



# UNIVERSAL ROBOTS

## Príručka PolyScope



**Verzia 3.1 (rev. 18026)**

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 © 2009-2015 spoločnosť Universal Robots A/S

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

# Obsah

<b>II Príručka PolyScope</b>	<b>II-1</b>
<b>10 Úvod</b>	<b>II-3</b>
10.1 Začínáme . . . . .	II-3
10.1.1 Inštalácia ramena robota a riadiacej skrinky . . . . .	II-3
10.1.2 Zapnutie a vypnutie riadiacej skrinky . . . . .	II-4
10.1.3 Zapnutie a vypnutie ramena robota . . . . .	II-4
10.1.4 Rýchly štart. . . . .	II-4
10.1.5 Prvý program . . . . .	II-5
10.2 Programovacie rozhranie PolyScope . . . . .	II-6
10.3 Uvítacia obrazovka. . . . .	II-8
10.4 Inicializačná obrazovka . . . . .	II-9
<b>11 Editory na obrazovke</b>	<b>II-11</b>
11.1 Číselná klávesnica na obrazovke . . . . .	II-11
11.2 Klávesnica na obrazovke. . . . .	II-12
11.3 Editor výrazov na obrazovke . . . . .	II-12
11.4 Obrazovka úpravy pozície . . . . .	II-13
<b>12 Ovládanie robota</b>	<b>II-17</b>
12.1 Karta Pohyb . . . . .	II-17
12.1.1 Robot . . . . .	II-17
12.1.2 Funkcia a poloha nástroja. . . . .	II-18
12.1.3 Pohyb nástroja. . . . .	II-18
12.1.4 Pohyb kĺbov . . . . .	II-18
12.1.5 Voľný chod. . . . .	II-18
12.2 Karta V/V . . . . .	II-19
12.3 V/V klienta protokolu MODBUS. . . . .	II-20
12.4 Karta Automatický pohyb . . . . .	II-20
12.5 Inštalácia → Načítať /uložiť . . . . .	II-22
12.6 Inštalácia → Konfigurácia TCP . . . . .	II-23
12.6.1 Pridanie, úprava a odstránenie TCP . . . . .	II-23
12.6.2 Predvolený a aktívny TCP . . . . .	II-23
12.6.3 Učenie polohy TCP . . . . .	II-24
12.6.4 Učenie orientácieTCP . . . . .	II-25
12.6.5 Zaťaženie . . . . .	II-25
12.6.6 Ťažisko . . . . .	II-25
12.7 Inštalácia → Montáž . . . . .	II-26
12.8 Inštalácia → Nastavenie V/V . . . . .	II-27
12.9 Inštalácia → Bezpečnosť. . . . .	II-28
12.10 Inštalácia → Premenné . . . . .	II-28

12.11	Inštalácia→Nastavenie V/V klienta protokolu MODBUS . . . . .	II-29
12.12	Inštalácia → Funkcie . . . . .	II-32
12.13	Nastavenie sledovania dopravníka . . . . .	II-36
12.14	Inštalácia → Predvolený program . . . . .	II-37
	12.14.1 Načítanie predvoleného programu . . . . .	II-37
	12.14.2 Spustenie predvoleného programu . . . . .	II-37
	12.14.3 Automatická inicializácia . . . . .	II-38
12.15	Karta Denník . . . . .	II-38
12.16	Obrazovka Načítanie . . . . .	II-39
12.17	Karta Chod . . . . .	II-41
<b>13</b>	<b>Programovanie</b>	<b>II-43</b>
13.1	Nový program . . . . .	II-43
13.2	Karta Program . . . . .	II-44
	13.2.1 Strom programu . . . . .	II-44
	13.2.2 Indikácia vykonávania programu . . . . .	II-45
	13.2.3 Tlačidlá Späť / Znova . . . . .	II-45
	13.2.4 Ovládací panel programu. . . . .	II-46
13.3	Premenné . . . . .	II-46
13.4	Príkaz: Prázdne . . . . .	II-47
13.5	Príkaz: Pohyb. . . . .	II-48
13.6	Príkaz: Pevný traťový bod . . . . .	II-51
13.7	Príkaz: Relatívny traťový bod . . . . .	II-53
13.8	Príkaz: Premennivý traťový bod . . . . .	II-54
13.9	Príkaz: Čakať . . . . .	II-55
13.10	Príkaz: Nastaviť . . . . .	II-55
13.11	Príkaz: Automaticky otvárané okná. . . . .	II-56
13.12	Príkaz: Zastaviť . . . . .	II-57
13.13	Príkaz: Poznámka . . . . .	II-57
13.14	Príkaz: Adresár . . . . .	II-58
13.15	Príkaz: Slučka . . . . .	II-59
13.16	Príkaz: Podprogram . . . . .	II-60
13.17	Príkaz: Priradenie . . . . .	II-61
13.18	Príkaz: If . . . . .	II-62
13.19	Príkaz: Skript . . . . .	II-63
13.20	Príkaz: Udalosť . . . . .	II-64
13.21	Príkaz: Vsunutá postupnosť . . . . .	II-65
13.22	Príkaz: Obrazec . . . . .	II-66
13.23	Príkaz: Sila. . . . .	II-67
13.24	Príkaz: Paleta . . . . .	II-70
13.25	Príkaz: Hľadať . . . . .	II-71
13.26	Príkaz: Potlačiť . . . . .	II-75
13.27	Karta Grafika . . . . .	II-75
13.28	Karta Štruktúra . . . . .	II-76
13.29	Karta Premenné . . . . .	II-77
13.30	Príkaz: Inicializácia premenných . . . . .	II-78

<b>14</b>	<b>Obrazovka Nastavenie</b>	<b>II-79</b>
14.1	Jazyky a jednotky . . . . .	II-80
14.2	Aktualizovať robot. . . . .	II-81
14.3	Nastaviť heslo . . . . .	II-82
14.4	Kalibrovať obrazovku . . . . .	II-83
14.5	Nastaviť sieť . . . . .	II-83
14.6	Nastaviť čas . . . . .	II-84
<b>15</b>	<b>Konfigurácia bezpečnosti</b>	<b>II-85</b>
15.1	Zmena konfigurácie bezpečnosti . . . . .	II-86
15.2	Bezpečnostná synchronizácia a chyby . . . . .	II-86
15.3	Tolerancie . . . . .	II-87
15.4	Bezpečnostný kontrolný súčet. . . . .	II-88
15.5	Bezpečnostné režimy . . . . .	II-88
15.6	Režim Voľný chod . . . . .	II-89
15.7	Ochrana heslom. . . . .	II-89
15.8	Použiť . . . . .	II-89
15.9	Všeobecné limity . . . . .	II-90
15.10	Limity kĺbu . . . . .	II-93
15.11	Hranice . . . . .	II-94
	15.11.1 Výber hranice pre konfiguráciu . . . . .	II-95
	15.11.2 3D vizualizácia . . . . .	II-95
	15.11.3 Konfigurácia bezpečnostnej roviny . . . . .	II-96
	15.11.4 Konfigurácia ohraničenia nástroja. . . . .	II-99
15.12	Bezpečnostné V/V . . . . .	II-100



**Časť II**

**Príručka PolyScope**



# 10 Úvod

Rameno od spoločnosti Universal Robot je zložené z extrudovaných hliníkových trubíc a kĺbov. Kĺby so svojimi bežnými názvami sú zobrazené na obrázku 10.1. *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.

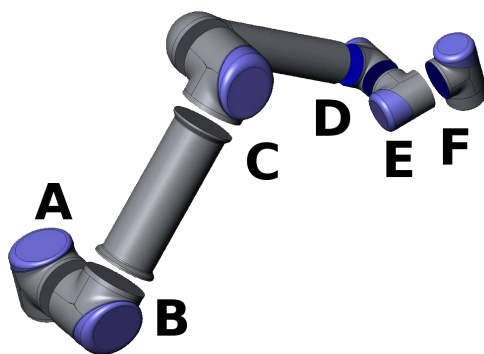
## 10.1 Začíname

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

### 10.1.1 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.



Obr. 10.1: Kĺby robota A: *Základňa*, B: *Rameno*, C: *Lakeť* a D, E, F: *Zápästie 1, 2, 3*



**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.

### 10.1.2 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 10.4).

Riadiaca skrinka sa vypína stlačením zeleného tlačidla napájania na obrazovke alebo pomocou tlačidla Vypnúť na uvítacej obrazovke (pozrite si 10.3).



**VÝSTRAHA:**

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

### 10.1.3 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 10.4) dotykcom 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 dotykcom tlačidla VYP na inicializačnej obrazovke. Rameno robota sa tiež automaticky vypne po vypnutí riadiacej skrinky.

### 10.1.4 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*. Použije sa počítačový súbor bezpečnostných parametrov, ktorý je potrebné upraviť na základe hodnotenia rizík.
7. Odomknite tlačidlo 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 uchytenie správne. Ak sa uchytenie detegované na základe údajov senzoru nezhoduje s vybraným uchytením, 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.

### 10.1.5 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 12.1), alebo jednoducho potiahnite rameno robota na jeho miesto podržaním tlačidla *Voľný 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 vykonávat' 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 Traťový bod.
7. Stlačte tlačidlo Nastaviť tento traťový bod vedľa obrázka ?.
8. Na obrazovke Pohyb posuňte robota stlačením rôznych modrých šípok alebo podržaním tlačidla Volný chod, ktoré sa nachádza na boku ručného ovládacieho panela, a súčasným ťahaním ramena robota.
9. Stlačte OK.
10. Stlačte Pridať traťový bod pred.
11. Stlačte tlačidlo Nastaviť tento traťový bod vedľa obrázka ?.
12. Na obrazovke Pohyb posuňte robot stlačením rôznych modrých šípok alebo podržaním tlačidla Volný chod a súčasným ťahaním ramena robota.
13. Stlačte OK.s
14. Program je hotový. Keď stlačíte symbol Prehrať, robot sa posunie medzi dvoma traťovými 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 traťovými bodmi.

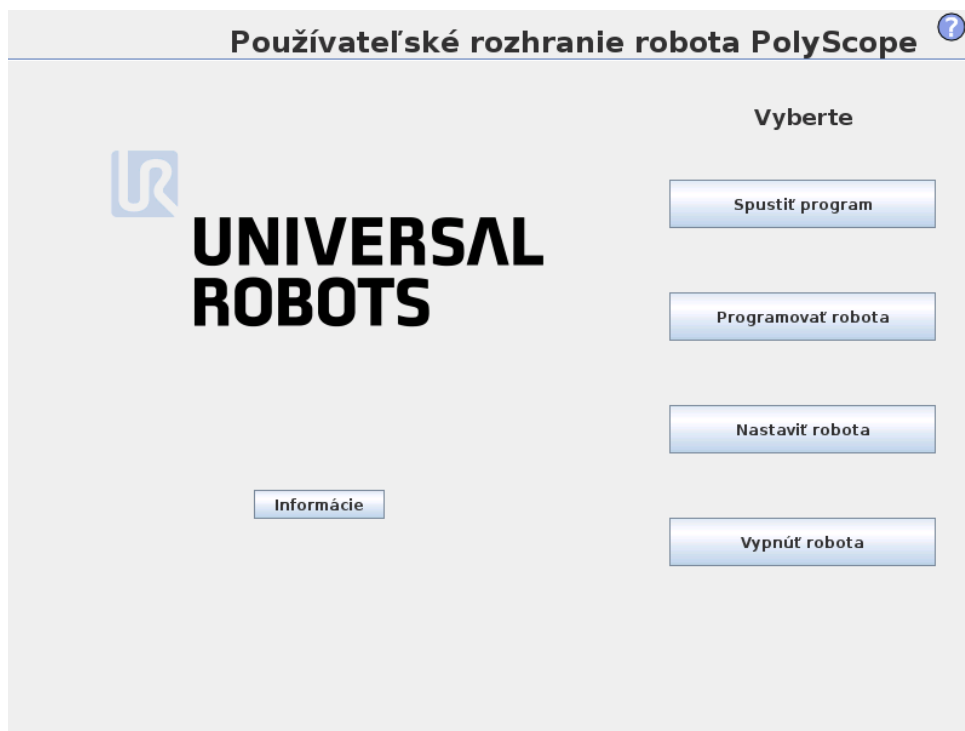
**VÝSTRAHA:**

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.

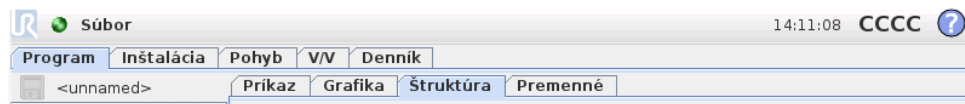
---

## 10.2 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.



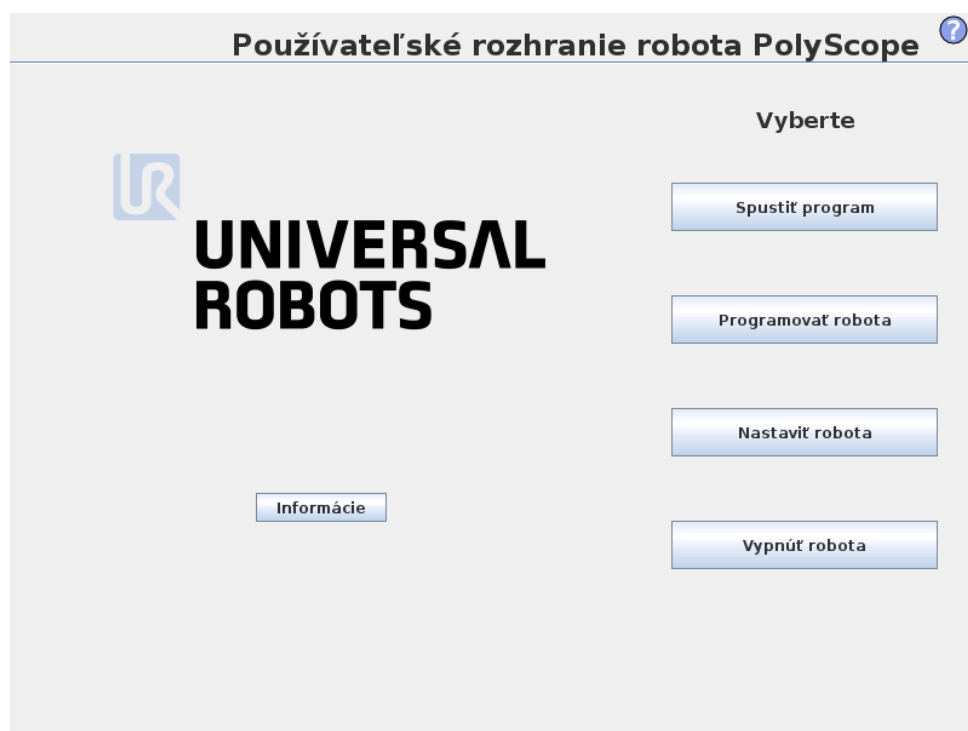
V tomto príklade je vybraná karta `Program` na hornej úrovni a pod ňou je vybraná karta `Štruktúra`. Karta `Program` obsahuje informácie týkajúce sa aktuálne načítaného programu. Ak sa vyberie karta `Pohyb`, zobrazí sa obrazovka *Pohyb*, z ktorej možno pohybovať robotom. Podobne výberom karty `IV/V`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

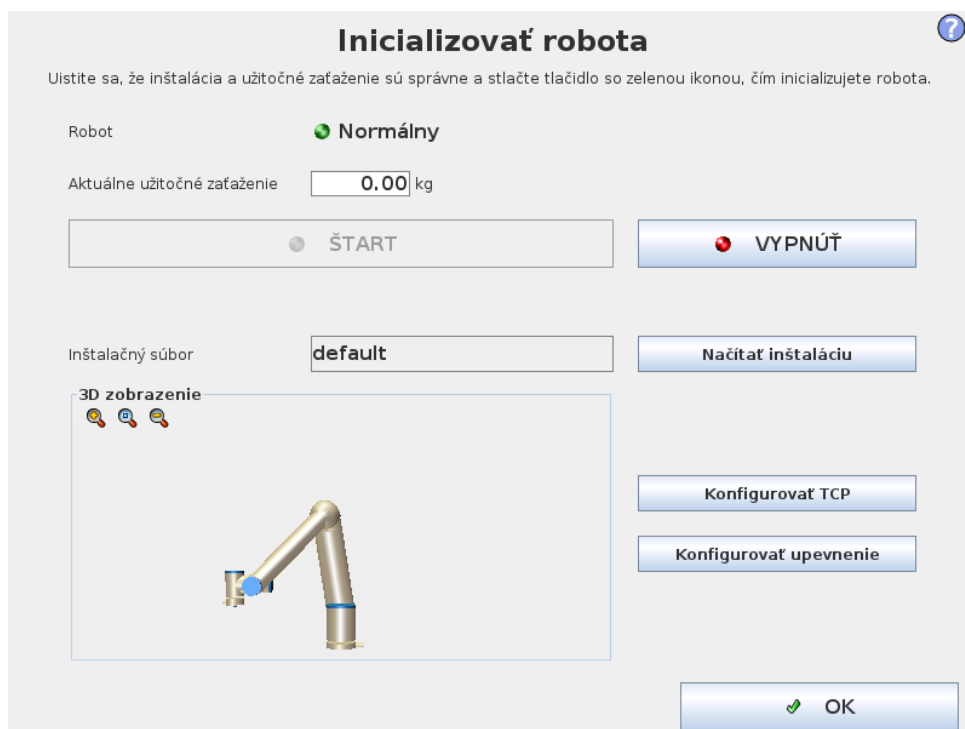
## 10.3 Uvítacia obrazovka



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:** Nastavenie hesla, aktualizácia softvéru, vyžiadanie podpory, kalibrácia dotykovej obrazovky, atď.
- **Vypnúť robota:** Vypne rameno robota a riadiacu skrinku.

## 10.4 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 zadáním novej hodnoty. Upozorňujeme, že nastavenie tejto hodnoty neupravuje užitočné zaťaženie v inštalácii robota (pozrite si 12.6), 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 prispôbiť 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.

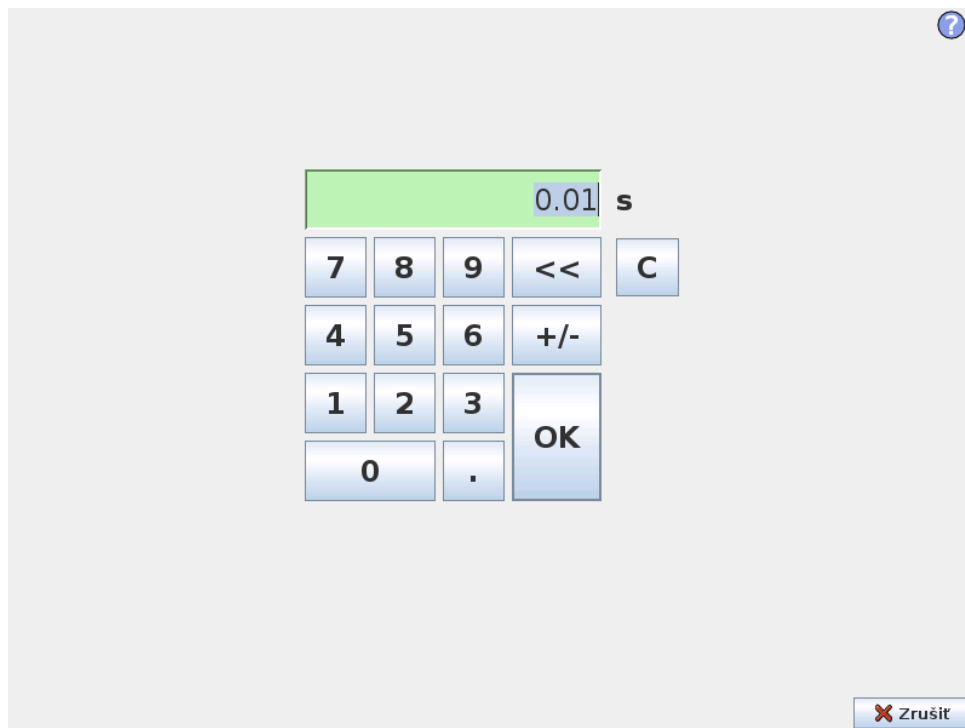
Veľké tlačidlo so zelenou ikonou slúži na vykonanie inicializácie ramena robota. Text na tlačidle a činnosť, ktorú vykonáva, sa menia v závislosti na aktuálnom stave ramena robota.

- 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.

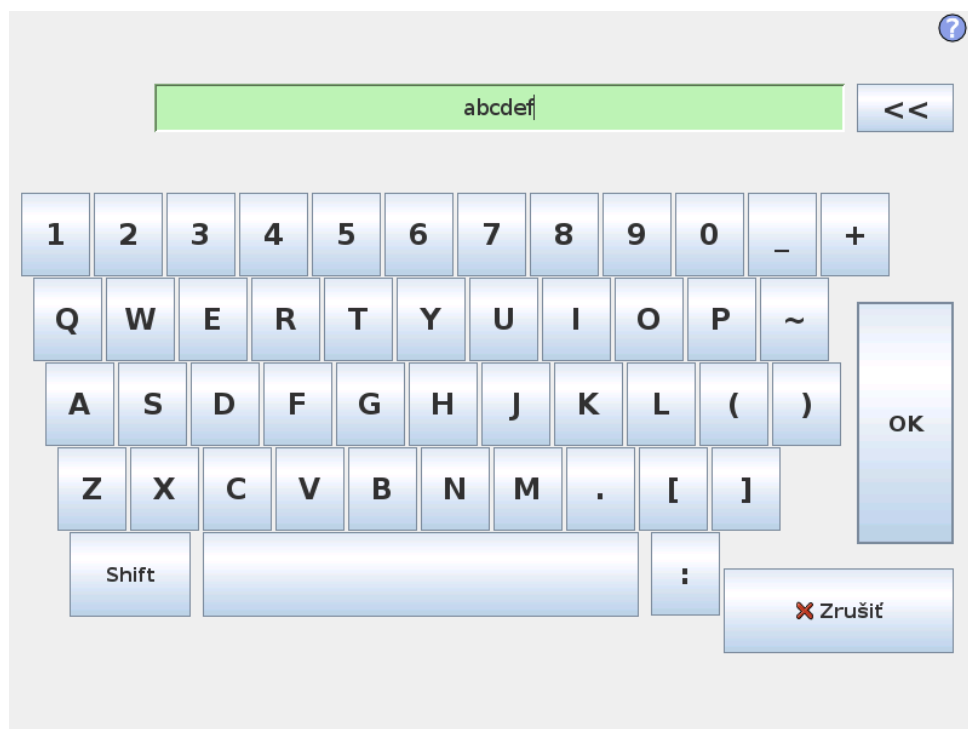
# 11 Editory na obrazovke

## 11.1 Číselná klávesnica na obrazovke



Jednoduchý nástroj na písanie a úpravu čísel. V mnohých prípadoch je vedľa čísla zobrazená jednotka napísanej hodnoty.

## 11.2 Klávesnica na obrazovke



Jednoduchý nástroj na písanie a úpravu textu. Klávesom *Shift* možno získať prístup k niektorým ďalším špeciálnym znakom.

## 11.3 Editor výrazov na obrazovke



## 11.4 Obrazovka úpravy pozície

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 voliči Premenné a názvy vstupných a výstupných portov sa nachádzajú vo voličoch Vstup a Výstup. Niektoré špeciálne funkcie sú pod položkou Funkcie.

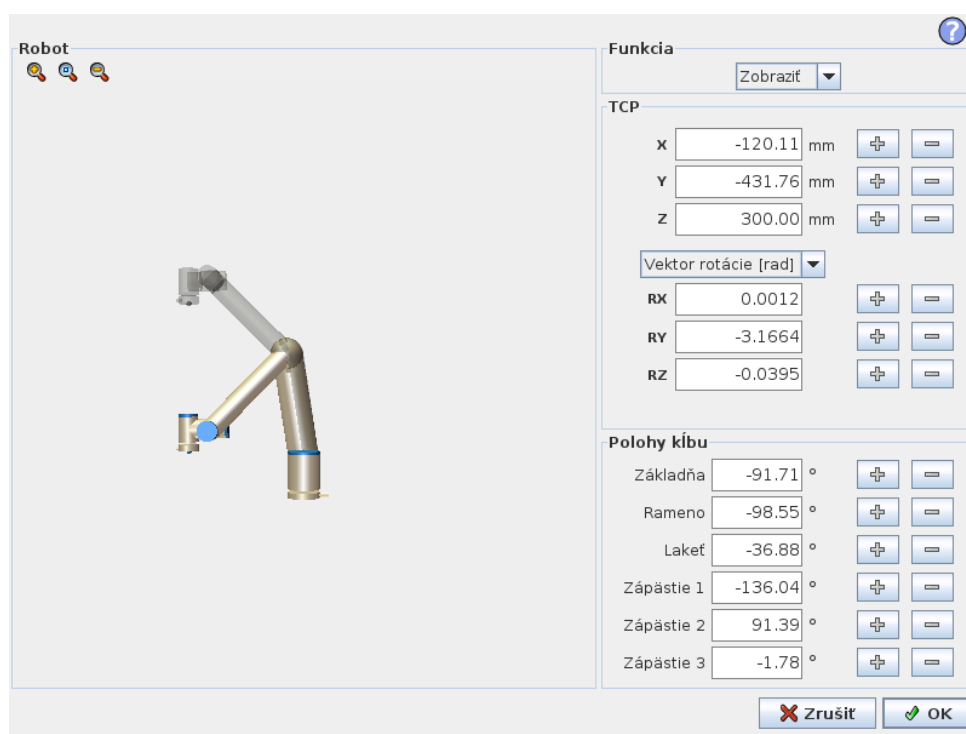
Pri stlačení tlačidla OK sa výraz skontroluje, či neobsahuje gramatické chyby. Tlačidlom Zrušiť opustíte obrazovku, pričom zmeny sa neuložia.

