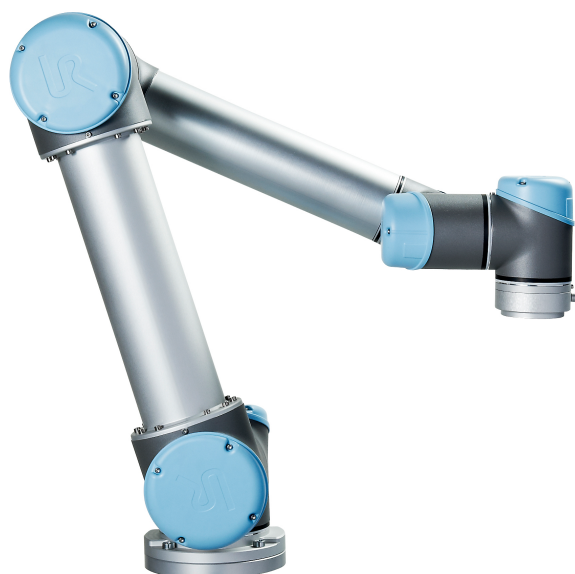




# UNIVERSAL ROBOTS

## Používateľská príručka



**UR5 / CB3**

Preklad originálu pokynov (sk)





# UNIVERSAL ROBOTS

## Používateľská príručka

**UR5/CB3**

**Verzia 3.4.1**

Preklad originálu pokynov (sk)

Informácie obsiahnuté v tomto dokumente sú majetkom spoločnosti Universal Robots A/S a nesmú sa reprodukovať ako celok alebo po častiach bez predchádzajúceho písomného súhlasu spoločnosti Universal Robots A/S. Informácie obsiahnuté v tomto dokumente podliehajú zmenám bez upozornenia a nemožno ich vykladať ako záväzok spoločnosti Universal Robots A/S. Táto príručka je pravidelne kontrolovaná a revidovaná.

Spoločnosť Universal Robots A/S nepreberá žiadnu zodpovednosť za žiadne chyby či opomenutia v tomto dokumente.

Copyright © 2009–2017 spoločnosť Universal Robots A/S

Logo Universal Robots je registrovanou ochrannou známkou spoločnosti Universal Robots A/S.

# Obsah

<b>Predslov</b>	<b>ix</b>
Čo obsahujú balenia. . . . .	ix
Dôležité bezpečnostné upozornenie . . . . .	x
Ako čítať túto príručku . . . . .	x
Kde je možné nájsť ďalšie informácie . . . . .	x
<b>I Príručka inštalácie hardvéru</b>	<b>I-1</b>
<b>1 Bezpečnosť</b>	<b>I-3</b>
1.1 Úvod. . . . .	I-3
1.2 Platnosť a zodpovednosť . . . . .	I-3
1.3 Obmedzení zodpovednosti. . . . .	I-4
1.4 Výstražné symboly v tejto príručke . . . . .	I-4
1.5 Všeobecné výstrahy a upozornenia . . . . .	I-5
1.6 Určené použitie . . . . .	I-8
1.7 Hodnotenie rizika . . . . .	I-8
1.8 Núdzové zastavenie . . . . .	I-10
1.9 Pohyb bez pohonu . . . . .	I-10
<b>2 Bezpečnostné funkcie a rozhrania</b>	<b>I-13</b>
2.1 Úvod. . . . .	I-13
2.2 Časy zastavenia bezpečnostného systému . . . . .	I-14
2.3 Limitujúce funkcie s bezpečnostným hodnotením . . . . .	I-14
2.4 Bezpečnostné režimy . . . . .	I-15
2.5 Bezpečnostné elektrické rozhrania . . . . .	I-17
2.5.1 Bezpečnostné elektrické vstupy . . . . .	I-17
2.5.2 Bezpečnostné elektrické výstupy . . . . .	I-18
<b>3 Preprava</b>	<b>I-21</b>
<b>4 Mechanické rozhranie</b>	<b>I-23</b>
4.1 Úvod. . . . .	I-23
4.2 Pracovný priestor robota. . . . .	I-23
4.3 Montáž . . . . .	I-23
4.4 Maximálne zaťaženie. . . . .	I-27
<b>5 Elektrické rozhranie</b>	<b>I-29</b>
5.1 Úvod. . . . .	I-29
5.2 Elektrické výstrahy a upozornenia . . . . .	I-29
5.3 Vstupy a výstupy ovládača. . . . .	I-31
5.3.1 Všeobecné špecifikácie pre všetky digitálne V/V . . . . .	I-31
5.3.2 Bezpečnostné V/V . . . . .	I-33

5.3.3	Univerzálne digitálne V/V . . . . .	I-36
5.3.4	Digitálny vstup z tlačidla . . . . .	I-37
5.3.5	Komunikácia s inými strojmi alebo PLC . . . . .	I-37
5.3.6	Univerzálne analógové V/V. . . . .	I-38
5.3.7	Diaľkové ovládanie ZAP/VYP. . . . .	I-39
5.4	Vstupy a výstupy na nástroje . . . . .	I-40
5.4.1	Digitálne výstupy nástroja . . . . .	I-42
5.4.2	Digitálne vstupy nástroja . . . . .	I-42
5.4.3	Analógové vstupy nástroja . . . . .	I-43
5.5	Ethernet. . . . .	I-44
5.6	Pripojenie k sieti. . . . .	I-44
5.7	Pripojenie robota . . . . .	I-45
<b>6</b>	<b>Údržba a oprava</b>	<b>I-47</b>
6.1	Bezpečnostné pokyny . . . . .	I-47
<b>7</b>	<b>Likvidácia a životné prostredie</b>	<b>I-49</b>
<b>8</b>	<b>Osvedčenia</b>	<b>I-51</b>
8.1	Certifikáty tretích strán . . . . .	I-51
8.2	Vyhlasenia podľa smerníc EÚ . . . . .	I-51
<b>9</b>	<b>Záruka</b>	<b>I-53</b>
9.1	Záruka na produkt . . . . .	I-53
9.2	Obmedzujúca doložka . . . . .	I-53
<b>A</b>	<b>Čas zastavenia a vzdialenosť zastavenia</b>	<b>I-55</b>
A.1	Vzdialenosti a časy zastavenia kategórie 0. . . . .	I-55
<b>B</b>	<b>Vyhlasenia a certifikáty</b>	<b>I-57</b>
B.1	CE/EU Declaration of Incorporation (original). . . . .	I-57
B.2	Vyhlasenie o začlenení CE/EU (Preklad z originálu). . . . .	I-58
B.3	Certifikát pre bezpečnostný systém . . . . .	I-59
B.4	Certifikát skúšky vplyvu na životné prostredie. . . . .	I-60
B.5	Certifikát skúšky EMC . . . . .	I-61
B.6	Certifikát skúšky v čistých priestoroch. . . . .	I-62
<b>C</b>	<b>Použité normy</b>	<b>I-65</b>
<b>D</b>	<b>Technické špecifikácie</b>	<b>I-73</b>
<b>II</b>	<b>Príručka PolyScope</b>	<b>II-1</b>
<b>10</b>	<b>Konfigurácia bezpečnosti</b>	<b>II-3</b>
10.1	Úvod. . . . .	II-3
10.2	Zmena konfigurácie bezpečnosti . . . . .	II-5
10.3	Bezpečnostná synchronizácia a chyby . . . . .	II-5
10.4	Tolerancie . . . . .	II-6
10.5	Bezpečnostný kontrolný súčet. . . . .	II-6

10.6	Bezpečnostné režimy . . . . .	II-6
10.7	Režim Voľný chod . . . . .	II-7
10.7.1	Spätný chod . . . . .	II-7
10.8	Ochrana heslom . . . . .	II-8
10.9	Použiť . . . . .	II-8
10.10	Všeobecné limity . . . . .	II-9
10.11	Limity kĺbu . . . . .	II-11
10.12	Hranice . . . . .	II-12
10.12.1	Výber hranice pre konfiguráciu . . . . .	II-13
10.12.2	3D vizualizácia . . . . .	II-14
10.12.3	Konfigurácia bezpečnostnej roviny . . . . .	II-14
10.12.4	Konfigurácia ohraničenia nástroja. . . . .	II-17
10.13	Bezpečnostné V/V . . . . .	II-19
10.13.1	Vstupné signály . . . . .	II-19
10.13.2	Výstupné signály. . . . .	II-21
<b>11</b>	<b>Spustiť programovanie</b>	<b>II-23</b>
11.1	Úvod. . . . .	II-23
11.2	Začíname . . . . .	II-23
11.2.1	Inštalácia ramena robota a riadiacej skrinky . . . . .	II-24
11.2.2	Zapnutie a vypnutie riadiacej skrinky . . . . .	II-24
11.2.3	Zapnutie a vypnutie ramena robota . . . . .	II-24
11.2.4	Rýchly štart. . . . .	II-25
11.2.5	Prvý program . . . . .	II-25
11.3	Programovacie rozhranie PolyScope . . . . .	II-27
11.4	Uvítacia obrazovka. . . . .	II-28
11.5	Inicializačná obrazovka . . . . .	II-29
<b>12</b>	<b>Editory na obrazovke</b>	<b>II-31</b>
12.1	Editor výrazov na obrazovke . . . . .	II-31
12.2	Obrazovka úpravy pozície . . . . .	II-31
<b>13</b>	<b>Ovládanie robota</b>	<b>II-35</b>
13.1	Karta Pohyb . . . . .	II-35
13.1.1	Robot . . . . .	II-35
13.1.2	Funkcia a poloha nástroja. . . . .	II-36
13.1.3	Pohyb nástroja. . . . .	II-36
13.1.4	Pohyb kĺbov . . . . .	II-36
13.1.5	Voľný chod. . . . .	II-36
13.2	Karta V/V . . . . .	II-37
13.3	V/V klienta protokolu MODBUS. . . . .	II-38
13.4	Karta Automatický pohyb . . . . .	II-38
13.5	Inštalácia → Načítať /uložiť . . . . .	II-40
13.6	Inštalácia → Konfigurácia TCP . . . . .	II-41
13.6.1	Pridanie, úprava a odstránenie TCP . . . . .	II-41
13.6.2	Predvolený a aktívny TCP . . . . .	II-41
13.6.3	Učenie polohy TCP . . . . .	II-42

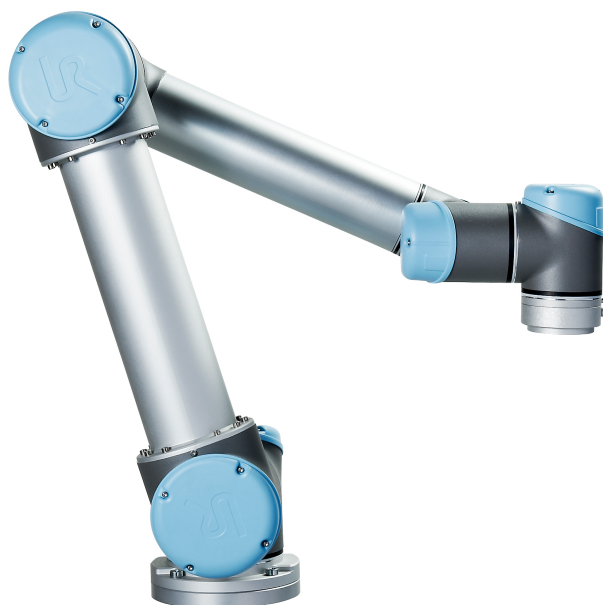
13.6.4	Učenie orientácie TCP . . . . .	II-43
13.6.5	Zaťaženie . . . . .	II-43
13.6.6	Ťažisko . . . . .	II-43
13.7	Inštalácia → Montáž . . . . .	II-44
13.8	Inštalácia → Nastavenie V/V . . . . .	II-45
13.8.1	Typ signálu V/V . . . . .	II-46
13.8.2	Priradenie používateľom definovaných názvov. . . . .	II-46
13.8.3	Akcie V/V a ovládanie na karte V/V . . . . .	II-46
13.9	Inštalácia → Bezpečnosť . . . . .	II-46
13.10	Inštalácia → Premenné . . . . .	II-47
13.11	Inštalácia → Nastavenie V/V klienta protokolu MODBUS . . . . .	II-48
13.12	Inštalácia → Funkcie . . . . .	II-51
13.12.1	Použitie funkcie . . . . .	II-52
13.12.2	Nový bod . . . . .	II-53
13.12.3	Nová priamka . . . . .	II-54
13.12.4	Nová rovina . . . . .	II-55
13.12.5	Príklad: Manuálna aktualizácia funkcie za účelom úpravy programu . . . . .	II-56
13.12.6	Príklad: Dynamická aktualizácia pozície funkcie . . . . .	II-56
13.13	Nastavenie sledovania dopravníka . . . . .	II-58
13.14	Inštalácia → Predvolený program . . . . .	II-59
13.14.1	Načítanie predvoleného programu . . . . .	II-59
13.14.2	Spustenie predvoleného programu . . . . .	II-59
13.14.3	Automatická inicializácia . . . . .	II-60
13.15	Karta Denník . . . . .	II-60
13.16	Obrazovka Načítanie . . . . .	II-61
13.17	Karta Chod . . . . .	II-63
<b>14</b>	<b>Programovanie</b> . . . . .	<b>II-65</b>
14.1	Nový program . . . . .	II-65
14.2	Karta Program . . . . .	II-66
14.2.1	Strom programu . . . . .	II-66
14.2.2	Indikácia vykonávania programu . . . . .	II-67
14.2.3	Tlačidlo Vyhľadať . . . . .	II-67
14.2.4	Tlačidlá Späť/Znova . . . . .	II-68
14.2.5	Ovládací panel programu. . . . .	II-68
14.3	Premenné . . . . .	II-69
14.4	Príkaz: Prázdne . . . . .	II-69
14.5	Príkaz: Pohyb. . . . .	II-70
14.6	Príkaz: Pevný traťový bod . . . . .	II-73
14.7	Príkaz: Relatívny traťový bod . . . . .	II-78
14.8	Príkaz: Premennivý traťový bod . . . . .	II-79
14.9	Príkaz: Čakať . . . . .	II-80
14.10	Príkaz: Nastaviť . . . . .	II-80
14.11	Príkaz: Automaticky otvárané okná. . . . .	II-81
14.12	Príkaz: Zastaviť . . . . .	II-82
14.13	Príkaz: Poznámka . . . . .	II-82
14.14	Príkaz: Adresár . . . . .	II-83

14.15	Príkaz: Slučka . . . . .	II-84
14.16	Príkaz: Podprogram . . . . .	II-85
14.17	Príkaz: Priradenie . . . . .	II-86
14.18	Príkaz: If . . . . .	II-87
14.19	Príkaz: Skript . . . . .	II-88
14.20	Príkaz: Udalosť . . . . .	II-89
14.21	Príkaz: Vsunutá postupnosť . . . . .	II-90
14.22	Príkaz: Prepnutie . . . . .	II-91
14.23	Príkaz: Obrázec . . . . .	II-92
14.24	Príkaz: Sila . . . . .	II-93
14.25	Príkaz: Paleta . . . . .	II-96
14.26	Príkaz: Hľadať . . . . .	II-97
14.27	Príkaz: Sledovanie dopravníka . . . . .	II-101
14.28	Príkaz: Potlačiť . . . . .	II-101
14.29	Karta Grafika . . . . .	II-101
14.30	Karta Štruktúra . . . . .	II-102
14.31	Karta Premenné . . . . .	II-103
14.32	Príkaz: Inicializácia premenných . . . . .	II-104
<b>15</b>	<b>Obrazovka Nastavenie</b>	<b>II-105</b>
15.1	Jazyky a jednotky . . . . .	II-106
15.2	Aktualizovať robot. . . . .	II-107
15.3	Nastaviť heslo . . . . .	II-108
15.4	Kalibrovať obrazovku . . . . .	II-109
15.5	Nastaviť sieť . . . . .	II-109
15.6	Nastaviť čas . . . . .	II-110
15.7	Nastavenie URCap. . . . .	II-111
<b>Glosár</b>		<b>II-113</b>
<b>Index</b>		<b>II-115</b>



# Predslov

Blahoželáme Vám k zakúpeniu nového robota Universal Robot, UR5.



Tento robot možno naprogramovať na pohybovanie nástrojom a komunikáciu s inými strojmi pomocou elektrických signálov. Je to rameno zložené z extrudovaných hliníkových trubíc a kĺbov. Vďaka nášmu patentovanému programovaciemu rozhraniu PolyScope je jednoduché naprogramovať robota na pohybovanie nástrojom po požadovanej trajektórii.

---

## Čo obsahujú balenia

Keď si objednáte kompletného robota, obdržíte dve balenia. Jedno obsahuje rameno robota a druhé obsahuje nasledujúce položky:

- riadiacu skrinku s ručným ovládacím panelom,
- montážnu konzolu pre riadiacu skrinku,
- montážnu konzolu pre ručný ovládací panel,
- kľúč pre otvorenie riadiacej skrinky,
- sieťový kábel kompatibilný s vaším regiónom,
- kábel nástroja,
- dotykové pero s laserom,
- certifikát výrobnéj skúšky UR,
- táto príručka.

## Dôležité bezpečnostné upozornenie

Robot je čiastočne skompletizované strojové zariadenie (pozrite si 8.2), a preto každá inštalácia robota vyžaduje hodnotenie rizík. Je obzvlášť dôležité, aby ste dodržiavali všetky bezpečnostný pokyny uvedené v tejto kapitole 1.

## Ako čítať túto príručku

Táto príručka obsahuje pokyny pre inštaláciu a používanie robota. Pozostáva z nasledujúcich častí:

*Príručka inštalácie hardvéru:* Mechanická a elektrická inštalácia robota.

*Príručka PolyScope:* Programovanie robota.

Táto príručka je určená pre integrátora, od ktorého sa očakáva, že absolvoval základné školenia v oblasti mechaniky a električky. Poznatky o základných pojmoch programovania sú nápomocné, ale nie nevyhnutné. Nie sú potrebné žiadne špeciálne poznatky o robotoch značky Universal Robots ani o robotoch všeobecne.

## Kde je možné nájsť ďalšie informácie

Webová stránka podpory (<http://www.universal-robots.com/support>), dostupná pre všetkých distribútorov UR, obsahuje ďalšie informácie, ako napr.:

- ostatné jazykové verzie tejto príručky,
- aktualizácie príručky rozhrania PolyScope, keď sa rozhranie PolyScope aktualizuje na novšiu verziu.
- *Servisná príručka* s pokynmi pre riešenie problémov, údržbu a opravu robota.
- *Príručka skriptu* pre pokročilých používateľov.
- URCAPS , kde je možné kúpiť schopnosti.

**Časť I**

**Príručka inštalácie hardvéru**



# 1 Bezpečnosť

## 1.1 Úvod

Táto kapitola obsahuje dôležité bezpečnostné informácie, ktoré si musí integrátor robotov UR prečítať a porozumieť im **pred tým**, než sa robot spustí prvý krát.

Prvé podčasti tejto kapitoly sú všeobecnejšie a neskoršie podčasti obsahujú konkrétnejšie technické údaje dôležité pre nastavenie a programovanie robota.

Je dôležité, aby sa dodržiavali všetky montážne pokyny a rady uvedené v ostatných kapitolách a častiach tejto príručky.

Kapitola 2 popisuje a definuje bezpečnostné funkcie, ktoré sú obzvlášť dôležité pre kolaboratívne použitia. Pokyny a informácie poskytnuté v tejto kapitole v časti 1.7 sú obzvlášť dôležité.

Zvláštnu pozornosť je nutné venovať textu týkajúceho sa výstražných symbolov.

## 1.2 Platnosť a zodpovednosť

Informácie nezahŕňajú postup ako navrhnuť, inštalovať a prevádzkovať kompletnú prevádzku robota, ani nepokrývajú všetky periférne zariadenia, ktoré môžu mať vplyv na bezpečnosť kompletného systému. Kompletný systém sa musí navrhnuť a inštalovať podľa bezpečnostných požiadaviek uvedených v normách a predpisoch krajiny, v ktorej sa robot inštaluje.

Integrátori robotov UR sú zodpovední za dodržiavanie príslušných bezpečnostných zákonov a predpisov príslušnej krajiny a za vylúčenie všetkých významných nebezpečenstiev v rámci kompletnej prevádzky robota.

Toto zahŕňa, ale nie je obmedzené na:

- vykonanie hodnotenia rizík pre kompletný systém,
- prepojenie ďalších strojových zariadení a bezpečnostných zariadení, ak tak definovalo hodnotenie rizík,
- nastavenie vhodných bezpečnostných nastavení v softvéri,
- zabezpečenie, aby používateľ neupravoval bezpečnostné opatrenia,
- overenie, že celý systém je navrhnutý a nainštalovaný správne,
- určenie návodu na použitie,
- označenie inštalácie robota príslušnými označeniami a kontaktnými informáciami na integrátora,
- Zhromaždenie celej dokumentácie do technického súboru; vrátane hodnotenia rizík a tejto príručky.

Pokyny o tom, ako čítať platné normy a zákony sú k dispozícii v <http://universal-robots.com/support/>

## 1.3 Obmedzení zodpovednosti

Všetky informácie poskytnuté v tejto príručke týkajúce sa bezpečnosti sa nesmú považovať za záruku od spoločnosti UR, že priemyselný manipulátor nespôsobí poranenie alebo poškodenie dokonca v prípade, že sú dodržané všetky bezpečnostné pokyny.

## 1.4 Výstražné symboly v tejto príručke

Tabuľka nižšie definuje titulky, ktoré špecifikujú úrovne nebezpečenstva použité v tejto príručke. Rovnaké výstražné označenia sa používajú na produkte.



### NEBEZPEČENSTVO:

Toto označuje bezprostredné nebezpečenstvo poranenia elektrickým prúdom, ktoré v prípade, že sa mu nevyhnete, môže spôsobiť smrť alebo vážne poranenie.



### NEBEZPEČENSTVO:

Toto označuje bezprostredné nebezpečenstvo, ktoré v prípade, že sa mu nevyhnete, môže spôsobiť smrť alebo vážne poranenie.



### VÝSTRAHA:

Toto označuje potenciálne nebezpečenstvo poranenia elektrickým prúdom, ktoré v prípade, že sa mu nevyhnete, môže spôsobiť poranenie alebo vážne poškodenie zariadenia.



### VÝSTRAHA:

Toto označuje potenciálne nebezpečenstvo, ktoré v prípade, že sa mu nevyhnete, môže spôsobiť poranenie alebo vážne poškodenie zariadenia.



### VÝSTRAHA:

Toto označuje potenciálne nebezpečný horúci povrch, ktorý v prípade, že sa ho dotknete, môže spôsobiť poranenie.



### UPOZORNENIE:

Toto označuje situáciu, ktorá v prípade, že sa jej nevyhnete, môže spôsobiť poškodenie zariadenia.

## 1.5 Všeobecné výstrahy a upozornenia

Táto časť obsahuje niektoré všeobecné výstrahy a upozornenia. Niektoré z nich sa opakujú alebo sú vysvetlené v ďalších častiach tejto príručky. Ďalšie výstrahy a upozornenia sú prítomné v ďalších častiach tejto príručky.



### **NEBEZPEČENSTVO:**

Uistite sa, že inštalujete robota a všetky elektrické zariadenia v súlade so špecifikáciami a výstrahami, ktoré nájdete v kapitolách 4 a 5.

**VÝSTRAHA:**

1. Uistite sa, že rameno robota a nástroj sú správne a bezpečne priskrutkované na svoje miesto.
2. Uistite sa, že rameno robota má dostatok priestoru pre bezproblémovú prevádzku.
3. Uistite sa, že sa nastavili bezpečnostné opatrenia a/alebo parametre konfigurácie bezpečnosti robota, aby chránili programátorov, operátorov a okoloidúcich, ako je to definované v hodnotení rizík.
4. Keď pracujete s robotom, nenoste voľné oblečenie ani šperky. Keď pracujete s robotom sa uistite, že dlhé vlasy sú stiahnuté dozadu.
5. Nikdy nepoužívajte robota, ak je poškodený.
6. Ak softvér ohlási fatálnu chybu, okamžite aktivujte núdzové zastavenie, zapíšte podmienky, ktoré viedli k chybe, nájdite príslušné chybové kódy na obrazovke protokolu a kontaktujte dodávateľa.
7. Nepripájajte bezpečnostné zariadenie do normálnych V/V. Používajte len bezpečnostné rozhrania.
8. Uistite sa, že používate správne nastavenia inštalácie (t.j. montážny uhol robota, hmotnosť v TCP, odchýlka TCP, konfigurácia bezpečnosti). Uložte a načítajte inštalačný súbor spolu s programom.
9. Funkcia Voľný chod (impedancia/spätný chod) by sa mala používať len v rámci inštalácií, v ktorých to hodnotenie rizík povoľuje. Nástroje a prekážky nesmú obsahovať ostré hrany alebo body zovretia. Uistite sa, že hlavy a tváre všetkých ľudí sú mimo dosahu robota.
10. Pri používaní ručného ovládacieho panelu si dávajte pozor na pohyb robota.
11. Nevstupujte do bezpečnostného rozsahu robota ani sa nedotýkajte robota, keď je systém v prevádzke.

11. Nárazy môžu uvoľniť vysoké množstvo kinetickej energie, ktoré je výrazne vyššie pri vysokých rýchlostiach a veľkých užitočných zaťaženiach. (Kinetická energia =  $\frac{1}{2}$ hmotnosť · rýchlosť<sup>2</sup>)
12. Kombinácia rôznych strojových zariadení môže zvýšiť nebezpečenstvo alebo vytvoriť nové nebezpečenstvá. Vždy vykonajte celkové hodnotenie rizík pre kompletnú inštaláciu. Keď sa vyžadujú odlišné úrovne výkonu ochranného a núdzového zastavenia, vždy si vyberte najvyššiu úroveň výkonu. Vždy si prečítajte a pochopte príručky ku všetkým zariadeniam použitým v inštalácii.
13. Nikdy neupravujte robota. Úprava môže vytvoriť nebezpečenstvá, ktoré integrátor nebude predvídať. Všetky povolené opätovné montáže sa musia vykonávať podľa najnovších verzií všetkých príslušných servisných príručiek. SPOLOČNOSŤ UNIVERSAL ROBOTS SA ZRIEKA AKEJKOL'VEK ZODPOVEDNOSTI V PRÍPADE, ŽE SA PRODUKT ZMENIL ALEBO UPRAVIL AKÝMKOL'VEK SPÔSOBOM.
14. Ak sa robot zakúpi s extra modulom (napr. rozhraním euro-map67), potom si nájdite tento modul v príslušnej príručke.

**VÝSTRAHA:**

1. Robot a riadiaca skrinka generujú počas prevádzky teplo. Ne manipulujte ani sa nedotýkajte robota počas prevádzky alebo hneď po prevádzke. Vypnite ho a počkajte jednu hodinu, aby robot vychladol.
2. Nikdy nevkładajte prsty za vnútorný kryt riadiacej skrinky.

**UPOZORNENIE:**

1. Keď sa robot skombinuje alebo pracuje so strojovými zariadeniami, ktorú schopné poškodiť robot, potom sa vysoko odporúča samostatne otestovať všetky funkcie programu robota. Odporúča otestovať program robota použitím dočasných traťových bodov mimo pracovného priestoru iných strojových zariadení. Spoločnosť Universal Robots nie je zodpovedná za akékoľvek škody spôsobené robotu alebo iným zariadeniam v dôsledku chyby programovania alebo poruchy robota.
2. Nevystavujte robot trvalým magnetickým poľam. Veľmi silné magnetické polia môžu poškodiť robot.

## 1.6 Určené použitie

Roboty UR sú industriálne a určené na manipuláciu s nástrojmi a pevnými súčasťami, alebo na spravovanie alebo prepravu komponentov alebo produktov. Roboty UR sú industriálne a určené na manipuláciu s nástrojmi a pevnými súčasťami, alebo na spravovanie alebo prepravu komponentov alebo produktov. Bližšie informácie o podmienkach prostredia, v ktorých by mal robot pracovať, nájdete v prílohách B a D.

Roboty UR sú vybavené špeciálnymi bezpečnostnými funkciami, ktoré sú účelovo navrhnuté pre kolaboratívnu prevádzku, počas ktorej robot pracuje bez zábran a/alebo spolu s človekom.

Kolaboratívna prevádzka je určená len pre bezpečné použitia, počas ktorých je kompletne použitie vrátane nástroja, obrobku, prekážok a iných strojových zariadení, bez akéhokoľvek významného nebezpečenstva, a to podľa hodnotenia rizík konkrétneho použitia.

Akékoľvek použitie vymykajúce sa určenému použitiu sa považuje za neprípustné zneužitie. Toto zahŕňa, ale nie je obmedzené na:

- použitie v prostredí s nebezpečenstvom výbuchu,
- použitie v zdravotníckych alebo život ohrozujúcich aplikáciách,
- použitie pred vykonaním hodnotenia rizík,
- použitie, kde hodnotené úrovne výkonu sú nedostatočné,
- použitie, kde je výkon bezpečnostných funkcií nedostatočný,
- použitie ako pomoc pri lezení,
- prevádzka mimo povolených parametrov prevádzky.

## 1.7 Hodnotenie rizika

Jednou z najdôležitejších vecí, ktoré integrátor musí vykonať, je hodnotenie rizika. V mnohých krajinách to vyžadujú právne predpisy. Robot je čiastočne skompletizované strojové zariadenie, pretože bezpečnosť inštalácie robota závisí na spôsobe integrácie robota (t.j. nástroja, prekážok a iných strojových zariadení).

Odporúča sa, aby integrátor používal počas hodnotenia rizík pokyny v ISO 12100 a ISO 10218-2. Integrátor môže ako ďalšie pokyny použiť technické špecifikácie ISO/TS 15066.

Hodnotenie rizík, ktoré vykoná integrátor, musí zväziť všetky pracovné postupy počas celej doby životnosti použitia robota, vrátane, ale bez obmedzenia na:

- Učenie robota počas nastavenia a prípravy inštalácie robota;
- Riešenie problémov a údržba;
- normálna prevádzka inštalácie robota.

Hodnotenie rizík sa musí vykonať **pred** prvým spustením ramena robota. Súčasťou hodnotenia rizík, ktoré vykoná integrátor, je identifikácia správnych nastavení konfigurácie bezpečnosti, ako aj potreby dodatočných tlačidiel núdzového zastavenia a/alebo ďalších ochranných opatrení požadovaných pre konkrétne použitie robota.

Identifikácia správnych nastavení konfigurácie bezpečnosti je obzvlášť dôležitou súčasťou príprav pre kolaboratívne použitie robota. Podrobné informácie nájdete v kapitole 2 a časti II.

Niektoré bezpečnostné funkcie sú zámerne navrhnuté pre kolaboratívne použitia robota. Tieto funkcie sú konfigurovateľné prostredníctvom nastavení konfigurácie bezpečnosti a sú obzvlášť dôležité pri riešení konkrétnych rizík v rámci hodnotenia rizík, ktoré vykoná integrátor.

- **Obmedzenie sily a výkonu:** Používa sa na zníženie upínacích síl a tlakov, ktorými robot pôsobí v smere pohybu v prípade kolízie medzi robotom a operátorom.
- **Obmedzenie hybnosti:** Používa sa na zníženie vysokej prechodnej energie a nárazovej sily v prípade kolízie medzi robotom a operátorom spomalením rýchlosti robota.
- **Obmedzenie polohy kĺbu a TCP:** Používa sa obzvlášť na zníženie rizík spojených s určitými časťami tela. Napr. pre zabránenie pohybu smerom k hlave a krku počas nastavenia a programovania.
- **Obmedzenie orientácie TCP a nástroja:** Používa sa obzvlášť na zníženie rizík spojených s určitými oblasťami a funkciami nástroja obrobku. Napr. pre zabránenie, aby boli ostré okraje otočené smerom k operátorovi.
- **Obmedzenie rýchlosti:** Používa sa obzvlášť na zabezpečenie nízkej rýchlosti ramena robota. Napr. pre poskytnutie času operátorovi, aby sa vyhol kontaktu s ramenom robota.

Použitie správnych nastavení konfigurácie bezpečnosti sa považuje za rovnocenné s montážou robota a pripojením zariadenia s hodnotením bezpečnosti k V/V s hodnotením bezpečnosti. Integrátor musí zabrániť, aby neoprávnené osoby zmenili konfiguráciu bezpečnosti, napr. použitím ochrany heslom.

Počas hodnotenia rizík pre kolaboratívne použitie robota je obzvlášť dôležité zvažovať:

- Závažnosť jednotlivých potenciálnych kolízií;
- Pravdepodobnosť výskytu jednotlivých potenciálnych kolízií;
- Možnosť zabránenia jednotlivým potenciálnym kolíziám;

Ak sa robot nainštaluje v rámci nekolaboratívneho použitia robota, kde nie je možné primerane odstrániť nebezpečenstvá alebo dostatočne znížiť riziká použitím vstavaných funkcií s hodnotením bezpečnosti (napr. ak používa nebezpečný nástroj), potom hodnotenie rizík vykonané integrátorom musí dôjsť k záveru, že integrátor potrebuje pridať ďalšie bezpečnostné opatrenia (napr. pomocné zariadenie pre ochranu integrátora počas nastavenia alebo programovania).

Spoločnosť Universal Robots identifikovala potenciálne významné nebezpečenstvá, ktoré sú uvedené nižšie a ktoré musí integrátor preskúmať. Upozorňujeme, že v prípade konkrétnej inštalácie robota môžu existovať aj ďalšie významné riziká.

1. Zachytenie prstov medzi päťou a základňou robota (kĺb 0).
2. Zachytenie prstov medzi zápästím 1 a zápästím 2 (kĺb 3 a kĺb 4).
3. Prepichnutie pokožky ostrými hranami a hrotmi na nástroji alebo na konektore nástroja.
4. Prepichnutie pokožky ostrými hranami a hrotmi na prekážkach v blízkosti dráhy robota.
5. Pomliaždeniny spôsobené údermi robota.
6. Vyvrtnutie alebo zlomeniny kostí spôsobené údermi medzi ťažkou záťažou a tvrdým povrchom.
7. Následky spôsobené uvoľnením skrutiek, ktoré držia rameno robota alebo nástroj.
8. Predmety vypadávajúce z nástroja, napr. v dôsledku slabého uchopenia alebo prerušenia napájania.
9. Chyby spôsobené používaním rozličných tlačidiel núdzového zastavenia pre rôzne stroje.
10. Chyby spôsobené neoprávnenými zmenami parametrov konfigurácie bezpečnosti.

Informácie o časoch zastavenia a vzdialenostiach zastavenia sa nachádzajú v kapitole 2 a prílohe A.

## 1.8 Núdzové zastavenie

Aktivovaním tlačidla núdzového zastavenia okamžite zastavíte všetky pohyby robota.

Núdzové zastavenie sa nesmie používať ako opatrenie na zníženie rizika, ale ako sekundárne ochranné zariadenie.

Hodnotenie rizík použitia robota by sa malo ukončiť ak je potrebné pripojiť ďalšie tlačidlá núdzového zastavenia. Tlačidlá núdzového zastavenia musia byť v súlade s normou IEC 60947-5-5, pozrite si bližšie informácie v časti 5.3.2.

## 1.9 Pohyb bez pohonu

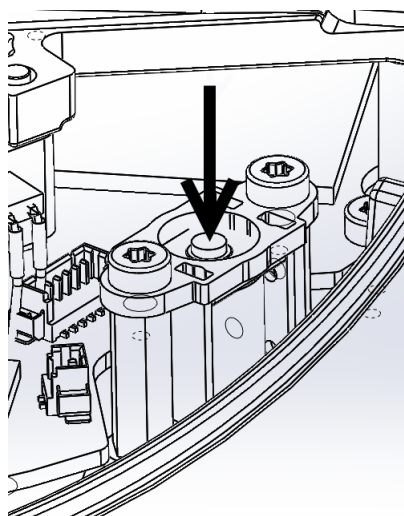
V nepravdepodobnom prípade núdzovej situácie, keď je nutné posunúť jeden alebo viac kĺbov robota, a nie je možné alebo žiaduce robota zapnúť, existujú dva rôzne spôsoby, ako vynútiť pohyb kĺbov robota:

1. Vynútený spätný chod: Donúťte kĺb, aby sa pohol tak, že silno zatlačíte alebo potiahnete za rameno robota (500 N). Brzda každého kĺbu má treciu spojku, ktorá umožňuje pohyb pod vplyvom vysokého núteného momentu.

2. Manuálne uvoľnenie bŕzd: Odnímte kryt kĺbu odmontovaním skrutiek M3, ktoré ho držia. Uvoľnite brzdou potlačením rozpierky malého elektromagnetu, ako je znázornené na obrázku nižšie.

**VÝSTRAHA:**

1. Manuálny pohyb ramena robota je určený pre naliehavé núdzové situácie a môže poškodiť kĺby.
2. Ak sa brzda uvoľní manuálne, gravitácia môže spôsobiť, že rameno robota spadne. Keď uvoľňujete brzdou, vždy podoprite rameno robota, nástroj a predmet práce.





## 2 Bezpečnostné funkcie a rozhrania

### 2.1 Úvod

Roboty UR sú vybavené radom vstavaných bezpečnostných funkcií, ako aj bezpečnostných elektrických rozhraní, ktoré slúžia na pripojenie k iným strojovým zariadeniam a ďalším ochranným zariadeniam. Každá bezpečnostná funkcia a rozhranie sa monitoruje v súlade s EN ISO13849-1:2008 (pozrite si kapitolu 8, kde nájdete certifikáty) s výkonnostnou úrovňou d (PLd).



#### NEBEZPEČENSTVO:

Použitie parametrov konfigurácie bezpečnosti odlišných od tých, ktoré sú definované v hodnotení rizík vykonanom integrátorom, môže mať za následok nebezpečenstvo, ktoré nie je primerane odstránené alebo riziká, ktoré nie sú dostatočne znížené.

Informácie o konfigurácii funkcií s hodnotením bezpečnosti, vstupoch a výstupoch v používateľskom rozhraní, nájdete v kapitole 10 v časti II. Pozrite si kapitolu 5, kde nájdete postupy pripojenia bezpečnostných zariadení k elektrickému rozhraniu.



#### POZNÁMKA:

1. Použitie a konfigurácia funkcií a rozhraní s hodnotením bezpečnosti sa musí vykonať v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykoná integrátor pre konkrétne použitie robota, pozrite si časť 1.7 v kapitole 1.
2. Ak robot odhalí chybu alebo porušenie v bezpečnostnom systéme, napr. jeden z drôtov obvodu núdzového zastavenia je roztrhnutý, senzor polohy je poškodený alebo sa porušil limit funkcie s bezpečnostným hodnotením, spustí sa zastavenie kategórie 0. Najhorší čas od výskytu chyby po zastavenie robota je uvedený na konci tejto kapitoly. Tento čas sa musí brať do úvahy ako súčasť hodnotenia rizika, ktoré vykoná integrátor.

Robot má niekoľko funkcií s bezpečnostným hodnotením, ktoré sa môžu použiť na obmedzenie pohybu kĺbov a bodu v strede nástroja (TCP) robota. TCP je stredový bod výstupnej príruby s dodatočnou odchýlkou TCP.

Limitujúce bezpečnostné funkcie sú:

Ohraničujúca bezpečnostná funkcia	Popis
Poloha kĺbu	Min. a max. uhlová poloha kĺbu
Rýchlosť kĺbu	Max. uhlová rýchlosť kĺbu
Poloha TCP	Roviny v karteziánskom priestore obmedzujúce polohu TCP
Rýchlosť TCP	Max. rýchlosť TCP robota
Sila TCP	Max. sila tlaku TCP robota
Momentum	Max. hybnosť robotického ramena
Výkon	Max. mechanický výkon robotického ramena

## 2.2 Časy zastavenia bezpečnostného systému

Čas zastavenia bezpečnostného systému je čas od výskytu chyby alebo porušenia funkcie s bezpečnostným hodnotením do úplného zastavenia robota a aktivácie brzd.

Ak bezpečnosť použitia závisí od časov zastavenia robota, musia sa zväžiť maximálne časy zastavenia uvedené v tabuľke. Maximálne časy zastavenia sa musia zväžiť, napr. ak má porucha robota za následok zastavenie celej továrenskej linky a okamžite po zastaví sa musia vykonať určité akcie.

Merania sa vykonávajú s nasledujúcou konfiguráciou robota:

- Natiahnutie: 100% (rameno robota je úplne natiahnuté v horizontálnej rovine).
- Rýchlosť: Limit rýchlosti TCP bezpečnostného systému je nastavený na popísaný limit.
- Užitočné zaťaženie: maximálne užitočné zaťaženie robota pripojeného k TCP (5 kg).

Najhorší čas zastavenia pre zastavenie kategórie<sup>1</sup> 0 v prípade porušenia bezpečnostných limitov alebo rozhraní, môžete vidieť v nasledujúcej tabuľke.

Limit rýchlosti TCP	Maximálny čas zastavenia
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 Limitujúce funkcie s bezpečnostným hodnotením

Ak sa rameno robota priblíži k bezpečnostnému limitu, pokročilý softvér riadenia cesty zníži rýchlosť a/alebo použije programové spustenie zastavenia. Porušenie limitov sa preto vyskytne len vo výnimočných prípadoch. Ak sa však limit poruší, bezpečnostný systém spustí zastavenie kategórie 0.

<sup>1</sup>Kategórie zastavení sú v súlade s IEC 60204-1, bližšie informácie nájdete v glosári.

Ochraničujúca bezpečnostná funkcia	Presnosť	Detekčný čas	Najhorší	
			Čas na odstránenie energie	Reakčný čas
Poloha kĺbu	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Rýchlosť kĺbu	1.15 °/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Poloha TCP	20 mm	100 ms	1000 ms	1100 ms
Orientácia TCP	1.15 °	100 ms	1000 ms	1100 ms
Rýchlosť TCP	50 mm/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Sila TCP	25 N	250 ms	1000 ms	1250 ms
Momentum	3 kg m/s	250 ms	1000 ms	1250 ms
Výkon	10 W	250 ms	1000 ms	1250 ms

Systém sa považuje za *odpojený od napájania*, keď napätie 48 V zbernice dosiahne elektrický potenciál pod 7,3 V. Čas odpojenia od napájania je čas od detekcie udalosti do odpojenia systému od napájania.

**VÝSTRAHA:**

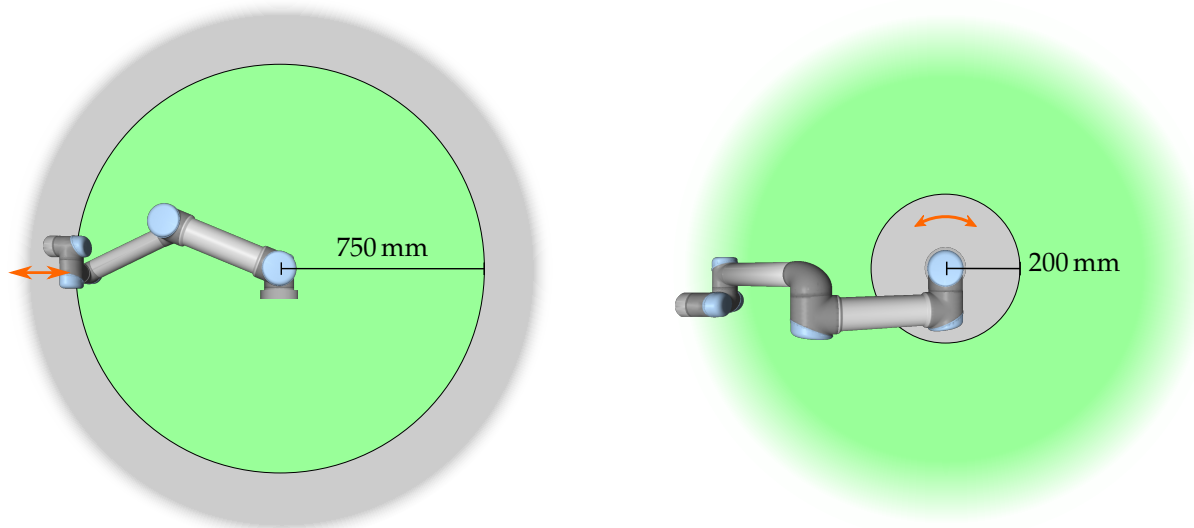
U funkcie obmedzenia sily existujú dve výnimky, ktoré je potrebné brať do úvahy pri návrhu pracovnej bunky robota. Tieto sú zobrazené na obrázku 2.1. Keď sa robot roztiahne, účinok kolenného kĺbu môže vyslať vysoké sily v radiálnom smere (vždy smerom od základne), ale zároveň pri pomalej rýchlosti. Podobne, keď je nástroj v blízkosti základne a hýbe sa tangenciálne (okolo) základne, môže to vyvolať vysoké sily, ale tiež pri pomalej rýchlosti. Nebezpečenstvu zovretia sa je možné vyhnúť napríklad odstránením prekážok v týchto oblastiach, iným umiestnením robota alebo použitím kombinácie bezpečnostných rovín a limitov kĺbov pre odstránenie nebezpečenstva tým, že zabránite pohybu robota do týchto častí pracovnej oblasti.

**VÝSTRAHA:**

Ak sa robot používa v rámci manuálneho navádzania ruky s lineárnymi pohybmi, rýchlosť kĺbu pre základňu a ramená sa musí nastaviť na maximálne 40 stupňov za sekundu, pokiaľ hodnotenie rizika nepreukazuje, že rýchlosť nad 40 stupňov za sekundu je prijateľná. Toto zabráni rýchlym pohybom lakt'a robota v blízkosti singularít.

## 2.4 Bezpečnostné režimy

**Režim Normálny a Znížený** Bezpečnostný systém má dva konfigurovateľné bezpečnostné režimy: *Normálny* a *Znížený*. Bezpečnostné limity je možné konfigurovať pre každý z týchto dvoch režimov. Znížený režim je aktívny, keď sa TCP robota nachádza pod rovinou *Spustiť režim Znížený* alebo keď ho spustí bezpečnostný vstup.



Obr. 2.1: V niektorých oblastiach pracovného priestoru by ste mali mať zvýšenú pozornosť ohľadom nebezpečenstva zovretia, a to v dôsledku fyzikálnych vlastností ramena robota. Jedna oblasť je definovaná radiálnymi pohybmi, keď kĺb 1 je vo vzdialenosti minimálne 750 mm od základne robota. Ďalšia oblasť je vo vzdialenosti do 200 mm od základne robota pri pohybe v tangenciálnom smere.

Na boku rovin *Spustiť režim Znížený*, kde je definovaný súbor limitov režimu Normálny sa nachádza oblasť 20 mm, kde je prijatý súbor limitov režimu Znížený. Keď sa režim Znížený spustí bezpečnostným vstupom, oba súbory limitov sú prijaté na 500 ms.

**Režim obnovy** Keď sa poruší bezpečnostný limit, bezpečnostný systém sa musí reštartovať. Keď sa systém nachádza mimo bezpečnostných limitov počas spustenia (napr. mimo limitu polohy kĺbu), systém vstúpi do špeciálneho režimu *Obnova*. V režime *Obnova* nie je možné spúšťať programy robota, ale rameno robota je možné manuálne pohnúť späť v rámci limitov, buď použitím režimu *Vol'ný pohyb*, alebo použitím karty *Pohyb* v *PolyScope* (pozrite si časť II „Príručka *PolyScope*“). Bezpečnostné limity režimu *Obnova* sú:

Ohraničujúca bezpečnostná funkcia	Limit
Rýchlosť kĺbu	30 °/s
Rýchlosť TCP	250 mm/s
Sila TCP	100 N
Momentum	10 kg m/s
Výkon	80 W

Bezpečnostný systém spustí zastavenie kategórie 0, ak sa vyskytne porušenie týchto limitov.



**VÝSTRAHA:**

Všimnite si, že limity pre *polohu kĺbu*, *polohu TCP* a *orientáciu TCP*, sú vypnuté v režime *Obnova*. Pri pohybe ramena robota naspäť do limitov buďte opatrní.

## 2.5 Bezpečnostné elektrické rozhrania

Robot je vybavený viacerými bezpečnostnými elektrickými vstupmi a výstupmi. Všetky bezpečnostné elektrické vstupy a výstupy sú dvojkanálové. Sú bezpečné, keď majú nízku hodnotu, napr. núdzové zastavenie nie je aktívne, keď sú signály vysoké (+24V).

### 2.5.1 Bezpečnostné elektrické vstupy

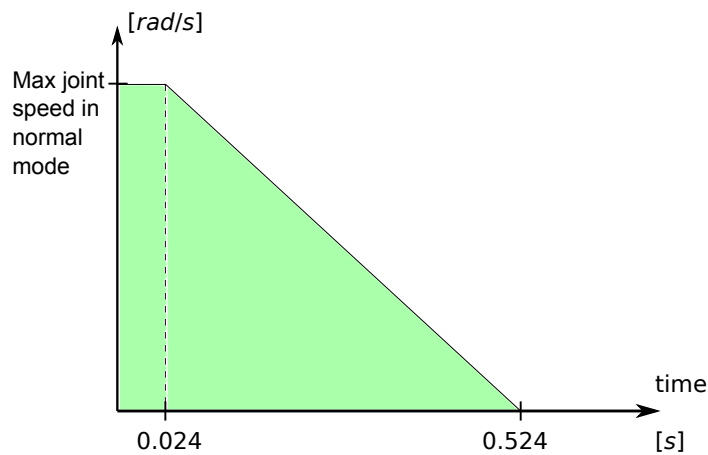
Nižšie uvedená tabuľka poskytuje prehľad bezpečnostných elektrických vstupov.

Bezpečnostný vstup	Popis
Núdzové zastavenie robota	(Vyhradený vstup). Vykoná zastavenie kategórie 1, ktoré sa pri príslušnej konfigurácii dá preniesť na ostatné stroje používajúce výstup <i>Núdzové zastavenie systému</i> .
Tlačidlo núdzového zastavenia	(Tlačidlo ručného ovládacieho panela). Vykoná zastavenie kategórie 1, ktoré sa pri príslušnej konfigurácii dá preniesť na ostatné stroje používajúce výstup <i>Núdzové zastavenie systému</i> .
Núdzové zastavenie systému	(Konfigurovateľný vstup). Vykoná zastavenia kategórie 1. Na predídenie zablokovaniu sa signál na ostatné stroje cez výstup <i>Núdzové zastavenie systému</i> neprenesie.
Ochranné zastavenie Ochranný reset	(Vyhradený vstup). Vykoná zastavenia kategórie 2. (Konfigurovateľný vstup). Robot opustí stav <i>ochranné zastavené</i> pri hrane na vstupe resetovania ochranného zastavenia.
Znížený režim	(Konfigurovateľný vstup). Bezpečnostný systém prejde na limity režimu <i>Znížený</i> .
Trojpolohový prepínač	(Konfigurovateľný vstup). Pracuje ako vstup ochranného zastavenia, keď je vstup prevádzkového režimu vysoký.
Prevádzkový režim	(Konfigurovateľný vstup). Prevádzkový režim, ktorý sa použije, keď je nakonfigurované trojpolohové pomocné zariadenie.

Zastavenie kategórie 1 a 2 spomalí rýchlosť robota so zapnutým napájaním pohonu, čo umožňuje robotu zastaviť bez vychýlenia z aktuálnej cesty.

**Monitorovanie bezpečnostných vstupov** Zastavenia kategórie 1 a 2 monitoruje bezpečnostný systém nasledujúcim spôsobom:

1. Bezpečnostný systém monitoruje, aby sa brzdenie spustilo do 24 ms, pozrite si obrázok 2.2.
2. Ak sa kĺb hýbe, jeho rýchlosť sa monitoruje, aby nebola nikdy vyššia ako rýchlosť získaná konštantným spomaľovaním z limitu maximálnej rýchlosti pre režim *Normálny* na  $0 \text{ rad/s}$  za 500 ms.
3. Ak je kĺb v pokoji (rýchlosť kĺbu nižšia ako  $0,2 \text{ rad/s}$ ), monitoruje sa, že sa nepohne o viac ako  $0.05 \text{ rad}$  od polohy, v ktorej sa nachádzal, keď bola nameraná hodnota rýchlosti pod  $0,2 \text{ rad/s}$ .



Obr. 2.2: Zelená oblasť pod rampou predstavuje povolené rýchlosti pre kĺb počas brzdenia. V čase 0 sa deteguje udalosť (núdzové zastavenie alebo ochranné zastavenie) v bezpečnostnom procesore. Spomaľovanie začne po 24 ms.

Pri zastavení kategórie 1 bezpečnostný systém ďalej monitoruje, aby vypnutie dokončilo do 600 ms, keď je rameno robota v pokoji. Navyše po vstupe ochranného zastavenia sa môže rameno robota opätovne hýbať len, keď sa dosiahne kladná hrana vstupu ochranného obnovenia. Ak sa nesplní žiadna z vyššie uvedených vlastností, bezpečnostný systém spustí zastavenie kategórie 0.

Prechod do režimu *Znížený* spustený vstupom režimu *Znížený* sa monitoruje nasledovne:

1. Bezpečnostný systém prijme súbor limitov režimu *Normálny* a *Znížený* s hodnotou 500 ms po spustení vstupu režimu *Znížený*.
2. Po uplynutí 500 ms sú účinné len limity režimu *Znížený*.

Ak sa nesplní žiadna z vyššie uvedených vlastností, bezpečnostný systém spustí zastavenie kategórie 0.

Bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0 s výkonom popísaným v nasledujúcej tabuľke. Najpomalší reakčný čas je čas zastavenia a *odpojenia od napájania* (vybitie na elektrický potenciál pod 7,3 V) robota bežiaceho plnou rýchlosťou a s maximálnym užitočným zaťažením.

Vstupová bezpečnostná funkcia	Najhorší		
	Detekčný čas	Čas na odstránenie energie	Reakčný čas
Núdzové zastavenie robota	250 ms	1000 ms	1250 ms
Tlačidlo núdzového zastavenia	250 ms	1000 ms	1250 ms
Núdzové zastavenie systému	250 ms	1000 ms	1250 ms
Ochranné zastavenie	250 ms	1000 ms	1250 ms

### 2.5.2 Bezpečnostné elektrické výstupy

Nižšie uvedená tabuľka poskytuje prehľad bezpečnostných elektrických výstupov.

Bezpečnostný výstup	Popis
Núdzové zastavenie systému	Logika nízkej úrovne existuje, keď je logika pre vstup <i>Núdzové zastavenie robota</i> nízkej úrovne alebo sa stlačilo tlačidlo Núdzového zastavenia.
Robot sa hýbe	Keď má tento signál logiku vysokej úrovne, žiaden samostatný kĺb ramena robota sa nepohne o viac ako 0,1 rad.
Robot nezastavuje	Logika vysokej úrovne existuje, keď sa robot zastaví alebo prebieha zastavenie v dôsledku núdzového zastavenia alebo ochranného zastavenia. V opačnom prípade bude mať logiku nízkej úrovne.
Znížený režim	Logika nízkej úrovne existuje, keď je bezpečnostný systém v režime <i>Znížený</i> .
Neznížený režim	Výstup <i>režimu Znížený</i> negovaný.

Ak sa bezpečnostný výstup nenastaví správne, bezpečnostný systém spustí zastavenie kategórie 0 s nasledujúcimi najpomalšími reakčnými časmi.

Bezpečnostný výstup	Najhorší reakčný čas
Núdzové zastavenie systému	1100 ms
Robot sa hýbe	1100 ms
Robot nezastavuje	1100 ms
Znížený režim	1100 ms
Neznížený režim	1100 ms



## 3 Preprava

Prepravujte robota v originálnom balení. Baliaci materiál uchovávajte na suchom mieste, možno budete neskôr potrebovať zabaliť robota a presunúť ho na iné miesto.

Keď premiestňujete robota z balenia na miesto inštalácie, zdvihnite naraz obe trubice ramena robota. Držte robota na jeho mieste, kým sa pevne neutiahnu všetky montážne skrutky na základni robota.

Riadiaca skrinka sa musí dvíhať za jej rukoväť.



### VÝSTRAHA:

1. Dbajte na to, aby ste pri dvíhaní zariadenia nepreťažili váš chrbát alebo iné časti tela. Používajte vhodné zdvíhacie zariadenie. Musia byť dodržané všetky regionálne a národné pokyny pre zdvíhanie. Spoločnosť Universal Robots nie je zodpovedná za akékoľvek škody spôsobené prepravou zariadenia.
2. Uistite sa, že namontujete robota podľa montážnych pokynov v kapitole 4.



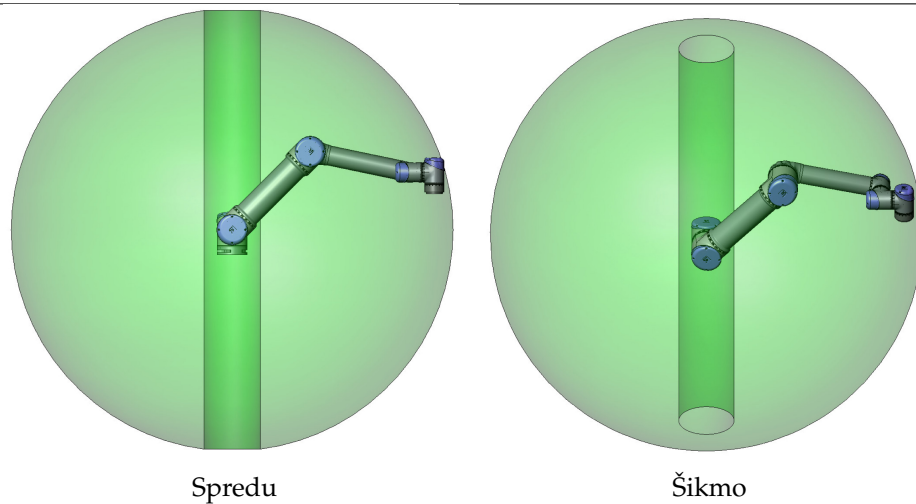
## 4 Mechanické rozhranie

### 4.1 Úvod

Táto kapitola opisuje základné poznatky potrebné pri montáži jednotlivých súčastí systému robota. Pokyny pre elektrickú inštaláciu v kapitole 5 sa musia dodržiavať.

### 4.2 Pracovný priestor robota

Pracovný priestor UR5 robota siaha 850 mm od kĺbu základne. Pri výbere polohy na montáž robota je dôležité pamätať na valcový priestor priamo pod a priamo nad základňou robota. Ak je to možné, vyhnite sa presunutiu nástroja do blízkosti valcového priestoru, pretože to spôsobuje, že sa kĺby pohybujú rýchlo napriek tomu, že sa nástroj pohybuje pomaly, čo má za následok neefektívnu prácu robota a sťaženie vykonania hodnotenia rizík.



### 4.3 Montáž

**Rameno robota** Rameno robota sa montuje pomocou štyroch skrutiek M8, ktoré sa zakrúčia do štyroch otvorov 8.5 mm na základni. Odporúča sa utiahnuť tieto skrutky krútiacim momentom 20 N m. Ak sa požaduje veľmi presné premiestnenie ramena robota, sú k dispozícii na použitie s kolíkom dva otvory Ø8. Ako príslušenstvo možno dokúpiť aj presný protíahlý diel základne. Obrázok 4.1 znázorňuje, kde vyvítať otvory a namontovať skrutky.

Namontujte robota na pevný povrch dostatočne silný na to, aby vydržal aspoň desaťnásobok úplného krútiaceho momentu kĺbu základne a aspoň päťnásobok hmotnosti ramena robota. Povrch by mal byť navyše odolný voči vibráciám.

Ak je robot namontovaný na lineárnej ose alebo pohyblivej platforme, potom by malo byť zrýchlenie pohyblivej montážnej základne veľmi nízke. Vysoké zrýchle-

nie môže spôsobiť zastavenie robota, pretože si robot bude myslieť, že do niečoho narazil.

**NEBEZPEČENSTVO:**

Uistite sa, že rameno robota je správne a bezpečne priskrutkované na svoje miesto. Montážny povrch by mal byť stabilný.

**UPOZORNENIE:**

Ak sa na robot nachádza vo vode po dlhšiu dobu, môže to spôsobiť jeho poškodenie. Robot sa nesmie montovať vo vode alebo vlhkom prostredí.

**Nástroj** Nástrojová príruha robota má štyri otvory so závitom M6 na pripevnenie nástroja k robotu. Skrutky M6 je potrebné utiahnuť na hodnotu 9 N m. Ak sa požaduje veľmi presné premiestnenie nástroja, je k dispozícii Ø6 otvorov na použitie s kolíkom. Obrázok 4.2 znázorňuje, kde vyvrtáť otvory a namontovať skrutky.

