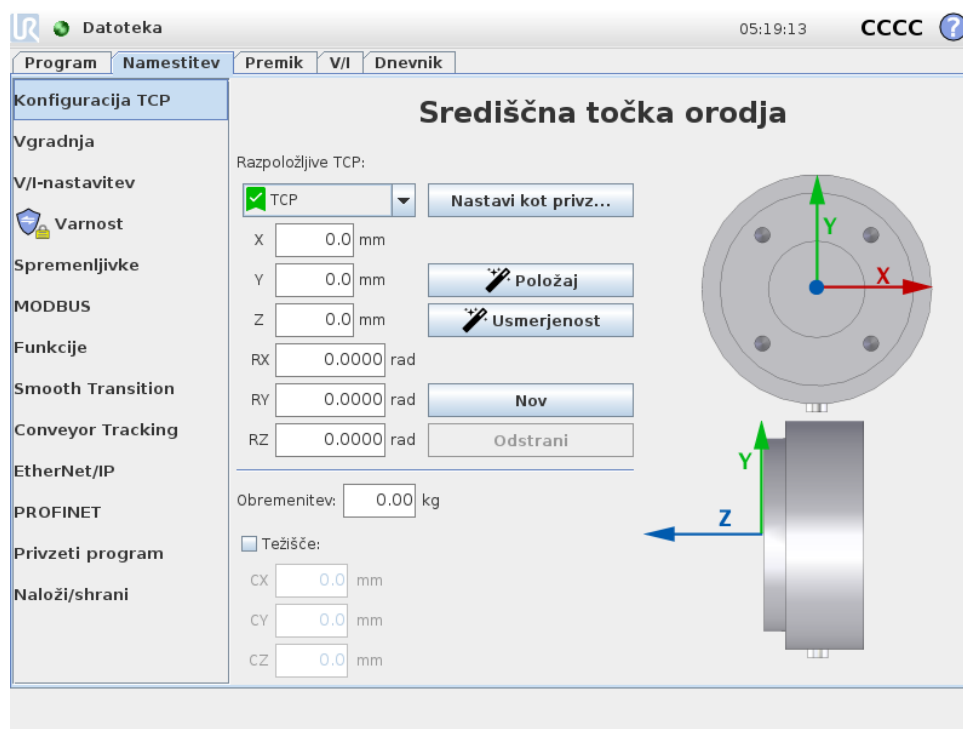
Namestitev lahko shranite s pritiskom na gumba **Shrani** ali **Shrani kot...** Tudi shranjevanje programa shrani aktivno namestitev. Če želite naložiti drugo namestitev, uporabite gumb **Naloži**. Gumb **Ustvari novo** ponastavi vse nastavitve namestitve robota na njihovo privzeto tovarniško nastavitve.



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 točka na orodju robota. TCP se določi in poimenuje v zaslonu zavijka Namestitev **Namestitev za Središčno točko orodja** (prikazanem zgoraj). Vsaka točka TCP vsebuje prevajanje in rotacijo, relativno na središče izhodne prirobnice orodja.

Ko je programiran, da se vrne na predhodno shranjeno smerno točko, robot premakne TCP na položaj in usmerjenost, shranjena v smerni točki. Ko je programiran za linearno premikanje, se TCP premika linearno.

Koordinate X, Y in Z določajo lego TCP, medtem ko koordinate RX, RY in RZ določajo njeno usmerjenost. Ko vse vrednosti znašajo nič, TCP sovпада s središčem izhodne prirobnice orodja in prevzame koordinatni sistem, prikazan na zaslonu.

13.6.1 Dodajanje, spreminjanje in odstranjevanje TCP

Da določite novo TCP, se dotaknite gumb **Novo**. Ustvarjena TCP samodejno dobi edinstveno ime in takrat jo je moč izbrati 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.

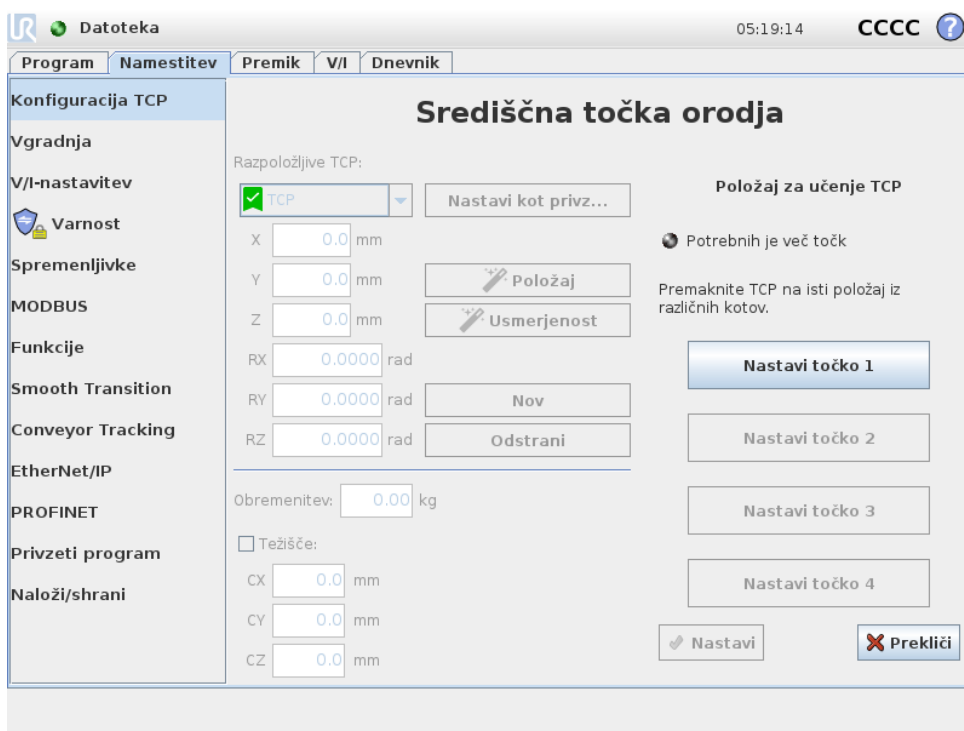
13.6.2 Privzeta in aktivna TCP

Obstaja ena privzeta konfigurirana TCP, ki jo označuje zelena ikona na levi strani imena v spustnem seznamu **Razpoložljive TCP**. Da TCP nastavite kot privzeto, izberite želeno TCP in se dotaknite možnosti **Nastavi kot privzeto**.

Odmik TCP je določen kot *aktiven* za določanje vseh linearnih premikov v kartezijskem koordinatnem prostoru. V grafičnih zavijkih je prikazano gibanje aktivne TCP, ki je vizualizirana na zavijku Grafika (glejte 14.29). Preden se program zažene, je privzeta TCP nastavljena

kot aktivna TCP. Znotraj programa je možno nastaviti katero koli določeno TCP kot *aktivno* za določeno gibanje robota (glejte 14.5 in 14.10).

13.6.3 Položaj za učenje TCP

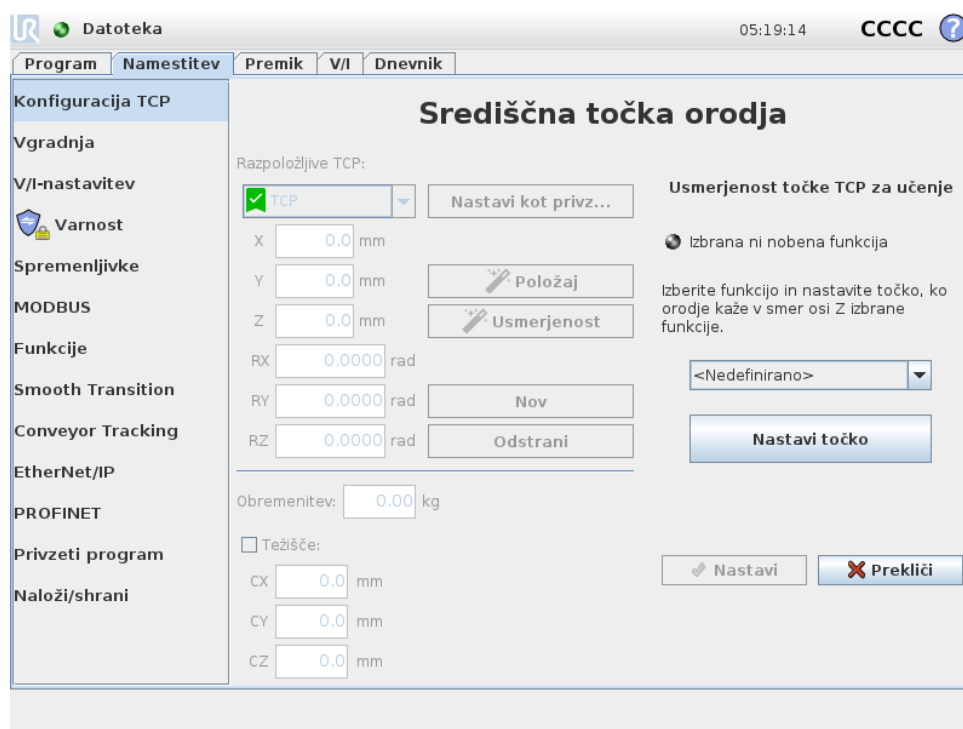


Koordinate lege TCP se lahko izračunajo samodejno, kot sledi:

1. Dotaknite se možnosti **Položaj**.
2. Izberite fiksno točko v robotovem delovnem prostoru.
3. Uporabite smerne puščice na desni strani zaslona, da TCP premaknete iz vsaj treh različnih kotov in da shranite ustrezno lego izhodne prirobnice orodja.
4. Uporabite gumb **Nastavi** da uveljavite preverjene koordinate na ustrezno TCP. Položaji morajo biti zadosti raznovrstni, da bodo kalkulacije delovale pravilno. Če niso zadosti raznovrstni, se statusna lučka LED nad gumbi obarva rdeče.

Čeprav so trije položaji po navadi zadosti za določanje 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



1. Dotaknite se možnosti **Usmerjenost**.
2. Izberite lastnost iz spustnega seznama. (Glej 13.12) za več informacij o določanju novih funkcij
3. Dotaknite se možnosti **Izberi točko** in uporabite **puščice za premik orodja** na položaj, kjer usmerjenost orodja in ustrezna TCP sovpadata s koordinatnim sistemom izbrane funkcije.
4. Preverite izračunano usmerjenost TCP in jo uveljavite na izbrano TCP z dotikom gumba **Nastavi**.

13.6.5 Obremenitev

Teža orodja robota je določena v spodnjem delu zaslona. Za spremembo te nastavitve se enostavno dotaknite belega besedilnega polja in vnesite novo težo. Ta nastavek velja za vse določene TCP. Več podrobnosti o največji dovoljeni obremenitvi najdete v Priročniku za namestitev strojne opreme.

Ocena bremena

Ta funkcija omogoča robotu, da lažje nastavi pravilno breme in težišče.

Uporaba čarovnika za oceno bremena

1. V zavihku Namestitev, pod možnostjo Splošno, izberite **TCP**
2. Na zaslonu TCP, pod možnostjo Breme in Težišče, se dotaknite ikone .
3. V čarovniku za oceno bremena se dotaknite možnosti **Naprej**
4. Upoštevajte navodila za nastavljanje štirih položajev.
Nastavljanje štirih položajev terja premik robotove roke v štiri različne položaje. Vsak položaj je izmerjen. Posamezne meritve se lahko spremenijo z dotikom na polja težišča in vnosom vrednosti.

5. Ko so meritve zaključene, se dotaknite možnosti **Končaj**


OPOMBA:

Upoštevajte ta navodila za najboljše rezultate ocene bremena:

- Prepričajte se, da so štirje položaji TCP kolikor je možno raznoliki drug od drugega
- Meritve izvedite v kratkem časovnem razmiku


OPOZORILO:

- Med oceno orodja in/ali nameščenega bremena ne vlecite
- Postavitev in kot robota morata biti v namestitvi pravilno določena

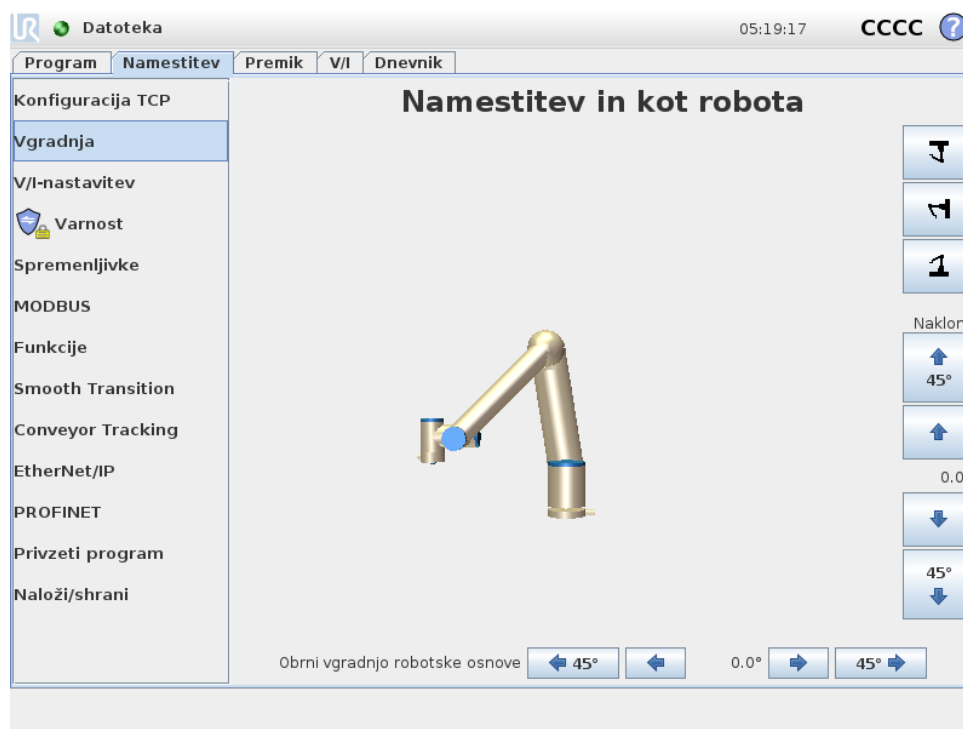
13.6.6 Težišče

Težišče orodja je določeno s polji CX, CY in CZ. Če težišče ni določeno, za središče orodja velja TCP. Te nastavitve veljajo za vse določene TCP.


OPOZORILO:

Uporabite pravilne nastavitve namestitve. S programom shranjajte in naložite namestitveno datoteko.

13.7 Namestitev → Vgradnja



Določanje vgradnje robotove roke služi dvema namenoma:

1. Robotova roka je na zaslonu prikazana pravilno.
2. Krmilnik je obveščen o smeri gravitacije.

Napredni model dinamike robotu nudi gladko in natančno premikanje, hkrati pa dovoljuje, da se robot ohranja v načinu **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**.

Če je robotova roka vgrajena na ravno mizo ali tla, na tem zaslonu niso potrebne nikakršne spremembe. 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 nastavlja kot na **strop** (180°), **steno** (90°), **tla** (0°). Z gumbi **Nagib** nastavite poljuben kot.

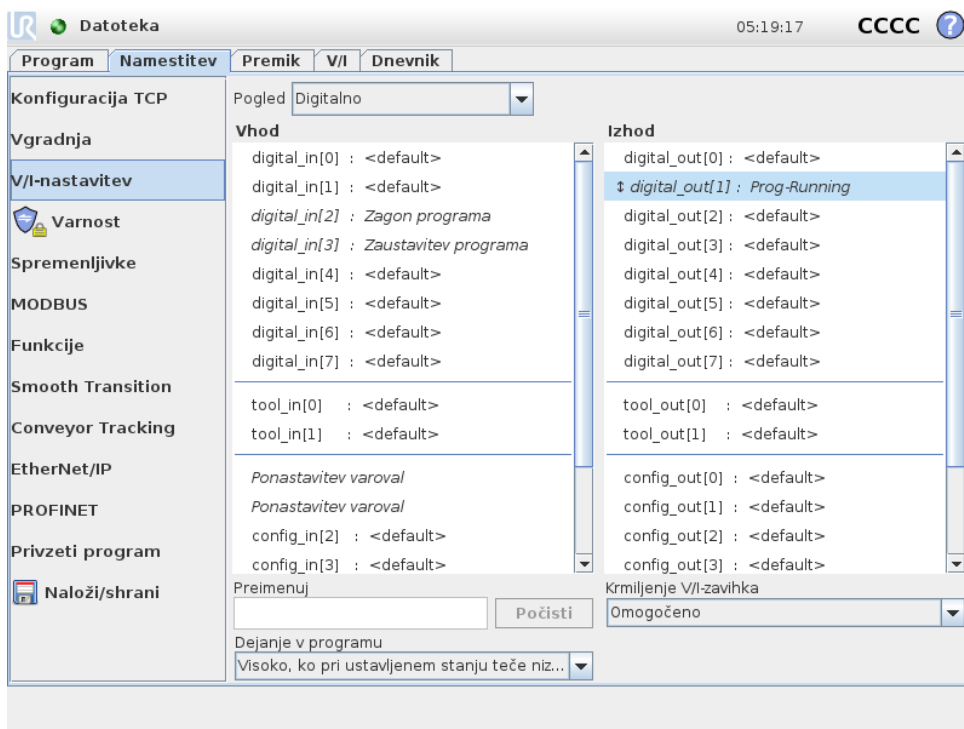
Z gumbi na spodnji strani zaslona lahko obrnete vgradnjo robotovo roko, da ustreza dejanski vgradnji.



OPOZORILO:

Uporabite pravilne nastavitve namestitve. S programom shranjajte in naložite namestitveno datoteko.

13.8 Namestitev → Nastavitev V/I



Na zaslonu Nastavitve V/I lahko uporabniki definirajo V/I signale in konfigurirajo dejanja z nadzorom zavihka V/I.

Dela **Vhod** in **Izhod** navajata tipe V/I signalov, kot so:

- Digitalni standardni splošni namen, možnost konfiguracije in orodje
- Analogni standardni splošni namen in orodje
- MODBUS
- Registri za splošni namen (booleanska vrednost, celo število in necelo število) Do registrov za splošni namen lahko dostopate preko vmesnika fieldbus (kot sta Profinet in EtherNet/IP).

13.8.1 Tip signala V/I

Za omejitev števila signalov, uporabljenih v delih **Vhod** in **Izhod**, uporabite spustni seznam **Pogled** na vrhu zaslona, kjer lahko spremenite prikazano vsebino glede na tip signala.

13.8.2 Določanje uporabniško določenih imen

Da si enostavno zapomnite, kaj signali počnejo med delom z robotom, lahko uporabniki določijo imena vhodnim in izhodnim signalom.

1. Izberite želeni signal
2. Dotaknite se besedilnega polja v spodnjem delu zaslona, da določite ime.
3. Za ponastavitev imena na privzeto vrednost, se dotaknite gumba **Počisti** (Clear).

Register za splošni namen mora dobiti uporabniško definirano ime, da bo na voljo v programu (npr. za ukaz **Čakaj** ali za pogojni izraz ukaza **Če**) Ukaza **Čakaj** oziroma **Če** sta opisana v (14.9) oziroma (14.18). Poimenovane registre za splošni namen lahko najdete v izbirniku **Vhoda** ali **Izhoda** v zaslonu **Urejevalnika izrazov**.

13.8.3 Dejanja V/I in krmiljenje z zavihka V/I

Dejanja na vhodu: Dejanje lahko sproži osem standardnih digitalnih vhodov za splošni namen in dva digitalna vhoda za orodje, hkrati pa to lahko storijo vhodni registri za splošni namen tipa *booleanska* vrednost. Dejanja, ki so na voljo, vključujejo sposobnosti, da se na naraščajočem robu izvedejo naslednja dejanja:

- Zažene trenutni program
- Ustavi trenutni program
- Začasno prekine trenutni program

Prav tako se lahko dejanje konfigurira, da vstopi oz. izstopi iz načina **Freedrive**, ko je vhod visok oz. nizek. (podobno kot pri pritisku ali sproščanju gumba **Freedrive** na zadnji strani programirne enote).

Izhodna dejanja in krmiljenje z zavihka V/I: Izhodi privzeto ohranijo svoje vrednosti ob zaustavitvi programa. Prav tako je mogoče konfigurirati izhod s privzeto vrednostjo, ki je uveljavljena, kadarkoli se ne izvaja noben program.

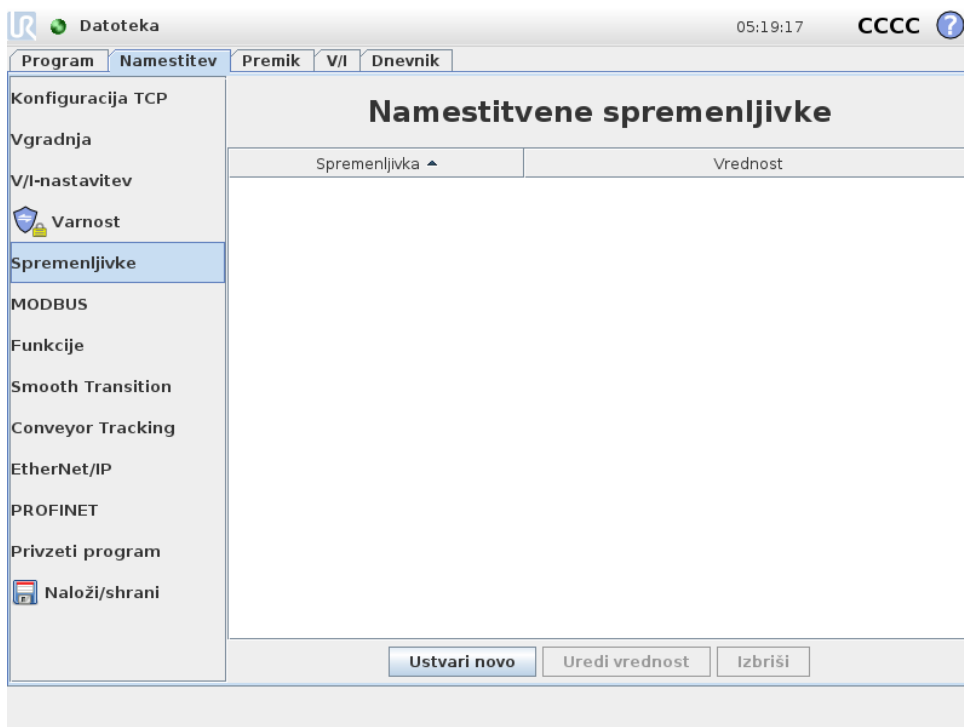
Osem standardnih digitalnih vhodov in dva digitalna vhoda orodja je možno tudi konfigurirati, da kažejo, ali se program izvaja, tako je izhod, ko teče program, visok, ko program ne teče oz. med premorom pa je nizek. V nasprotnem primeru je izhod nizek, ko program teče in visok, ko program ne teče oz. je ustavljen. Te vrednosti je mogoče nastaviti medtem ko program teče. To podpirajo tudi izhodni registri za splošni namen tipa *booleanska* vrednost in izhodni signali MODBUS.

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.

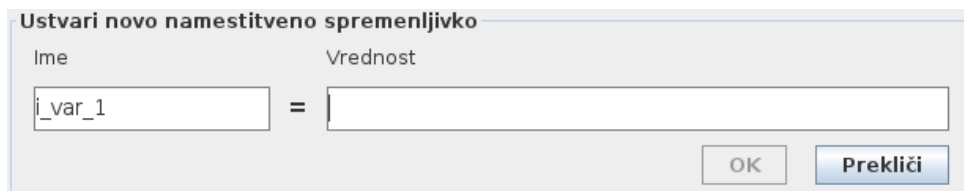
13.9 Namestitev → Varnost

Glej poglavje 10.