Výraz môže vyzeráť takto:

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

## 11.4 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 náčrt ramena robota znázorňuje aktuálnu polohu ramena robota a ľ 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 15.11), 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 15.5). 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 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 12.6. Textové polia ukazujú úplné hodnoty súradníc daného TCP vzhľadom na vybranú 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 Náklonu, 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 Náklonu, 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 12.1), 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 13.5.

## Tlačidlo Zrušiť

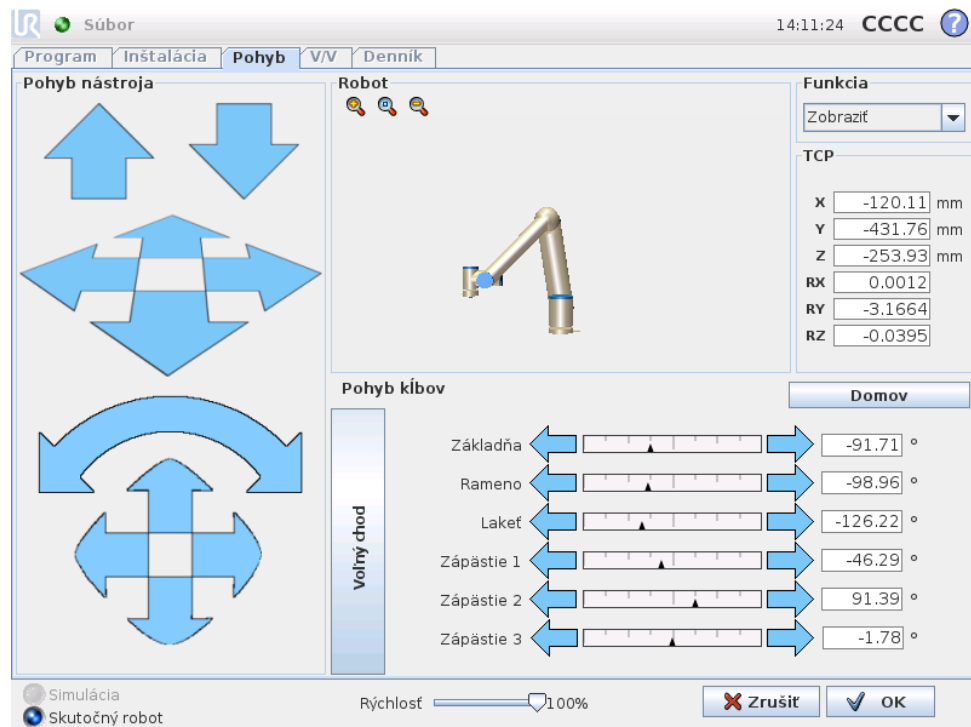
Kliknutím na tlačidlo Zrušiť opustíte obrazovku, pričom zmeny sa neuložia.



# 12 Ovládanie robota

## 12.1 Karta Pohyb

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



### 12.1.1 Robot

Aktuálna poloha ramena robota sa zobrazuje na grafickom zobrazení 3D. Stlačeníkmi ikony lupy možno zobrazenie priblížiť/oddialiť a potiahnutím prsta možno zmeniť zobrazenie. Najlepší zmysel pre ovládanie ramena robota získate, keď vyberiete funkciu 'Zobraziť' 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 15.11), 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 15.5). 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.

### 12.1.2 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 12.6.

Hodnoty možno manuálne upravovať kliknutím na súradnicu alebo polohu kĺbu. Tým sa dostanete na obrazovku úpravy pozície (pozrite si 11.4), kde môžete zadať cieľovú pozíciu a orientáciu pre nástroj alebo cieľovú pozíciu kĺbu.

### 12.1.3 Pohyb nástroja

- Podržaním šípky posunu (hore) sa špička nástroja robota pohne zobrazeným smerom.
- Podržaním šípky rotácie (tlačidlo) 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!*

### 12.1.4 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 15.10), tento rozsah je označený červenou farbou na vodorovnej lište.

### 12.1.5 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 12.7) 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 inštaláčne súbory spolu s programom.
2. Pre stlačením 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.

## 12.2 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 15.12);

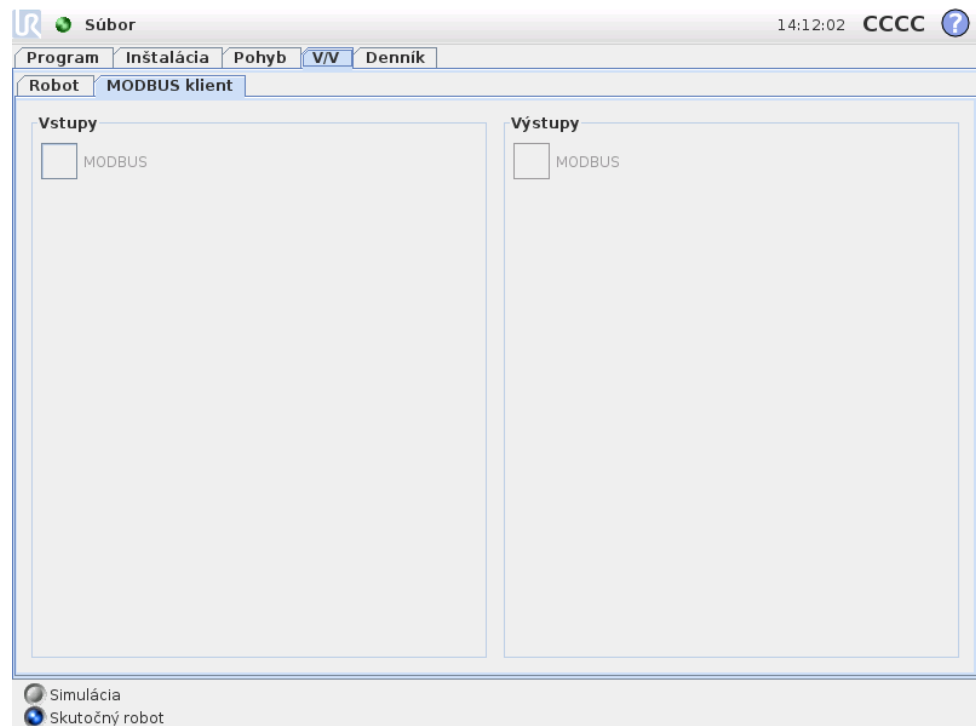
tie, ktoré sú rezervované, budú mať názov bezpečnostnej funkcie na mieste predvoleného alebo používateľom definovaného názvu. Konfigurovateľné výstupy, ktoré sú rezervované pre bezpečnostné nastavenia nie sú prepínateľné a budú zobrazené len ako kontrolky LED.

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.

## 12.3 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.

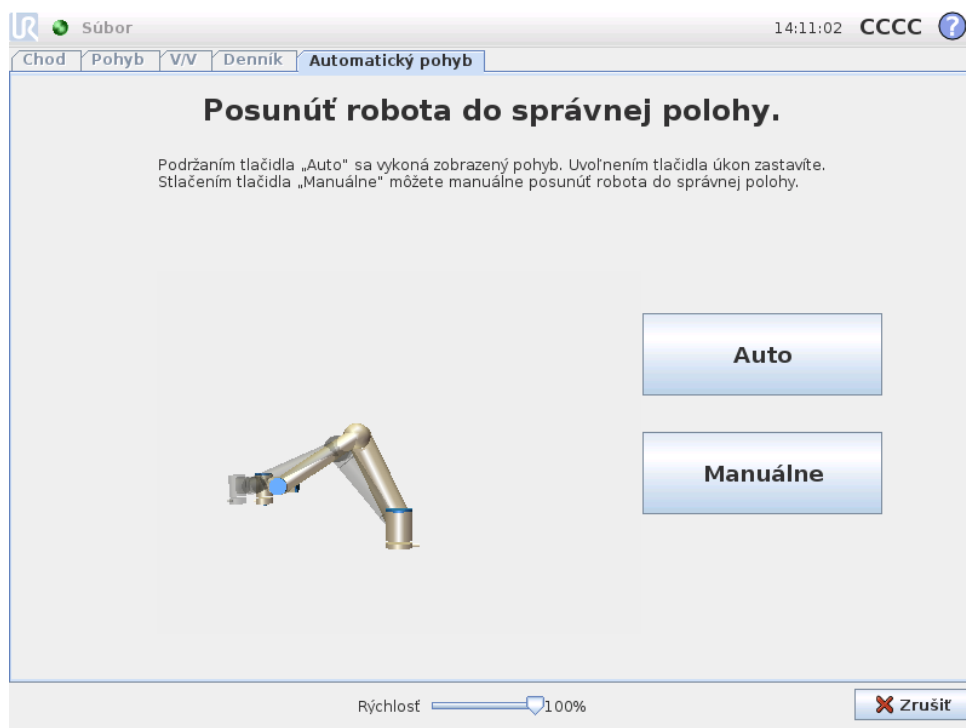
### Výstupy

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 12.8).

## 12.4 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.

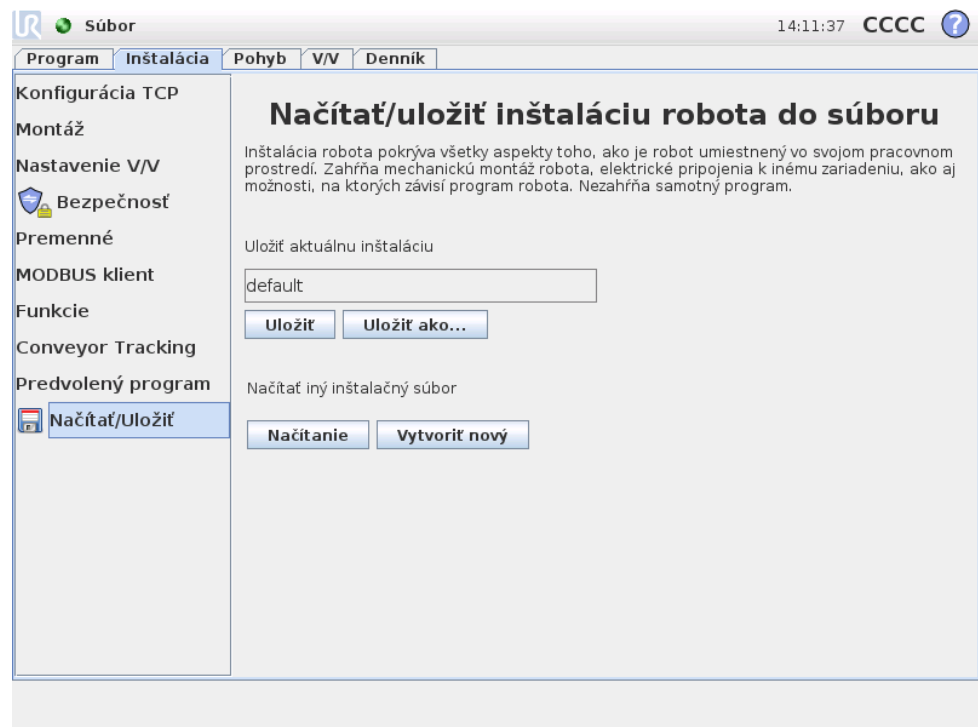
## Auto

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.

## 12.5 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 12.2).

Je možné mať aj viacero inštaláčnych 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.

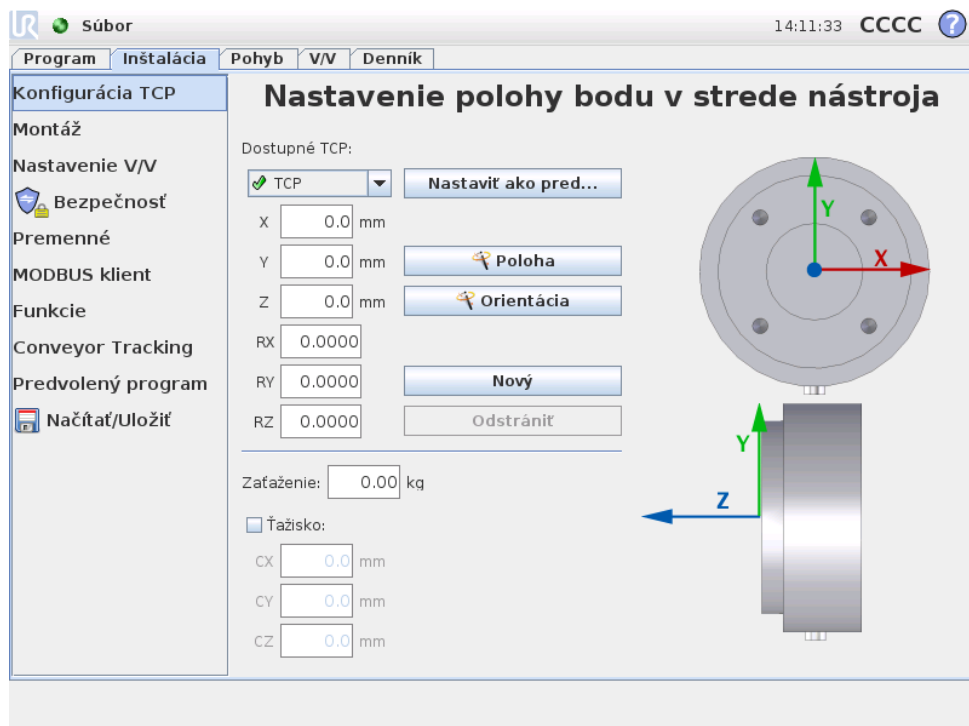
Uloženie inštalácia je možné vykonať stlačením tlačidla Uložiť alebo Uložiť ako... Prípadne uloženie programu tiež uloží aj aktívnu inštaláciu. Ak chcete načítať iný inštaláčny súbor, použite tlačidlo Načítanie. Tlačidlo Vytvoriť nový resetuje všetky nastavenia v inštalácii robota na ich predvolené nastavenia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

## 12.6 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.

### 12.6.1 Pridanie, úprava a odstránenie TCP

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

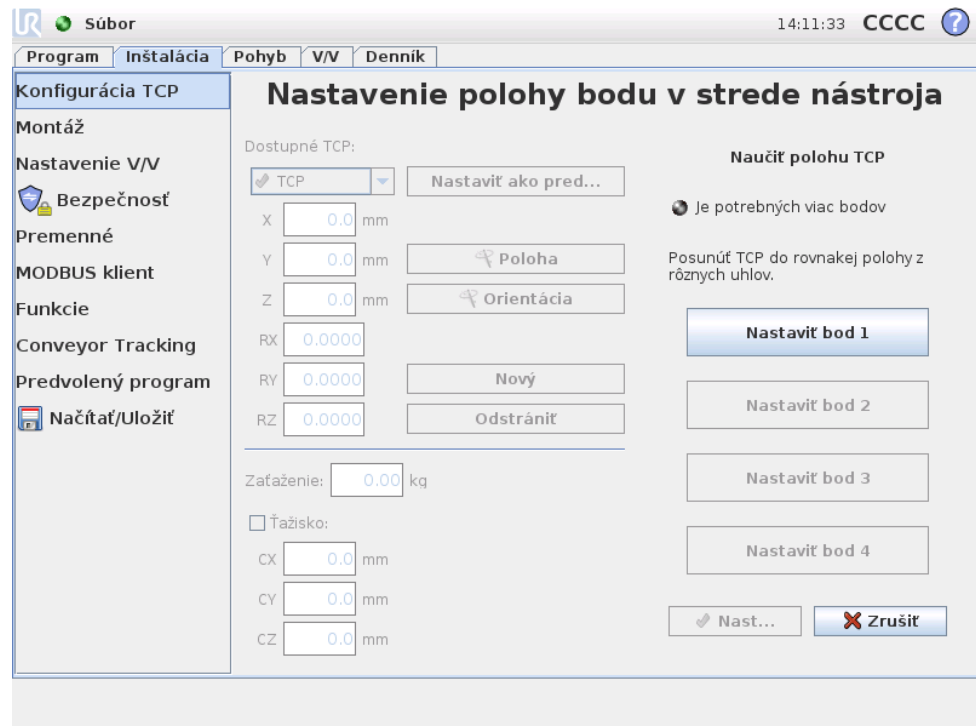
### 12.6.2 Predvolený a aktívny TCP

Jeden konkrétny bod z konfigurovaných TCP je *predvolený*. Predvolený TCP je označený zelenou ikonou, ktorá sa nachádza vľavo od jeho názvu v rozbalovacej 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 13.27). 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 13.5 a 13.10).

### 12.6.3 Učenie polohy TCP



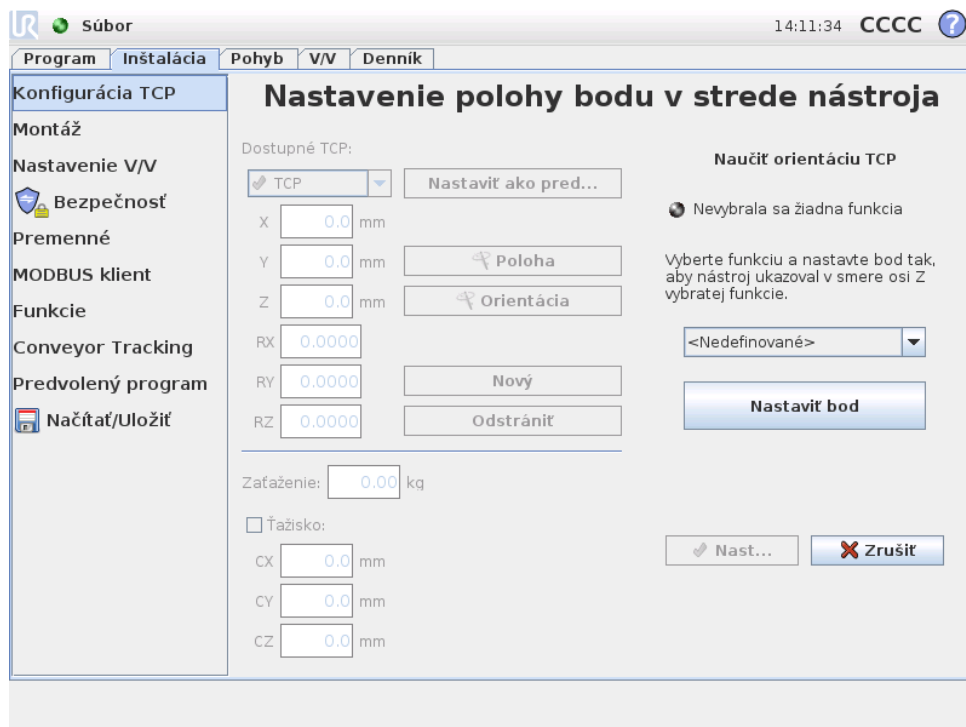
Súradnice polohy TCP je možné automaticky vypočítať nasledujúcim spôsobom:

1. Ťuknite 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.

### 12.6.4 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 12.12.
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. Overtte vypočítanú orientáciu TCP a nastavte ju vo vybratom TCP použitím tlačidla 'Nastaviť'.

### 12.6.5 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.

### 12.6.6 Ťažisko

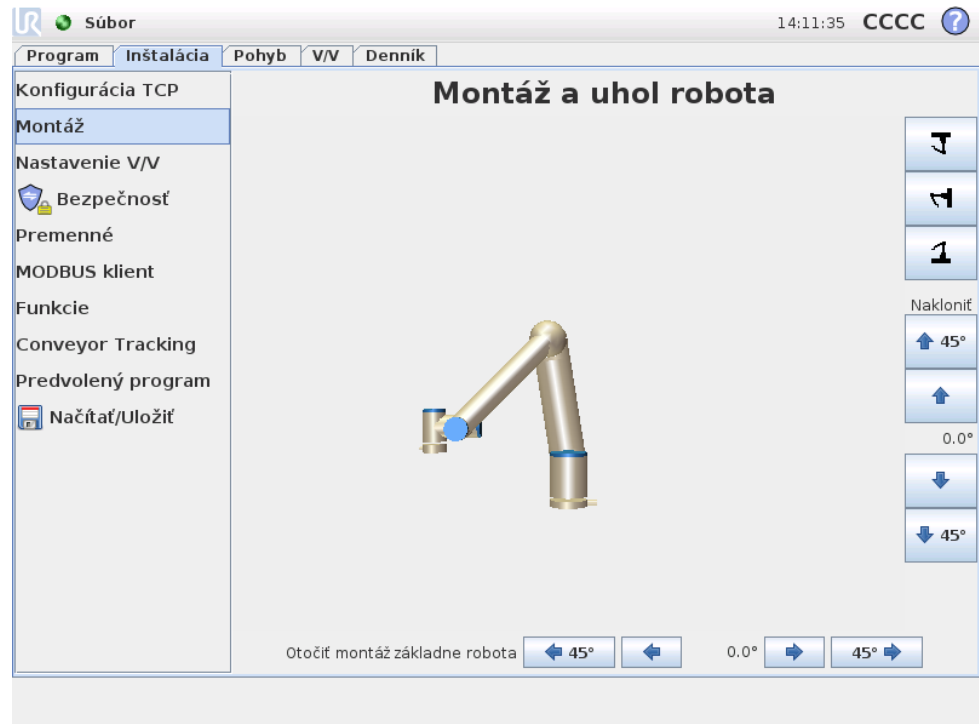
Ťažisko nástroja je možné voliteľne špecifikovať použitím polí CX, CY a CZ. Bod v strede nástroja sa považuje za ťažisko nástroja, ak sa nestanovilo inak. Nastavenie sa aplikuje na všetky definované TCP.



#### VÝSTRAHA:

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

## 12.7 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 *Voľný chod*. Z toho dôvodu je veľmi dôležité, aby bola montáž ramena robota nastavená správne.



### VÝSTRAHA:

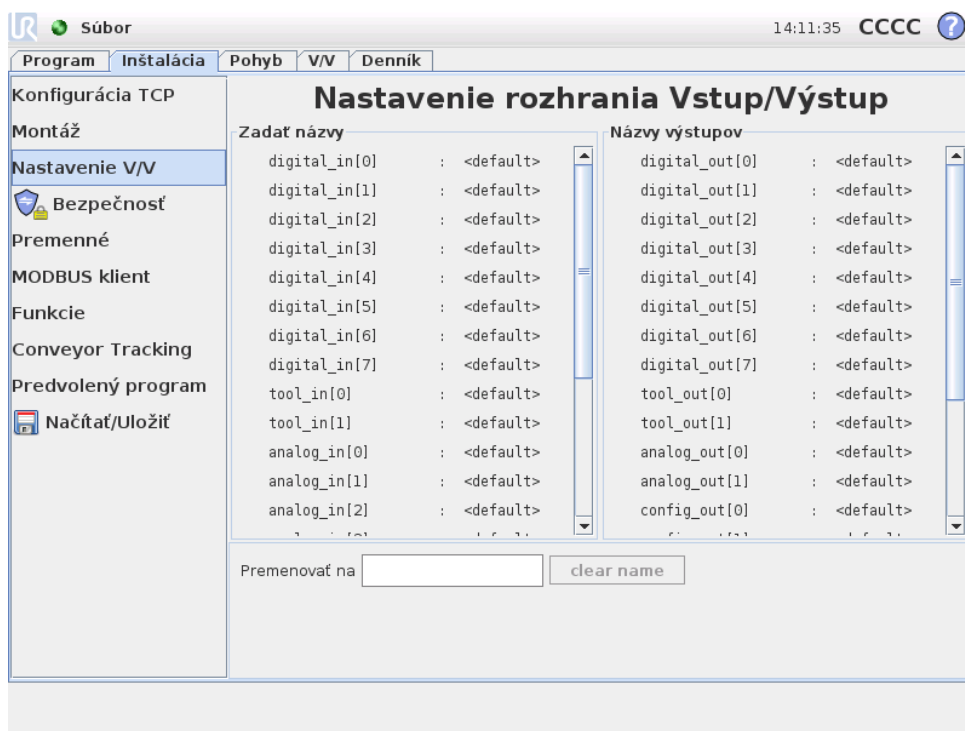
Nesprávna montáž ramena robota môže spôsobiť pravidelné bezpečnostné zastavenia a/alebo umožní pohyb ramena robota pri stlačení tlačidla *Voľný chod*.

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 inštaláčne súbory spolu s programom.

## 12.8 Inštalácia → Nastavenie V/V



Vstupným a výstupným signálom možno prideliť názvy. Vďaka tomu môže byť ľahšie zapamätať si, čo pri práci s robotom daný signál vykonáva. Kliknutím sa vyberie V/V a pomocou klávesnice na obrazovke sa zadá názov. Názov možno prestaviť späť tak, že sa zadajú len medzery.

Osem štandardných digitálnych vstupov a dva vstupy nástroja je možné konfigurovať, aby spúšťali akciu. Dostupné akcie zahŕňajú schopnosť spustiť aktuálny program, zastaviť aktuálny program, pozastaviť aktuálny program a zadať/opustiť režim Vol'ný chod, keď je vstup vysoký/nízky (ako tlačidlo Vol'ný chod na zadnej strane ručného ovládania).

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 digitálnych výstupov a dva výstupy nástroja je možné ďalej konfigurovať, aby reflektovali, či program momentálne beží tak, že výstup je vysoký, keď program beží a inak je nízky.