**NEBEZPEČENSTVO:**

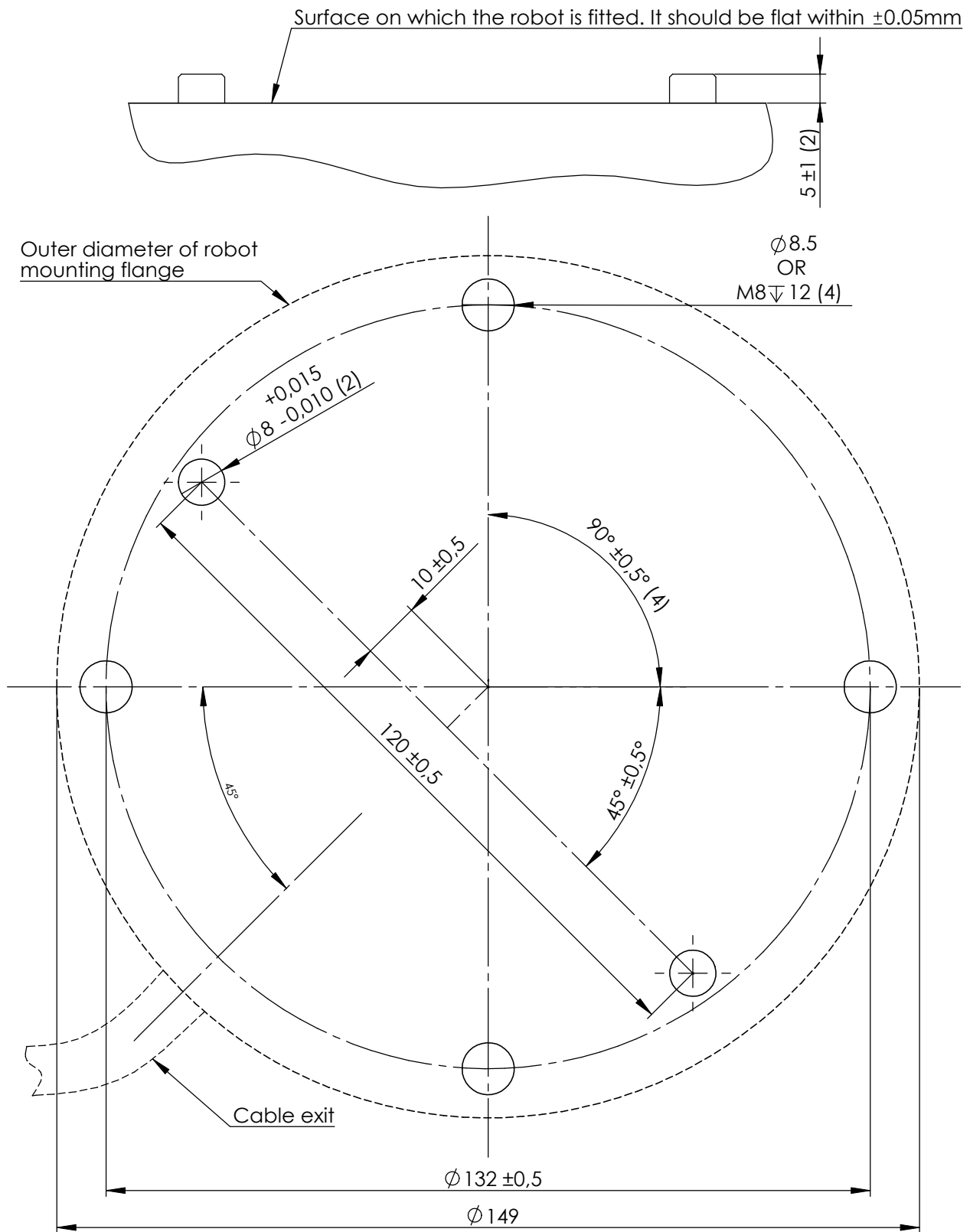
1. Uistite sa, že nástroj je správne a bezpečne priskrutkovaný na svoje miesto.
2. Uistite sa, že je nástroj vyrobený tak, aby nevytváral nebezpečné situácie neočakávaným upustením súčasti.

**Riadiaca skrinka** Riadiaca skrinka sa môže zavesiť na stenu alebo položiť na zem. Aby bol zabezpečený dostatočný prístup vzduchu, nechajte na každej strane voľný priestor 50 mm. Je možné zakúpiť ďalšie konzoly na montáž.

**Ručný ovládací panel** Ručný ovládací panel sa môže zavesiť na stenu alebo na riadiacu skrinku. Je možné zakúpiť ďalšie konzoly na montáž ručného ovládania. Zabezpečte, aby sa nikto nemohol zakopnúť o kábel.

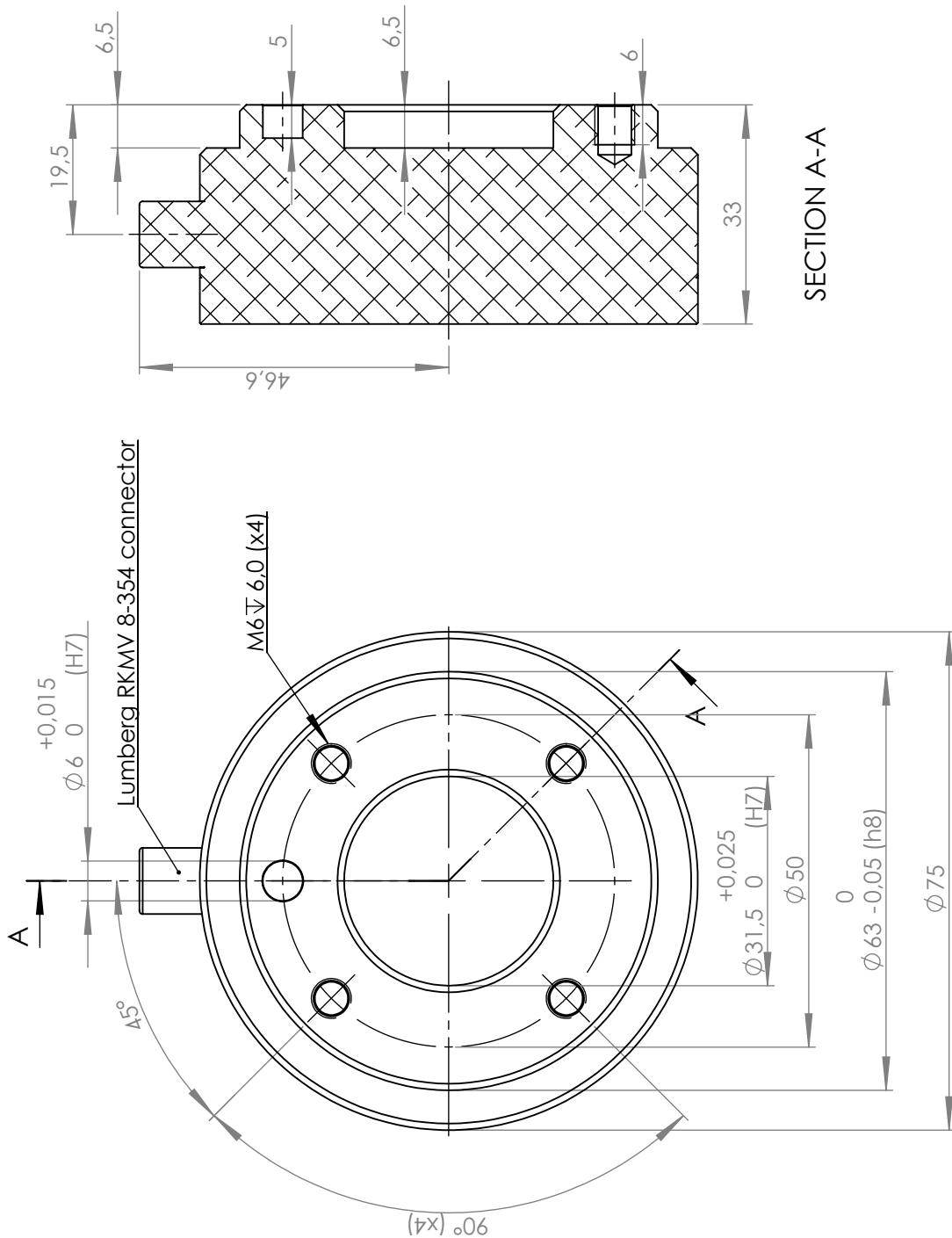
**NEBEZPEČENSTVO:**

1. Zabezpečte, aby riadiaca skrinka, ručné ovládanie a káble neprišli do kontaktu s kvapalinami. Vlhká riadiaca skrinka môže spôsobiť smrť.
2. Riadiaca skrinka a ručné ovládanie sa nesmú vystaviť prašnému alebo vlhkému prostrediu, ktoré prekračuje klasifikáciu IP20. Osobitnú pozornosť venujte prostrediam s vodivým prachom.



Copyright © 2009–2017 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

Obr. 4.1: Otvory na montáž robota. Použite štyri skrutky M8. Všetky merania sú v mm.

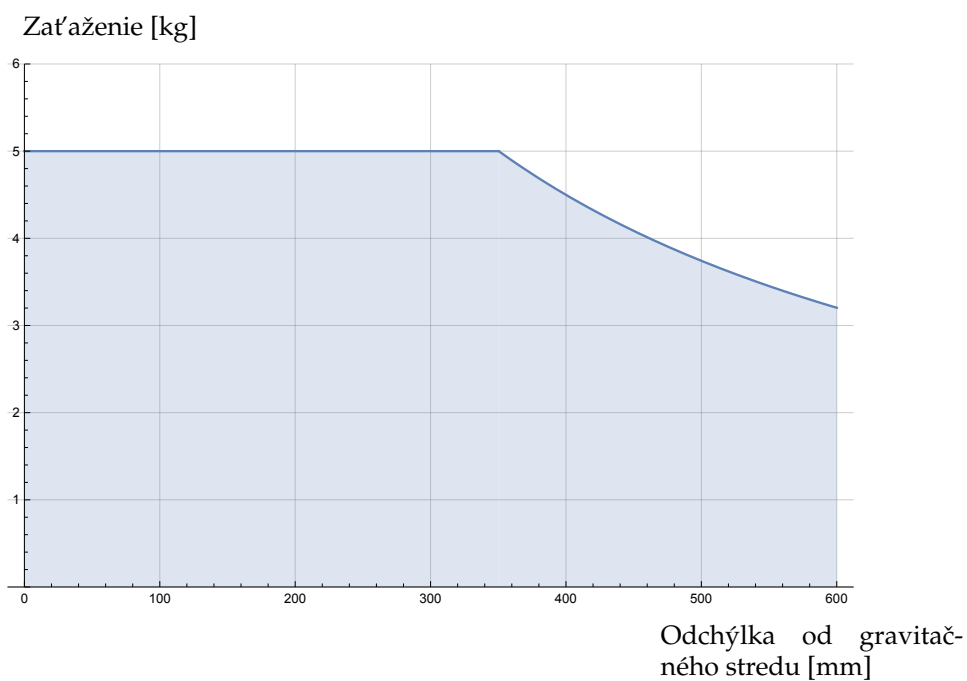


Copyright © 2009–2017 spoločnosť Universal Robots AS. Všetky práva vyhradené.

Obr. 4.2: Výstupná nástrojová príruha, ISO 9409-1-50-4-M6. Tu sa montuje nástroj na špičku robota. Všetky miery sú v mm.

## 4.4 Maximálne zaťaženie

Maximálne povolené zaťaženie ramena robota závisí od *odchýlky gravitačného stredu*, pozri obrázok 4.3. Odchýlka gravitačného stredu sa definuje ako vzdialenosť medzi stredom výstupnej nástrojovej príruby a gravitačným stredom.



Obr. 4.3: Vzťah medzi maximálnym povoleným zaťažením a odchýlkou gravitačného stredu.



# 5 Elektrické rozhranie

## 5.1 Úvod

Táto kapitola opisuje všetky elektrické rozhrania ramena robota a riadiacej skrinky. Rôzne rozhrania sú rozdelené do piatich skupín s rôznymi účelmi a vlastnosťami:

- Vstupy a výstupy ovládača
- Vstupy a výstupy na nástroje
- Ethernet
- Pripojenie k sieti
- Pripojenie robota

Termín „V/V“ odkazuje na digitálne a analógové kontrolné signály prichádzajúce z alebo odchádzajúce do rozhrania.

Týchto päť skupín je popísaných v nasledujúcich častiach. Pre väčšinu typov V/V sú uvedené príklady.

Výstrahy a upozornenia v nasledujúcej časti sú relevantné pre všetkých päť skupín a musia sa dodržiavať.

## 5.2 Elektrické výstrahy a upozornenia

Nasledujúce výstrahy a upozornenia sa musia dodržiavať, keď sa navrhne a nainštaluje aplikácia robota. Výstrahy a upozornenia tiež platia pre servisné práce.



### NEBEZPEČENSTVO:

1. Nikdy nepripájajte bezpečnostné signály k programovateľnému logickému automatu (PLC), ktorý nie je bezpečnostným PLC so správnou úrovňou bezpečnosti. Nedodržanie tejto výstrahy môže spôsobiť vážne poranenie alebo smrť, pretože bude možné obísť jednu z funkcií bezpečnostného zastavenia. Je dôležité, aby sa bezpečnostné signály rozhrania udržiavali oddelené od bežných V/V signálov rozhrania.
2. Všetky signály s bezpečnostnými hodnotením sú konštruované redundantne (dva nezávislé kanály). Udržiavajte tieto dva kanály oddelené, aby jedna chyba nevedla k strate bezpečnostnej funkcie.
3. Niektoré V/V vo vnútri riadiacej skrinky je možné nakonfigurovať na buď normálne alebo bezpečnostné V/V. Prečítajte si a pochopte celú časť 5.3.

**NEBEZPEČENSTVO:**

1. Uistite sa, že všetky zariadenia, ktoré sa nemôžu vystaviť vode, zostanú suché. Ak sa do produktu dostane voda, uzamknite a štítkom označte všetky zdroje napájania a kontaktujte dodávateľa.
2. Používajte len originálne káble dodané s robotom. Robot nepoužívajte na aplikácie, počas ktorých sa budú káble ohýbať. Ak potrebujete dlhšie alebo flexibilnejšie káble, kontaktujte dodávateľa.
3. Záporné spojenia sú označené ako „GND“ a sú pripojené k ochrannému tieneniu robota a riadiacej skrinky. Všetky uvedené spojenia GND (ZEM) slúžia len na účely napájania a signalizácie. Pre PE (ochranné uzemnenie) použite skrutkové pripojenia veľkosti M6 označené symbolmi zeme vo vnútri riadiacej skrinky. Uzemňovací vodič musí mať minimálne prúdovú intenzitu najvyššieho prúdu v systéme.
4. Pri inštalácii káblov rozhrania k V/V robota, musíte postupovať opatrne. Kovová platňa v spodnej časti je určená pre káble rozhrania a konektory. Pred vŕtaním dier odstráňte platňu. Pred opätovnou inštaláciou platne sa uistite, že ste odstránili všetky hobliny. Nezabudnite použiť správne veľkosti tesnení.

**UPOZORNENIE:**

1. Robot bol testovaný v súlade s medzinárodnými normami IEC pre EMC (elektromagnetická kompatibilita). Rušivé signály s úrovňami vyššími ako tými, ktoré sú definované v špecifických normách IEC, môžu spôsobiť neočakávané správanie robota. Veľmi vysoké úrovne signálov alebo nadmerná expozícia môžu natrvalo poškodiť robot. Problémy EMC sa zvyčajne vyskytujú počas zvarovania a sú normálne ohlásené chybovými správami v protokole. Spoločnosť Universal Robots nie je zodpovedná za akékoľvek škody spôsobené problémami EMC.
2. Káble V/V vedúce z riadiacej skrinky do iného stroja či továrenského zariadenia nesmú byť dlhšie ako 30 m, ak neboli vykonané doplňujúce skúšky.

**POZNÁMKA:**

Všetky napätia a prúdy sú v DC (jednosmerný prúd), pokiaľ nie je uvedené inak.

## 5.3 Vstupy a výstupy ovládača

Táto kapitola vysvetľuje, ako pripojiť zariadenie k V/V vo vnútri riadiacej skrinky. Toto V/V je extrémne flexibilné a môže sa použiť na širokú škálu rôznych zariadení, vrátane pneumatických relé, PLC a tlačidiel núdzového zastavenia.

Nižšie uvedený obrázok zobrazuje usporiadanie elektrického rozhrania vo vnútri riadiacej skrinky.

Safety	24V	■	Remote	12V	■	Power	PWR	■	Configurable Inputs	24V	■	24V	■	Configurable Outputs	0V	■	0V	■	Digital Inputs	24V	■	24V	■	Digital Outputs	0V	■	0V	■	Analog	AG	■				
	EIO	■		GND	■		GND	■		CI0	■	CI4	■		CO0	■	CO4	■		DI0	■	DI4	■		DO0	■	DO4	■		AG	■				
	24V	■		ON	■		24V	■		24V	■	24V	■		0V	■	0V	■		24V	■	24V	■		24V	■	24V	■		0V	■	0V	■	AG	■
	EI1	■		OFF	■		0V	■		CI1	■	CI5	■		CO1	■	CO5	■		DI1	■	DI5	■		DO1	■	DO5	■		AG	■				
	24V	■								24V	■	24V	■		0V	■	0V	■		24V	■	24V	■		0V	■	0V	■		AG	■				
Safeguard Stop	SI0	■				CI2	■	CI6	■	CO2	■	CO6	■	DI2	■	DI6	■	DO2	■	DO6	■	AG	■												
	24V	■				24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	24V	■	24V	■	24V	■	24V	■	0V	■	0V	■	AG	■								
	SI1	■				CI3	■	CI7	■	CO3	■	CO7	■	DI3	■	DI7	■	DO3	■	DO7	■	AG	■												

Význam rôznych farieb sa musí dodržiavať, pozrite nižšie.

Žltá s červeným textom	Vyhradené bezpečnostné signály
Žltá s čiernym textom	Konfigurovateľné pre bezpečnosť
Šedá s čiernym textom	Univerzálne digitálne V/V
Zelená s čiernym textom	Univerzálne analógové V/V

„Konfigurovateľné“ V/V je možné v grafickom používateľskom rozhraní konfigurovať buď ako bezpečnostné V/V, alebo univerzálne V/V. Pozrite si bližšie informácie v časti II.

Ako používať digitálne V/V je popísané v nasledujúcich podčastiach. Časť popisujúcu všeobecné špecifikácie sa musí dodržiavať.

### 5.3.1 Všeobecné špecifikácie pre všetky digitálne V/V

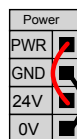
Táto časť definuje elektrické špecifikácie pre nasledujúce 24V digitálne V/V riadiacej skrinky.

- Bezpečnostné V/V.
- Konfigurovateľné V/V.
- Univerzálne V/V.

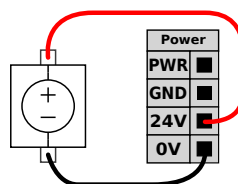
Je veľmi dôležité, aby sa roboty UR inštalovali v súlade s elektrickými špecifikáciami, ktoré sú rovnaké pre všetky tri rôzne druhy vstupov.

Je možné napájať digitálne V/V z interného 24V napájacieho zdroja alebo z externého napájacieho zdroja konfiguráciou bloku so svorkami s názvom „Napájanie“.

Tento blok pozostáva zo štyroch svoriek. Horné dve (PWR a GND) sú 24V a uzemnenie z interného 24V napájania. Dolné dve svorky (24 V a 0 V) v bloku sú 24V vstupy pre napájanie V/V. Predvolená konfigurácia je používať interný zdroj napájania, pozrite sa nižšie.



Ak sa požaduje viac prúdu, je možné pripojiť externý zdroj napájania, ako je zobrazené nižšie.



Elektrické špecifikácie pre obe svorky a externý zdroj napájania, sú zobrazené nižšie.

Svorky	Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
<i>Interný 24V zdroj napájania</i>					
[PWR - GND]	Napätie	23	24	25	V
[PWR - GND]	Aktuálny	0	-	2	A
<i>Požiadavky na externý 24V vstup</i>					
[24 V - 0 V]	Napätie	20	24	29	V
[24 V - 0 V]	Aktuálny	0	-	6	A

Digitálne V/V sú konštruované v súlade s IEC 61131-2. Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Svorky	Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
<i>Digitálne výstupy</i>					
[COx / DOx]	Aktuálny	0	-	1	A
[COx / DOx]	Pokles napätia	0	-	0,5	V
[COx / DOx]	Únikový prúd	0	-	0,1	mA
[COx / DOx]	Funkcia	-	PNP	-	Typ
[COx / DOx]	IEC 61131-2	-	1A	-	Typ
<i>Digitálne vstupy</i>					
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Napätie	-3	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Oblasť VYP	-3	-	5	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Oblasť ZAP	11	-	30	V
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Prúd (11-30 V)	2	-	15	mA
[EIx/SIx/CIx/DIx]	Funkcia	-	PNP	-	Typ
[EIx/SIx/CIx/DIx]	IEC 61131-2	-	3	-	Typ

**POZNÁMKA:**

Slovo „konfigurovateľné“ sa používa pre V/V, ktoré je možné konfigurovať buď ako bezpečnostné V/V, alebo normálne V/V. Toto sú žlté svorky s čiernym textom.

### 5.3.2 Bezpečnostné V/V

Táto časť popisuje vyhradené bezpečnostné vstupy (žltá svorka s červeným textom) a konfigurovateľné V/V (žlté svorky s čiernym textom), keď sú konfigurované ako bezpečnostné V/V. Všeobecné špecifikácie v časti 5.3.1 sa musia dodržiavať.

Bezpečnostné pomôcky a zariadenia sa musia inštalovať v súlade s bezpečnostnými pokynmi a hodnotením rizík, pozrite si kapitolu 1.

Všetky bezpečnostné V/V sú po dvoch (redundantné) a musia sa uchovávať ako dve samostatné vetvy. Jedna chyba nesmie spôsobiť stratu bezpečnostnej funkcie.

Dva stále bezpečnostné vstupy sú Núdzové zastavenie robota a Ochranné zastavenie. Vstup Núdzové zastavenie robota je pre len pre zariadenie núdzového zastavenia. Vstup Ochranné zastavenie je pre všetky druhy ochranných zariadení s hodnotením bezpečnosti. Rozdiel vo funkciách je uvedený nižšie.

	Núdzové zastavenie	Ochranné zastavenie
Pohyb robota sa zastavil	Áno	Áno
Spustenie programu	Zastavenia	Pozastavenia
Výkon robota	Vyp.	Zap.
Resetovať	Manuálne	Automatické alebo manuálne
Pravidelnosť používania	Nepravidelné	Každý cyklus až nepravidelné
Požaduje opätovnú inštaláciu	Len uvoľnenie brzdy	Nie
Zastavenie kategórie (IEC 60204-1)	1	2
Úroveň výkonu funkcie monitorovania (ISO 13849-1)	PLd	PLd

Konfigurovateľné V/V je možné použiť na vytvorenie ďalších funkcií bezpečnostných V/V, napr. výstupu núdzového zastavenia. Konfigurácia súboru konfigurovateľných V/V pre bezpečnostné funkcie sa vykonáva prostredníctvom grafického používateľského rozhrania, pozrite si časť II.

Niektoré príklady, ako používať bezpečnostné V/V, sú uvedené v nasledujúcich podčastiach.

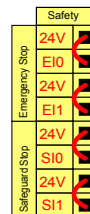


**NEBEZPEČENSTVO:**

1. Nikdy nepripájajte bezpečnostné signály k programovateľnému logickému automatu (PLC), ktorý nie je bezpečnostným PLC so správnou úrovňou bezpečnosti. Nedodržanie tejto výstrahy môže spôsobiť vážne poranenie alebo smrť, pretože bude možné obísť jednu z funkcií bezpečnostného zastavenia. Je dôležité, aby sa bezpečnostné signály rozhrania udržiavali oddelené od bežných V/V signálov rozhrania.
2. Všetky bezpečnostné V/V sú konštruované redundantne (dva nezávislé kanály). Udržiavajte tieto dva kanály oddelené, aby jedna chyba nevedla k strate bezpečnostnej funkcie.
3. Pred uvedením robota do prevádzky sa musia overiť bezpečnostné funkcie. Bezpečnostné funkcie sa musia pravidelne testovať.
4. Inštalácia robota musí spĺňať tieto špecifikácie. Ich nedodržanie môže spôsobiť vážne poranenie alebo smrť, pretože bude možné obísť funkciu bezpečnostného zastavenia.

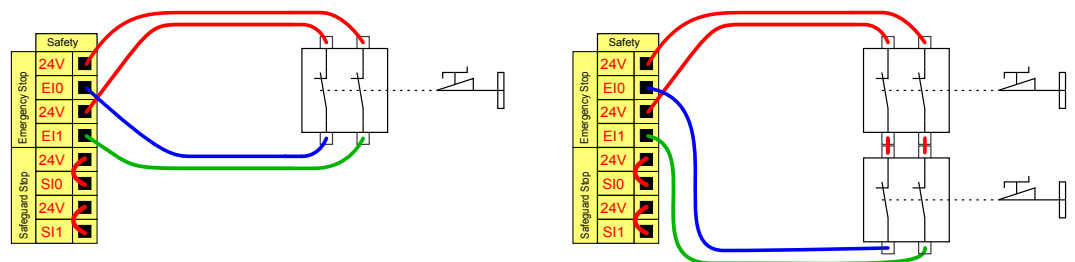
**5.3.2.1 Predvolená konfigurácia bezpečnosti**

Tento robot sa dodáva s predvolenou konfiguráciou, ktorá umožňuje prevádzku bez potreby akéhokoľvek ďalšieho bezpečnostného zariadenia, pozrite si obrázok nižšie.



**5.3.2.2 Pripojenie tlačidiel núdzového zastavenia**

Takmer pri každom použití sa požaduje použitie jedného alebo viacerých externých tlačidiel núdzového zastavenia. Nižšie uvedený obrázok zobrazuje pripojenie jedného alebo viacerých tlačidiel núdzového zastavenia.



### 5.3.2.3 Zdieľanie núdzového zastavenia s inými strojmi

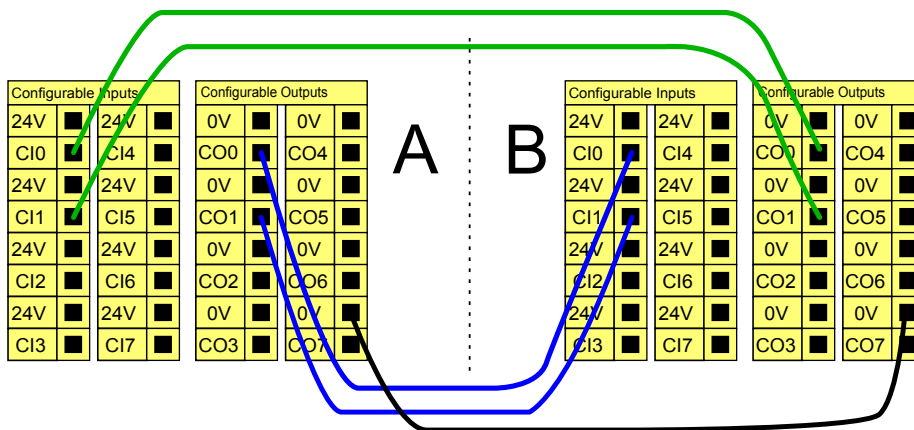
Často sa požaduje vytvorenie spoločného obvodu núdzového zastavenia, keď sa robot používa spolu s inými strojmi. Po vytvorení tohto obvodu operátor nebude musieť myslieť na to, ktoré tlačidlá núdzového zastavenia má použiť.

Vstup Núdzové zastavenie robota sa nemôže použiť na účely zdieľania, pretože oba stroje budú na seba čakať, aby opustili stav núdzového zastavenia.

Aby bolo možné zdieľať funkciu núdzového zastavenia s inými strojmi, je potrebné nakonfigurovať nasledujúce konfigurovateľné V/V prostredníctvom grafického používateľského rozhrania.

- Konfigurovateľná dvojica vstupov: Externé núdzové zastavenie.
- Konfigurovateľná dvojica výstupov: Núdzové zastavenie systému.

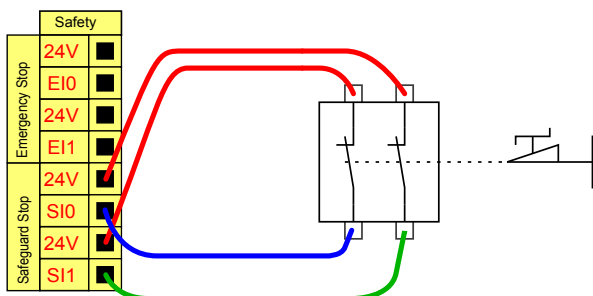
Nižšie uvedený obrázok zobrazuje, ako dva roboty UR zdieľajú svoje funkcie bezpečnostného zastavenia. Konfigurovateľné V/V použité v tomto príklade sú „CI0-CI1“ a „CO0-CO1“.



Ak je potrebné pripojiť viac ako dva roboty UR alebo iné stroje, je potrebné, aby signály núdzového zastavenia riadilo bezpečnostné PLC.

### 5.3.2.4 Ochranné zastavenie s automatickým obnovením

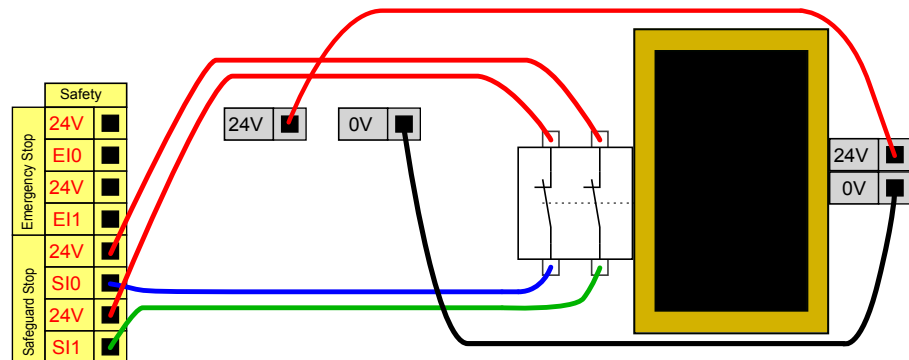
Príkladom jednoduchej pomôcky ochranného zastavenia je spínač dverí, kde sa robot zastaví, keď sa dvere otvoria, pozrite si nižšie uvedený obrázok.



Táto konfigurácia je určená len na také použitie, kde operátor nemôže prejsť dverami a zatvoriť ich za sebou. Konfigurovateľné V/V je možné použiť na nastavenie

tláčidla obnovenia na vonkajšej strane dverí, ktoré slúži na opätovnú aktiváciu pohybu robota.

Ďalším príkladom, kedy automatické obnovenie môže byť vhodné je pri použití bezpečnostnej podložky alebo bezpečnostného laserového skeneru, pozrite nižšie.

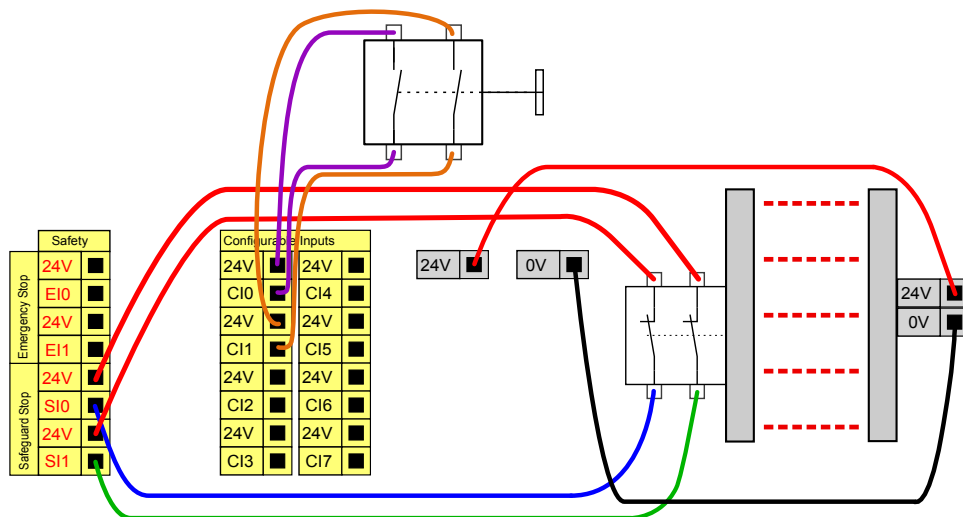


#### NEBEZPEČENSTVO:

1. Robot automaticky obnoví pohyb, keď sa opätovne obnoví ochranný signál. Nepoužívajte túto konfiguráciu, ak je možné opätovne obnoviť signál z vnútornej strany bezpečnostného obvodu.

#### 5.3.2.5 Ochranné zastavenie s tlačidlom obnovenia

Ak sa používa ochranné rozhranie pre pripojenie svetelnej závery, požaduje sa obnovenie z vonkajšej strany bezpečnostného obvodu. Tlačidlo obnovenia musí byť dvojkanálového typu. V tomto príklade je V/V nakonfigurované pre obnovenie „CI0-CI1“, pozrite sa nižšie.



#### 5.3.3 Univerzálne digitálne V/V

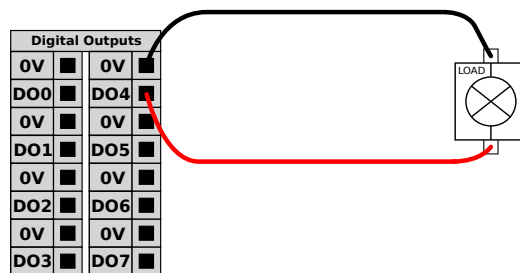
Táto časť popisuje univerzálne 24V V/V (šedé svorky) a konfigurovateľné V/V (žlté svorky s čiernym textom), keď sú konfigurované ako bezpečnostné V/V. Všeobecné špecifikácie v časti 5.3.1 sa musia dodržiavať.

### 5.3 Vstupy a výstupy ovládača

Univerzálne V/V sa môžu používať na pohon zariadení, ako sú pneumatické relé priamo alebo v rámci komunikácie s inými systémami PLC. Všetky digitálne výstupy je možné automaticky deaktivovať, keď sa vykonávanie programu zastaví, keď nie je spustený program. Príklady sú uvedené v nasledujúcich podčastiach. Tieto príklady používajú bežné digitálne výstupy, ale môžu sa tiež používať akékoľvek konfigurovateľné výstupy, ak nie sú konfigurované na vykonávanie bezpečnostnej funkcie.

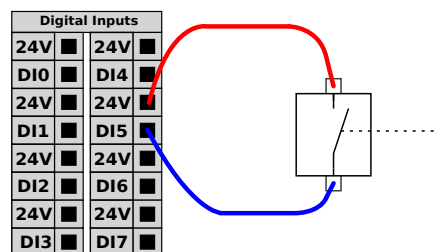
#### 5.3.3.1 Zaťaženie riadené digitálnym výstupom

Tento príklad zobrazuje, ako pripojiť zaťaženie, ktoré sa skontroluje prostredníctvom digitálneho výstupu, pozrite nižšie.



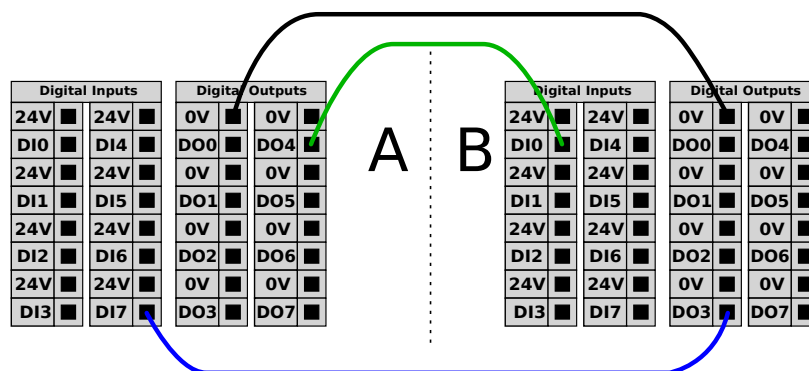
#### 5.3.4 Digitálny vstup z tlačidla

Príklad nižšie zobrazuje postup pripojenia jednoduchého tlačidla k digitálnemu vstupu.



#### 5.3.5 Komunikácia s inými strojmi alebo PLC

Digitálne V/V sa môžu používať na komunikáciu s inými zariadeniami ak sa vytvorí spoločné GND (0 V) a ak stroj používa technológiu PNP, pozrite nižšie.



### 5.3.6 Univerzálne analógové V/V

Rozhranie analógových V/V je zelená svorka. Je ju možné používať na nastavenie alebo meranie napätia (0-10 V) alebo prúdu (4-20 mA) z alebo do iného zariadenia.

Pre dosiahnutie najvyššej presnosti sa odporúča nasledovné.

- Použite svorku AG, ktorá sa nachádza čo najbližšie k V/V. Dvojica zdieľa spoločný režim filtra.
- Použite rovnaké gnd (0 V) pre zariadenie a riadiacu skrinku. Analógové V/V nie sú galvanicky izolované od riadiacej skrinky.
- Použite tienový kábel alebo krútenú dvojlinku. Pripojte ochranné tienenie k svorke „GND“ na svorke označenej „Napájanie“.
- Používanie zariadenia, ktoré pracuje v prúdovom režime. Prúdové signály sú menej citlivé na rušenie.

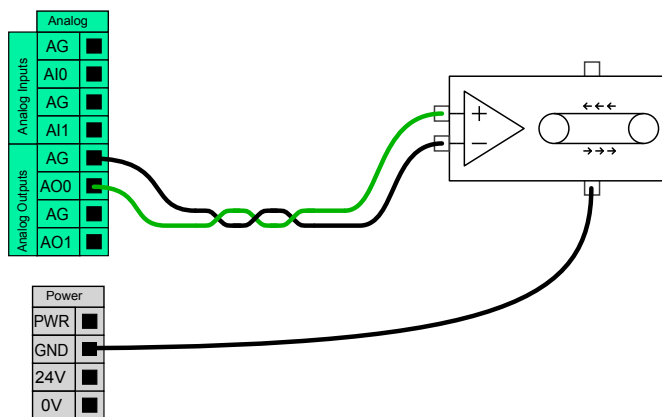
Vstupné režimy je možné vybrať v grafickom používateľskom rozhraní, pozrite si časť II. Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Svorky	Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
<i>Analógový vstup v prúdovom režime</i>					
[AIx – AG]	Aktuálny	4	-	20	mA
[AIx – AG]	Odpor	-	20	-	ohm
[AIx – AG]	Rozlíšenie	-	12	-	bit
<i>Analógový vstup v napät'ovom režime</i>					
[AIx – AG]	Napätie	0	-	10	V
[AIx – AG]	Odpor	-	10	-	Kohm
[AIx – AG]	Rozlíšenie	-	12	-	bit
<i>Analógový výstup v prúdovom režime</i>					
[AOx – AG]	Aktuálny	4	-	20	mA
[AOx – AG]	Napätie	0	-	10	V
[AOx – AG]	Rozlíšenie	-	12	-	bit
<i>Analógový výstup v napät'ovom režime</i>					
[AOx – AG]	Napätie	0	-	10	V
[AOx – AG]	Aktuálny	-20	-	20	mA
[AOx – AG]	Odpor	-	1	-	ohm
[AOx – AG]	Rozlíšenie	-	12	-	bit

Nasledujúce príklady ukazujú, ako používať analógové V/V.

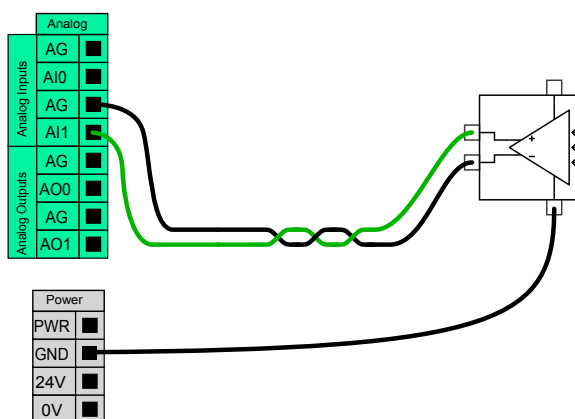
#### 5.3.6.1 Použitie analógového výstupu

Nižšie je uvedený príklad, ako riadiť pás dopravníka pomocou analógového vstupu riadenia rýchlosti.



### 5.3.6.2 Použitie analógového vstupu

Nižšie je uvedený príklad, ako pripojiť analógový senzor.



### 5.3.7 Diaľkové ovládanie ZAP/VYP

Diaľkové ovládanie ZAP/VYP sa môže používať na zapnutie a vypnutie riadiacej skrinky bez použitia ručného ovládacieho panelu. Bežne sa používa pre nasledujúce použitia:

- Keď je ručný ovládací panel neprístupný.
- Keď systém PLC musí mať úplnú kontrolu.
- Keď je potrebné zapnúť alebo vypnúť viacero robotov naraz.

Diaľkové ovládanie ZAP/VYP poskytuje malé pomocné napájanie 12 V, ktoré sa udržiava aktívne, keď je riadiaca skrinka vypnutá. Vstupy „zap.“ a „vyp.“ sú určené len na krátku aktiváciu. Vstup „zap.“ pracuje rovnakým spôsobom ako tlačidlo napájania. Vstup „vyp.“ používajte vždy na diaľkové „vypnutie“, pretože tento signál umožňuje riadiacej skrinke uložiť otvorené súbory a správne sa vypnúť.

Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Svorky	Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
[12V - GND]	Napätie	10	12	13	V
[12V - GND]	Aktuálny	-	-	100	mA
[ZAP / VYP]	Neaktívne napätie	0	-	0,5	V
[ZAP / VYP]	Aktívne napätie	5	-	12	V
[ZAP / VYP]	Vstupný prúd	-	1	-	mA
[ZAP]	Čas aktivácie	200	-	600	ms

Nasledujúce príklady ukazujú, ako používať diaľkové ovládanie ZAP/VYP.



**POZNÁMKA:**

Špeciálna funkcia softvéru sa môže použiť na automatické načítanie a spustenie programov, pozrite si časť II.

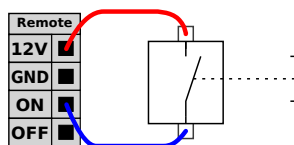


**UPOZORNENIE:**

1. Nikdy nepoužívajte vstup „zap.“ alebo tlačidlo napájania na vypnutie riadiacej skrinky.

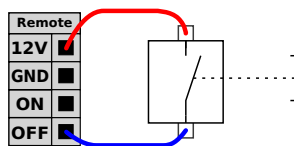
**5.3.7.1 Vzdialené tlačidlo ZAPNUTIA**

Obrázok nižšie zobrazuje spôsob pripojenia vzdialeného tlačidla zapnutia.



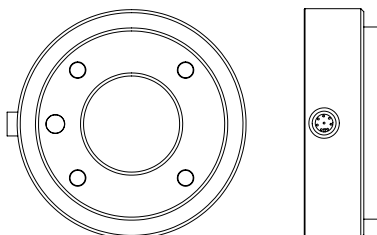
**5.3.7.2 Vzdialené tlačidlo VYPNUTIA**

Obrázok nižšie zobrazuje spôsob pripojenia vzdialeného tlačidla vypnutia.



**5.4 Vstupy a výstupy na nástroje**

Na tej strane robota, kde sa pripája nástroj, je malý konektor s ôsmimi kolíkmi, pozrite si obrázok nižšie.



Tento konektor zabezpečuje napájanie a riadi signály do unášačov a senzorov používaných v konkrétnom nástroji robota. Nasledujúce priemyselné káble sú vhodné:

- Lumberg RKMV 8-354.

Osem drôtov vo vnútri kábla má rôzne farby. Rôzne farby označujú rôzne funkcie, pozrite si tabuľku nižšie:

Farba	Signál
Červená	0 V (GND)
Šedá	0 V / +12V / +24V (POWER)
Modrá	Digitálny výstup 8 (DO8)
Ružová	Digitálny výstup 9 (DO9)
Žltá	Digitálny vstup 8 (DI8)
Zelená	Digitálny vstup 9 (DI9)
Biela	Analógový vstup 2 (AI2)
Hnedá	Analógový vstup 3 (AI3)

Na karte V/V v grafickom používateľskom rozhraní možno interné napájanie nastaviť na hodnoty 0 V, 12 V alebo 24 V, pozrite si časť II. Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie:

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Napájacie napätie v 24V režime	-	24	-	V
Napájacie napätie v 12V režime	-	12	-	V
Napájací prúd v oboch režimoch	-	-	600	mA

Nasledujúca časť popisuje rôzne V/V nástroja.



#### NEBEZPEČENSTVO:

1. Nástroje a unášače pripojte tak, aby prerušenie napájania nevytvorilo žiadne nebezpečenstvo, napr. obrobok, ktorý vypadne z nástroja.
2. Pri používaní napätia 12 V buďte opatrní, pretože chyba programátora môže spôsobiť zmenu napätia na 24 V, čo by mohlo poškodiť zariadenie a vyvolať požiar.



#### POZNÁMKA:

Príruba nástroja je pripojená k spoju GND (ZEM) (rovnako ako červený vodič).

### 5.4.1 Digitálne výstupy nástroja

Digitálne výstupy sa implementujú ako NPN. Keď sa digitálny výstup aktivuje, príslušný spoj sa nasmeruje na GND (ZEM), keď sa deaktivuje, príslušný spoj sa otvorí (otvorený-zberač/otvorený-odvádzač). Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie:

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Napätie v otvorenom stave	-0,5	-	26	V
Napätie pri poklese 1A	-	0,05	0,20	V
Prúd pri poklese	0	-	600	mA
Prúd cez GND	0	-	600	mA

Príklad toho, ako používať digitálny výstup, je uvedený v nasledujúcej podčasti.

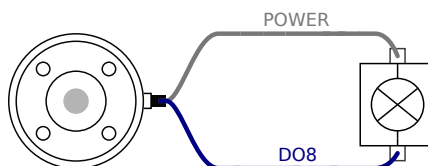


#### UPOZORNENIE:

1. Digitálne výstupy v nástroji nie sú prúdovo obmedzené a prekročovanie stanovených údajov môže spôsobiť ich trvalé poškodenie.

#### 5.4.1.1 Používanie digitálnych výstupov nástroja

Príklad uvedený nižšie ilustruje, ako zapnúť zaťaženie, keď sa používa interné napájanie 12 V alebo 24 V. Pamätajte, že je nutné zadať výstupné napätie na karte vstupov a výstupov (V/V). Nezabudnite, že medzi spojom NAPÁJANIE a tieniacim/uzemňovacím vodičom je napätie aj vtedy, keď je zaťaženie vypnuté.



### 5.4.2 Digitálne vstupy nástroja

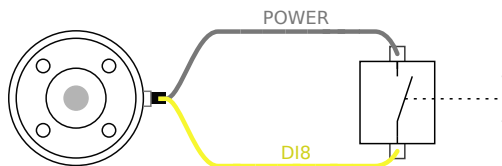
Digitálne vstupy sú implementované ako PNP so slabými znižovacími rezistormi. To znamená, že plávajúci vstup bude mať vždy nízke čítanie. Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Vstupné napätie	-0,5	-	26	V
Logické nízke napätie	-	-	2,0	V
Logické vysoké napätie	5,5	-	-	V
Vstupný odpor	-	47k	-	$\Omega$

Príklad toho, ako používať digitálny vstup uvedený v nasledujúcej podčasti.

### 5.4.2.1 Používanie digitálnych vstupov nástroja

Príklad nižšie zobrazuje spôsob pripojenia jednoduché tlačidlo.



### 5.4.3 Analógové vstupy nástroja

Analógové vstupy nástroja sú nediferenciálne a môžu sa nastaviť buď na napätie, alebo prúd na karte V/V, pozrite si časť II. Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Vstupné napätie v napät'ovom režime	-0,5	-	26	V
Vstupný odpor v rozsahu 0 až 10V	-	15	-	k $\Omega$
Vstupné napätie v prúdovom režime	-0,5	-	5,0	V
Vstupný prúd v prúdovom režime	-2,5	-	25	mA
Vstupný odpor v rozsahu 4 mA až 20 mA	-	200	-	$\Omega$

Dva príklady, ako používať analógové vstupy, sú uvedené v nasledujúcich podčasťach.

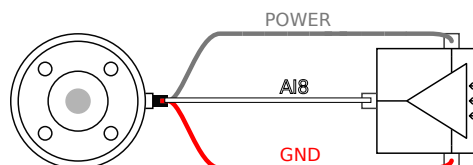


#### UPOZORNENIE:

1. Analógové vstupy nie sú chránené proti prepätiu v prúdovom režime. Prekročenie limitu uvedeného v elektrických špecifikáciách môže spôsobiť trvalé poškodenie vstupu.

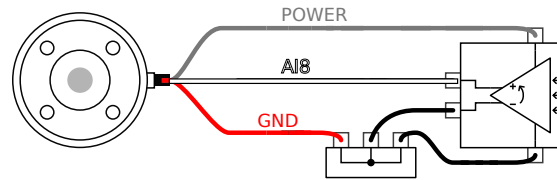
#### 5.4.3.1 Používanie analógových vstupov nástroja, nediferenciálnych

Príklad uvedený nižšie ukazuje, ako pripojiť analógový senzor s nediferenciálnym výstupom. Výstup zo senzora môže byť prúdový alebo napät'ový, pokiaľ vstupný režim daného analógového vstupu je na karte vstupov a výstupov (V/V) nastavený na rovnaký režim. Nezabudnite skontrolovať, či senzor s napät'ovým výstupom dokáže stimulovať interný odpor nástroja, inak môže byť meranie neplatné.



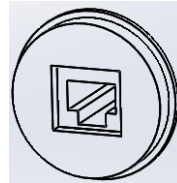
#### 5.4.3.2 Používanie analógových vstupov nástroja, diferenciálnych

Príklad uvedený nižšie ukazuje, ako pripojiť analógový senzor s diferenciálnym výstupom. Pripojte zápornú časť výstupu s GND (ZEM) (0 V) a bude to fungovať rovnako ako v prípade nediferenciálneho senzora.



## 5.5 Ethernet

Pripojenie Ethernet je poskytnuté v spodnej časti riadiacej skrinky, pozrite si obrázok nižšie.



Rozhranie Ethernet sa môže použiť na nasledovné:

- Rozširovacie moduly V/V MODBUS. Pozrite si bližšie informácie v časti II.
- Vzdialený prístup a riadenie.

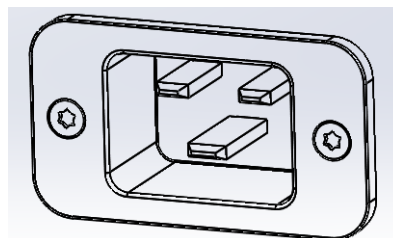
Elektrické špecifikácie sú uvedené nižšie.

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Rýchlosť komunikácie	10	-	100	Mb/s

## 5.6 Pripojenie k sieti

Sieťový kábel z riadiacej skrinky má na konci štandardnú zástrčku IEC. Zástrčku alebo káble potrebné v niektorých krajinách pripojte k zástrčke IEC.

Za účelom zapnutia robota, riadiaca skrinka sa musí pripojiť do siete. Toto sa musí vykonať pomocou štandardného konektora IEC C20 v spodnej časti riadiacej skrinky a príslušného kábla IEC C19, pozrite si nižšie uvedený obrázok.



Sieťové napájanie musí mať aspoň toto minimálne vybavenie:

- Uzemňovací spoj.
- Sieťová poistka.
- Dodatočné prúdové zariadenie.

Odporúča sa nainštalovať hlavný vypínač pre vypnutie napájania všetkého zariadenia v rámci použitia robota, ktorý predstavuje jednoduchý spôsob uzamknutia a označenia v prípade servisu.

Elektrické špecifikácie sú uvedené v tabuľke nižšie.

Parameter	Min.	Typ	Max.	Jednotka
Vstupné napätie	100	-	240	VAC
Externá sieťová poistka (pri 100-200V)	8	-	16	A
Externá sieťová poistka (pri 200-240V)	8	-	16	A
Vstupná frekvencia	47	-	63	Hz
Pohotovostný výkon	-	-	0,5	W
Menovitý prevádzkový výkon	90	150	325	W

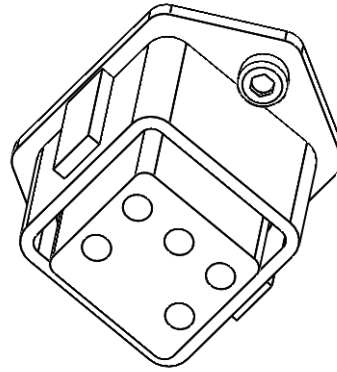


#### NEBEZPEČENSTVO:

1. Uistite sa, že robot je správne uzemnený (elektrické spojenie so zemou). Použite nepoužité skrutky súvisiace so symbolmi uzemnenia vo vnútri riadiacej skrinky, aby ste vytvorili spoločné uzemnenie pre všetky zariadenia v systéme. Uzemňovací vodič musí mať minimálne prúdovú intenzitu najvyššieho prúdu v systéme.
2. Uistite sa, že vstupné napätie smerujúce do riadiacej skrinky je chránené RCD (prúdový chránič) a správnou poistkou.
3. Uzamknite a štítkom označte všetky zdroje napájania pre celú inštaláciu robota počas servisu. Iné zariadenia nesmú napájať V/V robota, keď je systém uzamknutý.
4. Pred zapnutím riadiacej skrinky sa uistite, že sú všetky káble správne pripojené. Vždy používajte originálny a správny napájací kábel.

## 5.7 Pripojenie robota

Kábel z robota a musí pripojiť do konektora v spodnej časti riadiacej skrinky, pozrite si obrázok nižšie. Pred zapnutím ramena robota sa uistite, že je konektor správne uzamknutý. Odpojenie kábla robota sa smie vykonávať, len keď je napájanie robota vypnuté.



**UPOZORNENIE:**

1. Kábel robota neodpájajte, keď je rameno robota zapnuté.
2. Pôvodný kábel nepredlžujte ani neupravujte.

## 6 Údržba a oprava

Pre údržbové a opravné práce je nevyhnutné, aby sa vykonávali v súlade so všetkými bezpečnostnými pokynmi, ktoré sú uvedené v tejto príručke.

Údržba, kalibrácia a oprava sa musia vykonávať podľa najnovších verzií servisných príručiek, ktoré je možné nájsť na webovej stránke podpory <http://www.universal-robots.com/support>.

Opravy musia vykonávať len oprávnení integrátori systému alebo spoločnosť Universal Robots.

Všetky súčasti vrátené spoločnosti Universal Robots sa musia vrátiť v súlade s pokynmi v servisnej príručke.

### 6.1 Bezpečnostné pokyny

Po vykonaní údržby a opráv sa musia vykonať kontroly, aby sa zaistila požadovaná úroveň bezpečnosti. Počas týchto kontrol sa musia dodržiavať vnútroštátne alebo regionálne predpisy o bezpečnosti práce. Tiež sa musí otestovať správna činnosť všetkých bezpečnostných funkcií.

Cieľom údržby a opráv je zabezpečiť, že systém je stále prevádzkyschopný alebo v prípade poruchy jeho vrátenie do prevádzkového stavu. Oprava zahŕňa okrem skutočnej opravy aj riešenie problémov.

Nasledujúce bezpečnostné postupy a výstrahy sa musia dodržiavať pri práci na ramene alebo riadiacej skrinke robota.



#### NEBEZPEČENSTVO:

1. Nemeňte nič na konfigurácii bezpečnosti softvéru (napr. limit sily). Konfigurácia bezpečnosti je popísaná v príručke PolyScope. Ak sa zmení bezpečnostný parameter, celý systém robota by sa mal považovať za nový, čo znamená, že proces schvaľovania celkovej bezpečnosti vrátane hodnotenia rizík by sa mal aktualizovať príslušným spôsobom.
2. Chybné komponenty vymeňte za nové komponenty s rovnakými číslami položiek alebo ekvivalentné komponenty schválené spoločnosťou Universal Robots pre tento účel.
3. Ihneď po dokončení práce opätovne aktivujte všetky deaktivované bezpečnostné opatrenia.
4. Dokumentujte všetky opravy a uložte túto dokumentáciu do technickej dokumentácie priradenej ku kompletnému systému robota.

**NEBEZPEČENSTVO:**

1. Odstráňte vstupný sieťový kábel zo spodnej časti riadiacej skrinky, aby ste sa uistili, že napájanie je úplne prerušené. Vypnite všetky ostatné zdroje napájania pripojené k ramenu robota alebo riadiacej skrinke. Prijmite potrebné opatrenia, aby sa zabránilo, že ďalšie osoby zapnú napájanie systému počas opráv.
2. Pred opätovným zapnutím napájania systému skontrolujte uzemnenie.
3. Pri demontáži súčastí ramena robota alebo riadiacej skrinky dodržiavajte predpisy ESD.
4. Vyhňte sa demontáži zdrojov napájania v riadiacej skrinke. V týchto napájacích zdrojoch môže byť prístupné vysoké napätie (až 600 V), a to aj niekoľko hodín po vypnutí riadiacej skrinky.
5. Zabráňte vniknutiu vody a prachu do ramena robota alebo riadiacej skrinky.

## 7 Likvidácia a životné prostredie

Roboty UR sa musia zlikvidovať v súlade s platnými vnútroštátnymi zákonmi, predpismi a normami.

Počas výroby robotov UR sa používa obmedzené množstvo nebezpečných látok s cieľom ochrany životného prostredia, ako je definované v smernici 2011/65/EÚ európskeho RoHS. Tieto látky zahŕňajú ortuť, kadmium, olovo, chróm VI, polybrómované bifenyle a polybrómované difenylétery.

Poplatok za likvidáciu a manipuláciu s elektronickým odpadom robotov UR predávaných na dánskom trhu je predplatený organizáciou DPA-system spoločnosťou Universal Robots A/S. Dovozcovia v krajinách, na ktoré sa vzťahuje európska smernica WEEE 2012/19/EÚ musia vykonať svoju vlastnú registráciu v rámci národného registra WEEE ich krajiny. Poplatok je zvyčajne menší ako 1€/robot. Zoznam národných registrov je možné nájsť tu: <https://www.ewrn.org/national-registers>.

Nasledujúce symboly sú umiestnené na robotovi a vyjadrujú zhodu s vyššie uvedenými právnymi predpismi:





## 8 Osvedčenia

Táto kapitola obsahuje informácie o rôznych certifikátoch a vyhláseniach, ktoré boli pripravené pre produkt.

### 8.1 Certifikáty tretích strán

Certifikáty tretích strán sú dobrovoľné. Avšak aby mohla poskytovať najlepšie služby integrátorom robotov, spoločnosť UR sa rozhodla certifikovať svojich robotov v rámci nasledujúcich skúšobných ústavov:



**TÜV NORD** Roboty UR prešli bezpečnostnou previerkou ústavu TÜV NORD, notifikovaného orgánu podľa smernice o strojových zariadeniach 2006/42/ES v EÚ. Kópiu osvedčenia o bezpečnosti od TÜV NORD môžete nájsť v prílohe B.



**DELTA** Roboty UR prešli skúškou bezpečnosti a prevádzky ústavu DELTA. Certifikát o elektromagnetickej kompatibilite (EMC) môžete nájsť v prílohe B. Certifikát skúšky vplyvu na životné prostredie môžete nájsť v prílohe B.



**TÜV SÜD** Roboty UR sú skúšané v čistých priestoroch organizáciou TÜV SÜD. Certifikát skúšky v čistých priestoroch môžete nájsť v prílohe B.

### 8.2 Vyhlásenia podľa smerníc EÚ

Vyhlásenia EÚ sú primárne relevantné pre európske krajiny. Avšak niektoré krajiny mimo Európy ich uznávajú a tiež dokonca vyžadujú. Európske smernice sú k dispozícii na oficiálnych stránkach: <http://eur-lex.europa.eu>.

Roboty EU sú certifikované v súlade s nižšie uvedenými smernicami.

#### 2006/42/ES — Smernica o strojových zariadeniach (MD):

Roboti UR sú čiastočne skompletizované strojové zariadenia podľa smernice o strojových zariadeniach 2006/42/ES. Všimnite si, že označenie CE nie je pripojené podľa tejto smernice pre čiastočne skompletizované strojové zariadenia. Ak sa robot UR používa na aplikáciu pesticídov, potom si všimnite prítomnosť smernice 2009/127/ES. Vyhlásenia o začlenení podľa 2006/42/ES príloha II 1.B. je uvedené v prílohe B.

**2006/95/ES — Smernica o nízkom napätí (LVD)**

**2004/108/ES — Elektromagnetická kompatibilita (EMC)**

**2011/65/EU — Obmedzenie používania určitých nebezpečných látok (RoHS)**

**2012/19/EU — Odpad z elektrických a elektronických zariadení (WEEE)**

Vyhlásenie o zhode s vyššie uvedenými smernicami sú uvedené vo vyhlásení o začlenení v prílohe B.

Značka CE je pripojené podľa smerníc o označení CE uvedených vyššie. Informácie o odpade z elektrických a elektronických zariadení nájdete v kapitole 7.

Informácie o normách použitých počas vývoja robota nájdete v prílohe C.

# 9 Záruka

## 9.1 Záruka na produkt

Bez toho, aby boli dotknuté akékoľvek možné nároky používateľa (zákazníka) vo vzťahu k predajcovi alebo distribútorovi, udeľuje výrobca zákazníkovi záruku podľa podmienok opísaných ďalej:

V prípade, že sa novom zariadení alebo jeho súčiastiach preukáže chyba výroby alebo materiálov do 12 mesiacov od začatia prevádzky (maximálne 15 mesiacov od expedície), spoločnosť Universal Robots poskytne potrebné náhradné diely a používateľ (zákazník) tieto náhradné diely vymení v rámci svojho pracovného času, a to buď výmenou za iný diel zodpovedajúci súčasnému stavu vývoja, alebo opravou príslušného dielu. Táto záruka neplatí v prípade, že chybu zariadenia možno pripísať nesprávnemu zaobchádzaniu alebo nedodržaniu pokynov uvedených v návodoch na používanie. Táto záruka sa nevzťahuje na služby poskytované autorizovaným predajcom alebo zákazníkom samotným (napr. inštalácia, konfigurácia, prevzatý softvér). Ako doklad na uplatnenie záruky sa požaduje doklad o kúpe s uvedeným dátumom zakúpenia. Záručné nároky sa musia uplatniť do dvoch mesiacov od prejavenia sa príslušnej chyby. Zariadenia a súčasti vymenené spoločnosťou Universal Robots alebo vrátené tejto spoločnosti sú vlastníctvom spoločnosti Universal Robots. Žiadne ďalšie nároky súvisiace so zariadením nie sú v rámci tejto záruky uplatniteľné. Nič uvedené v tejto záruke nemá za cieľ obmedziť ani vylúčiť zákonné práva zákazníka, ani zodpovednosť výrobcu za usmrtenie či úraz spôsobený nedbalosťou. Trvanie záruky sa poskytnutím služieb v rámci podmienok tejto záruky nepredlžuje. Pokiaľ sa na danú chybu záruka nevzťahuje, spoločnosť Universal Robots si vyhradzuje právo účtovať zákazníkovi výmenu či opravu súčastí. Uvedené ustanovenia nepresúvajú dôkazové bremeno v neprospech zákazníka. V prípade chýb zariadenia spoločnosť Universal Robots nezodpovedá za žiadne nepriame, náhodné, zvláštne alebo následné škody, vrátane, ale bez obmedzenia na, ušlý zisk, stratu využitia, stratu výroby alebo poškodenie ďalších výrobných zariadení.