13.10 Namestitev → Spremenljivke



Spremenljivke, ustvarjene na zaslonu spremenljivk, 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. Dotik 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**.

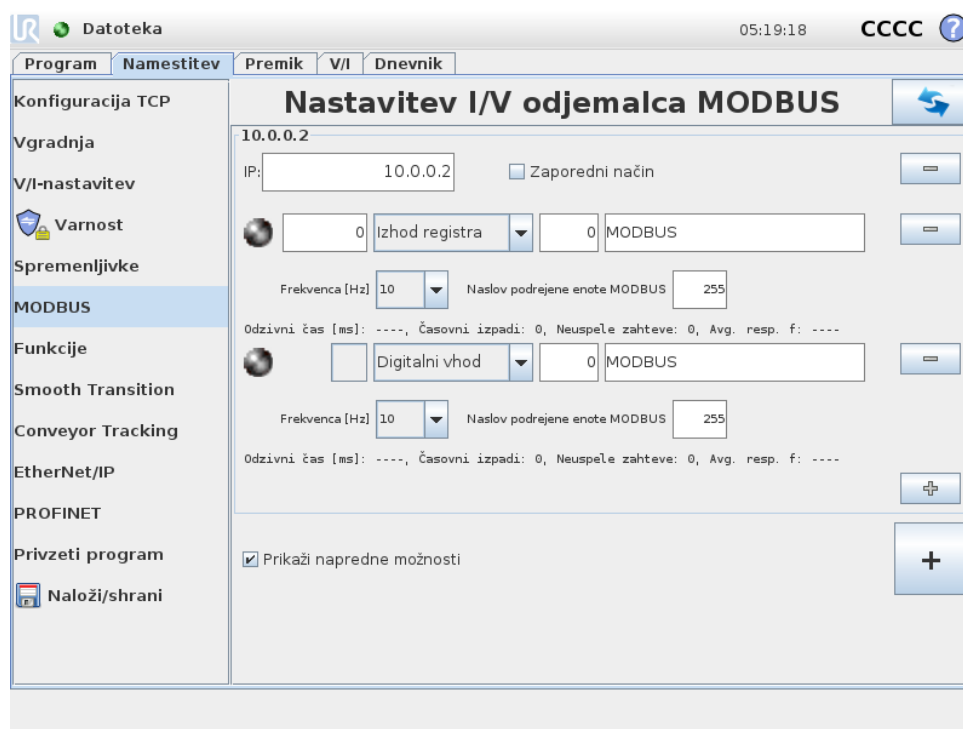
Če želite spremenljivko izbrisati, jo izberite in nato se dotaknite **Izbriši**.

Po konfiguraciji namestitvenih spremenljivk morate shraniti samo namestitev, da jo tako ohranite, (glejte 13.5).

Namestitvene spremenljivke in njihove vrednosti se samodejno shranijo vsakih 10 minut.

Če sta naložena program ali namestitev, ena ali več programskih spremenljivk pa ima enako ime, sta uporabniku predstavljeni možnosti, da razreši položaj, tako da namesto programske spremenljivke uporabi namestitveno spremenljivko z istim imenom, oziroma da 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. Osveževanje izključi vse enote modbus in jih ponovno priključi. Vsa statistika je pobrisana.

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.

Zaporedni način

Na voljo samo, ko je izbrana možnost Pokaži Napredne Možnosti (glejte 13.11). Potrditev tega okvirčka prisili odjemalca modbus, da počaka na odziv, pred pošiljanjem naslednje zahteve. Pri nekaterih enotah modbus je ta način obvezen. Vkllop te možnosti lahko pomaga, ko imate več signalov in povečano frekvenco zahtev, kar povzroči izpade signalov. Vedite, da je dejanska frekvenca

signalov lahko nižja od zahtevane, ko je v zaporednem načinu določenih več signalov. Dejansko frekvenco signalov lahko spremljate v statistiki signala (glejte del 13.11). Indikator signala se obarva rumeno, če je dejanska frekvenca signala manj kot polovica vrednosti, izbrane v spustnem seznamu „Frekvenca“.

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 vrsto 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 ne pričakovano 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: POTRDI (0X05) Posebna uporaba v povezavi s programskimi ukazi, poslanimi na enoto MODBUS.
- E6: PODREJENA NAPRAVA ZASEDENA (0X06) Posebna uporaba v povezavi s programskimi ukazi, poslanimi na enoto MODBUS, podrejena naprava (strežnik) pa trenutno ne more odgovarjati.

Prikaži 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. Ko je frekvenca nastavljena na 0, so zahteve modbus sprožene na zahtevo z uporabo funkcijskih skriptov *modbus_get_signal_status*, *modbus_set_output_register*, in *modbus_set_output_signal*.

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.

Števec ponovnih povezav: Število dogodkov, ko je bila povezava TCP zaprta in ponovno vzpostavljena.

Status povezave: Status povezave TCP.

Odzivni čas [ms]: Čas med pošiljanjem zahteve modbus in prejemom odziva - ta podatek se posodablja samo ob aktivni komunikaciji.

Napake paketkov modbus: Število prejetih paketkov, ki so vsebovali napake (npr. neveljavna dolžina, manjkajoči podatki, napaka vtičnice TCP).

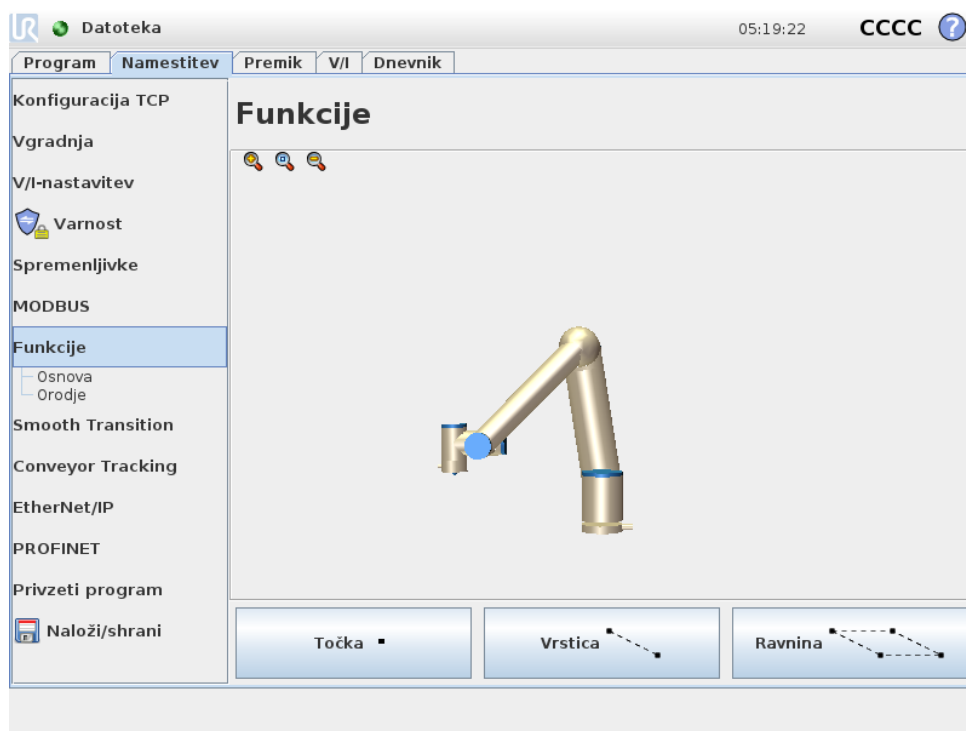
Časovni izpadi: Število zahtev modbus, ki niso dobile odziva.

Neuspele zahteve: Število paketkov, ki jih ni bilo možno poslati zaradi neveljavnega statusa vtičnice.

Dejanska frek.: Povprečna frekvenca posodobitev statusa signala odjemalca (nadrejenega). Ta vrednost se znova izračuna vsakič, ko signal prejme odziv s strežnika (ali podrejene enote).

Vsi števcji štejejo do 65535, nato se obrnejo nazaj na 0.

13.12 Namestitev → funkcij



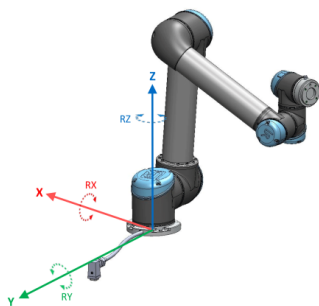
Funkcija je v bistvu predstava objekta, ki je definiran z imenom za kasnejše sklicevanje in šest-dimenzionalno pozo (položaj in usmerjenost), relativno na osnovo robota.

Nekateri poddeli robotovega programa so sestavljeni iz premikov, ki so izvajani relativno na določeni objekt, ki ni osnova robotove roke. Ti objekti so lahko mize, drugi stroji, obdelovanci, tekoči traki, palete, vizualni sistemi, praznine ali meje, ki obstajajo v okolici robotove roke. Za robota vedno obstajata dve predhodno določeni funkciji. Vsaka funkcija ima svojo pozo, ki jo določa konfiguracija same robotove roke:

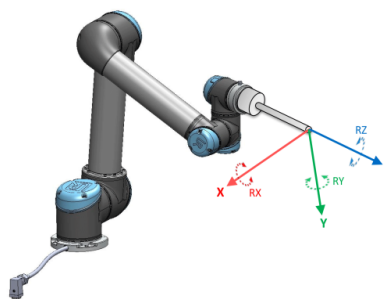
- Funkcija osnove se nahaja ob izvoru v središču osnove robota (glejte sliko 13.1)
- Funkcija orodja se nahaja ob izvoru v središču trenutne TCP (glejte sliko 13.2)

Položaji uporabniško določenih funkcij so določeni z metodo, ki uporablja trenutno pozo TCP v delovnem območju. To pomeni, da lahko uporabnik robota nauči položaje funkcij z uporabo načina ali z impulznim krmiljenjem robota v želeno pozo.

Za definiranje poze funkcije obstajajo tri različne strategije (**Točka**, **Linija** in **Ravnina**). Najboljša strategija za dano aplikacijo je odvisna od tipa uporabljenega predmeta in zahtev glede natančnosti. V splošnem je funkcija, ki temelji na več vhodnih točkah (**Linija** in **Ravnina**), bolj



Slika 13.1: Osnovna funkcija



Slika 13.2: Funkcija orodja (TCP)

primerna, če je ustrezna za specifični predmet.

Za natančno določanje usmerjenosti linearnega transportnega traku določite dve točki Linijske funkcije, ki sta kolikor je mogoče oddaljeni druga od druge. Za določanje linearnega transportnega traku lahko uporabite tudi Točkovno funkcijo, a uporabnik mora usmeriti TCP v smer gibanja transportnega traku.

Uporaba več točk za določanje poze mize pomeni, da je usmerjenost odvisna od položajev in ne od usmerjenosti posamezne TCP. Usmerjenost posamezne TCP je težje konfigurirati z visoko natančnostjo.

Za več informacij o različnih načinih določanja funkcij si oglejte (dele: 13.12.2), (13.12.3) in (13.12.4).

13.12.1 Uporaba funkcij

Ko je funkcija definirana v namestitvi, se lahko nanjo sklicujete iz robotovega programa za povezovanje premikov robota (npr. ukaza **PremikL** in **PremikP**) s funkcijo (glejte del 14.5). To dovoljuje enostavno prilagajanje robotovega programa (npr. ko imate več postaj robota, ko se objekt premika, medtem ko program teče ali ko je objekt trajno premaknjen na prizorišče). S prilagoditvijo funkcije objekta se vsi premiki programa, ki so relativni na ta objekt, ustrezno spremenijo. Za več primerov si oglejte (dela 13.12.5) in (13.12.6).

Funkcije, ki so definirane za impulzno krmiljenje, so tudi priročno orodje pri ročnem premikanju robota v zavihku Premik (del 13.1), oziroma v zaslonu **Urejevalnika poz** (glejte 12.2). Ko je funkcija izbrana kot referenca, gumbi Premik orodja za prevajanje in rotacijo delujejo v prostoru izbrane funkcije (glejte 13.1.2) in (13.1.3), odčitavajo koordinate TCP. Na primer, če je miza določena kot funkcija in je v zavihku Premik izbrana kot referenca, puščice za prevajanje (tj. gor/dol, levo/desno, naprej/nazaj) premikajo robota v te smeri, relativno na mizo. Koordinate TCP pa bodo tudi v okviru mize.

Preimenuj

Ta gumb preimenuje funkcijo.

Izbriši

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

Prikaži 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.

Sprememba točke

Uporabite gumb **Spremeni to točko** za nastavljanje ali spreminjanje izbrane funkcije. Prikaže se zavihek **Premik** (del 13.1) in nastavili boste lahko nov položaj funkcije.

Impulzno krmiljenje

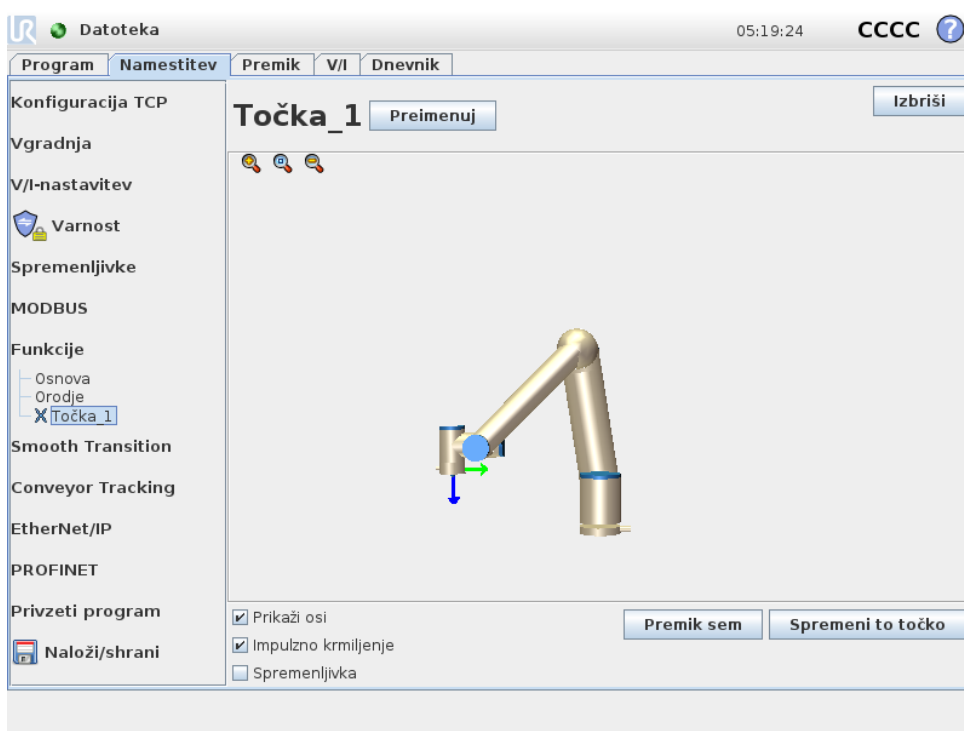
Izberite, ali naj bo za izbrane funkcije na voljo impulzno krmiljenje. To določa, ali bo funkcija prikazana v meniju funkcij na zaslonu Premik.

Uporaba funkcije Robota premakni sem

Pritisnite gumb **Robota premakni sem** za premik robotove roke proti izbrani funkciji. Na koncu tega gibanja bosta koordinatni sistem te funkcije in točke TCP sovpadala.

13.12.2 Nova točka

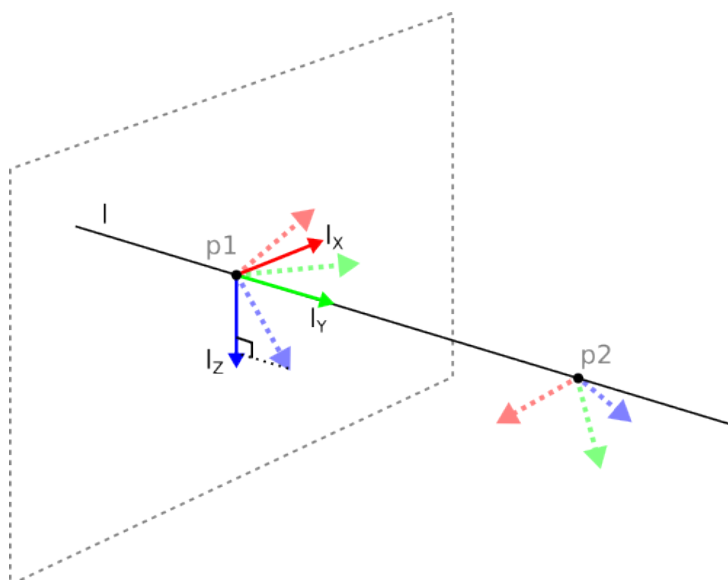
Pritisnite gumb **Točka**, če želite namestitvi dodati točkovno funkcijo. Točkovna funkcija določa varnostno mejo ali globalno domačo konfiguracijo robotove roke. Poza točkovne funkcije je določena kot položaj in usmerjenost točke TCP.



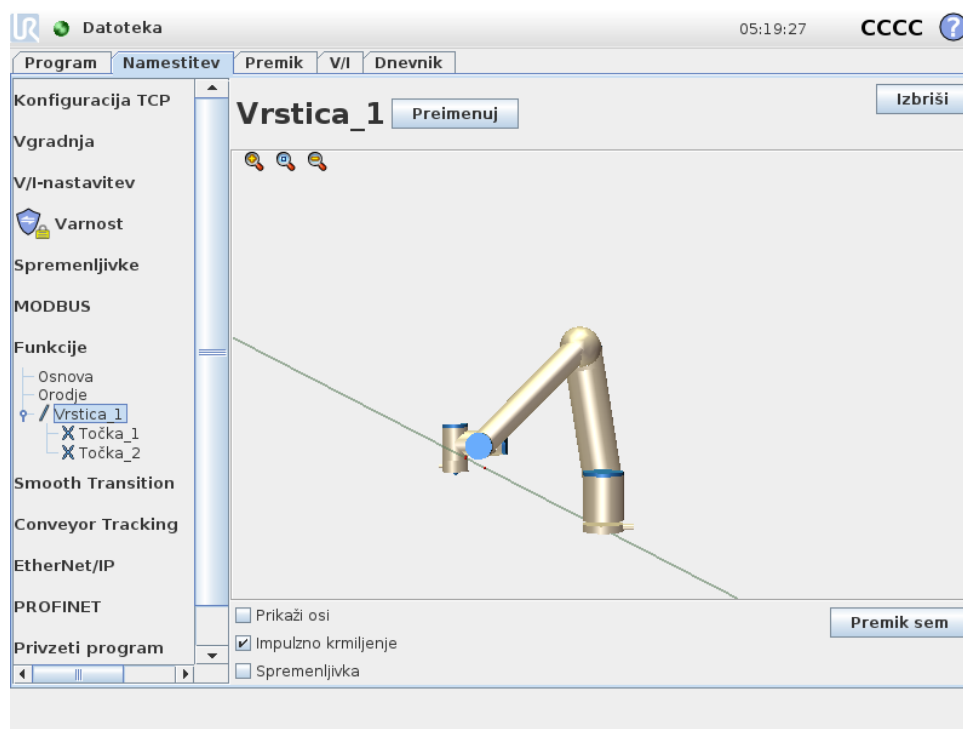
13.12.3 Nova Linija

Pritisnite gumb **Linija**, če želite namestitvi dodati linijsko funkcijo. Linijska funkcija določa linijo, ki ji mora robot slediti. (npr. pri sledenju transportnemu traku). Linija l je definirana kot ose med dvema točkovnima funkcijama $p1$ in $p2$, kot je prikazano na sliki 13.3.

Na sliki 13.3 os, ki je usmerjena od prve točke proti drugi točki, tvori os y koordinatnega sistema linije. Os z je določena s projekcijo osi z $p1$ na ravnino pravokotno na črti. Položaj koordinatnega sistema črte je enak položaju $p1$.



Slika 13.3: Definicija funkcije linije



13.12.4 Funkcija ravnine

Funkcijo ravnine izberite, ko obstaja potreba po okvirju z visoko natančnostjo, npr. delu z vizualnim sistemom ali pri izvajanju premikov relativno na mizo.

Dodajanje ravnine

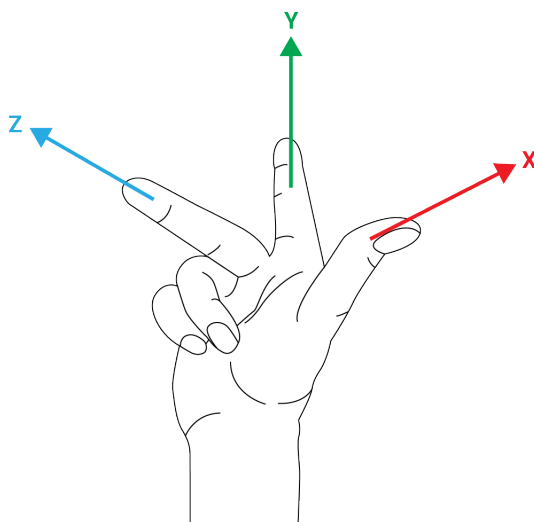
1. V Namestitvi izberite **Funkcije**.
2. Pod možnostjo Funkcije izberite **Ravnina**.

Učenje ravnine

Ko pritisnete gumb ravnine za ustvarjanje nove ravnine, vam vodnik na zaslonu pomaga pri ustvarjanju ravnine.

1. Izbira Origo
2. Premaknite robota za določanje usmerjenosti pozitivne osi x ravnine
3. Premaknite robota za določanje usmerjenosti pozitivne osi y ravnine

Ravnina je določena z uporabo desnega pravila, zato je os z vektorski produkt osi z in osi y, kot je prikazano spodaj.



OPOMBA:

Ravnino lahko ponovno naučite v nasprotni smeri osi x, če želite da je ravnina normala v nasprotni smeri.

Spremenite obstoječo ravnino tako, da izberete Ravnina in pritisnete na možnost Spremeni ravnino. Takrat boste uporabili isti vodnik za učenje nove ravnine.

13.12.5 Primer: Ročna posodobitev funkcije za prilagoditev programa

Pomislite na aplikacijo, kjer je več delov robotovega programa relativnih na mizo. Slika 13.4 prikazuje premik od smerne točke wp1 do wp4.

Uporaba narekuje, da se program uporabi za več namestitev robota, kadar je položaj mize rahlo razlikuje. Premik, relativen na mizo, je popolnoma enak. Če definiramo položaj mize kot funkcijo *P1* v namestitvi, lahko enostavno uporabimo program z ukazom *PremikL*, konfiguriranim relativno na ravnino, na dodatne robote, tako da zgolj posodobimo namestitev z dejanskim položajem mize.

Koncept velja za več Funkcij v aplikaciji, zato, da prilagodljivi program razreši iste naloge na več robotih, čeprav bi se druga ključna mesta v delovnem območju razlikovala med namestitvami.

