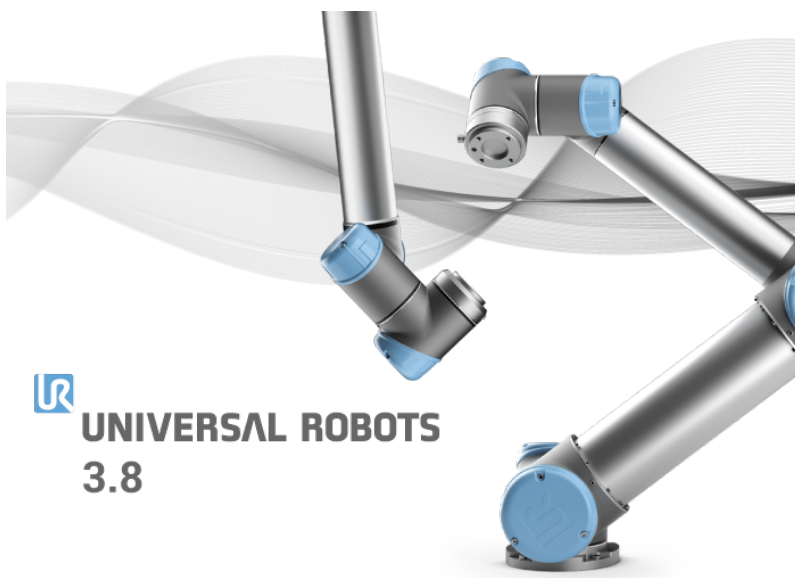




# UNIVERSAL ROBOTS

## Príručka PolyScope



**Verzia 3.8**

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 © 2009–2018 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 Konfigurácia zabezpečenia</b>	<b>II-3</b>
10.1 Úvod . . . . .	II-3
10.2 Zmena konfigurácie zabezpečenia . . . . .	II-4
10.3 Synchronizácia zabezpečenia a chyby . . . . .	II-5
10.4 Tolerancie . . . . .	II-6
10.5 Bezpečnostný kontrolný súčet . . . . .	II-6
10.6 Bezpečnostné režimy . . . . .	II-6
10.7 Režim Voľný chod . . . . .	II-7
10.7.1 Spätný chod . . . . .	II-7
10.8 Ochrana heslom . . . . .	II-8
10.9 Použiť . . . . .	II-8
10.10 Všeobecné limity . . . . .	II-9
10.11 Limity kĺbu . . . . .	II-11
10.12 Hranice . . . . .	II-12
10.12.1 Výber hranice pre konfiguráciu . . . . .	II-13
10.12.2 3D vizualizácia . . . . .	II-13
10.12.3 Konfigurácia bezpečnostnej roviny . . . . .	II-14
10.12.4 Konfigurácia ohraničenia nástroja . . . . .	II-17
10.13 Bezpečnostné V/V . . . . .	II-18
10.13.1 Vstupné signály . . . . .	II-19
10.13.2 Výstupné signály . . . . .	II-20
<b>11 Spustiť programovanie</b>	<b>II-23</b>
11.1 Úvod . . . . .	II-23
11.2 Začíname . . . . .	II-23
11.2.1 Inštalácia ramena robota a riadiacej skrinky . . . . .	II-24
11.2.2 Zapnutie a vypnutie riadiacej skrinky . . . . .	II-24
11.2.3 Zapnutie a vypnutie ramena robota . . . . .	II-24
11.2.4 Rýchly štart . . . . .	II-24
11.2.5 Prvý program . . . . .	II-25
11.3 Programovacie rozhranie PolyScope . . . . .	II-26
11.4 Uvítacia obrazovka . . . . .	II-28
11.5 Inicializačná obrazovka . . . . .	II-29
<b>12 Editory na obrazovke</b>	<b>II-31</b>
12.1 Editor výrazov na obrazovke . . . . .	II-31
12.2 Obrazovka úpravy pozície . . . . .	II-31