V prípade chýb zariadenia spoločnosť Universal Robots nenahrádza žiadne následné škody ani straty, ako napríklad výrobné straty alebo poškodenie iných výrobných zariadení.

## 9.2 Obmedzujúca doložka

Spoločnosť Universal Robots neustále pracuje na zvyšovaní spoľahlivosti a výkonnosti svojich produktov, a preto si vyhradzuje právo inovovať produkty bez predchádzajúceho oznámenia. Spoločnosť Universal Robots vynaložila maximálnu snahu, aby táto príručka bola presná a správna, nepreberá však zodpovednosť za akékoľvek chyby či chýbajúce informácie.



# A Čas zastavenia a vzdialenosť zastavenia

Informácie o čase zastavenia a vzdialenostiach sú dostupné pre zastavenie kategórie 0 a 1<sup>1</sup>. Táto príloha obsahuje informácie týkajúce sa zastavenia kategórie 0. Informácie o zastavení kategórie 1 sú dostupné na <http://universal-robots.com/support/>.

## A.1 Vzdialenosti a časy zastavenia kategórie 0.

Tabuľka nižšie obsahuje vzdialenosti a časy zastavenia merané pri spustení zastavenia kategórie 0. Tieto merania zodpovedajú nasledujúcej konfigurácii robota:

- Natiahnutie: 100% (rameno robota je úplne natiahnuté v horizontálnej rovine).
- Rýchlosť: 100% (všeobecná rýchlosť robota je nastavená na 100% a pohyb sa vykonáva pri rýchlosti kĺbov 183°/s).
- Užitočné zaťaženie: maximálne užitočné zaťaženie robota pripojeného k TCP (5 kg).

Test kĺbu 0 sa vykonal vykonaním horizontálneho pohybu, t.j. os rotácie bola kolmá k zemi. Počas testu kĺbu 1 a 2 robot sledoval vertikálnu trajektóriu, t.j. os rotácie bola paralelná so zemou a zastavenie sa vykonalo počas pohybu robota smerom nadol.

	Vzdialenosť zastavenia (rad)	Čas zastavenia (ms)
Kĺb 0 (ZÁKLADŇA)	0.31	244
Kĺb 1 (RAMENO)	0.70	530
Kĺb 2 (LAKEŤ)	0.22	164

<sup>1</sup>v súlade s IEC 60204-1, bližšie informácie nájdete v glosári.



# B Vyhlásenia a certifikáty

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

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

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

hereby declares that the product described below

Industrial robot UR5/CB3

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 20<sup>th</sup>, 2016

R&D  
  
David Brandt  
Technology Officer

## B.2 Vyhlásenie o začlenení CE/EU (Preklad z originálu)

Podľa smernice 2006/42/ES príloha II 1.B.

Výrobca                    Universal Robots A/S  
                                  Energivej 25  
                                  5260 Odense S  
                                  Dánsko

týmto vyhlasuje, že nižšie popísaný produkt

Priemyselný robot UR5/CB3

nemôže byť uvedený do prevádzky pred tým, než strojové zariadenie, ktorého bude súčasťou, získa vyhlásenie o zhode s ustanoveniami smernice 2006/42/ES v znení smernice 2009/127/ES a s predpismi, ktoré ich prevádzajú do vnútroštátneho práva.

Bezpečnostné funkcie produktu sú pripravené na splnenie všetkých základných požiadaviek smernice 2006/42/ES na základe správnych podmienok začlenenia, pozrite si príručku produktu. Zhoda so všetkými základnými požiadavkami smernice 2006/42/ES sa opiera o konkrétnu inštaláciu robota a konečné posúdenie rizík.


Príslušná technická dokumentácia je spracovaná v súlade so smernicou 2006/42/ES príloha VII časť B a je dostupná v elektronickej podobe pre vnútroštátne orgány na základe oprávnenej žiadosti. Podpísaná osoba sídli na adrese výrobcu a je poverená zostavením tejto dokumentácie.

Navyše produkt vyhlasuje súlad s nasledujúcimi smernicami, podľa ktorých je produkt označený značkou CE:

- 2014/35/EU — Smernica o nízkom napätí (LVD)
- 2014/30/EU — Smernica o elektromagnetickej kompatibilite (EMC)
- 2011/65/EU — Obmedzenie používania určitých nebezpečných látok (RoHS)

Kompletný zoznam uplatnených harmonizovaných noriem, vrátane súvisiacich špecifikácií, je uvedený v príručke produktu.

Odense, 20. apríla, 2016

R&D  
  
David Brandt  
Technology Officer

## B.3 Certifikát pre bezpečnostný systém



# ZERTIFIKAT CERTIFICATE

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

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

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

Fertigungsstätte: <i>Manufacturing plant:</i>	<b>Universal Robots A/S</b> <b>Energivej 25</b> <b>DK-5260 Odense S</b> <b>Denmark</b>	
Beschreibung des Produktes: <i>(Details s. Anlage 1)</i> <i>Description of product:</i> <i>(Details see Annex 1)</i>	<b>Universal Robots Safety System URSafety 3.1</b> <b>for UR10, UR5 and UR3 robots</b>	

Geprüft nach: **EN ISO 13849-1:2008, PL d**  
*Tested in accordance with:*

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



Zertifizierungsstelle der TÜV NORD CERT GmbH  
 TÜV NORD CERT GmbH Langemarkstraße 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*

Copyright © 2009–2017 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

## B.4 Certifikát skúšky vplyvu na životné prostredie



### Climatic and mechanical assessment sheet no. 1275

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

Copyright © 2009–2017 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

20ass-sheet-j

## B.5 Certifikát skúšky 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 Certifikát skúšky v čistých priestoroch



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: UR5 / 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.: 2589737-02  
 Report-Nr.: 203195-2  
 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

Copyright © 2009–2017 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.



Copyright © 2009–2017 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

## C Použité normy

Táto časť popisuje príslušné normy, ktoré boli použité pri vývoji robotického ramena a riadiacej skrinky. Vždy, keď sa poznamená číslo európskej smernice do zátvoriek, znamená to, že norma je harmonizovaná v súlade s uvedenou smernicou.

Norma nie je zákon. Norma je dokument vyvinutý zúčastnenými stranami v rámci daného odvetvia, definujúci normálne bezpečnostné a výkonnostné požiadavky pre produkt alebo skupiny produktov.

Význam skratiek je nasledovný:

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

Zhoda s týmito normami je zaručená len vtedy, keď sa dodržiavajú všetky montážne pokyny, bezpečnostné pokyny a informácie obsiahnuté v tejto príručke.

---

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

**ISO 13849-1:2015 [PLd]**

**ISO 13849-2:2012**

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

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

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

*Part 1: General principles for design*

*Part 2: Validation*

Systém riadenia bezpečnosti je navrhnutý ako výkonnostná úroveň d (PLd), v súlade s požiadavkami týchto noriem.

---

**ISO 13850:2006 [Zastavenie kategórie 1]**

**ISO 13850:2015 [Zastavenie kategórie 1]**

**EN ISO 13850:2008 (E) [Zastavenie kategórie 1 - 2006/42/ES]**

**EN ISO 13850:2015 [Zastavenie kategórie 1 - 2006/42/ES]**

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

Funkcia núdzového zastavenia je navrhnutá ako zastavenie kategórie 1, v súlade s touto normou. Zasta-

venie kategórie 1 je riadené zastavenie s napájaním poskytovaným motorom pre vykonanie zastavenia robota a následným vypnutím napájania po vykonaní zastavenia.

---

#### **ISO 12100:2010**

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

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

Roboty UR sú hodnotené v súlade so zásadami tejto normy.

---

#### **ISO 10218-1:2011**

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

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

##### *Part 1: Robots*

Táto norma je určená pre výrobcu robotov, nie integrátora. Druhá časť (ISO 10218-2) je určená pre integrátora robota, pretože sa zaoberá inštaláciou a návrhom použitia robota.

Autori normy implicitne opísali tradičné priemyselné roboty, ktoré sú tradične zaistené zábranami a svetelnými závorami. Roboty UR sú navrhnuté s obmedzeniami sily a výkonu, ktoré sú neustále aktívované. Preto sú niektoré pojmy objasnené a vysvetlené nižšie.

Ak sa roboty UR používajú na nebezpečné použitia, môžu sa požadovať dodatočné bezpečnostné opatrenia, pozrite si kapitolu 1 tejto príručky.

#### **Objasnenie:**

- „3.24.3 Zabezpečený priestor“ je definovaný obvodom zabezpečenia. Zabezpečený priestor je v bežnom prípade priestor nachádzajúci sa za zábranami, ktoré chránia ľudí pred nebezpečnými tradičnými robotmi. Roboty UR sú navrhnuté pre prácu bez bariér prostredníctvom zabudovaných kolaboratívnych bezpečnostných funkcií obmedzujúcich výkon a silu. Preto pre ne neexistuje zabezpečený priestor definovaný okruhom bariér.
- „5.4.2 Požiadavka na výkon“. Všetky bezpečnostné funkcie sú konštruované ako PLd podľa normy ISO 13849-1:2006. Robot je konštruovaný s redundantnými systémami kódovača, ktoré sa nachádzajú v každom kľbe, a V/V s bezpečnostnými hodnotením sú konštruované so štruktúrou<sup>1</sup> kategórie 3. V/V s hodnotením bezpečnosti sa musia pripojiť v súlade s touto príručkou k zariadeniu s hodnotením bezpečnosti kategórie 3, aby vytvorili štruktúru PLd s úplnou bezpečnostnou funkciou.
- „5.7 Prevádzkové režimy“. Roboty UR nemajú rôzne prevádzkové režimy, a preto nemajú volič režimu.
- „5.8 Ovládacie prvky ručného ovládacieho panelu“. Táto časť definuje ochranné funkcie ručného ovládacieho panelu, keď sa má použiť v rámci zabezpečeného priestoru. Keďže sú roboty UR navrhnuté pre spoluprácu, neexistuje pre ne žiaden zabezpečený priestor ako u tradičných robotov. Roboty UR majú bezpečnejšie ručné ovládanie ako tradičné roboty. Namiesto nutnosti uvoľnenia trojpolohového pomocného zariadenia môže operátor jednoducho zastaviť robota pomocou svojej ruky. Ak sa roboty UR inštalujú v rámci hazardného zabezpečeného použitia, je možné pripojiť trojpolohové pomocné zariadenie, ako je popísané v tejto príručke. Ďalej si pozrite objasnenie v norme ISO/TS 15066, odstavec 5.4.5.

---

<sup>1</sup>v súlade ISO 13849-1, bližšie informácie nájdete v glosári.

- „5.10 Požiadavky kolaboratívnej prevádzky“. Kolaboratívne bezpečnostné funkcie obmedzujúce výkon a silu robotov UR sú vždy aktívne. Vizualný dizajn robotov UR naznačuje, že roboty sú schopné kolaboratívnej prevádzky. Funkcie obmedzenia výkonu a sily sú navrhnuté v súlade s ISO 10218-1, odstavce 5.10.5. Ďalej si pozrite objasnenie v ISO/TS 15066, odstavce 5.5.4.
- „5.12.3 Mäkká os s hodnotením bezpečnosti a obmedzenie priestoru“. Táto bezpečnostná funkcia je jednou z viacerých bezpečnostných funkcií, ktoré je možné konfigurovať prostredníctvom softvéru. Nastavenia všetkých týchto bezpečnostných funkcií generujú kód hash, ktorý zobrazí ako identifikátor bezpečnostnej kontroly v rámci grafického používateľského rozhrania.

---

## ISO/TS 15066:2016

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

Toto sú technické údaje (TÚ), **nie** norma. Cieľom TÚ je prezentovať súbor neúplných požiadaviek, aby sa zistilo, či sú užitočné pre dané odvetvie. Podľa definície, TÚ nie sú dostatočne vypracované, aby sa harmonizovali v rámci európskych smerníc.

Tieto TÚ platia pre výrobcu a integrátora robota. Roboty UR sú v súlade s časťami, ktoré sú relevantné pre samostatné roboty a integrátor môže používať TÚ počas integrácie robotov.

Tieto TÚ predstavujú dobrovoľné požiadavky a pokyny, ktoré dopĺňajú normy ISO 10218 v oblasti kolaboratívnych robotov. TÚ obsahujú okrem hlavného textu prílohu A s tabuľkou, ktorá ponúka návrhy medzných hodnôt pre silu a tlak založené na bolesti a **nie** poranení. Je dôležité prečítať si a porozumieť poznámkam pod touto tabuľkou, keďže mnoho medzných hodnôt sa zakladá len na konzervatívnych odhadoch a literárnych štúdiách. Všetky čísla sa môžu v budúcnosti zmeniť s príchodom nových výsledkov vedeckého výskumu. Príloha A je neformálna a dobrovoľná súčasť TÚ, a integrátor preto môže vyhlásiť zhodu s TÚ bez použitia medzných hodnôt z prílohy A.

---

## ANSI/RIA R15.06-2012

*Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements*

Táto americká norma obsahuje normy ISO 10218-1 (pozrite sa vyššie) a ISO 10218-2 skombinované do jedného dokumentu. Jazyk sa zmenil z britskej angličtiny na americkú angličtinu, ale obsah zostal rovnaký.

Upozorňujeme, že druhá časť (ISO 10218-2) tejto normy je určená pre integrátora systému robota a nie pre spoločnosť Universal Robots.

---

## CAN/CSA-Z434-14

*Industrial Robots and Robot Systems – General Safety Requirements*

Táto kanadská norma obsahuje normy ISO 10218-1 (pozrite sa vyššie) a -2 skombinované do jedného dokumentu. Asociácia CSA pridala ďalšie požiadavky pre používateľa systému robota. Niektoré z týchto požiadaviek musí vyriešiť integrátor robota.

Upozorňujeme, že druhá časť (ISO 10218-2) tejto normy je určená pre integrátora systému robota a nie pre spoločnosť Universal Robots.

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

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

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

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

*Electromagnetic compatibility (EMC)*

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

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

Tieto normy definujú požiadavky na elektrické a elektromagnetické rušenie. Súlad s týmito normami zaručuje, že roboty UR pracujú správne v priemyselnom prostredí, až nerušia ostatné zariadenia.

---

**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*

Táto norma definuje rozšírené požiadavky na odolnosť voči EMC pre funkcie súvisiace s bezpečnosťou. Súlad s týmito normami zaručuje, že bezpečnostné funkcie robotov UR poskytujú bezpečnosť dokonca aj v prípade, že iné zariadenie prekračuje emisné limity EMC definované v normách IEC 61000.

---

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

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

*Programmable controllers*

*Part 2: Equipment requirements and tests*

Normálne 24V V/V a tie s bezpečnostným hodnotením sú konštruované v súlade s požiadavkami tejto normy, aby sa zabezpečila spoľahlivá komunikácia s ostatnými systémami PLC.

---

**ISO 14118:2000 (E)**

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

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

Tieto dve normy sú veľmi podobné. Definujú bezpečnostné zásady pre zamedzenie neočakávaného spustenia, a to v dôsledku neúmyselného spustenia napájania počas údržby alebo opravy, ako aj v dôsledku neplánovaných spúšťacích príkazov z pohľadu riadenia.

---

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

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

*Low-voltage switchgear and controlgear*

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

---

---

Priame rozpojenie a mechanizmus bezpečnostného uzamknutia tlačidla núdzového zastavenia, sú v súlade s požiadavkami tejto normy.

---

**IEC 60529:2013**  
**EN 60529/A2:2013**

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

Táto norma definuje klasifikačné triedy pre puzdro týkajúce sa ochrany proti prachu a vode. Roboty UR sú navrhnuté a klasifikované s kódom IP v súlade s touto normou, pozrite si nálepku robotu.

---

**IEC 60320-1/A1:2007**  
**IEC 60320-1:2015**  
**EN 60320-1/A1:2007 [2006/95/ES]**  
**EN 60320-1:2015**

*Appliance couplers for household and similar general purposes*

*Part 1: General requirements*

Sieťový napájací kábel je v súlade s touto normou.

---

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

*Manipulating industrial robots – Mechanical interfaces*

*Part 1: Plates*

Príruba nástroja na robotoch UR je v súlade s typom 50-4-M6 tejto normy. Nástroje robota sa musia tiež konštruovať v súlade s touto normou, aby sa zabezpečila správna montáž.

---

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

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

*Part 1: Hot surfaces*

Roboty UR sú navrhnuté tak, aby sa teplota povrchu udržiavala pod ergonomickými limitmi definovanými v tejto norme.

---

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

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

Roboty UR sú konštruované v súlade s touto normou, aby poskytovali ochranu proti úrazu elektrickým prúdom. Ochranné uzemnenie je povinné, ako je to definované v Príručka inštalácie hardvéru.

---

**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*

Roboty UR sú testované v súlade s testovacími metódami definovanými v týchto normách.

---

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

*Industrial communication networks – Profiles*

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

Tieto normy definujú požiadavky pre komunikačné zbernice s bezpečnostnými hodnotením.

---

**IEC 60204-1/A1:2008**  
**EN 60204-1/A1:2009 [2006/42/ES]**

*Safety of machinery – Electrical equipment of machines*

*Part 1: General requirements*

Používajú sa všeobecné zásady tejto normy.

---

**IEC 60664-1:2007**  
**IEC 60664-5:2007**  
**EN 60664-1:2007 [2006/95/ES]**  
**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*

Elektrické obvody robotov UR sú navrhnuté v súlade s touto normou.

## **EUROMAP 67:2015, V1.11**

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

Roboty UR vybavené prídavným modulom E67 pre rozhranie vstrekovacích lisov sú v súlade s touto normou.



## D Technické špecifikácie

Typ robota	UR5
Hmotnosť	18.4 kg / 40.6 lb
Maximálne zaťaženie (pozri časť 4.4)	5 kg / 11 lb
Dosah	850 mm / 33.5 in
Rozsahy kĺbu	± 360 ° pre všetky kĺby
Rýchlosť	Kĺby: Max 180 °/s. Nástroj: Pribl. 1 m/s / pribl. 39.4 in/s.
Opakovateľnosť	± 0.1 mm / ± 0.0039 in (4 mils)
Pôdorys	Ø149 mm / 5.9 in
Stupne voľného pohybu	6 rotačných kĺbov
Rozmer riadiacej skrinky (Š × V × H)	475 mm × 423 mm × 268 mm / 18.7 in × 16.7 in × 10.6 in
Porty V/V riadiacej skrinky	16 digitálnych vstupov, 16 digitálnych výstupov, 2 analógové vstupy, 2 analógové výstupy
Porty V/V nástroja	2 digitálne vstupy, 2 digitálne výstupy, 2 analógové vstupy
Napájanie V/V	24 V 2 A v riadiacej skrinke a 12 V/24 V 600 mA v nástroji
Komunikácia	TCP/IP 100 Mbit: IEEE 802.3u, 100BASE-TX zásuvka siete Ethernet, Modbus TCP & adaptér EtherNet/IP
Programovanie	Grafické používateľské rozhranie PolyScope na 12" dotykovom displeji
Rušenie	72 dB(A)
Klasifikácia IP	IP54
Klasifikácia skúšky v čistých priestoroch	Rameno robota: Riadiaca skrinka ISO trieda 5: ISO trieda 6
Spotreba energie	Pribl. 200 W s použitím typického programu
Kolaboratívna prevádzka	15 pokročilých bezpečnostných funkcií. V súlade s: EN ISO 13849-1:2008, PLd a EN ISO 10218-1:2011, odstavec 5.10.5
Teplota	Robot môže pracovať v prostredí s teplotným rozsahom 0-50 °C
Napájanie	100-240 VAC, 50-60 Hz
Vypočítaná prevádzková doba	35,000 hours
Kabeláž	Kábel medzi robotom a riadiacou skrinkou (6 m / 236 in) Kábel medzi dotykovým displejom a riadiacou skrinkou (4.5 m / 177 in)



**Časť II**

**Príručka PolyScope**



# 10 Konfigurácia bezpečnosti

## 10.1 Úvod

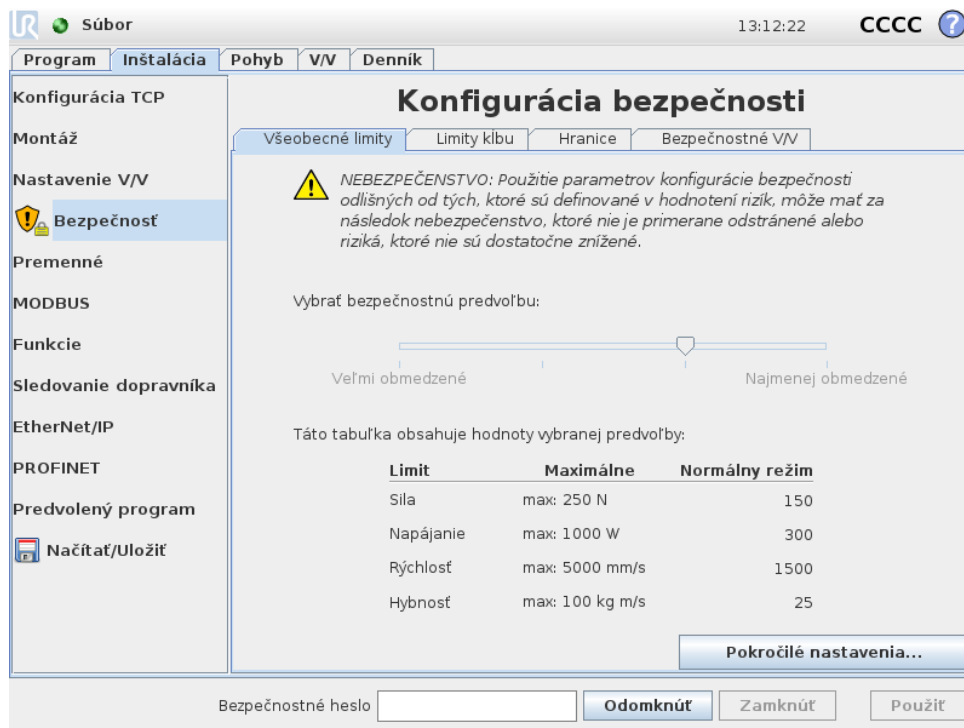
Robot je vybavený pokročilým bezpečnostným systémom. V závislosti od špecifických charakteristík pracovného priestoru robota, nastavenia bezpečnostného systému sa musia nakonfigurovať tak, aby garantovali bezpečnosť celého personálu a zariadení v okolí robota. Použitie nastavení definovaných v hodnotení rizík je prvou vecou, ktorú musí integrátor vykonať. Bližšie informácie o bezpečnostnom systéme nájdete v Príručka inštalácie hardvéru.



### NEBEZPEČENSTVO:

1. Použitie a konfigurácia funkcií a rozhraní s hodnotením bezpečnosti sa musí vykonať v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykoná integrátor pre konkrétne použitie robota, pozrite si Príručka inštalácie hardvéru.
2. Nastavenia konfigurácie bezpečnosti pre nastavenie a učenie sa musia použiť v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykonal integrátor a pred prvým spustením ramena robota.
3. Všetky nastavenia konfigurácie bezpečnosti prístupné cez túto obrazovku a jej podkarty sa musia nastaviť v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykonal integrátor.
4. Od integrátora sa požaduje, aby zabezpečil, že všetky zmeny nastavení konfigurácie bezpečnosti sa vykonajú v súlade s hodnotením rizík integrátora.
5. Integrátor musí zabrániť, aby neoprávnené osoby zmenili konfiguráciu bezpečnosti, napr. použitím ochrany heslom.

Obrazovku Konfigurácia bezpečnosti je možné otvoriť z obrazovky Vitajte (pozrite si 11.4) stlačením tlačidla Programovať robota, výberom karty Inštalácia a ťuknutím na Bezpečnosť. Konfigurácia bezpečnosti je chránená heslom, pozrite si 10.8.



Bezpečnostné nastavenia pozostávajú z niekoľkých hodnôt limitov, ktoré sa používajú na obmedzenie pohybu ramena robota a z nastavení bezpečnostných funkcií pre konfigurovateľné vstupy a výstupy. Sú definované v nasledujúcich podkartách bezpečnostnej obrazovky:

- Podkarta *Všeobecné limity* definuje maximálnu *silu, výkon, rýchlosť* a *hybnosť* ramena robota. Ak je riziko nárazu do človeka alebo súčasti jeho okolia obzvlášť vysoké, tieto nastavenia je potrebné nastaviť na nízke hodnoty. Ak je riziko nízke, vyššie všeobecné limity umožňujú robotu, aby sa hýbal rýchlejšie a pôsobil väčšou silou na svoje okolie. Bližšie informácie nájdete v 10.10.
- Podkarta *Limity kĺbu* sa skladá z limitov *rýchlosti kĺbu* a *polohy kĺbu*. Limity *rýchlosti kĺbu* definujú maximálnu uhlovú rýchlosť jednotlivých kĺbov a slúžia na ďalšie obmedzenie rýchlosti ramena robota. Limity *polohy kĺbu* definujú rozsah povolenej polohy jednotlivých kĺbov (v kĺbovom priestore). Bližšie informácie nájdete v 10.11.
- Podkarta *Hranice* definuje bezpečnostné roviny (v karteziánskom priestore) a hranicu orientácie nástroja pre TCP robota. Bezpečnostné roviny je možné konfigurovať buď ako pevné limity pre polohu TCP robota, alebo spúšťače aktivácie bezpečnostných limitov režimu *Znížený* (pozrite si 10.6)). Hranica orientácie nástroja aplikuje pevný limit na orientáciu TCP robota. Bližšie informácie nájdete v 10.12.
- Podkarta *Bezpečnostné V/V* definuje bezpečnostné funkcie pre konfigurovateľné vstupy a výstupy (pozrite si 13.2). Napríklad *Bezpečnostné zastavenie* je možné konfigurovať ako vstup. Bližšie informácie nájdete v 10.13.

## 10.2 Zmena konfigurácie bezpečnosti



Nastavenia konfigurácie bezpečnosti sa môžu zmeniť len v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykonal integrátor.

Odporúčany postup zmeny konfigurácie bezpečnosti je nasledovný:

1. Uistite sa, že sú zmeny v súlade s hodnotením rizík, ktoré vykonal integrátor.
2. Upravte bezpečnostné nastavenia na zodpovedajúcu úroveň definovanú hodnotením rizík, ktoré vykonal integrátor.
3. Overte, že sa použili bezpečnostné nastavenia.
4. Vložte nasledujúci text do príručiek pre operátorov: „Pred prácou v blízkosti robota sa uistite, že sa očakáva konfigurácia bezpečnosti. Toto je možné overiť napr. kontrolou kontrolného súčtu v hornom pravom rohu programu PolyScope (pozrite si 10.5 v Príručka PolyScope).“

## 10.3 Bezpečnostná synchronizácia a chyby

Stav použitej konfigurácie bezpečnosti v porovnaní s inštaláciou načítanou grafickým používateľským rozhraním robota, je zobrazený pomocou ikonu štítu vedľa textu *Bezpečnosť* na ľavej strane obrazovky. Tieto ikony poskytujú rýchlu indikáciu aktuálneho stavu. Sú definované nižšie:

-  *Synchronizovaná konfigurácia:* Zobrazuje, že inštalácia grafického používateľského rozhrania je identická s aktuálne používanou konfiguráciou bezpečnosti. Nevykonali sa žiadne zmeny.
-  *Zmenená konfigurácia:* Zobrazuje, že inštalácia grafického používateľského rozhrania je odlišná od aktuálne používanej konfigurácie bezpečnosti.

Pri úprave konfigurácie bezpečnosti ikona štítu vás bude, či sa používanie alebo nepoužívajú aktuálne nastavenia.

Ak niektorá textové pole na karte *Bezpečnosť* obsahuje neplatný vstup, konfigurácia bezpečnosti sa nachádza v chybovom stave. Toto sa indikuje niekoľkými spôsobmi:

1. Červená ikona chyby sa zobrazí vedľa textu *Bezpečnosť* na ľavej strane obrazovky.
2. Podkarty s chybami sú označené červenou ikonou chyby v hornej časti.
3. Textové polia obsahujúce chyby sú označené červeným pozadím.

Ak existujú chyby a pokúšate sa navigovať preč z karty *Inštalácia*, zobrazí sa dialógové okno s nasledujúcimi možnosťami:

1. Vyriešte tieto problémy, aby ste odstránili všetky chyby. Toto bude viditeľné, keď červená ikona chyby už nebude zobrazená vedľa textu *Bezpečnosť* na ľavej strane obrazovky.
2. Vráťte sa späť na predtým používanú konfiguráciu bezpečnosti. Toto zruší všetky zmeny a umožní vám to pokračovať na požadovanú lokalitu.

Ak neexistujú žiadne chyby a pokúšate sa navigovať preč, zobrazí sa dialógové okno s nasledujúcimi možnosťami:

1. Použite zmeny a reštartujte systém. Toto použije úpravy konfigurácie bezpečnosti v systéme a vykoná sa reštart. Poznámka: Toto neznamena, že sa zmeny uložili. Vypnutí robota v tomto bode spôsobí stratu všetkých zmien vykonaných v inštalácii robota, vrátane konfigurácie bezpečnosti.
2. Vráťte sa späť na predtým používanú konfiguráciu bezpečnosti. Toto zruší všetky zmeny a umožní vám to pokračovať na vybratú požadovanú lokalitu.

## 10.4 Tolerancie

V *Konfigurácia bezpečnosti* sa nastavujú fyzické limity. Vstupné polia pre tieto limity nezahŕňajú tolerancie: príslušné tolerancie sú zobrazené vedľa pol'a. *Bezpečnostný systém* obdrží hodnoty zo vstupných polí a deteguje porušenie týchto hodnôt. *Rameno robota* sa pokúša predchádzať akémukoľvek porušeniu bezpečnostného systému a poskytuje ochranné zastavenie tým, že zastaví vykonávanie programu, keď sa dosiahne limit mínus tolerancia. Všimnite si, že to znamená, že program nemusí byť schopný vykonávať pohyby v tesnej blízkosti limitu, t.j. robot nemusí byť schopný dosiahnuť presnú maximálnu rýchlosť špecifikovanú limitom rýchlosti kĺbu alebo limitom rýchlosti TCP.



### VÝSTRAHA:

Hodnotenie rizík sa vždy požaduje vykonať s použitím hodnôt limitov bez tolerancií.



### VÝSTRAHA:

Tolerancie sú špecifické pre verziu softvéru. Aktualizácia softvéru môže zmeniť tolerancie. Zmeny medzi verziami nájdete v poznámkach k vydaniu.

## 10.5 Bezpečnostný kontrolný súčet

Text v hornom pravom rohu obrazovky poskytuje zjednodušený znázornenie konfigurácie bezpečnosti, ktorú robot aktuálne používa. Keď sa text zmení indikuje to, že sa tiež zmenila aktuálna konfigurácia bezpečnosti. Kliknutie na kontrolný súčet zobrazí podrobné informácie o aktuálne aktívnej konfigurácii bezpečnosti.

## 10.6 Bezpečnostné režimy

Za normálnych podmienok (t.k. keď nie je použité žiadne ochranné zastavenie) bezpečnostný systém pracuje v jednom z nasledujúcich *bezpečnostných režimov*, každý s priradenými bezpečnostnými limitmi:

*Normálny režim:* Bezpečnostný režim, ktorý je aktivovaný predvolene;

*Znížený režim:* Aktívny, keď sa TCP robota nachádza pod rovinou *Spustiť režim Znížený* (pozrite si 10.12), alebo keď ho spustí konfigurovateľný vstup (pozrite si 10.13).

*Režim obnovy:* Keď rameno robota poruší jeden z ostatných režimov (t.j. režim *Normálny* alebo *Znížený*) a vyskytne sa zastavenie kategórie 0<sup>1</sup>, rameno robota sa spustí v režime *Obnova*. Tento režim umožňuje manuálnu úpravu ramena robota, kým sa nevyriešia všetky porušenia. V tomto režime nie je možné spúšťať programy pre robota.



#### **VÝSTRAHA:**

Všimnite si, že *poloha kĺbu, poloha TCP a orientácia TCP* sú zakázané v režime *Obnova*, takže pri presune ramena robota späť do limitov buďte opatrní.

Podkarty obrazovky *Konfigurácia bezpečnosti* umožňujú používateľovi definovať samostatné súbory bezpečnostných limitov pre režim *Normálny* a *Znížený*. Pre nástroj a kĺby v režime *Znížený* sa požaduje, aby limity týkajúce sa rýchlosti a hybnosti boli obmedzujúcejšie ako ich náprotivky v režime *Normálny*.

Keď sa poruší bezpečnostný limit aktívneho súboru limitov, rameno robota vykoná zastavenie kategórie 0. Ak je porušený aktívny bezpečnostný limit, ako napr. limit polohy kĺbu alebo bezpečnostná hranica, už pri spúšťaní ramena robota, rameno sa spustí v režime *Obnova*. Toto umožňuje presunúť rameno robota späť do bezpečnostných limitov. Keď sa ste v režime *Obnova*, pohyb ramena robota je limitovaný pevným súborom limitov, ktoré nie sú upraviteľné používateľom. Bližšie informácie o limitoch režimu *Obnova* nájdete v Príručka inštalácie hardvéru.

## **10.7 Režim Voľný chod**

Keď sa nachádzate v režime *Voľný chod* (pozrite si 13.1.5) a pohyb ramena robota sa priblíži k určitým limitom, používateľ pocíti odpudzujúcu silu. Táto sila sa generuje pre limity polohy, orientácie a rýchlosti TCP robota a polohy a rýchlosti kĺbov. Účelom tejto odpudzujúcej sily je informovať používateľa o tom, že aktuálna poloha alebo rýchlosť sa blíži k limitu a tým predchádzať tomu, aby robot prekročil daný limit. Avšak ak používateľ aplikuje dostatočnú silu na rameno robota, limit je možné prekročiť. Veľkosť sily sa zvyšuje, keď sa rameno robota približuje k limitu.

### **10.7.1 Spätný chod**

V režime *voľného chodu* sa dá kĺbmi robota pohybovať už pri vyvinutí relatívne malej sily, pretože sa uvoľnia brzdy. Počas inštalácie ramena robota si pri uvoľnení brzd môžete všimnúť menšie vibrácie. V niektorých prípadoch, napríklad keď sa robot blíži ku kolízii, je toto chvenie nežiaduce a na vynútenie pohybu určitých kĺbov do želannej polohy bez uvoľnenia všetkých brzd v ramene možno využiť funkciu *spätného chodu*.

Zapnutie *spätného chodu*:

<sup>1</sup>v súlade IEC 60204-1, bližšie informácie nájdete v glosári.

1. Zapnite vypínač, čím sa kĺby pripoja do napájania. Robot je teraz v režime „voľnobehu“. Neuvolňujte brzdy (t. j. nestláčajte START).
2. Stlačte a podržte tlačidlo *Voľný chod*. Robot sa prepne do režimu „Spätný chod“.
3. Kým je zapnuté/stlačené tlačidlo *Voľný chod*, na kĺboch sa uvoľnia len tie brzdy, na ktoré sa vyvinie značný tlak. Počas prevádzky v *spätnom chode* sa robot pohybuje ťažkopádne.

## 10.8 Ochrana heslom

Všetky nastavenia na tejto obrazovke sa uzamknú, kým sa zadá správne bezpečnostné heslo (pozrite si 15.3) do bieleho textové poľa v spodnej časti obrazovky a stlačí tlačidlo *Odomknúť*. Obrazovku je možné opätovne uzamknúť kliknutím na tlačidlo *Zamknúť*. Karta *Bezpečnosť* sa automaticky zamkne, keď opustíte obrazovku *Konfigurácia bezpečnosti*. Keď sú nastavenia uzamknuté, zobrazí sa ikona zámku vedľa textu *Bezpečnosť* na ľavej strane obrazovky. Odomknutá ikona sa zobrazí, keď sú nastavenia odomknuté.



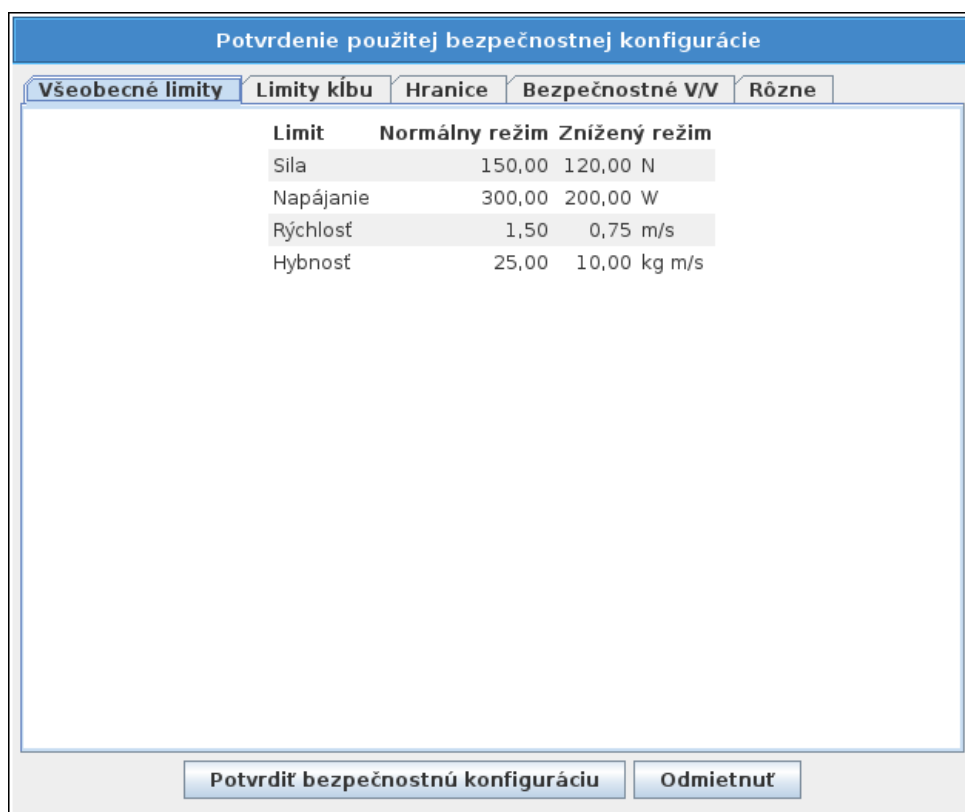
### POZNÁMKA:

Všimnite si, že rameno robota sa spustí, keď sa obrazovka *Konfigurácia bezpečnosti* odomkne.

## 10.9 Použiť

Keď odomykáte konfiguráciu bezpečnosti, rameno robota bude vypnuté, kým nevykonáte zmeny. Rameno robota nie je možné spustiť, kým sa nepoužijú alebo nezrušia zmeny a vykoná sa manuálne zapnutie z inicializačnej obrazovky.

Všetky zmeny konfigurácie bezpečnosti je potrebné použiť alebo zrušiť pred navigovaním preč z karty *Inštalácia*. Tieto zmeny *nie sú účinné*, kým sa nestlačí tlačidlo *Použiť* a vykoná sa potvrdenie. Potvrdenie požaduje vizuálnu kontrolu zmien vykonaných na ramene robota. Z bezpečnostných dôvodov sú zobrazené informácie v jednotkách SI. Príklad dialógového okna potvrdenia je zobrazený nižšie.



Zmeny sa po potvrdení automaticky uložia ako súčasť aktuálnej inštalácie robota. Bližšie informácie o uložení inštalácie robota nájdete v 13.5.

## 10.10 Všeobecné limity

Všeobecné bezpečnostné limity slúžia na obmedzenie lineárnej rýchlosti TCP robota, ako aj sily, ktorou môže pôsobiť na okolie. Skladajú sa z nasledujúcich hodnôt:

*Sila*: Limit pre maximálnu silu, ktorou TCP robota môže pôsobiť na okolie.

*Výkon*: Limit pre maximálnu mechanickú prácu, ktorou robot môže pôsobiť na okolie s tým, že užitočné zaťaženie je súčasťou robota a nie okolia.

*Rýchlosť*: Limit maximálnej lineárnej rýchlosti TCP robota.

*Momentum*: Limit maximálnej hybnosti ramena robota.

Existujú dva spôsoby konfigurácie všeobecných bezpečnostných limitov v rámci inštalácie; bližšie informácie o *Základných nastaveniach* a *Pokročilých nastaveniach* sú uvedené nižšie.

Definovanie všeobecných bezpečnostných limitov definuje limity len pre nástroj a nie celkový limit pre rameno robota. Toto znamená, že aj keď je definovaný limit rýchlosti, *negarantuje* to, že ostatné súčasti robota sa budú riadiť rovnakými limitmi.

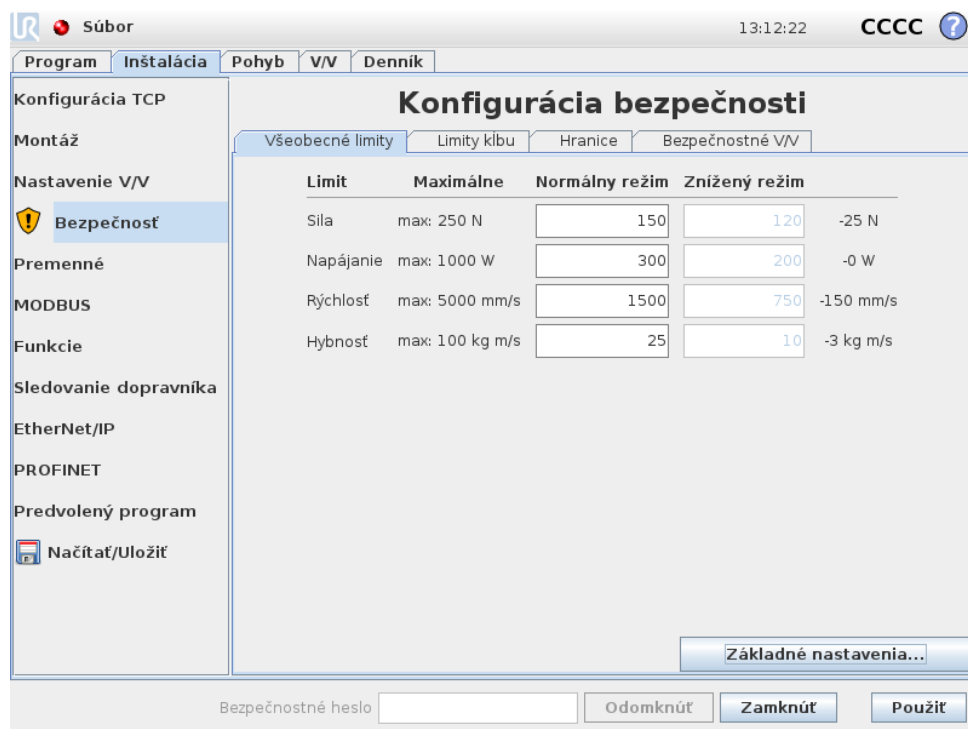
Keď sa nachádzate v režime *Vol'ný chod* (pozrite si 13.1.5) a aktuálna rýchlosť TCP robota je blízko limitu *Rýchlosti*, používateľ bude cítiť odpudzujúcu silu, ktorá rastie s tým ako sa rýchlosť blíži k limitu. Sila sa generuje, keď sa aktuálna rýchlosť nachádza približne 250 mm/s od limitu.

**Základné nastavenia** Počiatočný podpanel so všeobecnými limitmi, ktorý je zobrazený ako predvolená obrazovka, obsahuje jazdec so štyrmi nasledujúcimi preddefinovanými súbormi hodnôt pre limity sily, výkonu, rýchlosti a hybnosti režimov *Normálny* a *Znížený*:

Konkrétne súbory hodnôt sú zobrazené v grafickom používateľskom rozhraní. Preddefinované súbory hodnôt sú len návrhy a nenahrádzajú riadne hodnotenie rizík.

**Prepnutie na pokročilé nastavenia** Ak nie je žiaden z preddefinovaných súborov hodnôt vyhovujúci, stlačením tlačidla *Pokročilé nastavenia...* vstúpíte na obrazovku pokročilých všeobecných limitov.

### Pokročilé nastavenia



Tu je možné samostatne upraviť každý všeobecný limit popísaný v 10.10. Toto sa vykoná ťuknutím na príslušné textové pole a zadaním novej hodnoty. Najvyššia prijatá hodnota pre každý limit je uvedená v stĺpci s názvom *Maximum*. Medznú hodnotu sily je možné nastaviť na hodnotu medzi 100 N a 250 N, a medznú hodnotu napájania je možné nastaviť na hodnotu medzi 80 W a 1000 W,

Všimnite si, že polia pre limity v režime *Znížený* sú deaktivované, keď nie je nastavená žiadna bezpečnostná rovina ani konfigurovateľný vstup na ich spustenie (pozrite si 10.12 a 10.13, kde nájdete bližšie informácie). Navyše, limity pre *Rýchlosť* a *Hybnosť* v režime *Znížený* nesmú byť vyššie ako ich náprotivky v režime *Normálny*.

Tolerancia a jednotka pre každý limity sú uvedené na konci príslušného riadka. Keď beží program, rýchlosť ramena robota sa automaticky prispôbi, aby neprekročila žiadnu zo zadaných hodnôt mínus toleranciu (pozrite si 10.4). Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu

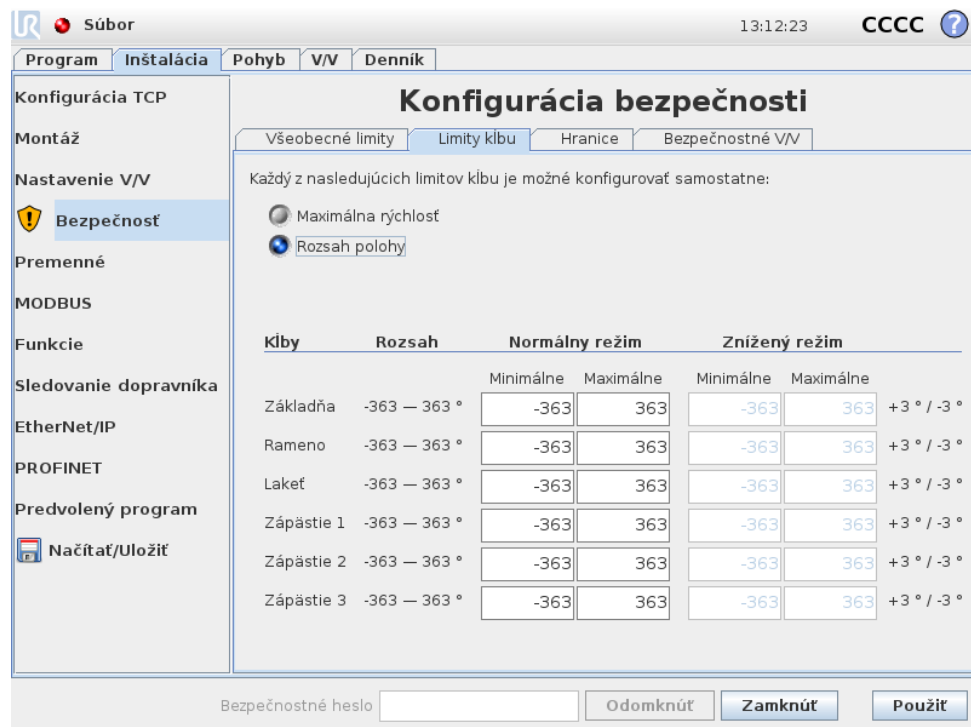
indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0, ak rameno robota prekročí limit (bez tolerancie).

**VÝSTRAHA:**

Limit rýchlosti sa vzťahuje len na TCP robota, čiže ostatné súčasti ramena robota sa môžu pohybovať rýchlejšie, ako je definovaná hodnota.

**Prepnutie na základné nastavenia** Stlačením tlačidla Základné nastavenia... prepnete späť na obrazovku základných všeobecných limitov a všetky všeobecné limity sa resetujú na ich *Predvolené* nastavenia. Ak by to malo spôsobiť stratu prispôbenej hodnoty, zobrazí sa vyskakovacie dialógové okno s výzvou na potvrdenie tejto činnosti.

## 10.11 Limity kĺbu



Kĺby	Rozsah	Normálny režim		Znížený režim		
		Minimálne	Maximálne	Minimálne	Maximálne	
Základňa	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Rameno	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Lakeť	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zápästie 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zápästie 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zápästie 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °

Limity kĺbu obmedzujú pohyb jednotlivých kĺbov v kĺbovom priestore, t.j. nevzťahujú sa na karteziánsky priestor, ale skôr na vnútornú (rotačnú) polohu kĺbov a ich rotačnú rýchlosť. Prepínače v hornej časti podpanelu umožňujú nezávisle nastaviť Maximálnu rýchlosť a Rozsah polohy pre kĺby.

Keď sa nachádzate v režime *Vol'ný chod* (pozrite si 13.1.5) a aktuálna poloha alebo rýchlosť kĺbu je blízko limitu, používateľ bude cítiť odpudzujúcu silu, ktorá rastie s tým ako sa kĺb blíži k limitu. Sila sa generuje, keď sa rýchlosť kĺbu nachádza približne 20 °/s od rýchlostného limitu alebo poloha kĺbu sa nachádza približne 8 ° od limitu polohy.

**Maximálna rýchlosť** Táto možnosť definuje maximálnu uhlovú rýchlosť pre každý kĺb. Toto sa vykoná ťuknutím na príslušné textové pole a zadaním novej hodnoty. Najvyššia prijatá hodnota je uvedená v stĺpci s názvom *Maximum*. Žiadna z týchto hodnôt nemôže byť nastavená pod hodnotu tolerancie.

Všimnite si, že polia pre limity v režime *Znížený* sú deaktivované, keď nie je nastavená žiadna bezpečnostná rovina ani konfigurovateľný vstup na ich spustenie (pozrite si 10.12 a 10.13, kde nájdete bližšie informácie). Navyše, limity pre režim *Znížený* nesmú byť vyššie ako ich náprotivky v režime *Normálny*.

Tolerancia a jednotka pre každý limity sú uvedené na konci príslušného riadka. Keď beží program, rýchlosť ramena robota sa automaticky prispôsobí, aby neprekročila žiadnu zo zadaných hodnôt mínus toleranciu (pozrite si 10.4). Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s každou hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Avšak ak uhlová rýchlosť niektorého z kĺbov prekročí zadanú hodnotu (bez tolerancie), bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0.

**Rozsah polohy** Táto obrazovka definuje rozsah polohy pre každý kĺb. Toto sa vykoná ťuknutím na príslušné textové pole a zadaním nových hodnôt pre dolnú a hornú hraničnú polohu kĺbu. Zadaný interval sa musí pohybovať v rozmedzí hodnôt uvedených v stĺpci s názvom *Rozsah* a dolná hraničná poloha nemôže prekročiť hornú hraničnú polohu.

Všimnite si, že polia pre limity v režime *Znížený* sú deaktivované, keď nie je nastavená žiadna bezpečnostná rovina ani konfigurovateľný vstup na ich spustenie (pozrite si 10.12 a 10.13, kde nájdete bližšie informácie).

Tolerancie a jednotka pre každý limity sú uvedené na konci príslušného riadka. Prvá hodnota tolerancie sa týka minimálnej hodnoty a druhá sa týka maximálnej hodnoty. Vykonanie programu sa preruší, keď sa poloha kĺbu chystá prekročiť rozsah vyplývajúci z pridania prvej tolerancie k zadanej minimálnej hodnote a odpočítaním druhej tolerancie od zadanej maximálnej hodnoty, ak pokračuje v pohybe pozdĺž predpokladanej trajektórie. Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Avšak ak poloha kĺbu prekročí zadaný rozsah, bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0.

---

## 10.12 Hranice

Na tejto karte môžete konfigurovať hraničné limity pozostávajúce z bezpečnostných rovín a limit maximálnej povolenej odchýlky orientácie nástroja robota. Tiež je možné definovať roviny, ktoré spúšťajú prechod do režimu *Znížený*.

Bezpečnostné roviny sa môžu používať na obmedzenie povoleného pracovného priestoru robota vynútením, aby TCP robota zostalo na správnej strane definovaných rovín a neprekročilo ich. Je možné nakonfigurovať až osem rovín. Obmedzenie orientácie nástroja je možné použiť na zaistenie toho, že orientácia nástroja robota sa neodchýli od požadovanej orientácia viac ako o určitú špecifikovanú hodnotu.

**VÝSTRAHA:**

Definovanie bezpečnostných rovín limituje len TCT a nepredstavuje celkový limit pre rameno robota. Toto znamená, že aj keď je špecifikovaná bezpečnostná rovina, *negarantuje* to, že ostatné súčasti robota sa budú riadiť týmto obmedzením.

Konfigurácia každého hraničného limitu je založená na jednej z funkcií definovaných v aktuálnej inštalácii robota (pozrite si 13.12).

**POZNÁMKA:**

Dôrazne sa odporúča, aby ste vytvorili všetky funkcie potrebné pre konfiguráciu všetkých požadovaných hraničných limitov a priradili im vhodné názvy, a to pred úpravou konfigurácie bezpečnosti. Všimnite si, že keďže sa rameno robota vypne po odomknutí karty *Bezpečnosť*, funkcia *Nástroj* (obsahujúca aktuálnu polohu a orientáciu TCP robota) ako aj režim *Vol'ný pohyb* (pozrite si 13.1.5), nebudú dostupné.

Keď sa nachádzate v režime *Vol'ný chod* (pozrite si 13.1.5) a aktuálna poloha TCP robota je blízko bezpečnostnej roviny alebo odchýlka orientácie nástroja robota od požadovanej orientácie je blízko špecifikovanej maximálnej odchýlke, používateľ bude cítiť odpudzujúcu silu, ktorá rastie s tým ako sa TCP blíži k limitu. Sila sa generuje, keď sa TCP nachádza približne 5 cm od bezpečnostnej roviny alebo odchýlka orientácie nástroja je približne 3° od špecifikovanej maximálnej odchýlky.







Keď sa rovina definuje ako *spustiť režim Znížený* a TCP prekročí túto hranicu, bezpečnostný systém prejde do režimu *Znížený*, ktorý aplikuje bezpečnostné nastavenia režimu *Znížený*. Spúšťačie roviny dodržiavajú rovnaké pravidlá ako bežné bezpečnostné roviny okrem toho, že umožňujú ramenu robota cez ne prejsť.

### 10.12.1 Výber hranice pre konfiguráciu


Panel *Bezpečnostné hranice* na ľavej strane karty sa používa na výber hraničného limitu pre konfiguráciu.

Ak chcete vytvoriť bezpečnostnú rovinu, kliknite na jednu z horných osem položiek na paneli. Ak sa vybratá bezpečnostná rovina už konfigurovala, príslušné 3D znázornenie roviny je zvýraznené v 3D zobrazení (pozrite si 10.12.2) v pravej časti panelu. Bezpečnostnú rovinu je možné vytvoriť v časti *Vlastnosti bezpečnostnej roviny* (pozrite si 10.12.3) v spodnej časti karty.

Kliknutím na položku *Ohraničenie nástroja* nakonfigurujete hraničný limit orientácie pre nástroj robota. Konfiguráciu limitu je možné špecifikovať v časti *Vlastnosti bezpečnostnej roviny* (pozrite si 10.12.4) v spodnej časti karty.

Kliknutím na tlačidlo  /  zapnete/vypnete 3D vizualizáciu hraničného limitu. Ak je hraničný limit aktívny, *bezpečnostný režim* (pozrite si 10.12.3 a 10.12.4) je indikovaný jednou z nasledujúcich ikon  /  /  / .

## 10.12.2 3D vizualizácia

3D zobrazenie zobrazuje konfigurované bezpečnostné roviny a hraničný limit orientácie pre nástroj robota spolu s aktuálnou polohou ramena robota. Všetky konfigurované položky hranice, pri ktorých je vybratá možnosť viditeľnosti (t.j., zobrazujú ikonu ) v časti Bezpečnostné hranice, sú zobrazené spolu s aktuálnym vybraným hraničným limitom.

(Aktívne) bezpečnostné roviny sú zobrazené žltou a čiernou farbou s malou šípku znázorňujúcou normálnu hodnotu roviny, ktorá označuje stranu roviny, na ktorej môže byť TCP robota umiestnené. Spúšťačie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou. Malá šípka znázorňuje stranu roviny, ktorá *nespúšťa* prechod do režimu *Znížený*. Ak sa vybrala bezpečnostná rovina na paneli v ľavej časti karty, zvýrazní sa príslušné 3D znázornenie.

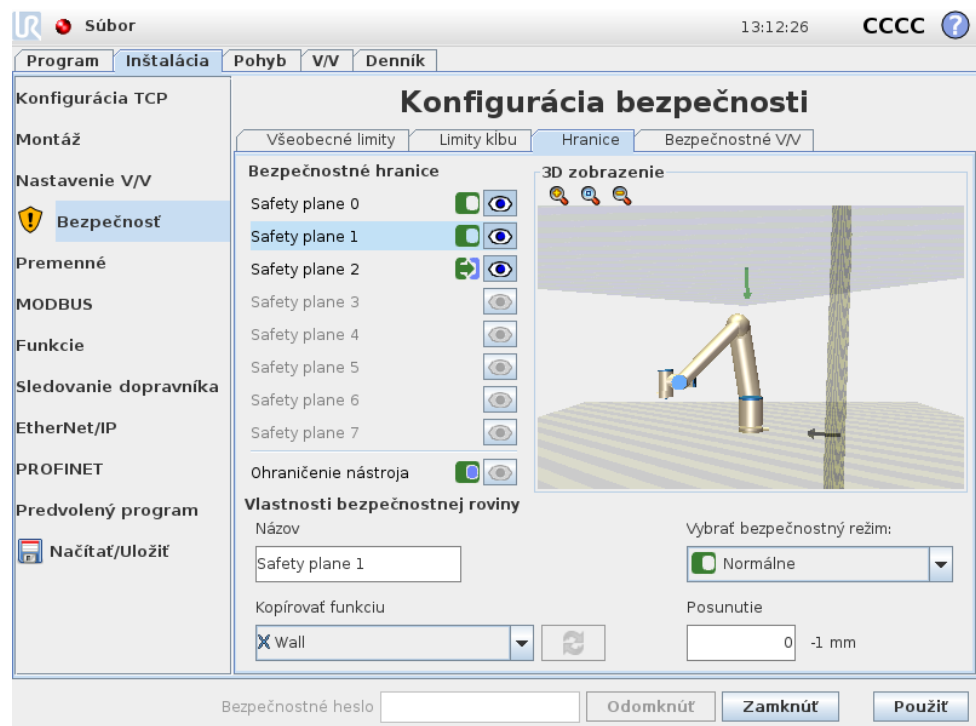
Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužela s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu nástroja robota. Vnútorňa strana kužela predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

Keď sú rovina alebo hraničný limit orientácie nástroja nakonfigurované alebo neaktívne, vizualizácia je šedá.

Stlačením ikony lupy možno zobrazenie priblížiť/oddialiť a potiahnutím prsta možno zmeniť zobrazenie.

## 10.12.3 Konfigurácia bezpečnostnej roviny




Časť *Vlastnosti* bezpečnostnej roviny v spodnej časti karty definuje konfiguráciu vybraných bezpečnostných rovín na paneli Bezpečnostné hranice v hornej ľavej časti karty.








**Názov** Textové pole `Názov` umožňuje používateľovi priradiť názov vybratej bezpečnostnej roviny. Zmeňte názov ťuknutím na textové pole a zadaním nového názvu.

**Kopírovať funkciu** Poloha a normálna hodnota bezpečnostnej roviny sa špecifikuje použitím funkcie (pozrite si 13.12) z aktuálnej inštalácie robota. Na výber funkcie použijete rozbaľovací zoznam v dolnej ľavej časti `Vlastnosti bezpečnostnej roviny`. Sú dostupné len funkcie typu bod a rovina. Výber položky `<Undefined>` vymaže konfiguráciu roviny.

Os z vybratej funkcie bude smerovať do nepovolenej oblasti a normálna hodnota roviny bude smerovať do opačného smeru okrem prípadu, keď je vybratá funkcia `Základňa`, keby normálna hodnota roviny smeruje do rovnakého smeru. Ak je rovina konfigurovaná ako *spustiť režim Znížený*, (pozrite si 10.12.3), normála roviny indikuje stranu roviny, ktorá *nespúšťa* a prechod do režimu *Znížený*.

Upozorňujeme, že keď sa bezpečnostná rovina nakonfigurovala pomocou výberu funkcie, informácie o polohe sa len *skopírujú* do bezpečnostnej roviny; rovina *nie* je prepojená s touto funkciou. Toto znamená, že ak sa vykonajú zmeny v polohe alebo orientácii funkcie, ktorá bola použitá na konfiguráciu bezpečnostnej roviny, bezpečnostná rovina sa automaticky neaktualizuje. Ak sa funkcia zmenila, je to indikované ikonou  umiestnenou nad voličom funkcie. Kliknite na tlačidlo  vedľa voliča, čím aktualizujete bezpečnostnú rovinu o aktuálnu polohu a orientáciu funkcie. Ikona  sa tiež zobrazí, ak sa vybratá funkcia odstráni z inštalácie.