Program robota

PremikJ

S1

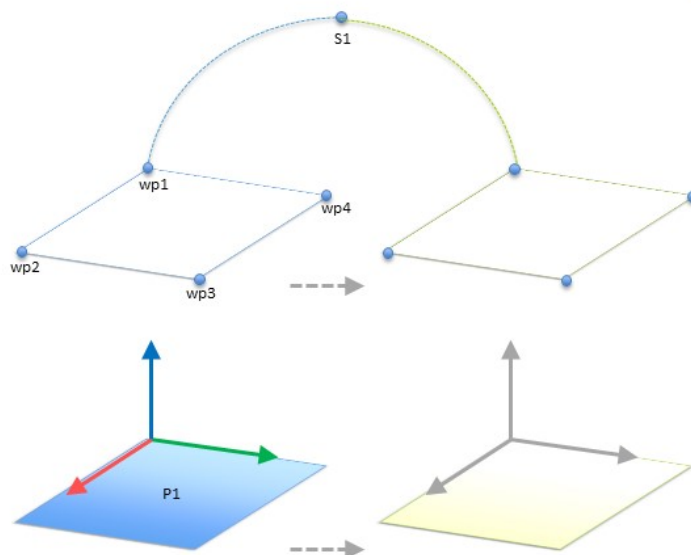
Funkcija PremikL#: P1_var

wp1

wp2

wp3

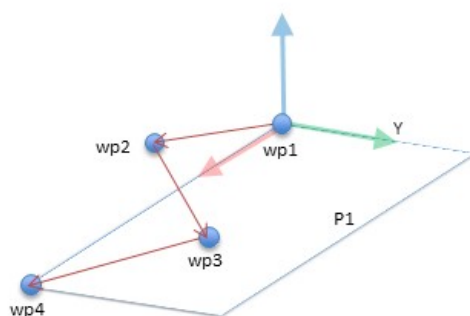
wp4



Slika 13.4: Enostavni program s štirimi smernimi točkami, relativnimi na ravnino s funkcijami, z ročnim posodabljanjem s spreminjanje funkcije

13.12.6 Primer: Dinamična posodobitev poze funkcije

Pomislite na podobno aplikacijo, kjer se mora robot za rešitev naloge premikati v določenem vzorcu po površini mize za izvedbo določene naloge (glejte 13.5).



Slika 13.5: Ukaz *PremikL* s štirimi smernimi točkami, relativnimi na funkcijo ravnine

Premikanje, relativno na *P1*, se ponovi nekajkrat, vsakič z odmikom *o*. V tem primeru je odmik nastavljen na 10 cm v smeri Y (glejte sliko 13.6, odmika *O1* in *O2*). To lahko dosežete s funkcijskima skriptoma *pose_add()* ali *pose_trans()*, za spreminjanje spremenljivke.

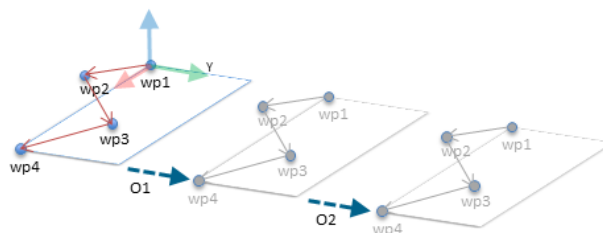
Medtem ko program teče, je možno preklopiti na drugo funkcijo, namesto da dodate odmik. To je prikazano v spodnjem primeru (glejte sliko 13.7), kjer lahko referenčna funkcija za ukaz *PremikL P1_var* preklopi med dvema ravninama *P1* in *P2*.

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.

Program robota

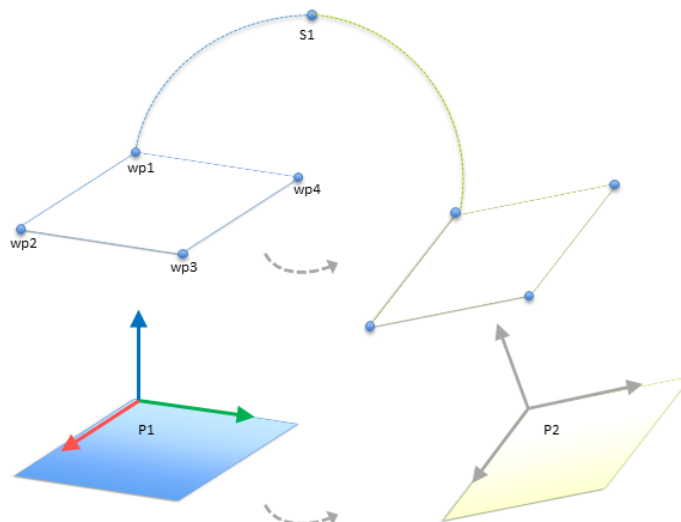
```
PremikJ
  wp1
y = 0.01
o = p[0,y,0,0,0,0]
P1_var = poza_trans(P1_var, o)
Funkcija PremikL#: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```



Slika 13.6: Uporaba odmika na funkciji ravnine

Program robota

```
PremikJ
  S1
če (digitalni_vhod[0]) pote
  P1_var = P1
drugače
  P1_var = P2
Funkcija PremikL#: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```



Slika 13.7: Preklop iz ene funkcije ravnine na drugo

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 in smer transportnega traku. Če je smer transportnega traku nespremenljiva, se lahko uporabi samo en vhod, ki zaznava Naraščajoče, Padajoče, ali Naraščajoče in padajoče robove, ki določajo hitrost transportnega traku.

Absolutni: kodirniki so lahko priključeni preko signala MODBUS. Za to je potrebno, da je register digitalnega vhoda MODBUS vnaprej konfiguriran v (delu 13.11).

Linearni transportni trakovi

Ko je uporabljen linearni transportni trak, mora biti za določanje smeri transportnega traku konfigurirana linijska funkcija v delu **Funkcije** namestitve. Linijska funkcija mora biti vzporedna s smerjo transportnega traku, med dvema točkama, ki določata linijsko funkcijo, pa mora biti velika razdalja. Linijsko funkcijo konfigurirate tako, da orodje postavite tesno ob stran transportnega traku, ko ga naučite teh dveh točk. Če je smer linijske funkcije nasprotna premikanju transportnega traku, uporabite gumb **Obrni smer**.

Polje **Označbe na meter** prikazuje število označb, ki jih ustvari kodirnik, ko se transportni trak

premakne za en meter.

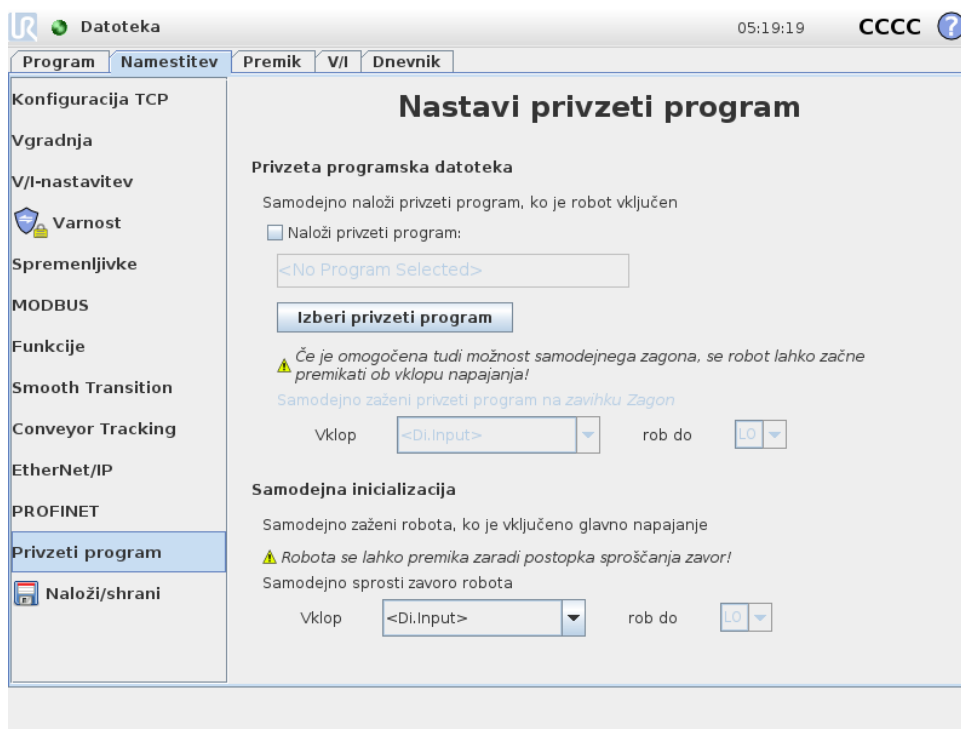
$$\text{Označbe na meter} = \frac{\text{označbe na obrat kodirnika}}{2\pi \cdot \text{radij diska kodirnika [m]}} \quad (13.1)$$

Krožni transportni trakovi

Pri sledenju krožnemu transportnemu traku je potrebno določiti središčno točko transportnega traku.

1. Središčno točko določite v delu **Funkcije** namestitve. Polje **Označbe na meter** mora biti število označb, ki jih ustvari kodirnik, ko transportni trak naredi en poln obrat.
2. Če se mora usmerjenost orodja spreminjati glede na transportni trak, izberite okvirček **Sukaj orodje s transportnim trakom** (npr. če je orodje pravokotno na transportni trak, bo ostalo pravokotno tudi med premikanjem).
3. Če se mora usmerjenost orodja ravnati glede na pot gibanja, prekličite izbiro okvirčka **Sukaj orodje s transportnim trakom**.

13.14 Namestitev → Privzeti program



Zaslón Zagon vsebuje nastavitve za samodejno nalaganje in zagon privzetega programa ter za samodejno inicializacijo robotove roke med zagonom.


OPOZORILO:

1. Pri samodejnem nalaganju sta omogočena samodejni zagon in samodejna inicializacija, robot zažene program takoj, ko je krmilna omarica vključena, vse dokler se vhodni signal ujema z ravno izbranega signala. Na primer, robni prehod na raven izbranega signala v tem primeru ne bo potreben.
2. Bodite previdni, ko je raven signala nastavljena na NIZKO. Vhodni signali so privzeto nizko, s čimer vodijo program v samodejni zagon brez sprožitve s strani zunanjega signala.

Nalaganje privzetega programa

Privzeti program bo naložen po vklopu krmilne omarice. Prav tako se samodejno zažene privzeti program, ko vstopite v zaslon **Zagon programa** (glejte 11.4) in ni naložen noben program.

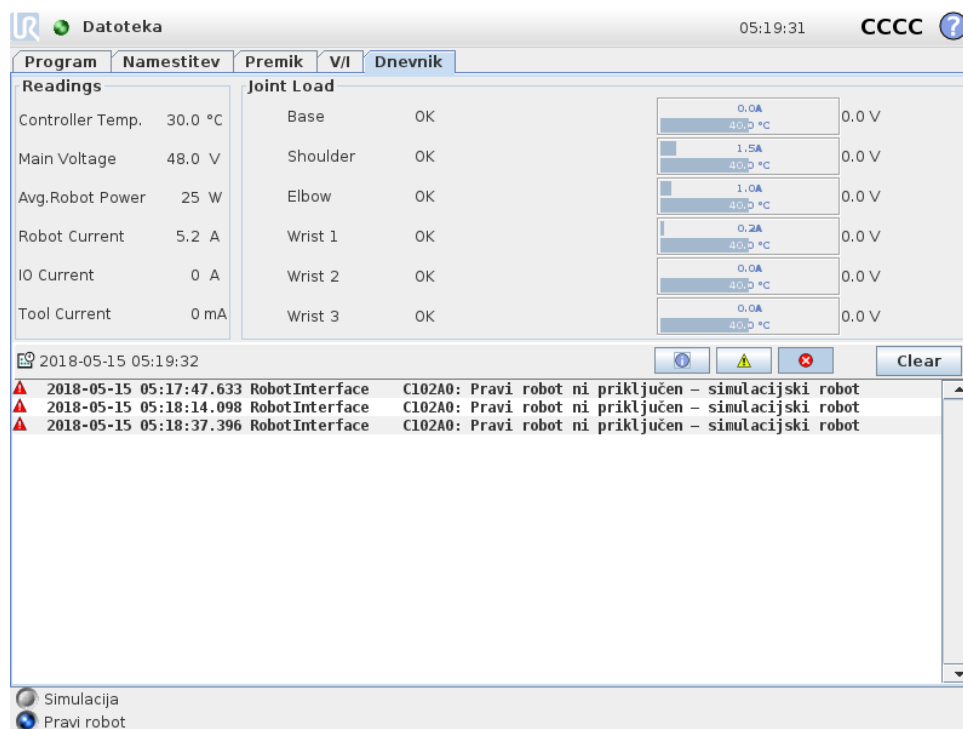
Zagon privzetega programa

Privzeti program se samodejno zažene v zaslonu **Zagon programa**. Ko je naložen privzeti program in je zaznan robni prenos zunanjega vhodnega signala, se program zažene samodejno. Ob zagonu je trenutna raven vhodnih signalov nedoločena. Izbira prehoda, ki se ujema z ravno signala ob zagonu takoj zažene program. Ravno tako izhod iz zaslona **Zagon program** ali dotik na gumb za zaustavitev v Nadzorni plošči onemogoči funkcijo samodejnega zagona, dokler ponovno ne pritisnete gumba za zagon.

Samodejna inicializacija

Robotova roka je samodejno inicializirana. Ob določenem robnem prenosu zunanjega vhodnega signala je robotova roka v celoti inicializirana, ne glede na prikazani zaslon. Sproščanje zavor je zadnja stopnja inicializacije. Med sproščanjem zavor robotova roka izvede manjši premik in odda klikajoč zvok. Zavore pa se ne morejo samodejno sprostiti, če se konfigurirana postavitev ne sklada s postavitvijo (na osnovi podatkov, ki jih zaznavajo senzorji). V tem primeru je potrebno robota inicializirati ročno na zaslonu za inicializacijo (glejte 11.5). Ob zagonu je trenutna raven vhodnih signalov nedoločena. Izbira prehoda, ki se ujema z ravno signala ob zagonu takoj inicializira robotovo roko.

13.15 Zavihek Dnevnik



Zdravje robota Zgornja polovica zaslona prikazuje „zdravje“ robotove roke in krmilne omare.

Leva stran zaslona prikazuje informacije, povezane s krmilno omarico, na desni strani pa so prikazane informacije o členih robota. Za vsak člen so prikazane informacije o temperaturi motorja in elektroniki, obremenitvi člena in napetosti.

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

13.15.1 Shranjevanje poročil o napakah

Ko v vmesniku PolyScope pride do napake, se ustvari dnevniški zapis o napaki. V zavihku Dnevnik lahko sledite in/ali izvažate ustvarjene zapise na pogon USB (glejte 13.15). Sledite in izvažate lahko naslednji seznam napak:

- Napaka
- Notranje izjeme PolyScope
- Zaščitna ustavitve
- Neobravnana izjema v URCap

- Kršitev

Izvoženo poročilo vsebuje uporabniški program, dnevnik zgodovine, namestitev in seznam zaganih storitev.

Poročilo o napakah Podrobno poročilo s statusom je na voljo, ko se v vrstici z dnevniškim zapisom pojavi ikona sponke.

- Izberite vrstico z dnevniškim zapisom in se dotaknite gumba Shrani poročilo, da shranite poročilo na pogon USB.
- Poročilo je mogoče shraniti medtem ko program teče.



OPOMBA:

Ko je ustvarjeno novo poročilo, se najstarejše poročilo izbriše. Shranjenih je samo 5 najnovejših poročil.

13.16 Zaslon 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.



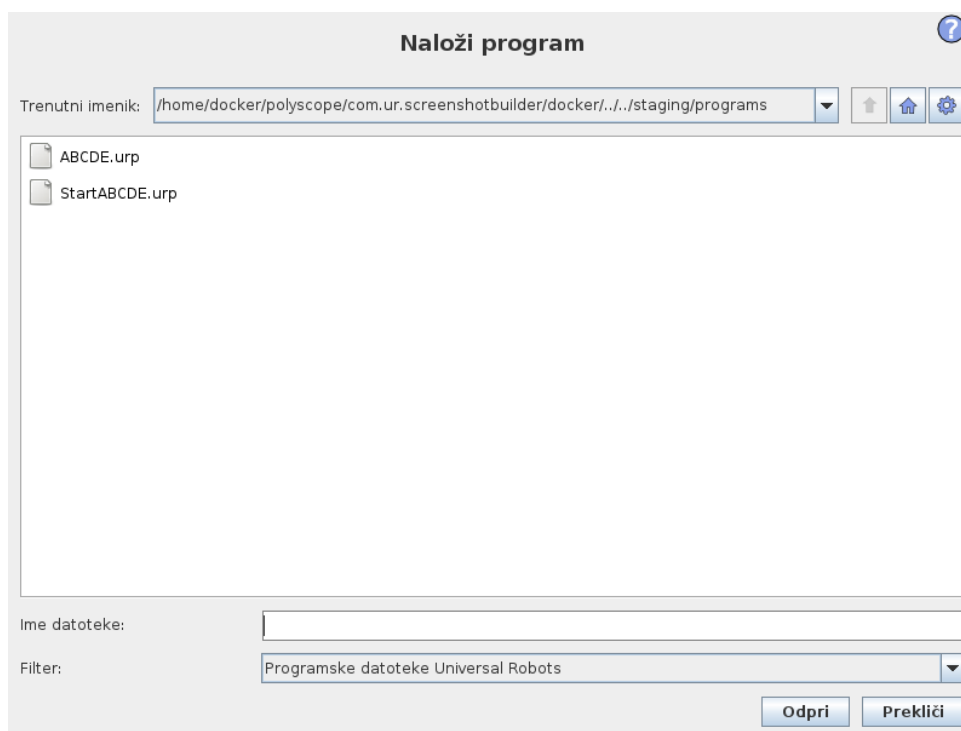
OPOMBA:

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 zaslóna



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 izbiro imena mape iz seznama se pogovorno okno nalaganja spremeni v to mapo in jo prikaže v območju izbora datotek (glejte 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.

Mape izberete s približno 0,5 s dolгим pritiskom. Odpiranje mape in pregled njene vsebine se izvede z enojnim klikom na mapo.

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.

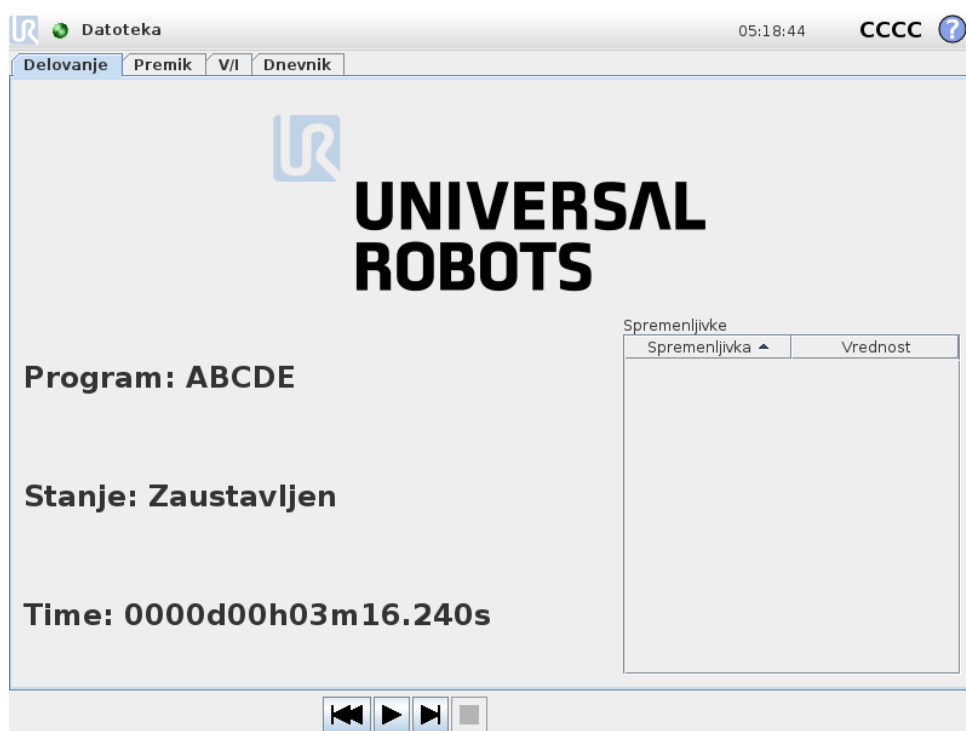
Gumb Odpri Če kliknete na gumb Odpri, boste odprli trenutno izbrano datoteko in se vrnili na predhodni zaslon.

Gumb Zapri Klik na gumb Prekliči bo preklicalo nalaganje trenutnega procesa in povzročilo, da se bo zaslon preklupil 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

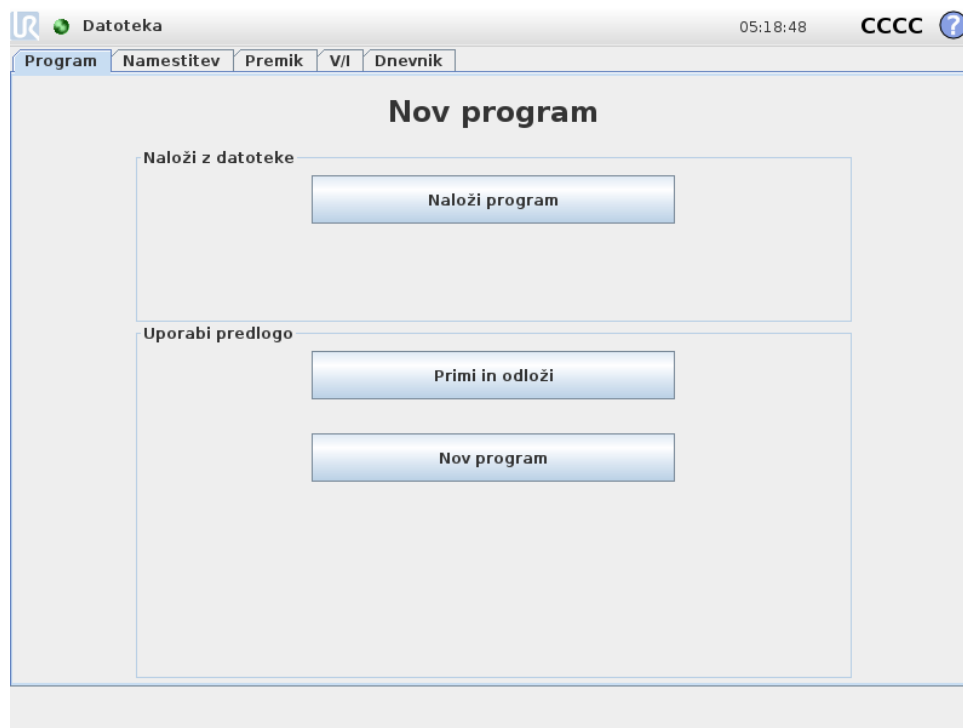


Ta zavihek ponuja zelo enostaven način za upravljanje robotove roke in krmilne omarice z najmanjšim možnim številom gumbov in možnosti. To lahko smiselno združite z geslom, ki ščiti enoto za programiranje vmesnika PolyScope (glejte oddelek 15.3), da robota spremenite v orodje, ki izvaja izključno predhodno 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 inicializacije ob vklopu se lahko uporablja, na primer, za integracijo robotove roke v druge stroje.