<b>13 Ovládanie robota</b>	<b>II-35</b>
13.1 Karta Pohyb . . . . .	II-35
13.1.1 Robot . . . . .	II-35
13.1.2 Funkcia a poloha nástroja . . . . .	II-36
13.1.3 Pohyb nástroja . . . . .	II-36
13.1.4 Pohyb kĺbov . . . . .	II-36
13.1.5 Voľný chod . . . . .	II-36
13.2 Karta V/V . . . . .	II-37
13.3 MODBUS . . . . .	II-38
13.4 Karta Automatický pohyb . . . . .	II-38
13.5 Inštalácia → Načítať /uložiť . . . . .	II-40
13.6 Inštalácia → Konfigurácia TCP . . . . .	II-41
13.6.1 Pridanie, premenovanie, úprava a odstránenie TCP . . . . .	II-41
13.6.2 Predvolený a aktívny TCP . . . . .	II-41
13.6.3 Učenie polohy TCP . . . . .	II-42
13.6.4 Učenie orientácie TCP . . . . .	II-43
13.6.5 Zaťaženie . . . . .	II-43
13.6.6 Ťažisko . . . . .	II-43
13.7 Inštalácia → Montáž . . . . .	II-44
13.8 Inštalácia → Nastavenie V/V . . . . .	II-45
13.8.1 Typ signálu V/V . . . . .	II-45
13.8.2 Priradenie používateľom definovaných názvov . . . . .	II-46
13.8.3 Akcie V/V a ovládanie na karte V/V . . . . .	II-46
13.9 Inštalácia → Bezpečnosť . . . . .	II-46
13.10 Inštalácia → Premenné . . . . .	II-47
13.11 Inštalácia → Nastavenie V/V klienta protokolu MODBUS . . . . .	II-48
13.12 Funkcie → inštalácie . . . . .	II-51
13.12.1 Použitie funkcie . . . . .	II-52
13.12.2 Nový bod . . . . .	II-53
13.12.3 Nová priamka . . . . .	II-54
13.12.4 Funkcia roviny . . . . .	II-55
13.12.5 Príklad: Manuálna aktualizácia funkcie za účelom úpravy programu . . . . .	II-56
13.12.6 Príklad: Dynamická aktualizácia pozície funkcie . . . . .	II-57
13.13 Nastavenie sledovania dopravníka . . . . .	II-57
13.14 Hladký prechod medzi bezpečnostnými režimami . . . . .	II-59
13.14.1 Úprava nastavení zrýchlenia/spomalenia . . . . .	II-59
13.15 Inštalácia → Predvolený program . . . . .	II-59
13.16 Karta Denník . . . . .	II-61
13.16.1 Výkazy o chybe pri ukladaní . . . . .	II-61
13.17 Obrazovka Načítanie . . . . .	II-62
13.18 Karta Chod . . . . .	II-64
<b>14 Programovanie</b>	<b>II-67</b>
14.1 Nový program . . . . .	II-67
14.2 Karta Program . . . . .	II-68
14.2.1 Programový strom . . . . .	II-68
14.2.2 Indikácia vykonávania programu . . . . .	II-69