**Bezpečnostný režim** Na výber *bezpečnostného režimu* pre bezpečnostnú rovinu použijete rozbaľovaciu ponuku na pravej strane panelu `Vlastnosti bezpečnostnej roviny`, s nasledujúcimi dostupnými režimami:

 Vypnuté	Bezpečnostná rovina nie je <i>nikdy aktívna</i> .
 Normálne	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Normálny</i> , rovina režimu <i>Normálny</i> je <i>aktívna</i> a predstavuje <i>prísny limit</i> pre polohu TCP robota.
 Znížené	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Znížený</i> , rovina režimu <i>Znížený</i> je <i>aktívna</i> a predstavuje <i>prísny limit</i> pre polohu TCP robota.
 Normálne a znížené:	Keď sa bezpečnostný systém nachádza buď v režime <i>Normálny</i> , alebo <i>Znížený</i> , rovina režimu <i>Normálny</i> a <i>Znížený</i> je <i>aktívna</i> a predstavuje <i>prísny limit</i> pre polohu TCP robota.
 Spustiť režim Znížený	Keď sa bezpečnostný systém nachádza buď v režime <i>Normálny</i> , alebo <i>Znížený</i> , rovina <i>spustiť režim Znížený</i> je <i>aktívna</i> a spôsobuje, že sa bezpečnostný systém prepne do režimu <i>Znížený</i> , kým je TCP robota umiestnené pod ňou.

Vybratý *bezpečnostný režim* je označený ikonou v príslušnej položke na paneli *Bezpečnostné hranice*. Ak sa *bezpečnostný režim* nastaví na *Vypnutý*, nie je zobrazená žiadna

ikona.

**Posunutie** Keď sa vyberie funkcia z rozbaľovacieho zoznamu v dolnej ľavej časti panelu *Vlastnosti bezpečnostnej roviny*, bezpečnostnú rovinu je možné preložiť ťuknutím na textové pole *Posunutie* dolnej pravej časti panela a zadáním hodnoty. Zadanie kladnej hodnoty zväčší povolený pracovný priestor robota presunutím roviny do opačného smeru od normálnej hodnoty roviny, zatiaľ čo zadanie zápornej hodnoty zmenší povolenú oblasť presunutím roviny v smere normálnej hodnoty roviny.

Tolerancia a jednotka posunutia hraničnej roviny sú zobrazené napravo od textového pola.

**Účinok rovín *prísneho limitu*** Vykonalie programu sa preruší, keď sa poloha TCP chystá prekročiť aktívnu rovinu prísneho limitu mínus tolerancia (pozrite si 10.4), ak pokračuje v pohybe pozdĺž predpokladanej trajektórie. Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0, ak poloha TCP prekročí špecifický limit bezpečnostnej roviny (bez tolerancie).

**Účinok rovín *spustiť režim Znížený*** Ak nie je spustené žiadne ochranné zastavenie a bezpečnostný systém sa nenachádza v špeciálnom režime *Obnova* (pozrite si 10.6), pracuje buď v režime *Normálny* alebo *Znížený* a pohyby ramena robota sú limitované príslušným súborom limitov.

Predvolene je bezpečnostný systém v režime *Normálny*. Pri prechodoch do režimu *Znížený* vždy, keď sa vyskytne jedna z nasledujúcich situácií:

- a) TCP robota je umiestnené za niektorou z rovín *spustiť režim Znížený*, t.j. je umiestnené na strane roviny, ktorá je *opačná* ako smer malej šípky vo vizualizácii roviny.
- b) Funkcia bezpečnostného vstupu režimu *Znížený* je konfigurovaná a vstupné signály sú nízke (pozrite si 10.13, kde nájdete bližšie informácie).

Ak žiadna z vyššie uvedených situácií už neplatí, systém sa vráti späť do režimu *Normálny*.

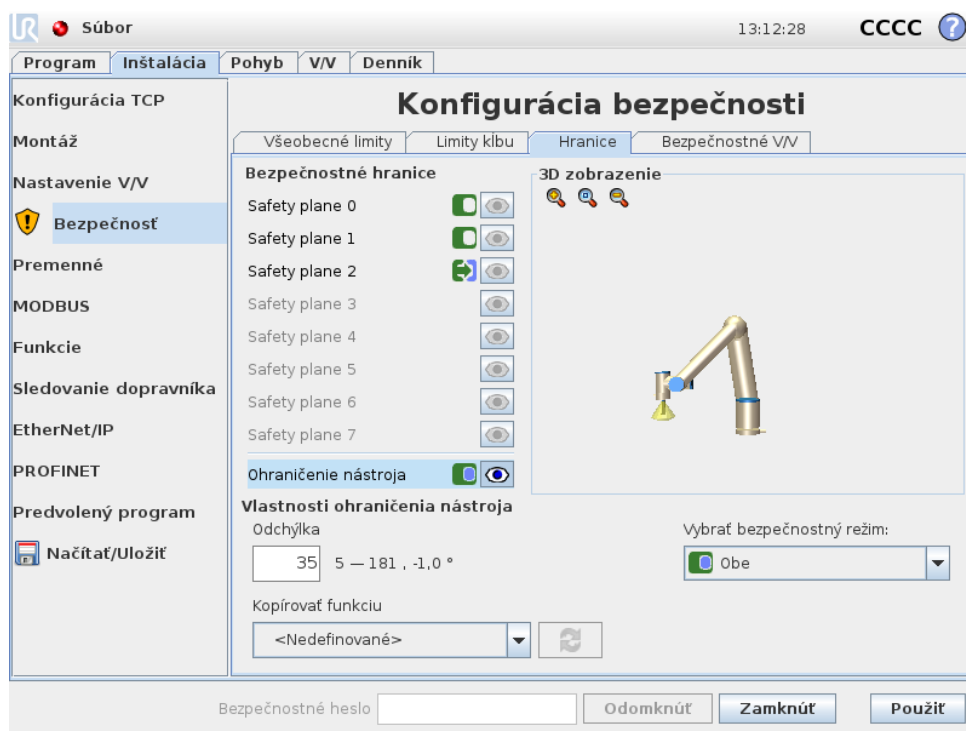
Keď je prechod z režimu *Normálny* do *Znížený* spôsobený prechodom cez rovinu *spustiť režim Znížený*, vykoná sa prechod zo súboru limitov režimu *Normálny* na súbor limitov režimu *Znížený*. Akonáhle je TCP robota umiestnené 20 mm alebo bližšie k rovine *spustiť režim Znížený* (ale stále na strane režimu *Normálny*), na každý limit sa aplikujú tolerantnejšie limity režimu *Normálny* a *Znížený*. Keď TCP robota prejde rovinou *spustiť režim Znížený*, súbor limitov režimu *Normálny* už nie je aktívny a presadzuje sa súbor limitov režimu *Znížený*.

Keď je prechod z režimu *Znížený* do *Normálny* spôsobený prechodom cez rovinu *spustiť režim Znížený*, vykoná sa prechod zo súboru limitov režimu *Znížený* na súbor limitov režimu *Normálny*. Akonáhle TCP robota prejde rovinou *spustiť režim Znížený*, na každý limit sa aplikujú tolerantnejšie limity režimu *Normálny* a *Znížený*.

Akonáhle je TCP robota umiestnené 20 mm alebo ďalej od roviny *spustiť režim Znížený* (na strane režimu *Normálny*), súbor limitov režimu *Znížený* už nie je aktívny a presadzuje sa súbor limitov režimu *Normálny*.

Ak predpokladaná trajektória spôsobí prechod TCP robota cez rovinu *spustiť režim Znížený*, rameno robota začne spomaľovať ešte pred prechodom rovinou, ak má prekročiť rýchlosť kĺbu, rýchlosť nástroja alebo limit hybnosti nového súboru limitov. Všimnite si, že keďže sa od týchto limitov požaduje, aby boli obmedzujúcejšie v súbore limitov režimu *Znížený*, takého predčasné spomalenie môže nastať len pri prechode z režimu *Normálny* do režimu *Znížený*.

## 10.12.4 Konfigurácia ohraničenia nástroja



Panel *Vlastnosti ohraničenia nástroja* v spodnej časti karty definuje limit orientácie nástroja robota, ktorý pozostáva z požadovanej orientácie nástroja a hodnoty pre maximálnu povolenú odchýlku od tejto orientácie.




**Odchýlka** Textové pole *Odchýlka* zobrazuje hodnotu pre maximálnu povolenú odchýlku orientácie nástroja robota od požadovanej orientácie. Zmeňte túto hodnotu ťuknutím na textové pole a zadaním novej hodnoty.

Rozsah prijateľnej hodnoty spolu s toleranciou a jednotkou odchýlky sú uvedené vedľa textového pola.




**Kopírovať funkciu** Požadovaná orientácia nástroja robota sa špecifikuje použitím funkcie (pozrite si 13.12) z aktuálnej inštalácie robota. Os z vybratej funkcie sa použije ako vektor požadovanej orientácie nástroja pre tento limit.

Na výber funkcie použite rozbaľovací zoznam v dolnej ľavej časti *Vlastnosti*

ohraničenia nástroja. Sú dostupné len funkcie typu bod a rovina. Výber položky <Undefined> vymaže konfiguráciu roviny.

Upozorňujeme, že keď sa limit nakonfiguroval pomocou výberu funkcie, informácie o orientácii sa len *skopírujú* do limitu; limit *nie je* prepojený s touto funkciou. Toto znamená, že ak sa vykonajú zmeny v polohe a orientácii funkcie, ktorá bola použitá na konfiguráciu limitu, limit sa automaticky neaktualizuje. Ak sa funkcia zmenila, je to indikované ikonou  umiestnenou nad voličom funkcie. Kliknite na tlačidlo  vedľa voliča, čím aktualizujete limit o aktuálnu orientáciu funkcie. Ikona  sa tiež zobrazí, ak sa vybratá funkcia odstráni z inštalácie.

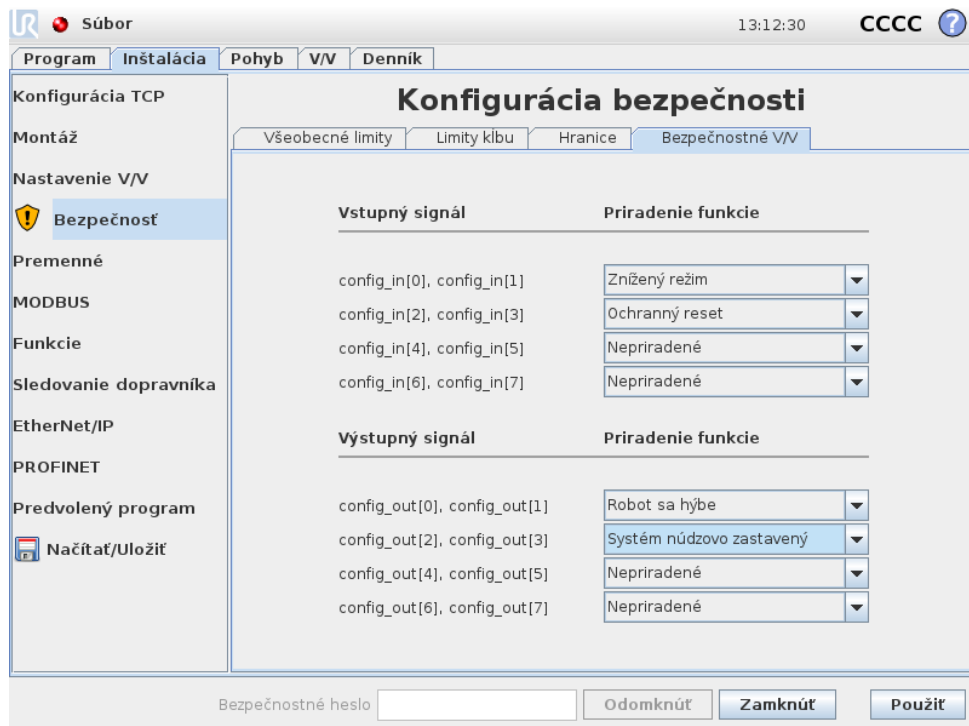
**Bezpečnostný režim** Na výber *bezpečnostného režimu* pre hranicu orientácie nástroja použijete rozbaľovaciu ponuku na pravej strane panelu *Vlastnosti hranice nástroja*, s nasledujúcimi dostupnými režimami: Sú k dispozícii nasledovné možnosti:

Vypnuté	Hraničný limit nástroja nie je nikdy aktívny.
 Normálne	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Normálny</i> , hraničný limit nástroja je aktívny.
 Znížené	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Znížený</i> , hraničný limit nástroja je aktívny.
 Normálne a znížené:	Keď sa bezpečnostný systém nachádza buď v režime <i>Normálny</i> , alebo <i>Znížený</i> , hraničný limit nástroja je aktívny.

Vybratý *bezpečnostný režim* je označený ikonou v príslušnej položke na paneli *Bezpečnostné hranice*. Ak sa *bezpečnostný režim* nastaví na *Vypnutý*, nie je zobrazená žiadna ikona.

**Účinok** Vykonanie programu sa preruší, keď odchýlka orientácie nástroja má prekročiť zadanú maximálnu odchýlku mínus tolerancia (pozrite si 10.4), ak pokračuje v pohybe pozdĺž predpokladanej trajektórie. Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0, ak odchýlka orientácie ramena prekročí limit (bez tolerancie).

## 10.13 Bezpečnostné V/V



Táto obrazovka definuje *Bezpečnostné funkcie* pre konfigurovateľné vstupy a výstupy (V/V). V/V sú rozdelené medzi vstupy a výstupy, a sú spárované tak, aby každá funkcia poskytovala kategóriu <sup>2</sup> 3 a PLd V/V.

*Bezpečnostné funkcie* môžu ovládať len jednu dvojicu V/V. Pokus o výber rovnakej bezpečnostnej funkcie druhýkrát odstráni túto funkciu z prvej dvojice predtým definovaných V/V. Existuje 5 *Bezpečnostných funkcií* pre vstupné signály a 4 pre výstupné signály.

### 10.13.1 Vstupné signály

Nasledujúce *Bezpečnostné funkcie* je možné vybrať pre vstupné signály: Núdzové zastavenie systému, Znížený režim, Ochranný reset, Trojpolohový prepínač a Prevádzkový režim.

**Núdzové zastavenie systému** Po nakonfigurovaní umožňujú prídanie doplnkového tlačidla núdzového zastavenia **okrem** Tlačidlo núdzového zastavenia funkcie na ručnom ovládacom paneli. Pri tejto funkcii treba použiť zariadenie v súlade s normou ISO 13850.

**Znížený režim** Všetky bezpečnostné limity majú dva režimy, v ktorých sa môžu použiť: Režim *Normálny*, ktorý špecifikuje predvolenú bezpečnostnú konfiguráciu a režim *Znížený* (pozrite si 10.6, kde nájdete bližšie informácie). Keď vyberiete túto vstupnú bezpečnostnú funkciu, nízky signál vyslaný do vstupov spôsobí prechod

<sup>2</sup>v súlade ISO 13849-1, bližšie informácie nájdete v glosári.

bezpečnostného systému do režimu *Znížený*. Ak je to potrebné, rameno robota následne spomalí, aby splnilo limit režimu *Znížený*. Ak rameno robota stále porušuje nejaké limity režimu *Znížený*, vykoná sa zastavenie kategórie 0. Prechod späť do režimu *Normálny* sa vykoná rovnakým spôsobom. Všimnite si, že bezpečnostné roviny tiež spôsobujú prechod do režimu *Znížený* (pozrite si 10.12.3, kde nájdete bližšie informácie).



**Ochranný reset** Ak je Ochranné zastavenie zapojené do bezpečnostných V/V, potom sa tento vstup môže použiť na zaistenie, že stav Ochranného zastavenia bude trvať, kým sa spustí reset. Rameno robota sa nepohne, keď sa nachádza v stave Ochranného zastavenia.



#### VÝSTRAHA:

Vstupná funkcia Ochranný reset je konfigurovaná pre vstupné kolíky 0 a 1. Jeho úplné zakázanie znamená, že sa rameno robota prestane zastavovať hneď, keď vstup Ochranné zastavenie dosiahne vysokú hodnotu! Inými slovami, bez vstupu Ochranný reset vstupu Ochranné zastavenie SIO a SI1 (pozrite si Príručka inštalácie hardvéru) úplne určujú, či sa stav ochranné zastavenia aktivuje alebo nie.

**Trojpolohový prepínač a Prevádzkový režim** Počas nastavenia a programovania robota umožňujú použiť trojpolohové povolovalacie zariadenie ako ďalšie ochranné opatrenie. Keď sa nakonfiguruje vstup Trojpolohový prepínač, robot sa nachádza buď v „režime prevádzky“, alebo „režime programovania“. V pravom hornom rohu sa objaví ikona zobrazujúca aktuálny prevádzkový režim:

-  *Režim prevádzky*: Robot môže vykonávať len preddefinované úlohy. Karta Pohyb a režim Voľný pohyb nie sú dostupné.
-  *Režim programovania*: Obmedzenia prítomné v *režime prevádzky* sa zrušia. Avšak vždy, keď je vstup Trojpolohový prepínač nízky, prebehne ochranné zastavenie robota. Jazdec rýchlosti sa taktiež nastaví na počiatočnú hodnotu, ktorá zodpovedá 250 mm/s a môže sa postupne zvyšovať, aby sa dosiahla vyššia rýchlosť. Jazdec rýchlosti sa resetuje na nižšiu hodnotu vždy, keď vstup Trojpolohový prepínač prejde z nízkej hodnoty na vysokú.

Existujú dva postupy pre konfiguráciu výberu prevádzkového režimu:

1. Ak chcete vybrať prevádzkový režim použitím externého zariadenia pre výber režimu, nakonfigurujte vstup Prevádzkový režim. Možnosť pre jeho konfiguráciu sa objaví v rozbaľovacích ponukách, keď sa nakonfiguruje vstup Trojpolohový prepínač. Robot bude v *režime prevádzky*, keď vstup Prevádzkový režim je nízky a v *režime programovania*, keď je vysoký.
2. Aby sa vybral prevádzkový režim z rozhrania Polyscope, musí sa nakonfigurovať len vstup Trojpolohový prepínač, ktorý sa následne použijú v bezpečnostnej konfigurácii. V tomto prípade je predvolený režim *Prevádzka*.

Aby ste prepli na režim *programovania*, stlačte tlačidlo „Programovať robota“ na uvítacej obrazovke. Aby ste prepli naspäť na režim *prevádzky*, jednoducho opustíte obrazovku „Programovať robota“.

**POZNÁMKA:**

Po potvrdení konfigurácie bezpečnostných V/V s potvrdeným vstupom Trojpolohový prepínač sa automaticky zobrazí uvítacia obrazovka. Uvítacia obrazovka sa tiež automaticky zobrazí, keď sa prevádzkový režim zmení z *Programovanie* na *Prevádzka*.

### 10.13.2 Výstupné signály

Nasledujúce *Bezpečnostné funkcie* je možné použiť pre výstupné signály: Keď sa stav, ktorý spustil vysoké signály skončí, všetky signály sa vrátia na nízke:

**Núdzové zastavenie systému** Nízky signál sa odošle len vtedy, keď Núdzové zastavenie robota vstup alebo Tlačidlo núdzového zastavenia spustí stav Núdzového zastavenia bezpečnostného systému. Ako prevencia zablokovania sa nízky signál neodošle, ak stav Núdzového zastavenia spustí vstup Núdzové zastavenie systému.

**POZNÁMKA:**

Externý mechanizmus, ktorý z robota prijíma stav Núdzového zastavenia cez výstup Núdzového zastavenia systému, musí byť v súlade s normou ISO 13850. Je to obzvlášť potrebné pri nastaveniach, kde je vstup Núdzové zastavenie robota pripojený k externému zariadeniu núdzového zastavenia. V takých prípadoch sa po uvoľnení externého núdzového zastavenia systému vstup Núdzového zastavenia systému zmení na vysoký. Z toho vyplýva, že stav núdzového zariadenia externého mechanizmu sa zresetuje bez manuálneho zásahu osoby, ktorá obsluhuje robot. Preto treba na dodržanie bezpečnostných noriem externý mechanizmus znovu zapnúť ručne.

**Robot sa hýbe** Vždy, keď sa rameno robota pohne, odošle sa nízky signál. Keď sa rameno robota nehýbe, odošle sa vysoký signál.

**Robot nezastavuje** Keď sa vyžiadalo zastavenie ramena robota, od vyžiadania do zastavenia ramena uplynie nejaký čas. Počas tohto času bude signál vysoký. Keď sa hýbe rameno robota a nebolo vyžiadané zastavenie, alebo keď rameno robota je v zastavenej polohe, signál bude nízky.

**Znížený režim** Odošle nízky signál, keď sa rameno robota prepne do režimu *Znížený*, alebo ak je bezpečnostný vstup konfigurovaný so vstupom režim *Znížený* a signál je momentálne nízky. V opačnom prípade je signál vysoký.



**Neznížený režim** Toto je opak Zníženého režimu definovaného vyššie.

# 11 Spustiť programovanie

## 11.1 Úvod

Rameno od spoločnosti Universal Robot je zložené z trubíc a kĺbov. Kĺby so svojimi bežnými názvami sú zobrazené na obrázku 11.1. *Základňa* je v mieste, kde je robot namontovaný, a na opačnom konci (*Zápästie 3*) je pripojený nástroj robota. Koordináciou pohybu každého z kĺbov môže robot voľne pohybovať so svojim nástrojom, okrem oblasti priamo nad a priamo pod základňou.

PolyScope je grafické používateľské rozhranie (GUI), ktoré vám umožňuje pracovať s ramenom robota a riadiacou skrinkou, spúšťať programy robota a jednoducho vytvárať nové programy.

Nasledujúca časť obsahuje stručné pokyny pre prácu s robotom. Obrázky a funkcie rozhrania PolyScope sú podrobnejšie vysvetlené nižšie.

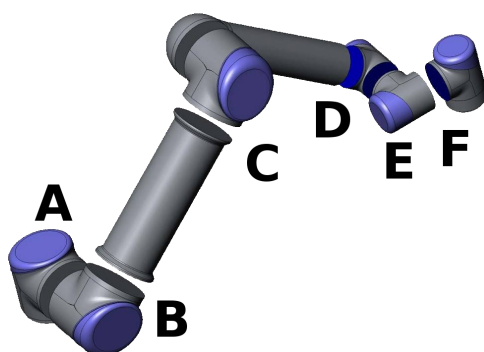


### NEBEZPEČENSTVO:

1. Príručka inštalácie hardvéru obsahuje dôležité bezpečnostné informácie, ktoré si musí integrátor robotov UR prečítať a porozumieť im pred tým, než sa robot spustí prvý krát.
2. Pred prvým spustením ramena robota musí integrátor nastaviť parametre bezpečnostnej konfigurácie definované v hodnotení rizík, pozrite si kapitolu 10.

## 11.2 Začíname

Pred použitím rozhrania PolyScope je potrebné nainštalovať rameno robota a riadiacu skrinku a zapnúť riadiacu skrinku.



Obr. 11.1: Kĺby robota A: *Základňa*, B: *Rameno*, C: *Laket'* a D, E, F: *Zápästie 1, 2, 3*

### 11.2.1 Inštalácia ramena robota a riadiacej skrinky

Ak chcete nainštalovať rameno robota a riadiacu skrinku, vykonajte nasledovné:

1. Vybaľte rameno robota a riadiacu skrinku.
2. Namontujte rameno robota na pevný povrch odolný voči vibráciám.
3. Položte riadiacu skrinku na pätku.
4. Zapojte kábel robota medzi robota a riadiacu skrinku.
5. Zapojte riadiacu skrinku do sieťovej zásuvky.



**VÝSTRAHA:**

Nebezpečenstvo prevrátenia. Ak nie je robot bezpečne umiestnený na pevnom povrchu, môže sa prevrátiť a spôsobiť poranenie.

Podrobné pokyny pre inštaláciu môžete nájsť v Príručka inštalácie hardvéru. Upozorňujeme, že pred použitím ramena robot na vykonanie akejkoľvek práce je potrebné vykonať hodnotenie rizík.

### 11.2.2 Zapnutie a vypnutie riadiacej skrinky

Riadiaca skrinka sa zapína stlačením tlačidla napájania na prednej strane panela s dotykovou obrazovkou. Tento panel sa zvyčajne nazýva *ručný ovládací panel*. Keď sa zapne riadiaca skrinka, text základného operačného systému sa zobrazí na dotykovej obrazovke. Približne po 1 minúte sa na obrazovke zobrazí niekoľko tlačidiel a vyskakovacie okno povedie používateľa na inicializačnú obrazovku (pozrite si 11.5).

Riadiaca skrinka sa vypína stlačením zeleného tlačidla napájania na obrazovke alebo pomocou tlačidla *Vypnúť* na uvítacej obrazovke (pozrite si 11.4).



**VÝSTRAHA:**

Vypnutie vytiahnutím kábla zo zásuvky môže spôsobiť poškodenie systému súborov robota a následne poruchu robota.

### 11.2.3 Zapnutie a vypnutie ramena robota

Rameno robota možno zapnúť, ak je zapnutá riadiaca skrinka a ak nie je aktivované žiadne z tlačidiel núdzového zastavenia. Zapnutie ramena robota sa vykonáva na inicializačnej obrazovke (pozrite si 11.5) dotykom tlačidla *ZAP* na obrazovke a následným stlačením tlačidla *Štart*. Keď sa robot zapne, vydá zvuk a mierne sa pohne zatiaľ čo sa uvoľnia brzdy.

Napájanie ramena robota možno vypnúť dotykom tlačidla *VYP* na inicializačnej obrazovke. Rameno robota sa tiež automaticky vypne po vypnutí riadiacej skrinky.

## 11.2.4 Rýchly štart

Ak chcete rýchlo naštartovať robota po jeho inštalácii, vykonajte nasledujúce kroky:

1. Stlačte spínač núdzového zastavenia na prednej strane ručného ovládacieho panela.
2. Stlačte tlačidlo napájania na ručnom ovládacom paneli.
3. Počkajte chvíľku, kým sa systém spúšťa a na dotykovej obrazovke sa zobrazuje text.
4. Keď je systém pripravený, na dotykovej obrazovke sa zobrazí vyskakovacie okno s informáciou, že robot treba inicializovať.
5. Dotknite sa tlačidla vo vyskakovacom dialógovom okne. Presuniete sa na inicializačnú obrazovku.
6. Počkajte na dialógové okno *Potvrdenie o použitej bezpečnostnej konfigurácii* a stlačte tlačidlo *Potvrdiť bezpečnostnú konfiguráciu*. Použite sa počítačový súbor bezpečnostných parametrov, ktorý je potrebné upraviť na základe hodnotenia rizík.
7. Odomknite tlačidlá núdzového zastavenia. Stav robota sa zmení z *Núdzovo zastavený* na *Vypnutý*.
8. Opustite dosah (pracovný priestor) robota.
9. Dotknite sa tlačidla *Zapnúť* na dotykovej obrazovke. Počkajte niekoľko sekúnd, kým sa stav robota zmení na *Nečinný*.
10. Overte, či sú hmotnosť užitočného zaťaženia a vybrané uchytie správne. Ak sa uchytie detegované na základe údajov senzoru nezhoduje s vybraným uchytiením, obdržíte upozornenie.
11. Dotknite sa tlačidla *štart* na dotykovej obrazovke. Robot vydá zvuk a pri odblokovaní brzd sa mierne posunie.
12. Dotknite sa tlačidla *OK*, čím sa dostanete na uvítaciu obrazovku.

## 11.2.5 Prvý program

Program je zoznam príkazov, ktoré určujú činnosť robota. Užívateľské rozhranie PolyScope umožňuje naprogramovať robota i osobám s obmedzenými znalosťami programovania. Pri väčšine úloh sa programovanie vykonáva čisto pomocou dotykového panela bez písania akýchkoľvek šifrovaných príkazov.

Keďže pohyb nástroja je veľmi dôležitou súčasťou programu robota, podstatný je spôsob, ako naučiť robota pohybovať sa. V rozhraní PolyScope sú pohyby nástroja určené pomocou série *traťových bodov*, t.j. bodov v pracovnom priestore robota. Traťový bod môže byť určený pohybom robota do určitej polohy alebo vypočítaný softvérom. Aby ste rameno robota presunuli na určitú polohu, použijete buď kartu *Pohyb* (pozrite si 13.1), alebo jednoducho potiahnite rameno robota na jeho miesto podržaním tlačidla *Volný chod* v zadnej časti ručného ovládacieho panelu.

Okrem pohybu cez traťové body môže program v určitých bodoch na dráhe robota vysielat' V/V signály do iných strojov a vykonávať príkazy ako napríklad `if...then` alebo `loop`, a to na základe premenných a V/V signálov.

Ak chcete vytvoriť jednoduchý program v rámci naštartovaného robota, vykonajte nasledovné:

1. Dotknite sa tlačidla *Programovať* robota a vyberte možnosť *Prázdny program*.
2. Dotknite sa tlačidla *Ďalej* (vpravo dolu), aby sa v stromovej štruktúre na ľavej strane obrazovky zvolil riadok `<empty>`.
3. Prejdite na kartu *Štruktúra*.
4. Dotknite sa tlačidla *Pohyb*.
5. Prejdite na kartu *Príkaz*.
6. Stlačením tlačidla *Ďalej* prejdete na nastavenia *Trat'ový bod*.
7. Stlačte tlačidlo *Nastaviť tento trat'ový bod vedľa obrázka „?“*.
8. Na obrazovke *Pohyb* posuňte robota stlačením rôznych modrých šípok alebo podržaním tlačidla *Vol'ný chod*, ktoré sa nachádza na boku ručného ovládacieho panela, a súčasným ťahaním ramena robota.
9. Stlačte *OK*.
10. Stlačte *Pridať trat'ový bod pred*.
11. Stlačte tlačidlo *Nastaviť tento trat'ový bod vedľa obrázka „?“*.
12. Na obrazovke *Pohyb* posuňte robot stlačením rôznych modrých šípok alebo podržaním tlačidla *Vol'ný chod* a súčasným ťahaním ramena robota.
13. Stlačte *OK*.
14. Program je hotový. Keď stlačíte symbol *„Prehrať“*, robot sa posunie medzi dvoma trat'ovými bodmi. Postavte sa v bezpečnej vzdialenosti, majte pripravené tlačidlo núdzového zastavenia a stlačte tlačidlo *„Prehrať“*.
15. Blahoželáme! Práve ste vytvorili prvý program robota, ktorým sa robot posúva medzi dvoma stanovenými trat'ovými bodmi.

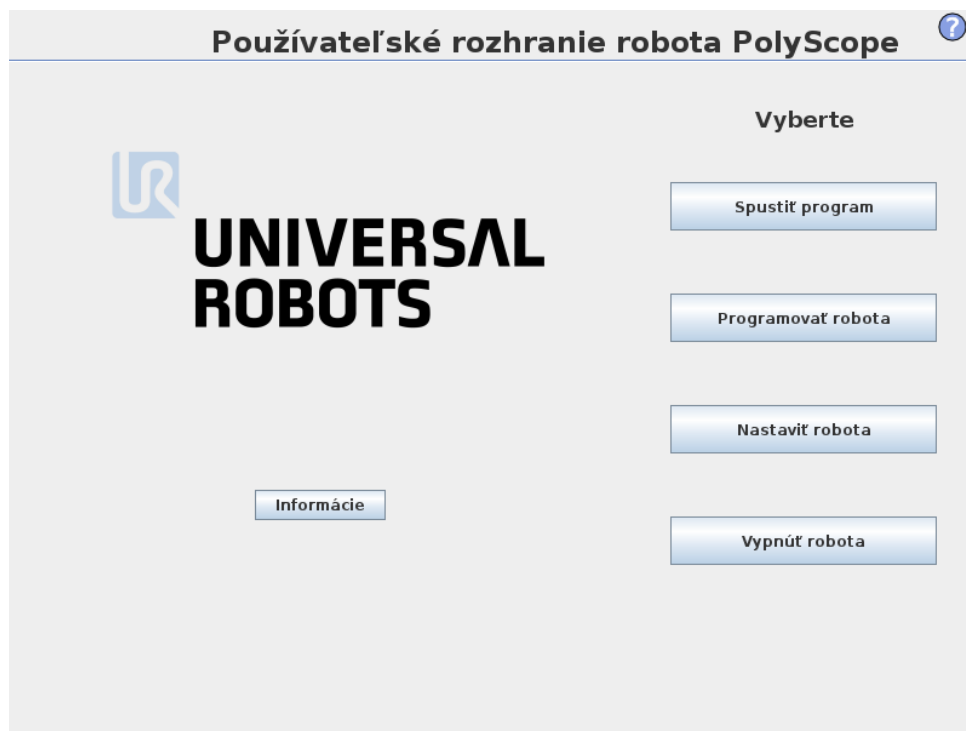


#### VÝSTRAHA:

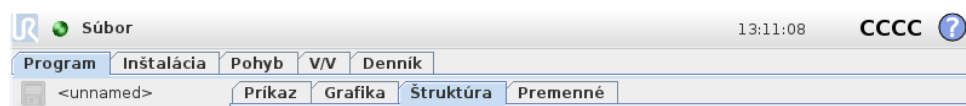
1. Dávajte pozor, aby robot nenarazil do seba samého ani do žiadneho iného predmetu, pretože by to mohlo spôsobiť jeho poškodenie.
2. Udržiavajte vašu hlavu a trup mimo dosahu (pracovný priestor) robota. Nedávajte prsty tam, kde môžu byť zachytené.
3. Toto je len stručná príručka, ktorá ukazuje, aké jednoduché je používanie robota UR. Za predpokladu, že prostredie je bezpečné a používateľ je veľmi opatrný. Nezvyšujte rýchlosť alebo zrýchlenie nad predvolené hodnoty. Pred umiestnením robota do prevádzky vždy vykonajte hodnotenie rizík.

## 11.3 Programovacie rozhranie PolyScope

Rozhranie PolyScope beží na dotykovej obrazovke pripojenej k riadiacej skrinke.



Na obrázku je znázornená uvítacia obrazovka. Modrasté oblasti obrazovky sú tlačidlá, ktoré možno stlačiť prstom alebo opačným koncom pera. Rozhranie PolyScope má hierarchickú štruktúru obrazoviek. V programovacom prostredí sú obrazovky usporiadané na *kartách*, čo umožňuje jednoduchý prístup k obrazovkám.



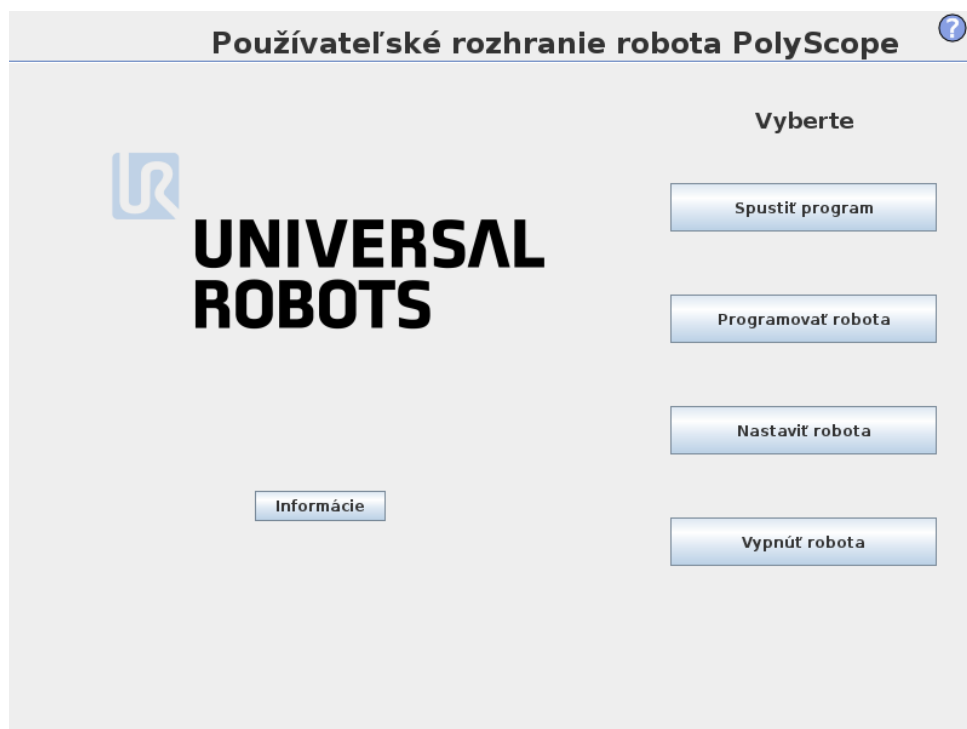
V tomto príklade je vybraná karta `Program` na hornej úrovni a pod ňou je vybraná karta `Štruktúra`. Karta `Program` obsahuje informácie týkajúce sa aktuálne načítaného programu. Ak sa vyberie karta `Pohyb`, zobrazí sa obrazovka *Pohyb*, z ktorej možno pohybovať robotom. Podobne výberom karty `IV/V` možno monitorovať a meniť aktuálny stav elektrických vstupov a výstupov.

K riadiacej skrinke alebo ručnému ovládaciemu panelu je možné pripojiť myš a klávesnicu, nie je to však potrebné. Takmer všetkých textových polí sa môžete dotýkať, takže keď sa ich dotknete, vyvoláte klávesnicu či číselnú klávesnicu na obrazovke. Pri poliach, ktorých sa nie je možné dotýkať, sa nachádza ikona editora, ktorá spúšťa priradený vstupný editor.



Ikony klávesnice na obrazovke, klávesnice a editora výrazov sú zobrazené vyššie. Jednotlivé obrazovky rozhrania PolyScope sú opísané v nasledujúcich častiach.

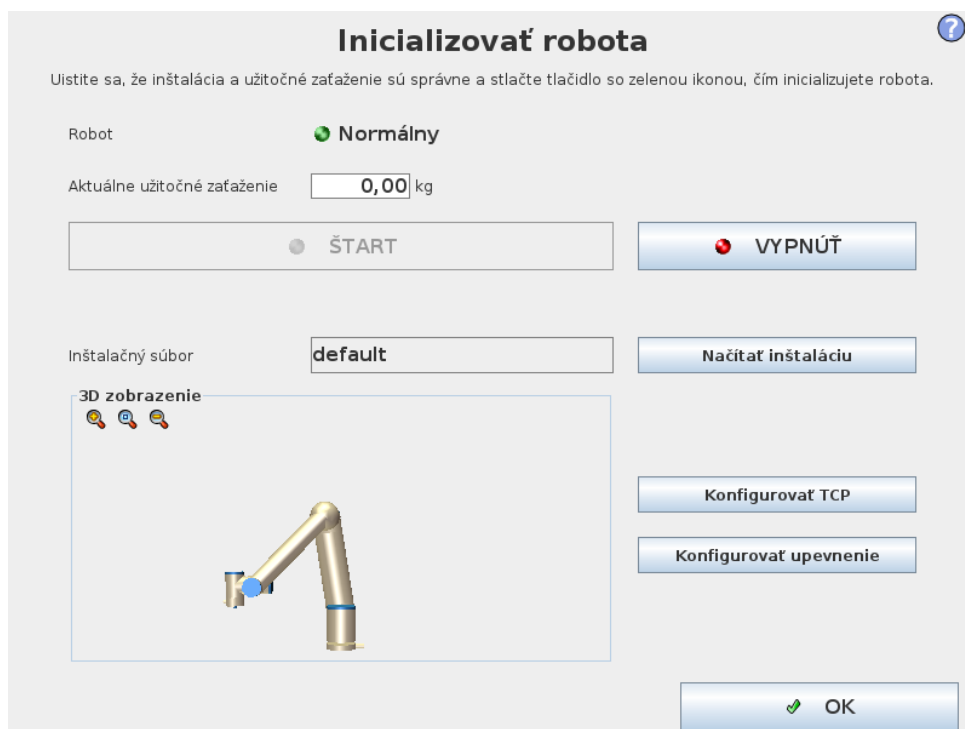
## 11.4 Uvítacia obrazovka



Po naštartovaní riadiaceho počítača sa zobrazí uvítacia obrazovka. Táto obrazovka ponúka nasledovné možnosti:

- **Spustiť program:** Vyberte a spustíte existujúci program. Toto je najjednoduchší spôsob prevádzky ramena robota a riadiacej skrinky.
- **Programovať robota:** Zmena programu alebo vytvorenie nového programu.
- **Nastaviť robota:** Zmena jazyka, nastavenie hesiel, aktualizácia softvéru, atď.
- **Vypnúť robota:** Vypne rameno robota a riadiacu skrinku.
- **Informácie:** Poskytuje podrobné informácie súvisiace s verziami softvéru, názvom hostiteľa, adresou IP, sériovým číslom a právnymi informáciami.

## 11.5 Inicializačná obrazovka



Na tejto obrazovke možno ovládať inicializáciu ramena robota.

### Indikátor stavu ramena robota

Stavová kontrolka LED indikuje prevádzkový stav ramena robota:

- Jasnočervená kontrolka LED indikuje, že robot je momentálne zastavený a môže byť na to niekoľko dôvodov.
- Jasnožltá kontrolka LED indikuje, že robot je momentálne zapnutý, ale nie je pripravený na normálnu prevádzku.
- Zelená kontrolka LED indikuje, že robot je momentálne zapnutý, ale je pripravený na normálnu prevádzku.

Text zobrazený vedľa kontrolky LED ďalej špecifikuje aktuálny stav ramena robota.

### Aktívne užitočné zaťaženie a inštalácia

Keď je rameno robota zapnuté, hmotnosť užitočného zaťaženia používaná ovládačom počas prevádzky ramena robota je zobrazená v malom bielom textovom poli. Túto hodnotu je možné upraviť ťuknutím na textové pole a zadaním novej hodnoty. Upozorňujeme, že nastavenie tejto hodnoty neupravuje užitočné zaťaženie v inštalácii robota (pozrite si 13.6), len nastavuje hmotnosť užitočného zaťaženia používanú ovládačom.

Názov aktuálne načítaného inštalračného súboru je taktiež zobrazený v šedom textovom poli. Ťuknutím na textového pole alebo použitím vedľa umiestneného tla-

čidla Načítať, môžete načítať inú inštaláciu. Prípadne môžete prispôsobiť načítanú inštaláciu použitím tlačidiel vedľa 3D zobrazenia v dolnej časti obrazovky.

Pred spustením ramena robota je veľmi dôležité overiť, že aktívne užitočné zaťaženie a aktívna inštalácia zodpovedajú skutočnej situácii, v ktorej sa rameno robota aktuálne nachádza.

## Inicializácia ramena robota



### NEBEZPEČENSTVO:

Pred spustením ramena robota vždy overte, že skutočné užitočné zaťaženie a inštalácia sú správne. Ak sú tieto nastavenia nesprávne, rameno robota a riadiaca skrinka nebudú pracovať správne a môžu sa stať nebezpečnými pre ľudí alebo zariadenia, ktoré sa nachádzajú v ich blízkosti.



### UPOZORNENIE:

Ak sa rameno robota dotýka prekážky alebo stola, musíte byť veľmi opatrní, pretože posunutie ramena robota do prekážky môže poškodiť prevodovku kĺbu.

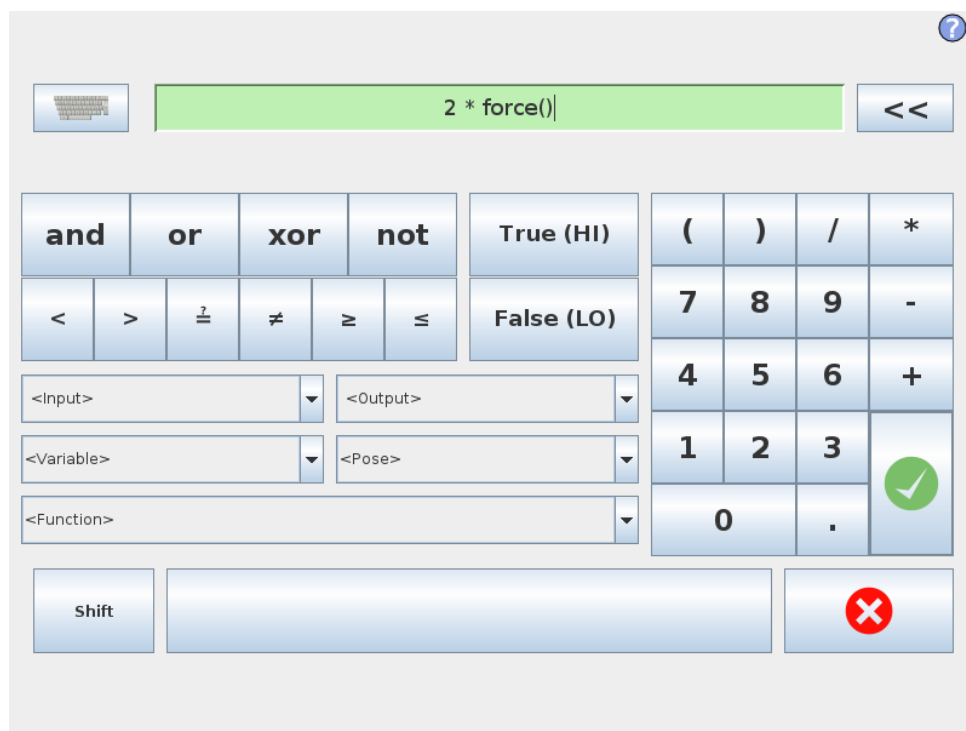
Veľké tlačidlo so zelenou ikonou slúži na vykonanie inicializácie ramena robota. Text na tlačidle a činnosť, ktorú vykonáva, sa menia v závislosti na aktuálnom stave ramena robota.

- Keď sa spustí PC s ovládaním je potrebné raz ťuknúť na tlačidlo, čím sa pustí rameno robota. Stav ramena robota sa potom prepne na *Zapnuté* a následne na *Nečinné*. Upozorňujeme, že keď je aktivované núdzové zastavenie, rameno robota nie je možné zapnúť, takže tlačidlo bude deaktivované.
- Keď je stav ramena robota *Nečinné*, je potrebné opätovne ťuknúť na tlačidlo, čím spustíte rameno robota. V tomto bode sa porovnajú údaje senzora s nakonfigurovaným upevnením ramena robota. Ak sa nájde nezhoda (s toleranciou 30°), tlačidlo sa deaktivuje a zobrazí sa pod ním chybová správa. Ak overenie upevnenia prejde, ťuknutím na tlačidlo uvoľníte brzdy kĺbu a rameno robota bude pripravené na normálnu prevádzku. Všimnite si, že pri uvoľnení brzd robot vydá zvuk a mierne sa pohne.
- Ak rameno robota prekročí po spustení niektorý z bezpečnostných limitov, pracuje v špeciálnom *Režime obnovy*. V tomto režime ťuknutie na tlačidlo prepína na obrazovku režimu obnovy, kde je možné vrátiť rameno robota naspäť do bezpečnostných limitov.
- Ak sa vyskytne chyba, ovládač je možné reštartovať použitím tohto tlačidla.
- Ak nie je ovládač momentálne spustený, ťuknutím na tlačidlo ho spustíte.

Menšie tlačidlo s červenou ikonou slúži na vypnutie ramena robota.

## 12 Editory na obrazovke

### 12.1 Editor výrazov na obrazovke



Samotný výraz sa upravuje ako text, avšak v editore výrazov je k dispozícii viacero tlačidiel a funkcií na vkladanie špeciálnych symbolov do výrazov, napríklad symbol  $*$  na násobenie alebo symbol  $\leq$  pre menšie alebo rovné. Tlačidlom so symbolom klávesnice v ľavom hornom rohu obrazovky sa prepína na textovú úpravu výrazu. Všetky definované premenné možno nájsť vo voľiči *Premenné* a názvy vstupných a výstupných portov sa nachádzajú vo voľičoch *Vstup* a *Výstup*. Niektoré špeciálne funkcie sú pod položkou *Funkcie*.

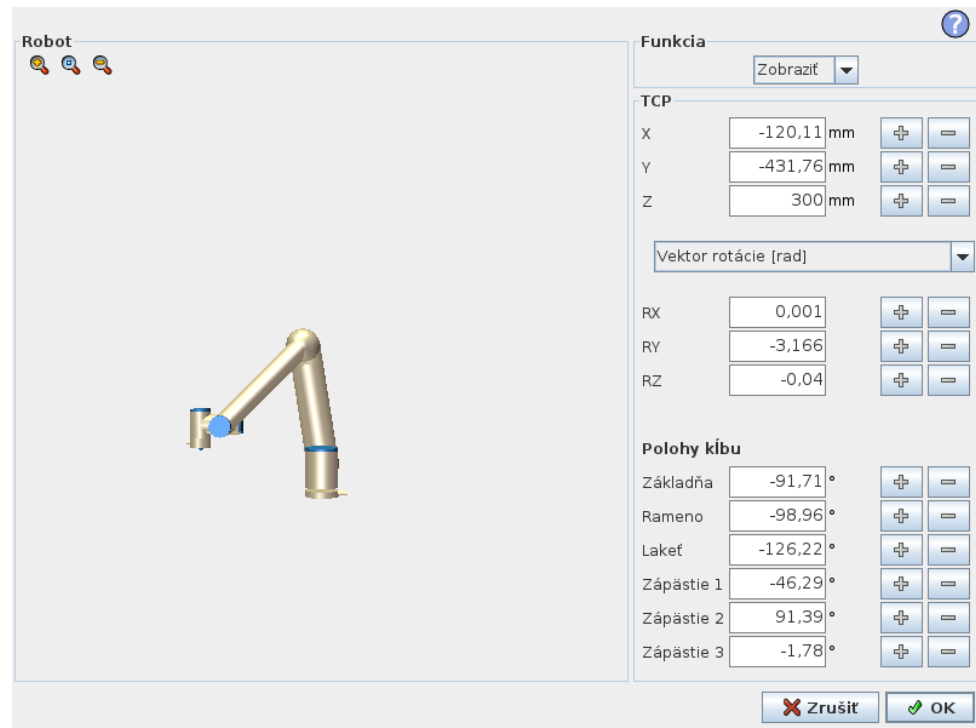
Pri stlačení tlačidla *OK* sa výraz skontroluje, či neobsahuje gramatické chyby. Tlačidlom *Zrušiť* opustíte obrazovku, pričom zmeny sa neuložia.

Výraz môže vyzeráť takto:

```
digital_in[1]?=True and analog_in[0]<0.5
```

### 12.2 Obrazovka úpravy pozície

Na tejto obrazovke môžete zadať cieľové polohy kĺbu, alebo cieľovú pozíciu (polohu a orientáciu) nástroja robota. Táto obrazovka je „offline“ a neovláda priamo rameno robota.



## Robot

Aktuálna poloha ramena robota a zadaná nová cieľová poloha sú zobrazené na grafickom zobrazení 3D. 3D nákres ramena robota znázorňuje aktuálnu polohu ramena robota a „tieň“ ramena robota znázorňuje cieľovú polohu ramena robota ovládanú zadanými hodnotami na pravej strane obrazovky. Stlačením ikony lupy možno zobrazenie priblížiť / oddialiť a potiahnutím prsta možno zmeniť zobrazenie.

Ak sa špecifikovaná cieľová poloha TCP robota približuje bezpečnostnej alebo spúšťacej rovine, alebo orientácia nástroja robota je v blízkosti hraničného limitu orientácie nástroja (pozrite si 10.12), zobrazí sa 3D znázornenie blízkeho hraničného limitu.

Bezpečnostné roviny sú zobrazené žltou a čiernou farbou s malou šípkou znázorňujúcou normálnu hodnotu roviny, ktorá označuje stranu roviny, na ktorej môže byť TCP robota umiestnené. Spúšťacie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou a malou šípkou smerujúcou k strane roviny, v rámci ktorej sú aktívne limity režimu *Normálny* (pozrite si 10.6). Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužeľa s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu nástroja robota. Vnútorňa strana kužeľa predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

Keď sa TCP robota už nenachádza v blízkosti limitu, 3D znázornenie zmizne. Ak cieľové TCP prekračuje alebo sa blíži k prekročeniu hraničného limitu, vizualizácia limitu sčervená.

## Funkcia a poloha nástroja

V pravom hornom rohu obrazovky nájdete volič funkcií. Volič funkcií definuje, ktorá funkcia ovláda rameno robota.

Názov momentálne aktívneho bodu v strede nástroja (TCP) sa zobrazí pod voličom funkcií. Bližšie informácie o konfigurácii niekoľkých pomenovaných TCP nájdete v 13.6. Textové polia ukazujú úplné hodnoty súradníc daného TCP vzhľadom na vybratú funkciu. X, Y a Z ovládajú polohu nástroja, zatiaľ čo RX, RY a RZ ovládajú orientáciu nástroja.

Pomocou rozbaľovacej ponuky nad políčkami RX, RY a RZ vyberte vyjadrenie orientácie. K dispozícii sú tieto druhy:

- **Vektor rotácie [rad]** Orientácia sa zobrazuje ako *vektor rotácie*. Dĺžka osi udáva uhol otočenia v radiánoch a samotný vektor udáva os, okolo ktorej sa otáča. Toto je predvolené nastavenie.
- **Vektor rotácie [°]** Orientácia sa zobrazuje ako *vektor rotácie*, kde dĺžka vektora predstavuje uhol rotácie vyjadrený v stupňoch.
- **RPY [rad]** *Uhly Náhlonu, rozstupu a výchylky (RPY)*, kde sú uhly vyjadrené v stupňoch. Matica rotácia RPY (rotácia X, Y', Z'') je daná vzťahom:

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

- **RPY [°]** *Uhly Náhlonu, rozstupu a výchylky (RPY)*, kde sú uhly vyjadrené v stupňoch.

Hodnoty je možné upraviť kliknutím na súradnicu. Kliknutím na tlačidlo+ alebo – presne napravo od políčka umožňuje pridať alebo odobrať množstvo k/z aktuálnej hodnoty. Stlačenie a podržanie tlačidla priamo zvýši/zníži hodnotu. Čím dlhšie podržíte tlačidlo, tým väčšie bude zvýšenie/zníženie.

## Polohy kĺbu

Umožňuje priame zadanie polôh jednotlivých kĺbov. Každá poloha kĺbu môže byť vyjadrená hodnotami v rozsahu od  $-360^\circ$  do  $+360^\circ$ , ktoré predstavujú *medzné hodnoty kĺbu*. Hodnoty je možné upraviť kliknutím na polohu kĺbu. Kliknutím na tlačidlo+ alebo – presne napravo od políčka umožňuje pridať alebo odobrať množstvo k/z aktuálnej hodnoty. Stlačenie a podržanie tlačidla priamo zvýši/zníži hodnotu. Čím dlhšie podržíte tlačidlo, tým väčšie bude zvýšenie/zníženie.

## Tlačidlo OK

Ak bola táto obrazovka aktivovaná z karty Pohyb (pozrite si 13.1), kliknutím na tlačidlo OK sa vrátite na kartu Pohyb, kde sa robot pohne na zadaný cieľ. Ak posledná zadaná hodnota bola súradnica nástroja, robot sa pohne na cieľovú polohu použitím pohybu typu *PohybL*, zatiaľ čo by sa pohol na cieľovú polohu použitím pohybu typu *PohybJ*, ak by poslednou zadanou hodnotou bola poloha kĺbu. Rozdielne typy pohybu sú popísané v 14.5.

## Tlačidlo Zrušiť

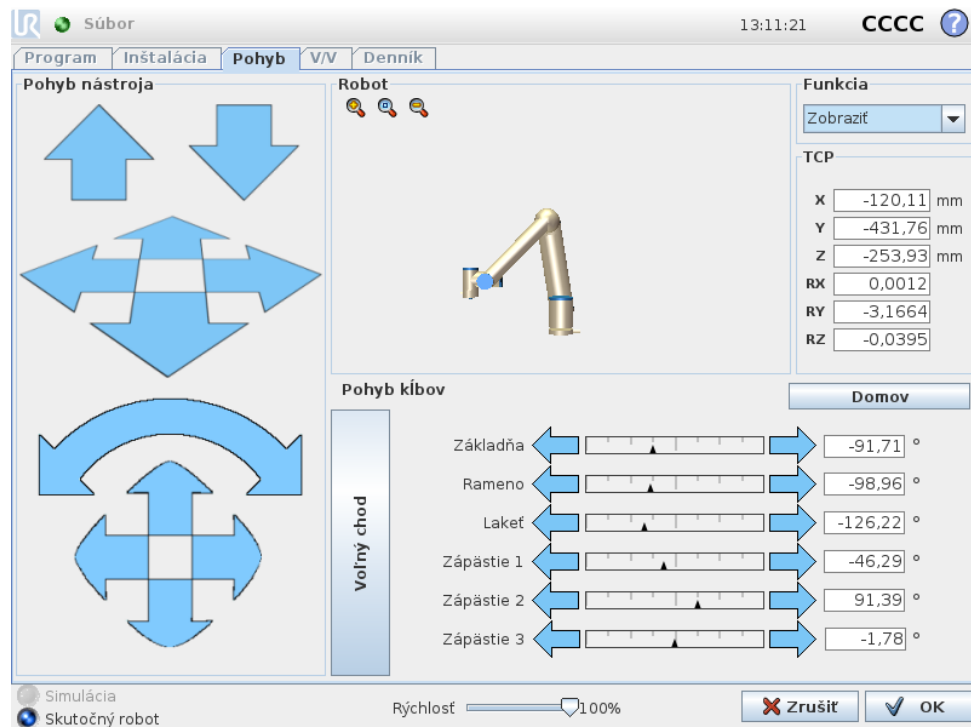
Kliknutím na tlačidlo Zrušiť opustíte obrazovku, pričom zmeny sa neuložia.



# 13 Ovládanie robota

## 13.1 Karta Pohyb

Na tejto obrazovke možno vždy priamo pohybovať ramenom robota, a to buď presúvaním/otáčaním nástroja robota, alebo individuálnym pohybom kĺbov robota.



### 13.1.1 Robot

Aktuálna poloha ramena robota sa zobrazuje na grafickom zobrazení 3D. Stlačeními ikonami lupy možno zobrazenie priblížiť/oddialiť a potiahnutím prsta možno zmeniť zobrazenie. Najlepší zmysel pre ovládanie ramena robota získate, keď vyberiete funkciu 'Zobrazit' a otočíte uhol zobrazenia 3D nákresu tak, aby zodpovedal skutočnému pohľadu na rameno robota.

Ak sa aktuálna poloha TCP robota približuje bezpečnostnej alebo spúšťacej rovine, alebo orientácia nástroja robota je v blízkosti hraničného limitu orientácie nástroja (pozrite si 10.12), zobrazí sa 3D znázornenie blízkeho hraničného limitu. Všimnite si, že keď má robot spustený program, vizualizácia hraničného limitu je vypnutá.

Bezpečnostné roviny sú zobrazené žltou a čiernou farbou s malou šípkou znázorňujúcou normálnu hodnotu roviny, ktorá označuje stranu roviny, na ktorej môže byť TCP robota umiestnené. Spúšťacie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou a malou šípkou smerujúcou k strane roviny, v rámci ktorej sú aktívne limity režimu *Normálny* (pozrite si 10.6). Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužeľa s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu

nástroja robota. Vnútrotná strana kužeľa predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

Keď sa TCP robota už nenachádza v blízkosti limitu, 3D znázornenie zmizne. Ak TCP prekračuje alebo sa blíži k prekročeniu hraničného limitu, vizualizácia limitu sčervená.

### 13.1.2 Funkcia a poloha nástroja

V pravom hornom rohu obrazovky nájdete volič funkcií. Definuje, ktorá funkcia ovláda rameno robota.

Názov momentálne aktívneho bodu v strede nástroja (TCP) sa zobrazí pod voličom funkcií. Textové polia ukazujú úplné hodnoty súradníc daného TCP vzhľadom na vybranú funkciu. Bližšie informácie o konfigurácii niekoľkých pomenovaných TCP nájdete v 13.6.

Hodnoty možno manuálne upravovať kliknutím na súradnicu alebo polohu kĺbu. Tým sa dostanete na obrazovku úpravy pozície (pozrite si 12.2), kde môžete zadať cieľovú pozíciu a orientáciu pre nástroj alebo cieľovú pozíciu kĺbu.

### 13.1.3 Pohyb nástroja

- Podržaním šípky posunu (hore) sa špička nástroja robota pohne zobrazeným smerom.
- Podržaním šípky rotácie (dole) zmeníte orientáciu nástroja robota v zobrazenom smere. Bod rotácie bod v strede nástroja (TCP), t.j. bod na konci ramena robota, ktorý udáva charakteristický bod nástroja robota. TCP je zobrazený ako malá modrá guľôčka.

Poznámka: *Uvoľnením tlačidla môžete pohyb kedykoľvek zastaviť!*

### 13.1.4 Pohyb kĺbov

Umožňuje priame ovládanie jednotlivých kĺbov. Každý kĺb sa môže pohybovať v rozmedzí  $-360^\circ$  až  $+360^\circ$ , čo sú predvolené limity kĺbu znázornené pri každom kĺbe vodorovnou lištou. Ak kĺb dosiahne svoj limit kĺbu, nie je možné ho posúvať ďalej. Ak sa limity pre kĺb nakonfigurovali s rozsahom polohy, ktorý je iný ako predvolený rozsah (pozrite si 10.11), tento rozsah je označený červenou farbou na vodorovnej lište.