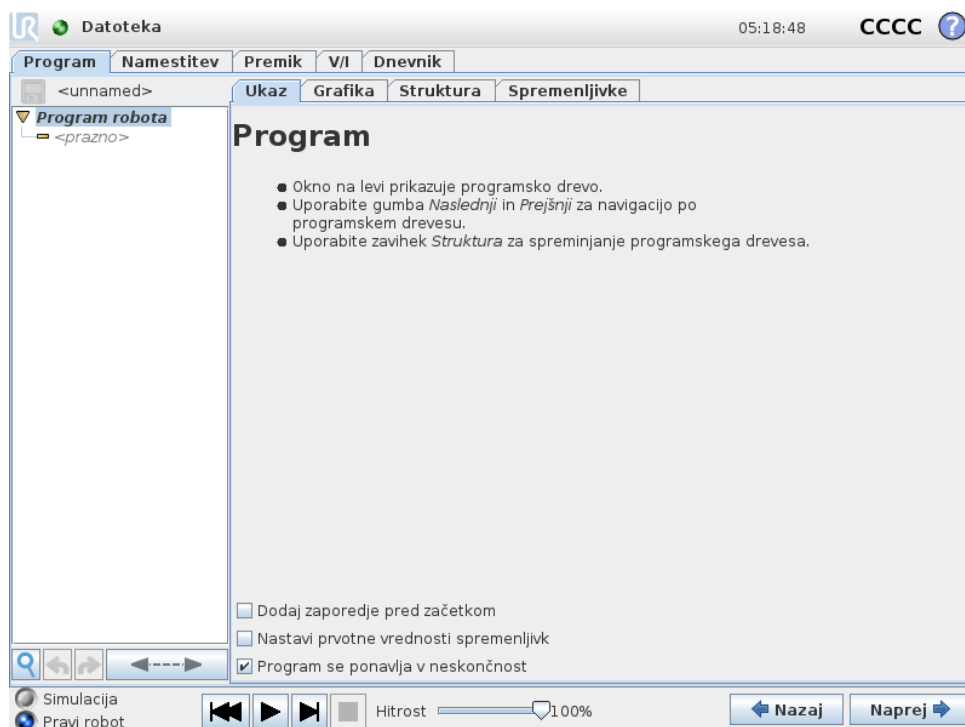
14 Programiranje

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.

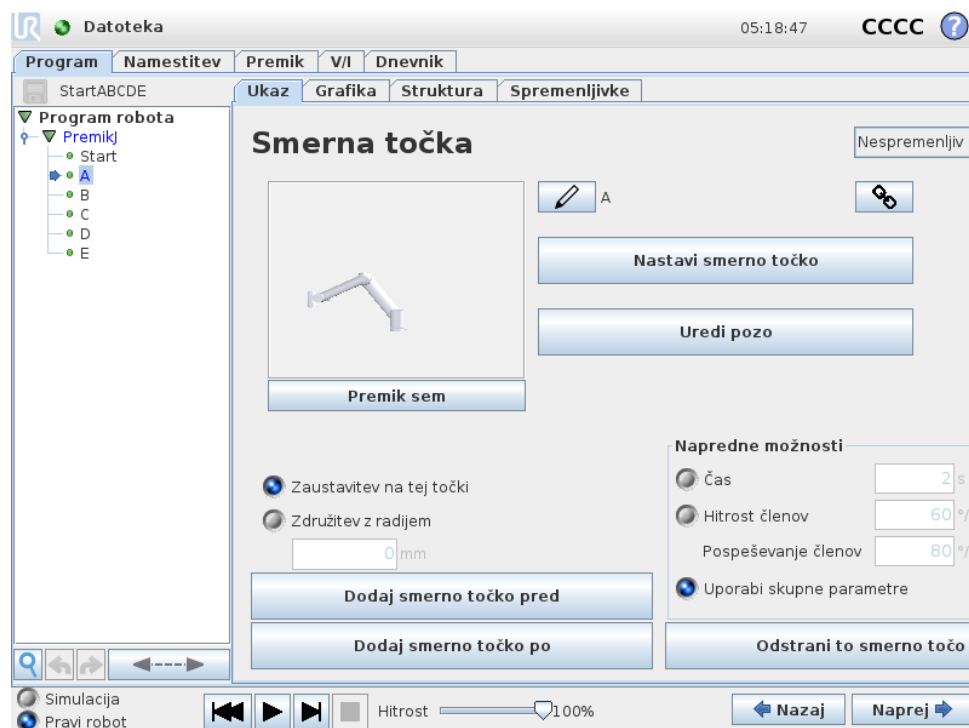
14.2.1 Drevo programa

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 **Struktura**. 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 ukaz, ki se trenutno izvaja, poudarjen 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 smeri 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

Dotaknite se  za izvedbo iskanja besedila v drevesu programa. Ko kliknete nanj, lahko vanj vnesete iskano besedilo, ujemajoča se vozlišča programa pa se obarvajo rumeno. Poleg tega so omogočeni navigacijski gumbi za premikanje po zadetkih. Za izhod iz načina iskanja pritisnite ikono . Opomba: Programsko drevo je potrebno razširiti za dostop do dodatnih gumbov za navigacijo.

14.2.4 Gumba Razveljavi/Ponovi

Gumba z ikonami  in  v orodni vrstici na dnu drevesa programa služita za razveljavljanje oz. ponavljanje izvedenih sprememb v drevesu programa in v ukazih, ki jih drevo vsebuje.

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 stimulacijo.



NEVARNOST:

1. Obvezno ostanite zunaj delovnega območja robota, ko pritisnete gumb **Play**. Gibanje, ki ga vprogramirate, se lahko razlikuje od pričakovanega.
2. Gumb **Korak** uporabljajte samo, ko je nujno. Obvezno ostanite zunaj delovnega območja robota, ko pritisnete gumb **Step**.
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:

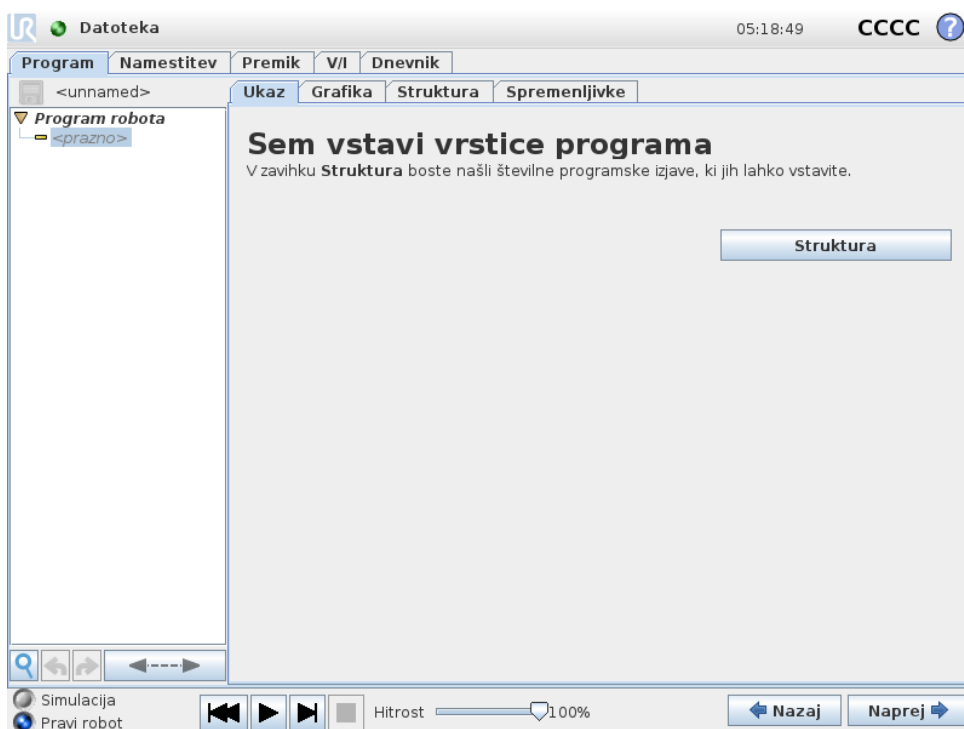
Namestitvene spremenljivke: Te lahko uporablja več programov, njihova imena in vrednosti pa so ohranjena skupaj z namestitvijo robota (glejte 13.10). Namestitvene spremenljivke ohranijo svoje vrednosti tudi po ponovnem zagonu robota in krmilne omarice.

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:

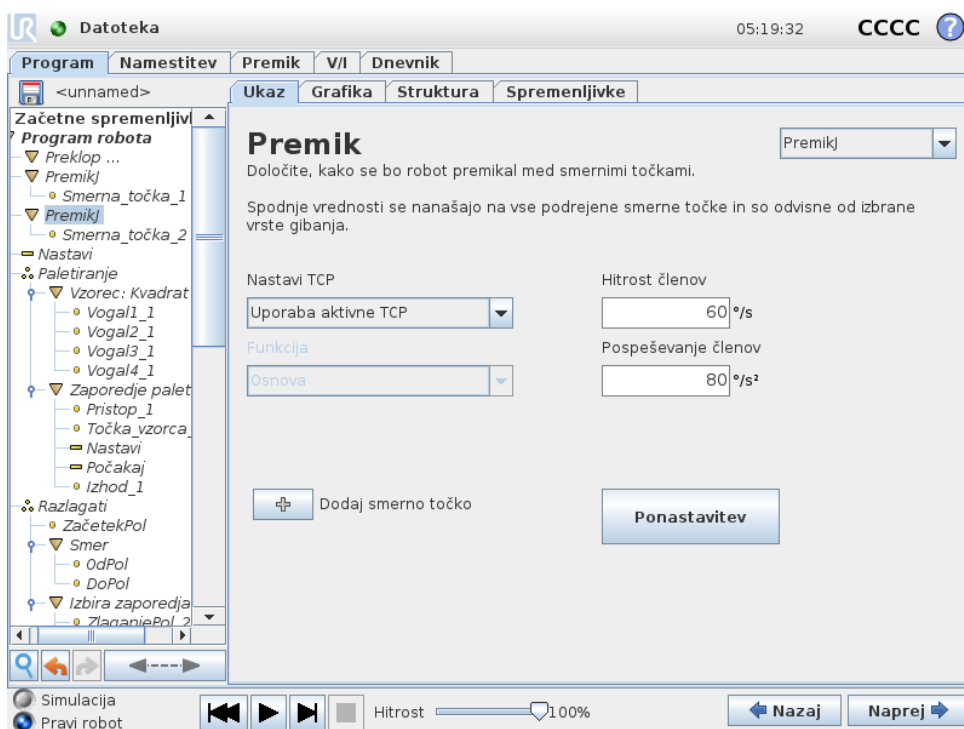
<i>booleanska</i>	Booleanska spremenljivka je tista, katere vrednost je lahko <code>True</code> (Velja) in <code>False</code> (Ne velja).
<i>int</i>	Celo število od -2147483648 do 2147483647 (32 bitov).
<i>float</i>	Številka z decimalno vrednostjo (piko) (32 bitov).
<i>(pla- vajoča spre- men- ljivka)</i>	
<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.

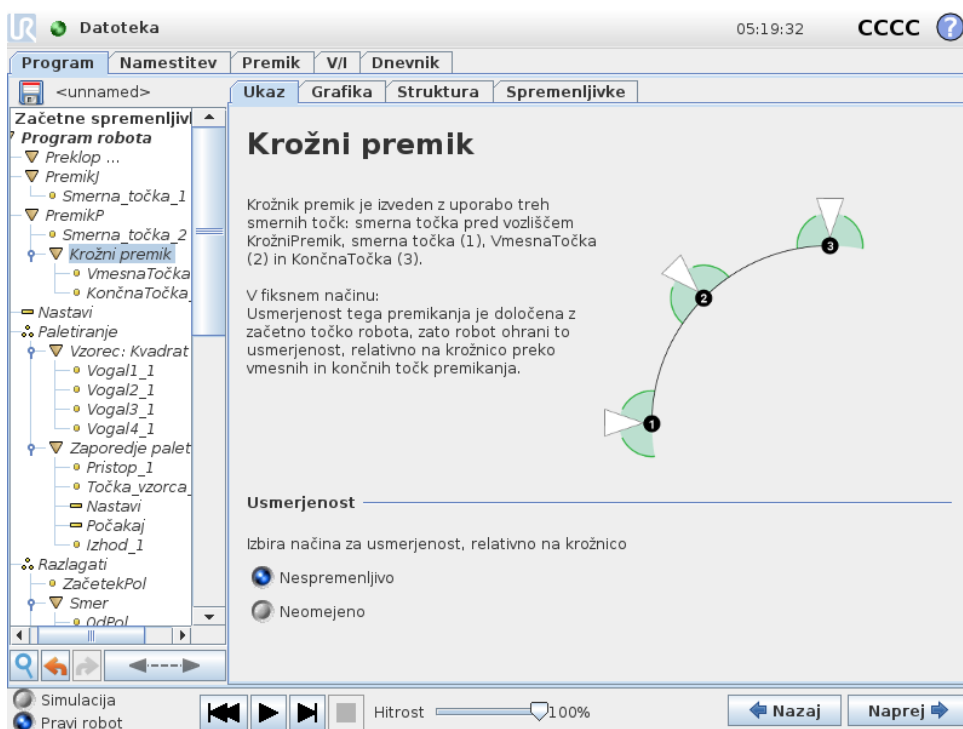
Vrste premikov

Izberete lahko enega izmed treh vrst premikov: **PremikJ**, **PremikL** in **PremikP**. Vsak tip premika je pojasnjen spodaj.

- **premikJ** izvede premike, ki se izračunajo v **prostoru 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** premakne Središčno točko orodja (TCP) 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 funkcija določi v katerem območju funkcije bodo predstavljeni položaji orodja smernih točk.
- **premikP** premika 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 upravljavca. To bi namreč zaustavilo gibanje robotove roke ali povzročilo zaščitno ustavitev.
- **Krožni premik** se lahko doda **premikuP** za izvajanje krožnega premikanja. Robot se začne premika iz svojega trenutnega položaja ali začetne točke, se premakne skozi **VmesnoTočko**, določeno na krožnem loku in skozi **Končno Točko**, ki zaključi krožno premikanje.

Za izračun usmerjenosti orodja skozi krožni lok je uporabljen način. Način je lahko:

- Fiksen: za določanje usmerjenosti orodja je uporabljena le začetna točka
- Neomejen: začetna točka se za določanje usmerjenosti orodja preobrazí v **KončnoTočko**



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.

Izbira TCP

TCP, izbrana za smerne točke, ki so navedene v tem ukazu Premik, je lahko izbrana na spustnem meniju. Možno je izbirati izmed uporabniško določenih TCP iz namestitve, iz aktivnih TCP ali enostavno z uporabo prirobnice orodja. Če sta izbrani uporabniško določena ali aktivna TCP, se gibanje za ta ukaz Premik prilagodi glede na izbrano TCP. Če je izbrana možnost Uporaba prirobnice orodja, ni uporabljena nobena TCP in gibanje za ta ukaz Premik bo izvedeno glede na prirobnico orodja (tj. prilagoditve gibanja ne bo).

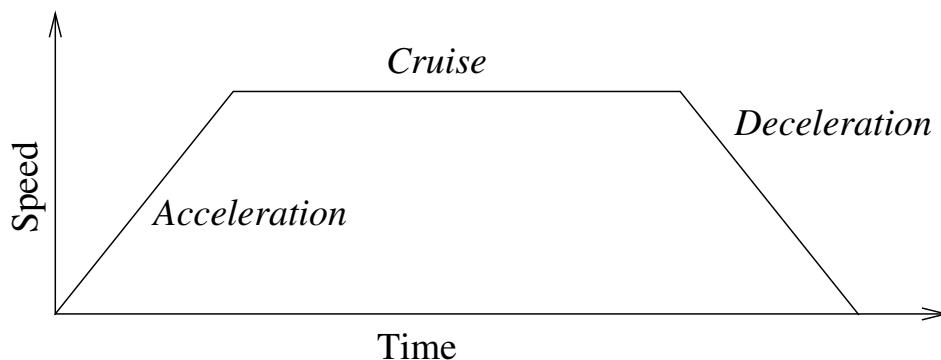
Če je aktivna TVP za to gibanje določena med potekom programa, jo je potrebno nastaviti dinamično z uporabo ukaza Nastavi (glejte 14.10) ali z uporabo skriptnih ukazov. Za več informacij o konfiguraciji imenovanih TCP (glejte 13.6).

Izbor funkcij

območje funkcij smernih točk pod ukazom Premik, ki mora biti predstavljeno ob določanju teh smernih točk (glejte del 13.12). 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.



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.

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.

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.

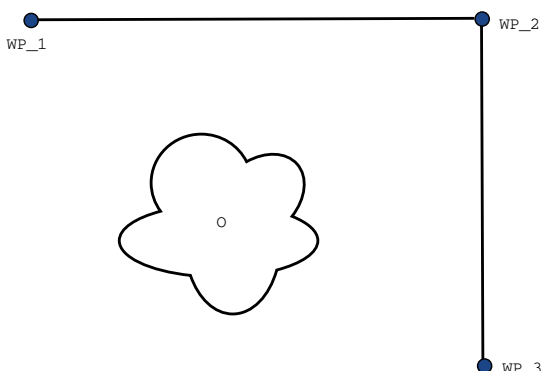
Imena smernih točk

Smerne točke samodejno dobijo edinstveno ime. Uporabnik lahko ime spremeni. Z izbiro ikone povezave so smerne točke povezane in delijo podatke o položaju. Ostali podatki smerne točke, kot so radij spoja, hitrost orodja/člena in pospešek orodja/člena, so konfigurirani za posamezne smerne točke, tudi če so povezani.

Spajanje

Spajanje omogoča robotu gladek prehod med dvema potema, brez ustavljanja na smerni točki med njima.

Primer Pomislite na aplikacijo poberi in postavi kot primer (glejte sliko 14.2), ko je robot trenutno na Smerni točki 1 (WP_1) in mora pobrati predmet na Smerni točki 3 (WP_3). V izogib trku s predmetom in drugimi ovirami (O) se mora robot približati WP_3 v smeri od Smerne točke 2 (WP_2). Zato so uporabljene tri smerne točke, ki ustvarijo pot, ki izpolnjuje pogoje.



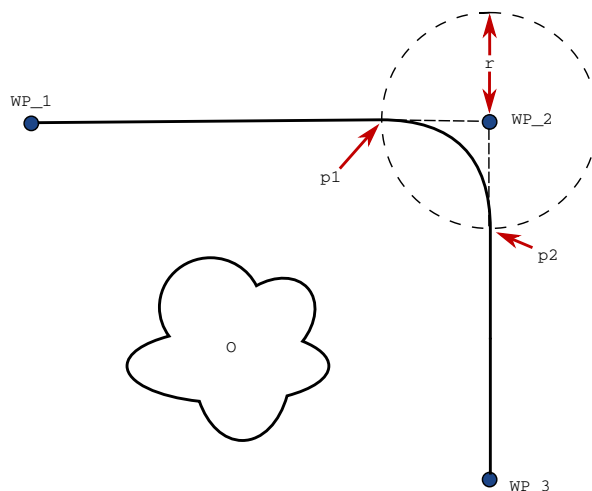
Slika 14.2: WP_1: začetna lega, WP_2: vmesna točka, WP_3: položaj pobiranja, O: ovira.

Brez konfiguracije drugih nastavitev se bo robot na vsaki smerni točki ustavil in nato nadaljeval s premikanjem. Pri tej nalogi ustavitev na WP_2 ni optimalna, saj bi gladek obrat porabil manj časa in energije, a hkrati izpolnil zahteve. Sprejemljivo je tudi, da robot dejansko niti ne doseže točke WP_2, če je le prehod iz prve poti na drugo izveden v bližini te točke.

Ustavitvi pri WP_2 se lahko izognemo, če za smerno točko konfiguriramo spoj, in tako robotu omogočimo, da izračuna gladek prehod na naslednjo pot. Primarna spremenljivka za spoj je radij. Ko je robot znotraj radija spoja smerne točke, lahko začne s spajanjem in odklonom od izvirne poti. To omogoča hitrejša in bolj gladke gibe, saj robotu ni treba zavirati oz. pospeševati.

Parametri spajanja Poleg smernih točk na pot spoja vpliva več spremenljivk (glejte sliko 14.3):

- radij spoja (r)
- začetna in končna hitrost robota (pri položajih $p1$ in $p2$, v tem vrstnem redu)
- čas premikanja (npr. če določimo specifični čas poti, bo to vplivalo na začetno/končno hitrost robota)
- tipi poti za spajanje od in spajanje k ($PremikL$, $PremikJ$)



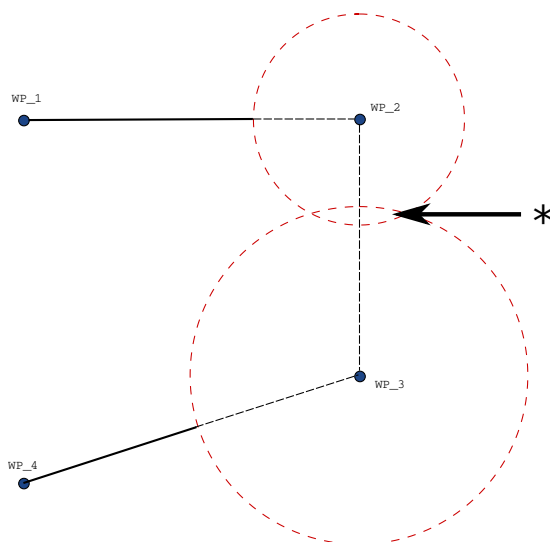
Slika 14.3: Spoj preko WP_2 z radijem r , začetni položaj spoja pri $p1$ in končni položaj spoja pri $p2$. O je ovira.

Če določite radij spoja, bo robotova roka v krivulji obsla smerno točko in se ji na njej ne bo treba ustaviti.

Spoji ne morejo sovpadati, zato ne morete nastaviti radija spoja, ki sovpada z radijem spoja prejšnje ali naslednje smerne točke, kot je prikazano na sliki 14.4.

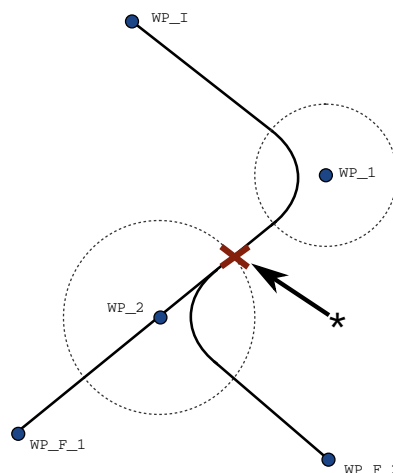
Pogojne poti spojev Na pot spoja vplivata tako smerna točka, kjer je radij spoja nastavljen in naslednja smerna točka na programskem drevesu. To je, pri programu na sliki 14.5 na spoj okrog WP_1 vpliva WP_2. Posledice tega postanejo bolj očitne pri spoju okrog WP_2 v tem primeru. Obstajata dva možna končna položaja in za določevanje naslednje smerne točke spoja mora robot ovrednotiti trenutni odčitek `digitalnega_vhoda[1]` že ko vstopi v radij spoja. To pomeni, da je izraz **če...potem** (ali drugi potrebni ukazi za določanje naslednje smerne točke, npr. spremenljive smerne točke) ovrednoten že preden dejansko dosežemo WP_2, kar je nekako v nasprotju z intuicijo, ko gledamo zaporedje programa. Če je smerna točka točka zaustavitve in ji sledijo pogojni ukazi, ki določajo naslednjo smerno točko (npr. ukaz V/I), se izvede, ko se robotova roka ustavi na smerni točki.