14.2.3	Tlačidlo Vyhľadať . . . . .	II-69
14.2.4	Tlačidlá Späť / Znova . . . . .	II-70
14.2.5	Ovládací panel programu . . . . .	II-70
14.3	Premenné . . . . .	II-71
14.4	Príkaz: Prázdne . . . . .	II-71
14.5	Príkaz: Pohyb . . . . .	II-72
14.6	Príkaz: Pevný traťový bod . . . . .	II-75
14.7	Príkaz: Relatívny traťový bod . . . . .	II-80
14.8	Príkaz: Premennivý traťový bod . . . . .	II-81
14.9	Príkaz: Čakať . . . . .	II-82
14.10	Príkaz: Nastaviť . . . . .	II-82
14.11	Príkaz: Automaticky otvárané okná . . . . .	II-83
14.12	Príkaz: Zastaviť . . . . .	II-84
14.13	Príkaz: Poznámka . . . . .	II-84
14.14	Príkaz: Adresár . . . . .	II-85
14.15	Príkaz: Slučka . . . . .	II-85
14.16	Príkaz: Podprogram . . . . .	II-86
14.17	Príkaz: Priradenie . . . . .	II-87
14.18	Príkaz: Ak . . . . .	II-88
14.19	Príkaz: Skript . . . . .	II-89
14.20	Príkaz: Udalosť . . . . .	II-90
14.21	Príkaz: Vsunutá postupnosť . . . . .	II-91
14.22	Príkaz: Prepnutie . . . . .	II-91
14.22.1	Časovač . . . . .	II-92
14.23	Príkaz: Obrázec . . . . .	II-93
14.24	Príkaz: Sila . . . . .	II-94
14.25	Príkaz: Paleta . . . . .	II-97
14.26	Príkaz: Hľadať . . . . .	II-98
14.27	Príkaz: Sledovanie dopravníka . . . . .	II-101
14.28	Príkaz: Potlačiť . . . . .	II-102
14.29	Karta Grafika . . . . .	II-102
14.30	Karta Štruktúra . . . . .	II-103
14.31	Karta Premenné . . . . .	II-104
14.32	Príkaz: Inicializácia premenných . . . . .	II-105
<b>15</b>	<b>Obrazovka Nastavenie</b>	<b>II-107</b>
15.1	Jazyky a jednotky . . . . .	II-108
15.2	Aktualizovať robot . . . . .	II-109
15.3	Nastaviť heslo . . . . .	II-110
15.4	Kalibrovať obrazovku . . . . .	II-111
15.5	Nastaviť sieť . . . . .	II-111
15.6	Nastaviť čas . . . . .	II-112
15.7	Nastavenie URCap . . . . .	II-113



**Časť II**

**Príručka PolyScope**



# 10 Konfigurácia zabezpečenia

## 10.1 Úvod

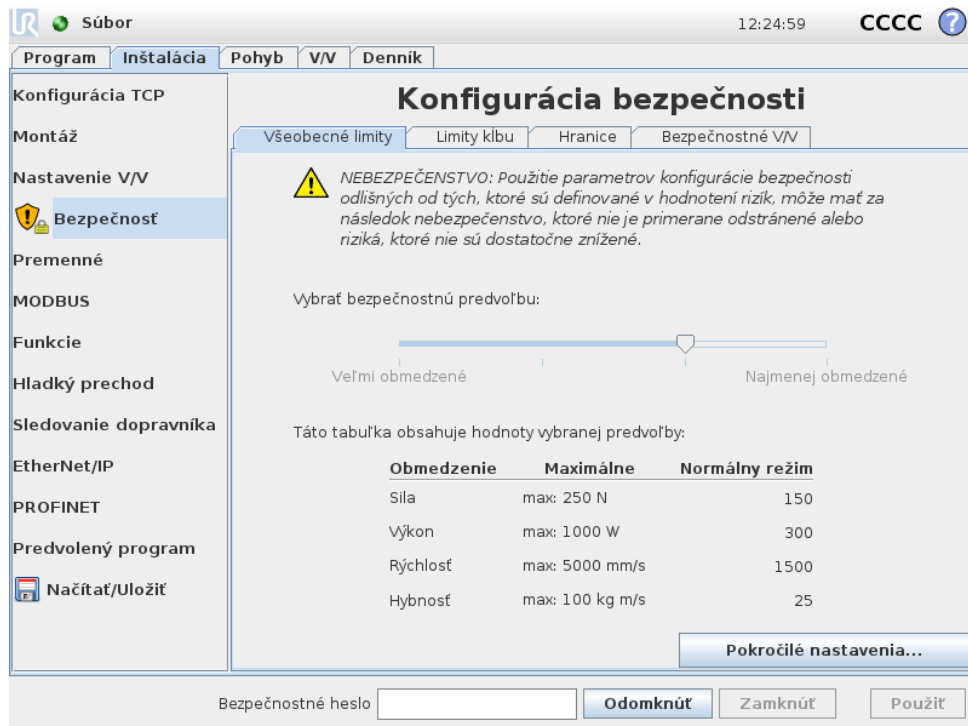
Robot je vybavený pokročilým bezpečnostným systémom. V závislosti od špecifických charakteristík pracovného priestoru robota, nastavenia bezpečnostného systému sa musia nakonfigurovať tak, aby garantovali bezpečnosť celého personálu a zariadení v okolí robota. Použitie nastavení definovaných v hodnotení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