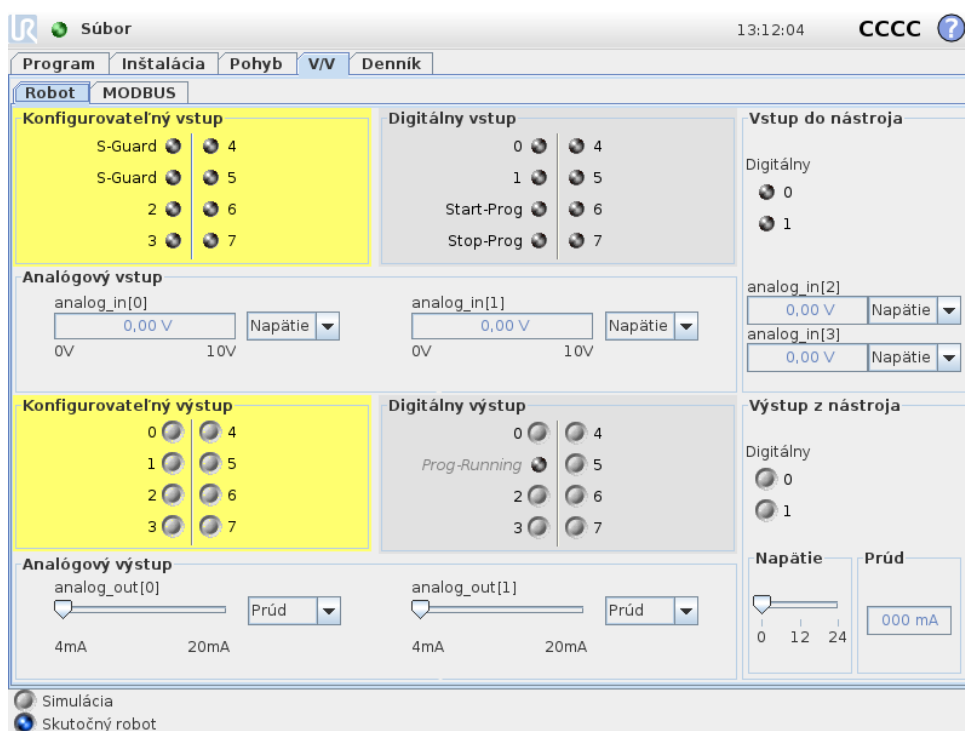
### 13.1.5 Voľný chod

Keď držíte tlačidlo *Voľný chod*, je možné fyzicky uchopiť rameno robota a potiahnuť ho do želanej polohy. Ak je nastavenie gravitačnej sily (pozri si 13.7) na karte *Nastavenie* nesprávne alebo ak rameno robota nesie ťažkú záťaž, rameno robota sa pri stlačení tlačidla *Voľný chod* môže začať pohybovať (padať). V takom prípade uvoľnite tlačidlo *Voľný chod*.

**VÝSTRAHA:**

1. Uistite sa, že používate správne nastavenia inštalácie (t.j. Montážny uhol robota, hmotnosť v TCP, odchýlka TCP). Uložte a načítajte inštalačné súbory spolu s programom.
2. Pre stlačenie tlačidla Vol'ný chod sa uistite, že nastavenia TCP a nastavenia montáže robota sú správne nastavené. Ak tieto nastavenia nie sú správne, rameno robota sa bude hýbať, keď sa aktivuje tlačidlo Vol'ný chod.
3. Funkcia Vol'ný chod (impedancia/spätný chod) by sa mala používať len v rámci inštalácií, v ktorých to hodnotenie rizík povoľuje. Nástroje a prekážky nesmú obsahovať ostré hrany alebo body zovretia. Zabezpečte, aby všetok personál nachádzal mimo dosahu ramena robota.

## 13.2 Karta V/V



Na tejto obrazovke možno vždy monitorovať a nastaviť živé signály V/V z/do riadiacej skrinky robota. Na obrazovke sa zobrazuje aktuálny stav V/V, a to aj počas vykonávania programu. Ak sa počas vykonávania programu čokoľvek zmení, program sa zastaví. Pri zastavení programu si všetky výstupné signály zachovávajú svoj stav. Obrazovka sa aktualizuje len s hodnotou 10 Hz, a teda veľmi rýchle signály sa nemusia zobraziť správne.

Konfigurovateľné V/V je možné rezervovať pre špeciálne bezpečnostné nastavenia definované v časti konfigurácie bezpečnostných V/V inštalácie (pozrite si 10.13);

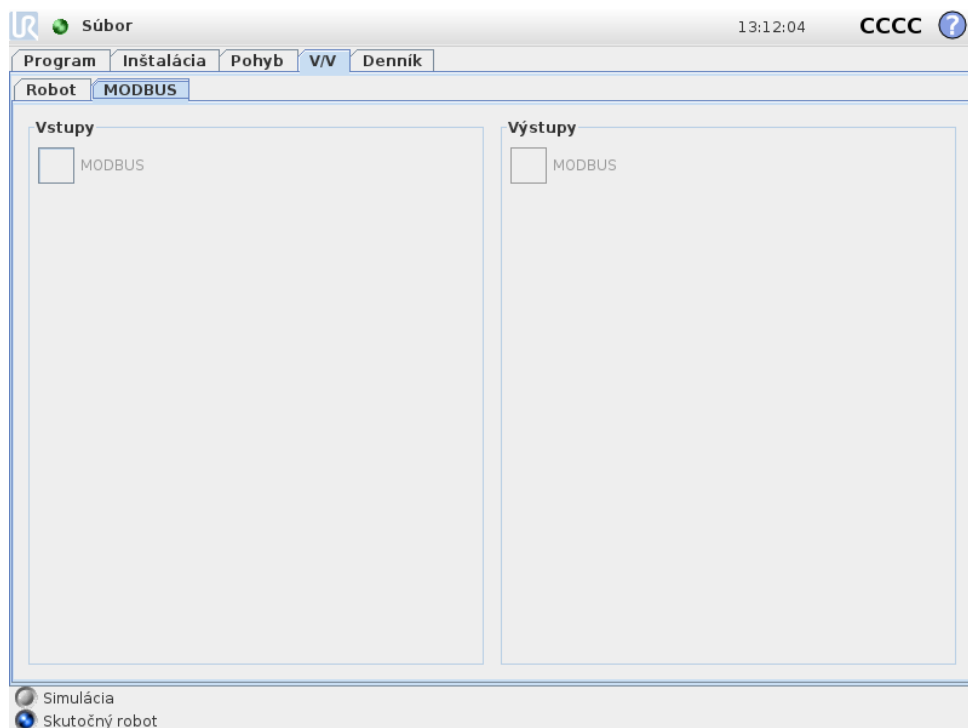
tie, ktoré sú rezervované, budú mať názov bezpečnostnej funkcie na mieste predvoleného alebo používateľom definovaného názvu. Konfigurovateľné výstupy, ktoré sú rezervované pre bezpečnostné nastavenia nie sú prepínateľné a budú zobrazené len ako kontrolky LED.

Elektrické vlastnosti signálov sú podrobne opísané v príručke používateľa.

**Nastavenie analógovej domény** Analógové V/V možno nastaviť buď na prúdový [4 – 20 mA], alebo napät'ový [0 – 10 V] výstup. Keď sa program uloží, nastavenia sa zapamätajú na prípadné neskoršie reštarty ovládača robota.

### 13.3 V/V klienta protokolu MODBUS

Tu sa zobrazujú digitálne signály V/V klienta protokolu MODBUS nastavené pri inštalácii. Ak sa stratí spojenie signálu, príslušný záznam na obrazovke sa vypne.



#### Vstupy

Zobrazenie stavu digitálnych vstupov klienta protokolu MODBUS.

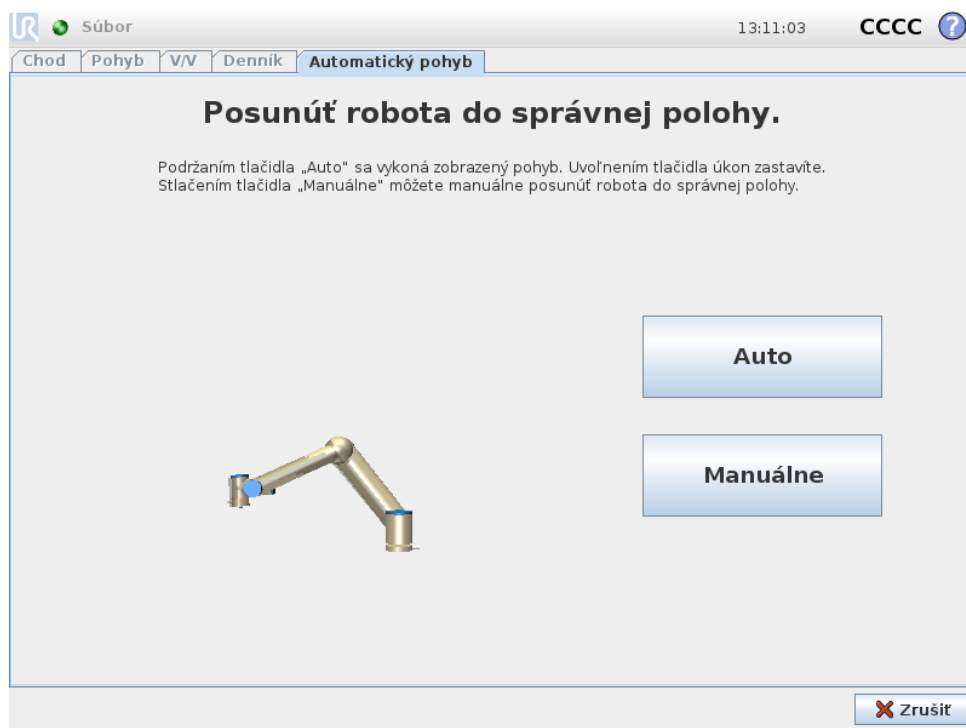
#### Výstupy

Zobrazenie a prepínanie stavu digitálnych výstupov klienta protokolu MODBUS. Signál možno prepínať, len ak to umožňuje vybraná možnosť ovládania na karte V/V (opísané v časti 13.8).

### 13.4 Karta Automatický pohyb

Karta Automatický pohyb sa používa, keď sa rameno robota má presunúť na konkrétne miesto na pracovisku. Príkladom môže byť, keď sa rameno robota musí

presunúť do začiatkovej pozície programu pred jeho spustením alebo keď sa presúva na traťový bod počas úpravy programu.



## Animácia

Animácia znázorňuje pohyb, ktorý sa rameno robota chystá vykonať.



### UPOZORNENIE:

Porovnajte animáciu s pozíciou skutočného ramena robota a uistite sa, že rameno robota môže bezpečne vykonať pohyb bez nárazu do nejakej prekážky.



### UPOZORNENIE:

Funkcia automatického pohybu pohybuje robota pozdĺž tieňovej trajektórie. Zrážka môže poškodiť robot a iné zariadenie.

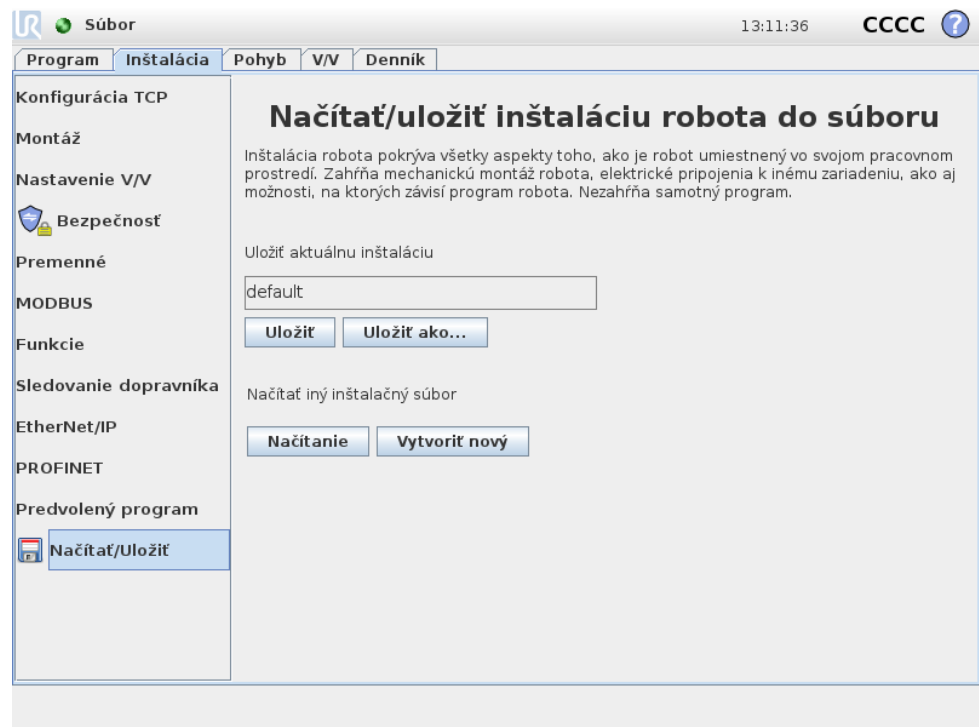
## Auto

Podržaním tlačidla Automatické posuniete rameno robota, ako je zobrazené v animácii. Poznámka: *Uvoľnením tlačidla môžete pohyb kedykoľvek zastaviť!*

## Manuálne

Stlačením tlačidla Manuálne sa presuniete na kartu Pohyb, kde je možné manuálne hýbať ramenom robota. Toto je potrebné len v prípade, že pohyb v animácii nie je vhodný.

## 13.5 Inštalácia → Načítať/uložiť



Inštalácia robota pokrýva všetky aspekty toho, ako sú rameno robota a riadiaca skrinka umiestnené vo svojom pracovnom prostredí. Zahŕňa mechanickú montáž ramena robota, elektrické pripojenia k inému zariadeniu, ako aj možnosti, na ktorých závisí program robota. Nezahŕňa samotný program.

Tieto nastavenia možno nastaviť pomocou rôznych obrazoviek pod kartou Inštalácia, okrem domén V/V, ktorá sa nastavujú na karte V/V (pozrite si 13.2).

Je možné mať aj viacero inštalovaných súborov pre jedného robota. Vytvorené programy budú využívať aktuálnu inštaláciu a táto inštalácia sa pri ich použití automaticky načíta.

Akékoľvek zmeny inštalácie je potrebné uložiť, aby sa zachovali aj po odpojení. Ak sa v inštalácii vyskytujú neuložené zmeny, vedľa textu Načítať/uložiť na ľavej strane karty Inštalácia sa zobrazí ikona diskety.

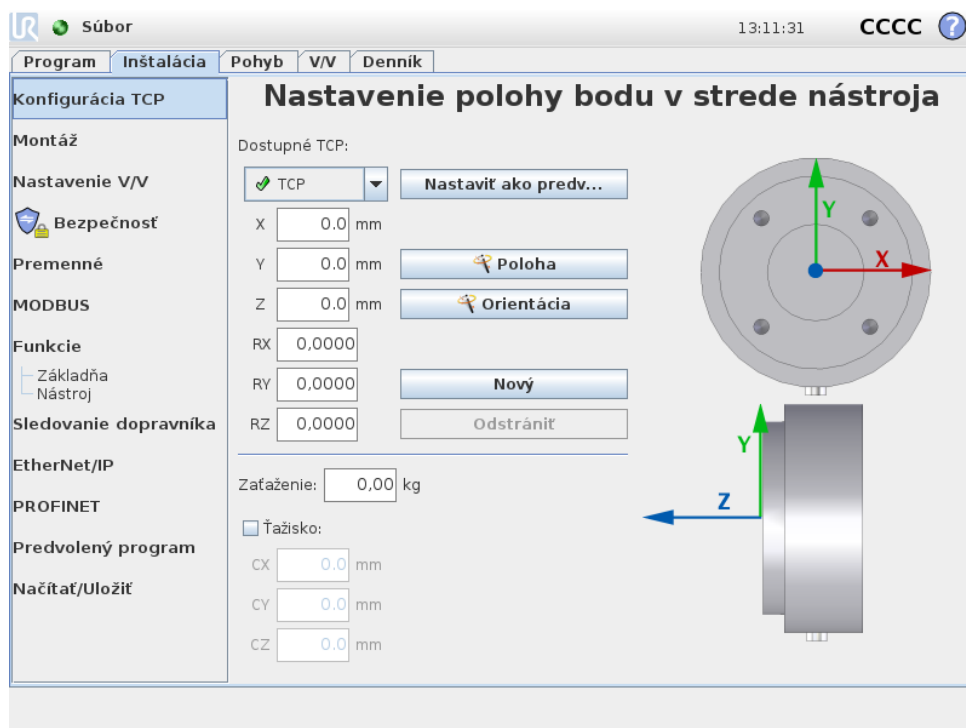
Uloženie inštalácia je možné vykonať stlačením tlačidla Uložiť alebo Uložiť ako... Prípadne uloženie programu tiež uloží aj aktívnu inštaláciu. Ak chcete načítať iný inštalovaný súbor, použite tlačidlo Načítanie. Tlačidlo Vytvoriť nový resetuje všetky nastavenia v inštalácii robota na ich predvolené nastavenia z výroby.



### UPOZORNENIE:

Používanie robota s inštaláciou načítanou z USB disku sa neodporúča. Ak chcete použiť inštaláciu uloženú na USB disku, najskôr ju načítajte, a potom ju uložte do lokálneho adresára programy použitím tlačidla Uložiť ako....

## 13.6 Inštalácia → Konfigurácia TCP



Bod v strede nástroja (TCP) je charakteristický bod na nástroji robota. Na tejto obrazovke je možné definovať niekoľko pomenovaných TCP. Každý TCP obsahuje posun a rotáciu vzhľadom na stred výstupnej príruby nástroja, ako vidieť na grafickom znázornení na obrazovke. Súradnice polohy X, Y a Z špecifikujú polohu TCP, zatiaľ čo RX, RY a RZ špecifikujú orientáciu. Keď sú všetky špecifikované hodnoty nula, TCP sa prekrýva so stredovým bodom výstupnej príruby nástroja a prijíma súradnicový systém, ktorý je znázornený na pravej strane obrazovky.

### 13.6.1 Pridanie, úprava a odstránenie TCP

Aby ste definovali nový TCP, stlačte tlačidlo **Nový**. Vytvorený TCP potom automaticky obdrží unikátny názov a vyberie sa v rozpaľovacej ponuke.

Posun a rotáciu vybraného TCP je možné upraviť ťuknutím na príslušné biele textové polia a zadaním nových hodnôt.

Aby ste odstránili vybrané TCP, jednoducho ťuknite na tlačidlo **Odstrániť**. Posledný zostávajúci TCP nie je možné odstrániť.

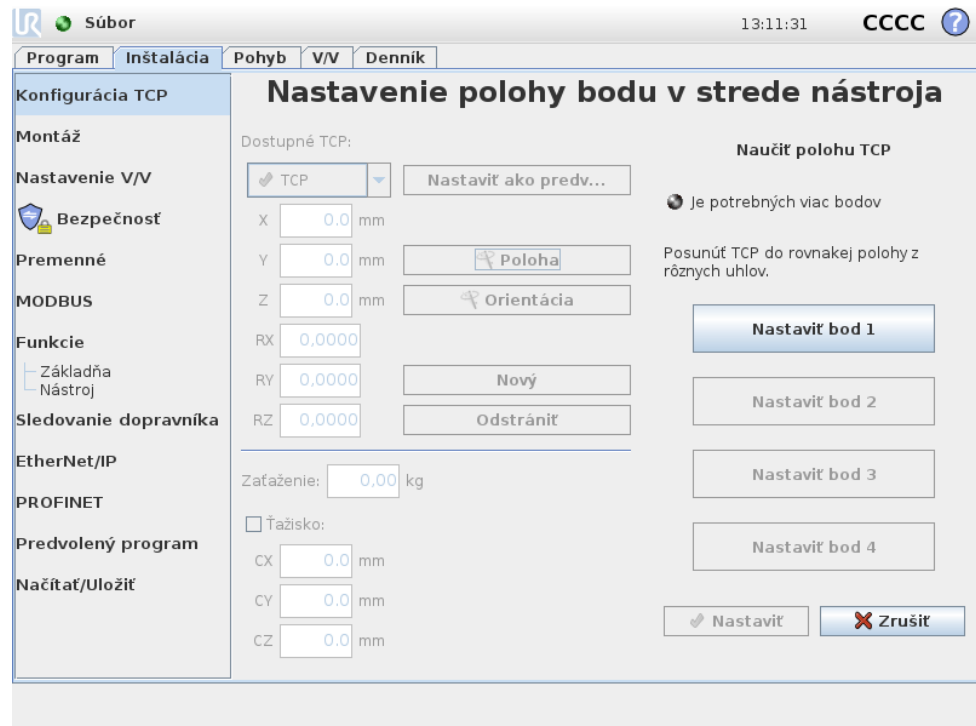
### 13.6.2 Predvolený a aktívny TCP

Jeden konkrétny bod z konfigurovaných TCP je *predvolený*. Predvolený TCP je označený zelenou ikonou, ktorá sa nachádza vľavo od jeho názvu v rozpaľovacej ponuke TCP. Aby ste nastavili momentálne vybraný TCP ako predvolený, stlačte tlačidlo **Nastaviť ako predvolený**.

Jedna odchýlka TCP sa vždy používa ako *aktívna*, aby sa určili všetky lineárne pohyby v karteziánskom priestore. Taktiež na karte Grafika je znázornený práve pohyb aktívneho TCP (pozrite si 14.29). Pred spustením akéhokoľvek programu sa

predvolený TCP nastaví ako aktívny. Všetky špecifikované TCP je možné v rámci programu nastaviť ako aktívne pre konkrétny pohyb robota (pozrite si 14.5 a 14.10).

### 13.6.3 Učenie polohy TCP



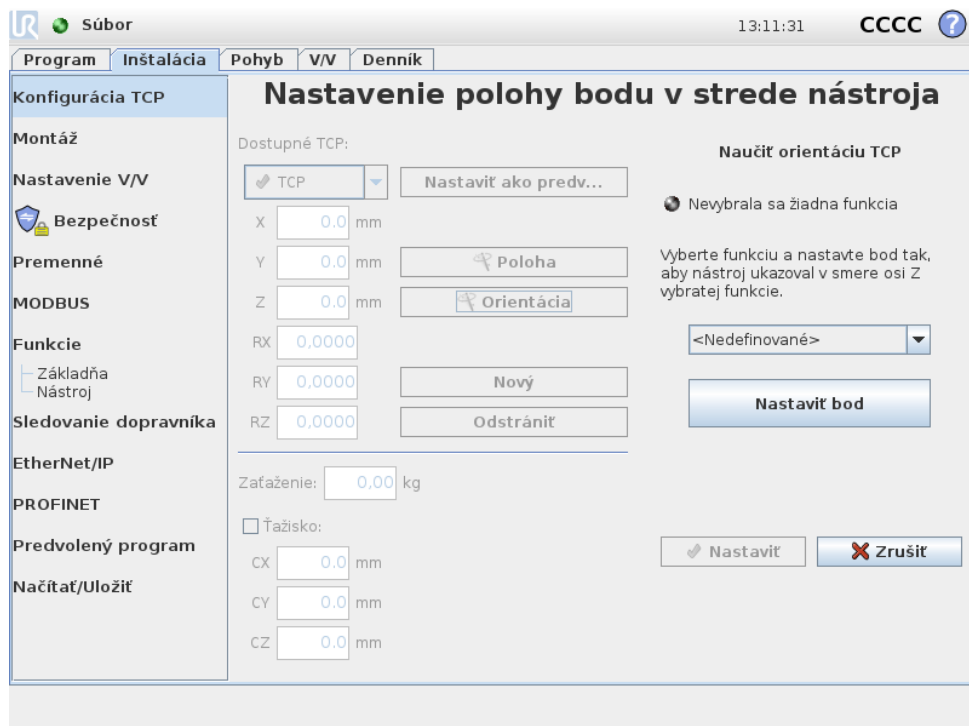
Súradnice polohy TCP je možné automaticky vypočítať nasledujúcim spôsobom:

1. Ťknite na tlačidlo Poloha.
2. Vyberte pevný bod v pracovnom priestore robota.
3. Ak chcete presunúť TCP na vybraný bod z minimálne troch rôznych uhlov alebo uložiť príslušné polohy výstupnej príruby nástroja, použite tlačidlá v pravej časti obrazovky.
4. Overte vypočítané súradnice TCP a nastavte ich vo vybranom TCP použitím tlačidla 'Nastaviť'.


Všimnite si, že polohy musia byť dostatočne rozdielne, aby výpočet pracoval správne. Ak nie sú, stavová kontrolka LED nad tlačidlami sa rozsvieti načerveno.

Okrem toho, aj keď sú tri polohy zvyčajne dostatočné na určenie správneho TCP, je možné použiť štvrtú polohu, aby sa overilo, že je výpočet správny. Kvalita každého uloženého bodu s ohľadom na vypočítaný TCP sa indikuje použitím zelenej, žltej a červenej kontrolky LED na príslušných tlačidlách.

### 13.6.4 Učenie orientácie TCP



Orientáciu TCP je možné automaticky vypočítať nasledujúcim spôsobom:

1. Ťuknite na tlačidlo  Orientácia.
2. Vyberte funkciu z rozbaľovacieho zoznamu. Ďalšie informácie o definovaní nových funkcií nájdete v 13.12.
3. Na presunutie do polohy, v rámci ktorej orientácia nástroja zodpovedajúca s TCP sa prekrýva so súradnicovým systémom vybratej funkcie, použite nižšie uvedené tlačidlo.
4. Overte vypočítanú orientáciu TCP a nastavte ju vo vybratom TCP použitím tlačidla 'Nastaviť'.

### 13.6.5 Zaťaženie

Hmotnosť nástroja robota je uvedená v dolnej časti obrazovky. Aby ste zmenili toto nastavenie, jednoducho ťuknite na biele textové pole a zadajte novú hmotnosť. Nastavenie sa aplikuje na všetky definované TCP.

Podrobnosti o maximálnom povolenom užitočnom zaťažení nájdete v návode na inštaláciu hardvéru.

### 13.6.6 Ťažisko

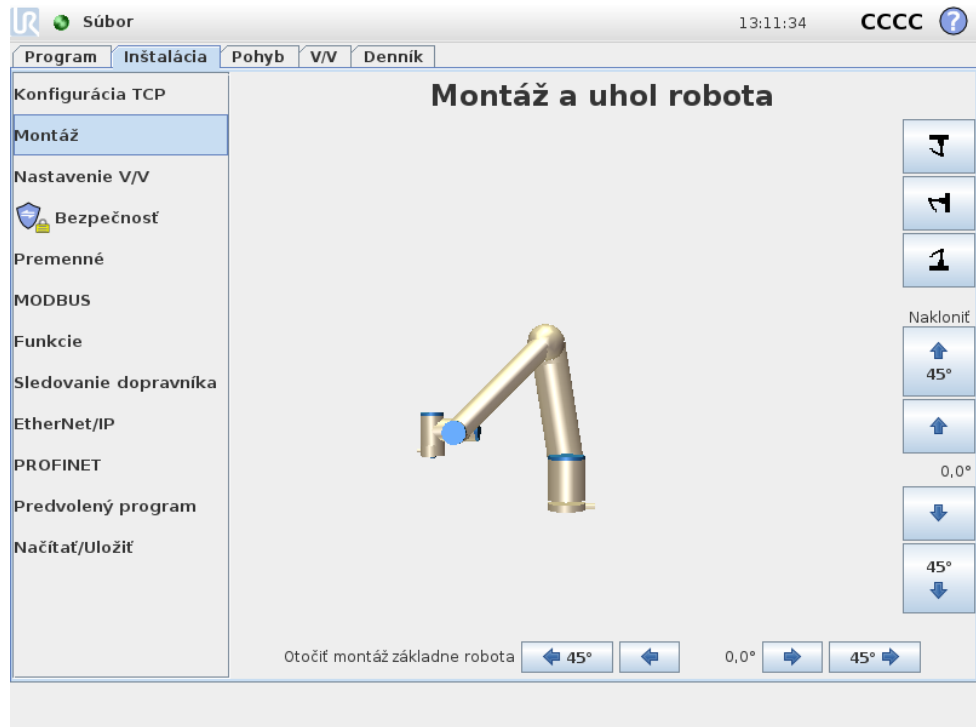
Ťažisko nástroja je možné voliteľne špecifikovať použitím polí CX, CY a CZ. Bod v strede nástroja sa považuje za ťažisko nástroja, ak sa nestanovilo inak. Nastavenie sa aplikuje na všetky definované TCP.



**VÝSTRAHA:**

Uistite sa, že používate správne nastavenia inštalácie. Uložte a načítajte inštaláčne súbory spolu s programom.

**13.7 Inštalácia → Montáž**



Tu je možné špecifikovať montáž ramena robota. Táto možnosť slúži na dva účely:

1. Aby bolo rameno robota na obrazovke zobrazené správne.
2. Aby ovládač mal informáciu o smere gravitačnej sily.

Ovládač využíva pokročilý dynamický model, aby sa rameno robota pohybovalo hladko a presne a aby dodržiavalo správnu polohu v režime *Vol'ný chod*. Z toho dôvodu je veľmi dôležité, aby bola montáž ramena robota nastavená správne.



**VÝSTRAHA:**

Nesprávna montáž ramena robota môže spôsobiť pravidelné bezpečnostné zastavenia a/alebo umožní pohyb ramena robota pri stlačení tlačidla *Vol'ný chod*.

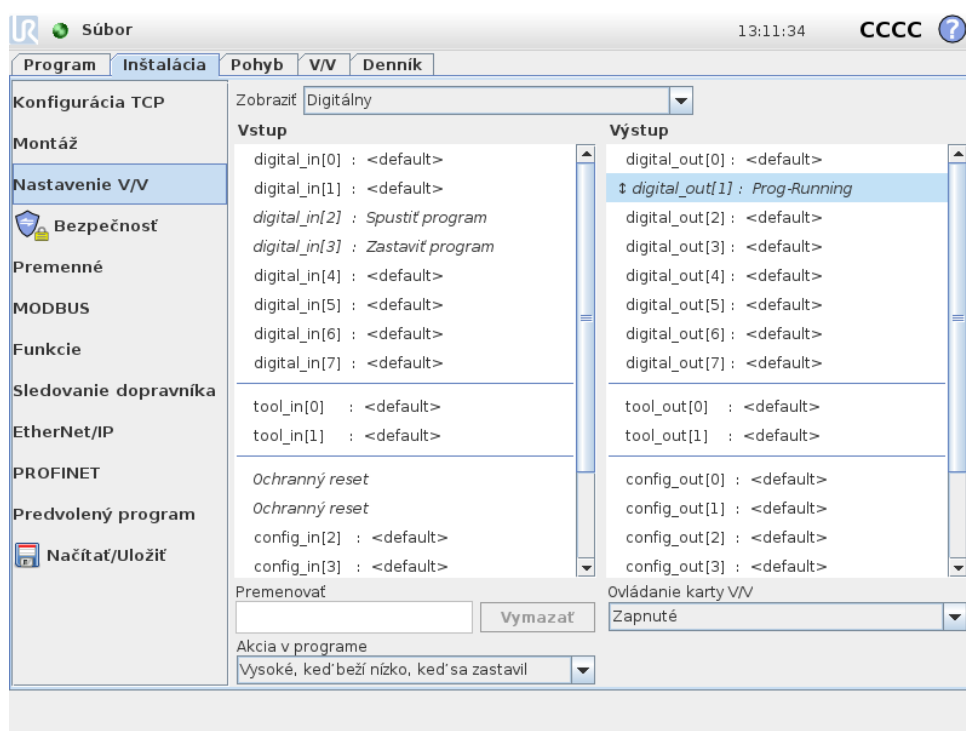
Predvolená je montáž ramena robota na rovnom stole alebo podlahe; v takom prípade nie sú na tejto obrazovke potrebné žiadne zmeny. Ak je rameno robota *namontované na strope*, *namontovaný na stene* alebo *namontovaný pod určitým uhlom*, je to potrebné nastaviť pomocou tlačidiel. Tlačidlá na pravej strane obrazovky slúžia na

nastavenie uhla montáže ramena robota. Tri tlačidlá umiestnené vpravo hore nastavujú náklon *strop* (180°), *stena* (90°), *podlaha* (0°). Tlačidlá *Nakloniť* možno použiť na nastavenie ľubovoľného uhla. Tlačidlá v dolnej časti obrazovky sa používajú na otáčanie montáže ramena robota tak, aby zodpovedala skutočnej montáži.

**VÝSTRAHA:**

Uistite sa, že používate správne nastavenia inštalácie. Uložte a načítajte inštalčné súbory spolu s programom.

## 13.8 Inštalácia → Nastavenie V/V



Na tejto obrazovke je možné priradiť signálom V/V dostupným pre robot používatelom definované mená, ako aj konfigurovať ich akcie a ovládanie na karte V/V.

Typy zoznamov častí *Vstup* a *Výstup* pre signály V/V, ako napr.:

- Digitálne (štandardný univerzálny účel, konfigurovateľné s nástrojmi)
- Analógové (štandardný univerzálny účel s nástrojmi)
- MODBUS
- Univerzálne registre (boolovské, celé čísla a čísla s plávajúcou desatinnou čiarkou)

Do univerzálnych registrov je možné vstúpiť napr. cez prevádzkovú zvernicu (ako napr. Profinet a Ethernet/IP).

### 13.8.1 Typ signálu V/V

Aby sa obmedzil počet signálov uvedených v častiach Vstup a Výstup, použite rozbaľovaciu ponuku *Zobraziť* v hornej časti obrazovky a zmeňte zobrazovaný obsah na základe typu signálu.

### 13.8.2 Priradenie používateľom definovaných názvov

Vstupným a výstupným signálom je možné priradiť názvy. Vďaka tomu je ľahšie zapamätať si, čo pri práci s robotom dané signály vykonávajú. Kliknutím na signál ho vyberte a kliknutím na textové pole v dolnej časti obrazovky zadajte názov. Keď názov vymažete, resetujete ho na predvolené nastavenie (použijete tlačidlo *Vymazať*).

Ak chcete sprístupniť univerzálny register v programe (napr. pre príkaz *Čakať* alebo podmienený výraz príkazu *Ak*), musíte dať registru používateľom definovaný názov. Príkazy *Čakať* a *Ak* sú popísané v časti 14.9, resp. 14.18. Pomenované univerzálne registre sa nachádzajú vo voľiči Vstup alebo Výstup na obrazovke Editor výrazov (pozrite si časť 12.1).

### 13.8.3 Akcie V/V a ovládanie na karte V/V

**Vstupné akcie** Osem štandardných univerzálnych digitálnych vstupov a dva digitálne vstupy pre nástroj, ako aj univerzálne vstupné registre typu *boolovské*, môžu spustiť akciu. Dostupné akcie zahŕňajú schopnosť na hraničnej hodnote stúpania:

- Spustiť aktuálny program
- Zastaviť aktuálny program
- Pozastaviť aktuálny program

Ďalej je možné nakonfigurovať akciu, ktoré vstúpi/opustí režim *Vol'ný chod*, keď je vstup vysoký/nízky (ako tlačidlo *Vol'ný chod* v zadnej časti ručného ovládania).

**Výstupné akcie a ovládanie na karte V/V** Predvolené správanie výstupov je, že ich hodnoty sa uchovávajú, keď sa program zastaví. Výstup je tiež možné konfigurovať predvolenou hodnotou, ktorá sa aplikuje vždy, keď nebeží žiaden program.

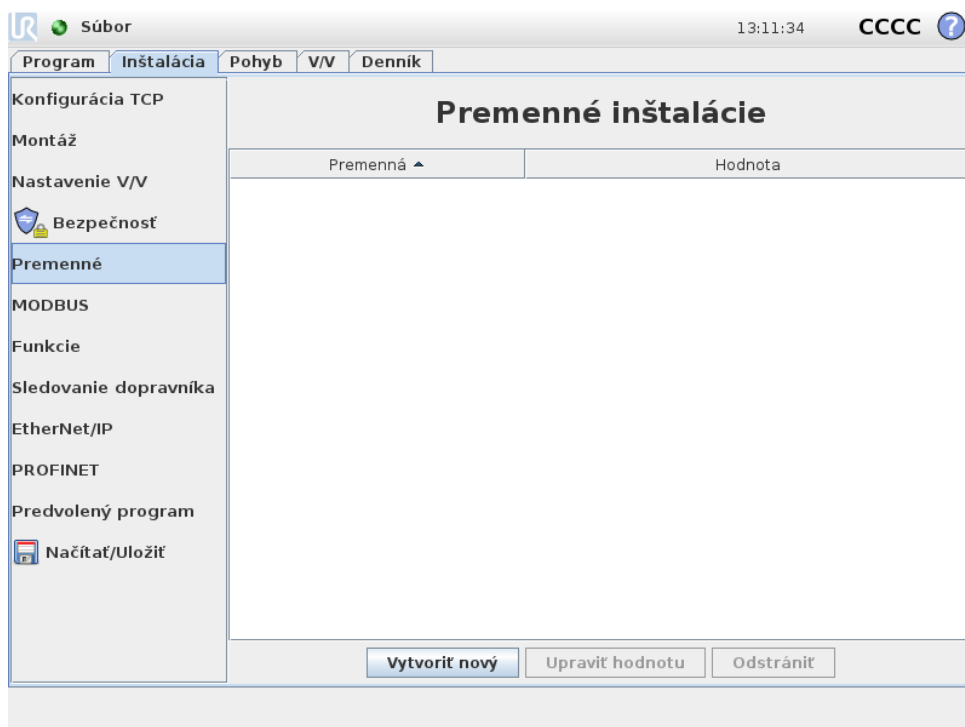
Osem štandardných univerzálnych digitálnych výstupov a dva digitálne výstupy nástroja je možné ďalej konfigurovať, aby reflektovali, či program momentálne beží tak, že výstup je vysoký, keď program beží a inak je nízky. Univerzálne výstupné registre typu *boolovské* a digitálne výstupné signály MODBUS to tiež podporujú.

Nakoniec je tiež možné špecifikovať, či sa výstup dá ovládať na karte V/V (a to buď programátormi, alebo obsluhou aj programátormi), alebo či hodnotu výstupu môžu meniť len programy robota.

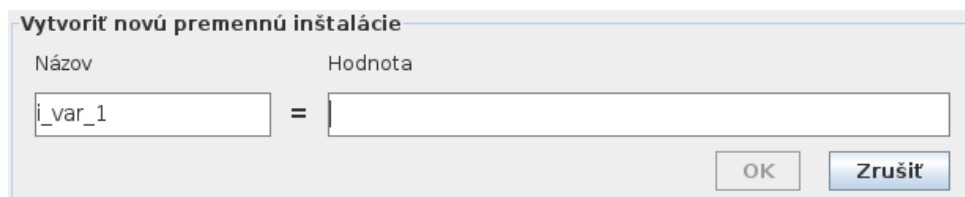
## 13.9 Inštalácia → Bezpečnosť

Pozrite si kapitolu 10.

## 13.10 Inštalácia → Premenné



Tu vytvorené premenné sa nazývajú premenné inštalácie a môžu sa používať ako normálne premenné programu. Premenné inštalácie sú špeciálne, pretože si uchovávajú svoju hodnotu aj keď sa program zastavil, a potom opätovne spustil, a keď sa rameno robota a/alebo riadiaca skrinka vypne a opätovne zapne. Ich názvy a hodnoty sú uložené spolu s inštaláciou, takže je možné použiť tú istú premennú vo viacerých programoch.



Stlačenie tlačidla **Vytvoriť** nový vyvolá panel s odporúčaným názvom pre novú premennú. Názov je možné zmeniť a jeho hodnotu je možné zadať dotykom jedného z textových polí. Na tlačidlo **OK** je možné kliknúť len v prípade, že nový názov sa ešte nepoužíva v tejto inštalácii.

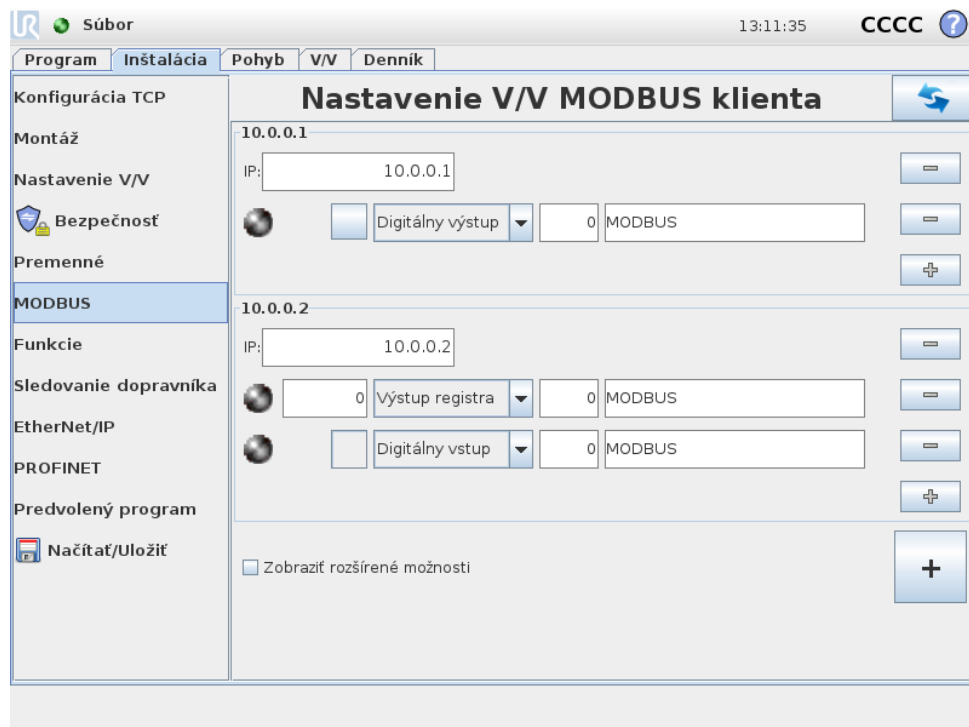
Hodnotu premennej inštalácie je možné zmeniť zvýraznením premennej v zozname, a potom kliknutím na **Upraviť** hodnotu.

Premennú odstránite jej výberom zo zoznamu a následným kliknutím na tlačidlo **Odstrániť**.

Po konfigurácii premenných inštalácie je potrebné uložiť samotnú inštaláciu, aby sa uchovala táto konfigurácia, pozrite si 13.5. Premenné inštalácie a ich hodnoty sa tiež ukladajú automaticky každých 10 minút.

Ak sa program alebo inštalácia načíta a jeden alebo viacero premenných programu má rovnaký názov ako premenné inštalácie, používateľovi sú poskytnuté dve možnosti ako vyriešiť tento problém: buď použije premenné inštalácie s rovnakým názvom namiesto premennej programu, alebo nechá automaticky premenovať konfliktné premenné.

## 13.11 Inštalácia → Nastavenie V/V klienta protokolu MODBUS



Tu je možné nastaviť signály klienta (základnej dosky) protokolu MODBUS. Pripojenia k serverom MODBUS (alebo tzv. slave) v rámci špecifických IP adries je možné vytvoriť so vstupnými/výstupnými signálmi (registre alebo digitálne). Každý signál má unikátny názov, takže je ho možné používať v programoch.

### Obnoviť

Stlačenie tohto tlačidla obnoví všetky pripojenia protokolu MODBUS.

### Pridať jednotku

Stlačením tohto tlačidla pridáte novú jednotku protokolu MODBUS.

### Vymazať jednotku

Stlačením tohto tlačidla odstránite jednotku protokolu MODBUS aj všetky signály tejto jednotky.

### Nastaviť IP jednotky

Tu je zobrazená IP adresa jednotky protokolu MODBUS. Stlačením tlačidla ju možno zmeniť.

## Pridať signál

Stlačením tohto tlačidla pridáte signál k príslušnej jednotke protokolu MODBUS.

## Odstrániť signál

Stlačením tohto tlačidla odstránite signál protokolu MODBUS z príslušnej jednotky protokolu MODBUS.

## Nastaviť názov signálu

Pomocou tejto rozbaľovacej ponuky možno vybrať druh signálu. K dispozícii sú tieto druhy:

- **Digitálny vstup:** Digitálny vstup (cievka) je jednobitové množstvo prečítané z jednotky protokolu MODBUS na cievke zadanej v poli adresy signálu. Používa sa kód funkcie 0x02 (Čítať diskkrétne vstupy).
- **Digitálny výstup:** Digitálny vstup (cievka) je jednobitové množstvo, ktoré je možné nastaviť buď na vysokú, alebo nízku hodnotu. Pred tým, ako používateľ nenastaví hodnotu tohto výstupu, hodnota sa prečíta zo vzdialenej jednotky protokolu MODBUS. To znamená, že sa použije kód funkcie 0x01 (Čítať cievky). Keď sa nastaví výstup pomocou programu robota alebo stlačením tlačidla „nastaviť hodnotu signálu“, použije sa kód funkcie 0x05 (Písať jednu cievku).
- **Vstup registra:** Vstup registra je 16-bitové množstvo prečítané z adresy zadanej v poli adresy. Používa sa kód funkcie 0x04 (Čítať vstupné registre).
- **Výstup registra:** Výstup registra je 16-bitové množstvo, ktoré môže nastaviť používateľ. Pred tým, ako sa nastaví hodnota registra, hodnota sa prečíta zo vzdialenej jednotky protokolu MODBUS. To znamená, že sa použije kód funkcie 0x03 (Čítať čakajúce registre). Keď sa nastaví výstup pomocou programu robota alebo stlačením tlačidla „nastaviť hodnotu signálu“, použije sa kód funkcie 0x06 (Písať jeden register) pre nastavenie hodnoty na vzdialenej jednotke protokolu MODBUS.

## Nastaviť adresu signálu

V tomto poli sa zobrazuje adresa na vzdialenom serveri protokolu MODBUS. Pomocou klávesnice na obrazovke môžete vybrať inú adresu. Platné adresy závisia od výrobcu a konfigurácie vzdialenej jednotky protokolu MODBUS.

## Nastaviť typ signálu

Pomocou klávesnice na obrazovke môže používateľ dať signálu názov. Tento názov sa použije, keď sa signál použije v programoch.

## Hodnota signálu

Tu sa zobrazuje aktuálna hodnota signálu. V prípade signálov registrov je hodnota vyjadrená celým číslom bez znamienka. V prípade výstupných signálov je

možné nastaviť požadovanú hodnotu signálu pomocou tlačidla. Takisto v prípade výstupu registrov sa hodnota na zápis do jednotky musí uviesť ako celé číslo bez znamienka.

## Stav spojenia signálu

Táto ikona ukazuje, či signál možno správne prečítať / zapísať (zelená), alebo či jednotka reaguje neočakávane alebo nie je dostupná (sivá). Ak sa prijme odozva výnimky protokolu MODBUS, zobrazí sa kód odozvy. Odozvy výnimiek MODBUS-TCP sú:

- **E1 NEPLATNÁ FUNKCIA (0x01):** Kód funkcie prijatý v požiadavke nepredstavuje povolený úkon pre server (alebo podriadené zariadenie).
- **E2 NEPLATNÁ DÁTOVÁ ADRESA (0x02):** Kód funkcie prijatý v požiadavke nepredstavuje povolený úkon pre server (alebo podriadené zariadenie), skontrolujte, či zadaná adresa signálu zodpovedá nastaveniu vzdialeného servera protokolu MODBUS.
- **E3 NEPLATNÁ DÁTOVÁ HODNOTA (0x03):** Hodnota obsiahnutá v dátovom poli požiadavky nie je povolená hodnota pre server (alebo podriadené zariadenie), skontrolujte, či zadaná hodnota signálu je platná pre špecifickú adresu na vzdialenom serveri protokolu MODBUS.
- **E4 ZLYHANIE PODRIADENÉHO ZARIADENIA (0x04):** Počas pokusu servera (alebo podriadeného zariadenia) o vykonanie požadovaného úkonu sa vyskytla neodstrániteľná chyba.
- **E5 POTVRDIŤ (0x05):** Špecializované použitie v spojení s programovacími príkazmi zaslanými do vzdialenej jednotky protokolu MODBUS.
- **E6 PODRIADENÉ ZARIADENIE ZANEPRÁZDNENÉ (0x06):** Špecializované použitie v spojení s programovacími príkazmi zaslanými do vzdialenej jednotky protokolu MODBUS, podriadené zariadenie (server) nemôže teraz odpovedať.

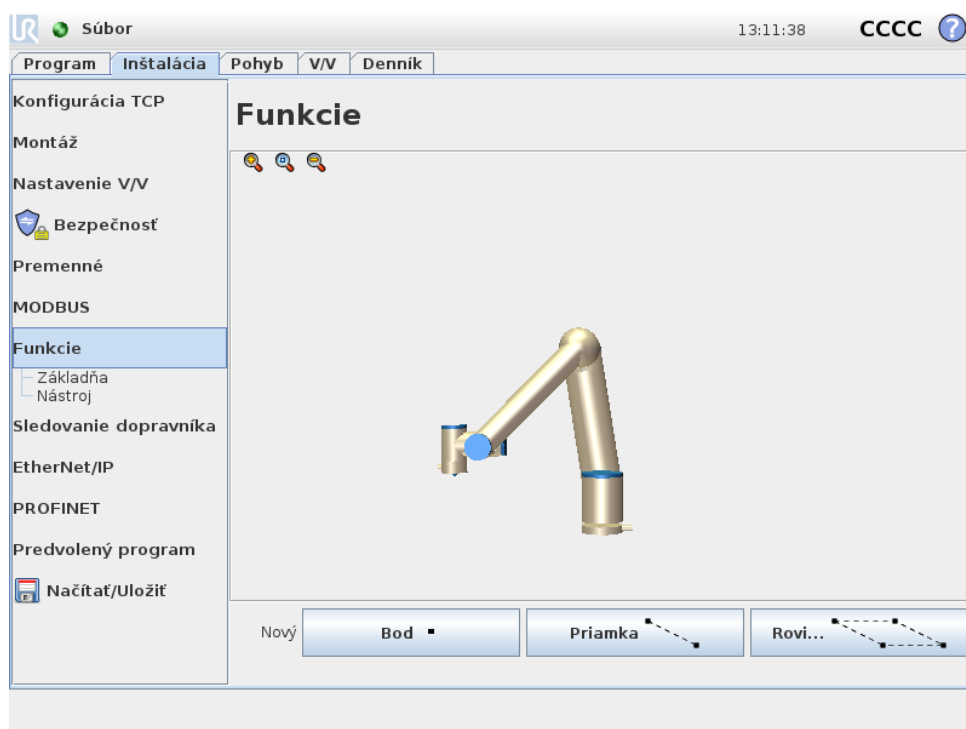
## Zobraziť rozšírené možnosti

Týmto zaškrtávacím políčkcom sa zobrazia/skryjú rozšírené možnosti jednotlivých signálov.

## Rozšírené možnosti

- **Aktualizovať frekvenciu:** Pomocou tejto ponuky je možné zmeniť interval aktualizácie signálu. Znamená to úpravu frekvencie, ako často sa do vzdialenej jednotky protokolu MODBUS posielajú žiadosti na prečítanie alebo zápis hodnoty signálu.
- **Podriadená adresa:** Toto textové pole možno použiť na nastavenie konkrétnej podriadenej adresy pre požiadavky zodpovedajúce konkrétnemu signálu. Hodnota musí byť v rozsahu 0 – 255 vrátane a predvolená hodnota je 255. Ak túto hodnotu zmeníte, odporúča sa podľa príručky ku vzdialenej jednotke protokolu MODBUS overiť jej funkčnosť so zmenenou podriadenou adresou.

## 13.12 Inštalácia → Funkcie



Jedná sa o bežný scenár, že podčasti programu robota sa skladajú z pohybov, ktoré sa musia vykonať vo vzťahu k iným špecifickým predmetom, než je základňa ramena robota. Tieto predmety môžu byť stoly, iné stroje, obrobky, dopravníky, palety, zobrazovacie systémy, prázdne miesta alebo hranice, ktoré sa bežne nachádzajú v okolí ramena robota.

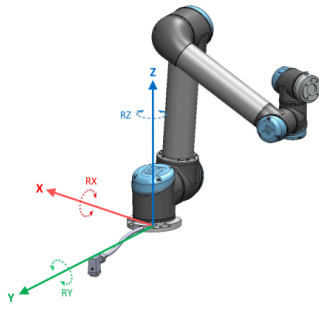
*Funkcia* ako koncept v podstate predstavuje takýto predmet, ktorý sa definoval pomocou názvu pre budúce použitie a šesť-rozmernej pozície (poloha a orientácia) vo vzťahu k základni robota.

Robot má vždy dve preddefinované funkcie, pričom pozícia každej je definovaná v konfigurácii samotného ramena robota:

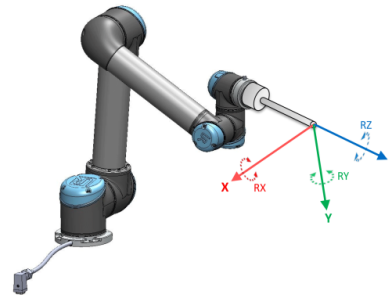
- Funkcia *Základňa*: východiskový bod sa nachádza v strede základne robota (pozrite si obrázok 13.1)
- Funkcia *Nástroj*: východiskový bod sa nachádza v strede aktuálneho TCP (pozrite si obrázok 13.2)

Pozície používateľom definovaných funkcií sú definované používateľom prostredníctvom jedinečnej a intuitívnej metódy, ktorá používa aktuálnu pozíciu nástroja (TCP) pre definovanie umiestnení v pracovnej oblasti. To znamená, že používateľ môže robota naučiť umiestnenia funkcií napr. pomocou režimu *Vol'ný chod* alebo *Posúvanie*, aby sa robot pohol na požadovanú pozíciu.

Pre definovanie pozície funkcie existujú tri rôzne stratégie (*Bod*, *Priamka* a *Rovina*). Najlepšia stratégia pre danú aplikáciu závisí od typu predmetu a požiadaviek na



Obr. 13.1: Funkcia Základňa



Obr. 13.2: Funkcia Nástroj (TCP)

presnosť, ale vo všeobecnosti platí, že pokiaľ sa funkcia aplikuje na špecifický predmet, uprednostňuje sa tá, ktorá sa zakladá na viacerých vstupných bodoch (*Priamka* a *Rovina*).

Ak sa definuje napr. lineárny dopravník, je to možné vykonať len pomocou funkcie *Bod*, ale vo všeobecnosti funkcia *Priamka* reprezentuje koncept pohybu v lineárnom smere presnejšie a lepšie. Ak sa na definovanie smeru dopravníka používa funkcia *Bod*, TCP je potrebné nastaviť v smere pohybu dopravníka. Namiesto toho sa lepšia presnosť smeru dosiahne definovaním dvoch bodov funkcie *Priamka*, ktoré sa fyzicky nachádzajú čo najďalej od seba.

Keď sa pre definovanie pozície napr. stola použije viacero bodov, znamená to, že orientácia sa zakladá skôr na polohách, než orientácii jedného TCP, a orientácia jedného TCP sa vo všeobecnosti konfiguruje ťažšie s ohľadom na vysokú presnosť. Informácie o tom, ako aplikovať rôzne metódy na definovanie funkcie, môžete nájsť v častiach 13.12.2, 13.12.3 a 13.12.4.

### 13.12.1 Použitie funkcie

Keď sa počas inštalácie definovala funkcia, je možné na ňu odkázať z programu robota a priradiť k nej pohyby robota (príkazy *PohybL* a *PohybP*) (pozrite si časť 14.5). Umožňuje to jednoduché prispôbenie programu robota, napr. v prípade viacerých staníc s robotmi alebo dynamického pohybu predmetu počas behu programu, alebo neprerušovaného pohybu v priestore. Vďaka jednoduchej úprave uvedenej funkcie daného predmetu sa všetky pohyby programu, ktoré sa vzťahujú na daný predmet, hýbu podľa tejto funkcie. Príklady sú uvedené v častiach 13.12.5 a 13.12.6.

Funkcie, ktoré sú konfigurované ako posuvné, sú tiež užitočným nástrojom pri manuálnom pohybe robota na karte *Pohyb* (časť 13.1) alebo obrazovke úpravy pozície (časť 12.2). Keď sa funkcia zvolí za referenčný rámec, tlačidlá *Pohyb nástroja* pre posun a rotáciu budú pracovať v rámci priestoru vybratej funkcie (pozrite si časť 13.1.2 a 13.1.3), tak ako aktuálny ukazovateľ súradníc TCP zobrazený v časti *TCP* na obrazovke. Ak sa ako funkcia definuje napr. stôl a zvolí sa referenciu na karte *Pohyb*, tlačidlá so šípkami pre posun nahor/nadol, vľavo/vpravo, vpred/vzad budú hýbať robotom v týchto smeroch vo vzťahu k stolu a zobrazené súradnice TCP budú taktiež spadať do rámca tohto stola.

#### Premenovať

Toto tlačidlo umožňuje premenovať funkciu.

## Odstrániť

Týmto tlačidlom sa odstráni vybraná funkcia aj so všetkými podfunkciami, ak nejaké obsahuje.

## Zobraziť osi

Umožňuje vybrať, či na 3D zobrazeniach budú viditeľné súradnicové osi vybranej funkcie. Táto voľba sa vzťahuje na túto obrazovku a na obrazovku Pohyb.

## Posuvná

Vyberte, či zvolená funkcia bude posuvná. To rozhodne, či sa funkcia objaví v ponuke funkcií na obrazovke Pohyb.

## Premenná

Vyberte, či zvolenú funkciu možno použiť ako premennú. Ak je táto možnosť aktívna, pri úprave programov robota bude k dispozícii názov tejto funkcie s príponou „\_var“ a tejto premennej bude možné v programe priradiť novú hodnotu, ktorú potom možno použiť na ovládanie traťových bodov závislých od hodnoty funkcie. Funkcia sa musí označiť ako premenná, ak akýkoľvek príkaz, ktorý od nej závisí, aktualizuje pohyb v prípade, že nastane zmena funkcie. Ak sa neoznačí ako premenná, traťový bod sa bude vzťahovať na pozíciu v čase definovania.

## Zmeniť tento bod

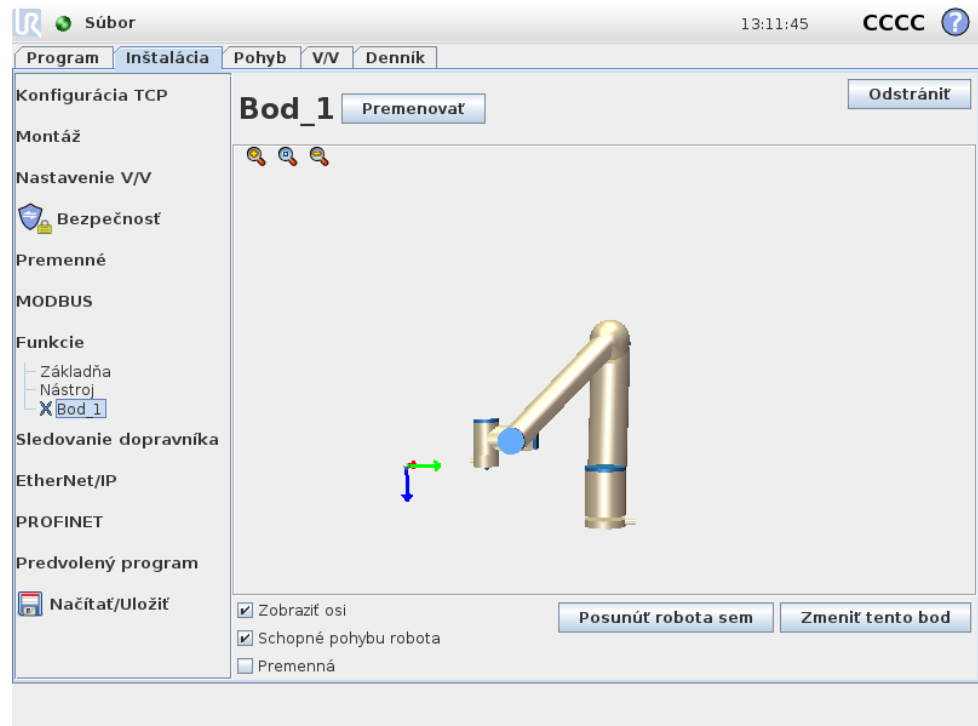
Pomocou tohto tlačidla sa nastavuje alebo mení vybraná funkcia. Zobrazí sa karta Pohyb (pozrite si 13.1) a je možné nastaviť novú polohu funkcie.

## Posunúť robota sem

Stlačením tohto tlačidla sa rameno robota posunie k vybranej funkcii. Na konci tohto pohybu sa súradnicové systémy funkcie a polohy TCP budú kryť.

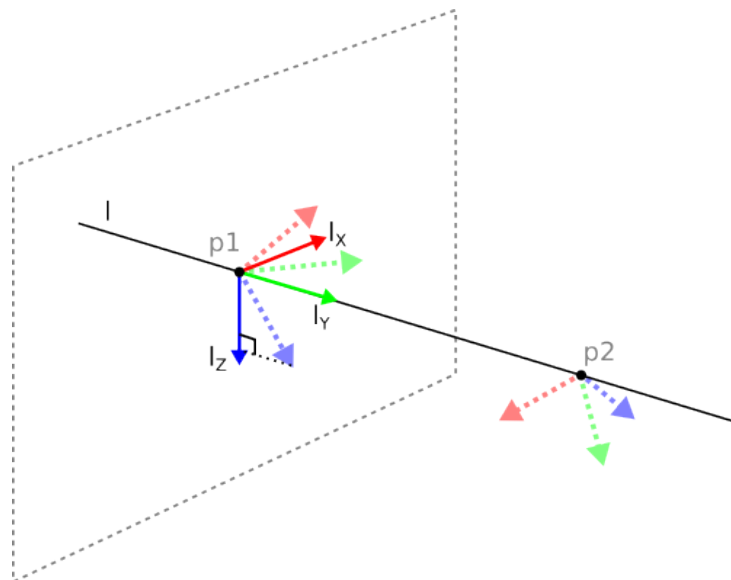
## 13.12.2 Nový bod

Stlačením tohto tlačidla pridáte k inštalácii bodovú funkciu. Funkcia Bod sa bežne vyberá v prípade globálnej domovskej konfigurácie ramena robota, alebo keď sa definuje bezpečnostná hranica. Pozícia bodovej funkcie je daná ako poloha a orientácia TCP v danom bode.