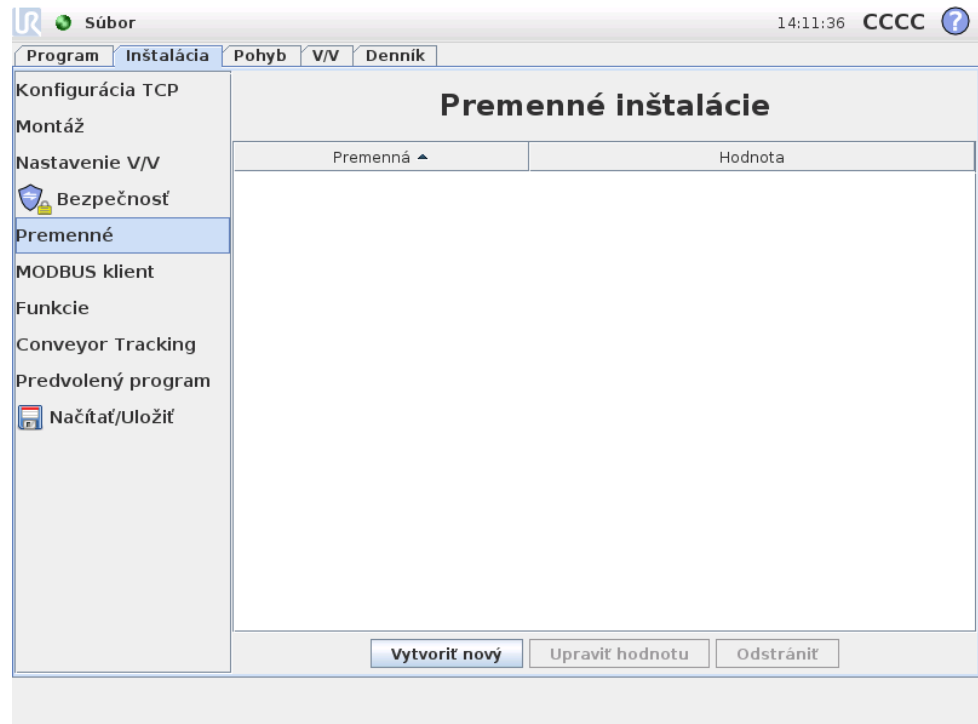
Nakoniec je tiež možné špecifikovať, či sa výstup dá ovládať na karte V/V (a to buď programátormi, alebo obsluhou aj programátormi), alebo či hodnotu výstupu

môžu meniť len programy robota.

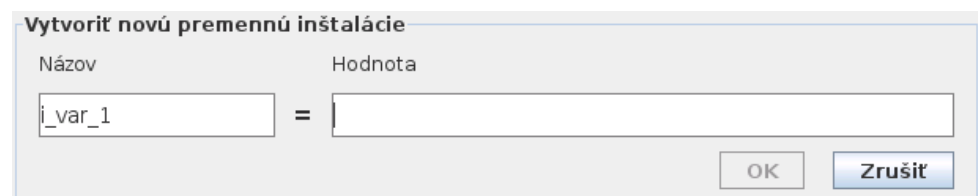
## 12.9 Inštalácia → Bezpečnosť

Pozrite si kapitolu 15.

## 12.10 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 dotykem jedného z textových polí. Na tlačidlo **OK** je možné kliknúť len v prípade, že nový názov sa ešte nepoužíva v tejto inštalácii.

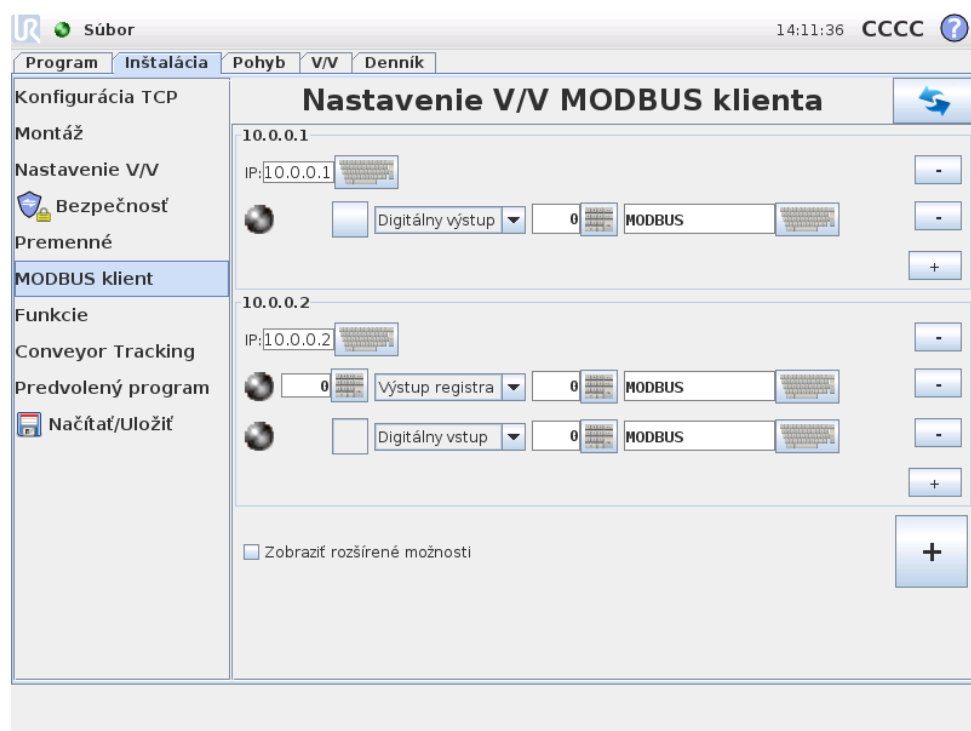
Hodnotu premennej inštalácie je možné zmeniť zvýraznením premennej v zozname, a potom kliknutím na **Upraviť hodnotu**.

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 12.5. 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.

## 12.11 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 typ 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 použije užívateľ 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 ň, 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 užívateľ. 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 ň, 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 názov 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 pokročilé možnosti

Týmto zaškrtnutým políčkom sa zobrazia/skryjú rozšírené možnosti jednotlivých signálov.

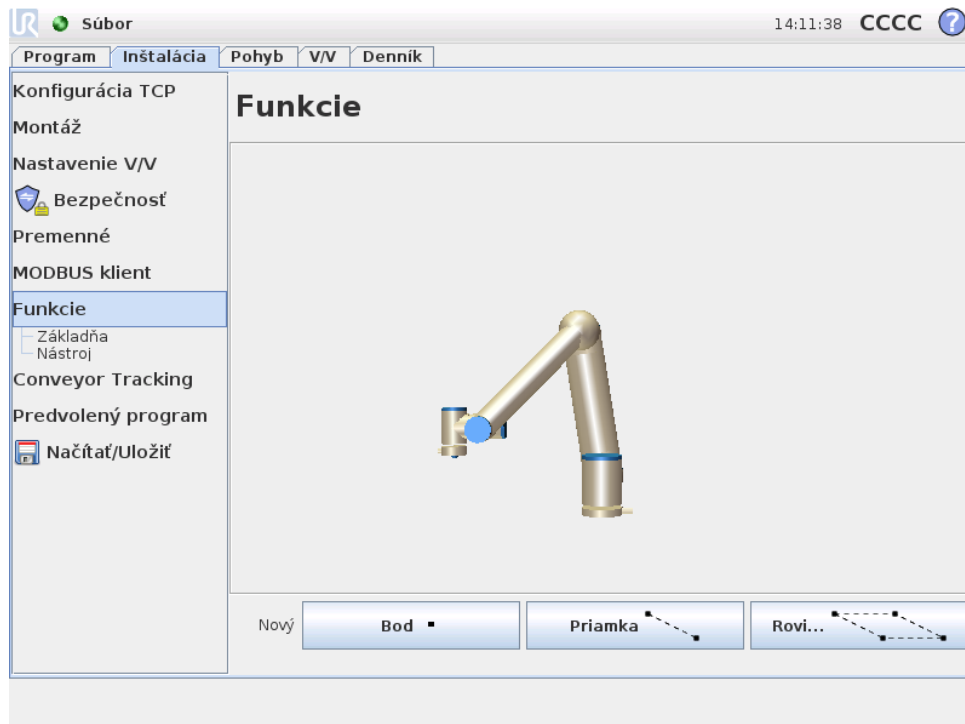
## Rozšírené možnosti

- **Aktualizovať frekvenciu:** Pomocou tejto ponuky je možné zmeniť interval aktualizácie signálu. Znamená to úpravu frekvencie, ako často sa do vzdiale-

nej 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.

## 12.12 Inštalácia → Funkcie



Zákazníci, ktorí kupujú priemyselné roboty, obvyčajne chcú, aby mohli rameno robota ovládať, manipulovať s ním a programovať ho vzhľadom na rôzne predmety a hranice v okolí ramena robota, napríklad stroje, predmety alebo prázdne miesta, pevné súčasti, dopravníky, palety alebo zobrazovacie systémy. Toto sa tradične vykonáva definovaním ť (súradnicových systémov), ktorými sa interný súradnicový systém ramena robota (základný súradnicový systém) vzťahuje na súradnicový systém príslušného predmetu. Môžu sa udávať š aj š robota.

Problém s takýmito rámcami je, že na definovanie takéhoto súradnicového systému je potrebná určitá úroveň matematických poznatkov a tiež že jeho vytvorenie trvá dosť dlho aj osobám zručným v programovaní a inštalácii robotov. Táto úloha často zahŕňa výpočet matíc 4 x 4. Najmä vyjadrenie orientácie je zložité pre osoby, ktorým chýbajú potrebné skúsenosti na pochopenie tohto problému.

Zákazníci často kladú napríklad takéto otázky:

- Bude možné posunúť robot 4 cm od čel'uste môjho počítačom riadeného (CNC) stroja?

- Je možné otočiť nástroj robota o 45° vzhľadom na stôl?
- Dá sa nastaviť rameno robota tak, aby sa zvislo pohybovalo nadol spolu s predmetom, potom ten predmet pustilo a znova sa zvislo posunulo nahor?

Význam takýchto a podobných otázok je úplne zrejmý pre priemerného zákazníka, ktorý zamýšľa používať rameno robota napríklad na rôznych staniciach vo výrobnom závode, a zákazníkovi sa môže zdať nepríjemné a nepochopiteľné, ak sa mu povie, že na takéto inak *relevantné* otázky nemusí existovať jednoduchá odpoveď. Je niekoľko komplikovaných dôvodov, prečo je to tak, a na riešenie týchto problémov spoločnosť Universal Robots vypracovala unikátny a jednoduchý spôsob, ktorým môže zákazník zadávať polohu rôznych predmetov vzhľadom na rameno robota. Pomocou niekoľkých krokov je tak možné urobiť presne to, čo bolo požadované v položených otázkach.

---

### 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.

---

### Schopné pohybu

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

---

### Premenná

Vyberte, či zvolenú funkciu možno použiť ako premennú. Ak vyberiete túto možnosť, 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.

---

### Nastaviť alebo zmeniť polohu

Pomocou tohto tlačidla sa nastavuje alebo mení vybraná funkcia. Zobrazí sa obrazovka Pohyb a je možné nastaviť novú pozíciu funkcie.

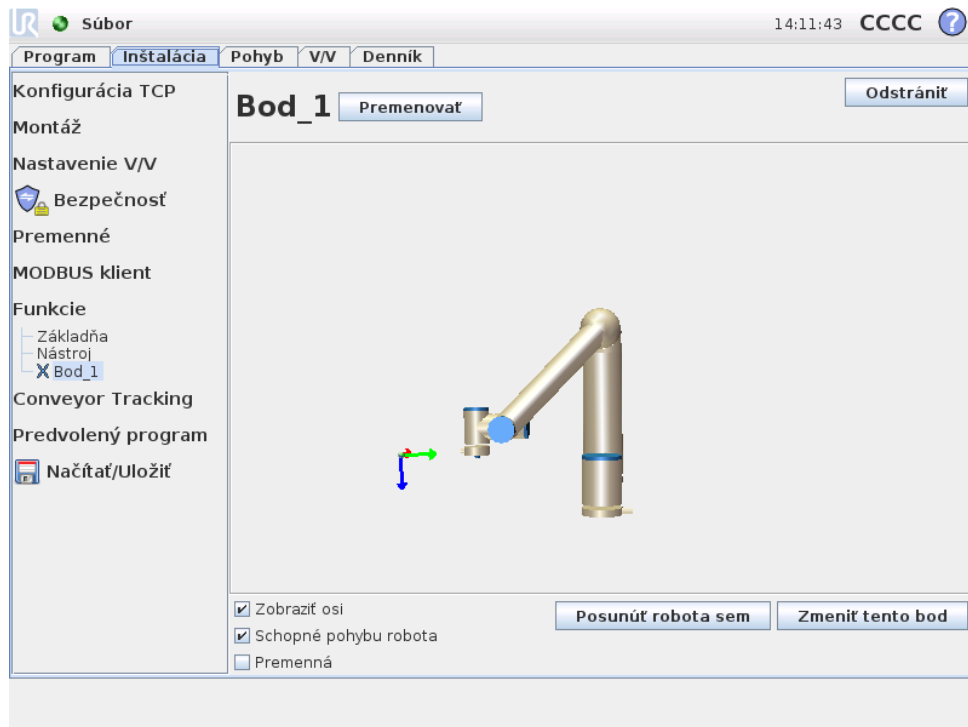
---

### Posunúť robota k funkcii

Stlačením tohto tlačidla sa rameno robota posunie k vybranej funkcii. Na konci tohto pohybu sa súradnicové systémy funkcie a polohy TCP budú kryť s výnimkou toho, že budú vzájomne otočené o 180° okolo osi x.

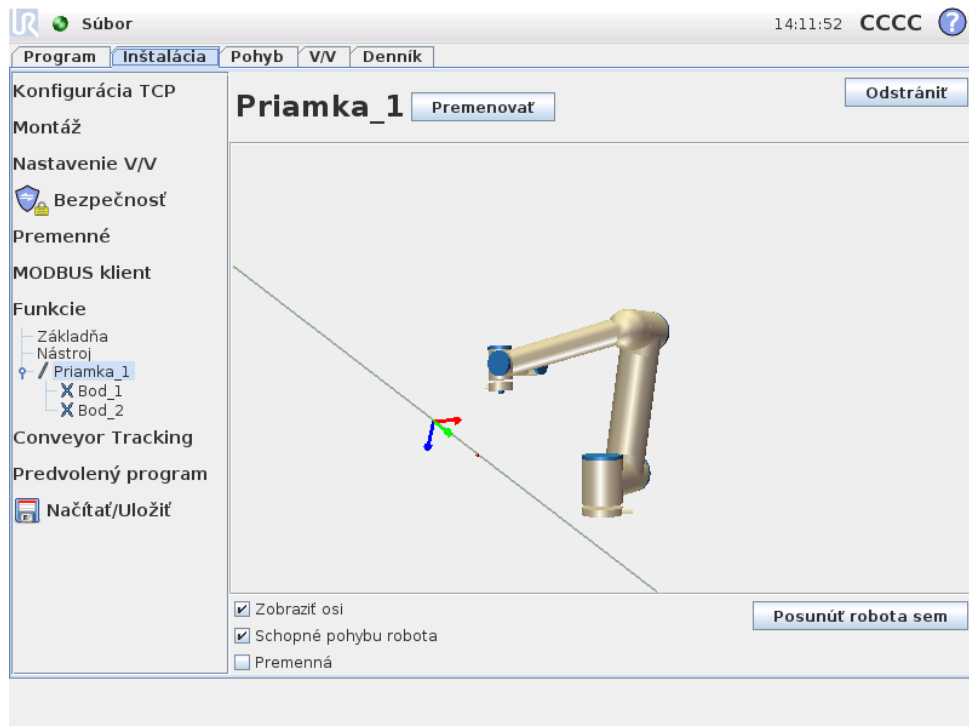
## Pridať bod

Stlačením tohto tlačidla pridáte k inštalácii bodovú funkciu. Poloha bodovej funkcie je daná ako poloha TCP v danom bode. Orientácia bodovej funkcie je rovnaká ako orientácia TCP s výnimkou toho, že súradnicový systém funkcie je otočený o 180° stupňov okolo svojej osi x. V dôsledku toho je os z bodovej funkcie nasmerovaná opačne ako os z TCP v danom bode.



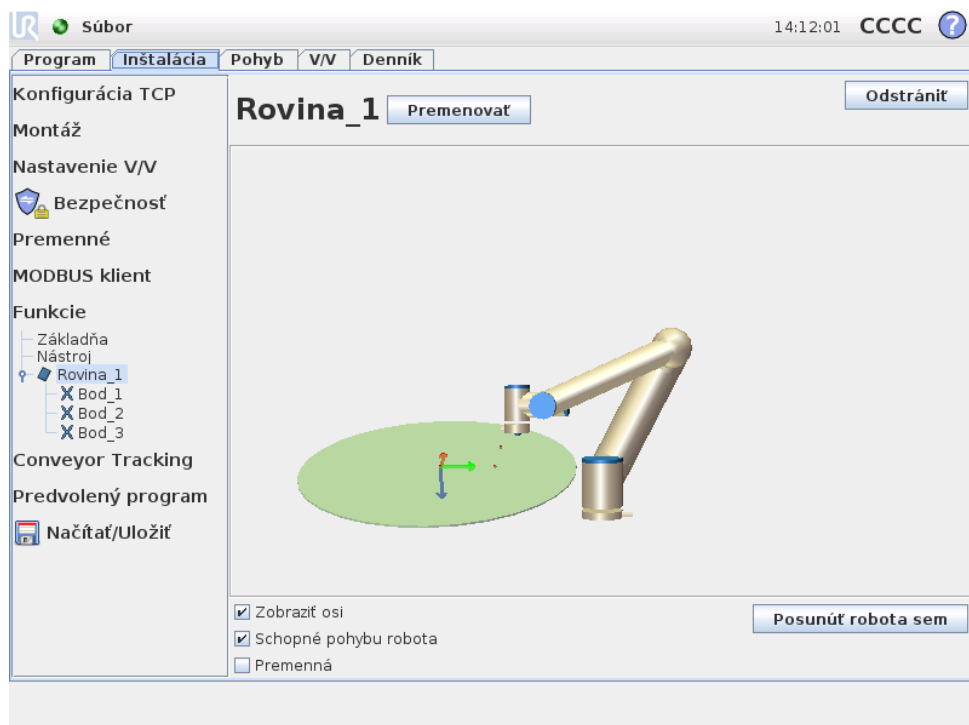
## Pridať čiaru

Stlačením tohto tlačidla pridáte k inštalácii funkciu priamky. Priamka je určená ako os medzi dvoma bodovými funkciami. Táto os smerujúca od prvého bodu smerom k druhému bodu je osou y súradnicového systému priamky. Os z je určená priemetom osi z prvého vedľajšieho bodu na rovinu kolmú na túto priamku. Poloha súradnicového systému priamky je rovnaká ako poloha prvého vedľajšieho bodu.



## Pridať rovinu

Stlačením tohto tlačidla pridáte k inštalácii funkciu roviny. 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  $180^\circ$ .



## 12.13 Nastavenie sledovania dopravníka

Keď sa používa dopravník, robot je možné nastaviť, aby sledoval pohyb a rýchlosť dopravníka vzhľadom k bodu v strede nástroja. Nastavenie sledovania dopravníka poskytuje možnosti pre konfiguráciu robota, aby pracoval s niekoľkými bežnými dopravníkmi.

### Parameter dopravníka

Sledovanie dopravníka sa vykonáva prostredníctvom registrovania 1 alebo 2 vstupov na základe typu kódovača a Režimu. Pri 1 alebo 2 digitálnych vstupoch sa môže použiť inkrementálny vstup spolu s režimom, v rámci ktorého sa vstupy majú načítať. Výber Kvadratury požaduje dva vstupy, čo umožňuje načítanie smeru dopravníka pre citlivejšiu úroveň kontroly. Ak je smer konštantný, môže sa nakonfigurovať jeden vstup na základe Stúpania, Klesania alebo Stúpania a j klesania hrany digitálneho signálu.

Keď sa na sledovanie pohybu používa signál MODBUS, môže sa používať typ kódovača Absolútny. Toto požaduje, aby sa digitálny vstup MODBUS predbežne nakonfiguroval v 12.11.

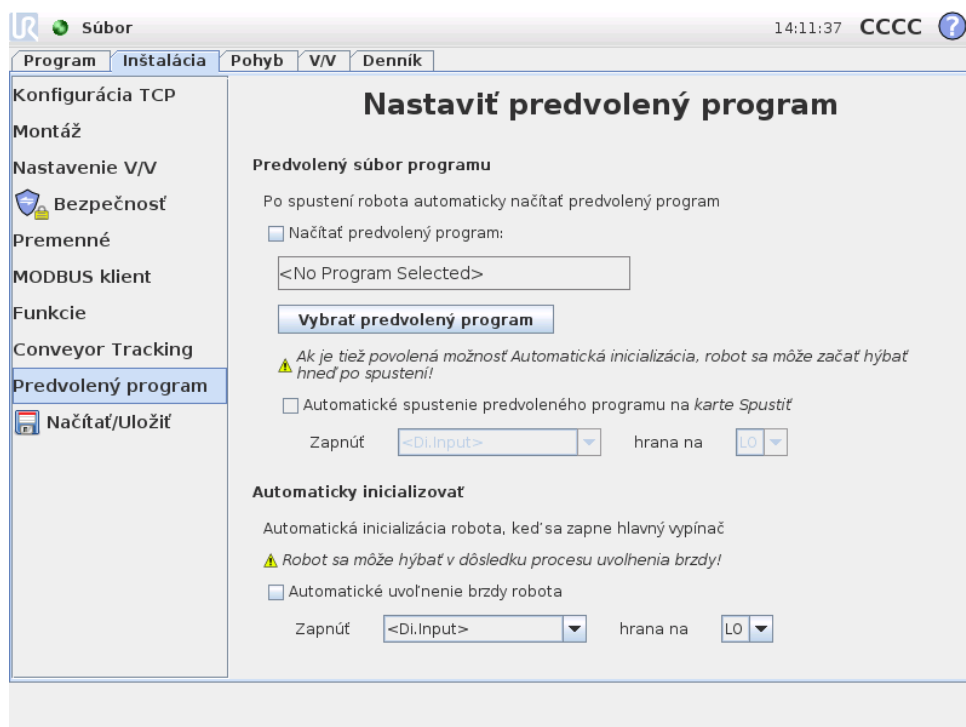
### Parametre sledovania

Je možné vybrať lineárny alebo kruhový typ dopravníka. Keď sa vyberie lineárny dopravník, je možné nakonfigurovať funkciu priamky, ktorá beží paralelne s dopravníkom. U kruhového dopravníka sa definuje bod v strede dopravníka (kruh).

Poznámka: Ak je to možné, u lineárneho dopravníka sa odporúča nakonfigurovať funkciu priamky použitím bočnej strany dopravníka tak, že k nej pevne priložíte nástroj. Toto poskytuje presnejšie čítanie smeru, v rámci ktorého sa nástroj pohybuje.

Na základe rýchlosti dopravníka a zariadenia používaného na detegovanie rotácií je možné definovať počet impulzov.

## 12.14 Inštalácia → Predvolený program



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



### VÝSTRAHA:

Ak sú povolené všetky tri funkcie automatického načítania, automatického spustenia a automatickej inicializácie, robota spustí vybraný program hneď po spustení riadiacej skrinky.

### 12.14.1 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 10.3) a nie je načítaný žiaden program.

### 12.14.2 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.

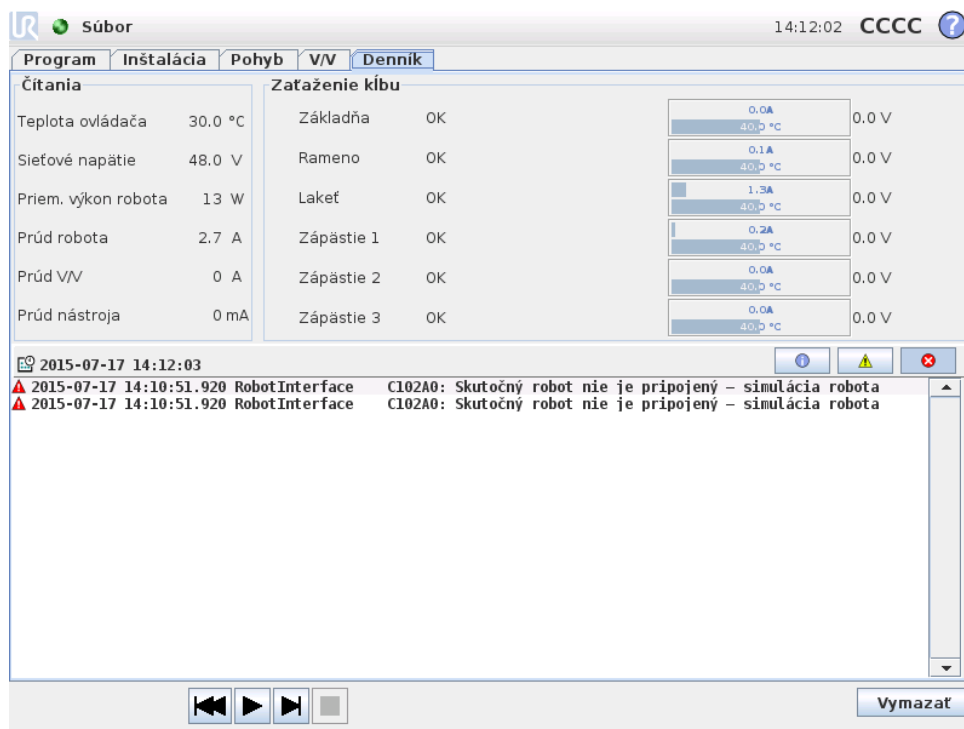
### 12.14.3 Automatická inicializácia

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 *uvolnenie brzd*. 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 10.4).

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.

## 12.15 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

Copyright © 2009-2015 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

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.