### NEBEZPEČENSTVO:

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

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



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

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

## 10.2 Zmena konfigurácie zabezpečenia

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


Odporúčaný postup zmeny konfigurácie bezpečnosti je nasledovný:


### 10.3 Synchronizácia zabezpečenia a chyby

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

### 10.3 Synchronizácia zabezpečenia 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 zabezpečenia.

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

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

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

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

1. Vyriešte tieto problémy, aby ste odstránili všetky chyby. Toto bude viditeľné, keď červená ikona chyby už nebude zobrazená vedľa textu *Bezpečnosť* na ľavej strane obrazovky.
2. Vráťte sa späť na predtým používanú konfiguráciu zabezpečenia. 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 zabezpečenia v systéme a vykoná sa reštart. Poznámka: Toto neznamená, že sa zmeny uložili. Vypnutie robota v tomto bode spôsobí stratu všetkých zmien vykonaných v inštalácii robota, vrátane konfigurácie zabezpečenia.
2. Vráťte sa späť na predtým používanú konfiguráciu zabezpečenia. Toto zruší všetky zmeny a umožní vám to pokračovať na vybranú požadovanú lokalitu.

## 10.4 Tolerancie

*Rameno obota* používa zabudované tolerancie, ktoré bránia narušeniu bezpečnosti. Bezpečná tolerancia je rozdiel medzi bezpečným limitom a maximálnou prevádzkovou hodnotou. Napríklad všeobecná tolerancia rýchlosti je  $-150\text{mm/s}$ . To značí, že ak používateľ nakonfiguruje limity rýchlosti  $250\text{mm/s}$ , maximálna prevádzková rýchlosť bude  $250 - 150 = 100\text{mm/s}$ . Bezpečná tolerancia bráni narušeniu bezpečnosti a zároveň umožňuje fluktuáciu v správaní programu. Napríklad pri práci s ťažkým nákladom môže dôjsť k situácii, kde musí *rameno robota* pri sledovaní naprogramovanej trajektórie chvíľu pracovať nad maximálnou prevádzkovou rýchlosťou. Príklad takejto situácie je na obrázku 10.1.



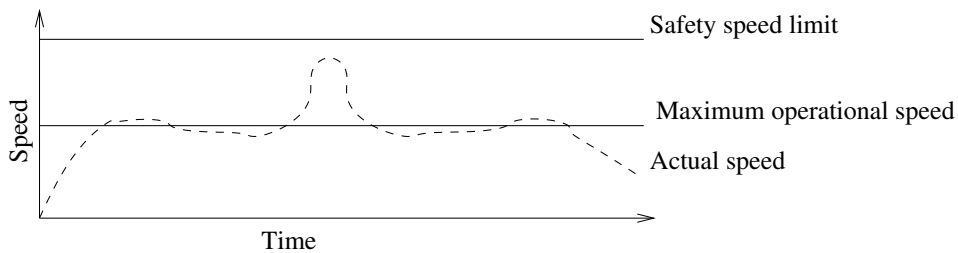
### VÝSTRAHA:

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.



Obr. 10.1: Príklad bezpečnostnej tolerancie.

## 10.5 Bezpečnostný kontrolný súčet

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

## 10.6 Bezpečnostné režimy

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

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

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

*Režim obnovy:* Keď rameno robota poruší jeden z ostatných režimov (t.j. režim *Normálny* alebo *Znížený*) a vyskytne sa zastavenie kategórie 0<sup>1</sup>, rameno robota sa spustí v režime **Obnova**. Tento režim robotovi umožňuje pomaly sa vrátiť na povolené miesto pomocou karty **Pohyb** alebo **Voľný chod**. V tomto režime nie je možné spúšťať programy pre robota.