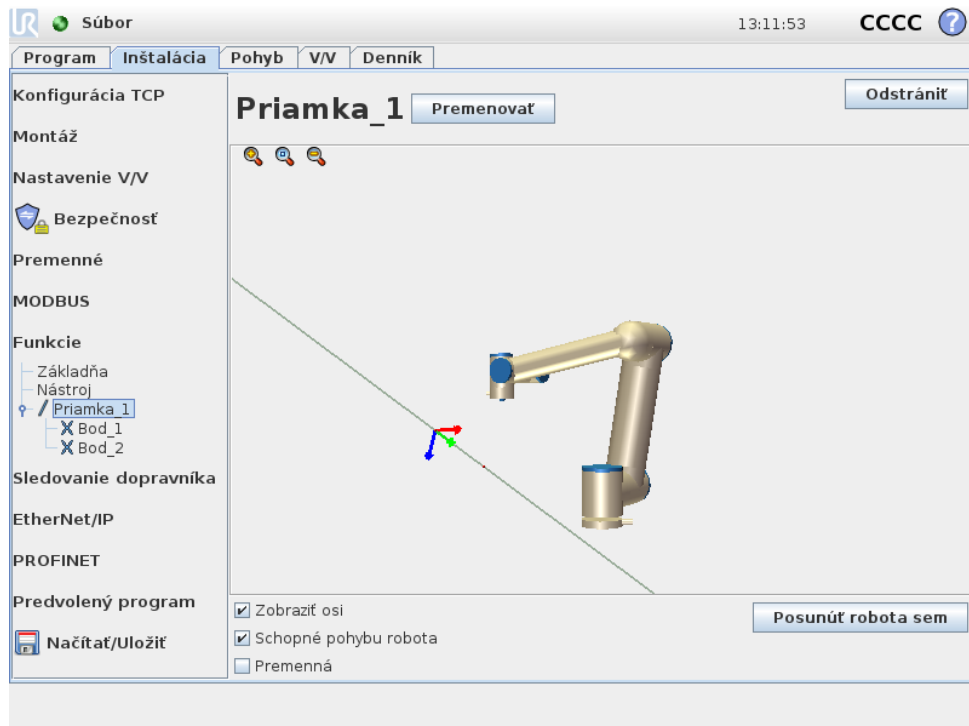
### 13.12.3 Nová priamka

Stlačením tohto tlačidla pridáte k inštalácii funkciu Priamka. Funkcia Priamka sa bežne vyberá pre definovanie priamok, ktoré musí robot nasledovať, napr. pri použití sledovania dopravníka. Priamka  $l$  sa definuje ako os medzi dvoma funkciami Bod  $p1$  a  $p2$ , ako je zobrazené na obrázku 13.3.



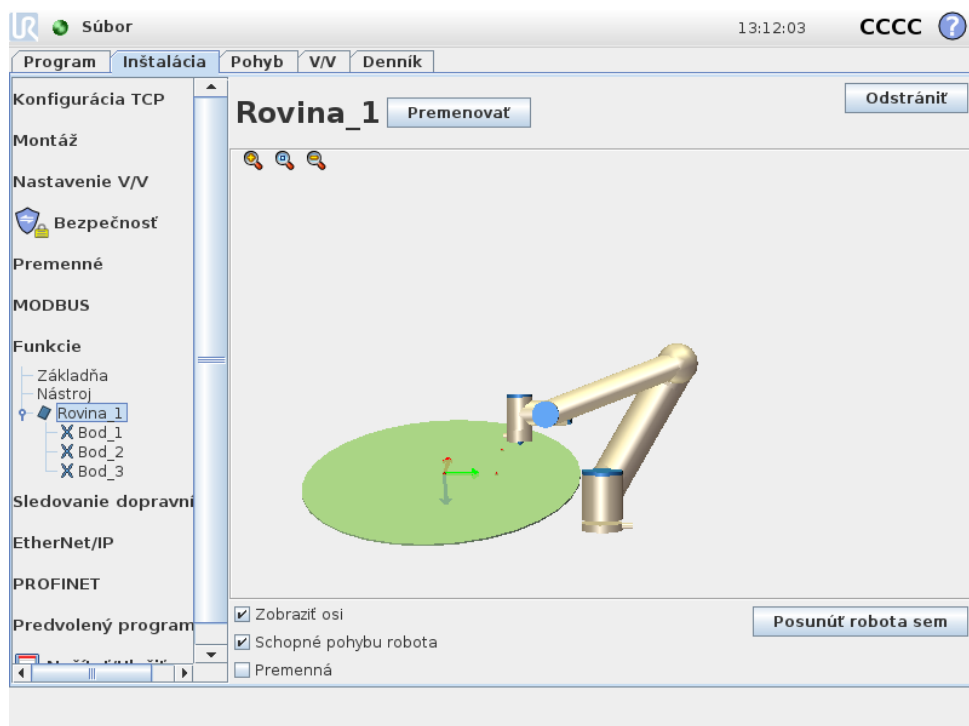
Obr. 13.3: Definícia lineárneho prvku

Táto os smerujúca od prvého bodu smerom k druhému bodu je osou  $y$  súradnicového systému priamky. Os  $z$  je určená priemetom osi  $z$  bodu  $p1$  na rovinu kolmú na túto priamku. Poloha súradnicového systému priamky je rovnaká ako poloha bodu  $p1$ .



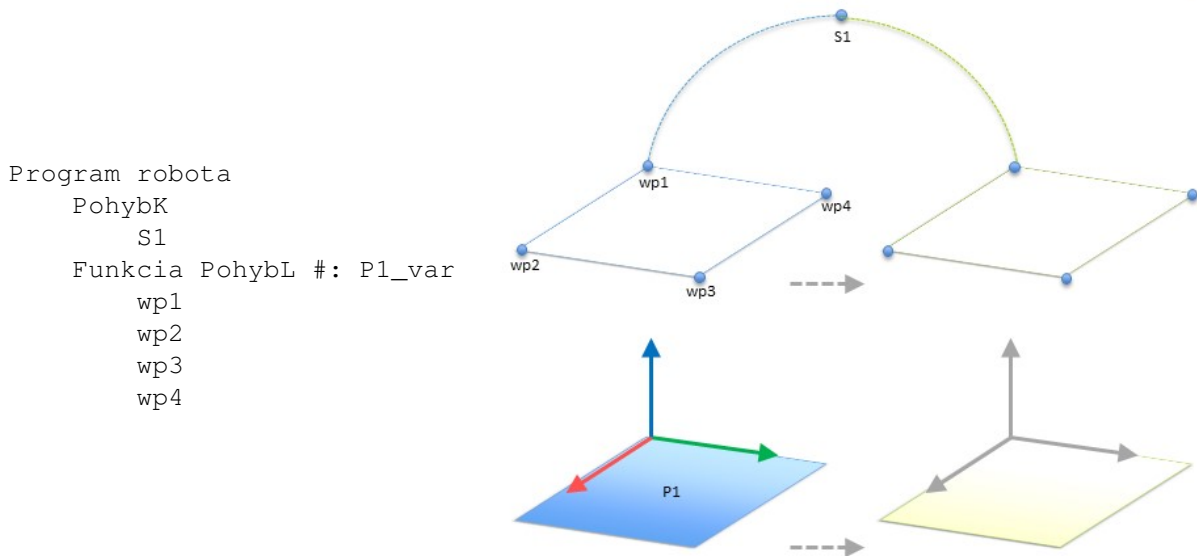
### 13.12.4 Nová rovina

Stlačením tohto tlačidla pridáte k inštalácii funkciu Rovina. Funkcia Rovina sa bežne vyberá v prípade potreby vysoko presného rámca, napr. počas práce so zobrazovacím systémom alebo vykonávania pohybov vo vzťahu k stolu. Rovina je určená tromi vedľajšími bodmi. Poloha súradnicového systému je rovnaká ako poloha prvého vedľajšieho bodu. Os Z orientácie je normála roviny a os Y smeruje z prvého bodu smerom k druhému. Kladný smer osi Z je nastavený tak, že uhol medzi osou Z roviny a osou Z prvého bodu je menej než  $180^\circ$ .



### 13.12.5 Príklad: Manuálna aktualizácia funkcie za účelom úpravy programu

Predstavte si aplikáciu, kde sa viaceré časti programu robota vzťahujú na stôl. V obrázku 13.4 je to zobrazené ako pohyb z traťového bodu wp1 cez wp4.



Obr. 13.4: Jednoduchý program so štyrmi traťovými bodmi súvisiacimi s funkciou roviny, ktorý sa aktualizuje manuálne zmenou funkcie

Požiadavkou aplikácie je, že program sa môže použiť opakovane vo viacerých inštaláciách robota, v rámci ktorých sa mierne líši len poloha. Pohyb vo vzťahu k stolu je identický.

Keď sa počas inštalácia poloha stola definuje ako funkcia *P1* a vyberie sa ako *Pre-menná*, program s príkazom *PohybL* konfigurovaným vo vzťahu k rovine je možné jednoducho aplikovať na ďalšie roboty len pomocou aktualizácie polohy stola v rámci inštalácie.

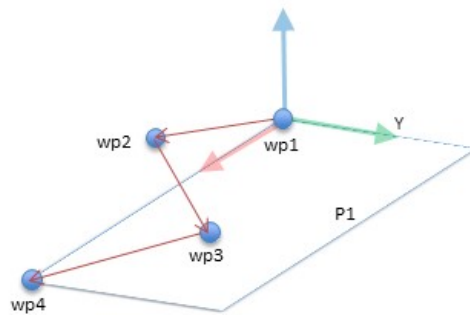
Koncept sa vzťahuje na ľubovoľný počet funkcií v aplikácii, aby sa vytvoril flexibilný program, ktorý dokáže vyriešiť rovnakú úlohu u viacerých robotov napriek tomu, že dvíhanie, odovzdanie alebo ďalšie kritické miesto na pracovisku sa môže u viacerých inštalácií líšiť.

### 13.12.6 Príklad: Dynamická aktualizácia pozície funkcie

Predstavte si podobnú aplikáciu, kde sa robot musí taktiež hýbať v rámci špecifického obrazca na vrchu stola, aby vyriešil určitú úlohu, ako je zobrazené v obrázku 13.5.

Teraz si predstavte, že pohyb vzťahujúci sa na *P1* sa musí niekoľko krát zopakovať, a to vždy s odchýlkou *o*, ktorá je v tomto príklade nastavená na 10 cm v smere *Y* (pozrite si obrázok 13.6, odchýlka *O1* a *O2*). Je to možné dosiahnu použitím napr. skriptových funkcií *pose\_add()* alebo *pose\_trans()* na účely manipulácie s premenlivou funkciou.

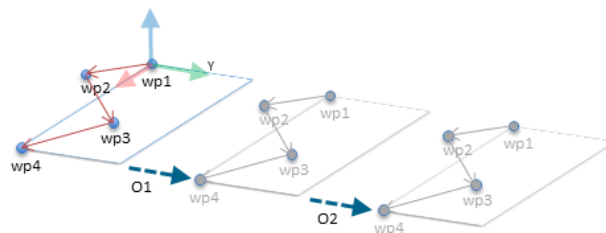
Namiesto pridania odchýlky je taktiež možné prepnúť na úplne odlišnú funkciu, keď program beží. To je znázornené na nižšie uvedenom príklade (pozrite si obrá-



Obr. 13.5: Príkaz *PohybL* so štyrmi traťovými bodmi súvisiacimi s funkciou roviny

```

Program robota
  PohybK
    wp1
  y = 0,01
  o = p[0,y,0,0,0,0]
  P1_var = pose_trans(P1_var, o)
  Funkcia PohybL #: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
    
```

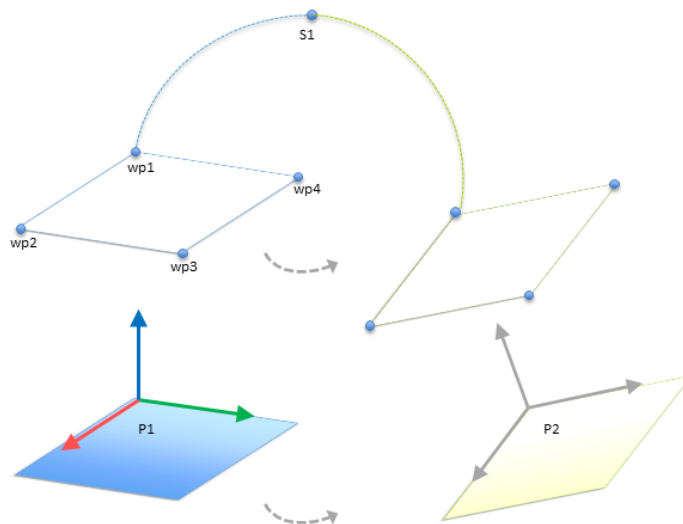


Obr. 13.6: Aplikácia odchýlky na funkciu roviny

zok 13.7), kde referenčná funkcia pre príkaz *PohybL* *P1\_var* môže prepínať medzi rovinami *P1* a *P2*.

```

Program robota
  PohybK
    S1
  ak (digitálny_vstup[0]), pc
    P1_var = P1
  inak
    P1_var = P2
  Funkcia PohybL #: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
    
```



Obr. 13.7: Prepnutie z jednej funkcie roviny na inú

## 13.13 Nastavenie sledovania dopravníka

Keď sa používa dopravník, robota je možné nakonfigurovať, aby sledoval jeho pohyb. Nastavenie sledovania dopravníka poskytuje možnosti pre konfiguráciu práce robota s absolútnymi a inkrementálnymi kódovačmi, ako aj lineárnymi a kruhovými dopravníkmi.

### Parameter dopravníka

Inkrementálne kódovače je možné pripojiť k digitálnym vstupom 0 až 3. Dekódovanie digitálnych signálov beží na 40 kHz. Ak sa používa kvadrátúrny kódovač (požaduje dva vstupy), robot je schopný určiť rýchlosť spolu so smerovaním dopravníka. Ak je smerovanie dopravníka konštantné, môže sa použiť jeden vstup, ktorý zisťuje buď hraničné hodnoty Stúpania, Klesania, alebo Stúpania a klesania, za účelom zisťovania rýchlosti dopravníka.

Absolútne kódovače je možné použiť u pripojenia prostredníctvom signálu MODBUS. To požaduje predbežnú konfiguráciu registra digitálneho vstupu MODBUS v 13.11.

### Lineárne dopravníky

Keď sa vyberie lineárny dopravník, musí sa konfigurovať lineárny prvok, aby sa určilo smerovanie dopravníka. Lineárny prvok musí byť paralelný so smerovaním dopravníka a medzi dvoma bodmi, ktoré definujú lineárny prvok, musí byť veľká vzdialenosť. Lineárny prvok sa odporúča konfigurovať tak, že sa počas učenia dvoch bodov nástroj pevne priloží k boku dopravníka.

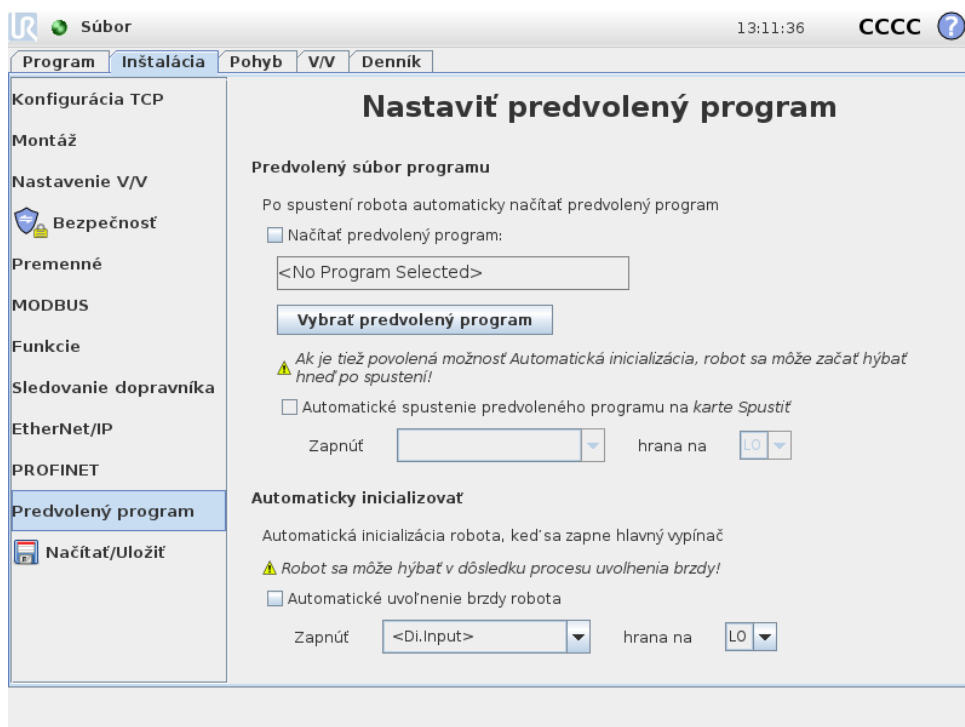
Pole Počet ťuknutí na meter sa používa ako počet ťuknutí, ktorý kódovač vygeneruje, keď sa dopravník pohne o jeden meter.

$$\text{Počet ťuknutí na meter} = \frac{\text{počet ťuknutí na otáčku kódovača}}{2\pi \cdot \text{polomer kotúča kódovača[m]}} \quad (13.1)$$

### Kruhové dopravníky

Keď sa sleduje kruhový dopravník, musí sa definovať stredový bod dopravníka (kruhu). Hodnota pola Počet ťuknutí na meter musí byť počet ťuknutí, ktorý kódovač vygeneruje, keď sa dopravník otočí o jednu celú otáčku.

## 13.14 Inštalácia → Predvolený program



Táto obrazovka obsahuje nastavenia pre automatické načítanie a spustenie predvoleného programu a pre automatickú inicializáciu ramena robota pri spustení.



### VÝSTRAHA:

Keď sú povolené všetky funkcie automatického načítania, automatického spustenia a automatickej inicializácie, robotu spustí program hneď po spustení riadiacej skrinky v prípade, že sa vstupný signál zhoduje s úrovňou vybraného signálu, t.j. v tomto prípade sa nepožaduje prechod cez hranu pre dosiahnutie úrovne vybraného signálu. Ak sa úroveň signálu nastaví na *Nízky*, treba byť opatrnejší, pretože v bežných nastaveniach sú vstupné signály predvolene nízke, čo vedie k automatickému spusteniu programu bez spustenia na základe externého signálu.

### 13.14.1 Načítanie predvoleného programu

Predvolený program je možné vybrať na načítanie pri zapnutí riadiacej skrinky. Predvolený program sa ďalej automaticky načíta, keď vstúpíte na obrazovku *Spustiť program* (pozrite si 11.4) a nie je načítaný žiaden program.

### 13.14.2 Spustenie predvoleného programu

Predvolený program je možné automaticky spustiť na obrazovke *Spustiť program*. Keď sa načíta predvolený program a deteguje sa prechod cez špecifikovanú hranu externého vstupného signálu, program sa spustí automaticky.

Všimnite si, že pri spustení je úroveň aktuálneho vstupného signálu nedefinovaná a výber prechodu, ktorý sa zhoduje s úrovňou signálu pri spustení okamžite spustí program. Opustenie obrazovky *Spustiť program* alebo stlačenie tlačidla zastavenia na *ovládacom paneli* navyše deaktivuje funkciu automatického spustenia, kým sa opätovne nestlačí tlačidlo spustenia.

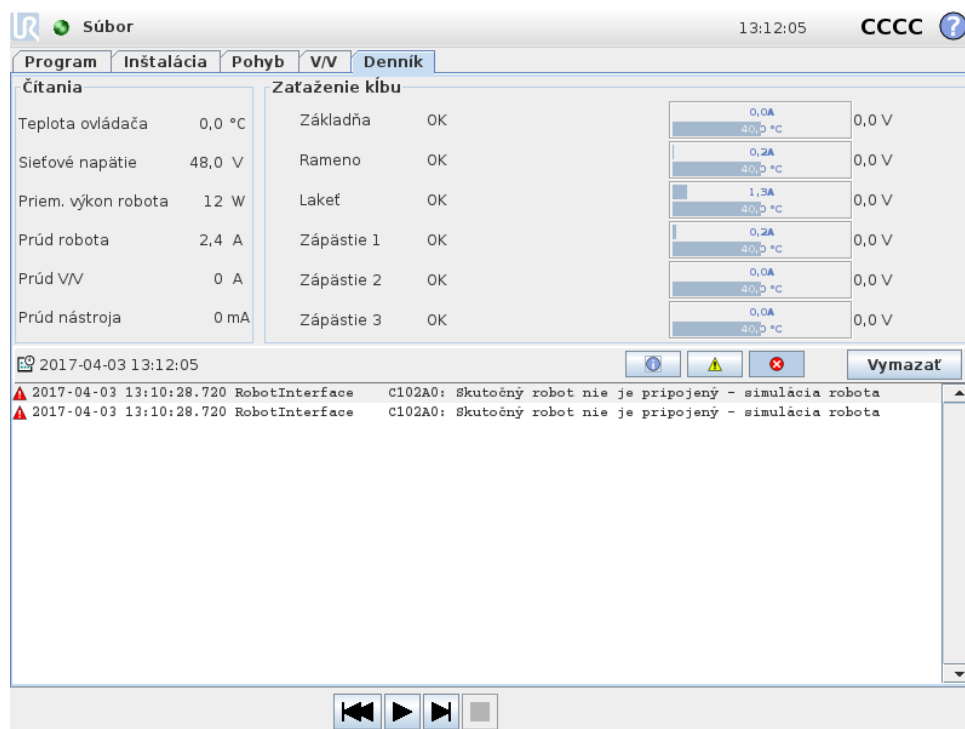
### 13.14.3 Automatická inicializácia

Rameno robota je možné automaticky inicializovať napríklad, keď sa spustí riadiaca skrinka. Pri prechode cez špecifikovanú hranu externého vstupného signálu sa rameno robota úplne inicializuje, bez ohľadu na viditeľnú obrazovku.

Finálny stupeň inicializácie je *uvoľnenie brzdy*. Keď robot uvoľňuje brzdy, mierne sa pohne a vydá zvuk. Brzdy nie je možné navyše automaticky uvoľniť, ak sa konfigurované upevnenie nezhoduje s upevnením detegovaným na základe údajov senzora. V tomto prípade je potrebná manuálna inicializácia robota na obrazovke inicializácie (pozrite si 11.5).

Všimnite si, že pri spustení je úroveň aktuálneho vstupného signálu nedefinovaná a výber prechodu, ktorý sa zhoduje s úrovňou signálu pri spustení okamžite inicializuje rameno robota.

## 13.15 Karta Denník



**Stav robota** V hornej polovici obrazovky sa zobrazuje stav ramena robota a riadiacej skrinky. V ľavej časti sa zobrazujú informácie týkajúce sa riadiacej skrinky robota, v pravej časti sú informácie o jednotlivých kĺboch robota. Pre každý kĺb robota sa zobrazujú informácie o teplote motorčeka a elektronike, zaťažení kĺbu a o elektrickom napätí v kĺbe.

**Denník robota** V dolnej polovici obrazovky sa zobrazujú správy denníka. Prvý stĺpec kategorizuje závažnosť položky protokolu. Druhý stĺpec zobrazuje čas prijatia správy. Ďalší stĺpec zobrazuje odosielateľa správy. Zatiaľ čo posledný stĺpec zobrazuje samotnú správu. Správy je možné filtrovať výberom prepínačov, ktoré prislúchajú danej závažnosti. Vyššie uvedený obrázok zobrazuje, že chyby sa zobrazia, zatiaľ čo informačné a výstražné správy sa filtrujú. Niektoré správy v protokole sú navrhnuté tak, aby poskytovali viac informácií a je ich možné otvoriť výberom položky protokolu.

## 13.16 Obrazovka Načítanie

Na tejto obrazovke sa vyberá, ktorý program načítať. Existujú dve verzie tejto obrazovky: jedna, ktorá sa použije, keď chcete len načítať program a vykonať ho, a druhá, ktorá sa použije, keď chcete upraviť program.



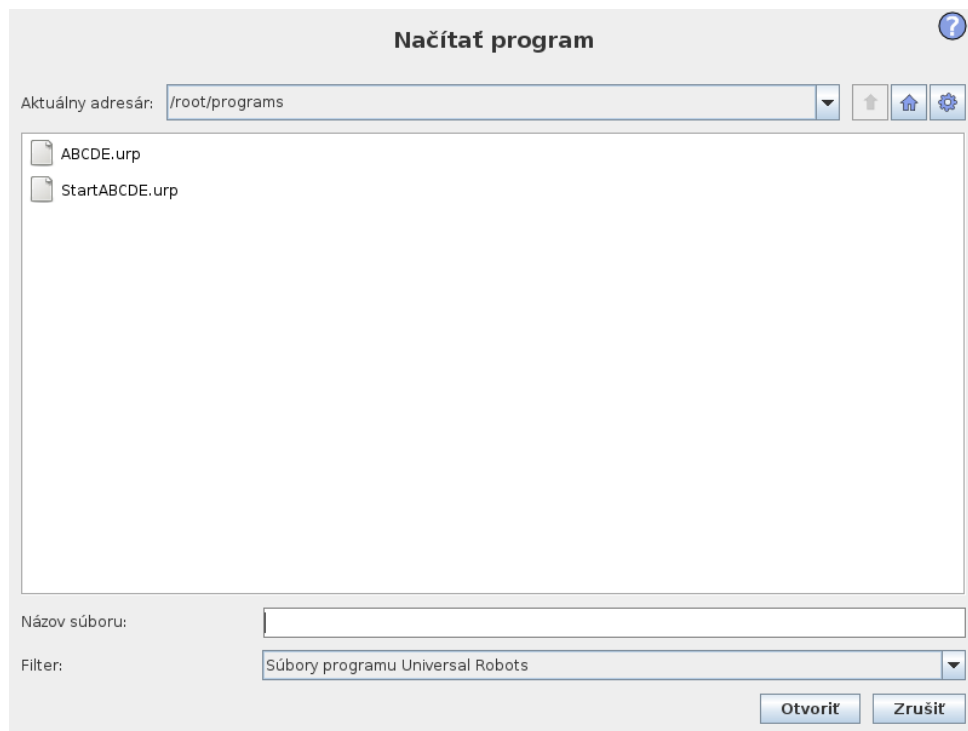
### POZNÁMKA:

Spúšťanie programu z USB disku sa neodporúča. Ak chcete spustiť program z USB disku, najskôr ju načítajte, a potom ju uložte do lokálneho adresára `programy` použitím možnosti `Uložiť ako...` v ponuke `Súbor`.

Hlavný rozdiel spočíva v tom, ktoré akcie sú k dispozícii pre používateľa. Na základnej obrazovke načítania má používateľ prístup len k súborom - nemôže ich upravovať alebo vymazávať. Používateľ má ďalej zakázané opustiť adresárovú štruktúru nadol od adresára `programy`. Používateľ môže vstúpiť do podadresárov, nemôže sa však dostať vyššie ako na adresár `programy`.

Preto by všetky programy mali byť umiestnené v adresáre `Programy a/` alebo v podadresároch adresára `Programy`.

## Rozloženie obrazovky



Na tomto obrázku je znázornená skutočná obrazovka načítania. Pozostáva z nasledujúcich dôležitých oblastí a tlačidiel:

**História ciest** V histórii ciest je zoznam ciest vedúcich k súčasnému umiestneniu. To znamená, že sa zobrazujú všetky nadradené adresáre až po koreňový adresár počítača. Tu si môžete všimnúť, že nemôžete vstúpiť do všetkých adresárov nad adresárom Programy.

Výberom názvu priečinka zo zoznamu sa dialóg načítania zmení na tento adresár a zobrazí ho v oblasti výberu súborov 13.16.

**Oblasť výberu súborov** V tejto oblasti dialógu sa zobrazuje obsah aktuálnej oblasti. Poskytuje používateľovi možnosť vybrať súbor jednoduchým kliknutím na jeho názov alebo otvoriť súbor dvojitým kliknutím na jeho názov.

Adresáre sa vyberajú dlhým stlačením na približne 0,5s. Vstup do adresára a zobrazenie obsahu sa vykoná jedným kliknutím.

**Filter súborov** Použitím tohto filtra je možné obmedziť zobrazené súbory na určitý druh súborov, ktoré používateľ chce zobraziť. Výberom možnosti „Záložné súbory“ v oblasti výberu súborov sa zobrazí posledných 10 uložených verzií každého programu, pričom súbor .old0 je najnovší a súbor .old9 najstarší.

**Pole súboru** Tu sa zobrazuje aktuálne zvolený súbor. Používateľ má možnosť manuálne zadať názov súboru kliknutím na ikonu klávesnice napravo od poľa.

Toto zobrazí klávesnicu na obrazovke, pomocou ktorej môže používateľ zadať názov súboru priamo na obrazovke.

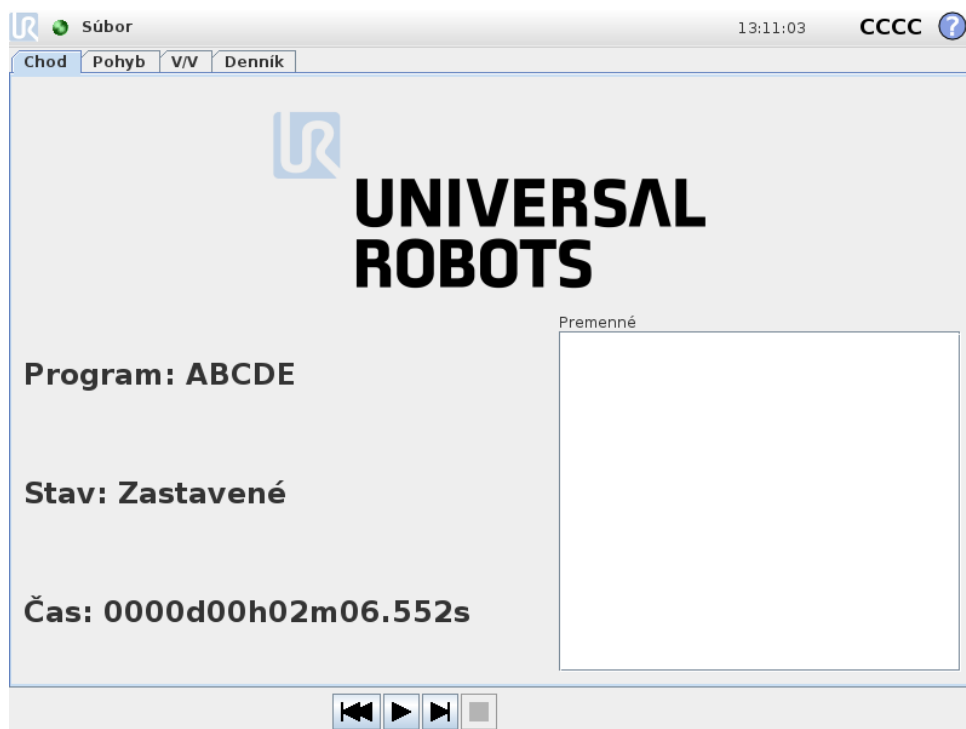
**Tlačidlo Otvoriť** Kliknutím na tlačidlo Otvoriť sa otvorí aktuálne vybraný súbor a opäť sa zobrazí predchádzajúca obrazovka.

**Tlačidlo Zrušiť** Kliknutím na tlačidlo Zrušiť sa zastaví aktuálny proces načítania a obrazovka sa prepne na prechádzajúci obraz.

**Tlačidlá Akcia** Sériá tlačidiel, ktorá umožňuje používateľovi vykonávať niektoré akcie, ktoré by normálne boli prístupné kliknutím pravým tlačidlom na názov súboru v konvenčnom súborovom dialógu. Okrem toho je tu možnosť pohybovať sa nahor adresárovou štruktúrou a priamo do priečinka programu.

- Nadradený: Posun nahor v adresárovej štruktúre. Tlačidlo nebude aktivované v dvoch prípadoch: keď aktuálny adresár je najvyšší adresár v štruktúre alebo ak je obrazovka v obmedzenom režime a aktuálny adresár je priečinok Programy.
- Prejsť na priečinok Programy: Prechod do domovského adresára
- Akcie: Akcie ako napr. vytvorenie adresára, odstránenie súboru atď.

## 13.17 Karta Chod



Táto karta ponúka veľmi jednoduchý spôsob obsluhy ramena robota a riadiacej skrinky s minimálnym počtom tlačidiel a možností. To môže byť užitočné v kombinácii s heslom na ochranu programovacej časti rozhrania PolyScope (pozrite si 15.3),

keď je potrebné používať robota ako nástroj výlučne na vykonávanie vopred pripravených programov.

V tejto karte je ďalej možné automaticky načítať a spustiť predvolený program na základe prechodu cez špecifikovanú hranu externého vstupného signálu (pozrite si 13.14). Kombinácia automatického načítania a spustenia predvoleného programu a automatickej inicializácie pri spustení sa môže použiť napríklad na integráciu ramena robota do iného strojového zariadenia.

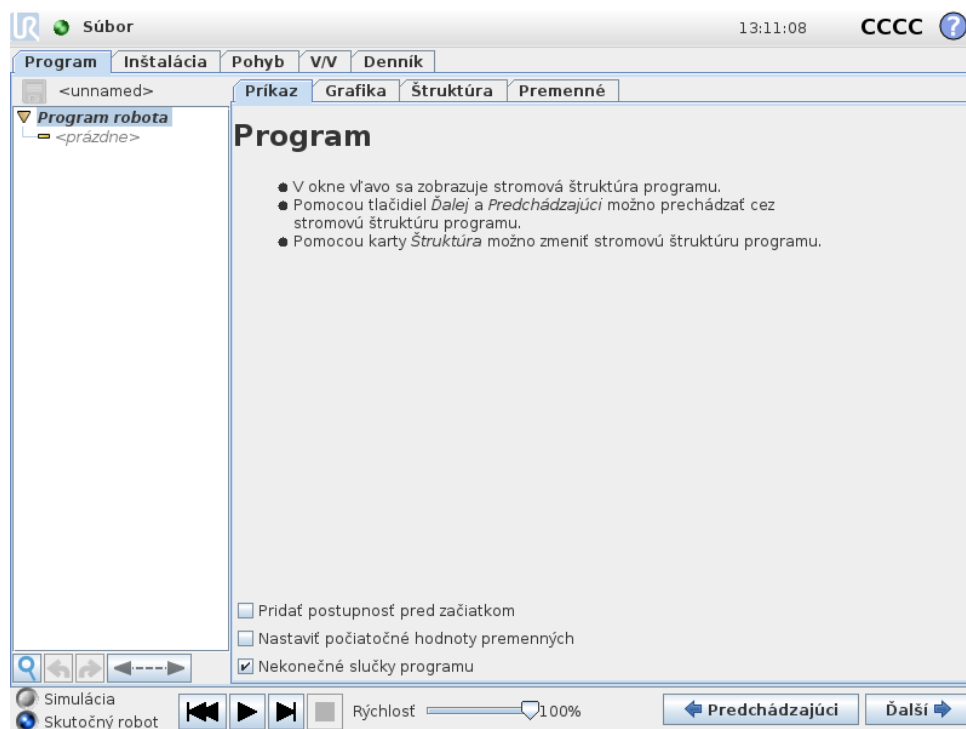
# 14 Programovanie

## 14.1 Nový program



Nový program robota sa môže vytvoriť buď zo šablóny, alebo z existujúceho (uloženého) programu robota. Šablóna môže poskytnúť celkovú štruktúru programu, takže je potrebné vyplniť len podrobnosti programu.

## 14.2 Karta Program



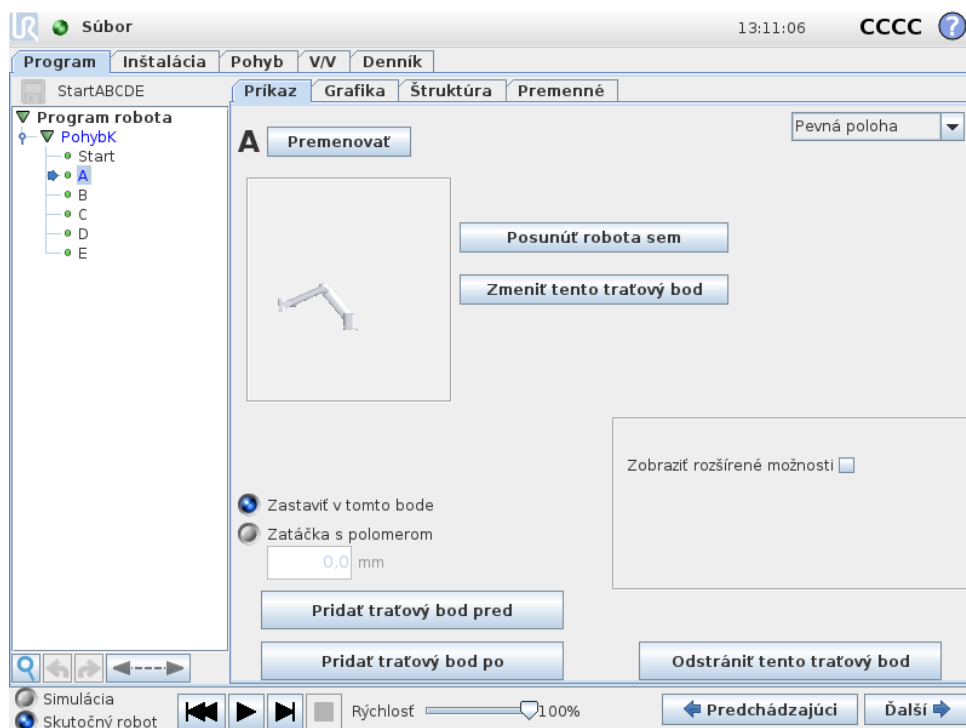
Na karte Program sa zobrazuje aktuálne upravovaný program.




### 14.2.1 Strom programu


V *strome programu* na ľavej strane obrazovky sa zobrazuje program vo forme zoznamu príkazov, v priestore na pravej strane obrazovky sú informácie týkajúce sa aktuálneho príkazu. Aktuálny príkaz sa vyberie kliknutím na zoznam príkazov alebo použitím tlačidiel *Predchádzajúci* a *Ďalší* v pravej dolnej časti obrazovky. Príkazy možno vkladať alebo odstraňovať pomocou karty *Štruktúra* opísanej v časti 14.30. Názov programu sa zobrazuje priamo nad zoznamom príkazov spolu s malou ikonou disku, kliknutím na ktorú sa dá rýchlo uložiť program.

Príkaz, ktorý sa v súčasnosti vykonáva, sa zvýrazní v strome programu, ako je popísané v 14.2.2.



## 14.2.2 Indikácia vykonávania programu





Strom programu obsahuje vizuálne nápovedy podávajúce informácie o príkaze, ktorý momentálne vykonáva ovládač robota. Vľavo od ikony príkazu sa zobrazí malá ikona indikátora  a názov vykonávaného príkazu, a všetky príkazy, pre ktoré je tento príkaz podpríkazom (zvyčajne identifikované ikonami príkazov  / ), sa zvýraznia namodro. Toto napomáha používateľovi nájsť vykonávaný príkaz v rámci stromu.

Napríklad, ak sa rameno robota pohybuje smerom k traťovému bodu, podpríkaz príslušného traťového bodu sa označí ikonou  a jeho názov spolu s názvom príkazu Pohyb (pozrite si 14.5), ku ktorému prislúcha, sa zvýraznia namodro.



Ak sa program pozastaví, ikona indikátora vykonávaného programu označí posledný príkaz, ktorý sa práve vykonával.

Kliknutím na tlačidlo s ikonou , ktoré sa nachádza pod stromom programu, prejdete na momentálne vykonávaný alebo naposledy vykonávaný príkaz v strome. Ak sa klikne na príkaz, keď je spustený program, karta Príkaz bude zobrazovať informácie týkajúce sa vybraného príkazu. Stlačenie tlačidla  spôsobí, že karta Príkaz bude opätovne nepretržite zobrazovať informácie o momentálne vykonávaných príkazoch.

## 14.2.3 Tlačidlo Vyhľadať

Tlačidlo s ikonou  je možné použiť na vyhľadávanie textu v stromovej štruktúre programu. Po kliknutí je možné zadať vyhľadávaný text a zhodné uzly programu sa zvýraznia žltou farbou. Stlačením ikony  ukončíte režim vyhľadávania.

### 14.2.4 Tlačidlá Späť/Znova

Tlačidlá s ikonami  a  pod stromom programu slúžia na vrátenie späť a opätovné vykonanie zmien v rámci stromu programu a príkazov, ktoré obsahuje.

### 14.2.5 Ovládací panel programu

V úplne dolnej časti obrazovky je *ovládací panel*. Na *ovládacom paneli* je súbor tlačidiel podobných tlačidlám klasického magnetofónu, ktorými je možné spustiť či zastaviť program, vykonávať ho po krokoch alebo reštartovať. *Jazdec rýchlosti* umožňuje kedykoľvek nastaviť rýchlosť programu, čo priamo ovplyvní rýchlosť pohybu ramena robota. *Jazdec rýchlosti* ďalej zobrazuje relatívnu rýchlosť, ktorou sa rameno robota pohybuje v reálnom čase, s prihliadnutím na bezpečnostné nastavenia. Uvedená percentuálna hodnota predstavuje maximálnu dosiahnuteľnú rýchlosť pre bežiaci program, bez porušenia bezpečnostných limitov.

Vľavo od *ovládacieho panela* sú tlačidlá *Simulácia* a *Reálny robot*, ktoré slúžia na prepínanie medzi simuláciou programu a skutočným spustením robota. Pri simulácii sa rameno robota nepohybuje, a teda nemôže svojím pohybom poškodiť seba ani žiadne zariadenie v okolí. Simulácia sa používa na testovanie programov v prípade neistoty, ako sa bude rameno robota správať.



#### NEBEZPEČENSTVO:

1. Keď sa stlačí tlačidlo *Prehrať* uistite sa, že sa nenachádzate v pracovnom priestore robota. Pohyb, ktorý ste naprogramovali, môže byť iný, než očakávate.
2. Keď sa stlačí tlačidlo *Krok* uistite sa, že sa nenachádzate v pracovnom priestore robota. Funkciu tlačidla *Krok* môže byť ťažké pochopiť. Používajte ju len ak je to nevyhnutne potrebné.
3. Uistite sa, že vždy otestujete váš program znížením rýchlosti pomocou jazdca rýchlosti. Chyby programovania logiky vykonané integrátorom môžu spôsobiť neočakávané pohyby ramena robota.
4. Keď sa vyskytlo núdzové zastavenie alebo ochranné zastavenie, program robota sa zastaví. Ak sa žiadny kĺb nepohol o viac ako  $10^\circ$ , je možné ho obnoviť. Ak stlačíte *prehrať*, robot sa pomaly pohne späť na trajektóriu a bude pokračovať vo vykonávaní programu.

Počas písania programu sa výsledný pohyb ramena robota znázorňuje 3D kresbou na karte *Grafika* opísanej v časti 14.29.

Vedľa každého príkazu programu je malá ikona, ktorá je buď červená, žltá alebo zelená. Červená ikona signalizuje chybu v príkaze, žltá znamená, že príkaz nie je dokončený a zelená znamená, že všetko je v poriadku. Program možno spustiť, len keď pri všetkých príkazoch svieti zelená ikona.

## 14.3 Premenné

Program robota môže používať premenné na uloženie a aktualizáciu rôznych hodnôt počas prevádzky. Sú k dispozícii dva druhy premenných:

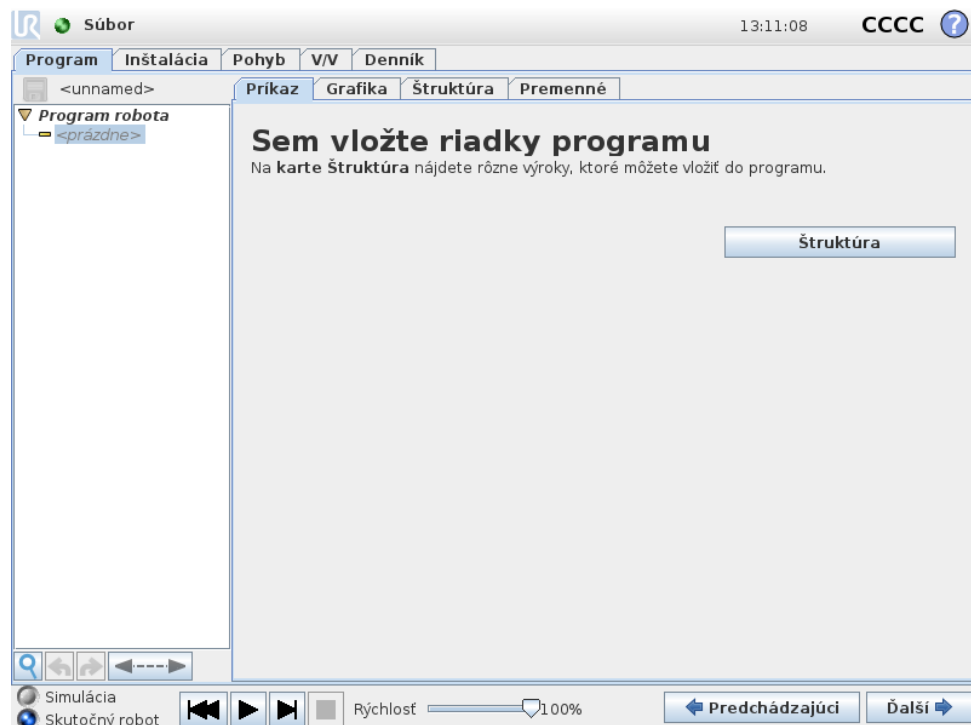
*Premenné inštalácie:* Tieto môžu používať viaceré programy a ich názvy a hodnoty zostávajú spolu počas priebehu inštalácie robota (pozrite si 13.10, kde nájdete bližšie informácie). Premenné inštalácie si uchovávajú svoje hodnoty po reštartovaní robota a riadiacej skrinky.

*Bežné premenné programu:* Tieto sú dostupné len pre spustený program a ich hodnoty sa strácajú po zastavení programu.

Sú dostupné nasledujúce typy premenných:

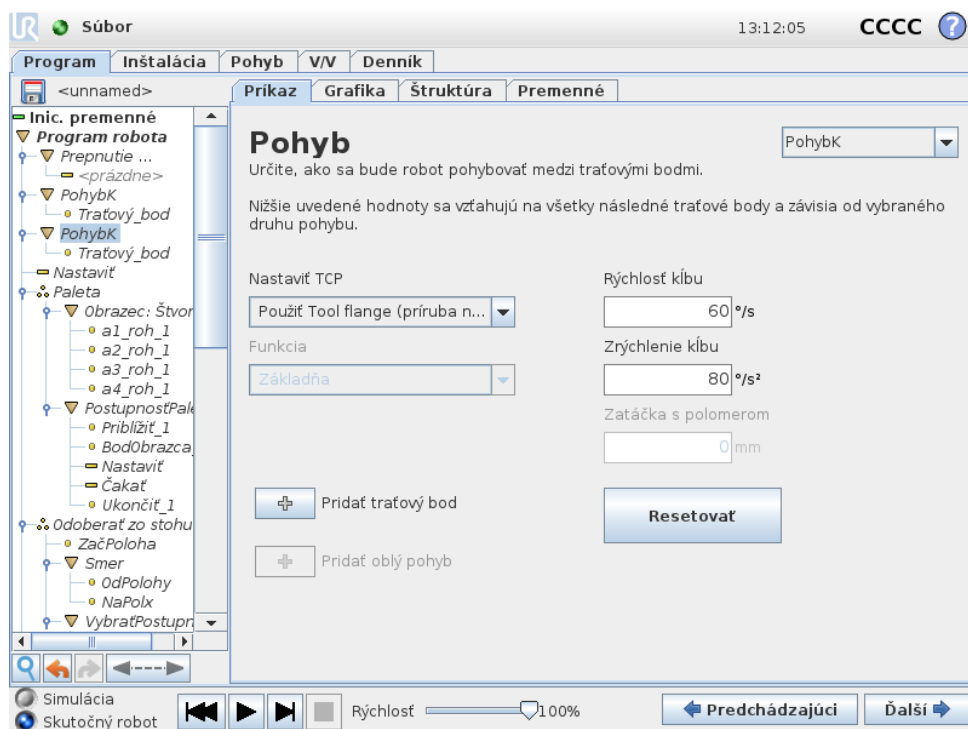
- 
- boolovská* Boolovská premenná, ktorej hodnota je buď Pravdivá alebo Nepravdivá.
  - int.* Celé číslo v rozsahu od  $-2147483648$  do  $2147483647$  (32-bitov).
  - plávajúce* Číslo s plávajúcou desatinnou čiarkou číslo (desatinné číslo) (32-bitov).
  - reťazec* Postupnosť znakov.
  - poloha* Vektor popisujúci umiestnenie a orientáciu v karteziánskom priestore. Je to kombinácia vektora polohy  $(x, y, z)$  a vektora rotácie  $(rx, ry, rz)$  znázorňujúca orientáciu, písané ako  $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ .
  - zoznam* Postupnosť premenných.
- 

## 14.4 Príkaz: Prázdne



Sem sa vložia príkazy programu. Stlačením tlačidla **Štruktúra** prejdete na kartu so štruktúrami, kde nájdete rôzne riadky programu, ktoré môžete vybrať. Program nie je možné spustiť, pokiaľ nie sú zadane a definované všetky riadky.

## 14.5 Príkaz: Pohyb



Príkazom Pohyb sa ovláda pohyb robota cez základné traťové body. Traťové body musia byť pod príkazom Pohyb. Príkaz Pohyb definuje zrýchlenie a rýchlosť, akou sa rameno robota bude pohybovať medzi danými traťovými bodmi.

### Druhy pohybu

Je možné vybrať jeden z troch druhov pohybu: *PohybJ*, *PohybL* a *PohybP*, všetky sú vysvetlené ďalej.

- **pohybJ** spôsobí pohyby, ktoré sú vypočítané v *klbovom priestore* ramena robota. Všetky kľby sú ovládané tak, aby dosiahli požadovanú koncovú polohu súčasne. Výsledkom tohto druhu pohybu je zakrivená dráha nástroja. Spoločnými parametrami, ktoré sa vzťahujú na tento druh pohybu, sú maximálna kľbová rýchlosť a kľbové zrýchlenie použité na výpočet pohybu, uvedené v  $deg/s$  a  $deg/s^2$ . Ak sa požaduje rýchly pohyb ramena robota medzi traťovými bodmi bez ohľadu na dráhu nástroja medzi danými traťovými bodmi, tento druh pohybu je vhodnou voľbou.
- **pohybL** spôsobí lineárny pohyb nástroja medzi traťovými bodmi. To znamená, že jednotlivé kľby budú vykonávať zložitejšie pohyby, aby sa nástroj pohyboval po priamej dráhe. Spoločné parametre, ktoré možno nastaviť pri tomto druhu pohybu, sú požadovaná rýchlosť nástroja a zrýchlenie nástroja uvedené v  $mm/s$  a  $mm/s^2$  a tiež funkcia. Zvolený prvok určuje, v priestore ktorého prvku sú dané polohy nástroja v bodoch trasy. Zvláštnu pozornosť s ohľadom na priestory prvkov je treba venovať premenným prvkom a premenným bodom trasy. Premennivé funkcie možno použiť vtedy, keď je po-

trebné polohu nástroja v traťovom bode určiť podľa skutočnej hodnoty premenlivej funkcie počas chodu programu robota.

- **pohybP** spôsobí lineárny pohyb nástroja konštantnou rýchlosťou s kruhovými zatáčkami a je určený na určité operácie v rámci procesov, ako napríklad lepenie alebo dávkovanie. Veľkosť polomeru zatáčky je štandardne spoločná hodnota vo všetkých traťových bodoch. Menšia hodnota znamená ostrejšie zatáčky, vyššia hodnota znamená hladšiu dráhu. Kým sa rameno robota pohybuje cez traťové body konštantnou rýchlosťou, riadiaca skrinka robota nemôže čakať na operáciu V/V ani na zásah obsluhy. Mohlo by to zastaviť pohyb ramena robota alebo vyvolať ochranné zastavenie.

K príkazu pohybP je možné pridať **kruhový pohyb**, ktorý pozostáva z dvoch traťových bodov: prvý udáva prechodný bod na kruhovom oblúku a druhý predstavuje koncový bod pohybu. Robot začne kruhový pohyb z aktuálnej polohy a potom prejde dvomi určenými traťovými bodmi. Zmena orientácie nástroja počas kruhového pohybu je určená iba počiatočnou orientáciou a orientáciou v koncovom bode. Preto orientácia v prechodnom bode nemá vplyv na kruhový pohyb. Kruhový pohyb musí vždy nasledovať po traťovom bode pod rovnakým pohybomP.

## Spoločné parametre

Spoločné parametre v dolnom pravom rohu obrazovky Pohyb sa vzťahujú na pohyb z predchádzajúcej polohy ramena robota do prvého traťového bodu pod daným príkazom a odtiaľ do jednotlivých nasledujúcich traťových bodov. Nastavenie príkazu Pohyb sa nevzťahuje na dráhu z posledného traťového bodu pod daným príkazom Pohyb.

## Výber TCP

TCP používaný pre traťové body pod týmto príkazom Pohyb je možné vybrať z rozbalovacej ponuky. Vybrať je možné z používateľom definovaných TCP v rámci inštalácie, aktívneho TCP alebo jednoducho použiť prírubu nástroja. Ak sa vyberie používateľom definovaný TCP alebo aktívny TCP, pohyb vyvolaný príkazom Pohyb sa tomu prispôsobí. Ak sa vyberie možnosť Použiť prírubu nástroja, nepoužije sa žiadny TCP a pohyb vyvolaný príkazom Pohyb sa prispôsobí prírubu nástroja (t.j. žiadna úprava pohybu).

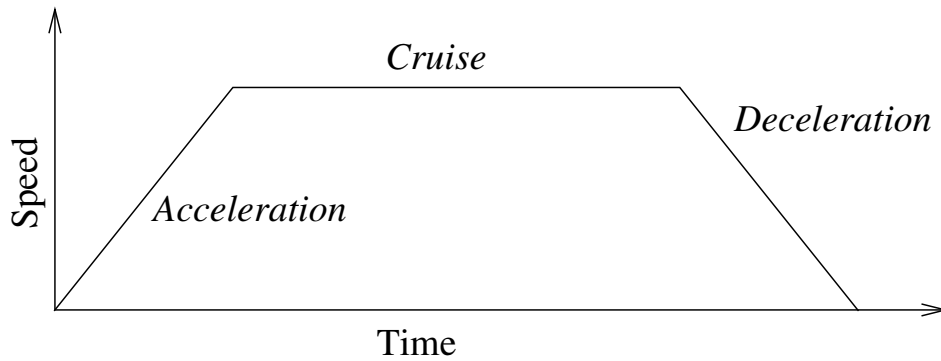
Ak sa aktívne TCP pre tento pohyb určí počas behu programu, je potrebné ho nastaviť dynamicky použitím príkazu Nastaviť (pozrite si 14.10) alebo pomocou príkazov skriptu. Bližšie informácie o konfigurácii pomenovaných TCP nájdete v 13.6.

## Výber funkcie

V prípade pohybu *PohybL* a *PohybP* je možné pri zadávaní traťových bodov vybrať, v ktorom funkčnom priestore by traťové body pod príkazom Pohyb mali byť vyjadrené (pozrite si časť 13.12). To znamená, že pri nastavovaní traťového bodu si program zapamätá súradnice nástroja vo funkčnom priestore vybranej funkcie. Môže nastať niekoľko situácií, ktoré vyžadujú podrobné vysvetlenie:

*Relatívne traťové body:* Vybratá funkcia nemá žiaden vplyv na relatívne traťové body.

Relatívny pohyb sa vždy vykoná s ohľadom na orientáciu *Základne*.

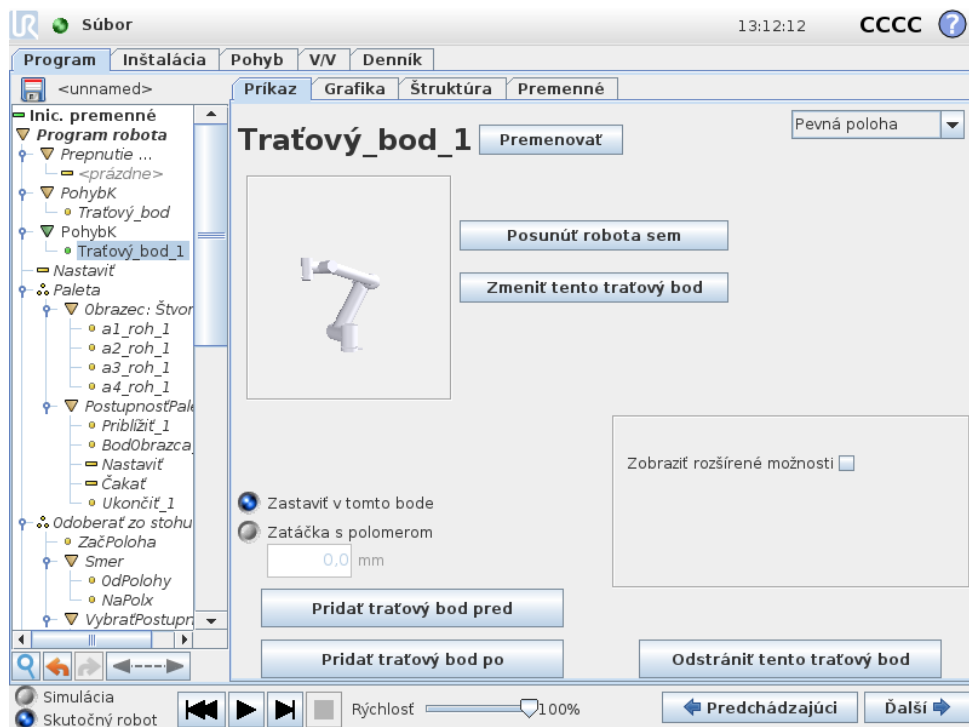


Obr. 14.1: Rýchlostný profil pohybu. Krivka je rozdelená do troch úsekov: *zrýchlenie*, *rovnomerný pohyb* a *spomalenie*. Rýchlosť vo fáze *rovnomerného pohybu* je daná nastavením rýchlosti pohybu, zatiaľ čo rýchlosť vo fáze *zrýchlenia* a *spomalenia* je daná parametrom zrýchlenia.

*Premenlivé traťové body:* Keď sa rameno robota pohybuje do premenlivého traťového bodu, cieľová poloha nástroja sa vypočíta v podobe súradníc premennej v priestore vybranej funkcie. Pohyb ramena robota do premenlivého traťového bodu sa preto zmení, keď sa vyberie iná funkcia.

*Premenlivá funkcia:* Ak je ktorákoľvek z funkcií v aktuálne načítanej inštalácii vybraná ako premenlivá, z ponuky výberu funkcie je možné vybrať aj zodpovedajúce premenné. Ak sa vyberie premenná určitej funkcie (pomenovaná podľa názvu funkcie s príponou „\_var“), pohyby ramena robota (s výnimkou *relatívnych* traťových bodov) sú relatívne k skutočnej hodnote premennej počas chodu programu. Počiatočná hodnota premennej danej funkcie je hodnota skutočnej funkcie tak, ako sa nakonfigurovalo počas inštalácie. Ak sa táto hodnota upraví, potom sa zmenia pohyby robota.

## 14.6 Príkaz: Pevný traťový bod



Bod na dráhe robota. Traťové body sú najústrednejšou súčasťou programu ramena robota, ktoré diktujú polohu robota. Traťový bod s pevnou polohou sa určí fyzickým pohybom ramena robota do danej polohy.

### Nastavenie traťového bodu

Stlačením tohto tlačidla sa otvorí obrazovka Pohyb, kde možno zadať polohu ramena robota zodpovedajúcu aktuálnemu traťovému bodu. Ak sa traťový bod nachádza pod príkazom Pohyb v lineárnom priestore (`pohybL` alebo `pohybP`), toto tlačidlo bude možné stlačiť až po výbere platnej funkcie v danom príkaze Pohyb.

### Názvy traťových bodov

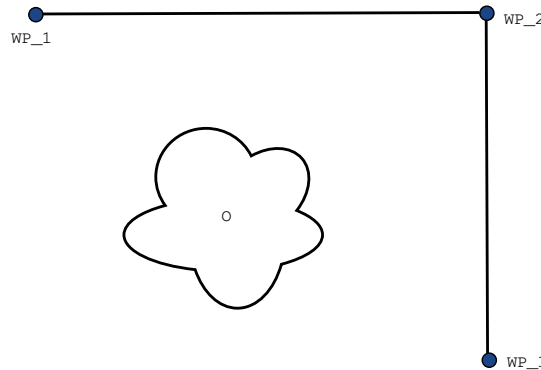
Traťové body automaticky dostanú jedinečný názov pri svojom definovaní. Používateľ môže názov zmeniť. Traťové body s rovnakým názvom zdieľajú informácie o polohe. Preto zmena pozície traťového bodu ovplyvní všetky ďalšie body s rovnakým názvom. Ďalšie informácie o traťovom bode, ako je polomer zatáčky, rýchlosť nástroja/spoja a zrýchlenie nástroja/spoja sa konfiguruje pre jednotlivé traťové body, aj ak majú rovnaký názov.

### Zatáčanie

Zatáčanie umožňuje robotovi hladký prechod medzi dvoma trajektóriami bez zastavenia na traťovom bode medzi nimi.