Kombinacije tipov poti Možen je spoj med vsemi štirimi kombinacijami tipov poti za **PremikJ** in **PremikL**, a specifična kombinacija bo vplivala na izračunano pot spoja. Obstajajo 4 možne kombinacije:



Slika 14.4: Prekrivanje radijev spoja ni dovoljeno (*).

```
PremikL
  ST_I
  ST_1 (spoj)
  ST_2 (spoj)
  če (digitalni_vhod[1]) potem
    ST_F_1
  drugače
    ST_F_2
```

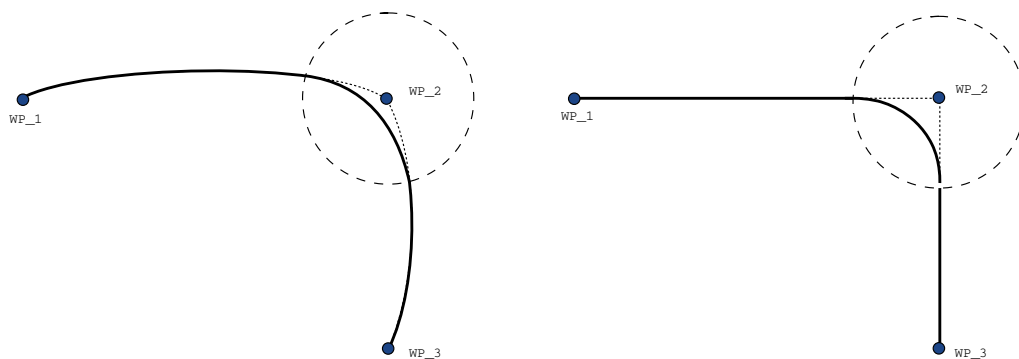


Slika 14.5: WP_I je začetna smerna točka in obstajata dve potencialni končni smerni točki WP_F_1 in WP_F_2, v odvisnosti od pogojnega izraza. Pogojni izraz če je ovrednoten, ko robotova roka vstopi v drugi spoj (*).

1. **PremikJ** do **PremikJ** (Čisti spoj v prostoru členov)
2. **PremikJ** do **PremikL**
3. **PremikL** do **PremikL** (Čisti spoj v kartezijskem prostoru)
4. **PremikL** do **PremikJ**

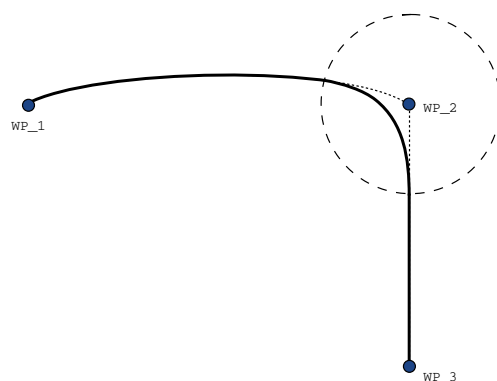
Na sliki 14.6 je primerjava čistega spajanja v prostoru členov (točka 1) proti čistemu spajanju v kartezijskem prostoru (točka 3). Tam sta prikazani dve potencialni poti orodja za identičen nabor smernih točk.

Izmed vseh različnih kombinacij imajo točke 2, 3 in 4 za posledico poti, ki ostajajo znotraj meja izvirne poti v kartezijskem prostoru. Primer spoja med dvema različnim tipoma poti (točka



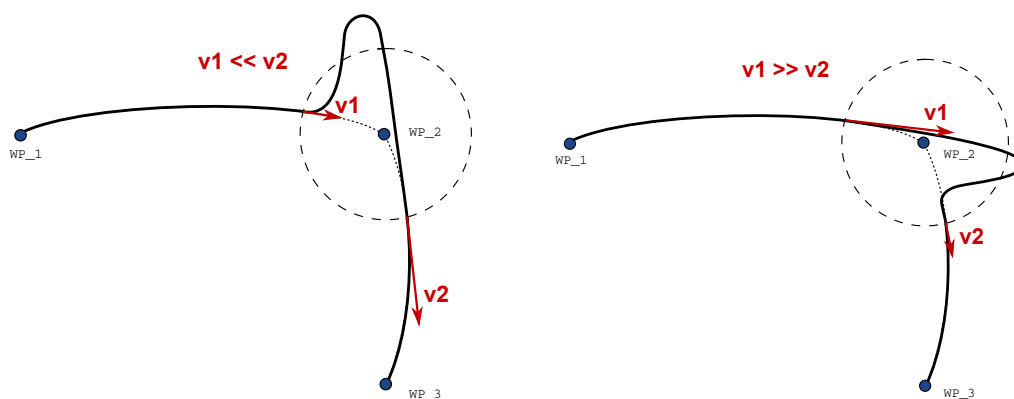
Slika 14.6: Prostor členov (PremikJ) proti premiku in spoju kartezijanskega prostora (PremikL).

2) je prikazan na sliki 14.7.



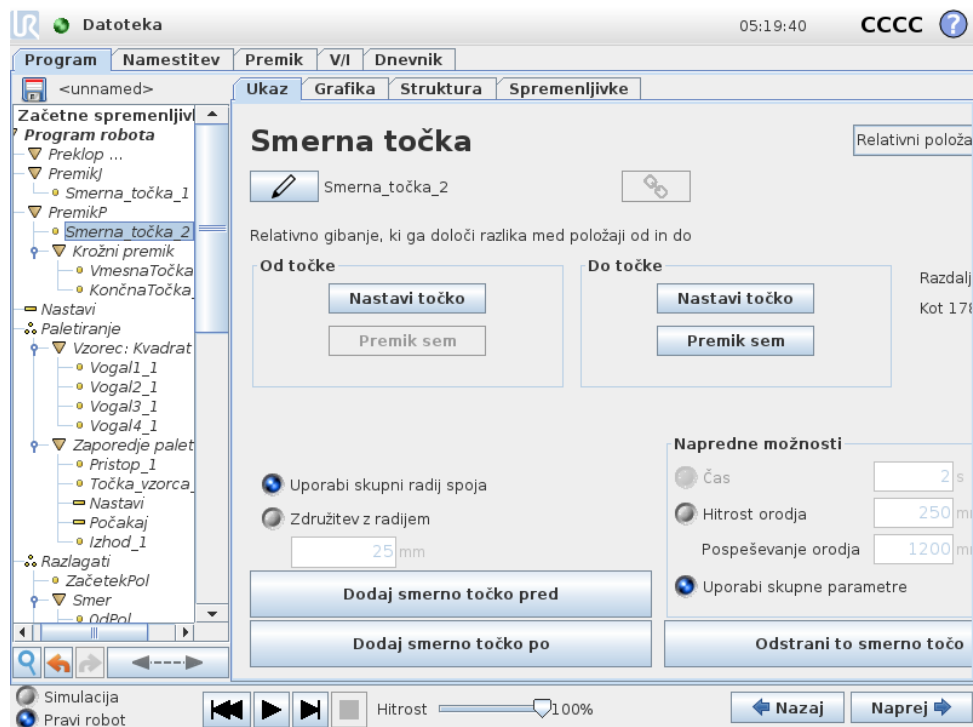
Slika 14.7: Spajanje iz gibanja v prostoru členov (PremikJ) na linearno gibanje orodja (PremikL).

Čisti spoji v prostoru členov (točka 1) pa se lahko vedejo na manj intuitiven način, saj bo robot skušal doseči najbolj gladko možno pot v prostoru členov, pri čemer bo upošteval zahteve hitrosti in časa. Zato lahko spoji ne sledijo smeri, ki jo določajo smerne točke. To še zlasti velja, če je med dvema potema opazna razlika v hitrosti členov. *Pozor:* če se hitrosti opazno razlikujeta (npr. z določitvijo naprednih nastavitev - hitrosti ali časa - za določeno smerno točko), lahko to povzroči velike odklone od izvirne poti, kot je prikazano na sliki 14.8. Če morate pripraviti spoj med dvema različnima hitrostma in ne morete sprejeti tega odklona, namesto tega poskusite uporabiti spoj v kartezijanskem prostoru s **PremikL**.



Slika 14.8: Spajanje v prostoru členov, ko je začetna hitrost v_1 opazno nižja od končne hitrosti v_2 ali obratno.

14.7 Ukaz: Relativna smerna točka

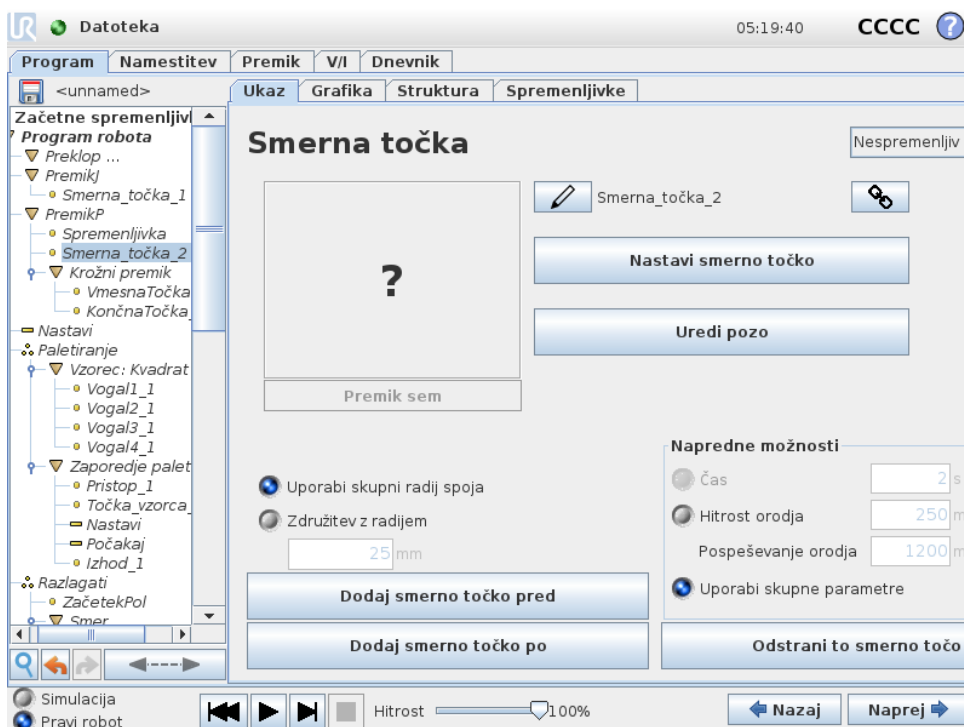


Smerna točka s položajem, ki je določen sorazmerno s prejšnjim položajem robotove roke, na primer „dva centimetra na levo“. Relativni položaj je določen kot razlika med dvema danima položajema (z leve proti desni).

Opomba: ponavljajoči relativni položaji lahko premaknejo robotovo roko iz njenega delovnega prostora.

Opomba: 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 vadianih, 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. Če je radij spoja nastavljen na fiksni smerni točki in so predhodne smerne točke ter smerne točke, ki sledijo, spremenljivke ali če je radij spoja nastavljen na spremenljivi smerni točki, radij spoja ne bo preverjen za morebitno prekrivanje (glejte 14.6). Če med izvajanjem programa radij spoja prekrije točko, bo robot to zanemaril in se premaknil na naslednjo.

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

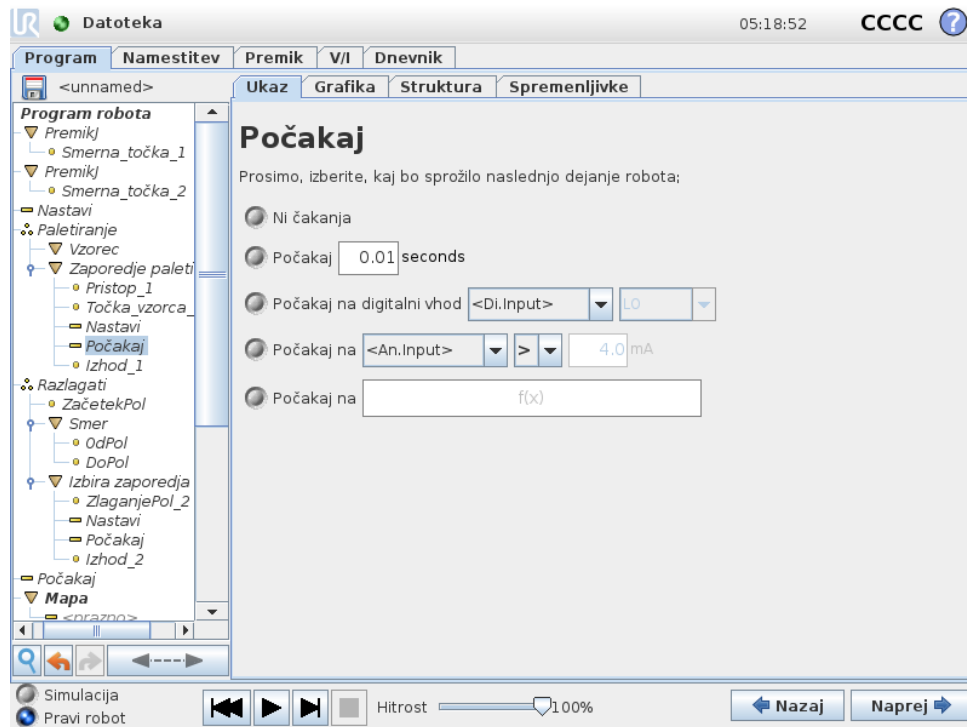
```
spr_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Premikl
```

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

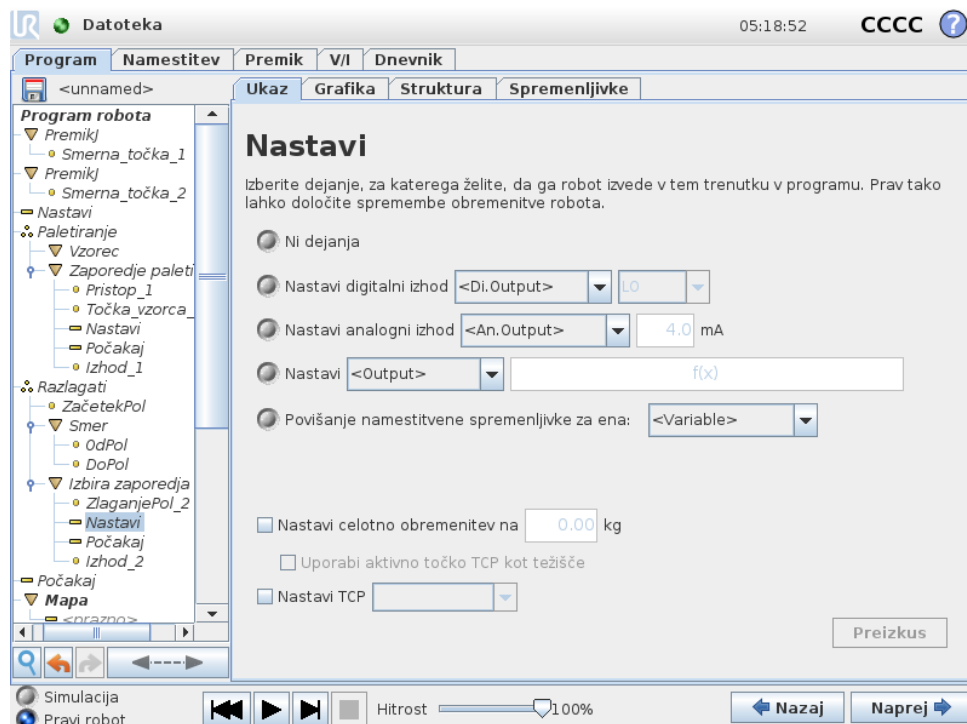
```
Uporaba spremenljivke=spr_1, Način=Orodje
```

14.9 Ukaz: Počakaj



Počakaj začasno ustavi signal V/I oziroma izraz, za določeni čas. Če je izbrana možnost **Brez čakanja**, se ne zgodi nič.

14.10 Ukaz: Nastavi

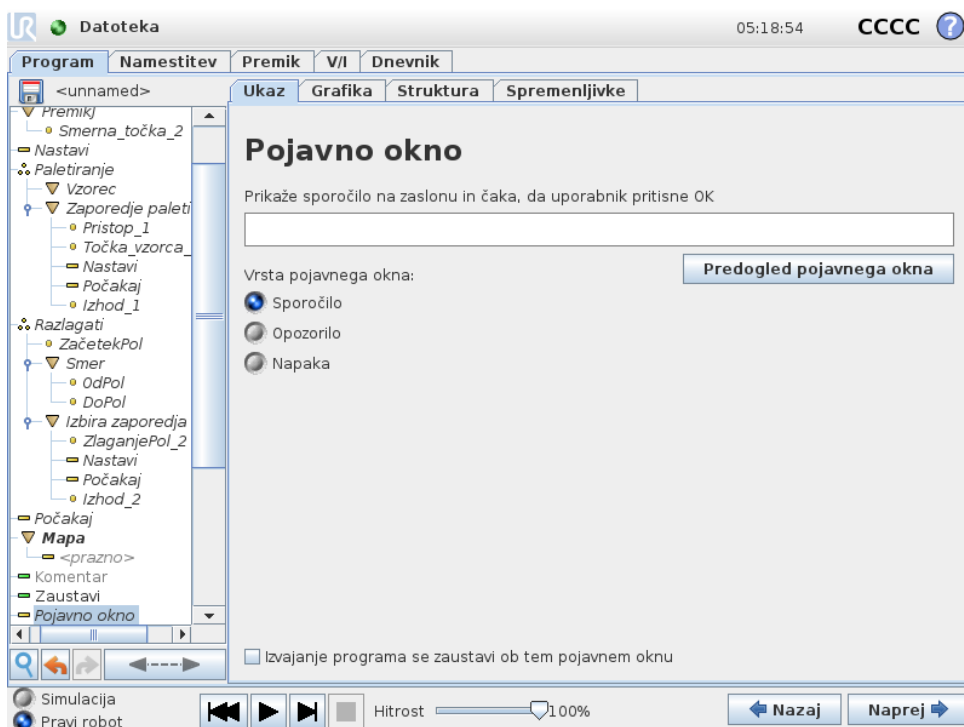


S funkcijo lahko nastavite digitalne ali analogne izhode na dano vrednost.

Ukaz se lahko uporablja tudi za nastavljanje obremenitve robotove roke. Prilagoditev teže obremenitve je potrebna, da preprečite sprožitev zaščitne zaustavitve robota, če je teža orodja drugačna od pričakovane obremenitve. Privzeto se aktivna točka TCP uporablja tudi kot težišče. Če aktivne točke TCP ne želite uporabiti kot težišče, lahko odstranite kljukico iz okvirčka.

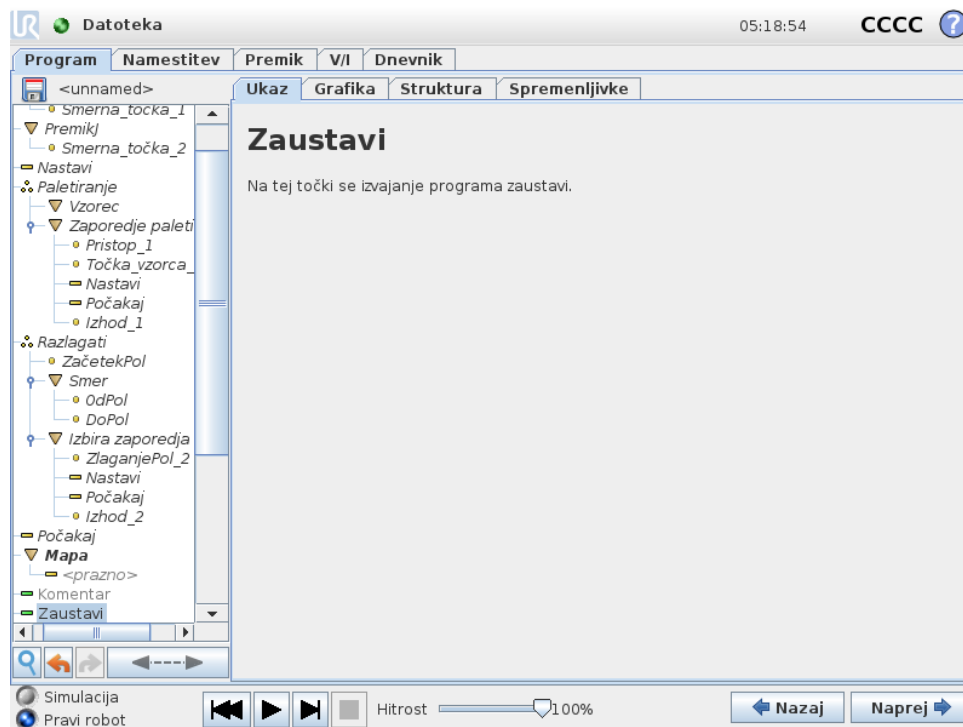
Aktivno točko TCP lahko spremenite tudi z ukazom **Nastavi**. Samo obkljukajte okvirček in izberite enega izmed odmikov TCP iz menija. Če je aktivna TCP za določeno gibanje znana ob času pisanja programa, lahko TCP izberete tudi na kartici **Premik** (glejte 14.5). Za več informacij o konfiguraciji imenovanih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

14.11 Ukaz: Pojavno okno



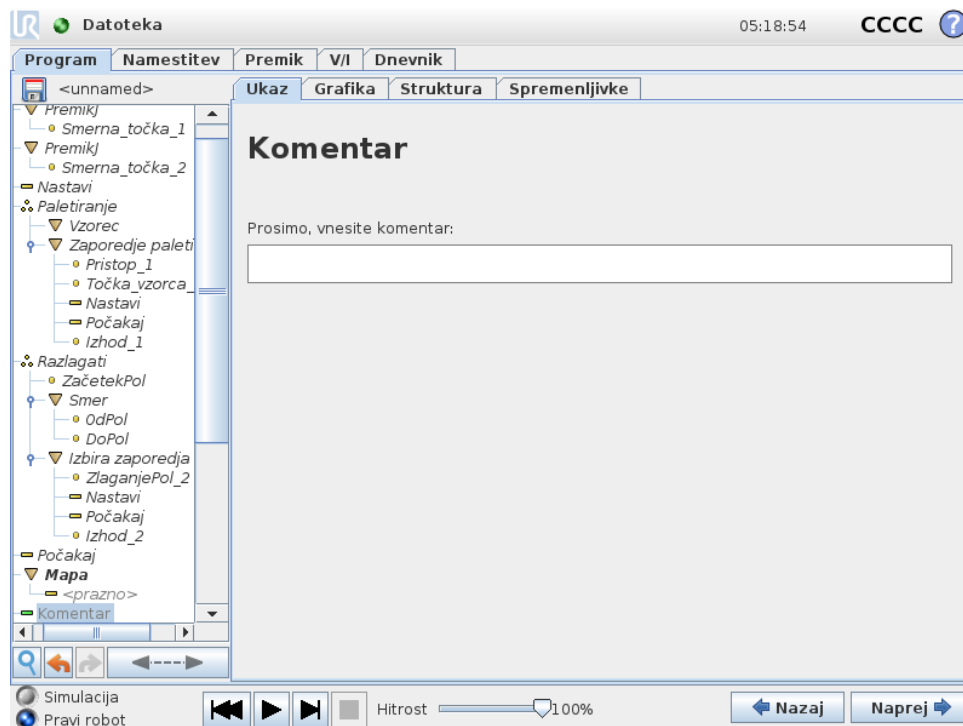
Pojavno okno je sporočilo, ki se prikaže na zaslonu, ko program doseže ta ukaz. Slog sporočila lahko izberete, besedilo pa lahko vnesete z zaslonsko tipkovnico. Robot čaka, da uporabnik/upravljaev pritisne gumb „OK“ pod pojavnim oknom, preden nadaljuje program. Če je izbrana „Zaustavitev izvajanja programa“, se program robota zaustavi ob tem pojavnem oknu. Opomba: Sporočila so omejena na največ 255 znakov.