#### VÝSTRAHA:

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

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

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

## 10.7 Režim Voľný chod

Keď sa nachádzate v režime *Voľný chod* (pozrite si 13.1.5) a pohyb ramena robota sa priblíži k určitým limitom, používateľ pocíti odpudzujúcu silu. Táto sila sa generuje pre limity polohy, orientácie a rýchlosti TCP robota a polohy a rýchlosti kĺbov.

Účelom tejto odpudzujúcej sily je informovať používateľa o tom, že aktuálna poloha alebo rýchlosť sa blíži k limitu a tým predchádzať tomu, aby robot prekročil daný limit. Avšak ak používateľ aplikuje dostatočnú silu na rameno robota, limit je možné prekročiť. Veľkosť sily sa zvyšuje, keď sa rameno robota približuje k limitu.

### 10.7.1 Spätný chod

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

Zapnutie *spätného chodu*:

1. Zapnite vypínač, čím sa kĺby pripoja do napájania. Robot je teraz v režime „voľnobehu“. Neuvoľňujte brzdy (t. j. nestláčajte START).

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

2. Stlačte a podržte tlačidlo *Vol'ný chod*. Robot sa prepne do režimu „Spätný chod“.
3. Kým je zapnuté/stlačené tlačidlo *Vol'ný chod*, na kĺboch sa uvoľnia len tie brzdy, na ktoré sa vyvinie značný tlak. Počas prevádzky v *spätnom chode* sa robot pohybuje ťažkopádne.

## 10.8 Ochrana heslom

Všetky nastavenia na tejto obrazovke sa uzamknú, kým sa zadá správne bezpečnostné heslo (pozrite si 15.3) do 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.



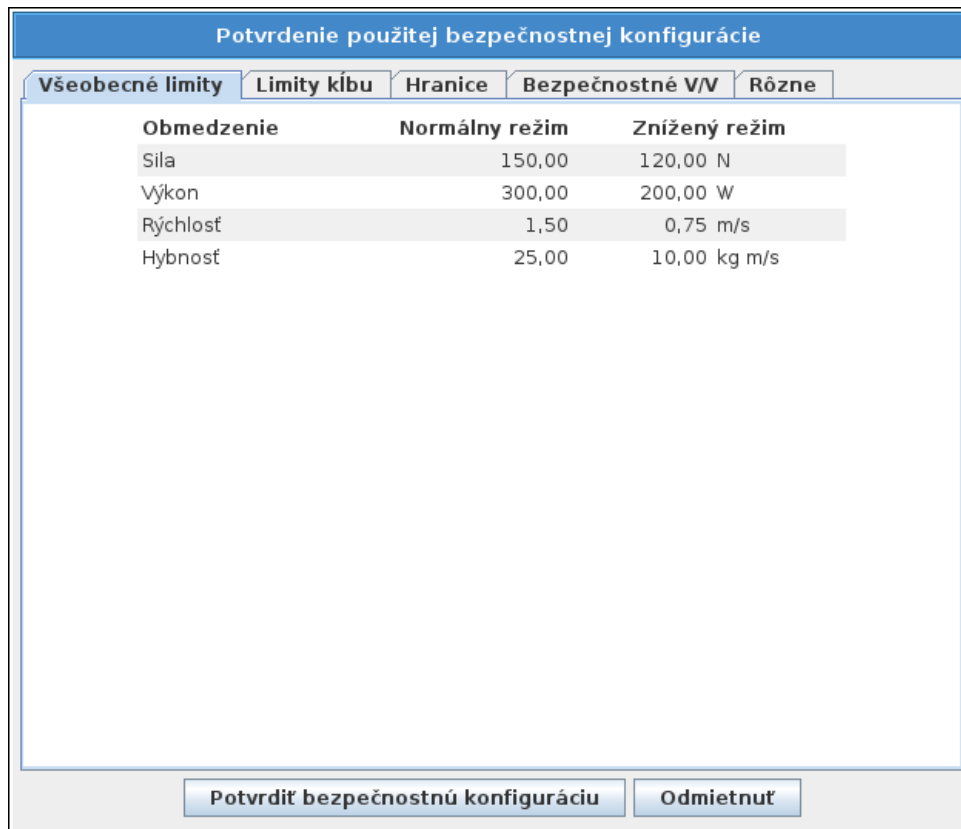
### POZNÁMKA:

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

## 10.9 Použit'

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

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



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

## 10.10 Všeobecné limity

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

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

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

**Rýchlosť:** Limit maximálnej lineárnej rýchlosti TCP robota.

**Hybnosť:** Limit maximálnej hybnosti ramena robota.

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

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

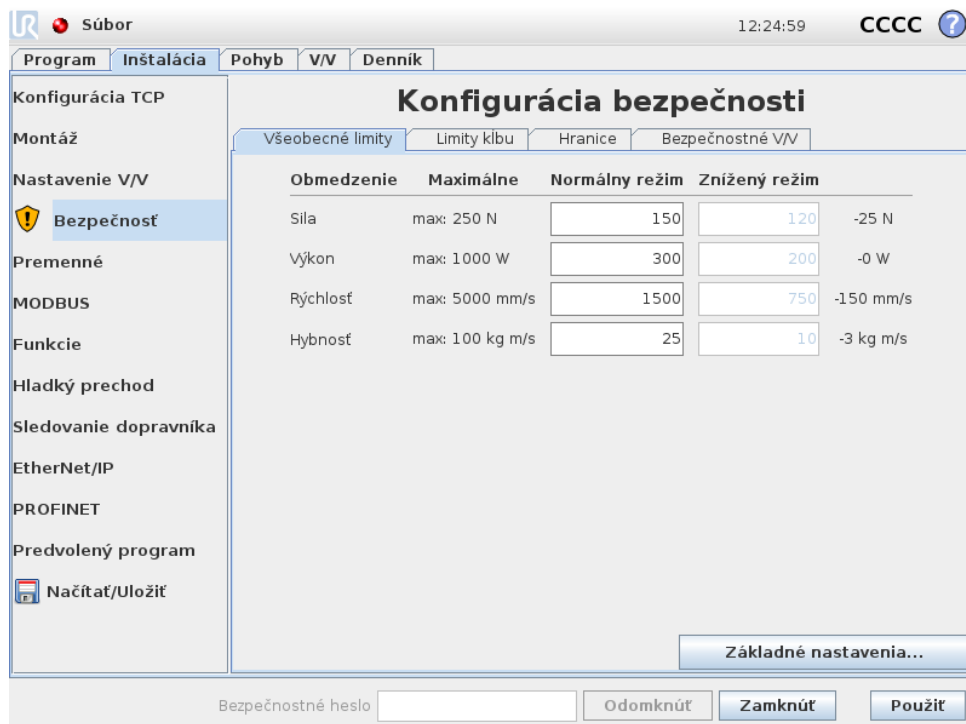
Keď sa nachádzate v režime *Vol'ný chod* (pozrite si 13.1.5) a aktuálna rýchlosť TCP robota je blízko limitu *Rýchlosti*, používateľ bude cítiť odpudzujúcu silu, ktorá rastie s tým ako sa rýchlosť blíži k limitu. Sila sa generuje, keď sa aktuálna rýchlosť nachádza približne 250 mm/s od limitu.

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

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

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

### Pokročilé nastavenia



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

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

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

**VÝSTRAHA:**

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

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

## 10.11 Limity kĺbu

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

Limity kĺbu obmedzujú pohyb jednotlivých kĺbov v kĺbovom priestore, t.j. nevzťahujú sa na karteziánsky priestor, ale skôr na vnútornú (rotačnú) polohu kĺbov a ich rotačnú rýchlosť. Prepínače v hornej časti podpanelu umožňujú nezávisle nastaviť 'Maximálnu rýchlosť' a 'Rozsah polohy' pre kĺby.