**Príklad** Ako príklad si predstavte aplikáciu na dvíhanie a premiestňovanie (pozri obr. 14.2), kde je robot momentálne na 1. traťovom bode (`WP_1`) a musí zdvihnúť

predmet na 3. traťovom bode (WP\_3). Na predídenie kolíziám s predmetom a inými prekážkami (O) musí robot prísť k WP\_3 v smere od 2. traťového bodu (WP\_2). Na vytvorenie trasy, ktorá spĺňa požiadavky, treba zadať tri traťové body.



Obr. 14.2: WP\_1: úvodná poloha, WP\_2: cez bod, WP\_3: poloha dvíhania, O: prekážka.

Bez upravenia ďalších nastavení robot pred pokračovaním v pohybe zastane pri každom traťovom bode. Pri tejto úlohe zastávka na WP\_2 nie je optimálna, pretože hladká otočka by si vyžiadala menej času a energie a pritom by aj tak splnila požiadavky. Je dokonca prijateľné, aby sa robot nedostal presne do WP\_2, ak prechod z prvej do druhej trajektórie prebehne popri tejto pozícii.

Zastaveniu na WP\_2 sa dá vyhnúť nakonfigurovaním zatáčky pre traťový bod, ak si robot môže vypočítať hladký prechod na ďalšiu trajektóriu. Prvotný parameter pre zatáčku je polomer. Keď je robot v rozsahu polomeru zatáčky traťového bodu, môže začať zatáčať a odchyliť sa od pôvodnej trasy. Umožňuje mu to rýchlejšie a hladšie sa pohybovať, pretože nemusí spomaľovať a znovu zrýchľovať.

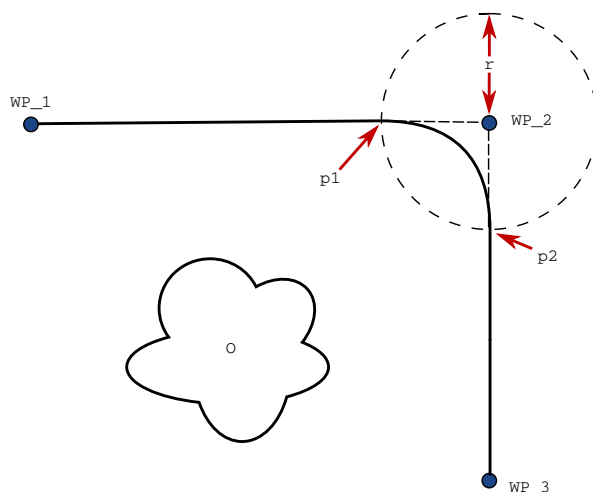
**Parametre zatáčky** Okrem traťových bodov ovplyvňujú trajektóriu zatáčky mnohé ďalšie parametre (pozri obrázok 14.3):

- polomer zatáčky ( $r$ )
- počiatočná a koncová rýchlosť robota (v pozíciách  $p_1$  a  $p_2$ , v poradí)
- čas pohybu (napr. nastavenie špecifického času pre trajektóriu ovplyvní počiatočnú/koncovú rýchlosť robota)
- typy trajektórií, od ktorých a ku ktorým zabočí (PohybL, PohybJ)

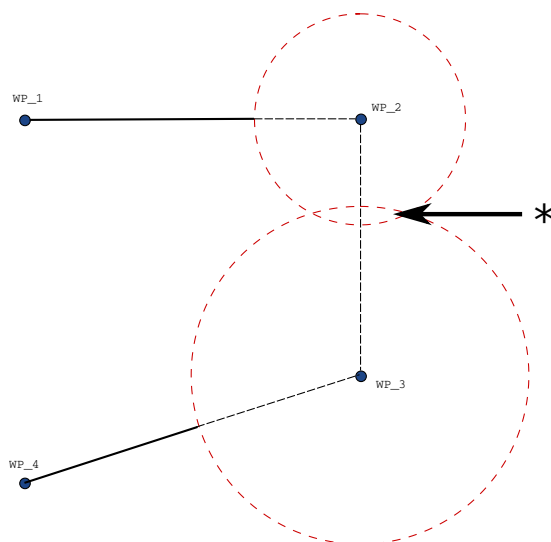
Ak sa nastaví polomer zatáčky, trajektória ramena robota sa zatočí okolo traťového bodu, čo umožní, aby rameno robota prešlo daným bodom bez zastavenia.

Zatáčky sa nesmú prekrývať, preto nie je možné nastaviť polomer zatáčky, ktorý by sa prekrýval s polomerom zatáčky predchádzajúceho alebo nasledujúceho traťového bodu, ako vidno na obrázku 14.4.

**Podmienené trajektórie zatáčky** V strome programu vplýva na trajektóriu zatáčky traťový bod, v ktorom je nastavený polomer zatáčky, a ďalší po ňom. To



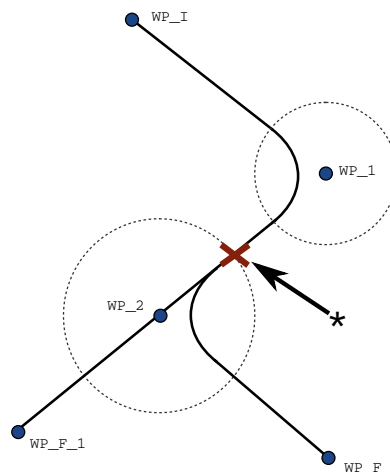
Obr. 14.3: Zatáčka okolo WP\_2 s priemerom  $r$ , úvodná poloha zatáčania v p1 a koncová poloha zatáčania v p2. O je prekážka.



Obr. 14.4: Prekrývanie polomeru zatáčky nie je povolené (\*).

značí, že v programe na snímke 14.5 zatáčku okolo WP\_1 ovplyvňuje WP\_2. Dôsledok je ešte viditeľnejší pri zatáčke okolo WP\_2 v tomto príklade. Existujú dve možné koncové polohy a na stanovenie ďalšieho traťového bodu, okolo ktorého treba zatočiť, musí robot vyhodnotiť aktuálny ukazovateľ digitálneho `_vstupu[1]` už pri zadávaní polomeru zatáčky. To značí ak . . . potom výraz (alebo iné potrebné údaje na určenie ďalšieho traťového bodu, napr. variabilné traťové body) sa vyhodnocuje pred skutočným dosiahnutím WP\_2, čo je pri pohľade na sekvenciu programu trochu neintuitívne. Ak je traťový bod bodom so zastavením a po ňom nasleduje podmienený výraz na stanovenie ďalšieho traťového bodu (napr. príkaz V/V), vykoná sa, keď sa rameno robota zastaví v tomto traťovom bode.

```
PohybL
  WP_I
  WP_1 (zatăčka)
  WP_2 (zatăčka)
  ak (digitálny_vstup[1]), potom
    WP_F_1
  inak
    WP_F_2
```

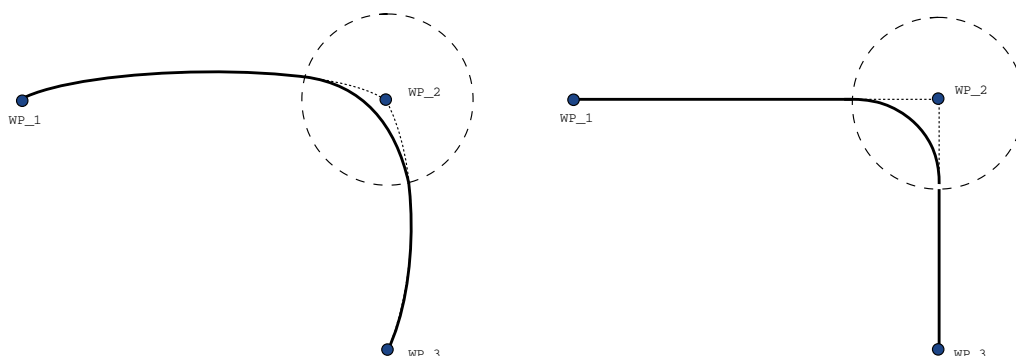


Obr. 14.5: WP\_I je úvodný traťový bod a existujú dva potenciálne koncové traťové body WP\_F\_1 a WP\_F\_2 v závislosti od podmieneného výrazu. Podmienka ak sa výraz vyhodnotí, keď rameno robota vstúpi do druhej zatăčky (\*).

**Kombinácie typu trajektórie** Dá sa zatăčať aj medzi všetkými štyrmi kombináciami typov trajektórií PohybJ a PohybL, ale konkrétna kombinácia ovplyvní vypočítanú trajektóriu zatăčky. Existujú 4 možné kombinácie:

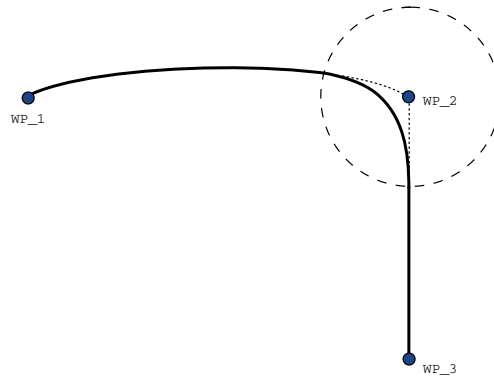
1. PohybJ na PohybJ (zatăčka len v spojenom priestore)
2. PohybJ na PohybL
3. PohybL to PohybL (zatăčka len v karteziánskom priestore)
4. PohybL na PohybJ

Zatăčanie len v spojenom priestore (1. odrážka) verzus zatăčka len v karteziánskom priestore (3: odrážka) sa porovnáva na obrázku 14.6. Zobrazuje dve potenciálne trasy nástroja pri identických sústavách traťových bodov.



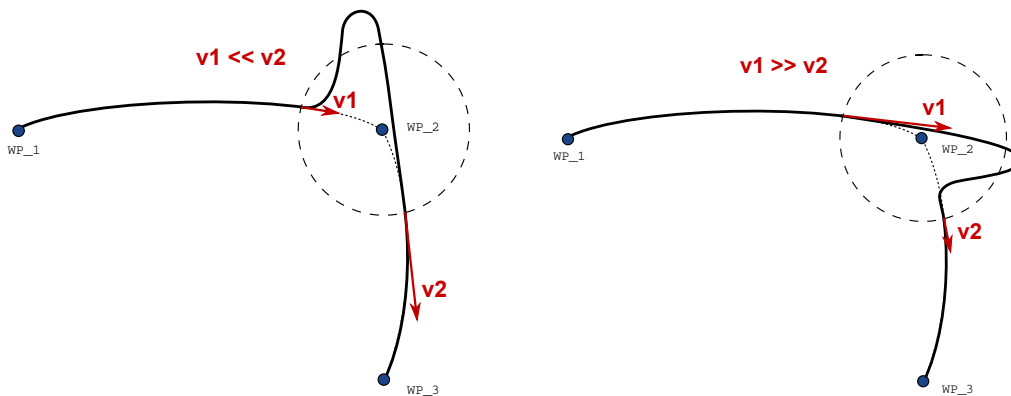
Obr. 14.6: Pohyb a zatočenie v spojenom priestore (PohybJ) verzus karteziánskom priestore (PohybL).

Pri odlišných kombináciách budú výsledkom 2., 3. a 4. odrážky trajektórie, ktoré sa udržia v medziach pôvodnej trajektórie v karteziánskom priestore. Príklad zatáčky medzi rozličnými typmi trajektórií (2. odrážka) vidno na obrázku 14.7.



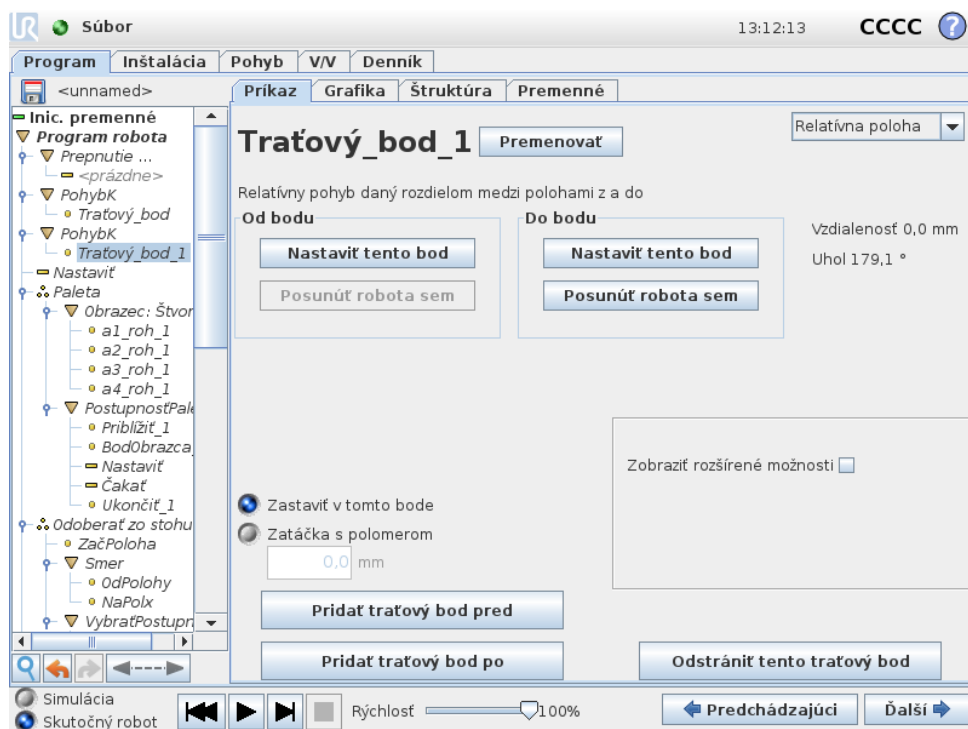
Obr. 14.7: Zatáčka z pohybu v spojenom priestore (PohybJ) do lineárneho pohybu nástroja (PohybL).

Zatáčky len v spojenom priestore (1. odrážka) sa však môžu správať menej intuitívne, pretože robot sa snaží dosiahnuť čo najhladšiu trajektóriu v spojenom priestore a zohľadňuje pri tom nároky na rýchlosť a čas. V dôsledku toho sa môžu odchyliť od trasy stanovenej traťovými bodmi. Stáva sa to predovšetkým v prípadoch, keď dôjde k výrazným rozdielom pri rýchlosti spojov medzi dvomi trajektóriami. *Pozor:* ak sa rýchlosti veľmi líšia (napr. pri stanovení rozšírených nastavení – rýchlosti alebo času – pre špecifický traťový bod), môže dôjsť k veľkým odchýlkam od pôvodnej trajektórie, ako vidno na obrázku 14.8. Ak potrebujete zatáčať pri rozličných rýchlostiach a uvedená odchýlka je neprijateľná, zvážte zatáčku v karteziánskom priestore pomocou PohybL.



Obr. 14.8: Zatáčka v spojenom priestore, keď je úvodná rýchlosť  $v_1$  je výrazne nižšia než koncová rýchlosť  $v_2$  alebo naopak.

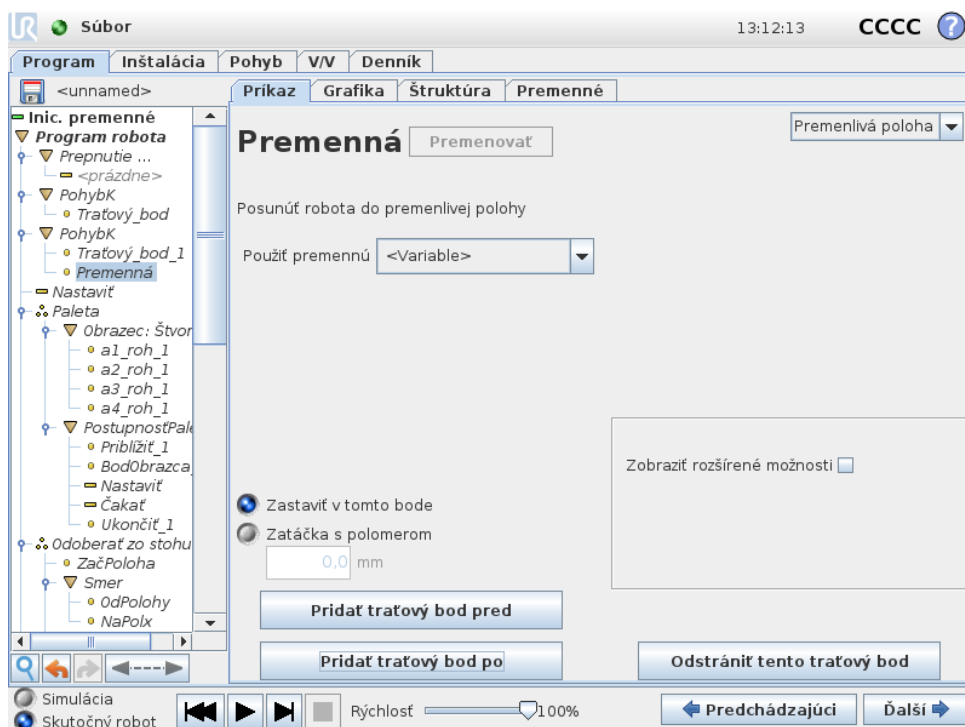
## 14.7 Príkaz: Relatívny traťový bod



Traťový bod s polohou udanou vzhľadom na predchádzajúcu polohu ramena robota, napríklad „2 cm doľava“. Relatívna poloha sa udáva ako rozdiel medzi dvoma danými polohami (zľava doprava). Pozor, opakované relatívne polohy môžu dostať rameno robota mimo jeho pracovného priestoru.

Ide tu o karteziánsku vzdialenosť medzi TCP v dvoch polohách. Uhol uvádza, ako veľmi sa zmenila orientácia TCP medzi dvomi polohami. Presnejšie povedané, dĺžka vektora rotácie popisuje zmenu v orientácii.

## 14.8 Príkaz: Premennivý traťový bod



Traťový bod s polohou určenou pomocou premennej, v tomto prípade `calculated_pos`.

Premenná musí predstavovať *pozíciu*, napríklad

`var=p[0.5, 0.0, 0.0, 3.14, 0.0, 0.0]`. Prvé tri hodnoty sú súradnice  $x,y,z$  a ďalšie tri hodnoty predstavujú orientáciu vyjadrenú *rotačným vektorom*, ktorý je daný vektorom  $rx,ry,rz$ . Dĺžka osi udáva uhol otočenia v radiánoch a samotný vektor udáva os, okolo ktorej sa otáča. Pozícia je vždy udaná vzhľadom na referenčný rámec alebo súradnicový systém definovaný zvolenou funkciou. K premenlivému traťovému bodu sa rameno robota vždy posúva lineárne. Ak sa polomer zatáčky nastaví na pevný traťový bod a traťové body, ktoré sa nachádzajú pred ním a za ním sú premenlivé, alebo ak sa polomer zatáčky nastaví na premenlivý traťový bod, potom sa nebude kontrolovať prekrytie polomeru zatáčky (pozrite si 14.6). Keď počas spustenia programu polomer zátačky prekrýva bod, robot ho bude ignorovať a presunie sa na ďalší.

Napríklad pohyb robota 20 mm po osi z nástroja:

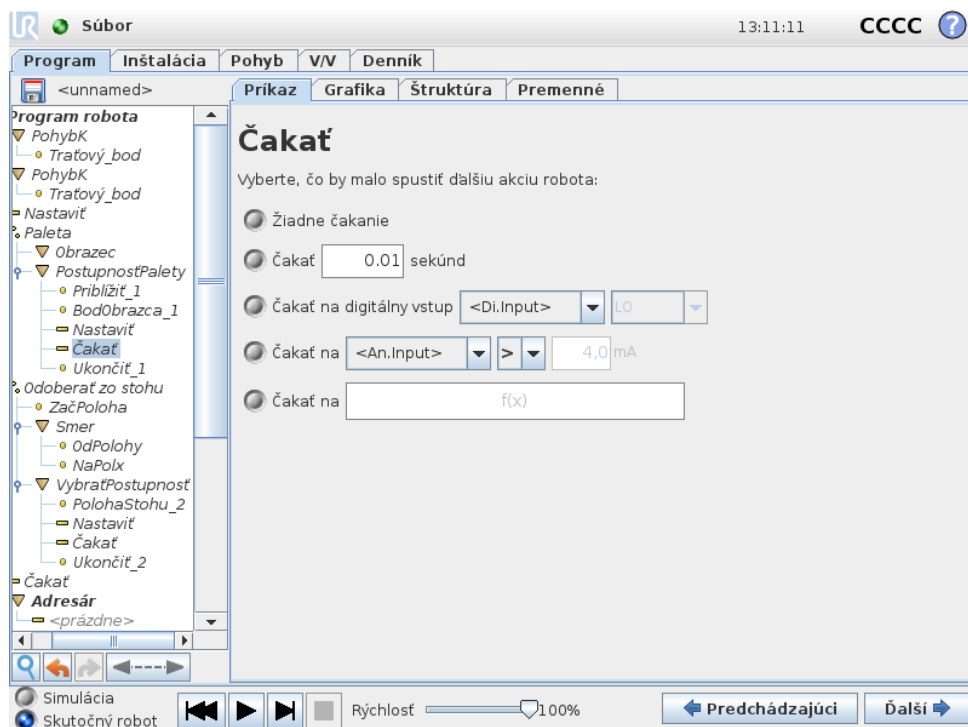
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Pohyb1
```