14.12 Ukaz: Zaustavi



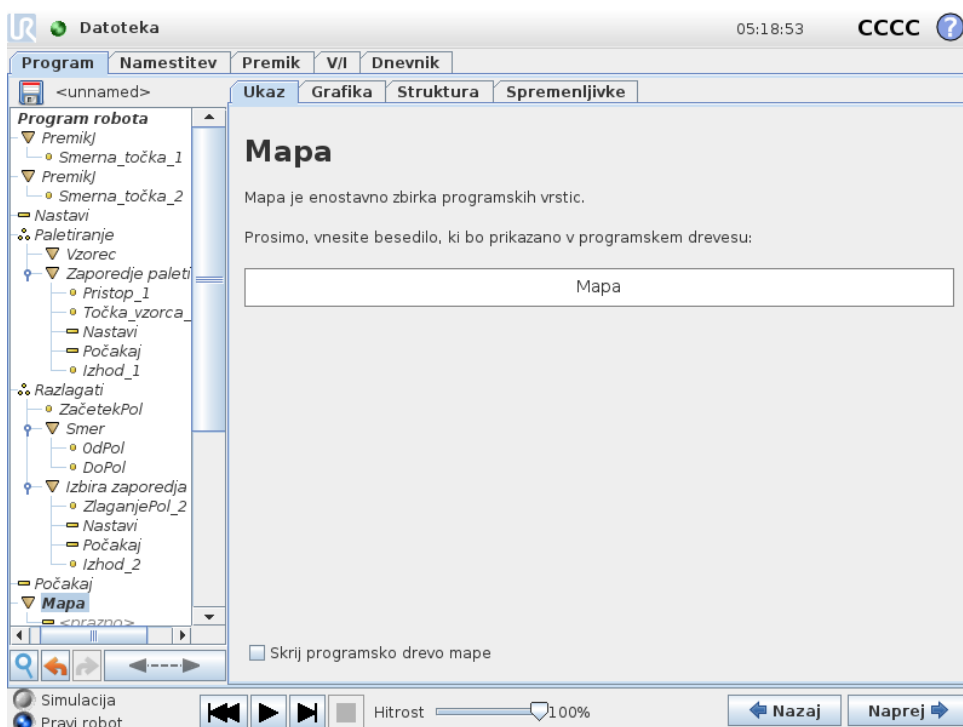
Na tej točki se izvajanje programa zaustavi.

14.13 Ukaz: Komentar



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

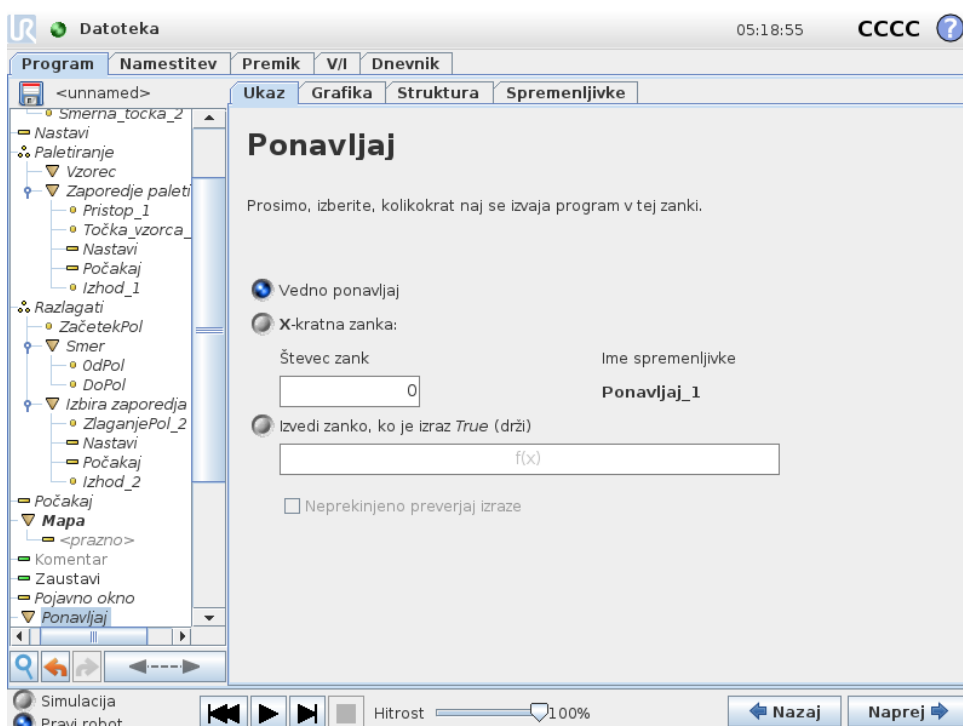
14.14 Ukaz: Mapa



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

Maps nimajo vpliva na program in na izvajanje programa.

14.15 Ukaz: Ponavljalj

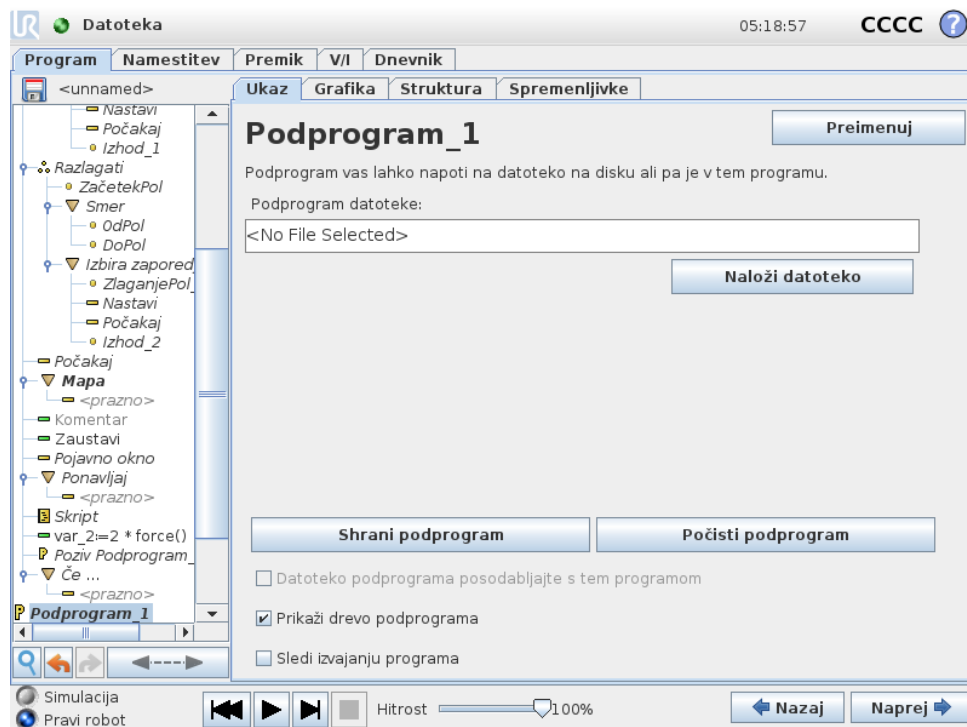


14.16 Ukaz: Podprogram

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 $N - 1$.

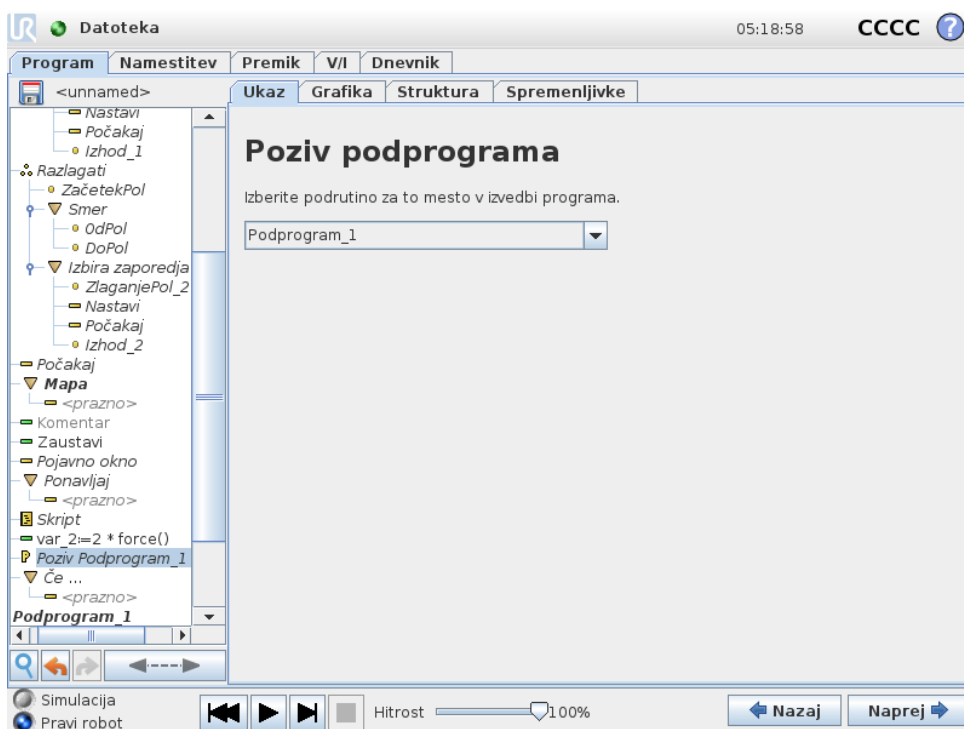
Pri ustvarjanju zank z uporabo izraza kot končnega pogoja nudi PolyScope možnost za neprekinjeno ocenjevanje tega izraza, tako lahko „zanko“ prekinete kadar koli med izvajanjem in ne le po vsaki ponovitvi.

14.16 Ukaz: Podprogram



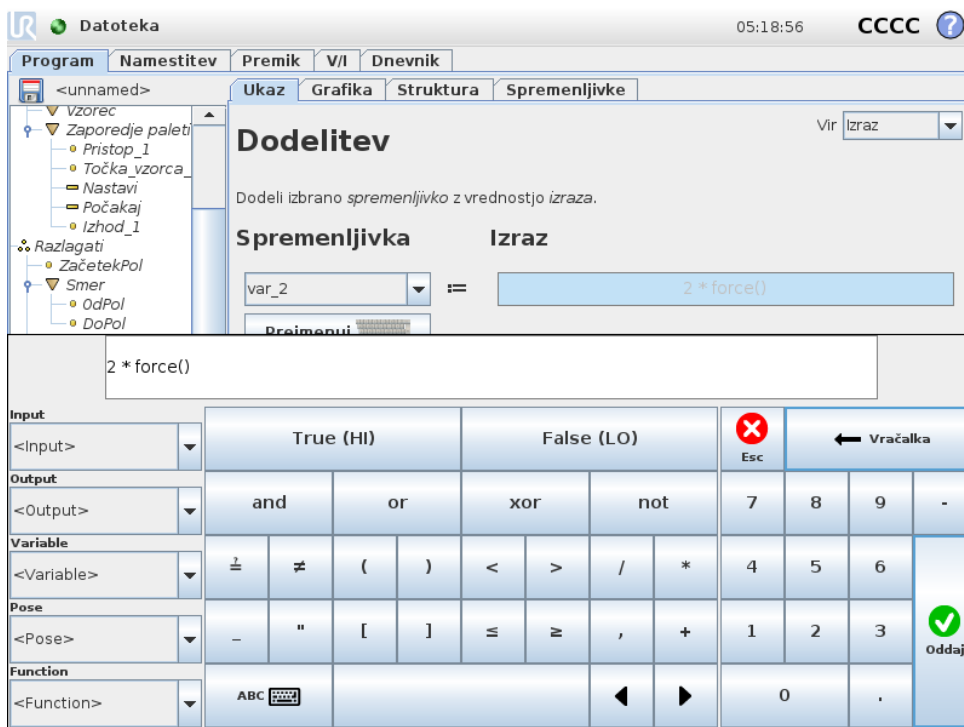
Podprogram lahko vsebuje dele programa, ki so potrebni na več mestih. Podprogram je lahko ločena datoteka na disku in je lahko tudi skrit, da podprogram zaščiti pred nenamernimi spremembami.

Ukaz: Pozovi podprogram



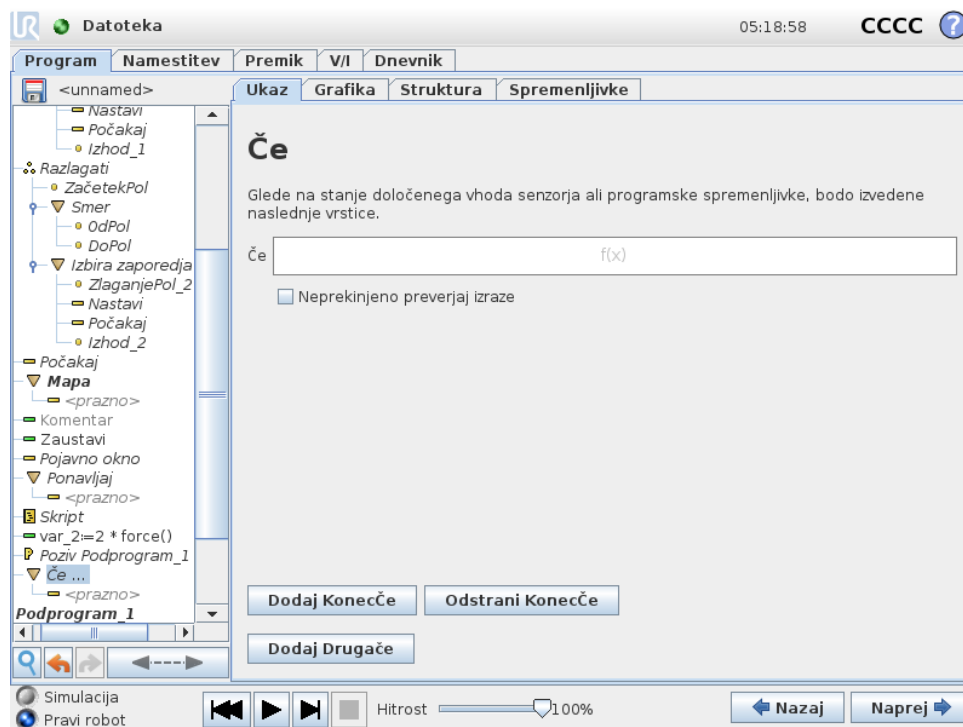
Ob pozivu podprograma se bodo zagnale programske vrstice v podprogramu, potem pa se bo dejanje nadaljevalo z naslednjo vrstico.

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

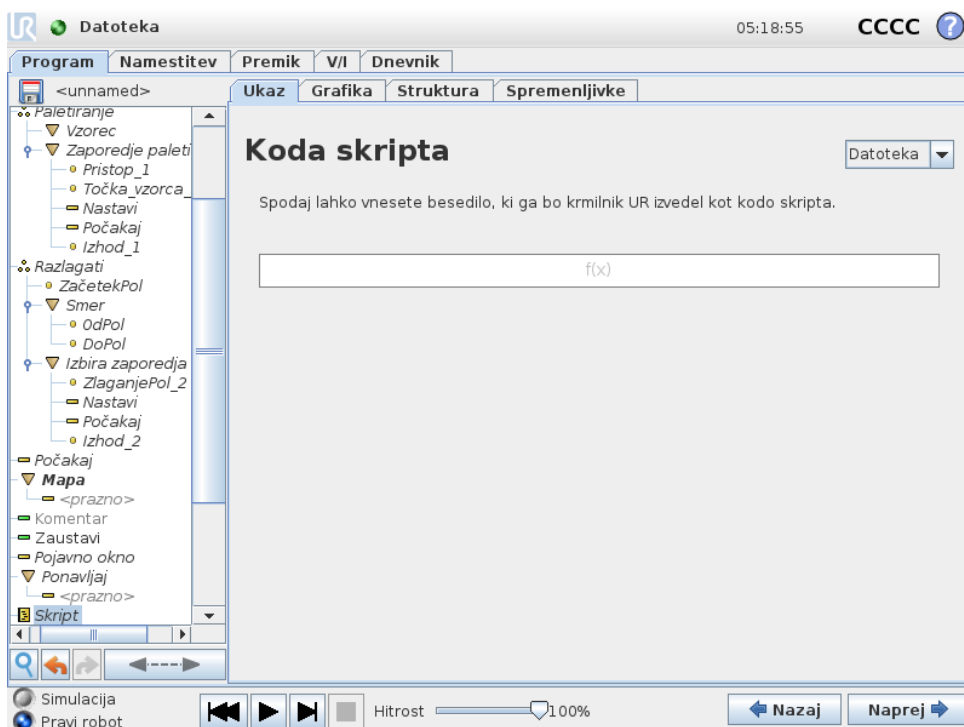


Zgradba ukaza **Če...Potem** spremeni ravnanje robota na osnovi signalov senzorjev ali vrednosti spremenljivk. Uporabite urejevalnik izrazov, če želite opisati pogoj, v okviru katerega naj robot nadaljuje izvajanje izjav, navedenih v tem ukazu **Če**. Če je pogoj spoznan za Resničnega, se izvedejo izjave tega ukaza **Če**.

Ukaz **Če** ima lahko več izjav **DrugačeČe**, ki jih lahko dodate ali odstranite z gumboma **Dodaj DrugačeČe** in **Odstrani DrugačeČe**. Sicer pa ima lahko ukaz **Če** samo eno izjavo **Drugače**.

Opomba: Izberete lahko okvirček **Neprekinjeno preverjanje izrazov** za omogočanje ocenjevanje pogojev ukazov **Če** in **DrugačeČe**, medtem ko se izvajajo vsebovane vrstice. Če je izraz znotraj ukaza **Če** spoznan za Neresničnega, se upoštevata izjavi **DrugačeČe** ali **Drugače**.

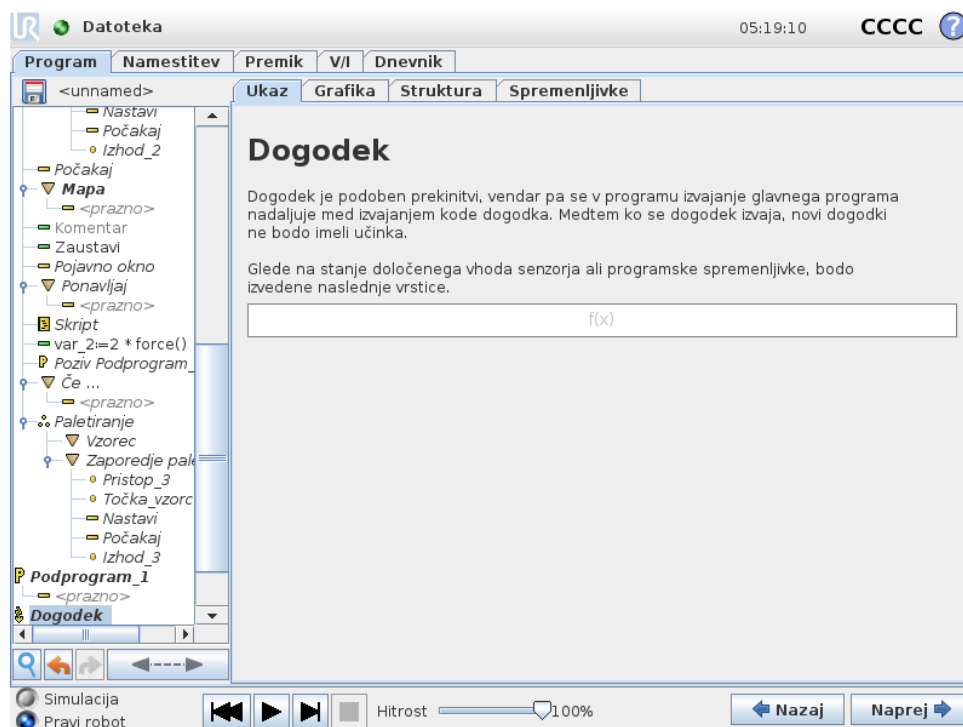
14.19 Ukaz: Skript



Ta ukaz omogoči dostop do osnovnega realnočasnega 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://www.universal-robots.com/support>).

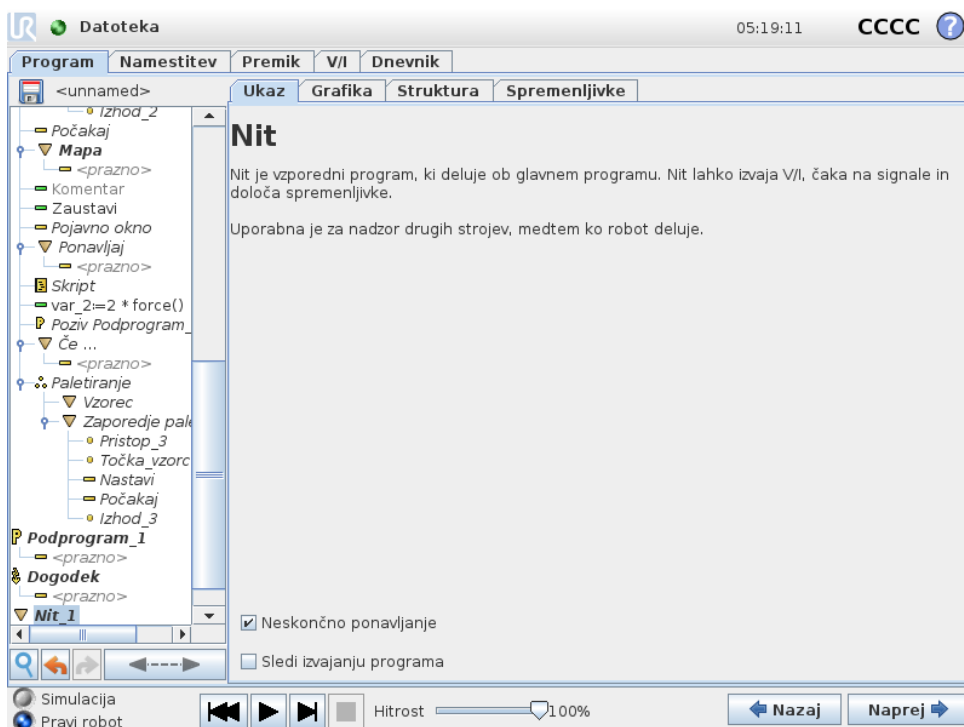
Če izberete možnost „Datoteka“ v levem kotu, lahko ustvarite in urejate skriptne datoteke programa. Tako lahko skupaj uporabljate zapletene skriptne programe s programiranjem PolyScope, ki je prijazno za upravljavce.