## 12.16 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.



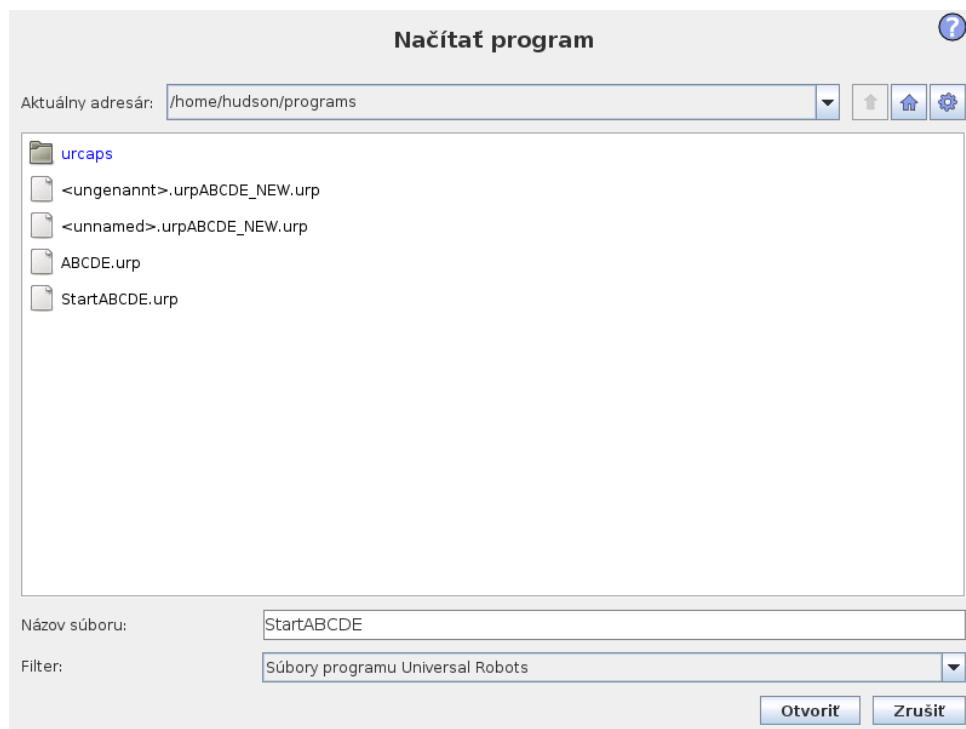
### POZNÁMKA:

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 vymazať. 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 12.16.

**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.

V prípade, že používateľ dvakrát klikne na adresár, dialóg zostúpi do tohto adresára a zobrazí jeho obsah.

**Filter súborov** Použitím tohto filtra je možné obmedziť zobrazené súbory na určitý druh súborov, ktoré používateľ chce zobraziť. Výberom možnosti Ž 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.

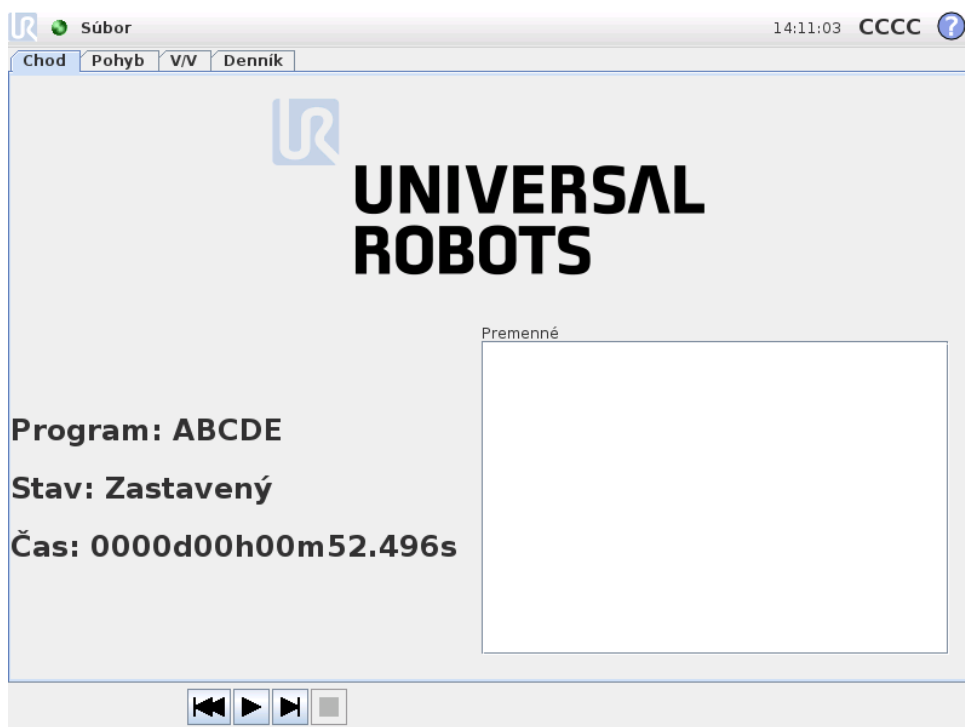
**Tlačidlo Otvoriť** Kliknutím na tlačidlo Otvoriť sa otvorí aktuálne vybraný súbor a opäť sa zobrazí predchádzajúca obrazovka.

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

**Tlačidlá Akcia** Séria 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.

## 12.17 Karta Chod



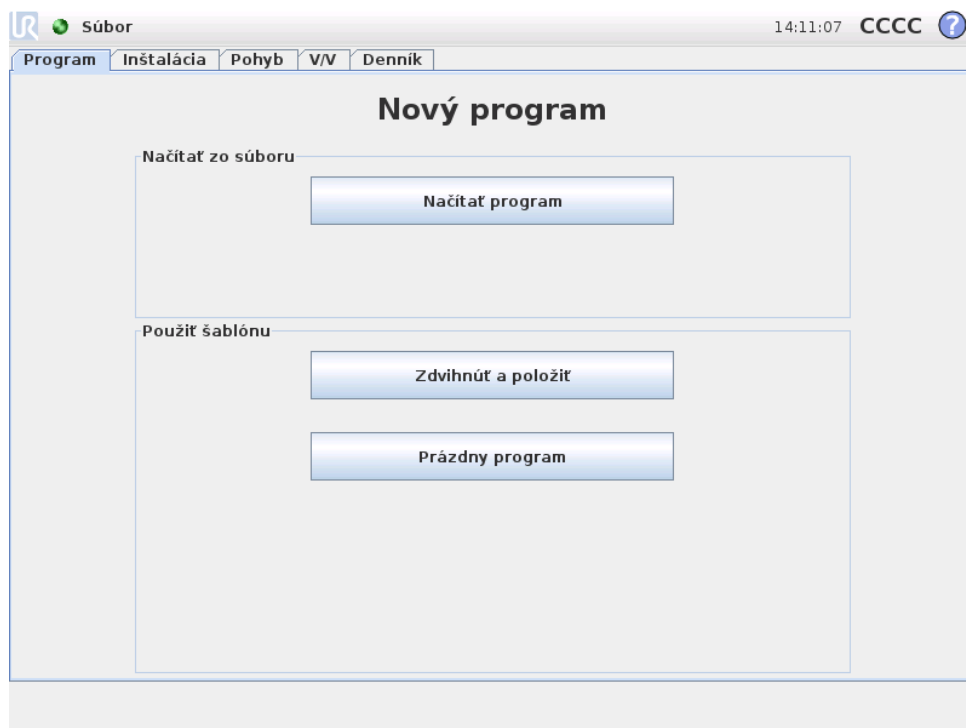
Táto karta ponúka veľmi jednoduchý spôsob obsluhy ramena robota a riadiacej skrinky s minimálnym počtom tlačidiel a možností. To môže byť užitočné v kombinácii s heslom na ochranu programovacej časti rozhrania PolyScope (pozrite si 14.3), keď je potrebné používať robota ako nástroj výlučne na vykonávanie 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 12.14). Kombinácia automatického načítania a spustenia predvoleného programu a automatickej inicializácie pri spustení sa môže použiť napríklad na integráciu ramena robota do iného strojového zariadenia.

Copyright © 2009-2015 společnost Universal Robots A/S. Všechny práva vyhrazené.

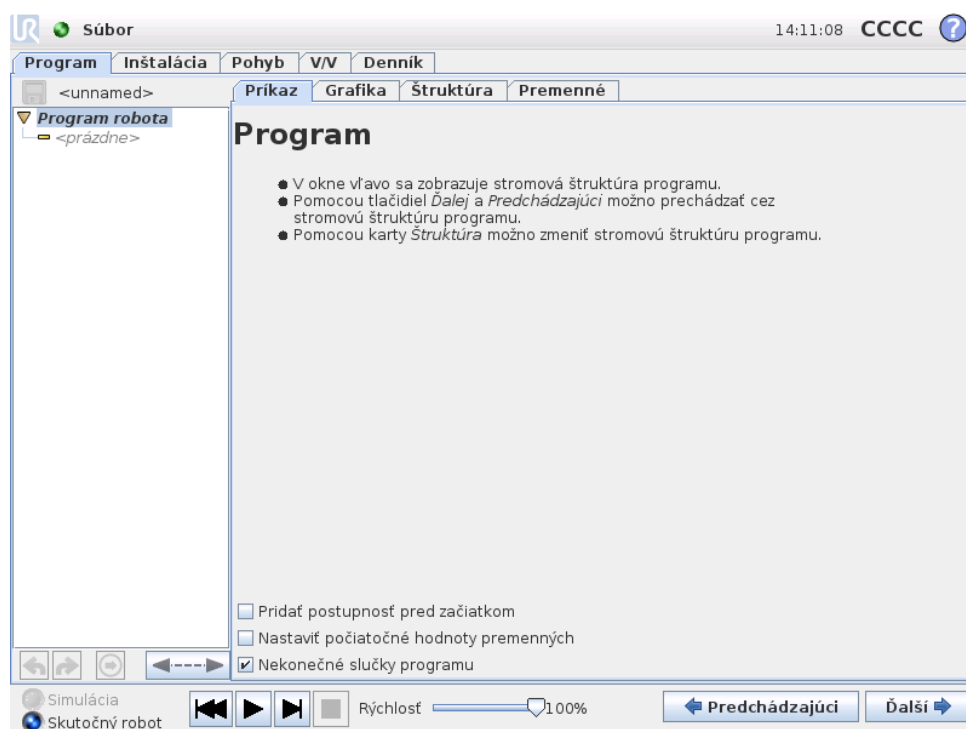
# 13 Programovanie

## 13.1 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.

## 13.2 Karta Program



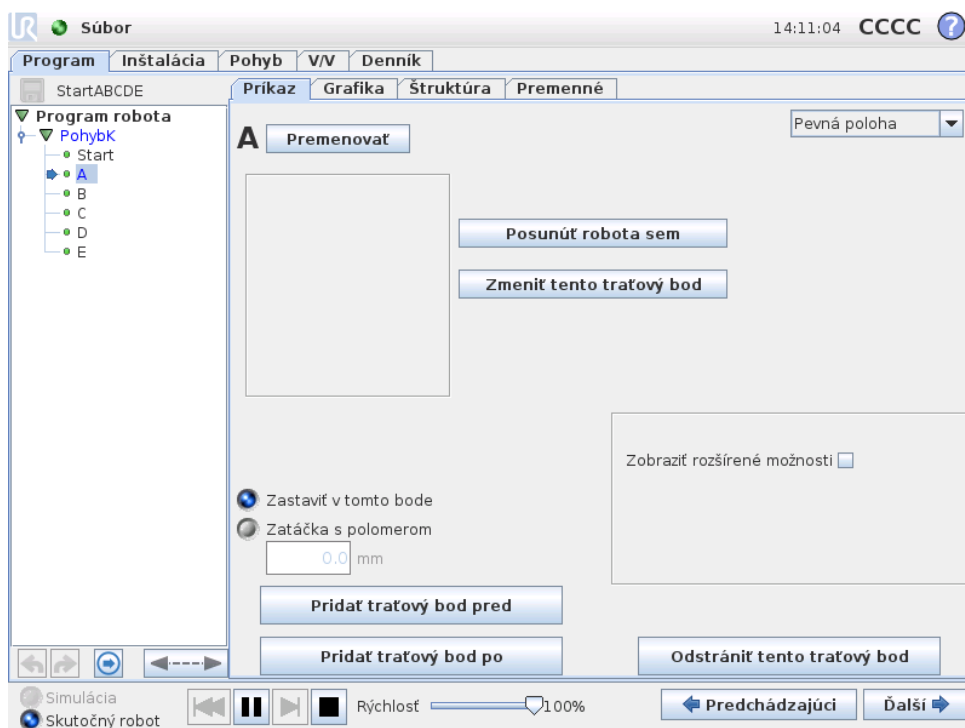
Na karte Program sa zobrazuje aktuálne upravovaný program.




### 13.2.1 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 13.28. 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 13.2.2.



### 13.2.2 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 13.5), 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.

### 13.2.3 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.

### 13.2.4 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 narušenia bezpečnostného systému.

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 *Prehrat'* 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.

Počas písania programu sa výsledný pohyb ramena robota znázorňuje 3D kresbou na karte *Grafika* opísanej v časti 13.27.

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.

## 13.3 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 12.10, kde nájdete bližšie informácie);

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

Sú dostupné nasledujúce typy premenných:

*boolovská* Boolovská premenná, ktorej hodnota je buď Pravdivá alebo Nepravdivá.

*int.* Celé číslo v rozsahu od  $-32768$  do  $32767$ .

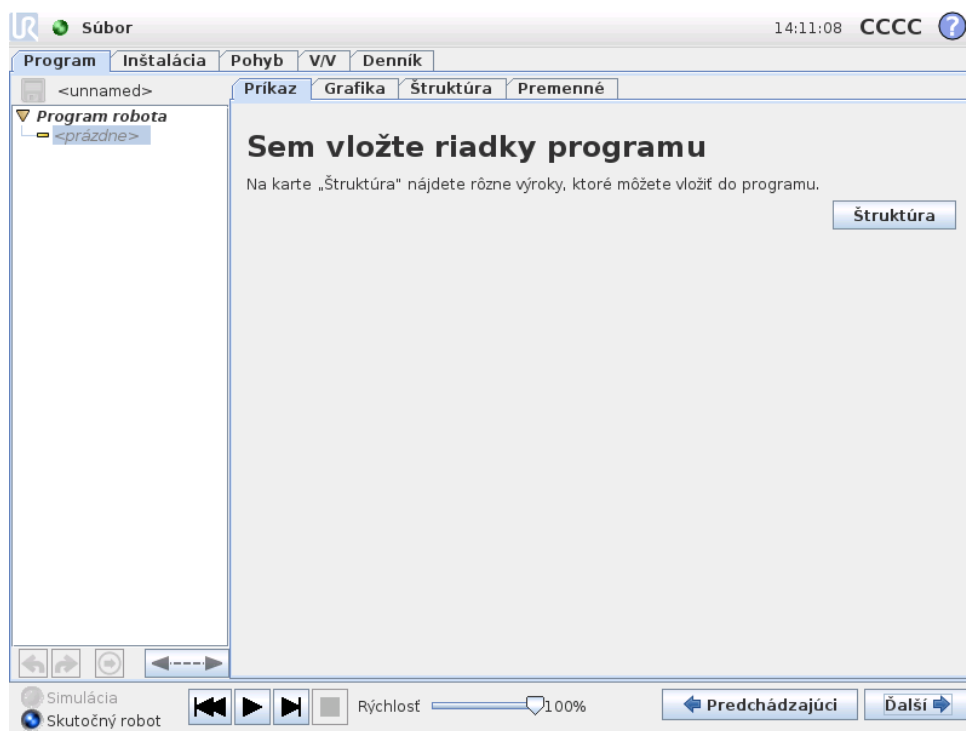
*plávajúce* Číslo s plávajúcou desatinnou čiarkou číslo (desatinné číslo).

*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  $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ .

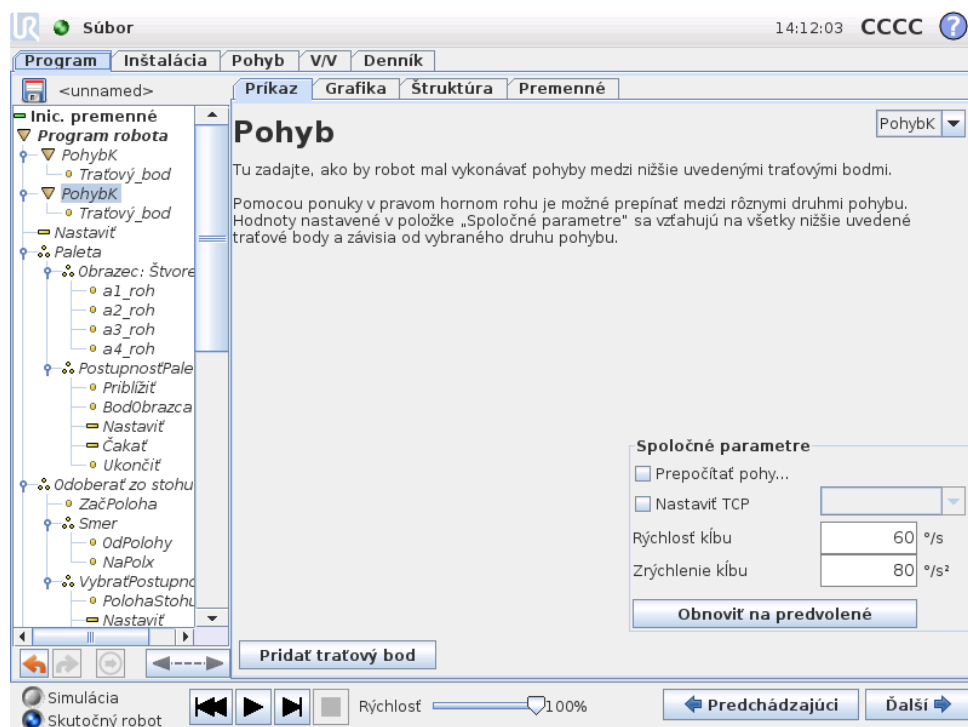
*zoznam* Postupnosť premenných.

## 13.4 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 zadané a definované všetky riadky.

## 13.5 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.

---

## Prepočítať pohyby

Začiarknite políčko je potrebné upraviť polohy v rámci daného príkazu pohybu na základe aktívneho TCP.

---

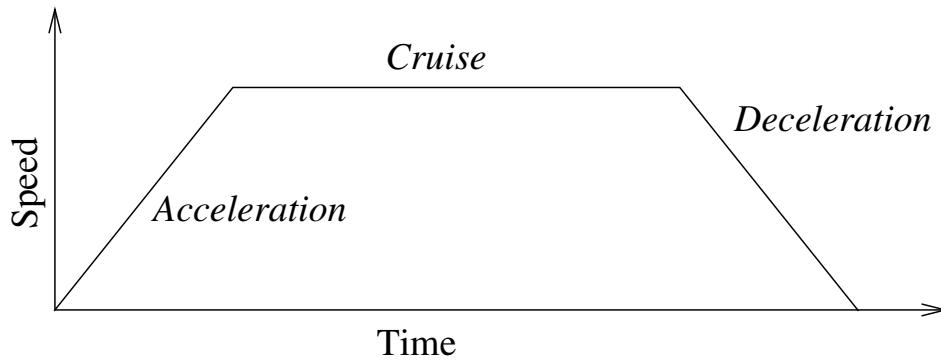
## Výber TCP

TCP používaný pre traťové body pod týmto príkazom Pohyb je možné vybrať začiarknutím políčka a vybratím TCP z rozbalovacej ponuky. Vybraté TCP sa potom nastaví ako aktívne vždy, keď sa rameno robota presunie na jeden z traťových bodov pod týmto príkazom Pohyb. Ak sa políčko nezačiarkne, aktívne TCP sa neupraví žiadnym spôsobom. Ak sa aktívne TCP pre tento pohyb určí počas behu programu, je potrebné ho nastaviť dynamicky použitím príkazu Nastaviť (pozrite si 13.10) alebo pomocou príkazov skriptu. Bližšie informácie o konfigurácii pomenovaných TCP nájdete v 12.6.

---

## 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. 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:



Obr. 13.1: 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.

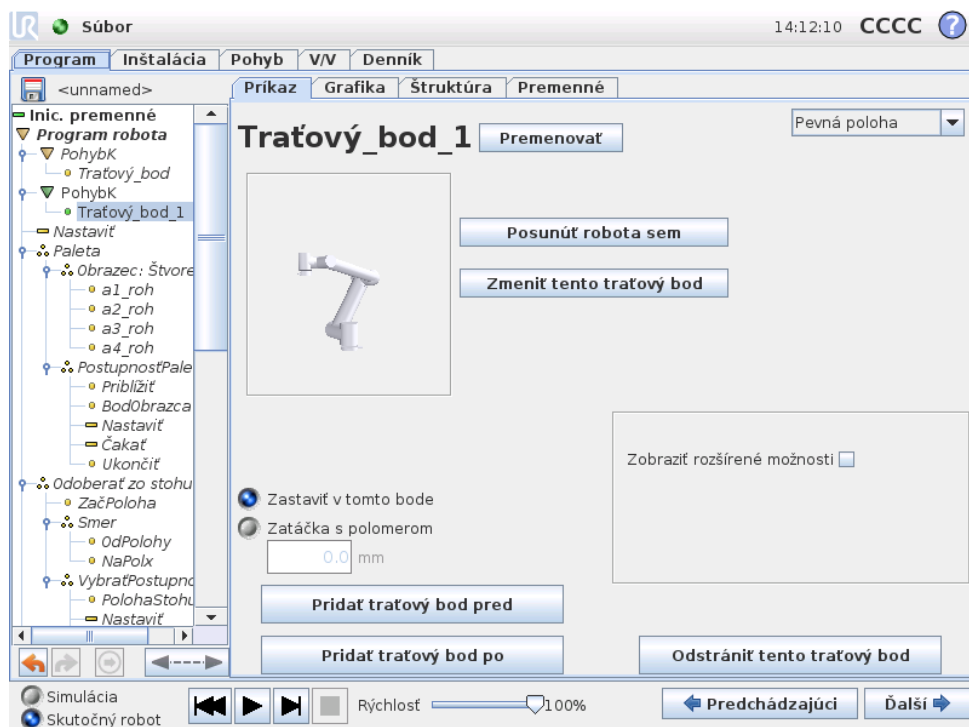
*Relatívne traťové body:* Vybratá funkcia nemá žiaden vplyv na relatívne traťové body.

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

*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.

## 13.6 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

Názvy traťových bodov možno zmeniť. Dva traťové body s rovnakým názvom sú vždy tým istým traťovým bodom. Traťové body sa čísloujú tak, ako sú zadané.

### Polomer zatáčky

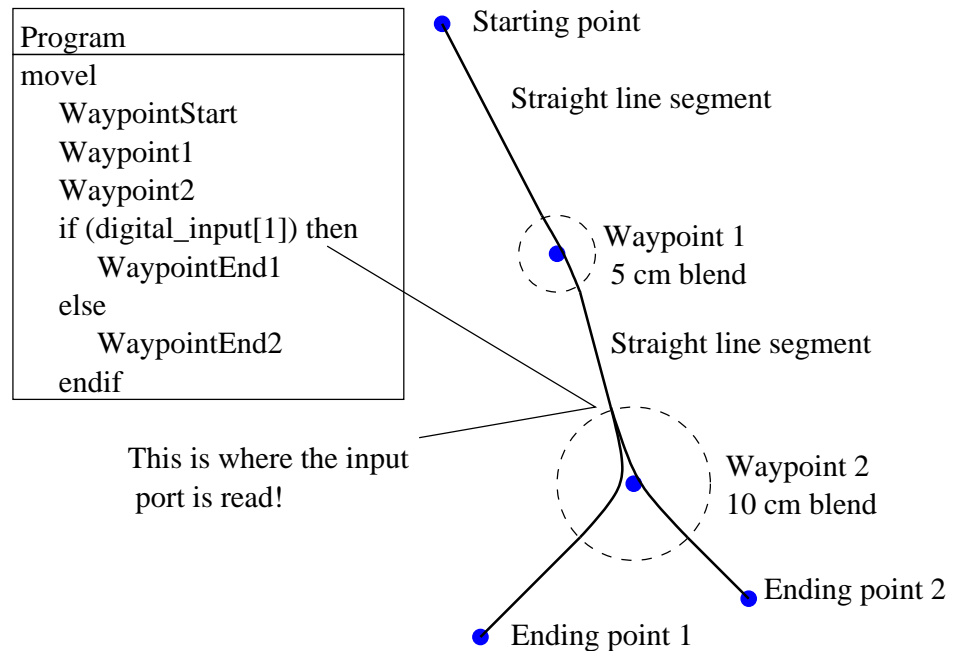
Ak sa nastaví polomer zatáčky, trajektória ramena robota sa zatočí okolo traťového bodu, čo umožní, aby rameno robota prešlo daným bodom bez zastavenia. Zatáčky sa nemôžu prekrývať, preto nie je možné nastaviť polomer zatáčky, ktorý by sa prekrýval s polomerom zatáčky okolo predchádzajúceho alebo nasledujúceho traťového bodu. Bod so zastavením je traťový bod s polomerom zatáčky  $0.0\text{mm}$ .

### Poznámka k časovaniu V/V

Ak traťový bod je bodom so zastavením a príkazom V/V ako nasledujúcim príkazom, príkaz V/V sa vykoná, keď sa rameno robota zastaví v tomto traťovom bode.