```
  Traťový bod_1 (premenlivá poloha):
```

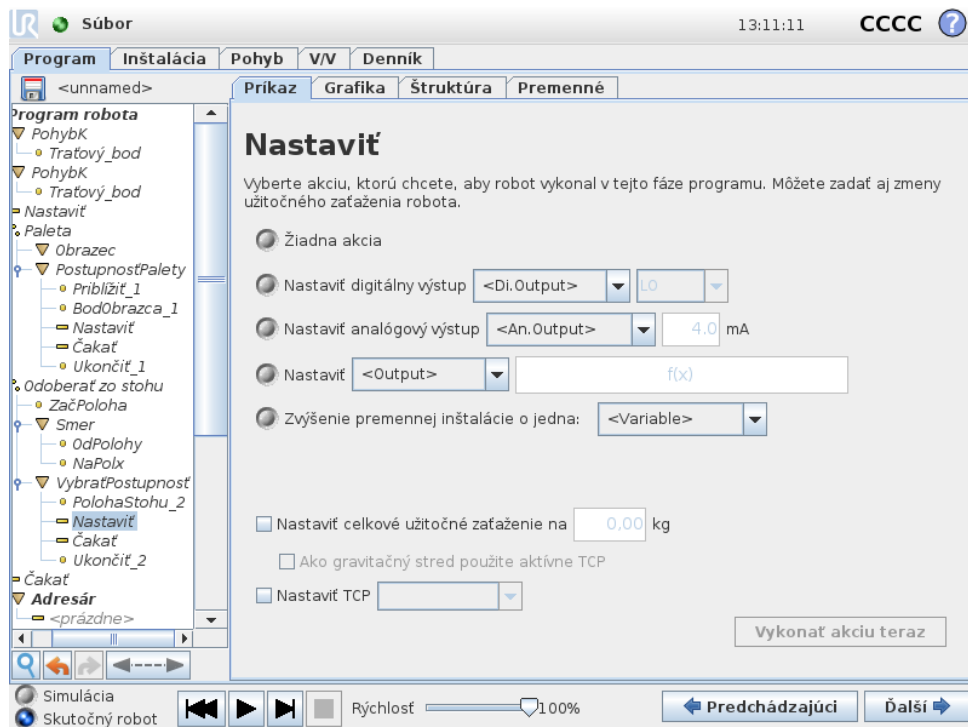
```
    Použite premennú=var_1, Funkcia=Nástroj
```

## 14.9 Príkaz: Čakať



Čaká po určitú dobu, signál V/V alebo výraz. Ak sa vyberie možnosť žiadne čakanie, neurobí nič.

## 14.10 Príkaz: Nastaviť

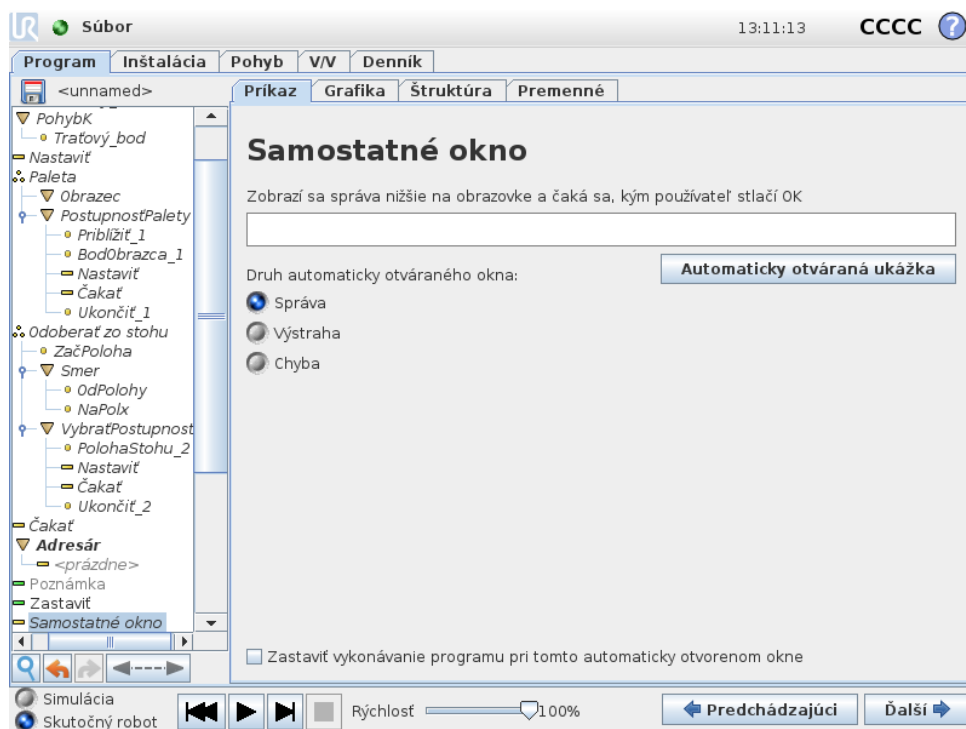


Nastaví buď digitálne, alebo analógové výstupy na danú hodnotu.

Príkaz sa dá použiť aj na nastavenie zaťaženia ramena robota. Nastavenie zaťaženia môže byť potrebné na predídenie spusteniu ochrannému zastaveniu robota, keď je zaťaženie nástroja iné, ako sa očakáva. Ako gravitačný stred sa štandardne používa aj aktívne TCP. Ak by sa aktívne TPC nemalo použiť ako gravitačný stred, označenie príslušného políčka sa dá zrušiť.

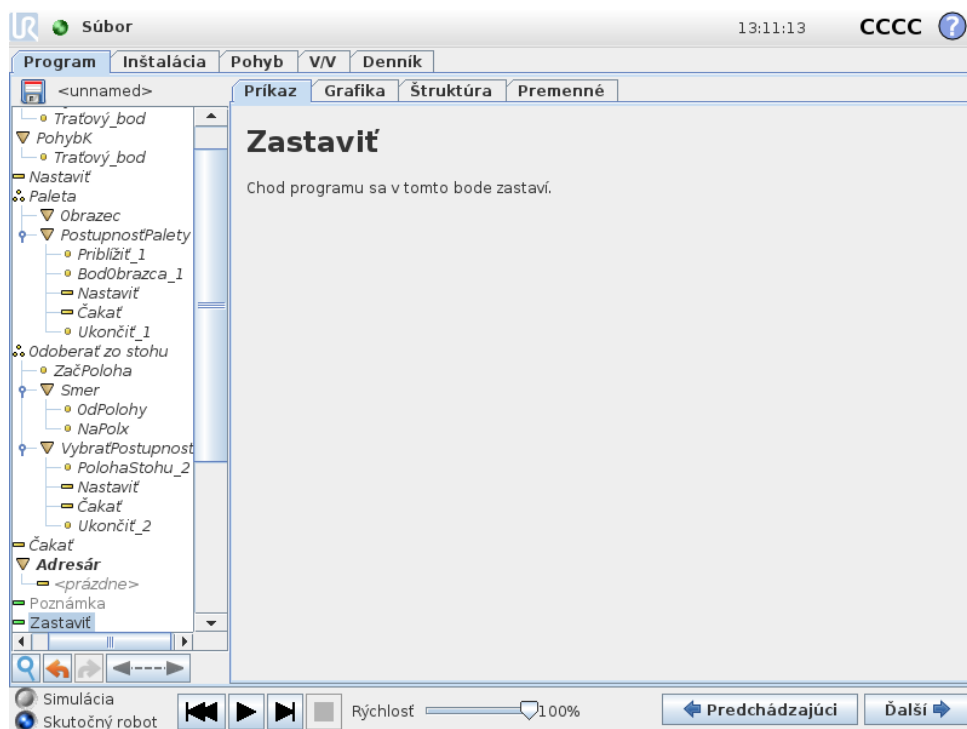
Aktívne TCP je tiež možné upraviť použitím príkazu Nastaviť. Jednoducho začiarknite políčko a vyberte z ponuky jednu z odchýlok TCP. Ak je v čase písanie programu známe aktívne TCP pre špecifický pohyb, zvážte namiesto toho použitie výberu TCP z Karty pohybov (pozrite si 14.5). Bližšie informácie o konfigurácii pomenovaných TCP nájdete v 13.6.

## 14.11 Príkaz: Automaticky otvárané okná



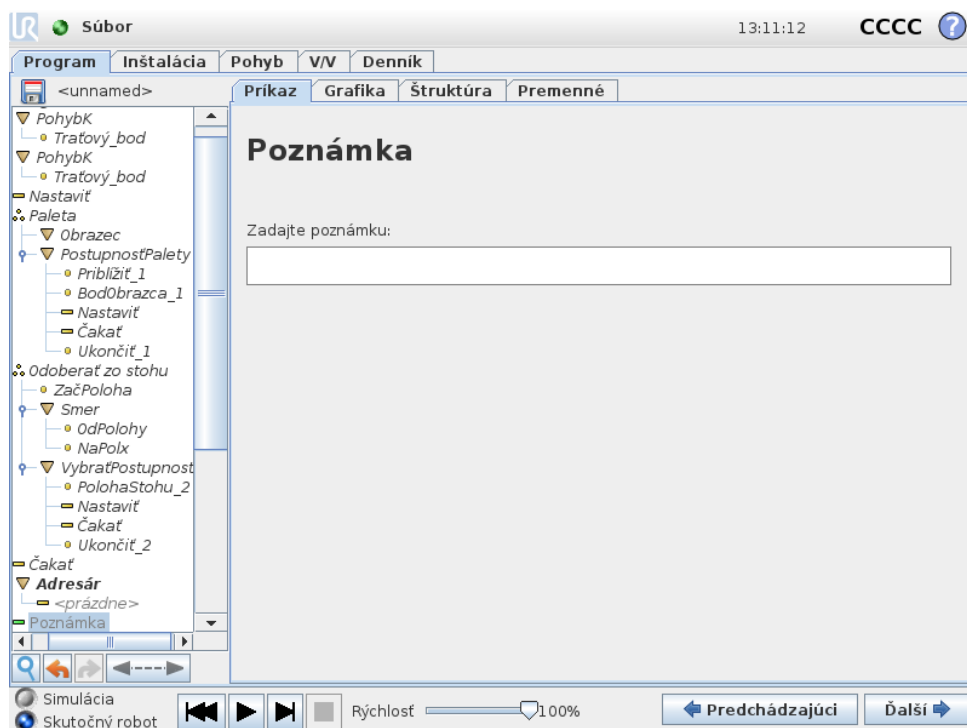
Automaticky otvárané okno je hlásenie, ktoré sa zobrazí, keď program príde po tento príkaz. Je možné vybrať štýl hlásenia a samotný text možno zadať pomocou klávesnice na obrazovke. Robot počká, kým používateľ / obsluha stlačí tlačidlo „OK“ pod automaticky otvoreným hlásením, až potom pokračuje v programe. Ak vyberiete položku „Zastaviť chod programu“, program robota sa pri tomto automaticky otvorenom okne zastaví.

## 14.12 Príkaz: Zastaviť



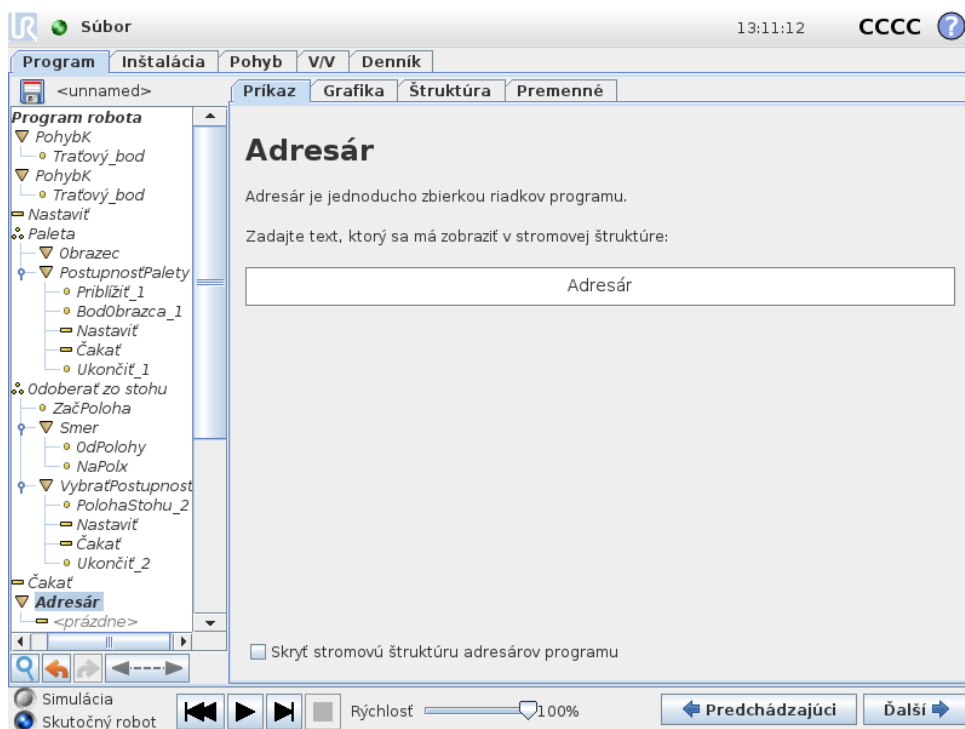
Chod programu sa v tomto bode zastaví.

## 14.13 Príkaz: Poznámka



Poskytuje programátorovi možnosť pridať do programu riadok textu. Tento riadok textu nevykoná pri spustení programu žiadnu akciu.

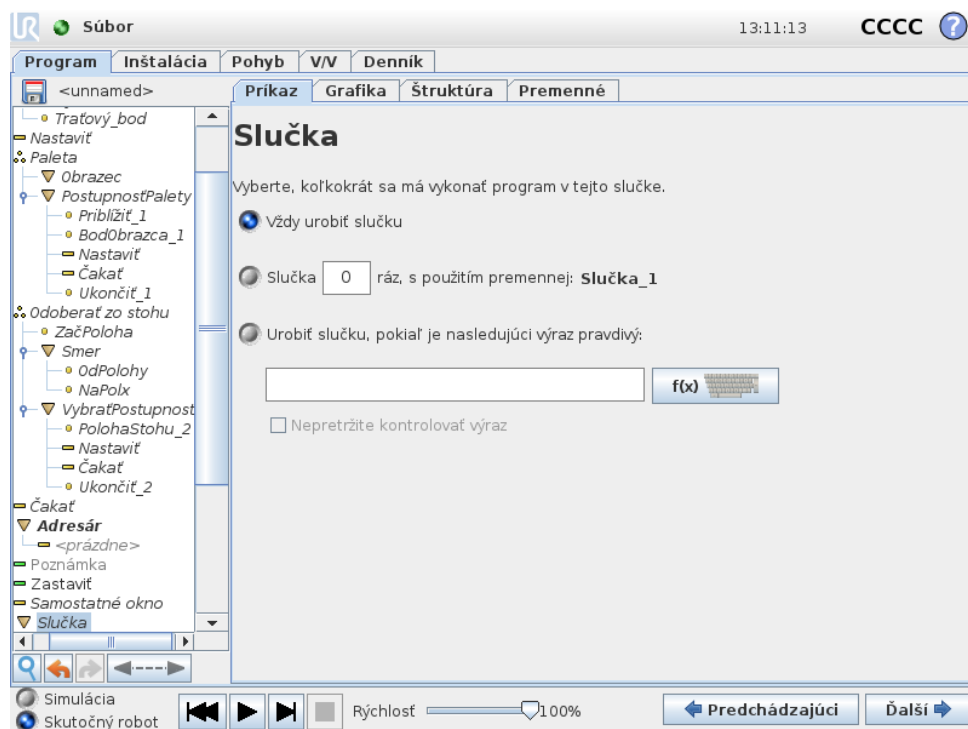
## 14.14 Príkaz: Adresár



Adresár sa používa na organizovanie a označovanie konkrétnych častí programu, na prečistenie stromu programu a na zjednodušenie čítania programu a pohybu v ňom.

Adresár sám osebe nemá žiadnu funkciu.

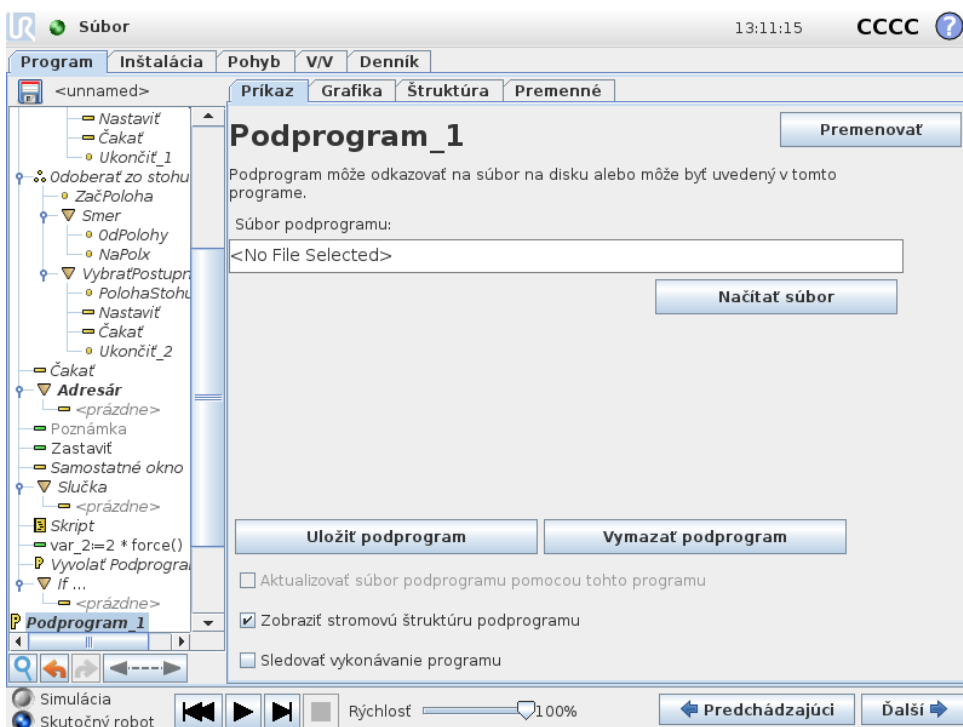
## 14.15 Príkaz: Slučka



Zoradí základné príkazy programu do slučky. V závislosti od výberu sa základné príkazy programu zoradia buď do nekonečnej slučky, určitý počet rász za sebou, alebo po dobu pravdivosti danej podmienky. Pri určitom počte vytvorenia slučky sa vytvorí špeciálna premenná slučky (na obrázku nazvaná `loop_1`), ktorú možno používať vo výrazoch v slučke. Premenná slučky počíta od 0 do  $N - 1$ .

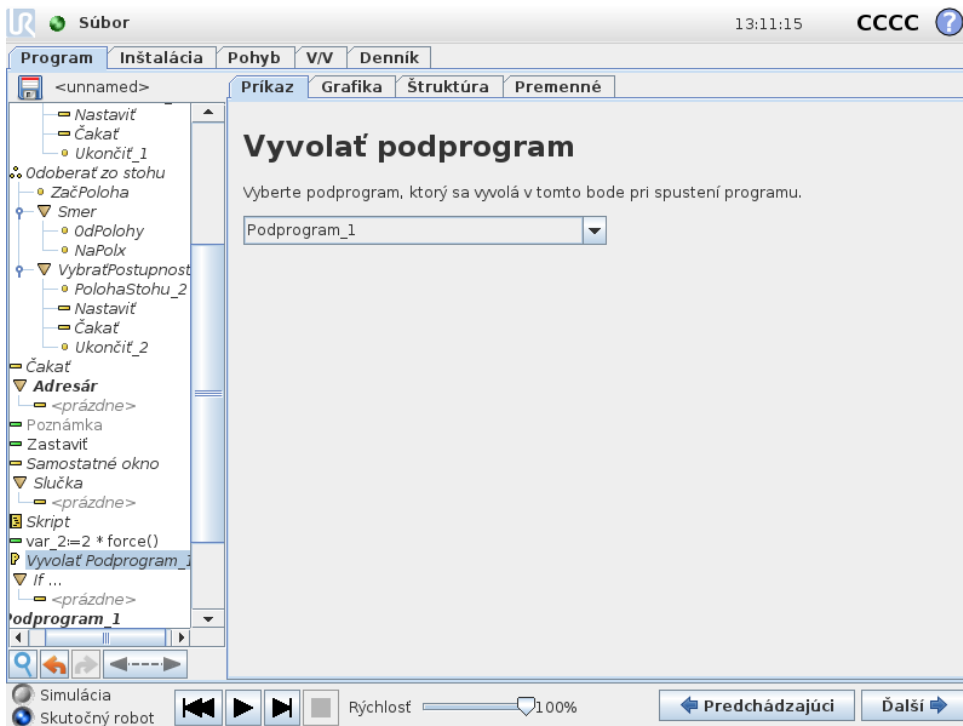
Pri vytvorení slučky pomocou výrazu ako koncovej podmienky softvér PolyScope poskytuje možnosť nepretržite hodnotiť výraz, aby „slučka“ mohla byť prerušená kedykoľvek počas jej vykonávania, nielen po každom opakovaní.

## 14.16 Príkaz: Podprogram



Podprogram môže obsahovať časti programu, ktoré sú potrebné na viacerých miestach. Podprogram môže tvoriť samostatný súbor na disku a môže byť aj skrytý, aby bol chránený proti náhodným zmenám.

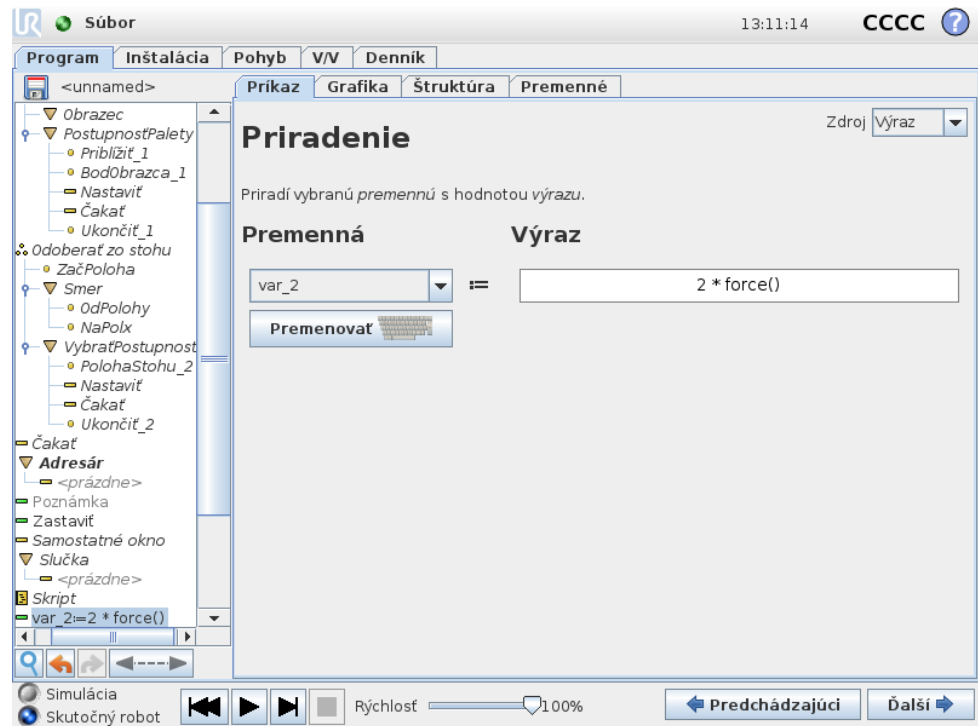
## Príkaz: Vyvolať podprogram



Copyright © 2009–2017 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

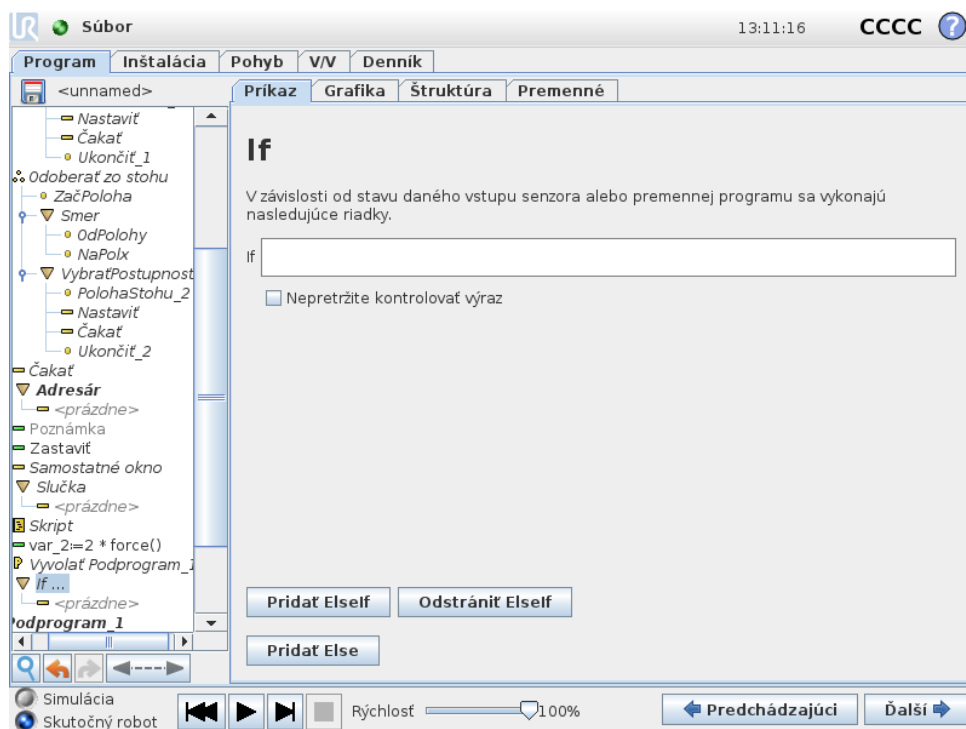
Vyvolaním podprogramu sa spustia riadky programu obsiahnuté v podprograme a potom sa program vráti na ďalší riadok.

## 14.17 Príkaz: Priradenie



Priradí uje hodnoty premenným. Priradením sa vypočítaná hodnota na pravej strane vkladá do premennej na ľavej strane. To môže byť užitočné v zložitých programoch.

## 14.18 Príkaz: If

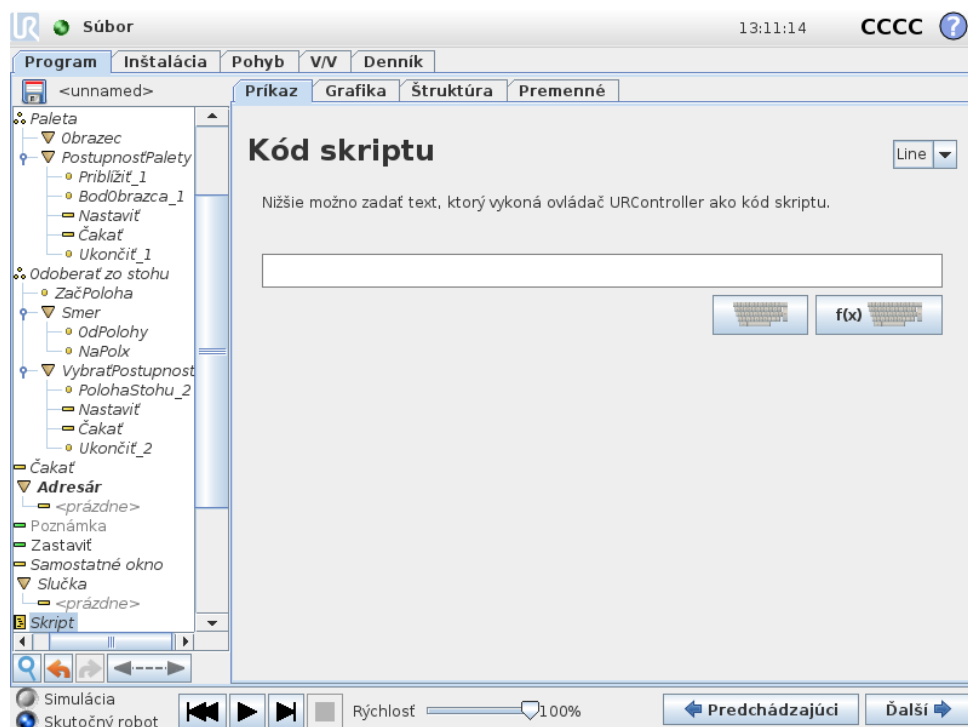


Výraz „if...else“ môže vyvolať zmenu správania robota na základe vstupov zo senzorov alebo hodnôt premenných. Pomocou editora výrazov opíšete podmienku, za ktorej by robot mal pristúpiť k častiam príkazu podmieneným výrazom If. Ak je podmienka vyhodnotená ako Pravdivá, vykonajú sa riadky v položke If.

Každá položka If môže mať viacero príkazov typu ElseIf a jeden príkaz typu Else. Tieto príkazy je možné pridať pomocou tlačidiel na obrazovke. Príkaz ElseIf možno odstrániť z obrazovky daného príkazu.

Otvorená možnosť *Nepretržite kontrolovať* výraz umožňuje hodnotenie podmienok výrokov If a ElseIf počas vykonávania obsahnutých riadkov. Ak je výraz vyhodnotený ako *Nepravdivý*, počas vykonávania časti If, prejde sa na nasledujúci výrok ElseIf alebo Else.

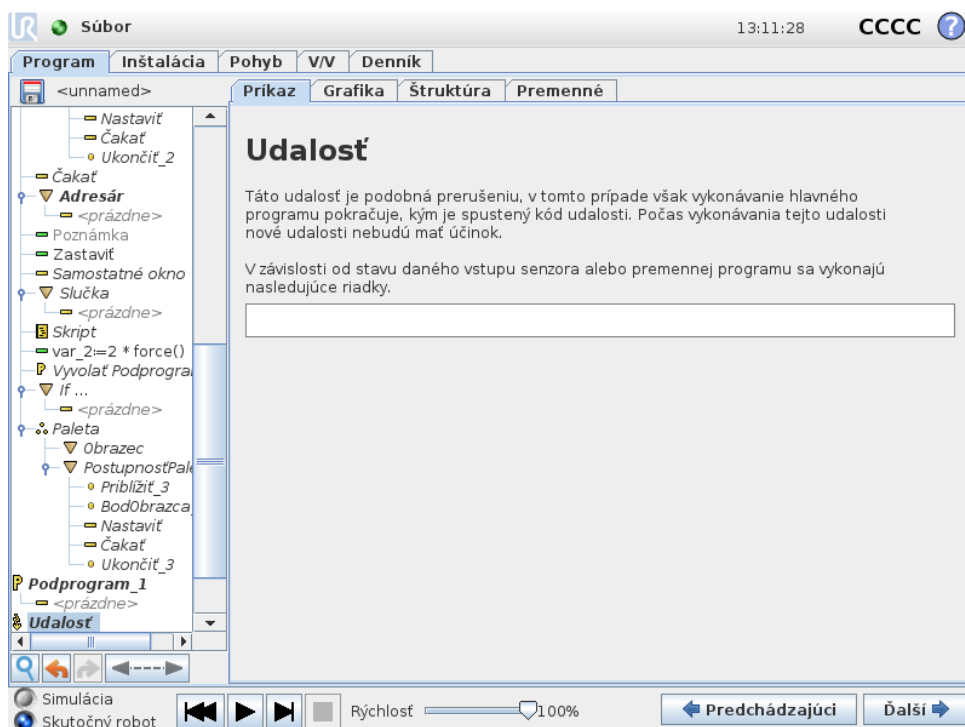
## 14.19 Príkaz: Skript



Tento príkaz sprístupňuje v reálnom čase jazyk základného skriptu, ktorý vykonáva ovládač robota. Je určený len pre pokročilých používateľov a pokyny na použitie môžete nájsť v príručke skriptu na webovej stránke podpory (<http://www.universal-robots.com/support>).

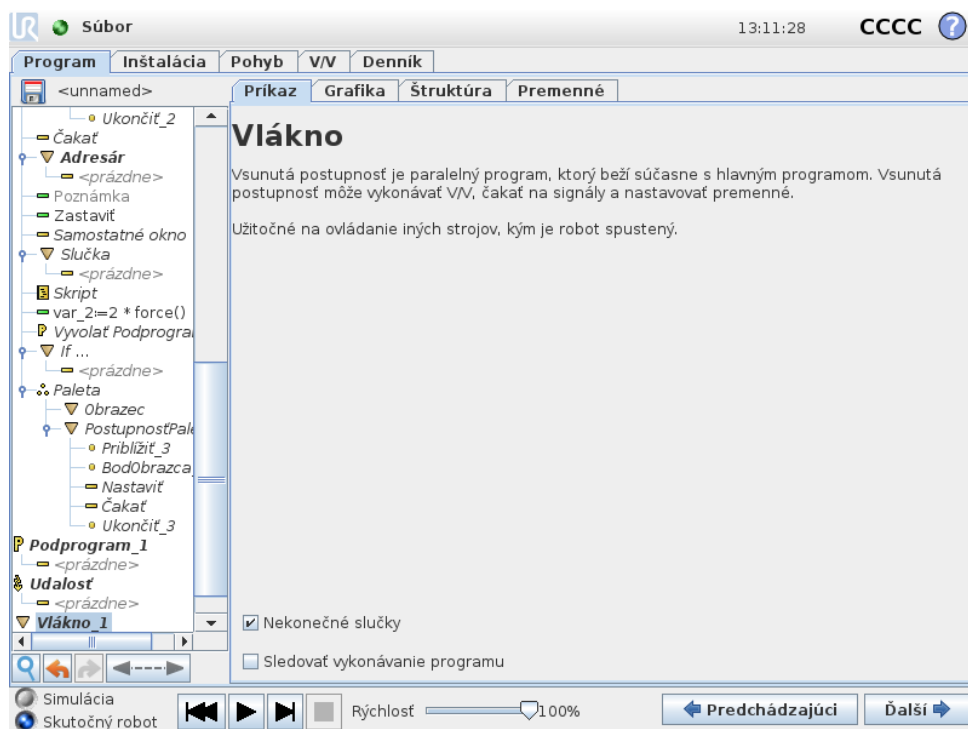
Prostredníctvom možnosti „Súbor“ v ľavom hornom rohu je možné vytvárať a upravovať súbory skriptových programov. Týmto spôsobom možno používať dlhé a zložité skriptové programy spolu s jednoduchými programami vytvorenými obsluhou v programe PolyScope.

## 14.20 Príkaz: Udalosť



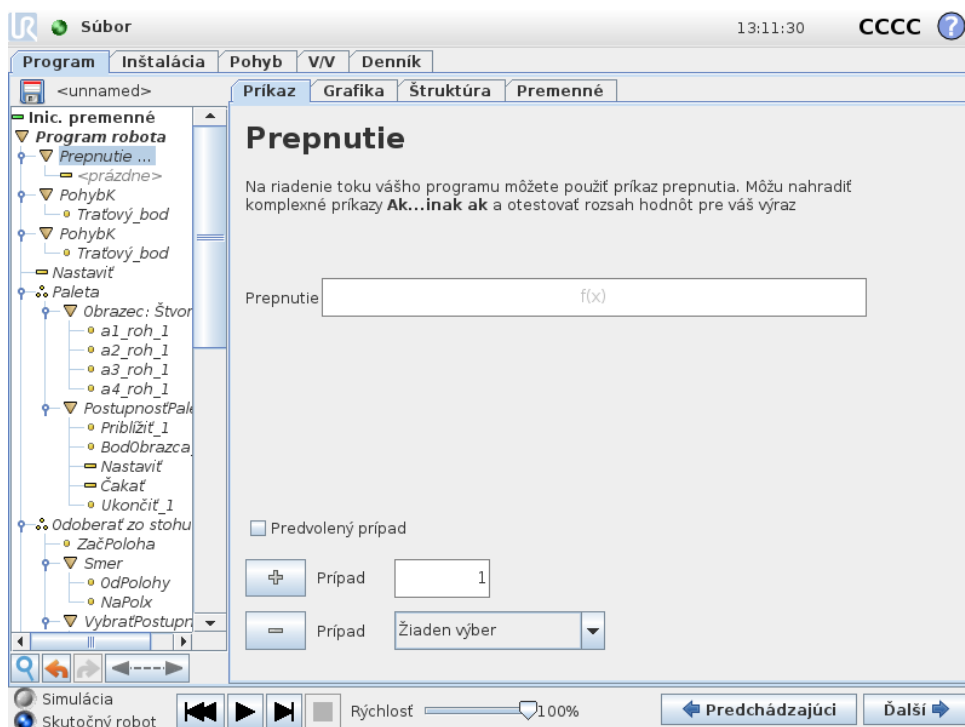
Udalosť možno použiť na monitorovanie vstupného signálu a vykonanie určitej akcie alebo nastavenie premennej, keď sa daný vstupný signál zvýši. Napríklad v prípade, že sa výstupný signál zvýši, program udalosti môže počkať 200 ms a potom ho znova nastaviť na nízky. To môže výrazne zjednodušiť kód hlavného programu v prípade, keď sa externý stroj spúšťa pri vzostupnom signáli, a nie pri vysokej vstupnej úrovni. Udalosti sa kontrolujú raz za kontrolný okruh (8 ms).

## 14.21 Príkaz: Vsunutá postupnosť



Vsunutá postupnosť je proces paralelný s programom robota. Vsunutá postupnosť sa dá použiť na ovládanie externého stroja nezávisle od ramena robota. Vsunutá postupnosť môže komunikovať s programom robota pomocou premenných a výstupných signálov.

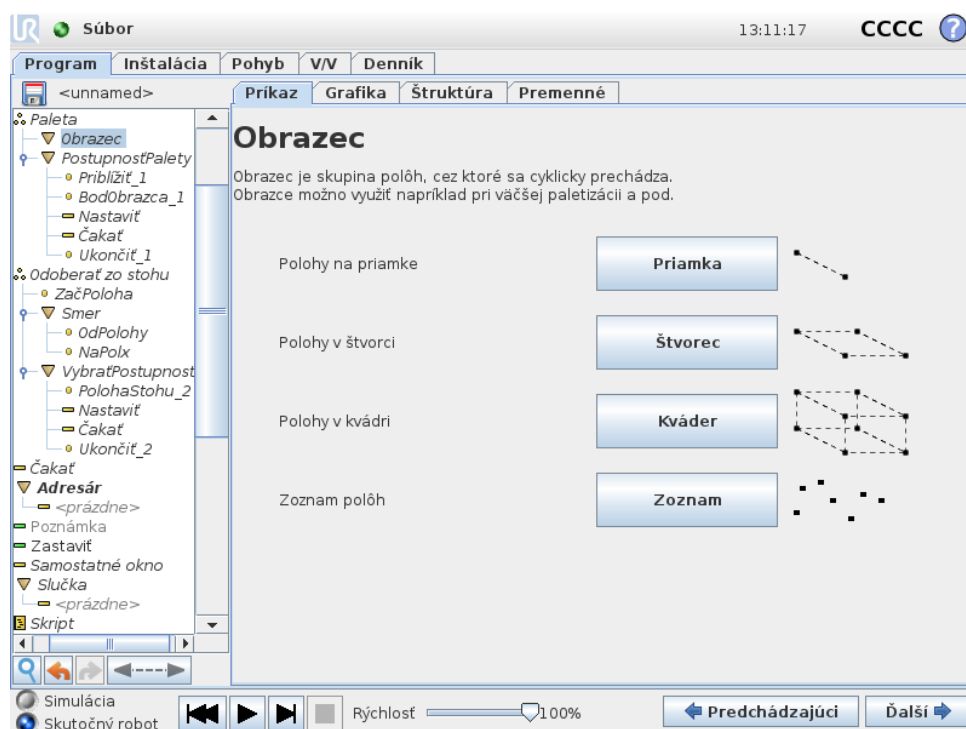
## 14.22 Príkaz: Prepnutie



Výraz „Prípado prepnutia“ môže vyvolať zmenu správania robota na základe vstupov zo senzorov alebo hodnôt premenných. Pomocou editora výrazov opíšete základnú podmienku a definujete prípady, počas ktorých by robot mal pristúpiť k častiam príkazu tohto Prepnutia. Ak je podmienka vyhodnotená ako zodpovedajúca s jedným z prípadov, vykonajú sa riadky nachádzajúce sa v Prípade. Ak sa uviedol Predvolený prípad, potom sa riadky vykonajú len v prípade, že sa našli žiadne ďalšie zodpovedajúce prípady.

Každé Prepnutie môže mať viacero Prípado a jeden Predvolený prípad. Prepnutia môžu mať len jednu inštanciu akejkoľvek definovanej hodnoty Prípado. Prípady je možné pridať pomocou tlačidiel na obrazovke. Príkaz Prípado možno odstrániť z obrazovky daného prepnutia.

## 14.23 Príkaz: Obrázec



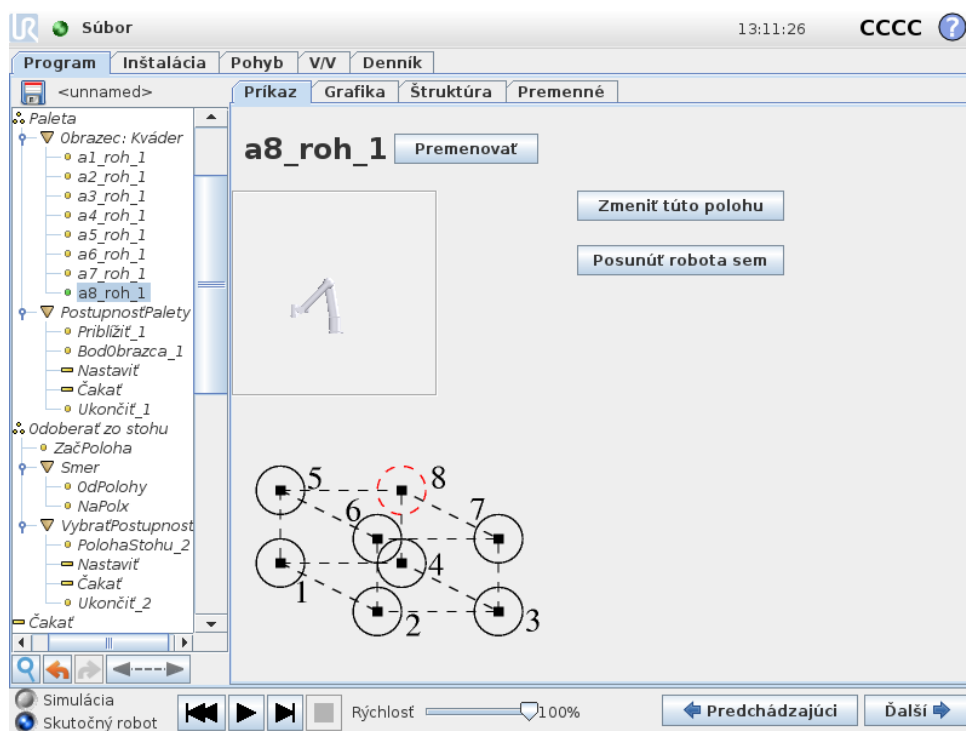
Príkaz Obrázec je možné použiť na cyklický pohyb cez polohy v programe robota. Príkaz Obrázec zodpovedá pri každom spustení jednej polohy.

Obrázec môže byť jeden zo štyroch druhov. Prvé tri, „Priamka“, „Štvorec“ a „Kváder“ možno použiť na definovanie polôh v pravidelnom obrazci. Pravidelné obrazce sú dané určitým počtom charakteristických bodov, pričom tieto body určujú strany obrazca. V prípade „čiary“ sú to dva koncové body, v prípade „štvorca“ tri zo štyroch rohových bodov a v prípade „kvádra“ sú to štyri z ôsmich rohových bodov. Programátor zadá počet polôh na každej zo strán obrazca. Ovládač robota potom vypočíta jednotlivé polohy v obrazci úmerným sčítaním vektorov jednotlivých strán.

Ak požadované polohy nemožno definovať pravidelným obrazcom, môžete vybrať možnosť „Zoznam“, v ktorej programátor zadá zoznam všetkých polôh. Tak je možné realizovať akékoľvek usporiadanie polôh.

### Definovanie obrazca

Keď vyberiete možnosť „Kváder“, obrazovka sa zmení podľa tohto obrázka.



V prípade „kvádra“ sa využívajú tri vektory, ktorými sa definujú steny kvádra. Tieto tri vektory sú udané štyrmi bodmi, pričom prvý vektor vedie z bodu 1 do bodu 2, druhý vektor z bodu 2 do bodu 3 a tretí vektor z bodu 3 do bodu 4. Každý vektor je rozdelený podľa počtu intervalov. Konkrétna poloha v obrazci sa vypočíta jednoduchým sčítaním vektorov intervalov.

Obrazce „Čiara“ a „Štvorec“ sa definujú podobne.

Pri prechode cez polohy v obrazci sa využíva premenná na počítanie. Názov premennej sa zobrazuje na obrazovke príkazu `Obrazec`. Premenná sa cyklicky mení cez čísla od 0 do  $X * Y * Z - 1$  podľa počtu bodov v obrazci. Túto premennú možno riadiť prostredníctvom priradenia a môže sa použiť vo výrazoch.

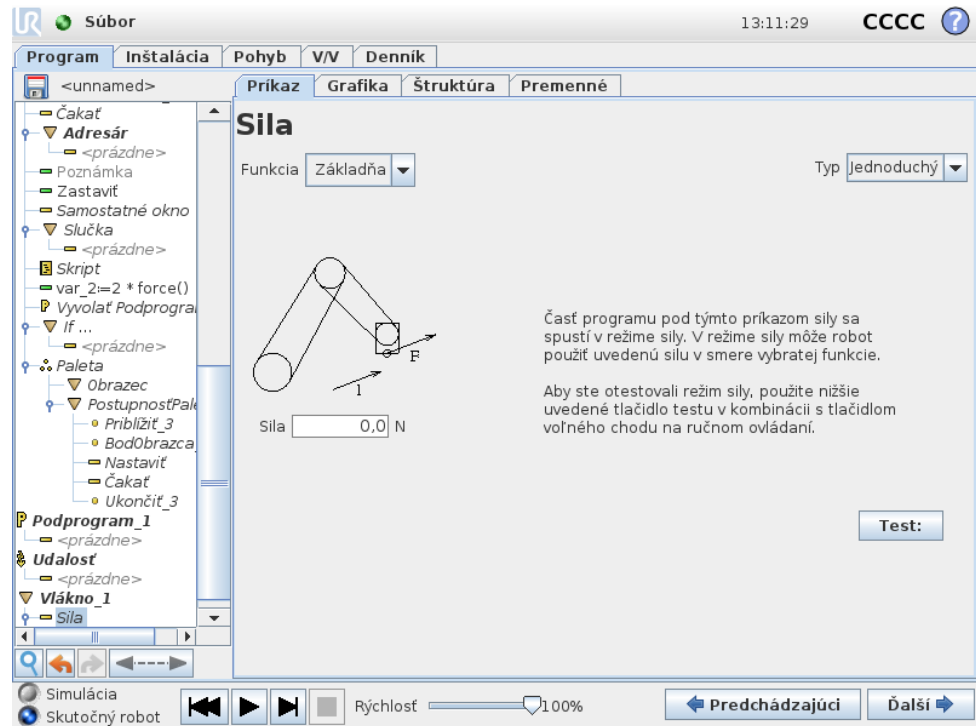
## 14.24 Príkaz: Sila

Režim sily umožňuje pružné správanie a použitie funkcie sily vo vybranej osi pracovného priestoru robota. Všetky pohyby ramena robota vykonávané na základe príkazu `sila` budú v režime sily. Keď sa rameno robota pohybuje v režime sily, je možné vybrať jednu alebo niekoľko osí, v ktorých sa rameno robota správa pružne v závislosti od vonkajších síl, ktoré na neho pôsobia. Pozdĺž/okolo osí s pružným správaním sa ramena robota bude správať pružne podľa prostredia, čo znamená, že automaticky upraví svoju polohu, aby dosiahol požadovanú silu. Je tak tiež možné zariadiť, aby rameno robota samé použilo silu na jeho prostredie, napr. na obrobok.

Režim sily je vhodný pre aplikácie, kde aktuálna poloha TCP pozdĺž vopred definovanej osi nie je dôležitá, ale namiesto toho je požadované pôsobenie sily pozdĺž tejto osi. Napríklad ak by sa mal stredový bod nástroja TCP odvalovať proti zakrivenému povrchu alebo pri tlačení alebo ťahaní obrobku. Režim sily takisto podporuje pôsobenie určitého krútiaceho momentu okolo vopred definovaných osí.

Upozorňujeme, že ak sa rameno robota nestretne so žiadnymi prekážkami v osi, kde je nastavená nenulová sila, bude sa snažiť pozdĺž alebo na tejto osi zrýchliť.

Aj keď bola os zvolená, aby sa správala pružne, program robota sa naďalej bude snažiť pohybovať robota pozdĺž alebo okolo tejto osi. Riadenie sily však zaisťuje, že rameno robota bude naďalej nabiehať na zadanú silu.



## Výber funkcie

Ponuka prvkov sa používa pre výber súradnicového systému (osí), ktoré robot bude používať, keď bude pracovať v režime sily. Prvky v ponuke sú tie, ktoré boli definované v inštalácii, pozrite si 13.12.

## Typ režimu sily

K dispozícii sú štyri typy režimu sily. Každý z nich určuje spôsob, akým bude zvolený prvok interpretovaný.

- **Jednoduchý:** Iba jedna os v režime sily bude s pružným správaním. Sila pozdĺž tejto osi je nastaviteľná. Požadovaná sila sa vždy použije pozdĺž osi Z zvoleného prvku. Avšak pre lineárne prvky je to pozdĺž ich osi Y.
- **Rámec:** Typ rámca umožňuje pokročilejšie využívanie. Tu je možné nezávisle voľiť pružné správanie a sily vo všetkých šiestich stupňoch voľnosti.
- **Bod:** Keď je zvolená funkcia Bod, tak má úlohový rámec os Y smerujúcu od stredového bodu nástroja (TCP) robota smerom k začiatku (Origo) zvoleného prvku. Vzdialenosť medzi stredovým bodom nástroja (TCP) robota a začiatkom (Origo) zvoleného prvku musí byť minimálne 10 mm. Úlohový rámec sa bude meniť v priebehu programu tak, ako sa bude meniť poloha stredového bodu nástroja (TCP) robota. Os X a os Z úlohového rámca závisia od pôvodnej orientácie zvoleného prvku.

- **Pohyb:** Funkcia pohybu znamená, že sa úlohový rámec bude meniť podľa smeru pohybu stredového bodu nástroja (TCP). Os X úlohového rámca bude projekciou smeru pohybu TCP na rovine rozpínajúcej sa medzi osami X a Y zvoleného prvku. Os Y bude kolmá k pohybu ramena robota a v rovine X-Y zvoleného prvku. To je možné využívať pri odstraňovaní ozubov pozdĺž zložitej dráhy, kde je požadovaná sila kolmá k pohybu TCP. Keď sa rameno robota nepohybuje: Ak je zadán režim sily, keď je rameno robota v pokoji, potom nebudú žiadne osi s pružným správaním, pokiaľ sa TCP nezačne pohybovať. Ak sa neskôr, stále v režime sily, rameno robota opäť zastaví, bude mať úlohový rámec rovnakú orientáciu, ako keď sa TCP naposledy pohyboval.

Pre posledné tri typy môže byť aktuálny úlohový rámec zobrazený počas behu programu na karte grafiky (14.29), keď robot pracuje v režime sily.

## Výber hodnoty sily

Sila sa môže nastaviť ako pre osi s pružným správaním, tak aj pre osi bez pružného správania. Účinky sú však rozdielne.

- **V súlade:** Rameno robota upraví svoju polohu, aby dosiahlo zvolenú silu.
- **V nesúlade:** Rameno robota bude sledovať svoju programom nastavenú dráhu, kým realizuje tu nastavenú hodnotu externej sily.

Pre translačné parametre je sila špecifikovaná v Newtonoch [N] a pre rotačné parametre je krútiaci moment špecifikovaný v Newton-metroch [Nm].

## Výber medzných hodnôt

Medznú hodnotu je možné nastaviť pre všetky osi, ale tieto hodnoty majú rozdielny význam podľa toho, či sú to osi s pružným správaním alebo bez pružného správania.

- **V súlade:** Medzná hodnota je maximálna povolená rýchlosť TCP, ktorú môže dosiahnuť pozdĺž alebo na tejto osi. Jednotky sú [mm/s] a [°/s].
- **V nesúlade:** Medzná hodnota je maximálna odchýlka od programovej dráhy, ktorá je povolená, kým je robot z ochranných dôvodov zastavený. Jednotky sú [mm] a [°].

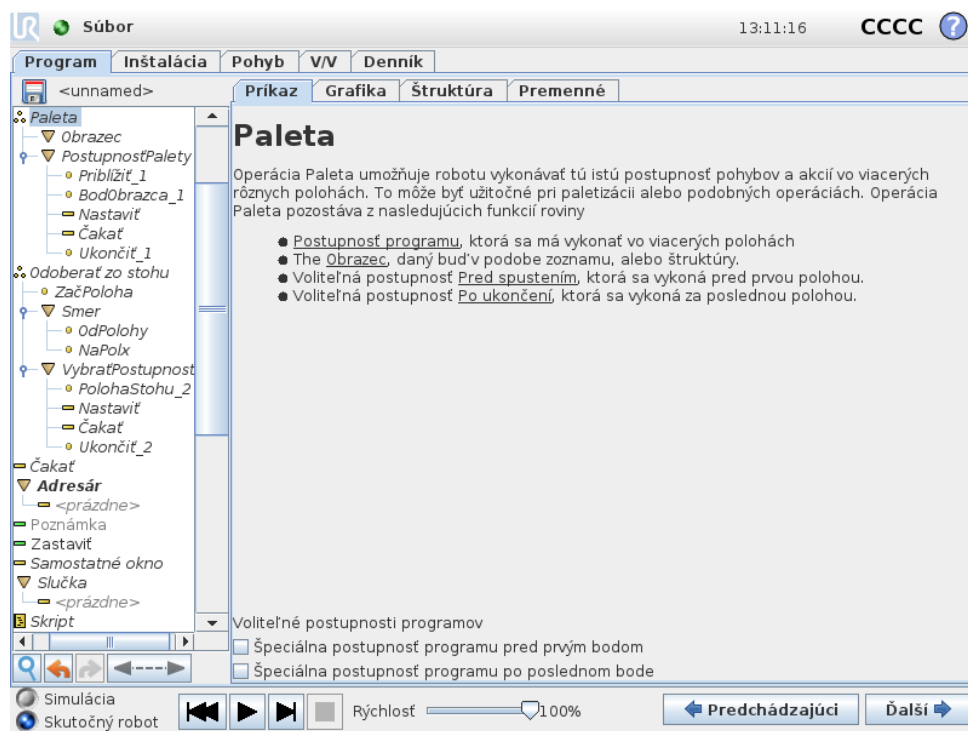
## Nastavenia testovacej sily

Tlačidlo zapnutie a vypnutie, označené ako „Test“, prepína správanie tlačidla Voľný chod na zadnej strane prenosného ovládacieho terminálu z normálneho režimu voľného chodu na test príkazu sily.

Keď je zapnuté tlačidlo Test a stlačí sa tlačidlo Voľný chod na zadnej strane prenosného ovládacieho terminálu, robot bude vykonávať činnosť ako keby program dosiahol tento príkaz sily. Týmto spôsobom je možné overiť nastavenia pred skutočným spustením celého programu. Táto možnosť je obzvlášť užitočná pre overenie, že boli správne zvolené osi s pružným správaním a sily. Jednoducho podržte

jednou rukou TCP robota a druhou rukou stlačte tlačidlo Voľný chod a všimnite si, v akom smere sa rameno robota môže/nemôže pohybovať. Po odchode z tejto obrazovky sa tlačidlo Test automaticky vypne, čo znamená, že tlačidlo Voľný chod na zadnej strane prenosného ovládacieho terminálu je opäť používané pre normálny režim voľného chodu. Poznámka: Tlačidlo Voľný chod bude funkčné iba vtedy, keď bude pre príkaz sily zvolený platný prvok.

## 14.25 Príkaz: Paleta



Operáciou Paleta je možné vykonať postupnosť pohybov v súbore miest udanom v podobe obrazca, ako je opísané v časti 14.23. V každej z polôh v danom obrazci sa spustí postupnosť pohybov vzhľadom na polohu v obrazci.

### Programovanie operácie Paleta

Postupuje sa podľa týchto krokov:

1. Definujte obrazec.
2. Vytvorte „postupnosť palety“ na odoberanie/ukladanie v jednotlivých bodoch. Táto postupnosť popisuje, čo by sa malo vykonať v jednotlivých polohách v obrazci.
3. Pomocou voliča na obrazovke postupnosti príkazu uďte, ktoré traťové body v postupnosti by mali zodpovedať jednotlivým polohám v obrazci.

### Postupnosť palety/Postupnosť s ukotvením

V uzle Postupnosť palety sa rameno robota pohybuje vzhľadom na polohu palety. Realizácia postupnosti je taká, že rameno robota bude v polohe danej obrazcom

## 14.26 Príkaz: Hľadať

v polohe ukotvenia/bode obrazca. Všetky ostatné polohy sa presunú podľa tejto požiadavky.

Nepoužívajte príkaz Pohyb vnútri postupnosti, pretože by sa narušil vzťah k polohe ukotvenia.

### „Pred začatím“

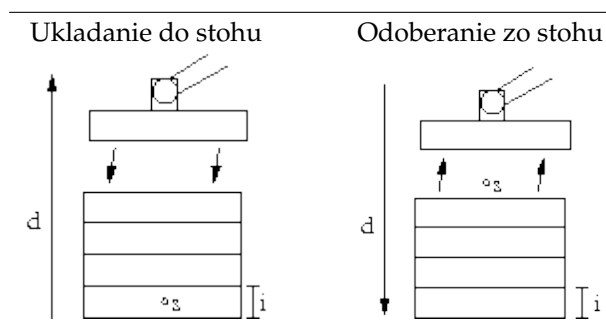
Voliteľná postupnosť *Pred začatím* sa spustí tesne pred začatím operácie. Možno ju využiť na čkanie na signály o pripravenosti.

### „Po ukončení“

Voliteľná postupnosť *Po ukončení* sa spustí po ukončení operácie. Možno ju využiť na signalizáciu pre dopravník, aby sa začal pohybovať a pripravovať na ďalšiu paletu.

## 14.26 Príkaz: Hľadať

Funkcia Hľadať pomocou senzora zisťuje, kedy sa dosiahne správna poloha na uchopenie alebo pustenie predmetu. Senzorom môže byť tlačidlový spínač, tlakový senzor alebo kapacitný senzor. Táto funkcia je určená na prácu so stohmi predmetov s rôznou hrúbkou alebo pre prípady, keď nie je známa presná poloha predmetov alebo je ťažké ju naprogramovať.



Pri programovaní operácie Hľadať na prácu so stohom je nutné definovať začiatkový bod  $s$ , smer stohu  $d$  a hrúbku  $i$  predmetov v stohu.

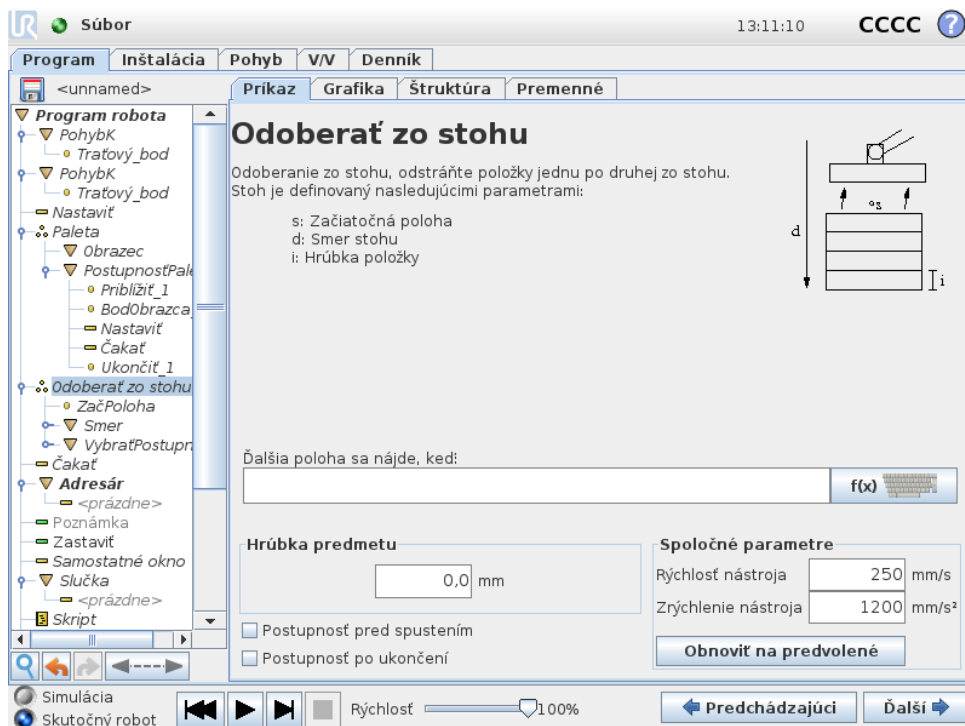
Okrem toho je potrebné definovať stav, kedy sa dosiahne ďalšia poloha v stohu, a špeciálnu postupnosť programu, ktorá sa vykoná v každej polohe v stohu. Je tiež potrebné udať rýchlosť a zrýchlenie pohybu v rámci operácie so stohom.

## Ukladanie do stohu



Pri ukladaní do stohu sa rameno robota posunie do začiatkovej polohy a potom sa pohybuje *opačným* smerom a hľadá ďalšiu polohu v stohu. Keď ho nájde, zapamätá si polohu a vykoná špeciálnu postupnosť. Na ďalší raz robot začne hľadať od zapamätanej polohy zvýšenej o hrúbku predmetu v danom smere. Ukladanie do stohu sa dokončí, keď výška stohu presiahne určitú hodnotu alebo keď senzor vydá signál.

## Odoberanie zo stohu

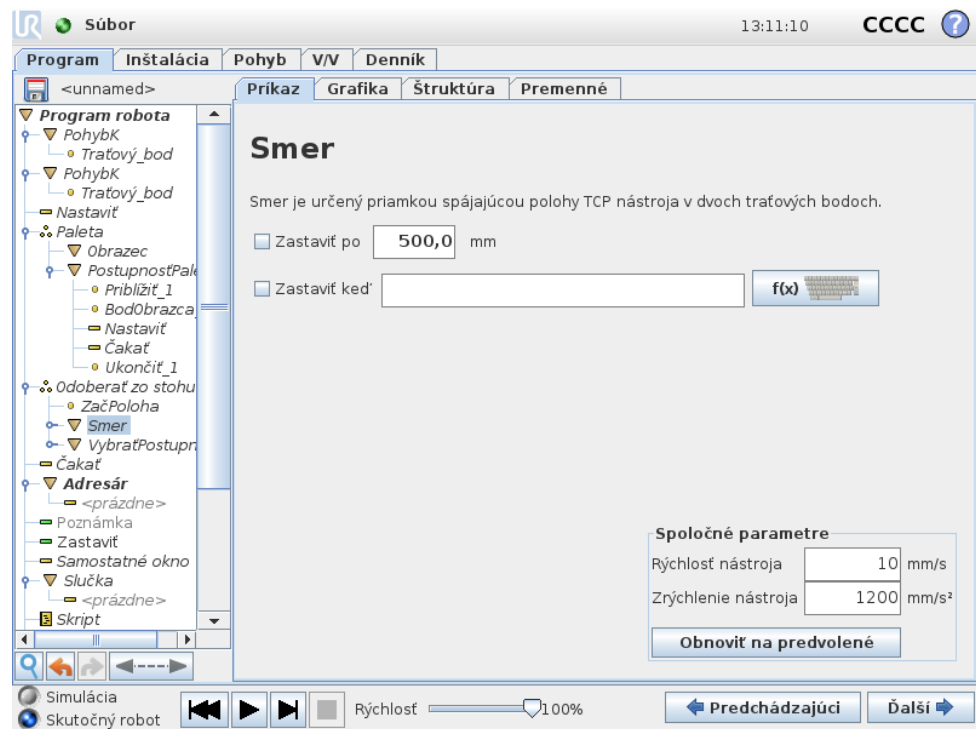


Pri odoberaní zo stohu sa rameno robota pohybuje od začiatkovej polohy v určitom smere a hľadá ďalší predmet. Podmienka na obrazovke určuje, kedy sa dosiahne ďalšia položka. Keď sa podmienka splní, robot si zapamätá pozíciu a vykoná špeciálnu postupnosť. Na ďalší raz robot začne hľadať od zapamätanej polohy zvýšenej o hrúbku predmetu v danom smere.

### Začiatková poloha

Začiatková poloha sa nachádza tam, kde začína operácia na stohu. Ak sa začiatková poloha vynechá, rameno robota začne ukladať do stohu v aktuálnej polohe.

## Smer



Smer je určený dvoma polohami a počíta sa ako rozdiel polôh medzi prvou polohou TCP a druhou polohou TCP. Poznámka: Smer neberie do úvahy orientáciu bodov.

### Vyjadrenie ďalšej polohy v stohu

Rameno robota sa pohybuje pozdĺž smerového vektora, pričom nepretržite vyhodnocuje, či ešte nebola dosiahnutá ďalšia poloha v stohu. Keď je príslušný výraz vyhodnotený ako pravdivý, vykoná sa špeciálna postupnosť.

#### „Pred začatím“

Voliteľná postupnosť *Pred začatím* sa spustí tesne pred začatím operácie. Možno ju využiť na čakanie na signály o pripravenosti.

#### „Po ukončení“

Voliteľná postupnosť *Po ukončení* sa spustí po ukončení operácie. Možno ju využiť na signalizáciu pre dopravník, aby sa začal pohybovať a pripravovať na ďalší stoh.

### Postupnosť Zdvihnúť/Uložiť

Podobne ako pri operácii Paleta (14.25) sa v každej polohe v stohu vykoná špeciálna postupnosť programu.

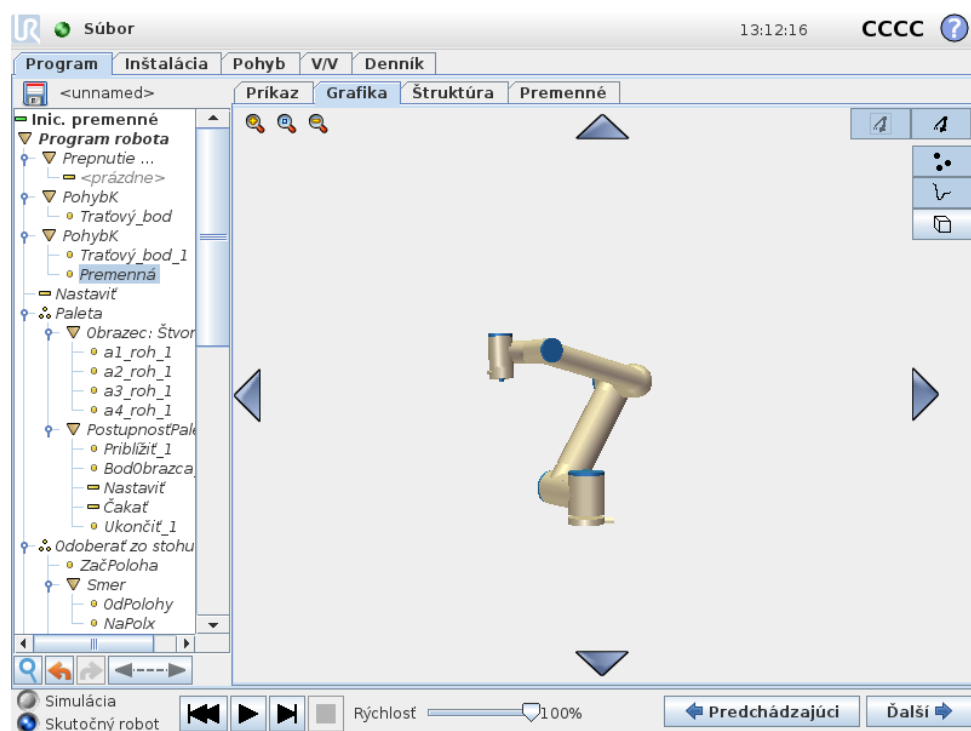
## 14.27 Príkaz: Sledovanie dopravníka

Keď sa používa dopravník, robota je možné nakonfigurovať, aby sledoval jeho pohyb. Pre sledovanie dopravníka je dostupný uzol programu, *Sledovanie dopravníka*. Keď sa *Sledovanie dopravníka* definované v inštalácii správne nakonfiguruje, je možné sledovať lineárny alebo kruhový dopravník. Uzol je možné pridať zo Sprievodcu pre uzol programu pod kartou Štruktúra. Keď sa program vykonáva pod uzlom *Sledovanie dopravníka*, robot upraví svoje pohyby, aby sledoval dopravník. Počas sledovania dopravníka sú povolené ďalšie pohyby, ale súvisia s pohybom pásu dopravníka.

## 14.28 Príkaz: Potlačiť

Potlačené riadky programu sa počas chodu programu jednoducho preskočia. Potlačený riadok možno neskôr znova aktivovať. Takto je možné vykonávať rýchle zmeny v programe bez zničenia pôvodného obsahu.

## 14.29 Karta Grafika



Grafické znázornenie aktuálneho programu robota. Dráha TCP je zobrazená trojrozmerné, úseky pohybu sú čiernou a zatáčky (prechody medzi úsekmi pohybu) sú zelenou. Zelené body udávajú polohy TCP v jednotlivých traťových bodoch programu. 3D náčrt ramena robota znázorňuje aktuálnu polohu ramena robota a „tieň“ ramena robota znázorňuje, ako rameno robota plánuje dosiahnuť traťový bod zvolený na ľavej strane obrazovky.

Ak sa aktuálna poloha TCP robota približuje bezpečnostnej alebo spúšťacej rovine, alebo orientácia nástroja robota je v blízkosti hraničného limitu orientácie nástroja

(pozrite si 10.12), zobrazí sa 3D znázornenie blízkeho hraničného limitu. Všimnite si, že keď má robot spustený program, vizualizácia hraničného limitu je vypnutá.

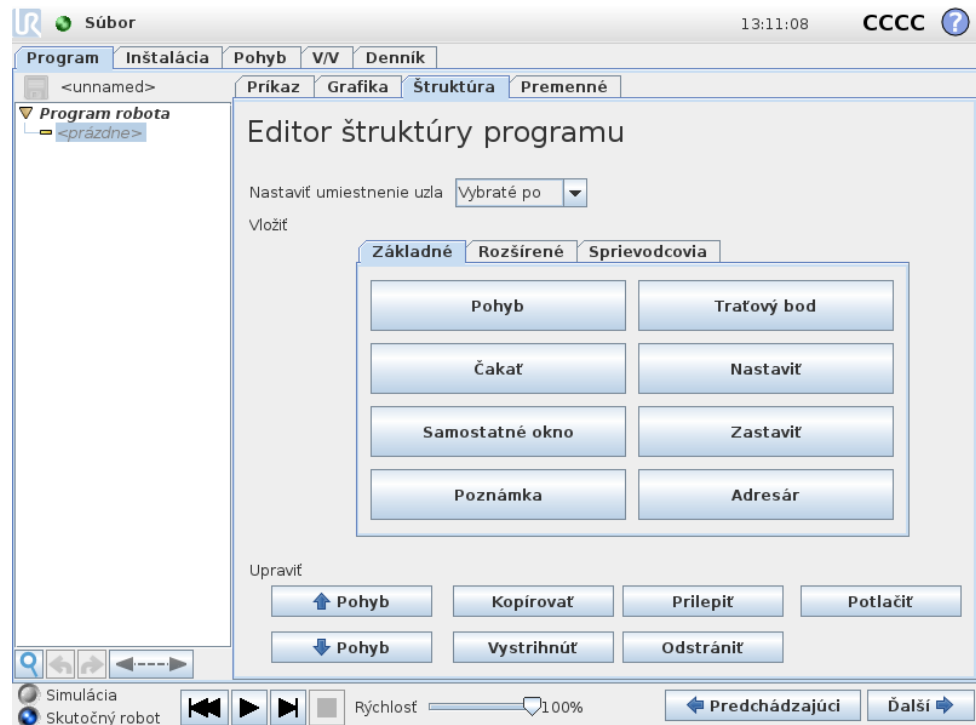
Bezpečnostné roviny sú zobrazené žltou a čiernou farbou s malou šípkou znázorňujúcou normálnu hodnotu roviny, ktorá označuje stranu roviny, na ktorej môže byť TCP robota umiestnené. Spúšťačie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou a malou šípkou smerujúcou k strane roviny, v rámci ktorej sú aktívne limity režimu *Normálny* (pozrite si 10.6). Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužela s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu nástroja robota. Vnútorňa strana kužela predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

Keď sa TCP robota už nenachádza v blízkosti limitu, 3D znázornenie zmizne. Ak TCP prekračuje alebo sa blíži k prekročeniu hraničného limitu, vizualizácia limitu sčervená.

3D náhľad sa dá priblížiť a otáčať a získať tak lepší pohľad na rameno robota. Tlačidlami v pravej hornej časti obrazovky možno vypnúť rôzne grafické súčasti 3D zobrazenia. Spodné tlačidlo zapína/vypína vizualizáciu približných hraničných limitov.

Zobrazené úseky pohybu závisia od zvoleného uzla programu. Ak je vybraný uzol Pohyb, zobrazená dráha predstavuje pohyb definovaný daným príkazom. Ak je vybraný uzol Traťový bod, zobrazuje sa nasledujúcich ~ 10 krokov pohybu.

## 14.30 Karta Štruktúra



Karta štruktúry programu ponúka možnosť vkladať, presúvať, kopírovať a odstraňovať rôzne druhy príkazov.

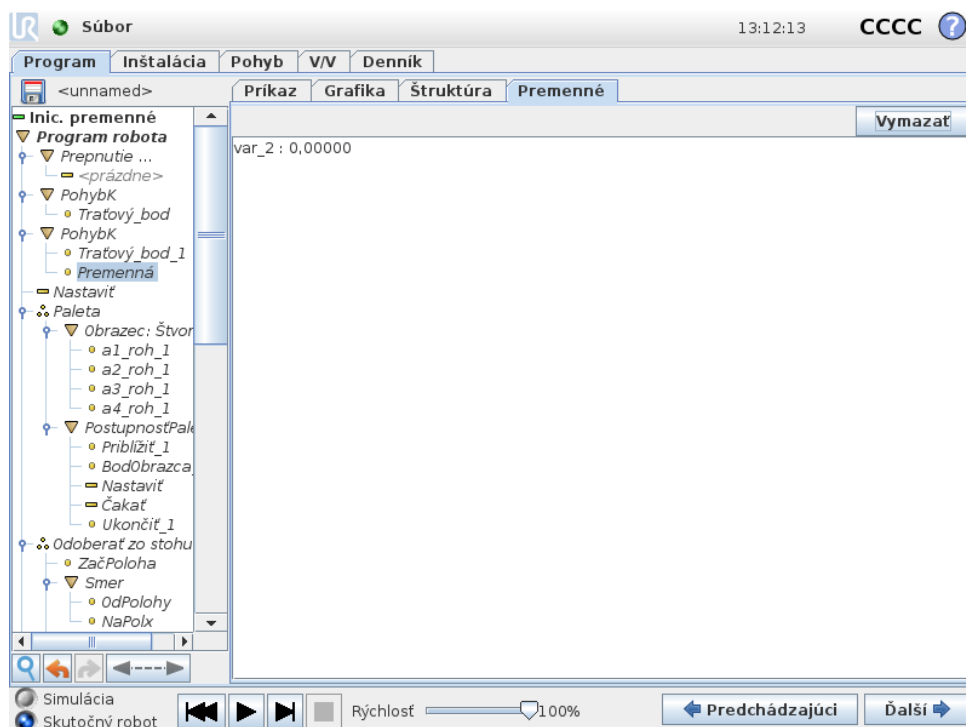
Nové príkazy vložíte týmito krokmi:

- 1) Vyberte existujúci príkaz programu.
- 2) Vyberte, či sa nový príkaz má vložiť nad alebo pod vybraný príkaz.
- 3) Stlačte tlačidlo druhu príkazu, aký chcete vložiť. Podrobnosti nového príkazu nastavte na karte Príkaz.

Pomocou tlačidiel v rámci úprav možno presúvať, klonovať aj odstraňovať príkazy. Ak príkaz obsahuje vedľajšie príkazy (vedľa príkazu je zobrazený trojuholník), presunú, naklonujú, resp. odstránia sa aj všetky vedľajšie príkazy.

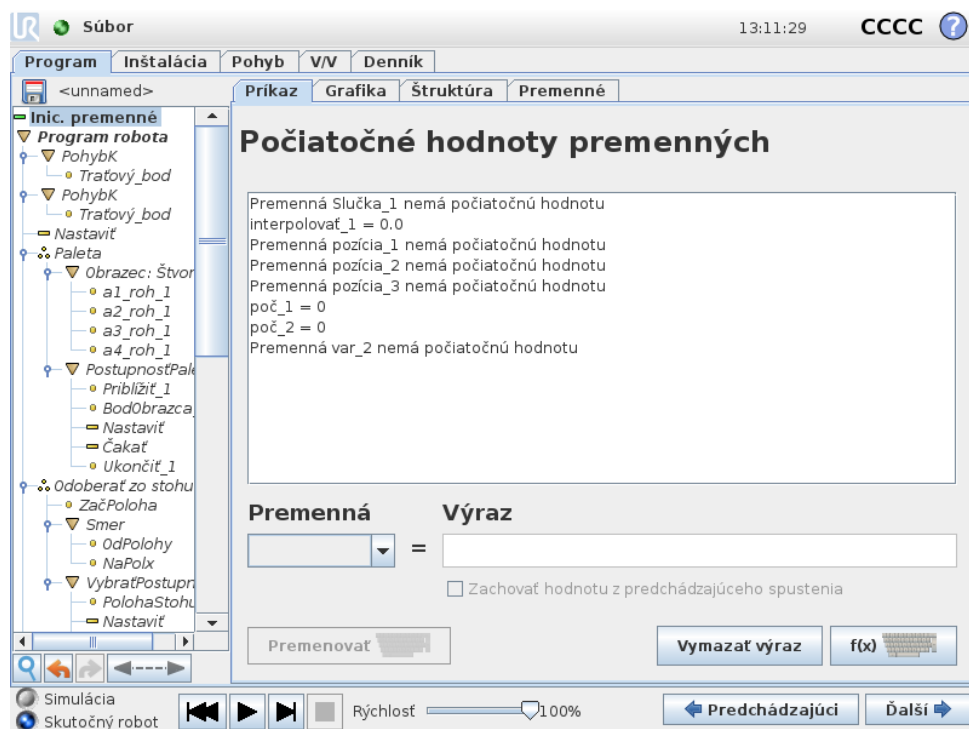
Nie všetky príkazy sú vhodné na všetky miesta v programe. Trat'ové body musia byť pod príkazom Pohyb (nie nevyhnutne priamo pod ním). Príkazy ElseIf a Else musia nasledovať po príkaze If. Presúvanie príkazov ElseIf vo všeobecnosti prináša problémy. Premenným sa pred použitím musia prideliť hodnoty.

## 14.31 Karta Premenné



Karta Premenné znázorňuje naživo hodnoty premenných v spustenom programe a uchováva zoznam premenných a hodnôt medzi jednotlivými spusteniami programov. Zobrazuje sa len vtedy, keď sú na nej informácie, ktoré možno zobraziť. Premenné sú zoradené abecedne podľa ich názvov. Názvy premenných na tejto obrazovke sú zobrazené s maximálne 50 znakmi a hodnoty premenných sú zobrazené s maximálne 500 znakmi.

## 14.32 Príkaz: Inicializácia premenných



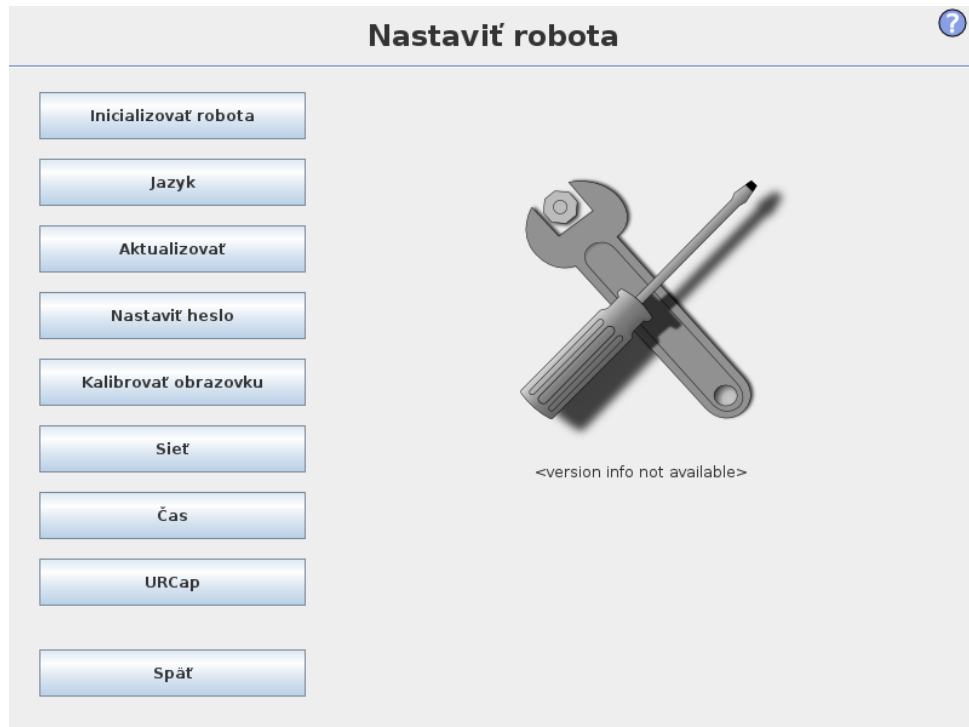
Táto obrazovka umožňuje nastavenie hodnôt premenných pred začatím vykonávania programu (a akýchkoľvek vsunutých postupností).

Premennú vyberiete zo zoznamu premenných kliknutím na ňu alebo pomocou poľa voliča premenných. Pre vybranú premennú možno zadať výraz, ktorý sa bude používať na nastavenie hodnoty premennej pri štarte programu.

Ak je začiarknuté políčko „Uprednostniť hodnotu z posledného spustenia“, premenná sa inicializuje na hodnotu nájdenú na karte **Premenné** opísanej v časti 14.31. Tým sa umožní zachovanie hodnôt premenných medzi jednotlivými spusteniami programu. Premenná získa svoju hodnotu z príslušného výrazu, ak je program spustený prvý raz alebo ak hodnota bola vymazaná.

Premennú možno z programu odstrániť zmenou jej názvu na prázdny (len medzery).

## 15 Obrazovka Nastavenie



- **Inicializovať robota** Prechod na inicializačnú obrazovku, pozrite si 11.5.
- **Jazyk a jednotky** Konfigurujte jazyk a jednotky merania používateľského rozhrania, pozrite si 15.1.
- **Aktualizovať robot** Inovácia softvéru robota na novšiu verziu, pozrite si 15.2.
- **Nastaviť heslo** Poskytuje možnosť uzamknúť programovaciu časť robota pre osoby, ktoré nemajú heslo, pozrite si 15.3.
- **Kalibrovať obrazovku** Kalibrácia „dotyku“ na dotykovej obrazovke, pozrite si 15.4.
- **Nastaviť sieť** Otvorí rozhranie na nastavenie siete Ethernet riadiacej skrinky robota, pozrite si 15.5.
- **Nastaviť čas** Nastaví čas a dátum systému a nastavuje formáty zobrazenia hodín, pozrite si 15.6.
- **Nastaviť URCaps** Prehľad nainštalovaných URCaps, ako aj možnosť ich inštalovať a odinštalovať, pozrite si 15.7.
- **Späť** Návrat na uvítaciu obrazovku.

## 15.1 Jazyky a jednotky

?

### Nastaviť robota

Inicializovať robota

Jazyk

Aktualizovať

Nastaviť heslo

Kalibrovať obrazovku

Siet

Čas

URCap

Späť

#### Výber jazyka

Slovenčina ▼

English programming

---

#### Výber jednotiek

Metrické jednotky

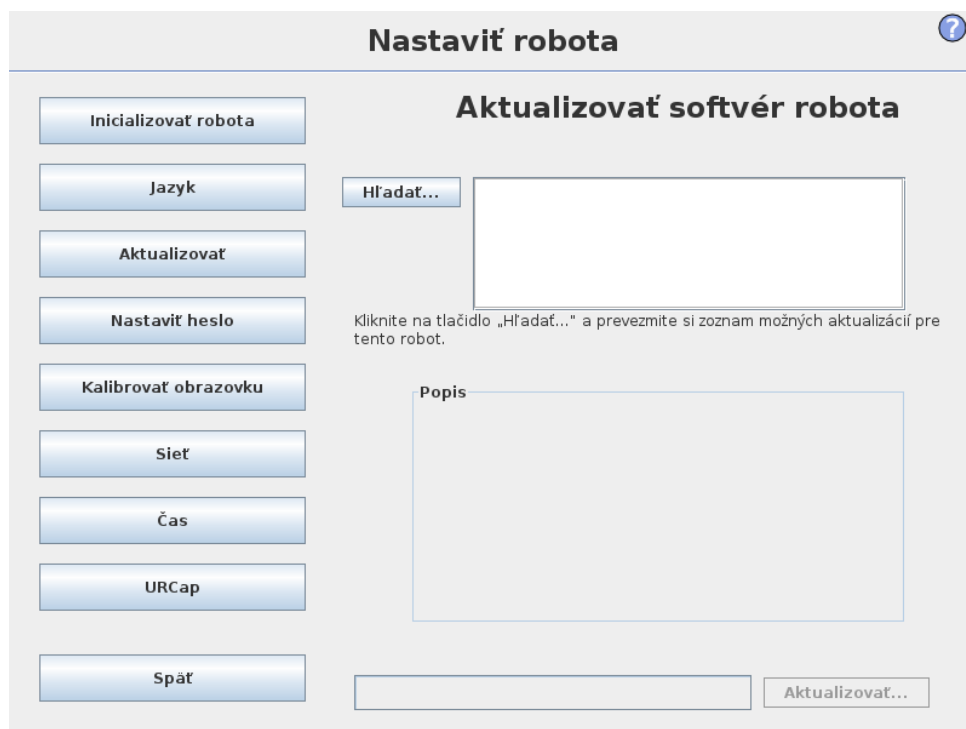
Zvykové americké

Reštartovať PolyScope, aby sa prejavilo nové nastavenie

Reštart

Jazyk a jednotky používané v rozhraní PolyScope je možné vybrať na tejto obrazovke. Vybraný jazyk sa bude používať pre text viditeľný na rôznych obrazovkách rozhrania PolyScope, ako ja v integrovanom pomocníkovi. Označte možnosť „Programovanie v angličtine“, aby boli názvy príkazov v rámci programov robota v anglickom jazyku. Aby sa zmeny prejavili, rozhranie PolyScope sa musí reštartovať.

## 15.2 Aktualizovať robot



Softvérové aktualizácie môžete inštalovať z pamäte USB flash. Vložte pamäť USB a kliknite na položku **Vyhľadať**, aby ste zobrazili jej obsah. Ak chcete vykonať aktualizáciu, vyberte súbor, kliknite na možnosť **Aktualizovať** a postupujte podľa pokynov na obrazovke.



### VÝSTRAHA:

Po aktualizácii softvéru vždy skontrolujte vaše programy. Aktualizácia môže zmeniť trajektórie vo vašom programe. Špecifikácie aktualizovaného softvéru je možné nájsť stlačením tlačidla „?“ umiestneného v hornom pravom rohu grafického používateľského rozhrania. Špecifikácie hardvéru zostávajú nezmenené a môžete ich nájsť v pôvodnej príručke.

## 15.3 Nastaviť heslo

?

Inicializovať robota

Jazyk

Aktualizovať

Nastaviť heslo

Kalibrovať obrazovku

Sieť

Čas

URCap

Späť

### Heslo systému

Nové heslo

Potvrdiť nové heslo

### Bezpečnostné heslo

Aktuálne heslo

Nové heslo

Potvrdiť nové heslo

Podporujú sa dve heslá. Prvé heslo je *voliteľné* systémové heslo, ktoré zabraňuje neoprávneným úpravám nastavenia robota. Keď sa nastaví systémové heslo, programy možno načítať a vykonať bez hesla, ale na vytváranie a zmenu programov musí používateľ zadať správne heslo.

Druhé heslo je *požadované* bezpečnostné heslo, ktorá sa musí zadať správnym spôsobom, aby bolo možné upraviť konfiguráciu bezpečnosti.



**POZNÁMKA:**

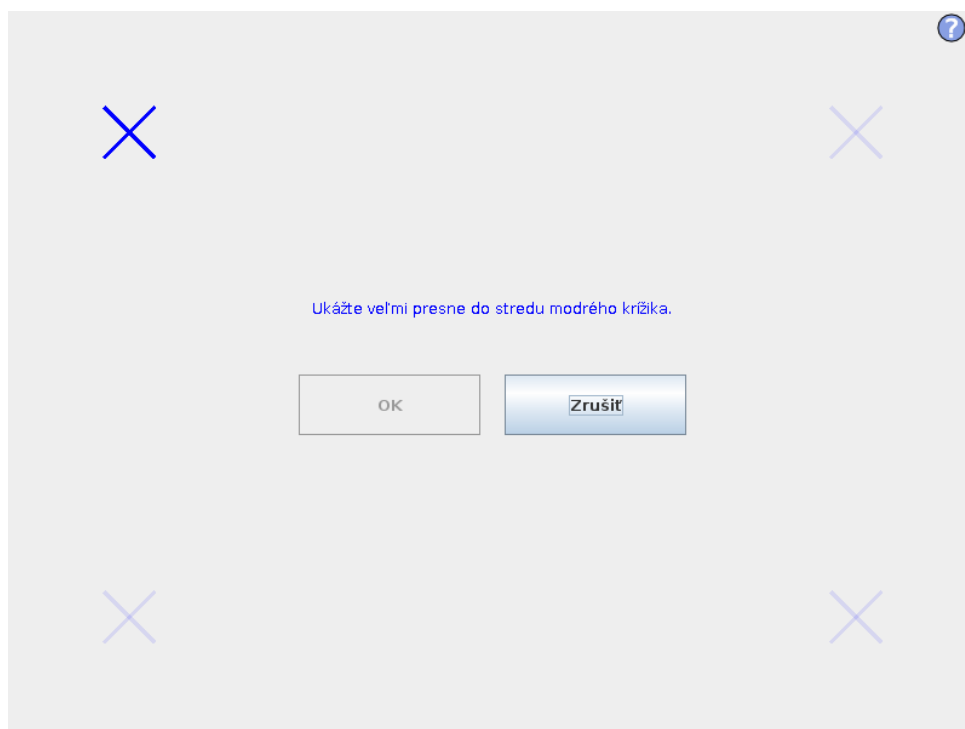
Aby bolo možné zmeniť konfiguráciu bezpečnosti, musí sa nastaviť bezpečnostné heslo.



**VÝSTRAHA:**

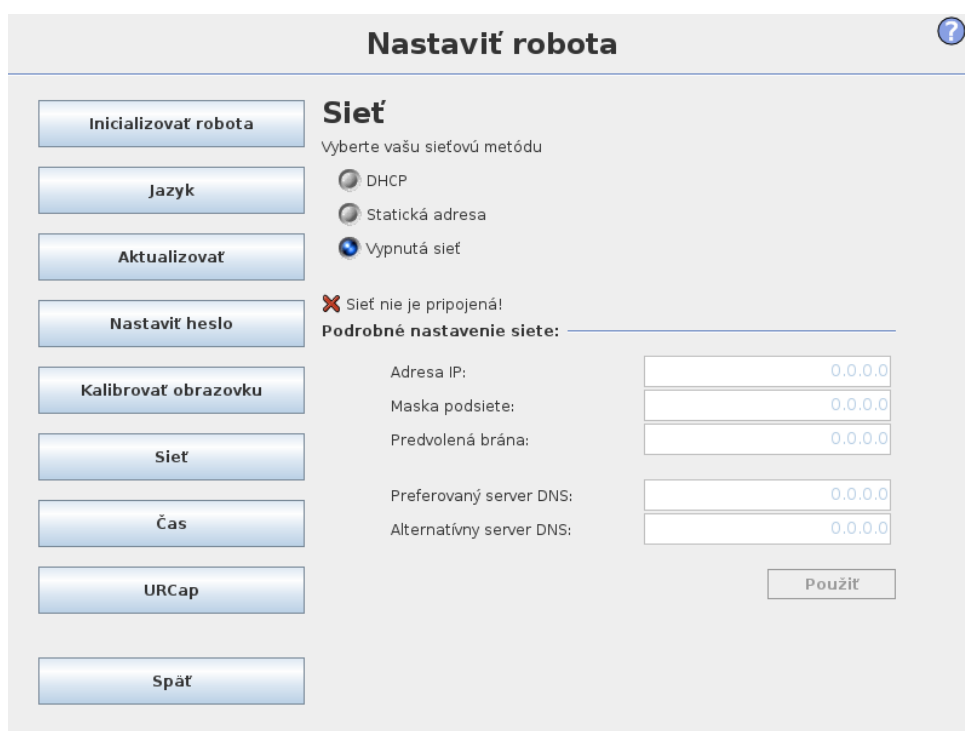
Pridajte systémové heslo, aby ste zabránili neoprávnenému personálu meniť inštaláciu robota.

## 15.4 Kalibrovat' obrazovku



Slúži na kalibráciu dotykovej obrazovky. Dotykovú obrazovku kalibrujte podľa pokynov na obrazovke. Najlepšie je používať nekovový predmet s hrotom, napríklad zatvorené pero. S trpezlivosťou a starostlivosťou sú výsledky lepšie.

## 15.5 Nastaviť sieť



Panel na nastavenie siete Ethernet. Pripojenie Ethernet nie je potrebné na vykonávanie základných funkcií robota a štandardne je vypnuté.

## 15.6 Nastaviť čas

**Nastaviť robota**

Inicializovať robota

Jazyk

Aktualizovať

Nastaviť heslo

Kalibrovať obrazovku

Sieť

Čas

URCap

Späť

**Nastaviť čas**

Formát času:  24hodinový  12hodinový

Vyberte aktuálny čas:

+ + +

13 : 10 : 53

- - -

**Nastaviť dátum**

Vyberte dnešný dátum:

Pondelok, 2017, apríl 3

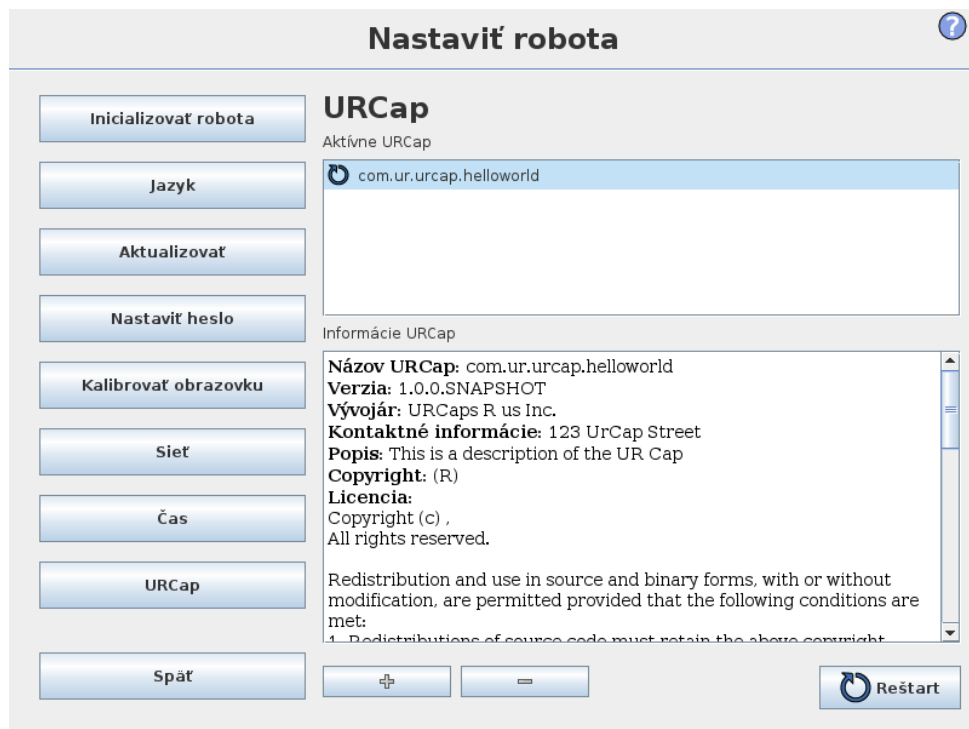
Formát dátumu:  Pondelok, 2017, apríl 3  3.4.2017  3.4.2017

Reštartovať PolyScope, aby sa prejavilo nové nastavenie

Reštart

Nastavte čas a dátum systému a nastavte formáty zobrazenia hodín. Hodiny sa zobrazujú v hornej časti obrazoviek *Spustiť program* a *Programovať robot*. Ak na ne ťuknete, zobrazí sa na krátko dátum. Aby sa zmeny prejavili, grafické používateľské rozhranie sa musí reštartovať.

## 15.7 Nastavenie URCap






Horný zoznam obsahuje prehľad všetkých nainštalovaných *URCaps*. Kliknutím na URCap sa zobrazia meta informácie (vrátane názvu URCap, verzie, licencie, atď.) v oblasti *Informácie URCap* pod zoznamom.

Nové URCap nainštalujete kliknutím na tlačidlo + v dolnej časti obrazovky. Zobrazí sa volič súborov, kde je možné vybrať súbor `.urcap`. Kliknite na tlačidlo *Otvoriť* a program PolyScope sa vráti na obrazovku *Nastavenie*. Vybraná UR-Cap sa nainštaluje a krátko potom sa v zozname zobrazí príslušná položka. Novo nainštalované alebo odinštalované URCap vyžadujú reštart programu PolyScope a tlačidlo *Reštart* sa odblokuje.

Ak chcete odinštalovať URCap, vyberte ju zo zoznamu a kliknite na tlačidlo -. UR-Cap sa stratí zo zoznamu, ale reštart sa stále vyžaduje.

Ikona zobrazená vedľa položky v zozname označuje stav URCap. Jednotlivé stavy sú definované nižšie:

-  *URCap ok*: URCap je nainštalovaná a beží normálne.
-  *URCap chyba*: URCap je nainštalovaná, ale nie je možné ju spustiť. Kontaktujte vývojára UR-Cap.
-  *Vyžaduje sa reštart UR-Cap*: UR-Cap sa práve nainštalovala a vyžaduje sa reštart.



# Glosár

*Zastavenie kategórie 0:* Pohyb robota sa zastaví okamžitým vypnutím napájania robota. Jedná sa o neriadené zastavené, pri ktorom sa robot môže odchyliť z naprogramovanej cesty, pretože každý kĺb zabrzdí tak rýchlo, ako je to možné. Toto ochranné zastavenie sa používa ak sa prekročí bezpečnostný limit alebo v prípade poruchy bezpečnostných súčastí riadiaceho systému s bezpečnostným hodnotením. Bližšie informácie nájdete v ISO 13850 alebo IEC 60204-1.

*Zastavenie kategórie 1:* Pohyb robota sa zastaví s napájaním dostupným pre vykonanie zastavenia robota a následným vypnutím napájania po vykonaní zastavenia. Jedná sa o riadené zastavenie, pri ktorom robot pokračuje v naprogramovanej ceste. Napájanie sa vypne ihneď po zastavení robota. Bližšie informácie nájdete v ISO 13850 alebo IEC 60204-1.

*Zastavenie kategórie 2:* Riadené zastavenie s napájaním dostupným pre robot. Bezpečnostný riadiaci systém monitoruje, že robot zostane v zastavenej polohe. Bližšie informácie nájdete v IEC 60204-1.

*Kategória 3:* Termín „Kategória“ sa nesmie zamieňať za termín „Kategória zastavenia“. „Kategória“ odkazuje na typ architektúry použitej ako základ pre určitú „Úroveň výkonu“. Významnou vlastnosťou architektúry „Kategórie 3“ je, že jedna chyba nemôže viesť k strate bezpečnostnej funkcie. Bližšie informácie nájdete v ISO 13849-1.

*Úroveň výkonu:* Úroveň výkonu (PL) je diskretná úroveň používaná na určenie schopnosti bezpečnostných súčastí riadiacich systémov vykonať bezpečnostné funkcie v rámci predvídateľných podmienok. PLd je druhou najvyššou klasifikáciou spoľahlivosti, čo znamená, že bezpečnostná funkcia je extrémne spoľahlivá. Bližšie informácie nájdete v ISO 13849-1.

*Diagnostické pokrytie (DC):* je meradlom účinnosti diagnostiky implementovanej za účelom dosiahnutia hodnotenej úrovne výkonu. Bližšie informácie nájdete v ISO 13849-1.

*MTTFd:* Stredná doba do nebezpečnej poruchy (MTTFd) je hodnota založená na výpočtoch a testoch používaných na dosiahnutie hodnotenej úrovne výkonu. Bližšie informácie nájdete v ISO 13849-1.

*Integrátor:* Integrátor je subjekt, ktorý navrhuje konečnú inštaláciu robota. Integrátor je zodpovedný za vykonanie finálneho hodnotenia rizík a musí zaistiť, aby bola finálna inštalácia v súlade s miestnymi zákonmi a predpismi.

*Hodnotenie rizika:* Hodnotenie rizík je celkový proces identifikácie všetkých rizík a ich zmenšenie na vhodnú úroveň. Hodnotenie rizík sa musí dokumentovať. Bližšie informácie nájdete v ISO 12100.

*Kolaboratívne použitie robota:* Termín „kolaboratívne“ odkazuje na kolaboráciu medzi operátorom a robotom počas použitia robota. Pozrite si presné definície a popisy v normách ISO 10218-1 a ISO 10218-2.

*Konfigurácia bezpečnosti:* Funkcie a rozhrania s hodnotením bezpečnosti je možné konfigurovať prostredníctvom parametrov konfigurácie bezpečnosti. Definujú sa prostredníctvom softvérového rozhrania, pozrite si časť II.

# Index