14.20 Ukaz: Dogodek



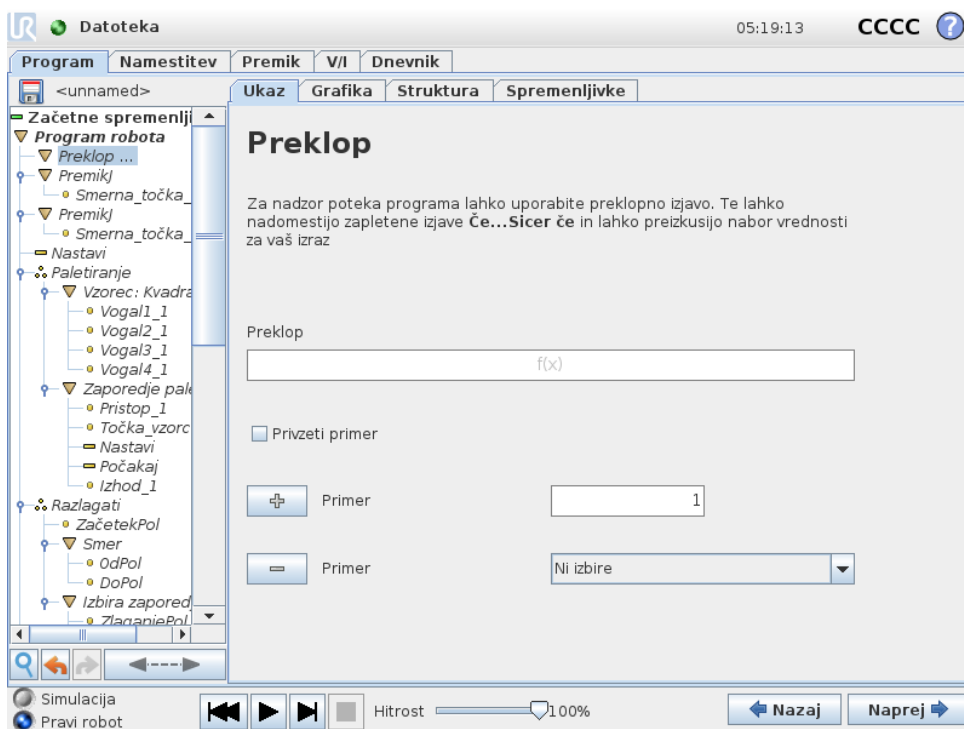
Dogodek lahko uporabite za nadziranje vhodnega signala in za izvajanje dejanja ali nastavitve spremenljivke, ko je vhodni signal visok. Na primer, če izhodni signal naraste, lahko program za dogodek počaka 200 ms in ga povrne nazaj v nizko stanje. To lahko zelo poenostavi kodo glavnega programa, če se 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 zunanega stroja neodvisno od roke robota. Nit lahko komunicira s programom robota s spremenljivkami in izhodnimi signali.

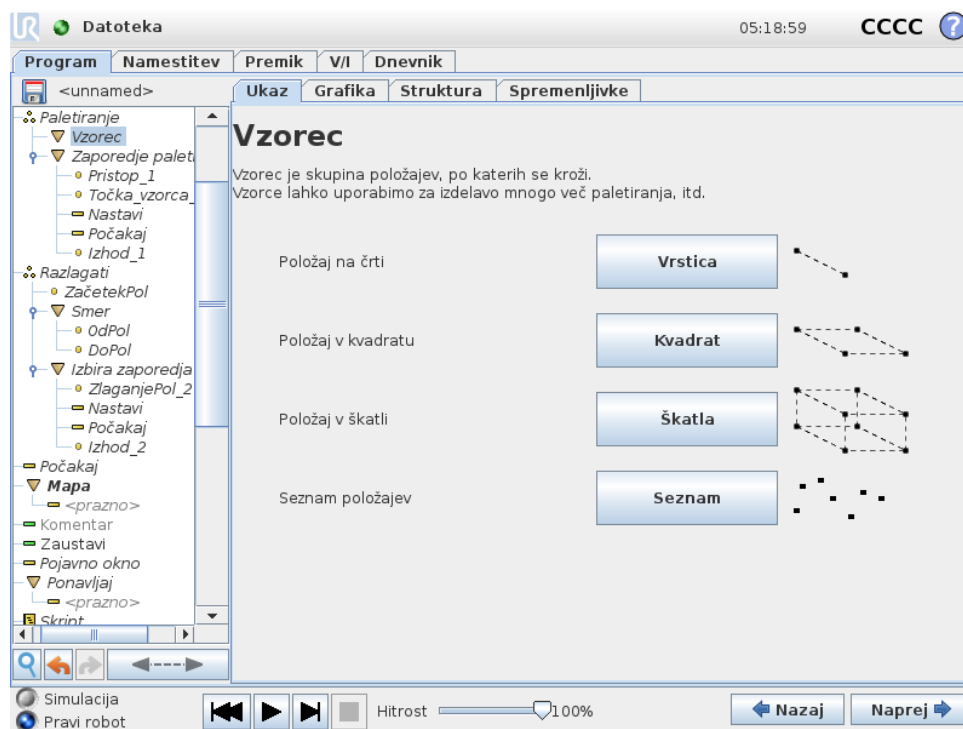
14.22 Ukaz: Preklopi primer



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**a. 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



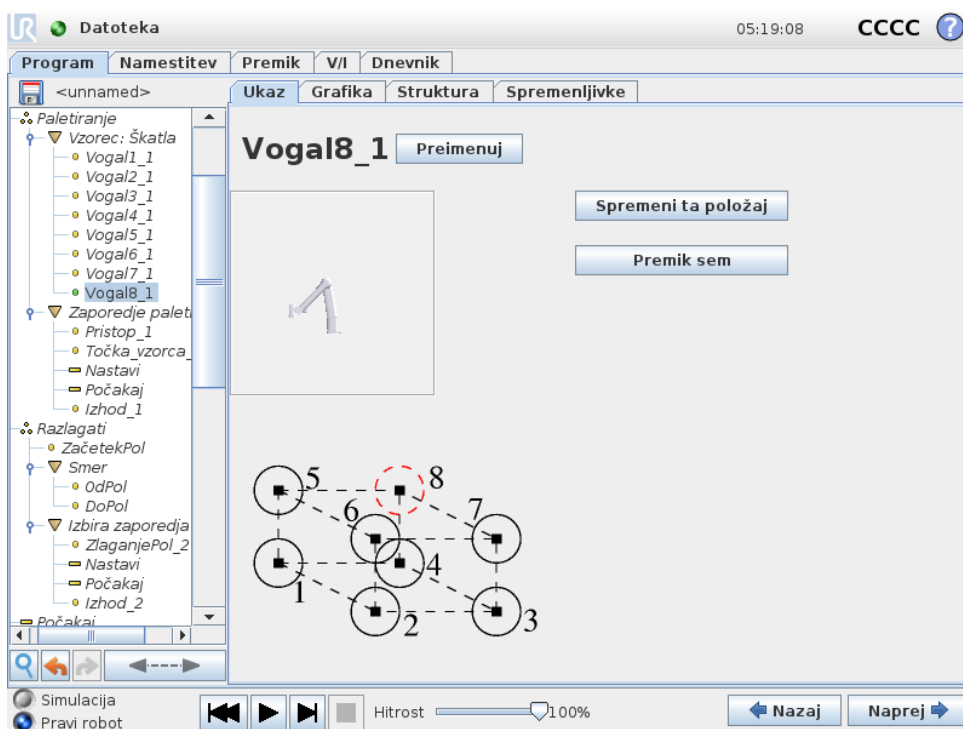
Ukaz **Vzorec** lahko uporabite, da preletite položaje v programu robota. Ukaz za **Vzorec** ustreza enemu položaju ob vsakem izvajanju.

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 zaslon.



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 podobno.

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)

V delovnem prostoru robota **Način Sile** omogoča skladnost in silo na oseh, ki jih je možno izbrati. Vsi premiki robotove roke pod ukazom **ForceForce** bodo v načinu **sileNačin sile**. Ko se robotova roka premika v **načinu sile**, lahko izberete eno ali več osi, v katerih robotova roka prilagodi položaj. Robotova roka je skladna z okoljem vzdolž skladnih osi. To pomeni, da bo robotova roka samodejno nastavila svoj položaj, da doseže izbrano silo. Prav tako lahko robotova roka sama uporabi silo pri delovanju v svojem okolju, npr. obdelovanec.

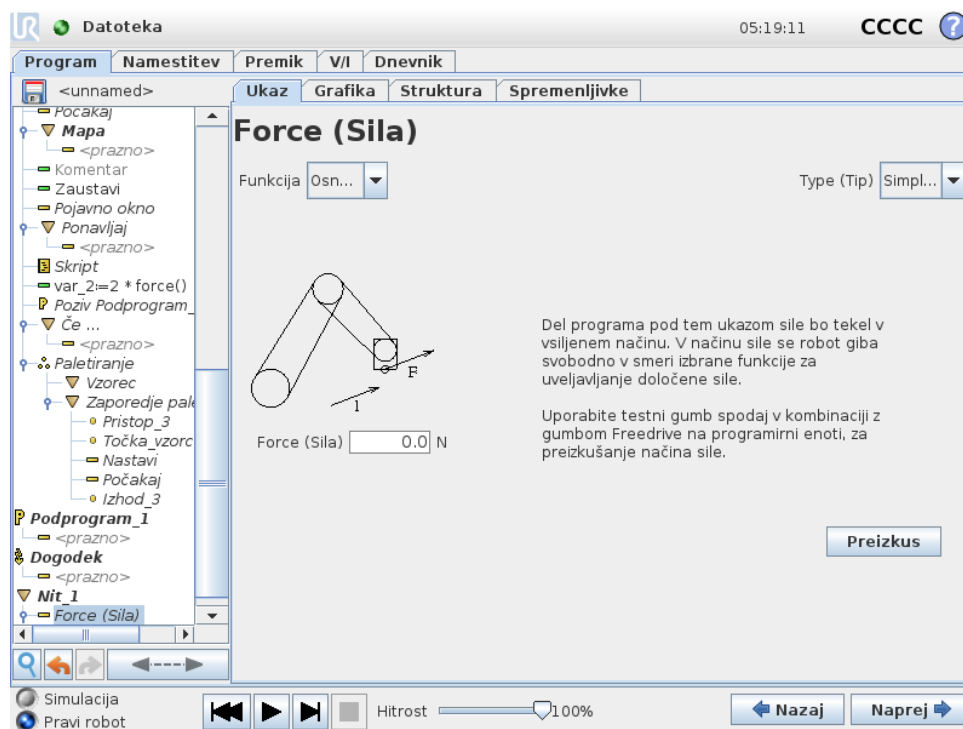
Način sile je primeren za aplikacije, v katerih dejanski položaj TCP vzdolž predhodno določene osi ni tako pomemben, temveč se naj namesto tega vzdolž te osi uporabi želena sila. Če na primer točka TCP robota naleti na ukrivljeno površino, potiska ali vleče obdelovanec. Z **načinom sile** je mogoča tudi uporaba določenega navora okrog predhodno določenih osi.

Opomba: če robotova roka pri osi z nastavljenno neničelno silo ni zasledila ovir, poskusi robotova roka pospešiti premike vzdolž te osi.

Čeprav je os določena kot prilagojena, robotski program kljub temu poskusi premakniti robota vzdolž te osi. Vendar pa nadzor sile zagotavlja, da robotova roka kljub temu doseže določeno silo.

**OPOZORILO:**

1. Izogibajte se visokemu pospeševanju tik pred preходом v način sile.
2. Izogibajte se visokemu pospeševanju v načinu sile, saj zmanjša natančnost nadzora sile.
3. Izogibajte se premikom, vzporednim skladnim osem, pred preходом v način sile.

**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.

- **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.
- **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 izvoru izbrane funkcije. Razdalja med točko TCP robota in izvorom 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.

- **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 (glejte 14.29), ko robot deluje v načinu sile.

Izbira vrednosti sile

- Vrednosti sile oz. navora se lahko nastavijo za skladne osi, robotova roka pa prilagodi svoj položaj za doseganje želene sile.
- Pri neskladnih oseh robotova roka potuje po smeri, ki jo je nastavil program.

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



OPOMBA:

Narediti morate naslednje:

- Uporabite funkcijski skript `get_tcp_force()` v ločeni niti, da odčitate dejansko silo in navor.
- Če sta dejanska sila in/ali navor nižja od zahtevanih, popravite vektor ključa (wrench vector).

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

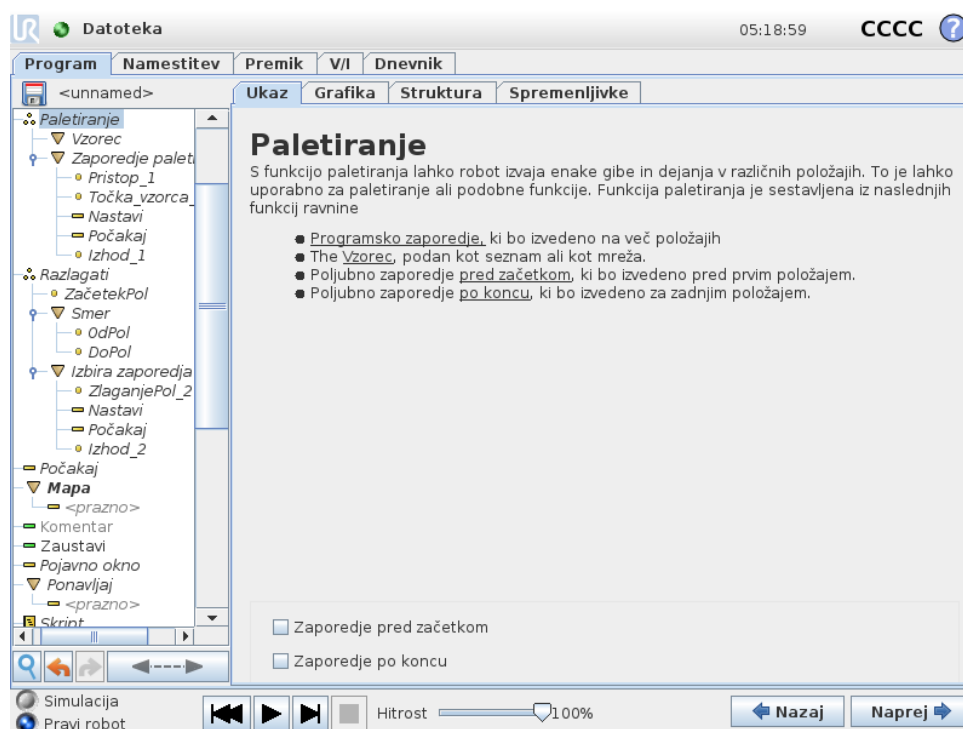
Z gumbom vklop/izklop, označenim s **Test**, je mogoče preklopiti funkcijo gumba **Freedrive** na zadnji strani ročne programirne enote iz normalnega načina Freedrive v preizkušanje ukaza

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 (glejte 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”

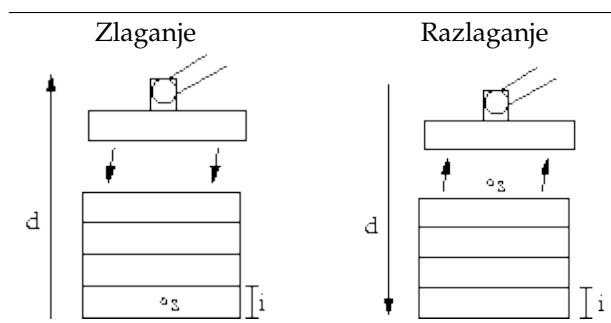
Izbirno zaporedje **PredZačetkom** se zažene tik pred začetkom postopka. To lahko uporabite za čakanje na pripravljene signale.

„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

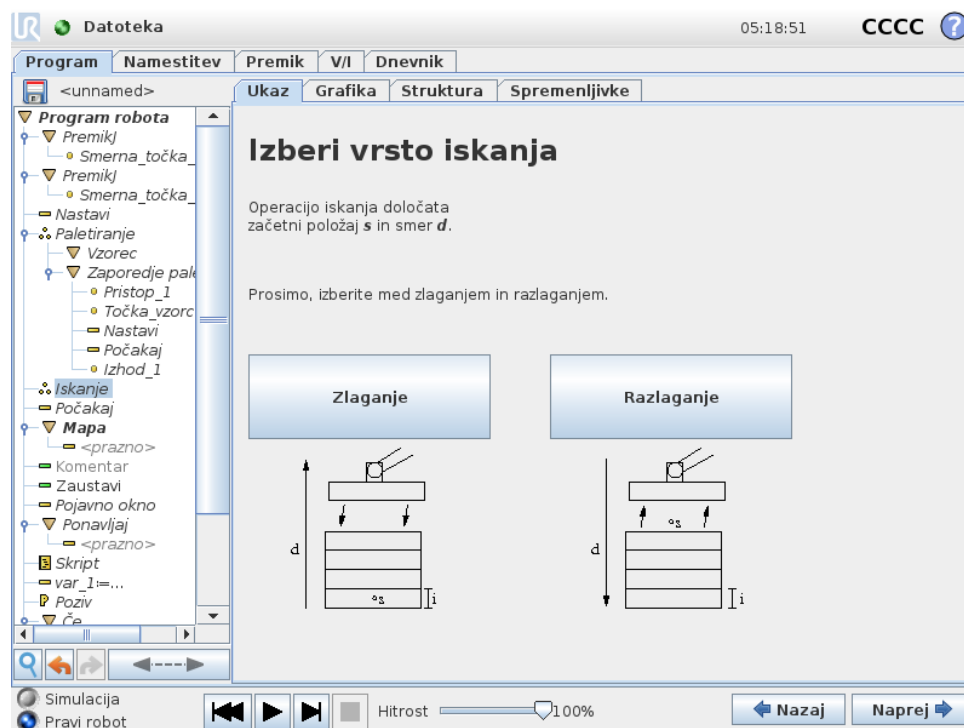
Funkcija za iskanje s senzorjem določa, kdaj je dosežen pravilni položaj za prijem oz. izpust elementa. Senzor je lahko potisni gumb, senzor pod pritiskom ali kapacitivni senzor. Ta funkcija je namenjena delu s skladovnico elementov z različno debelino elementov oz. kadar točni položaji elementov niso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

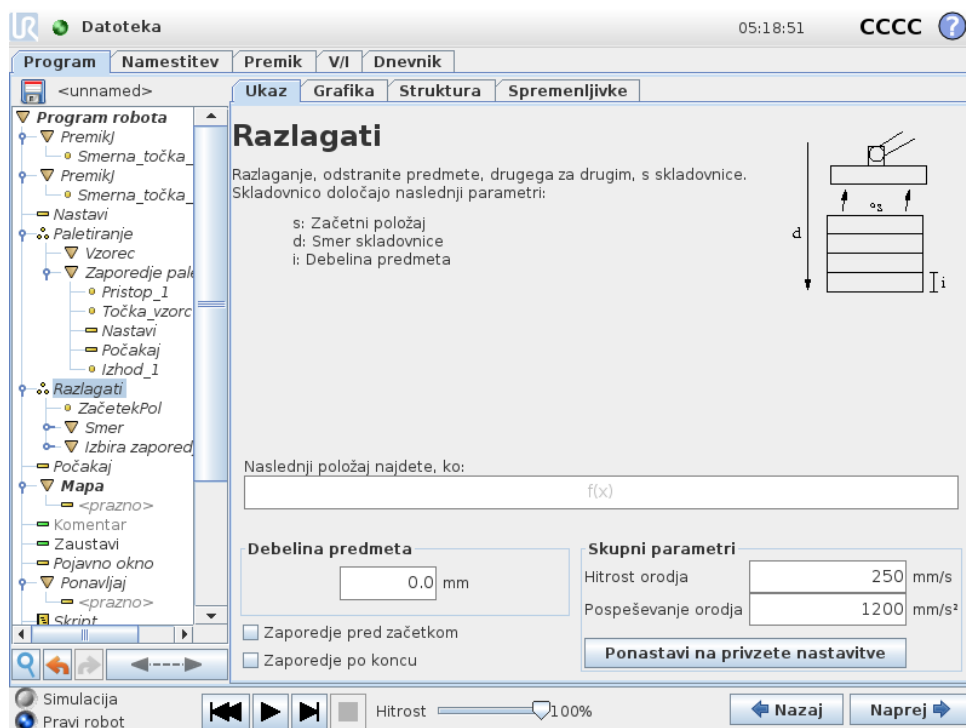
Prav tako pa morate določiti pogoj za doseganje naslednjega položaja skladovnice in posebno zaporedje programa, ki bo izvedeno ob vsakem položaju skladovnice. Za premike pri delu s skladovnico morate določiti tudi hitrost in pospešitev.

Zlaganje



Med zlaganjem se robotova roka premakne na začetno točko in se nato premakne v *nasprotno* smer, da poišče naslednji položaj skladoavnice. 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 skladoavnice. Zlaganje je končano, ko višina skladoavnice doseže določeno število ali ko senzor odda signal.

Razlaganje

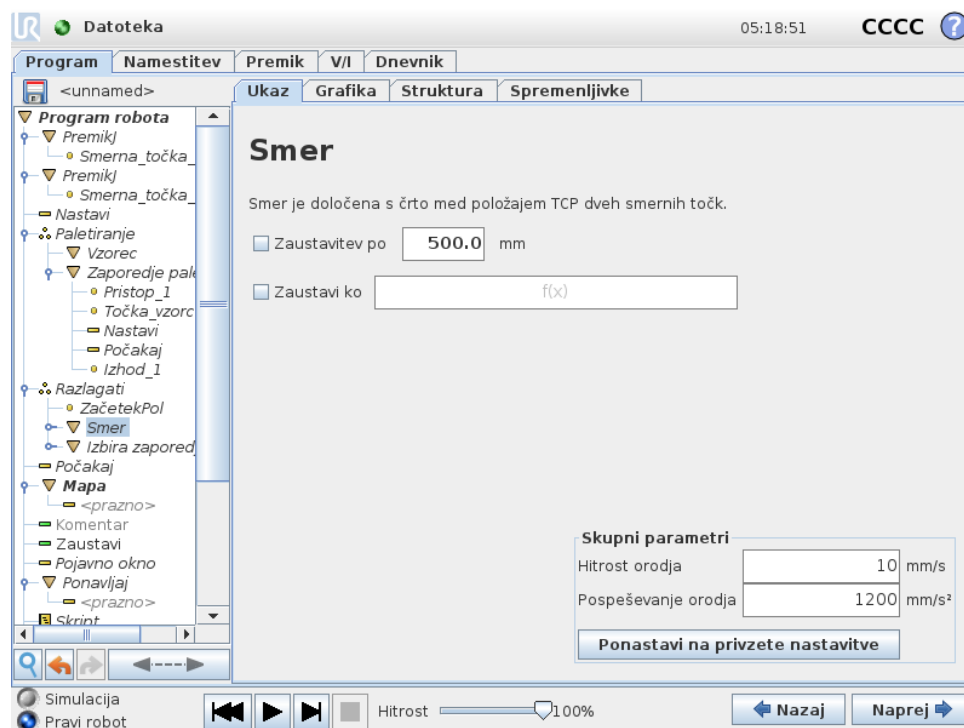


Pri razlaganju se robotova roka premakne od začetnega položaja v dani smeri za iskanje naslednjega elementa. Pogoji na zaslonu določajo, kdaj bo dosežen naslednji element. Ko je pogoj izpolnjen, si robot zapomni položaj in izvede posebno zaporedje. V naslednjem ciklu robot začne iskanje na točki, ki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

14.27 Ukaz: Sledenje transportnega traku

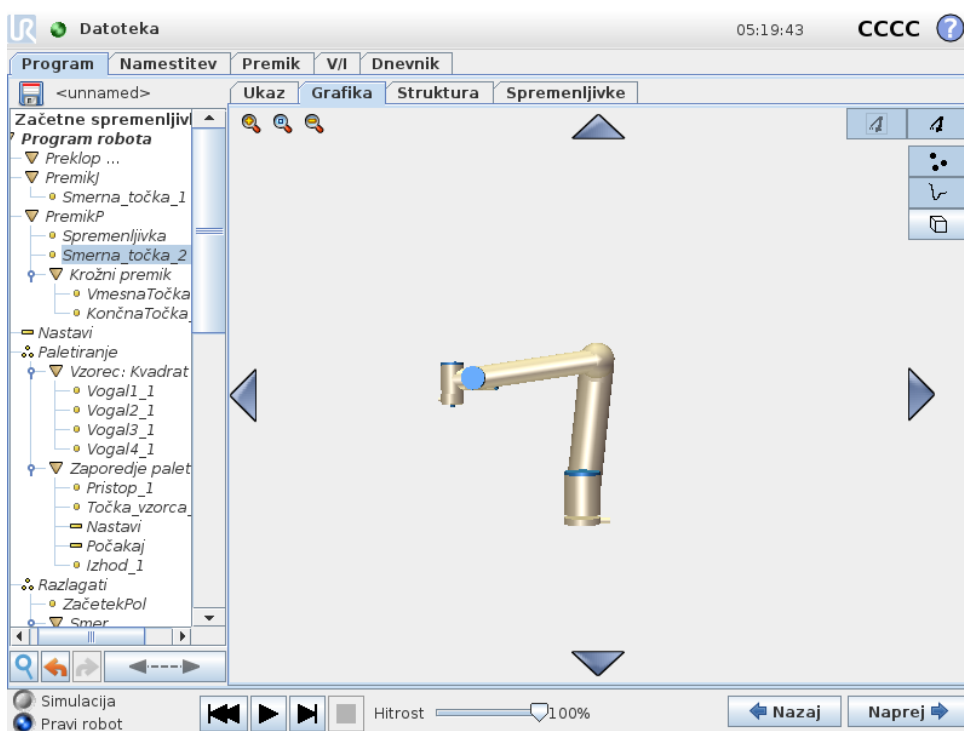
Pri uporabi transportnega traku je mogoče robota konfigurirati tako, da sledi premikanju traku. Ko je **Sledenje transportnega traku** pravilno konfigurirano v namestitvi, robot prilagaja svoje premike tako, da sledi transportnemu traku. Programsko vozlišče **Sledenje transportnega**

traku je na voljo na zavihku **Čarovniki** pod zavihkom **Struktura**. Med sledenjem traku pod tem vozliščem so dovoljeni vsi gibi, a so relativni na gibanje transportnega traku. Nastavitve **Sledenje transportnega traku** pod zavihkom **Namestitve** (glejte del 13.13) ponuja možnosti za konfiguracijo robota, da le-ta dela z absolutnimi in stopenjskimi kodirniki, ter tako na linearnih kot krožnih transportnih trakovih.