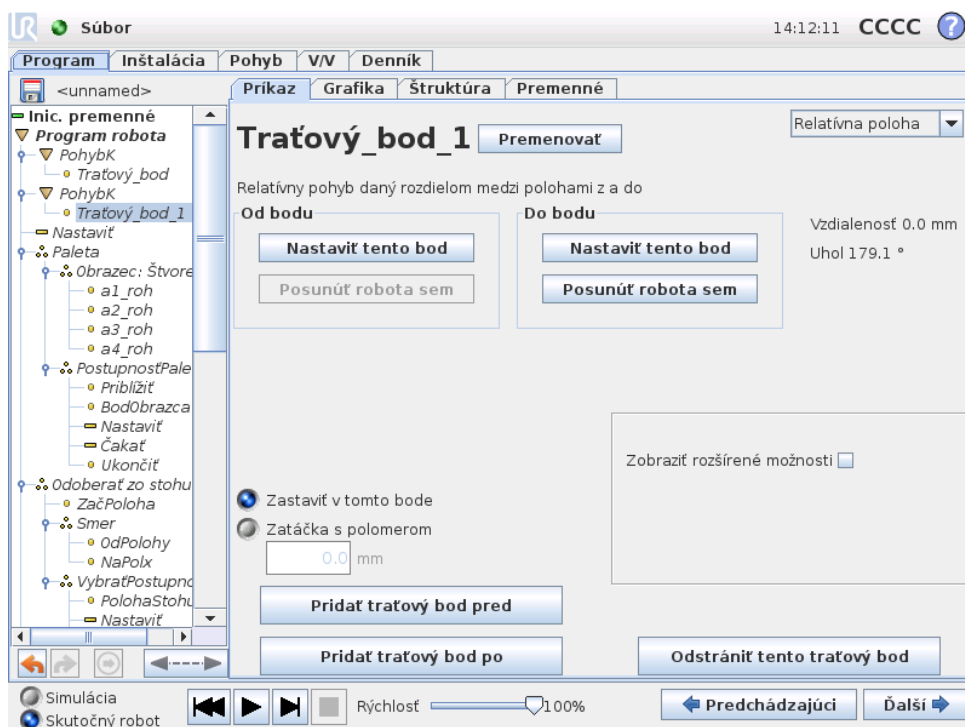
Ak má však traťový bod nastavený polomer zatáčky, nasledujúci príkaz V/V sa vykoná, keď rameno robota začne zatáčať.

### Príklad



Malý príklad, v ktorom program robota posúva nástroj zo začiatkovej polohy do jednej z dvoch koncových polôh v závislosti od stavu vstupu `digital_input[1]`. Všimnite si, že trajektória nástroja (hrubá čierna čiara) je mimo oblastí zatáčok (v čiarkovaných kruhoch) priama, zatiaľ čo vnútri oblastí zatáčok sa od priameho smeru odchyľuje. Všimnite si taktiež, že stav senzora `digital_input[1]` sa prečíta hneď, ako rameno robota vstupuje do oblastí zatáčky okolo traťového bodu 2, napriek tomu, že príkaz `if . . . then` je v postupnosti programu až za traťovým bodom 2. Je to trochu neintuitívne, ale je to nevyhnutné, aby sa zvolila správna dráha zatáčky.

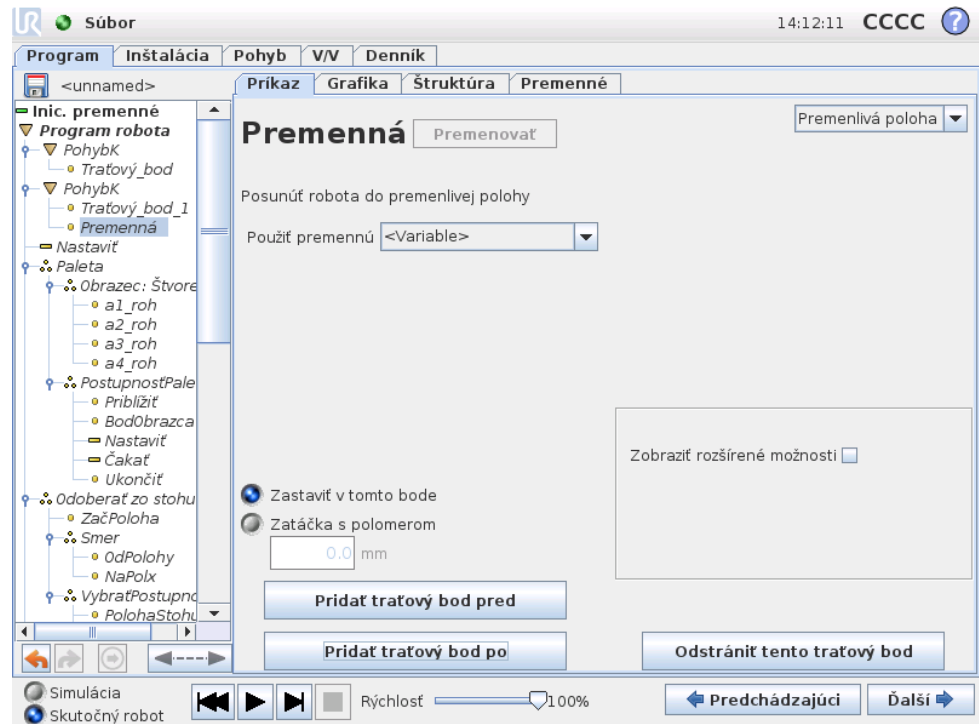
## 13.7 Príkaz: Relatívny traťový bod



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.

## 13.8 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.

Napríklad pohyb robota 20 mm po osi z nástroja:

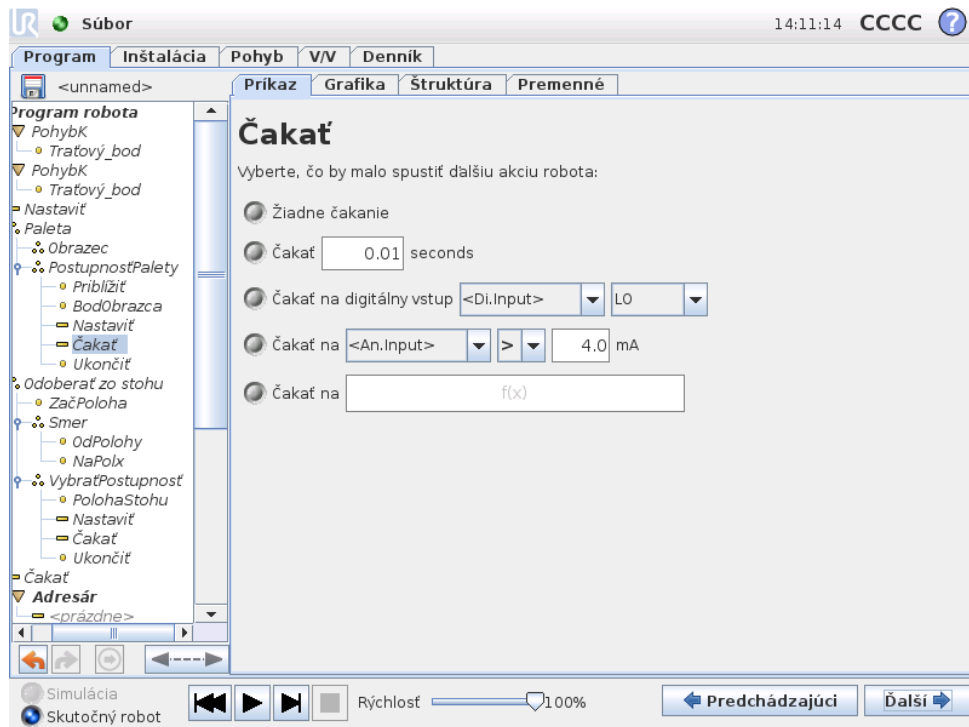
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Pohyb1
```

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

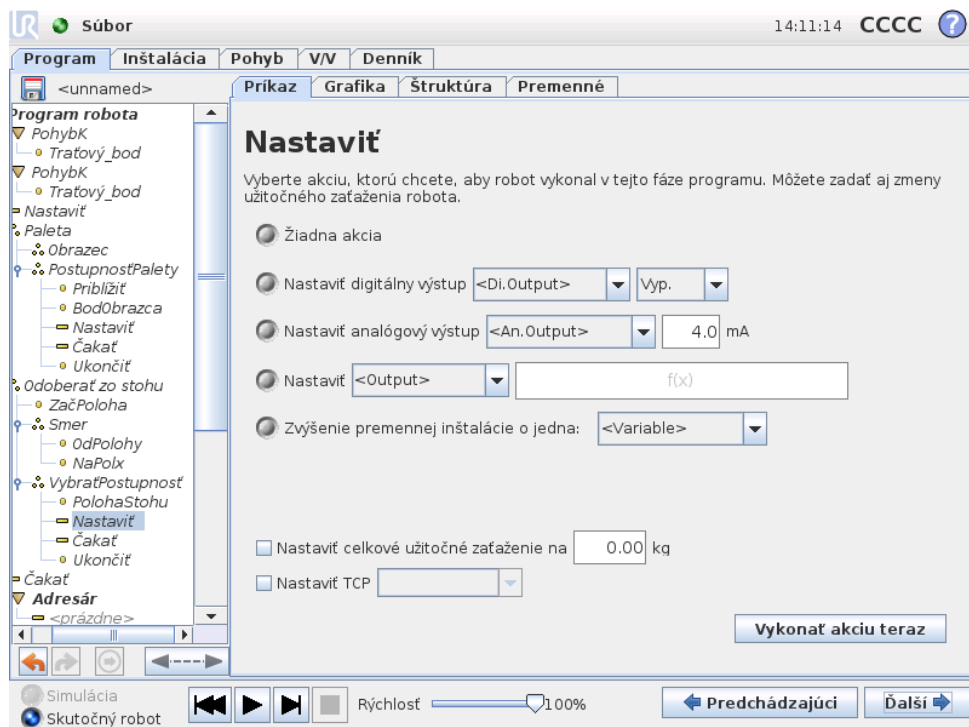
```
    Použite premennú=var_1, Funkcia=Nástroj
```

## 13.9 Príkaz: Čakať



Čaká sa určený čas alebo na signál V/V.

## 13.10 Príkaz: Nastaviť

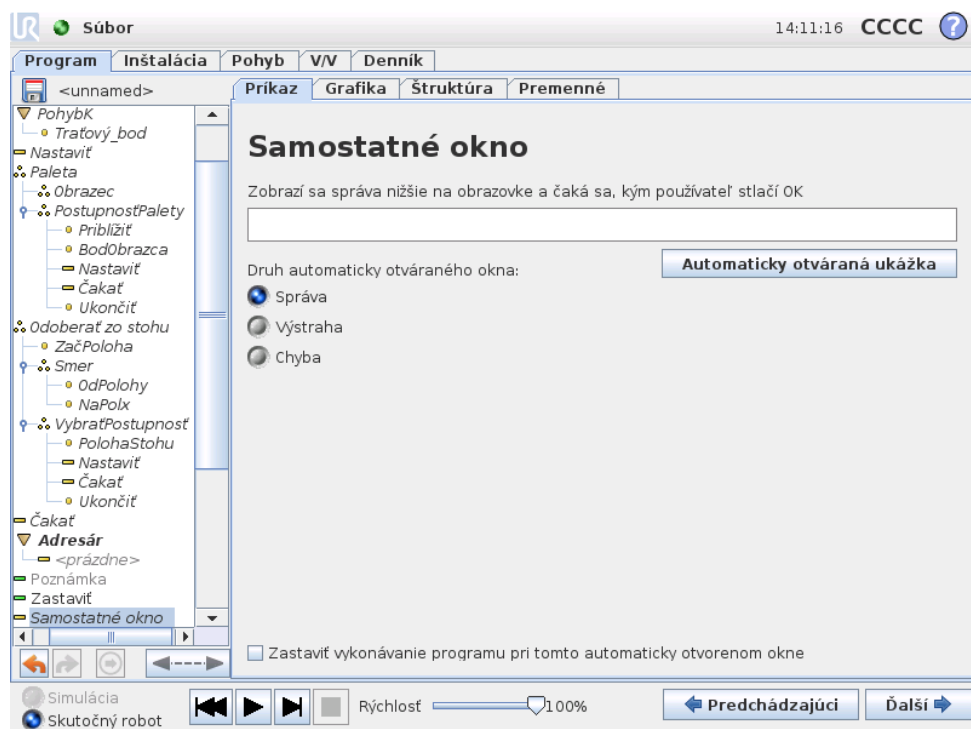


Nastaví buď digitálne, alebo analógové výstupy na danú hodnotu.

Môže sa použiť aj na nastavenie užitočného zaťaženia ramena robota, napríklad hmotnosti, ktorá sa naberie v dôsledku tejto akcie. Nastavenie hmotnosti môže byť potrebné, aby sa zabránilo neočakávanému spusteniu ochrannému zastaveniu robota, keď je hmotnosť nástroja iná, ako sa očakáva.

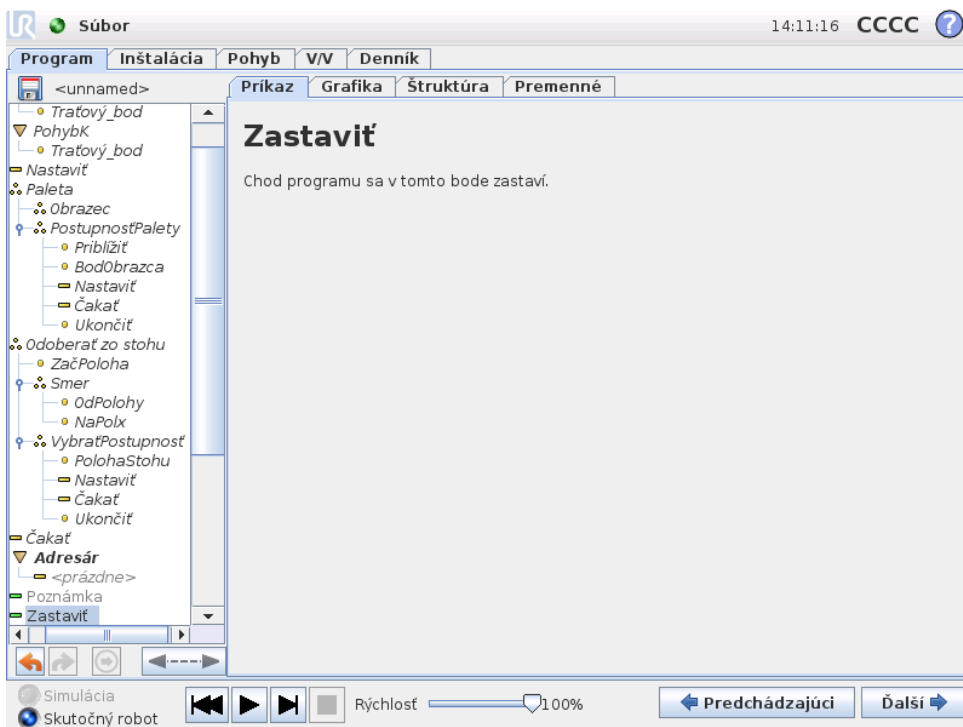
Aktívne TCP je tiež možné upraviť použitím príkazu Nastaviť. Jednoducho začiarknite políčko a vyberte z ponuky jednu z odchýlok TCP. Ak je v čase písanie programu známe aktívne TCP pre špecifický pohyb, zvážte namiesto toho použitie výberu TCP z Karty pohybov (pozrite si 13.5). Bližšie informácie o konfigurácii pomenovaných TCP nájdete v 12.6.

### 13.11 Príkaz: Automaticky otvárané okná



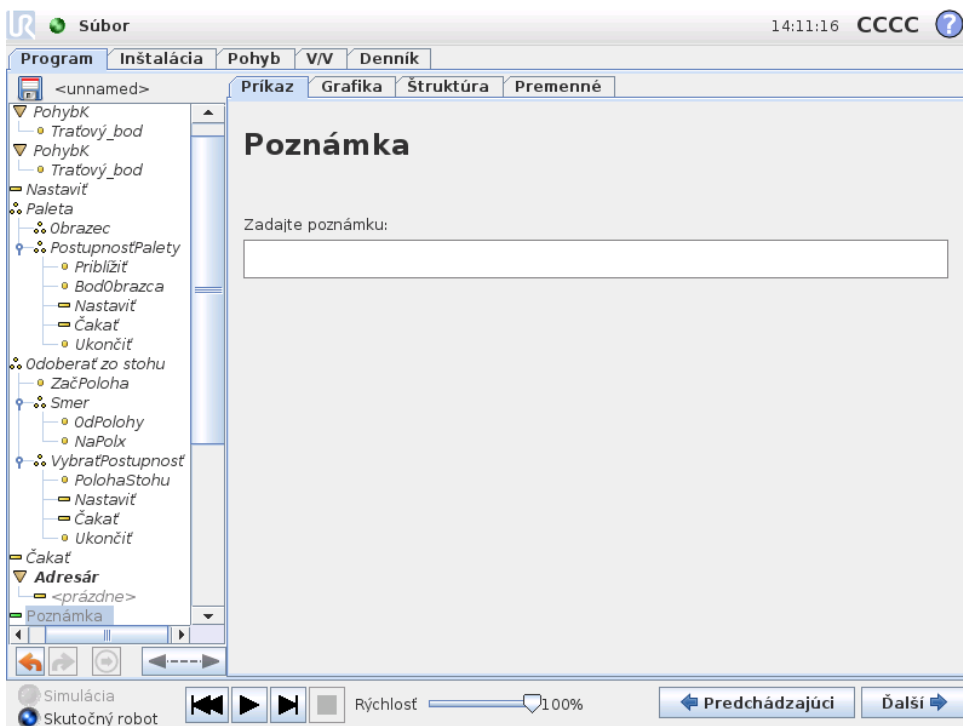
Automaticky otvárané okno je hlásenie, ktoré sa zobrazí, keď program príde po tento príkaz. Je možné vybrať štýl hlásenia a samotný text možno zadať pomocou klávesnice na obrazovke. Robot počká, kým používateľ / obsluha stlačí tlačidlo ŌK pod automaticky otvoreným hlásením, až potom pokračuje v programe.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

## 13.12 Príkaz: Zastaviť



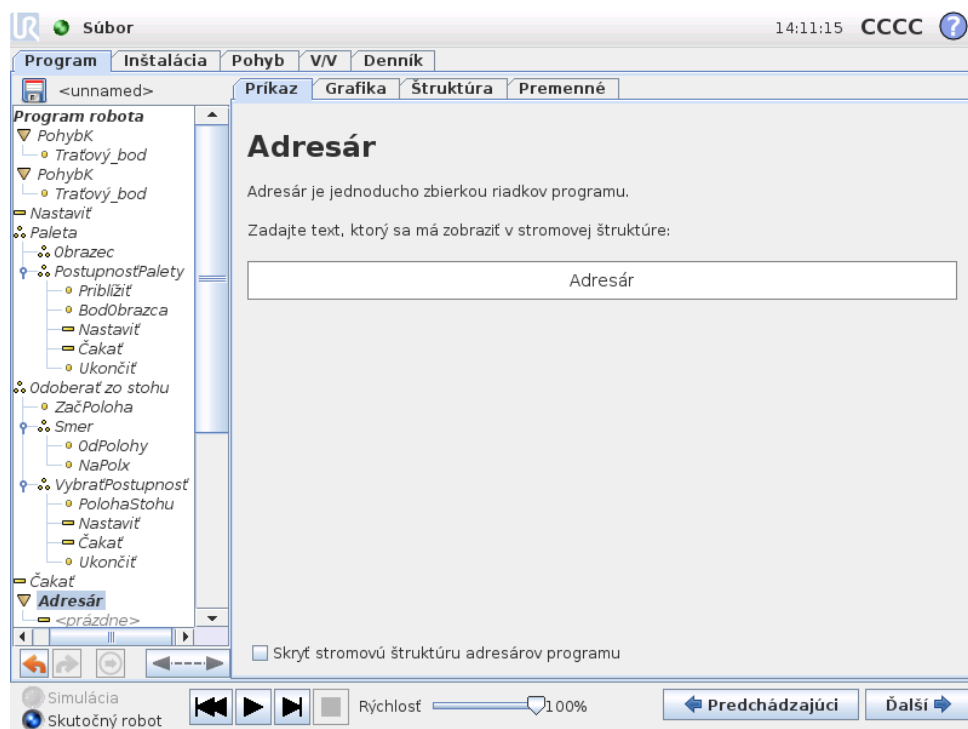
Chod programu sa v tomto bode zastaví.

## 13.13 Príkaz: Poznámka



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

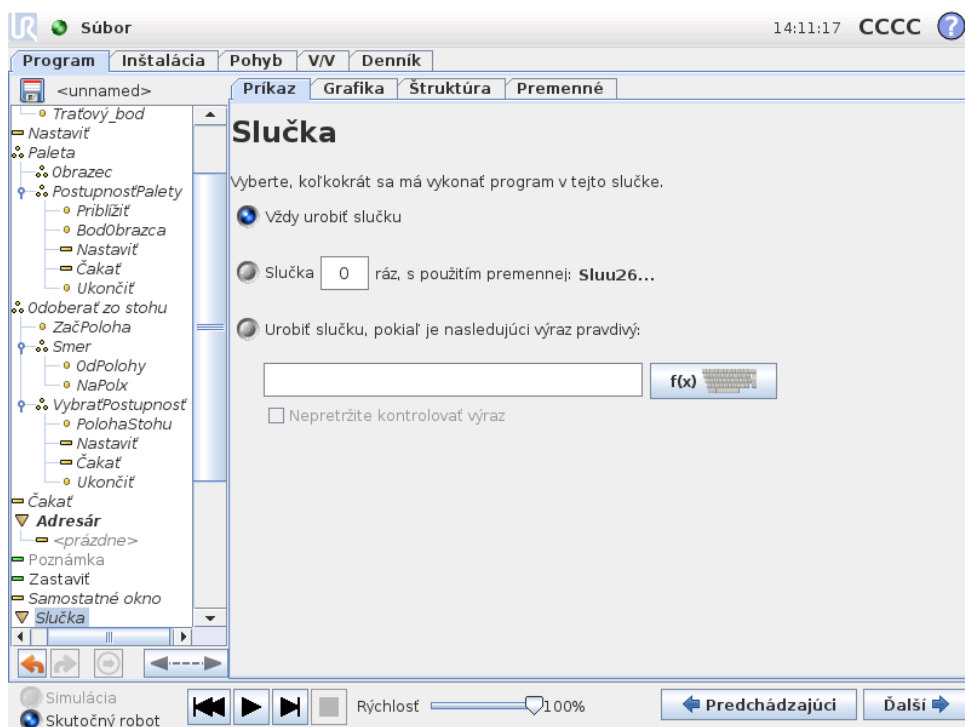
## 13.14 Príkaz: Adresár



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.

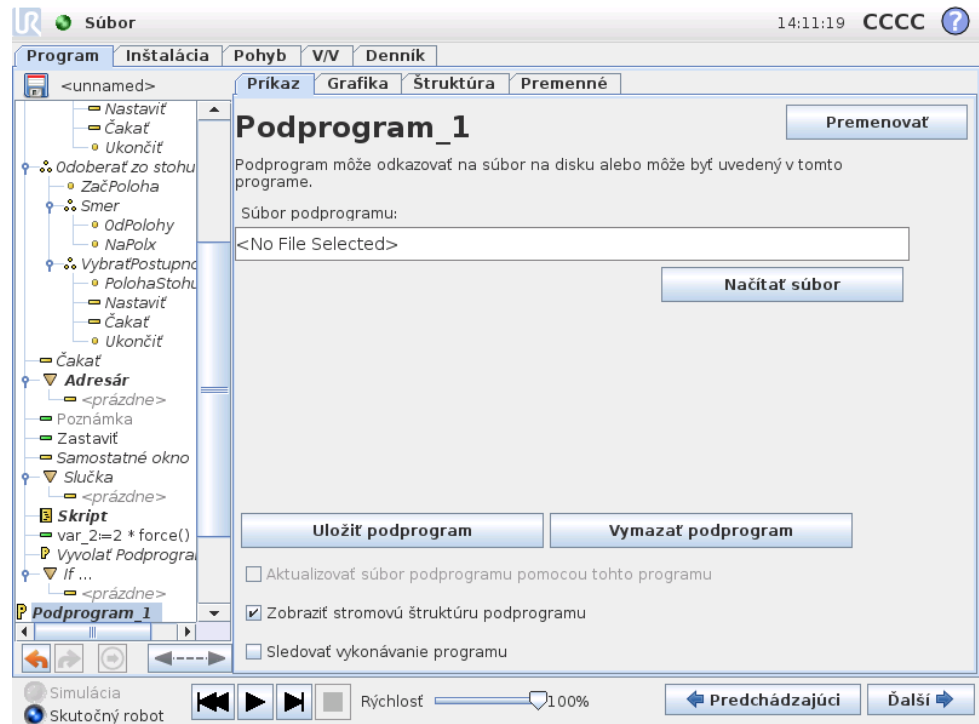
## 13.15 Príkaz: Slučka



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 vytvoreni slučky sa vytvorí špeciálna premenná slučky (na obrázku nazvaná `loop_1`), ktorú možno používať vo výrazoch v slučke. Premenná slučky počíta od 0 do  $N - 1$ .

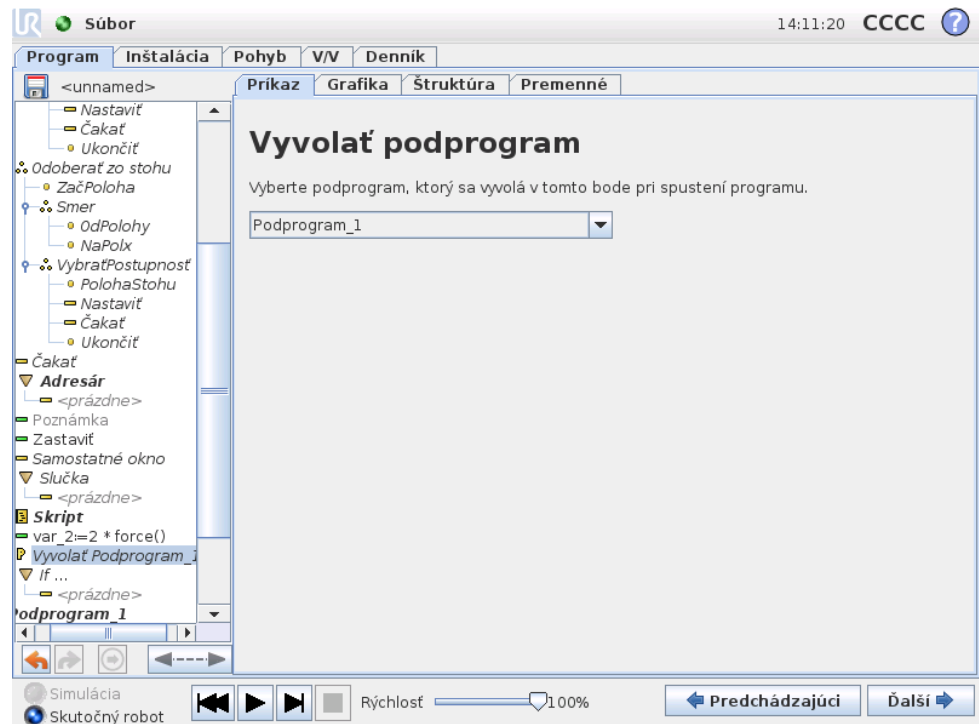
Pri vytvorení slučky pomocou výrazu ako koncovej podmienky softvér PolyScope poskytuje možnosť nepretržite hodnotiť výraz, aby š mohla byť prerušená kedykoľvek počas jej vykonávania, nielen po každom opakovaní.

## 13.16 Príkaz: Podprogram



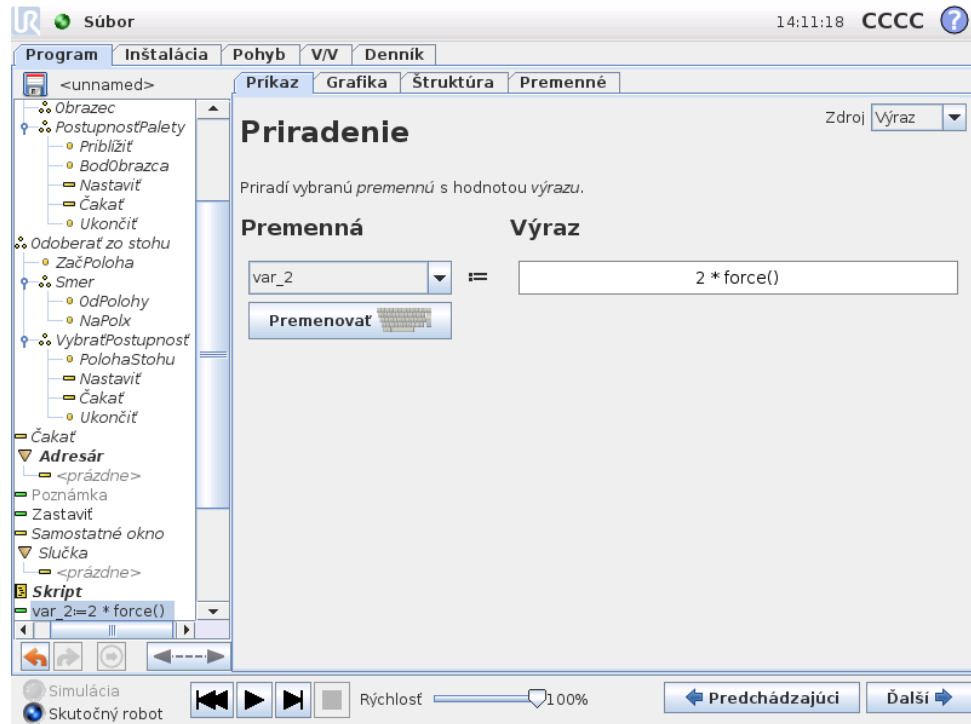
Podprogram môže obsahovať časti programu, ktoré sú potrebné na viacerých miestach. Podprogram môže tvoriť samostatný súbor na disku a môže byť aj skrytý, aby bol chránený proti náhodným zmenám.

### Príkaz: Vyvolať podprogram



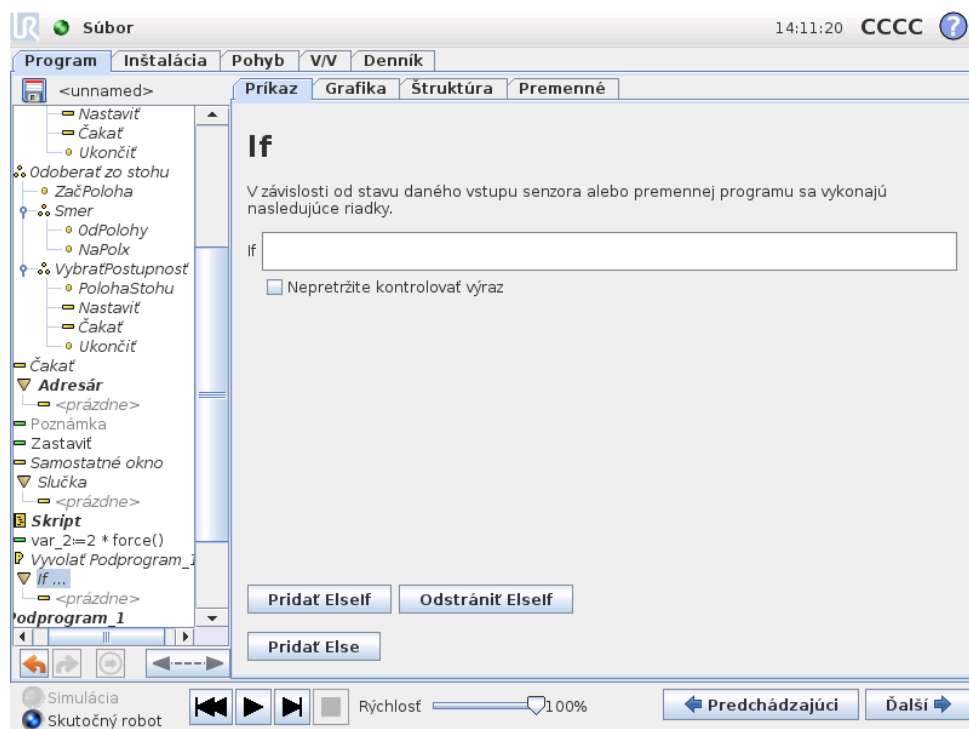
Vyvolaním podprogramu sa spustia riadky programu obsiahnuté v podprograme a potom sa program vráti na ďalší riadok.

## 13.17 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.

## 13.18 Príkaz: If

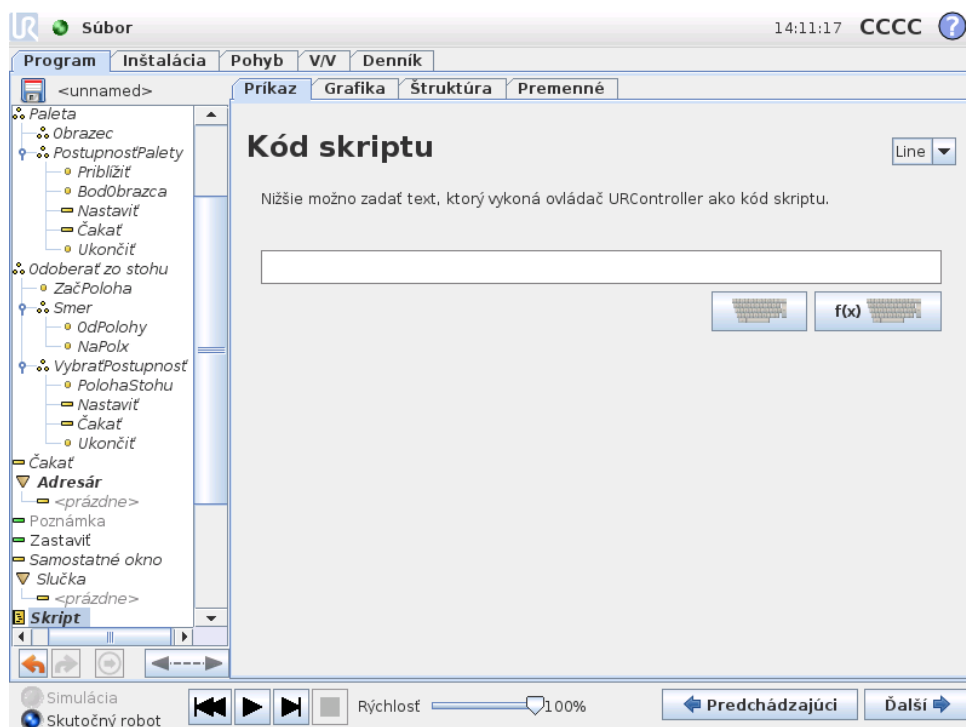


Výraz `if...else` môže vyvolať zmenu správania robota na základe vstupov zo senzorov alebo hodnôt premenných. Pomocou editora výrazov opíšete podmienku, za ktorej by robot mal pristúpiť k častiam príkazu podmieneným výrazom `If`. Ak je podmienka vyhodnotená ako *Pravdivá*, vykonajú sa riadky v položke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

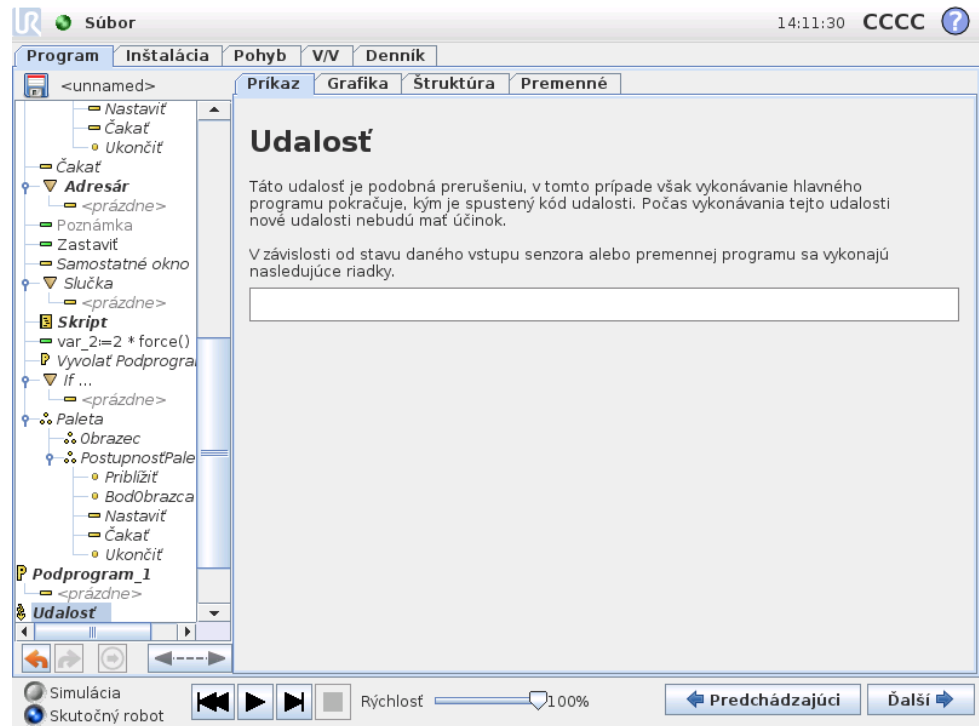
## 13.19 Príkaz: Skript



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://support.universal-robots.com/>). Upozorňujeme, že len distribútori UR a zákazníci OEM majú prístup na túto webovú stránku.

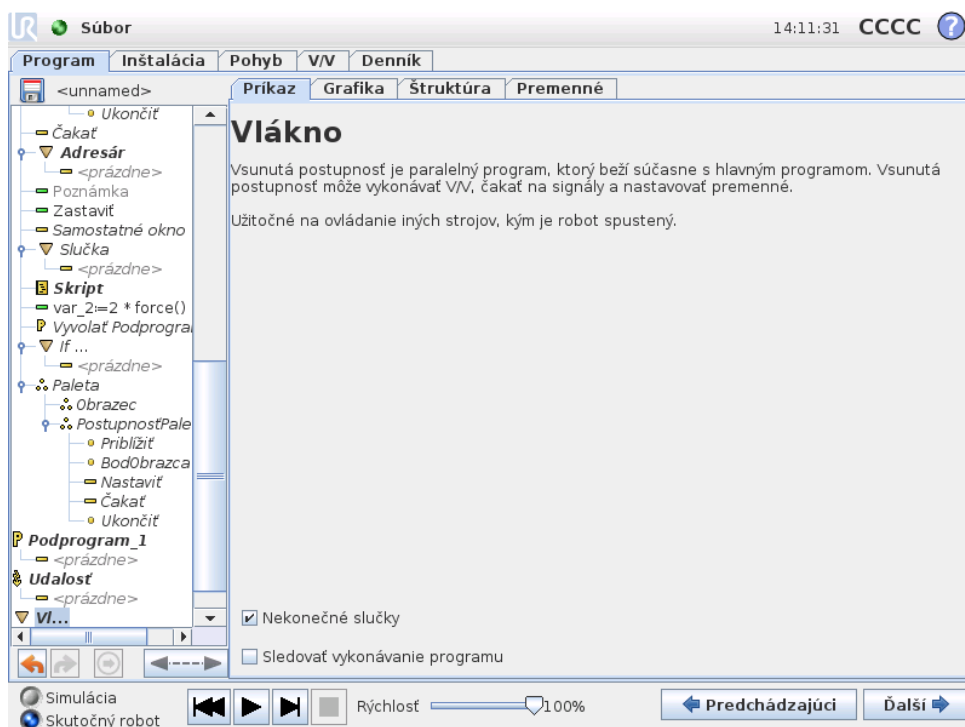
Prostredníctvom možnosti Š v ľavom hornom rohu je možné vytvárať a upravovať súbory skriptových programov. Týmto spôsobom možno používať dlhé a zložité skriptové programy spolu s jednoduchými programami vytvorenými obsluhou v programe PolyScope.

## 13.20 Príkaz: Udalosť



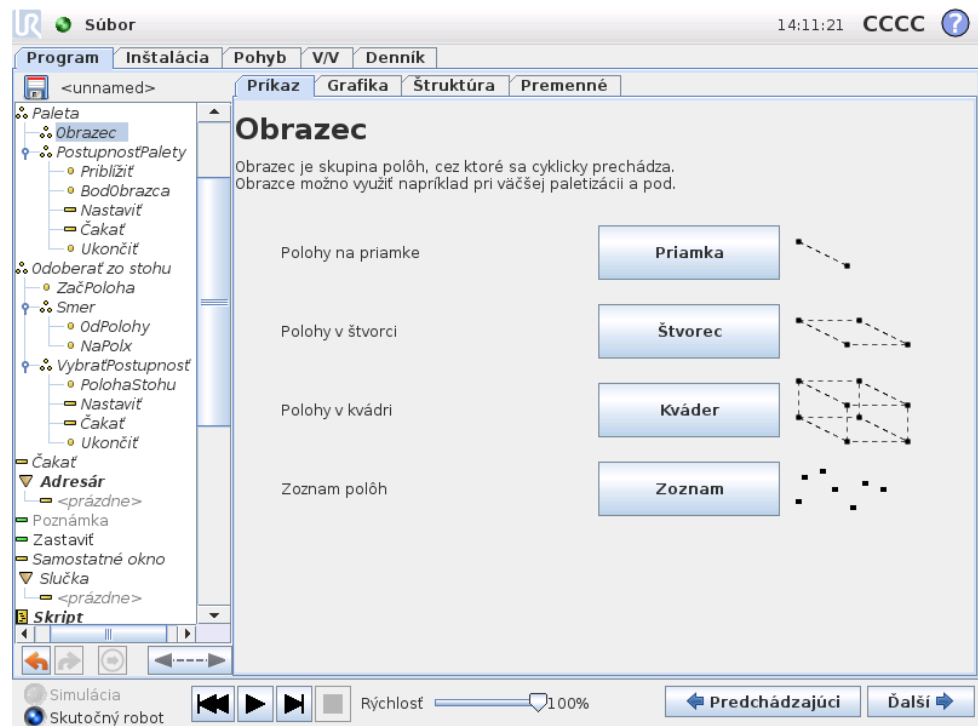
Udalosť možno použiť na monitorovanie vstupného signálu a vykonanie určitej akcie alebo nastavenie premennej, keď sa daný vstupný signál zvýši. Napríklad v prípade, že sa výstupný signál zvýši, program udalosti môže počkať 100 ms a potom ho znova nastaviť na nízky. To môže výrazne zjednodušiť kód hlavného programu v prípade, keď sa externý stroj spúšťa pri vzostupnom signáli, a nie pri vysokej vstupnej úrovni.

## 13.21 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.

## 13.22 Príkaz: Obrázec



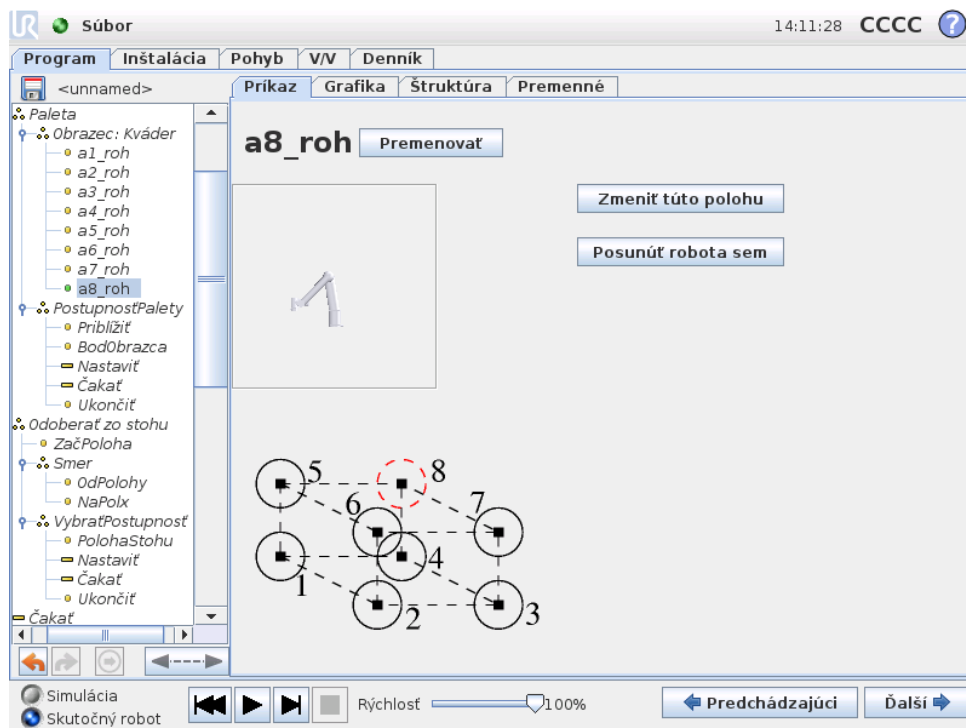
Príkaz Obrázec je možné použiť na cyklický pohyb cez polohy v programe robota. Príkaz Obrázec zodpovedá pri každom spustení jednej polohy.

Obrázec môže byť jeden zo štyroch druhov. Prvé tri, Priamka, Štvorec a Kváder možno použiť na definovanie polôh v pravidelnom obrázci. Pravidelné obrázce 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 obrázci úmerným sčítaním vektorov jednotlivých strán.

Ak požadované polohy nemožno definovať pravidelným obrazcom, môžete vybrať možnosť Ž, 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.

## 13.23 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 rameno 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 tlačením alebo ťahaním obrobku. Režim sily takisto podporuje pôsobenie určitého krútiaceho momentu okolo vopred definovaných osí.

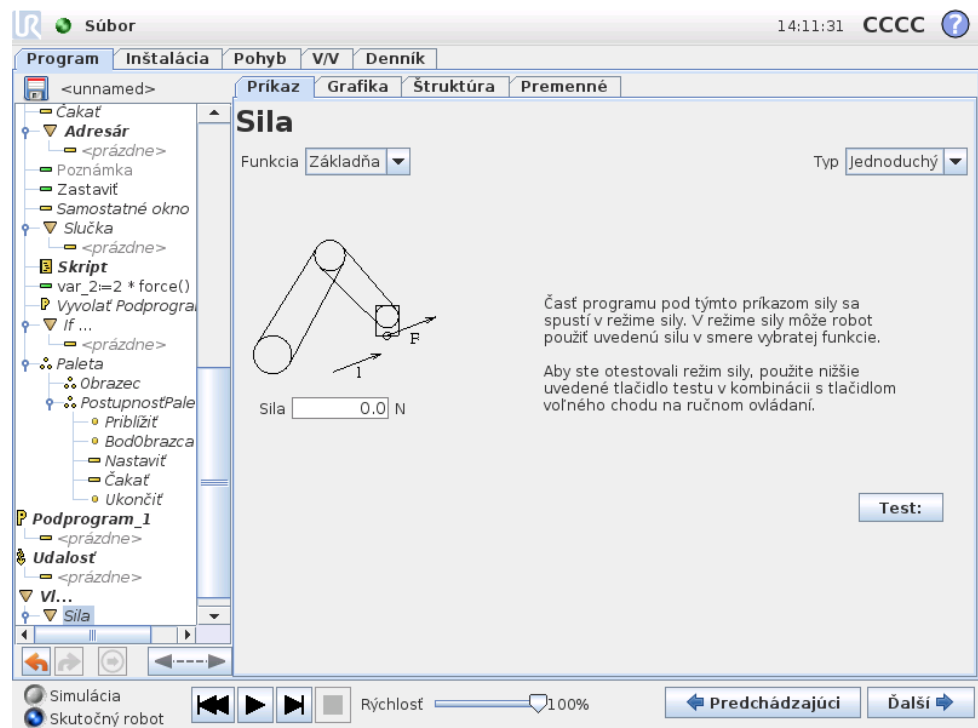
Upozorňujeme, že ak sa rameno robota nestretne so žiadnymi prekážkami v osi, kde je nastavená nenulová sila, bude sa snažiť pozdĺž alebo na tejto osi zrýchliť.

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.



**VÝSTRAHA:**

Ak sa funkcia sily použije nesprávne, môže vytvoriť silu s hodnotou vyššou ako 150N. Naprogramovaná sila sa musí brať do úvahy počas hodnotenia rizík.



**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 12.12.

**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. Vzďialenosť 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 zadaný 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 (13.27), 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.

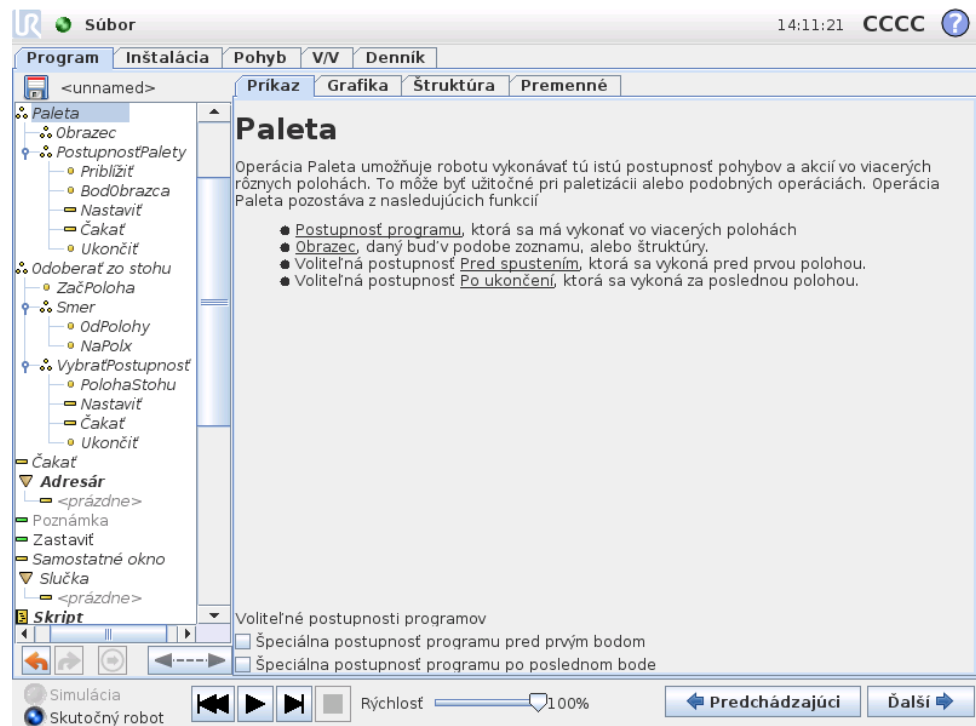
- **V súlade:** Medzná hodnota je maximálna povolená rýchlosť TCP, ktorú môže dosiahnuť pozdĺž alebo na tejto osi. Jednotky sú [mm/s] a [°/s].
- **V nesúlade:** Medzná hodnota je maximálna odchýlka od programovej dráhy, ktorá je povolená, kým je robot z ochranných dôvodov zastavený. Jednotky sú [mm] a [°].

## Nastavenia testovacej sily

Tlačidlo zapnutie a vypnutie, označené ako **Ť**, 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.

## 13.24 Príkaz: Paleta



Operáciou Paleta je možné vykonať postupnosť pohybov v súbore miest udanom v podobe obrazca, ako je opísané v časti 13.22. 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 obrázci.
3. Pomocou voliča na obrazovke postupnosti príkazu uďte, ktoré traťové body v postupnosti by mali zodpovedať jednotlivým polohám v obrázci.

### 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 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

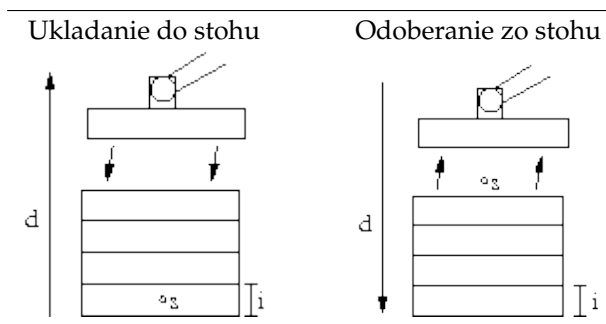
Voliteľná postupnosť *Pred začatím* sa spustí tesne pred začatím operácie. Možno ju využiť na čakanie na signály o pripravenosti.

### 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 ďalšiu paletu.

## 13.25 Príkaz: Hľadať

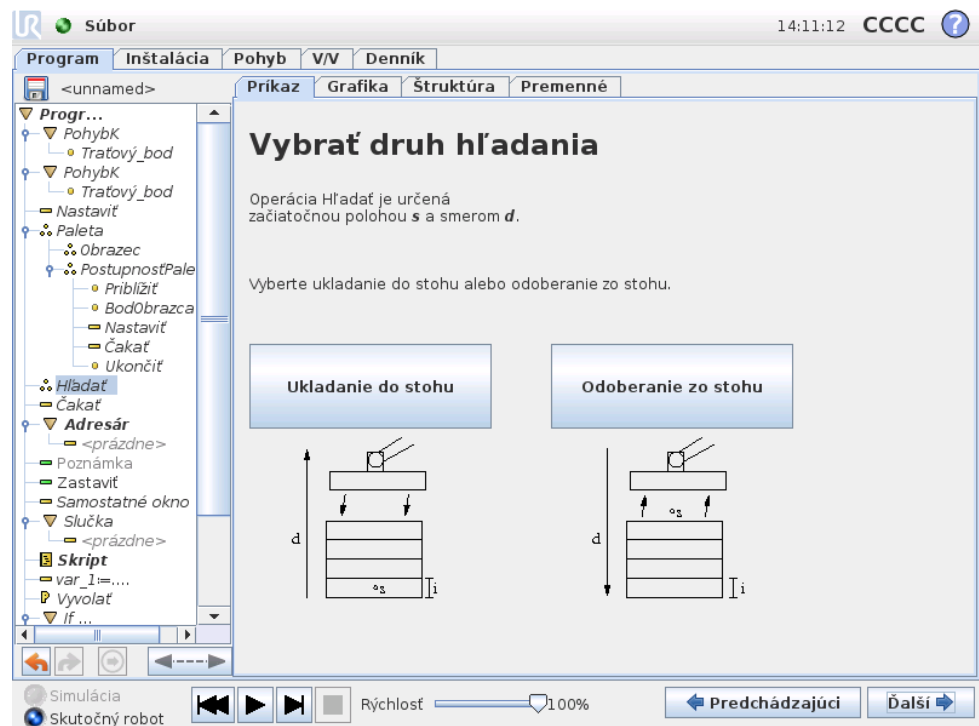
Funkcia Hľadať pomocou senzora zisťuje, kedy sa dosiahne správna poloha na uchopenie alebo pustenie predmetu. Senzorom môže byť tlačidlový spínač, tlakový senzor alebo kapacitný senzor. Táto funkcia je určená na prácu so stohmi predmetov s rôznou hrúbkou alebo pre prípady, keď nie je známa presná poloha 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.

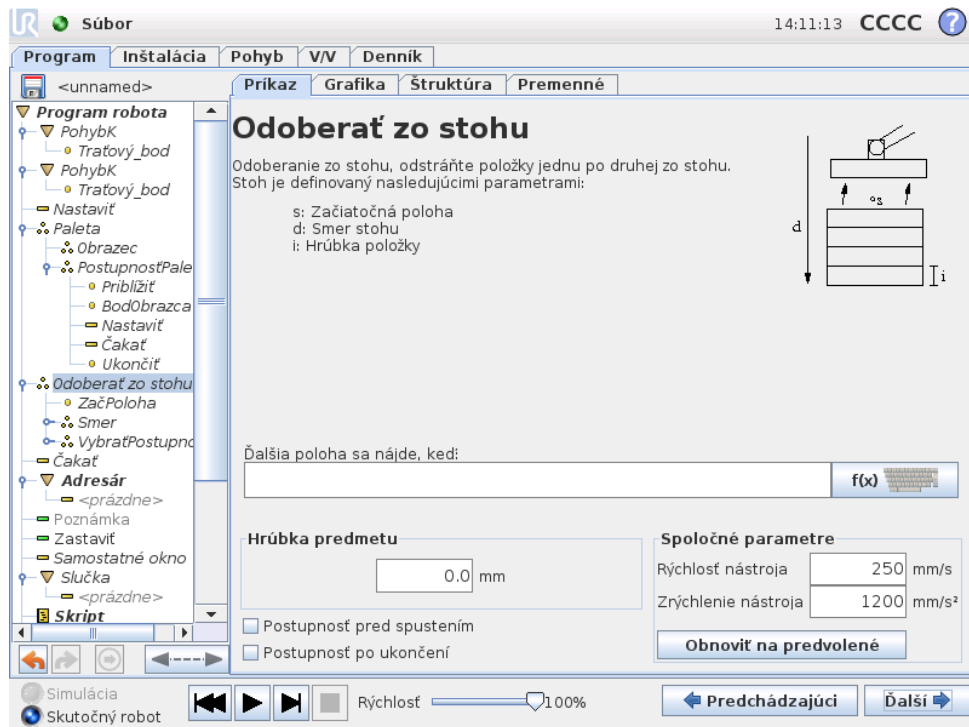
Okrem toho je potrebné definovať stav, kedy sa dosiahne ďalšia poloha v stohu, a špeciálnu postupnosť programu, ktorá sa vykoná v každej polohe v stohu. Je tiež potrebné udať rýchlosť a zrýchlenie pohybu v rámci operácie so stohom.

## 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

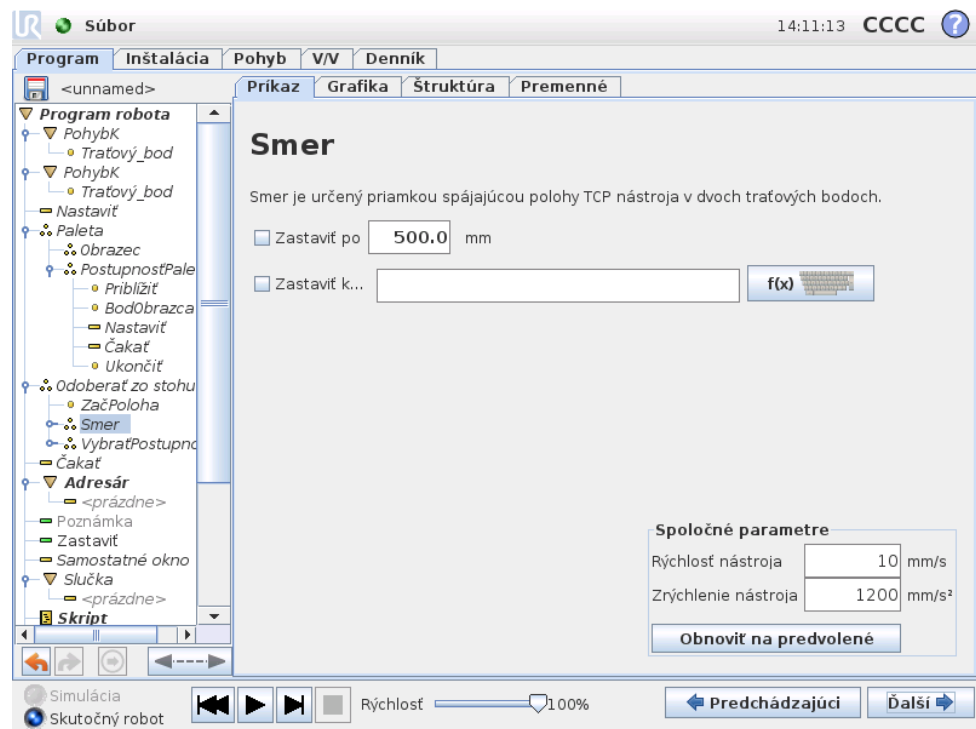


Pri odoberaní zo stohu sa rameno robota pohybuje od začiatkovej polohy v určitom smere a hľadá ďalší predmet. Podmienka na obrazovke určuje, kedy sa dosiahne ďalšia položka. Keď sa podmienka splní, robot si zapamätá pozíciu a vykoná špeciálnu postupnosť. Na ďalší raz robot začne hľadať od zapamätanej 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.

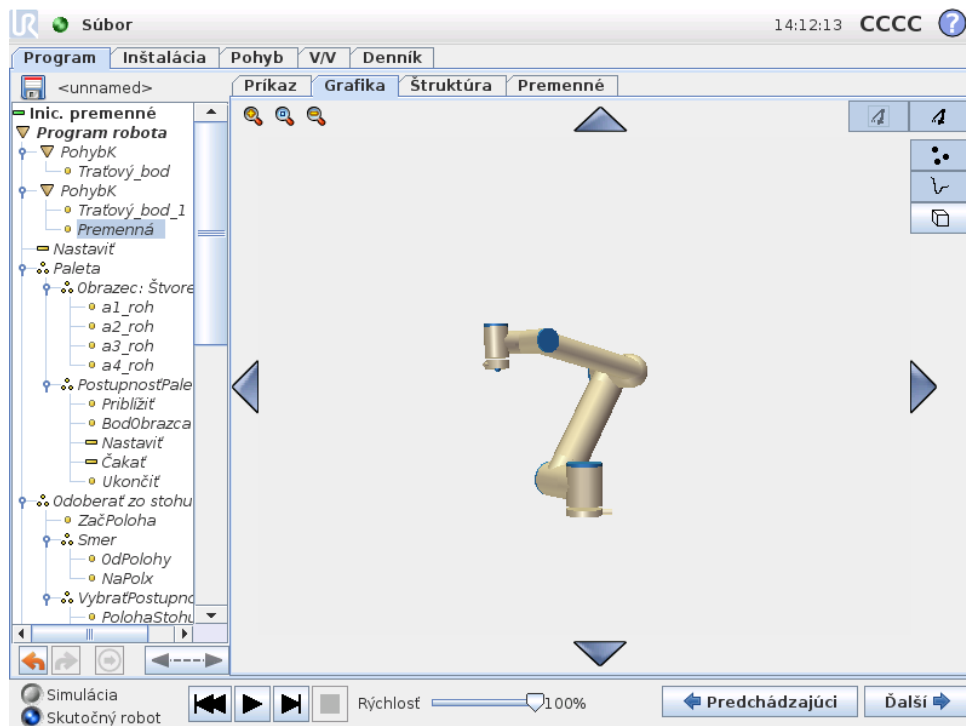
### Postupnosť Zdvihnúť/Uložiť

Podobne ako pri operácii Paleta (13.24) sa v každej polohe v stohu vykoná špeciálna postupnosť programu.

## 13.26 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.

## 13.27 Karta Grafika



Grafické znázornenie aktuálneho programu robota. Dráha TCP je zobrazená trojrozmerné, úseky pohybu sú čiernou a zatáčky (prechody medzi úsekmí pohybu) sú zelenou. Zelené body udávajú polohy TCP v jednotlivých traťových bodoch programu. 3D náčrt ramena robota znázorňuje aktuálnu polohu ramena robota a  $\ell$  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 15.11), zobrazí sa 3D znázornenie blízkeho hraničného limitu. Všimnite si, že keď má robot spustený program, vizualizácia hraničného limitu je vypnutá.

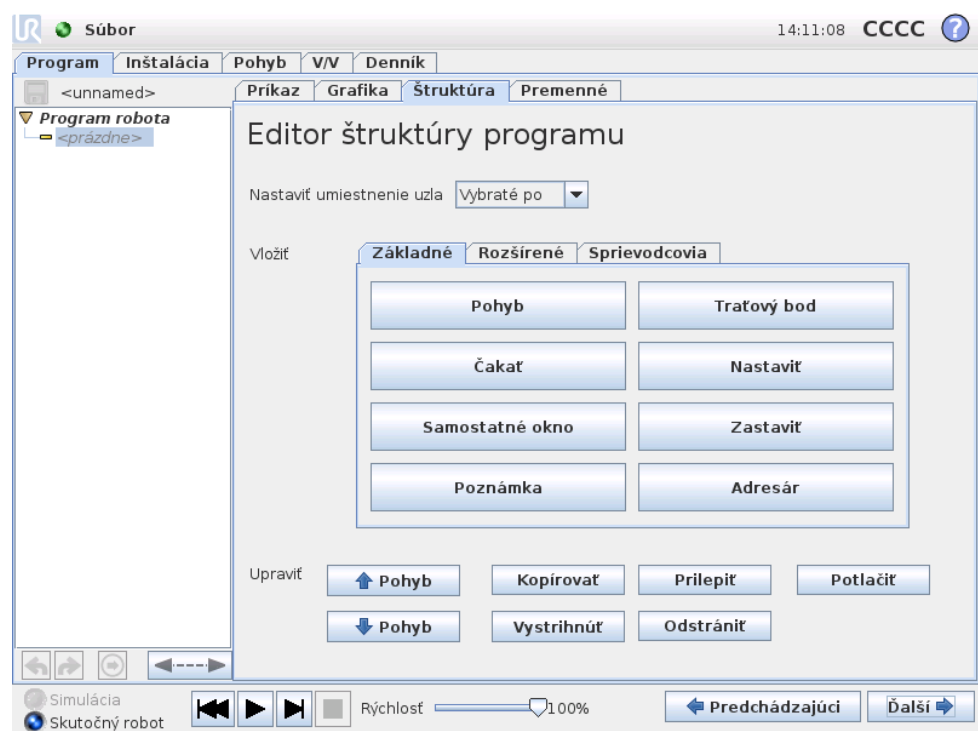
Bezpečnostné roviny sú zobrazené žltou a čiernou farbou s malou šípkou znázorňujúcou normálnu hodnotu roviny, ktorá označuje stranu roviny, na ktorej môže byť TCP robota umiestnené. Spúšťacie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou a malou šípkou smerujúcou k strane roviny, v rámci ktorej sú aktívne limity režimu *Normálny* (pozrite si 15.5). 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 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.

## 13.28 Karta Štruktúra



Karta štruktúry programu ponúka možnosť vkladať, presúvať, kopírovať a odstraňovať rôzne druhy príkazov.

Nové príkazy vložíte týmito krokmi:

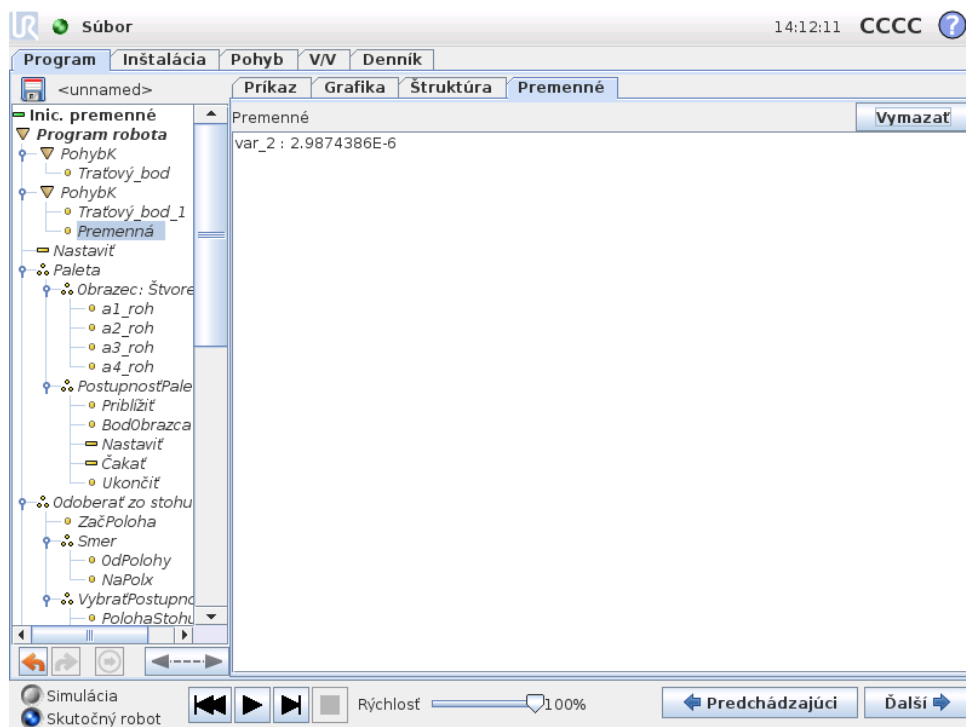
- 1) Vyberte existujúci príkaz programu.
- 2) Vyberte, či sa nový príkaz má vložiť nad alebo pod vybraný príkaz.
- 3) Stlačte tlačidlo druhu príkazu, aký chcete vložiť. Podrobnosti nového príkazu nastavte na karte Príkaz.

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. Traťové body musia byť pod príkazom Pohyb (nie nevyhnutne priamo pod ním). Príkazy ElseIf a

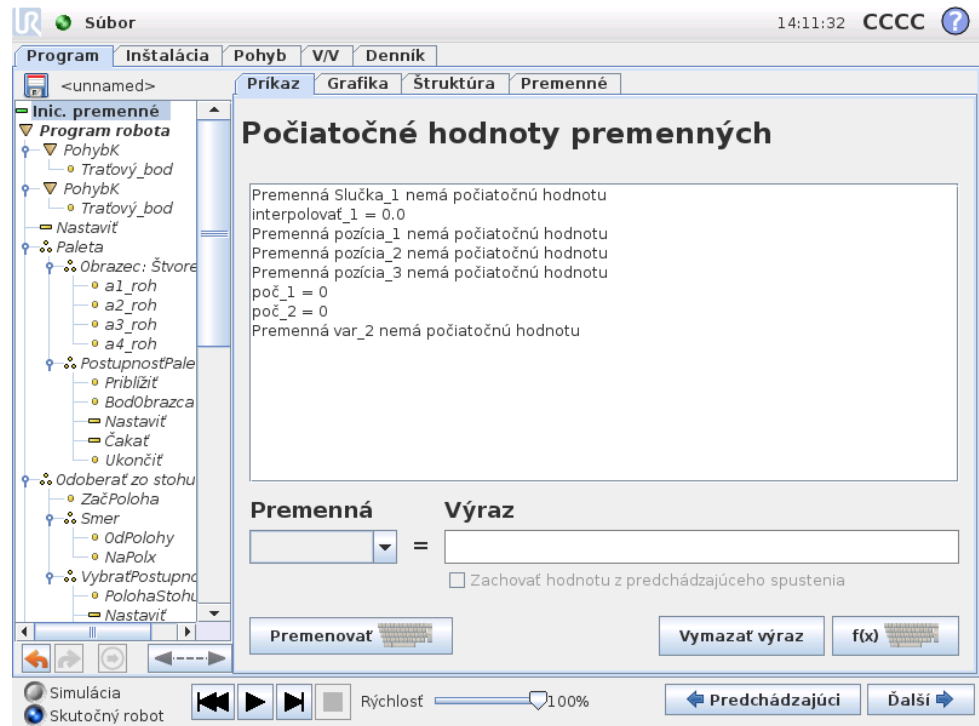
Else musia nasledovať po príkaze If. Presúvanie príkazov ElseIf vo všeobecnosti prináša problémy. Premenným sa pred použitím musia prideliť hodnoty.

## 13.29 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.

## 13.30 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 **Ťprednostiť hodnotu z posledného spustenia**, premenná sa inicializuje na hodnotu nájdenú na karte **Premenné** opísanej v časti 13.29. 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).

## 14 Obrazovka Nastavenie



- **Inicializovať robota** Prechod na inicializačnú obrazovku, pozrite si 10.4.
- **Jazyk a jednotky** Konfigurujte jazyk a jednotky merania používateľského rozhrania, pozrite si 14.1.
- **Aktualizovať robot** Inovácia softvéru robota na novšiu verziu, pozrite si 14.2.
- **Nastaviť heslo** Poskytuje možnosť uzamknúť programovaciu časť robota pre osoby, ktoré nemajú heslo, pozrite si 14.3.
- **Kalibrovať obrazovku** Kalibrácia d' na dotykovej obrazovke, pozrite si 14.4.
- **Nastaviť sieť** Otvorí rozhranie na nastavenie siete Ethernet riadiacej skrinky robota, pozrite si 14.5.
- **Nastaviť čas** Nastaví čas a dátum systému a nastavuje formáty zobrazenia hodín, pozrite si 14.6.
- **Späť** Návrat na uvítaciu obrazovku.

## 14.1 Jazyky a jednotky

?

### Nastaviť robota

Inicializovať robota

Jazyky a jednotky

Aktualizovať robot

Nastaviť heslo

Kalibrovať obrazovku

Nastaviť sieť

Nastaviť čas

Späť

### Výber jazyka

Slovenčina ▼

English programming

---

### Výber jednotiek

Metrické jednotky

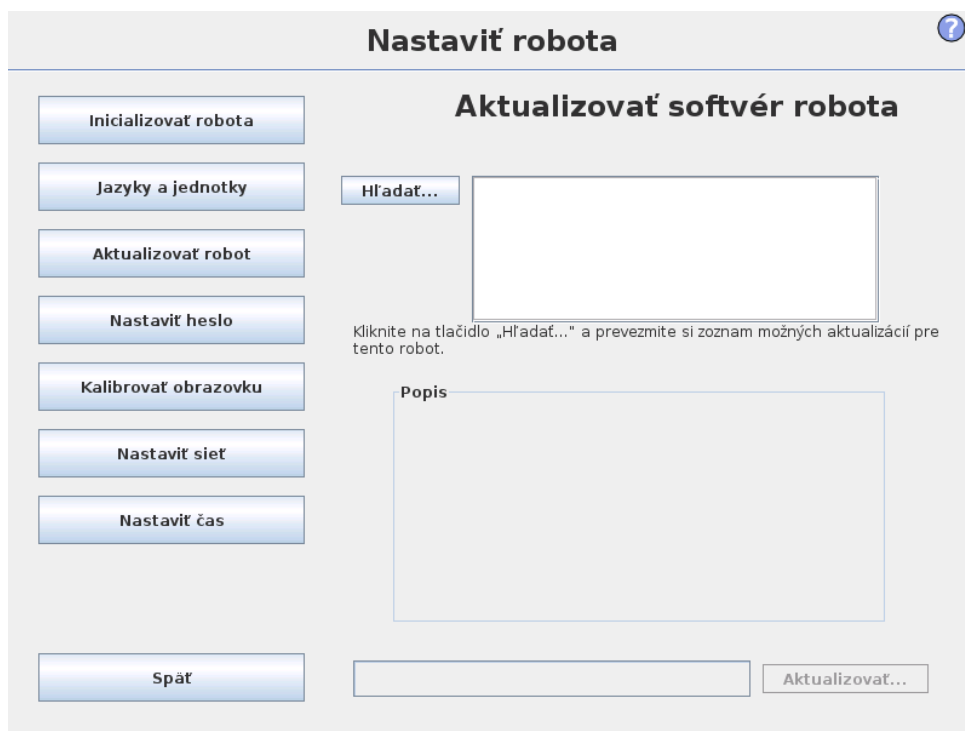
Zvykové americké

Reštartovať PolyScope, aby sa prejavilo nové nastavenie

Reštartovať teraz

Jazyk a jednotky používané v rozhraní PolyScope je možné vybrať na tejto obrazovke. Vybratý 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.


## 14.2 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.

## 14.3 Nastaviť heslo

?

Inicializovať robota

Jazyky a jednotky

Aktualizovať robot

Nastaviť heslo

Kalibrovať obrazovku

Nastaviť sieť

Nastaviť čas

Späť

### Zmeniť heslo systému

Heslá zaisťujú, že zmeny funkčnosti a správania robota sú chránené. Všetky oblasti, kde je možné vykonávať zmeny, budú chránené.

Heslo

Potvrdiť heslo

---

### Zmeniť bezpečnostné heslo

Ak chcete nastaviť heslo pre konfiguráciu bezpečnosti, zadajte a potvrdte nové heslo, a potom kliknite na toto tlačidlo. Ak chcete vymazať heslo, zadajte aktuálne heslo a kliknite na tlačidlo.

Zadajte aktuálne heslo

Heslo

Potvrdiť 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:**

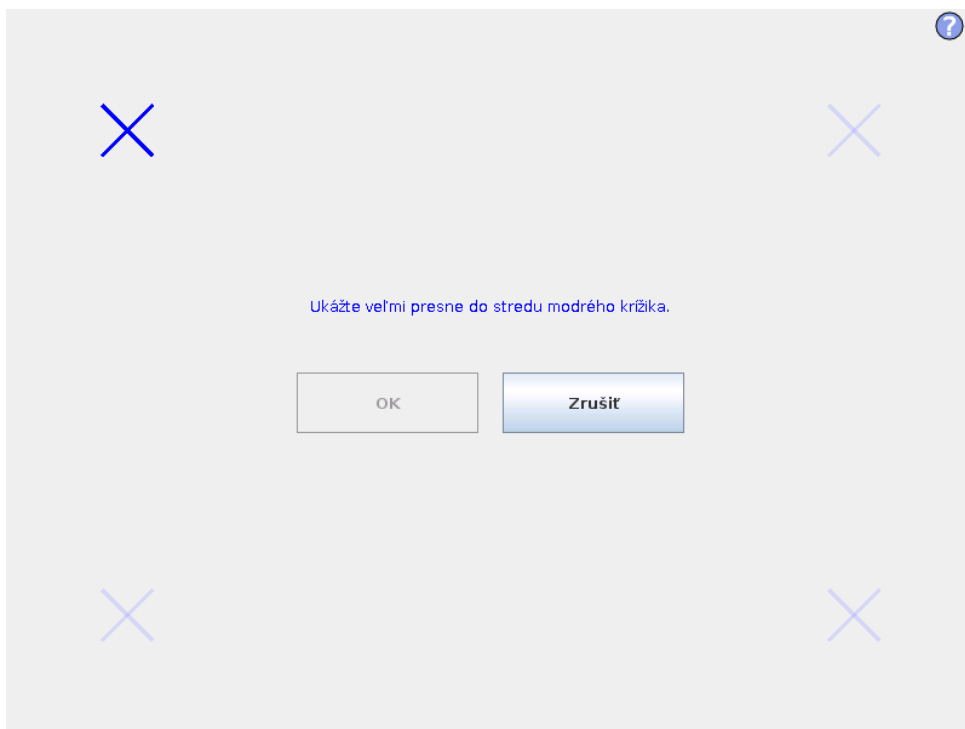
Aby bolo možné zmeniť konfiguráciu bezpečnosti, musí sa nastaviť bezpečnostné heslo.



**VÝSTRAHA:**

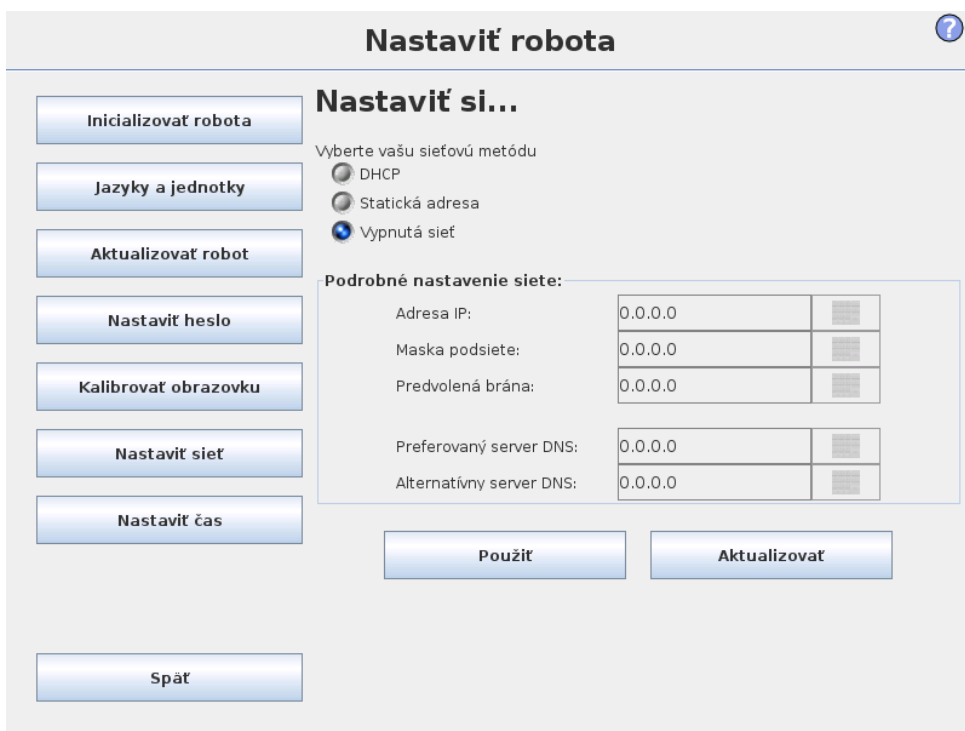
Pridajte systémové heslo, aby ste zabránili neoprávnenému personálu meniť inštaláciu robota.

## 14.4 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.

## 14.5 Nastaviť sieť



Panel na nastavenie siete Ethernet. Pripojenie Ethernet nie je potrebné na vykonávanie základných funkcií robota a štandardne je vypnuté.

## 14.6 Nastaviť čas

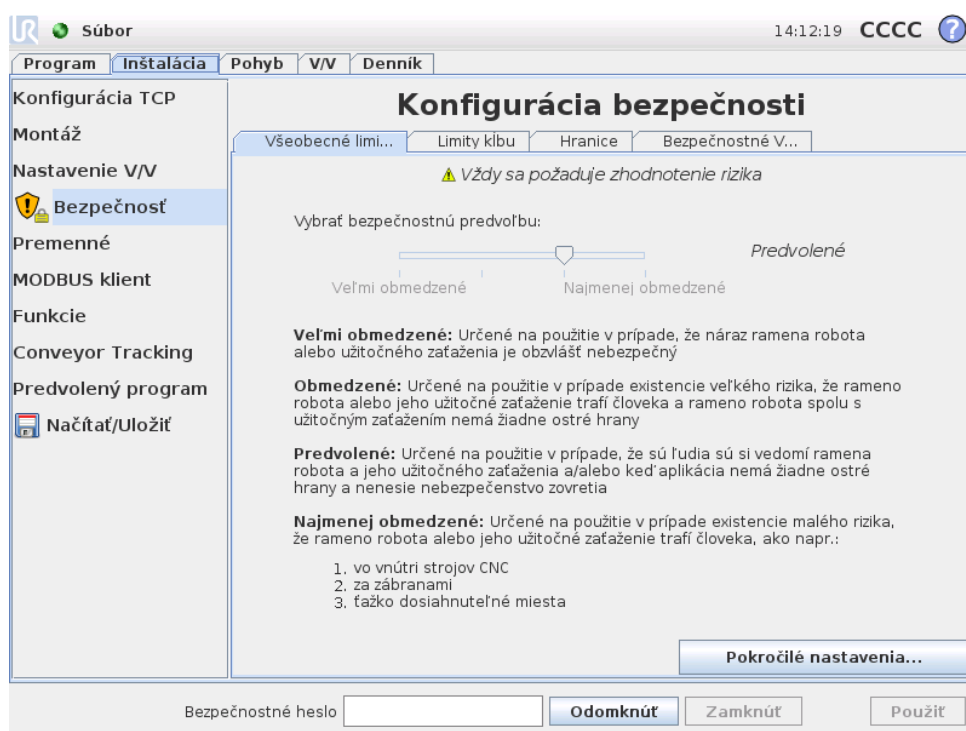
The screenshot shows the 'Nastaviť robota' (Robot Settings) window. On the left is a sidebar with buttons for: 'Inicializovať robota', 'Jazyky a jednotky', 'Aktualizovať robot', 'Nastaviť heslo', 'Kalibrovať obrazovku', 'Nastaviť sieť', 'Nastaviť čas', and 'Späť'. The main area is titled 'Nastaviť čas' and contains the following elements:

- Formát času:** Two radio buttons: '24hodinový' (selected) and '12hodinový'.
- Vyberte aktuálny čas:** A digital time display showing '14 : 10 : 56'. Above each digit are '+' buttons and below are '-' buttons.
- Nastaviť dátum:** A section titled 'Nastaviť dátum' with a text input field containing 'Jul 17, 2015'.
- Formát dátumu:** Three radio buttons: 'July 17, 2015', 'Jul 17, 2015' (selected), and '7/17/15'.
- Reštartovať PolyScope, aby sa prejavilo nové nastavenie:** A button labeled 'Reštartovať teraz'.

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 Konfigurácia bezpečnosti

Robot je vybavený pokročilým bezpečnostným systémom. V závislosti od špecifických charakteristík pracovného priestoru, nastavenia bezpečnostného systému sa musia nakonfigurovať tak, aby garantovali bezpečnosť celého personálu a zariadení v okolí robota. Bližšie informácie o bezpečnostnom systéme nájdete v Príručka inštalácie hardvéru. Obrazovku Konfigurácia bezpečnosti je možné otvoriť z obrazovky Vitajte (pozrite si 10.3) stlačením tlačidla Programovať robota, výberom karty Inštalácia a ťuknutím na Bezpečnosť. Konfigurácia bezpečnosti je chránená heslom, pozrite si 15.7.



## VÝSTRAHA:

1. Vždy sa požaduje zhodnotenie rizika.
2. Všetky bezpečnostné nastavenia prístupné cez túto obrazovku a jej podkarty sa musia nastaviť v súlade s hodnotením rizík.
3. Od integrátora sa požaduje, aby zabezpečil, že všetky zmeny bezpečnostných nastavení sa vykonajú v súlade s hodnotením rizík.

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 15.9.
- 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 15.10.
- 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 15.5)). Hranica orientácie nástroja aplikuje pevný limit na orientáciu TCP robota. Bližšie informácie nájdete v 15.11.
- Podkarta `Bezpečnostné V/V` definuje bezpečnostné funkcie pre konfigurovateľné vstupy a výstupy (pozrite si 12.2). Napríklad *Bezpečnostné zastavenie* je možné konfigurovať ako vstup. Bližšie informácie nájdete v 15.12.

## 15.1 Zmena konfigurácie bezpečnosti



### POZNÁMKA:



Odporúčaný postup zmeny konfigurácie bezpečnosti je nasledovný:

1. Vykonajte hodnotenie rizika.
2. Upravte nastavenia bezpečnosti na vhodnú úroveň (pozrite si príslušné predpisy a normy z nášho návodu o tom, ako nastaviť bezpečnostné limity).
3. Otestujte nastavenia na robotovi.
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 15.4 v Príručka PolyScope).

## 15.2 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:

- Červená ikona chyby sa zobrazí vedľa textu *Bezpečnosť* na ľavej strane obrazovky.
- Podkarty s chybami sú označené červenou ikonou chyby v hornej časti.
- 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 neznamená, 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.

## 15.3 Tolerancie

V *Konfigurácia bezpečnosti* sa nastavujú fyzické limity. Vstupné polia pre tieto limity nezahŕňajú tolerancie: príslušné tolerancie sú zobrazené vedľa poľa. *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.

## 15.4 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.

## 15.5 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 15.11), alebo keď ho spustí konfigurovateľný vstup (pozrite si 15.12).

*Režim obnovy:* Keď rameno robota poruší jeden z ostatných režimov (t.j. režim *Normálny* alebo *Znížený*) a vyskytne sa zastavenie kategórie 0, 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 upravitel'né používateľom. Bližšie informácie o limitoch režimu *Obnova* nájdete v Príručka inštalácie hardvéru.