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 ravnini, ali je usmerjenost orodja robota blizu meja usmerjenosti orodja (glejte 10.12), se prikaže 3D predstavitev najbližje meje.

Opomba: medtem ko robot izvaja program, je vizualizacija omejitev meja onemogočena.

Varnostne ravnine so predstavljene z rumeno in črno barvo in z majhno puščico normale ravnine ki predstavlja stran ravnine, na katero je možno namestiti središčno točko orodja robota. Sprožilne ravnine so prikazane z modro in zeleno barvo in majhno puščico, ki kaže na eno stran

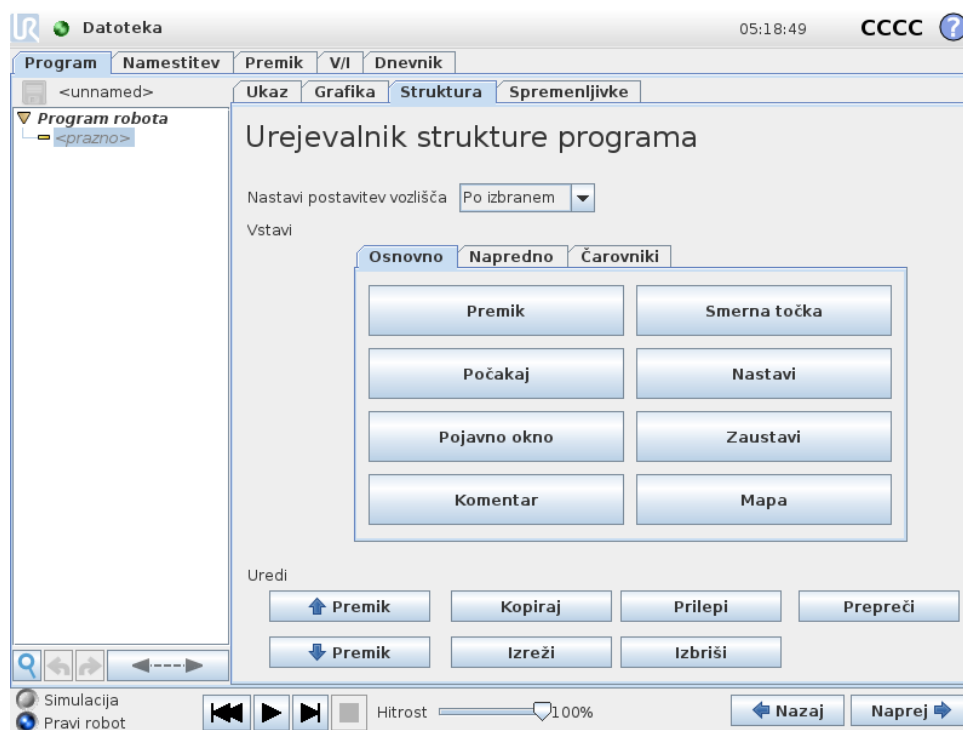
ravnine, kjer so aktivne meje **normalnega** načina (glejte 10.6). Meja usmerjenosti orodja je predstavljena z okroglim stožcem in vektorjem, ki kažeta trenutno usmerjenost orodja robota. Notranjost stožca predstavlja dovoljeno območje usmerjenosti orodja (vektor).

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:

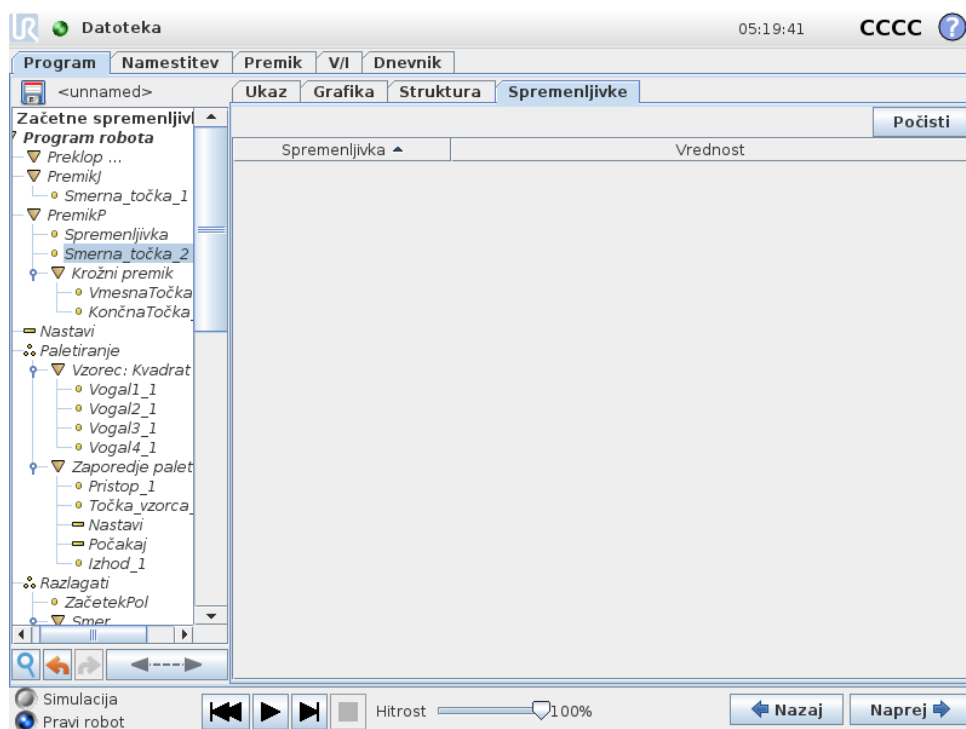
- 1) Izberite obstoječ ukaz programa.
- 2) Izberite, ali naj bo nov ukaz vstavljen nad ali pod izbran ukaz.
- 3) Pritisnite gumb za vrsto ukaza, ki ga želite vstaviti. Če želite prilagoditi podrobnosti za nov ukaz, pojdite v zavihek Ukaz.

Ukaze lahko z gumbi v okviru za urejanje premaknete/kopirate/izbrišete. 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.

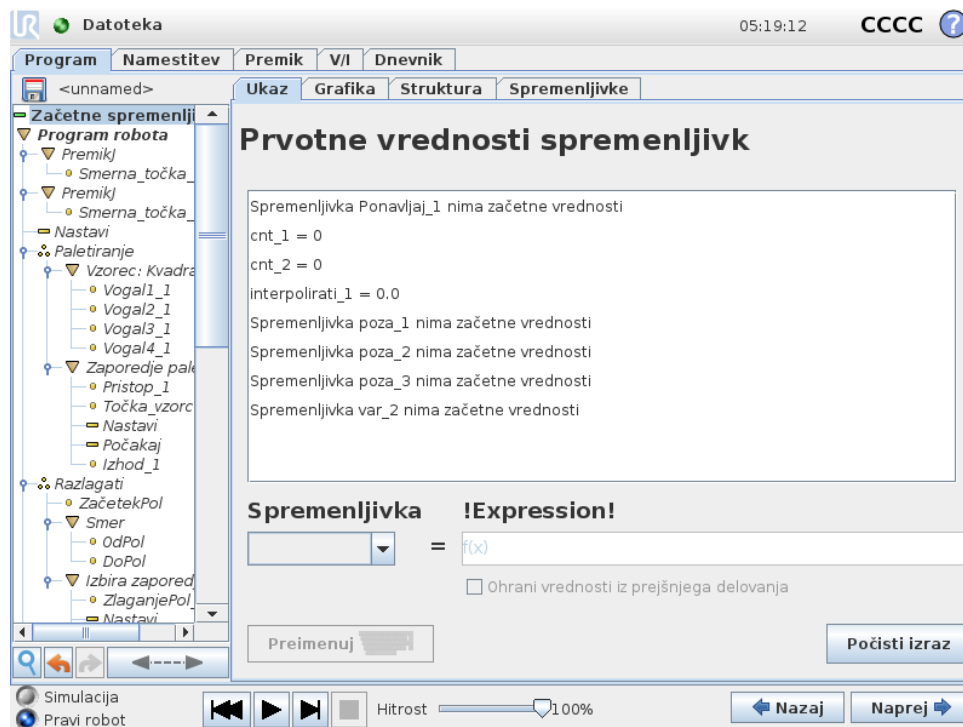
Nasploh lahko premikanje ukazov SicerČe vodi do zmede. Spremenljivkam morate dodeliti vrednosti, preden jih uporabite.

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** (glejte 14.31). Spremenljivke lahko tako obdržijo 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.
- **URCaps Setup** Pregled nameščenih URCaps ter možnosti za namestitev in odstranjevanje, glejte 15.7.
- **Nazaj** Povratek na pozdravni zaslon.

15.1 Jezik in enote

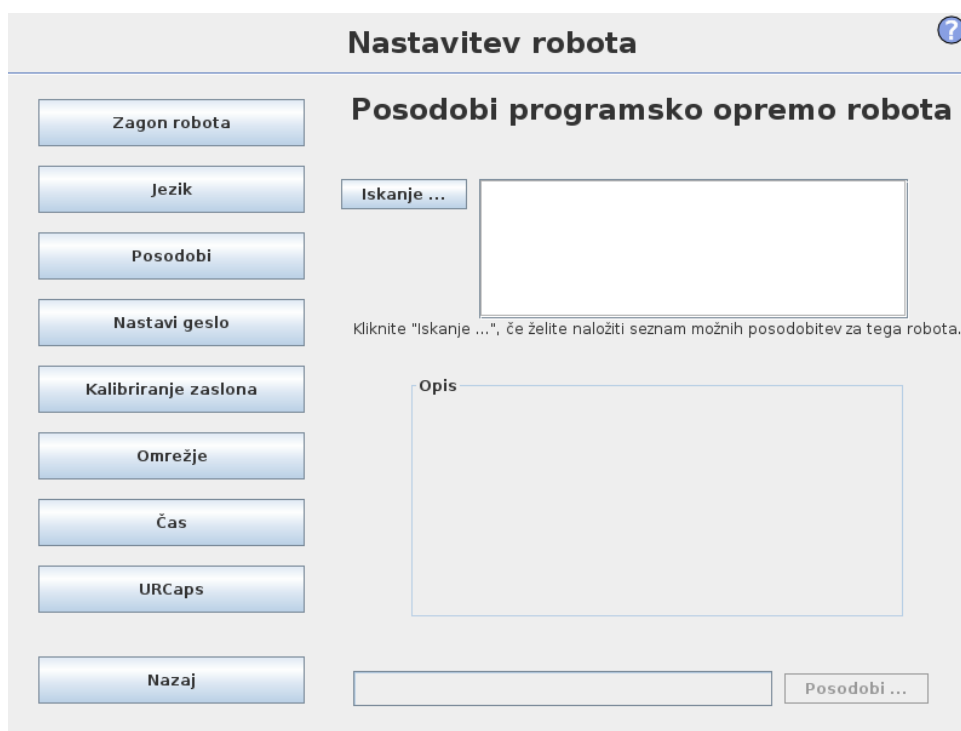


Na tem zaslonu se lahko izberejo jezik, enote in jezik tipkovnice, uporabljeni v vmesniku PolyScope.

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.

Izbrani jezik tipkovnice bo uporabljen v vseh pojavnih oknih s tipkovnico v vmesniku PolyScope.

15.2 Posodobí 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 **Posodobí** 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



Podprti sta dve gesli. Prvo je *poljubno* sistemsko geslo, ki preprečuje nepooblaščenno 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:

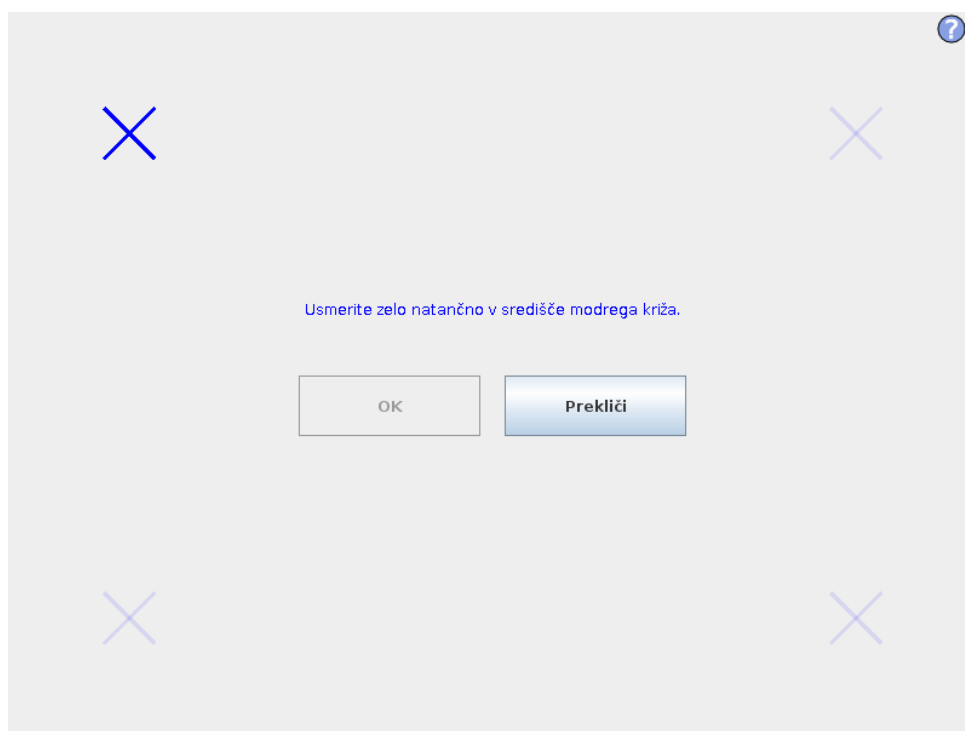
Za spreminjanje varnostne konfiguracije mora biti nastavljeno varnostno geslo.



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

Zagon robota

Jezik

Posodobi

Nastavi geslo

Kalibriranje zaslona

Omrežje

Čas

URCaps

Nazaj

Nastavitev robota

Nastavi čas

Oblika zapisa časa:

☒ 24 ur
 ☐ 12 ur

Izberite trenutni čas:

+

+

+

05

:

18

:

33

-

-

-

Nastavi datum

Izberite današnji datum:

15. maj 2018

Oblika zapisa datuma:

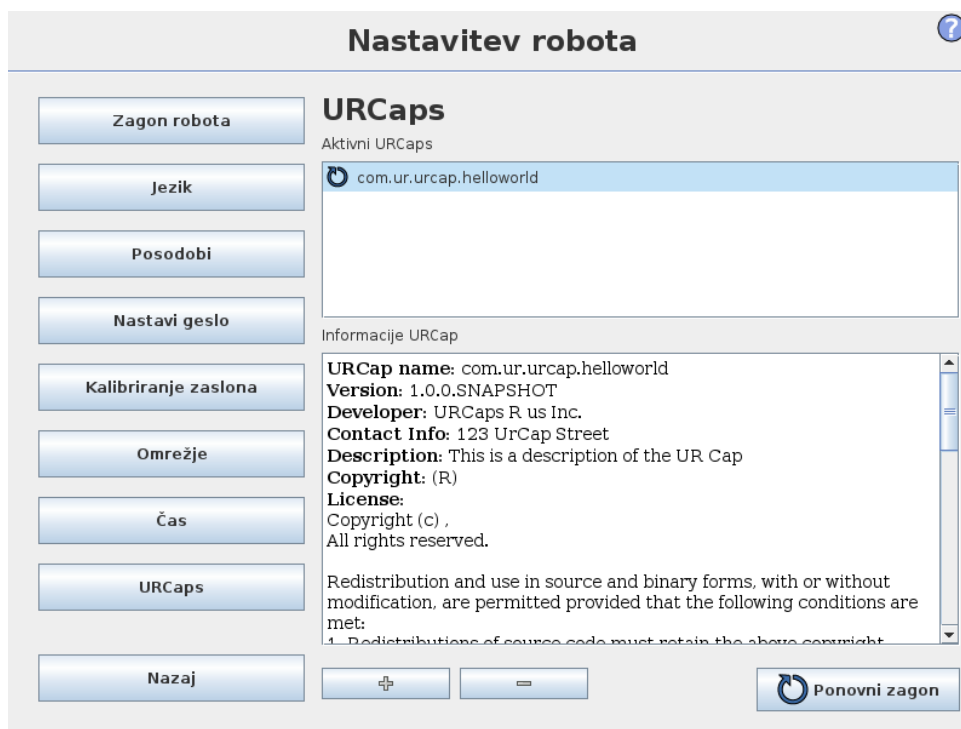
☒ 15. maj 2018
 ☐ 15.5.2018
 ☐ 15.S.2018

Znova zaženi PolyScope za delovanje novih nastavitvev

Ponovni zagon

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.

15.7 Nastavitev URCaps



Na zgornjem seznamu je prikazan pregled vseh nameščenih *URCaps*. Klik na URCap prikaže njegove meta podatke (vključno z imenom URCap, različico, licenco, itd.) v območju URCap Information pod seznamom.

Kliknite na gumb + na dnu zaslona, da namestite nov URCap. Prikaže se izbirnik polj, kjer lahko izberete datoteko .urcap. Kliknite Open (Odpri) in vmesnik PolyScope se bo vrnil na zaslon za namestitvev. Izbrani URCap bo nameščen in ustrezni vnos se bo kmalu zatem pojavil na seznamu. Kadar nameščate ali odstranjujete URCaps, je potrebno vmesnik PolyScope ponovno zagnati, zato bo gumb Restart (Ponovni zagon) omogočen.

Za odstranjevanje URCap le izberite URCap s seznama in kliknite na gumb -. URCap izgine s seznama, a še vedno je potreben ponovni zagon.

Na seznamu poleg določenega vnosa ikona prikazuje status URCap. Različni statusi so opisani spodaj:

-  *URCap ok*: URCap je nameščen in deluje pravilno
-  *URCap fault/napaka*: URCap je nameščen, a se ne more zagnati. Obrnite se na razvijalca URCap.
-  *URCap restart needed/potreben ponovni zagon*: URCap je bil pravkar nameščen, zato je potreben ponovni zagon.

Slovarček

Kategorija zaustavitve 0: Premikanje robota preneha takoj ob izklopu napajanja robota. To je ne-nadzorovana 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 glejte ISO 13849-1.

Raven zmogljivosti: Raven učinka (PL) je ločena raven, ki se uporablja za določanje zmožnosti 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 glejte ISO 13849-1.

Diagnostično pokrivanje (DC): je ukrep učinkovitosti diagnostike, ki je uveden za doseganje rangirane ravni delovanja. Več informacij najdete v standardu glejte 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 glejte ISO 13849-1.

Integrator: Integrator je subjekt, ki oblikuje končno postavitev robota. Integrator je odgovoren za izvedbo končne ocene tveganja in mora zagotoviti, da je končna postavitev skladna z zakoni in uredbami.

Ocena tveganja: Ocena tveganja je vsesplošni postopek prepoznavne 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

Symbols

Čarovniki II-100

D

Drevo programa II-67

E

Enostavno II-93

Ethernet I-41

EtherNet/IP II-46

F

Freedrive II-45, II-47, II-52, II-94, II-95

Funkcija II-52, II-58

Funkcija orodja II-52

Funkcija osnove II-52

G

Garancija I-51

Gumb Test II-95

I

integrator I-8

K

Krmilna omarica ix

krmilna omarica . I-27, I-29, I-43, I-63, II-48, II-61

krmilne omarice II-37

krmilno omarico II-28

M

Mapa II-84

Meni za izbiro funkcij II-93

MODBUS II-38, II-47, II-49, II-51, II-58

N

Način Sile II-92

Namestititev II-48, II-100

Namestitvene spremenljivke II-48

Nastavi II-82

Nastavljeni signali V/I I-29

Normalni način II-101

O

Obnovitev II-30

Obremenitev člena II-61

ocena tveganja x, I-3, I-8, I-10

Ohišje za namestititev ix

Okvir II-93

Opozorilni znaki I-4

Osnova II-23, II-72

P

Parametri spajanja II-75

Počakaj II-81

pojavno okno II-82

PoKoncu II-96

PolyScope ix, II-23, II-25, II-27, II-85, II-88

PredZačetkom II-96

Premik . II-27, II-53, II-54, II-71, II-72, II-74, II-82,
II-94, II-96

PremikJ II-71

PremikL II-53, II-71

PremikP II-53, II-71

Priročnik za programiranje x

Program II-27

Programirna enota ix, II-47, II-94, II-95

Programsko drevo II-66

prostor členov II-71

R

Relativna smerna točka II-72

Robotova roka . I-27, I-63, II-48, II-61, II-92, II-94,
II-97, II-98

S

Servisni priročnik x

Seznam (vzorec) II-91

Sledenje traku II-57

Sledenje transportnega traku II-99

Smerna točka II-71, II-72, II-74, II-79, II-95, II-101

Smerne točke II-25

Spajanje II-74

Spremenljiva smerna točka II-72

Spremenljiva značilka II-73

Spremenljivke II-69, II-102

Središčna točka orodja II-41

standard I-63, I-64, I-66

Struktura II-100

Struktura preklopi primer II-91

T

Točka II-93

U

URCaps x

Urejevalnik izrazov II-91

Urejevalnik poz II-53

Usidrani položaj II-96

V

V/I I-27, I-29, I-30, II-27, II-37, II-46, II-47

V/I orodja I-38

V/I za splošni namen I-29

Varnostna konfiguracija I-8

Varnostna navodila I-45

Varnostne nastavitve I-3

Varnostni V/I I-29–I-31

Vzorec II-91, II-92

Vzorec črte II-91, II-92

Vzorec škatle II-91, II-92

Vzorec kvadrata II-91, II-92

Z

Zapestje 3 II-23

Zaporedje palet II-96