## 15.6 Režim Voľný chod

Keď sa nachádzate v režime *Voľný chod* (pozrite si 12.1.5) 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.

## 15.7 Ochrana heslom

Všetky nastavenia na tejto obrazovke sa uzamknú, kým sa zadá správne bezpečnostné heslo (pozrite si 14.3) do bielo 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.

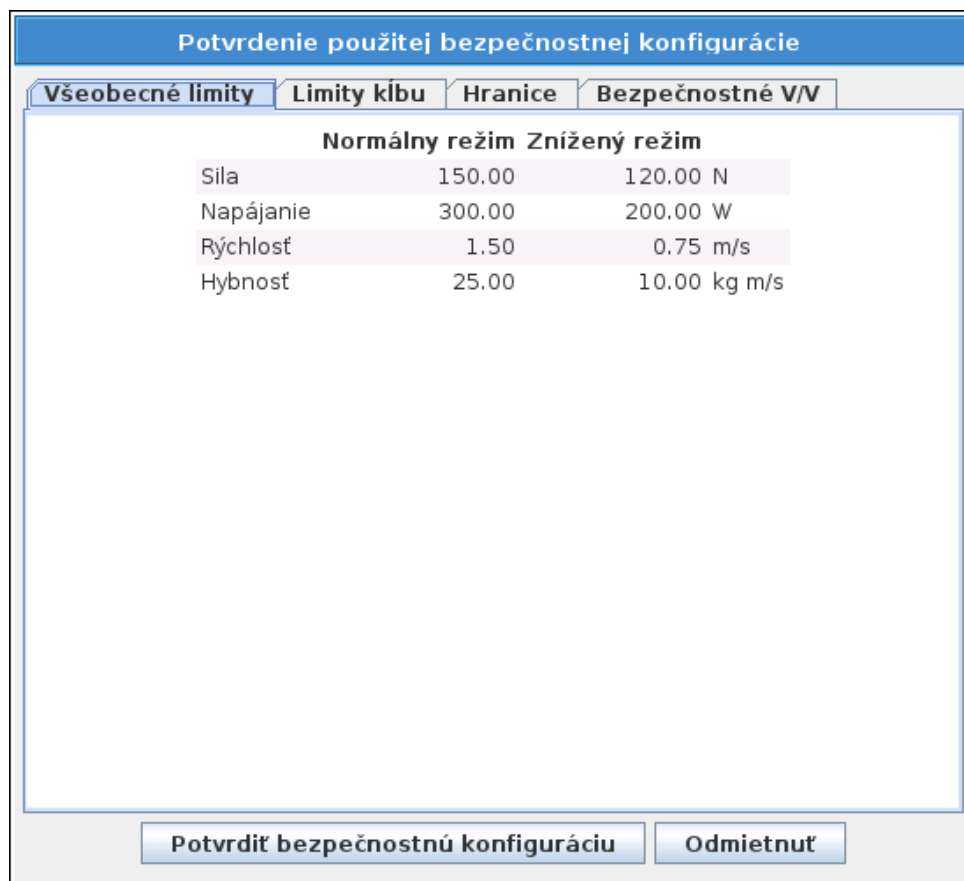


### POZNÁMKA:

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

## 15.8 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 na obrázku 15.8.



Zmeny sa po potvrdení automaticky uložia ako súčasť aktuálnej inštalácie robota. Bližšie informácie o uložení inštalácie robota nájdete v 12.5.

## 15.9 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 12.1.5) 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 s nasledujúcimi preddefinovanými súbormi hodnôt pre všeobecné limity režimov *Normálny* a *Znížený*:

*Veľmi obmedzené*: Určené na použitie v prípade, že náraz ramena robota alebo užitočného zaťaženia je obzvlášť nebezpečný.

*Obmedzené*: Určené na použitie v prípade existencie veľkého rizika, že rameno robota alebo jeho užitočné zaťaženie trafi človeka a rameno robota spolu s užitočným zaťažením nemá žiadne ostré hrany.

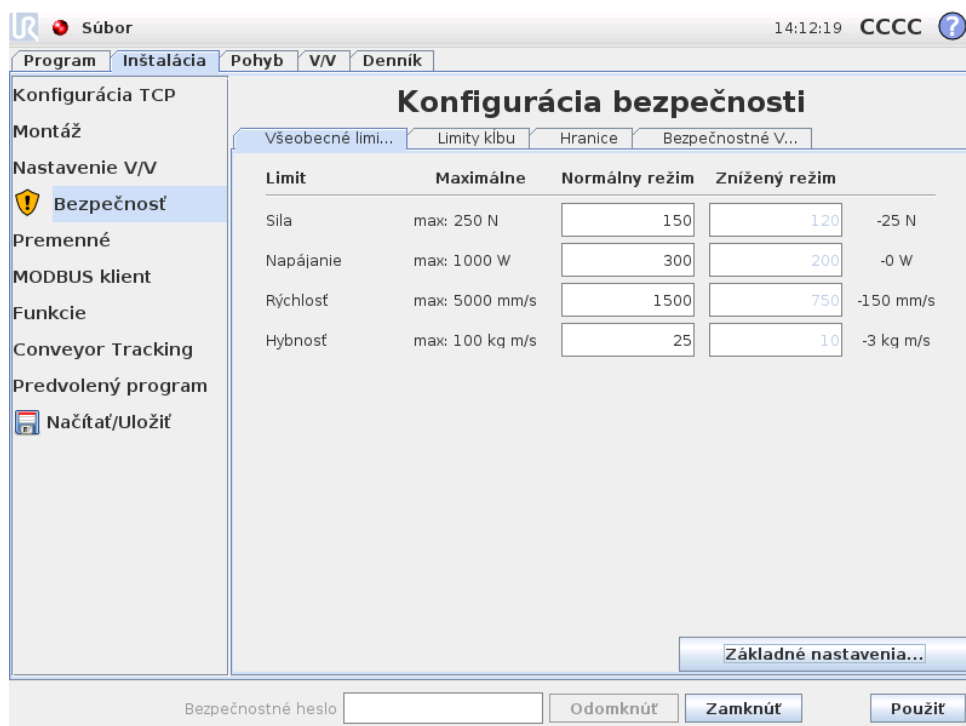
*Predvolené*: Určené na použitie v prípade, že sú ľudia sú si vedomí ramena robota a jeho užitočného zaťaženia a/alebo keď aplikácia nemá žiadne ostré hrany a nenesie nebezpečenstvo zovretia.

*Najmenej obmedzené*: Určené na použitie v prípade existencie malého rizika, že rameno robota alebo jeho užitočné zaťaženie trafi človeka, ako napr. vo vnútri strojov CNC za zábranami alebo na ťažko dosiahnuteľných miestach.

Tieto režimy sú len návrhy a vždy sa požaduje 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



Limit	Maximálne	Normálny režim	Znížený režim	
Sila	max: 250 N	150	120	-25 N
Napájanie	max: 1000 W	300	200	-0 W
Rýchlosť	max: 5000 mm/s	1500	750	-150 mm/s
Hybnosť	max: 100 kg m/s	25	10	-3 kg m/s

Tu je možné samostatne upraviť každý všeobecný limit popísaný v 15.9. Toto sa vykoná ťuknutím na príslušné textové pole a zadáním 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 15.11 a 15.12, 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 limit 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 15.3). 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.

## 15.10 Limity kĺbu



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 12.1.5) 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 15.11 a 15.12, 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 15.3). 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 15.11 a 15.12, 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.

## 15.11 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 12.12).

**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 keď sa rameno robota vypne hneď po odomknutí karty *Bezpečnosť*, funkcia *Nástroj* (obsahujúca aktuálnu polohu a orientáciu TCP robota), ako aj režim *Voľný chod* (pozrite si 12.1.5) nebudú dostupné.

Keď sa nachádzate v režime *Voľný chod* (pozrite si 12.1.5) 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*. Spúšťacie roviny dodržiavajú rovnaké pravidlá ako bežné bezpečnostné roviny okrem toho, že umožňujú ramenu robota cez ne prejsť.

### 15.11.1 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 15.11.2) v pravej časti panelu. Bezpečnostnú rovinu je možné vytvoriť v časti *Vlastnosti bezpečnostnej roviny* (pozrite si 15.11.3) 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 15.11.4) v spodnej časti karty.

Kliknutím na tlačidlo  /  zapnete/vypnete 3D vizualizáciu hraničného limitu. Ak je hraničný limit aktívny, *bezpečnostný režim* (pozrite si 15.11.3 a 15.11.4) je indikovaný jednou z nasledujúcich ikon  /  /  / .

### 15.11.2 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 vybratým hraničným limitom.

(Aktívne) 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. Malá šípka znázorňuje stranu roviny, ktorá *nespúšťa* a prechod do režimu *Znížený*. Ak sa vybrala bezpečnostná rovina na paneli v ľavej časti karty, zvýrazní sa príslušné 3D znázornenie.

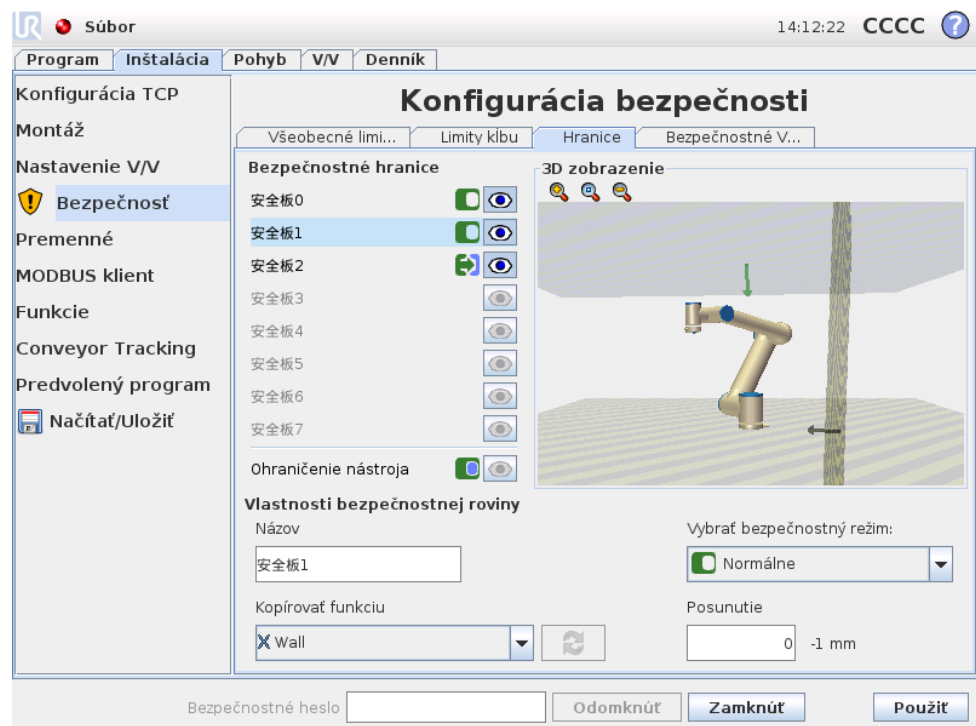
Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužeľa s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu nástroja robota. Vnútna strana kužeľa predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

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.

### 15.11.3 Konfigurácia bezpečnostnej roviny




Časť *Vlastnosti bezpečnostnej roviny* v spodnej časti karty definuje konfiguráciu vybratých 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 12.12) z aktuálnej inštalácie robota. Na výber funkcie použite 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 15.11.3), 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 *Bezpečnostná hranica*. 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 rovину 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*** Vykonanie programu sa preruší, keď sa poloha TCP chystá prekročiť aktívnu rovinu prísneho limitu mínus tolerancia (pozrite si 15.3), 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 15.5), 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 15.12, 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*.

### 15.11.4 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 12.12) z aktuálnej inštalácie robota. Os z vybratej funkcie sa použije ako vektor požadovanej orientácie nástroja pre tento limit.

Na výber funkcie použijete 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 voľičom funkcie. Kliknite na tlačidlo  vedľa voľiča, čím aktualizujete limit o aktuálnu orientáciu funkcie. Ikona  sa tiež zobrazí, ak sa vybraná funkcia odstráni z inštalácie.

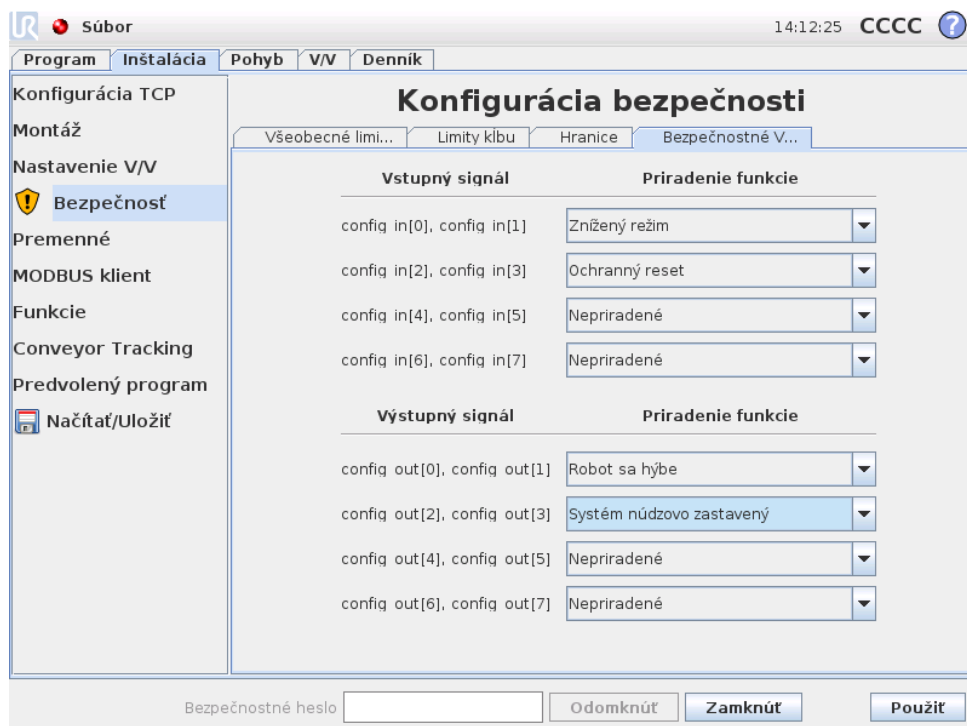
**Bezpečnostný režim** Na výber *bezpečnostného režimu* pre hranicu orientácie nástroja použijete rozbaľovaciu ponuku na pravej strane panelu *Vlastnosti hranice nástroja*, s nasledujúcimi dostupnými režimami: Sú k dispozícii nasledovné možnosti:

<input type="checkbox"/> Vypnuté	Hraničný limit nástroja nie je nikdy aktívny.
<input checked="" type="checkbox"/> Normálne	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Normálny</i> , hraničný limit nástroja je aktívny.
<input type="checkbox"/> Znížené	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Znížený</i> , hraničný limit nástroja je aktívny.
<input checked="" type="checkbox"/> 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 15.3), 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).

## 15.12 Bezpečnostné V/V



Táto obrazovka definuje *Bezpečnostné funkcie* pre konfigurovateľné vstupy a výstupy (V/V). V/V sa delia na vstupy a výstupy a sú párované tak, aby každej funkcii bola poskytnutá Kategória 3 a Pld V/V pre bezpečnosť (v prípade, že jeden z V/V by prestal byť spoľahlivý).

*Bezpečnostné funkcie* môžu ovládať len jednu dvojicu V/V. Pokus o výber rovnakej bezpečnostnej funkcie druhý krát odstráni túto funkciu z prvej dvojice pred tým definovaných V/V. Existujú 3 *Bezpečnostné funkcie* pre vstupné signály a 4 pre výstupné signály.

**Vstupné signály** Nasledujúce *Bezpečnostné funkcie* je možné vybrať pre vstupné signály:

- **Núdzové zastavenie:** Jej výber umožňuje získať alternatívne tlačidlo Núdzového zastavenia okrem toho, ktoré sa nachádza na ručnom ovládacom paneli. Toto poskytne tú istú funkciu, ako poskytuje tlačidlo Núdzového zastavenia na ručnom ovládacom paneli, keď je pripojené zariadenie zhodné s normou ISO 13850:2006 .
- **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 15.5, kde nájdete bližšie informácie). Keď vyberiete túto vstupnú bezpečnostnú funkciu, nízky signál vyslaný do vstupov spôsobí prechod 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 15.11.3, kde nájdete bližšie informácie).
- **Ochranný reset:** Ak je Ochranné zastavenie zapojené do bezpečnostných V/V, potom sa Ochranný reset 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 ochranného zastavenia dosiahne vysokú hodnotu! Inými slovami, bez vstupu Ochranný reset, vstupy Ochranné zastavenie SI0 a SI1 (pozrite si Príručka inštalácie hardvéru) úplne určujú, či sa stav ochranné zastavenia aktivuje alebo nie.

**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, keď sa spustí stav Núdzového zastavenia bezpečnostného systému. V opačnom prípade sa nachádza v stave vysokého signálu.
- 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.