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

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

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

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

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

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

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

## 10.12 Hranice

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

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



### VÝSTRAHA:

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

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

**POZNÁMKA:**

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

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







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

### 10.12.1 Výber hranice pre konfiguráciu


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

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

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

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

### 10.12.2 3D vizualizácia

3D zobrazenie zobrazuje konfigurované bezpečnostné roviny a hraničný limit orientácie pre nástroj robota spolu s aktuálnou polohou ramena robota. Všetky konfigurované položky hranice, pri ktorých je vybratá možnosť viditeľnosti (t.j., zobrazujú ikonu ) v časti *Bezpečnostné hranice*, sú zobrazené spolu s aktuálnym 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. Spúšťačie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou. Malá šípka znázorňuje stranu roviny, ktorá *nespúšťa* prechod do režimu *Znížený*. Ak sa vybrala bezpečnostná rovina na paneli v ľavej časti karty, zvýrazní sa príslušné 3D znázornenie.

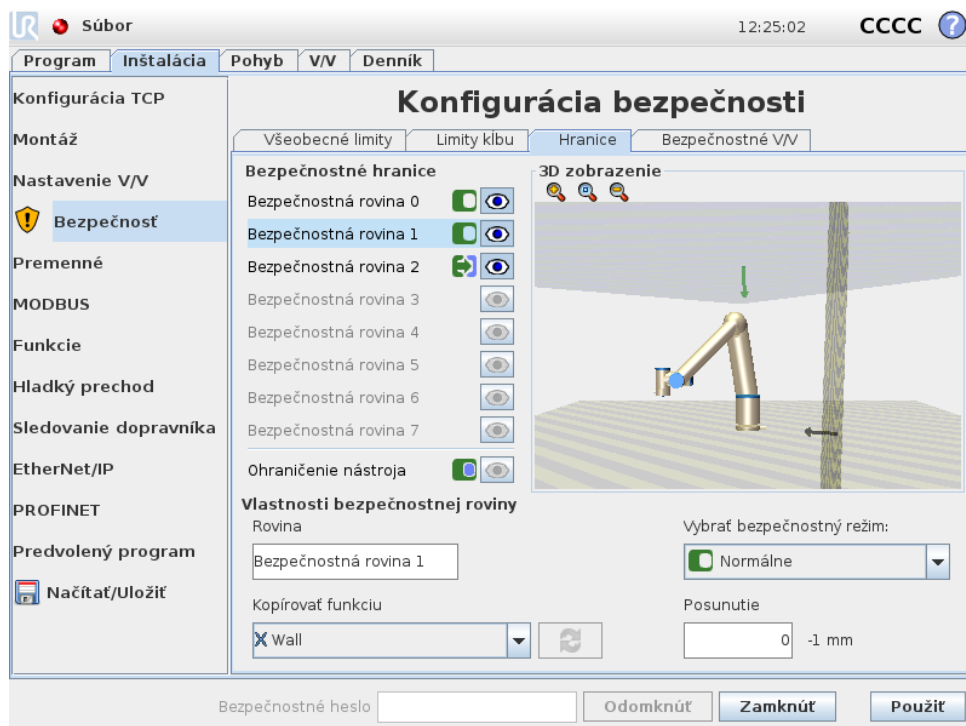
Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužeľa s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu nástroja robota. Vnútorňa strana kužeľa predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

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.

### 10.12.3 Konfigurácia bezpečnostnej roviny

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






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

**Kopírovať funkciu** Poloha a normálna hodnota bezpečnostnej roviny sa špecifikuje použitím funkcie (pozrite si 13.12) z aktuálnej inštalácie robota. Na výber funkcie 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 vybraná funkcia **Základňa**, keby normálna hodnota roviny smeruje do rovnakého smeru. Ak je rovina nakonfigurovaná ako *spustiť režim Znížený*, (pozrite si 10.12.3), normála roviny indikuje stranu roviny, ktorá *nespúšťa* a prechod do režimu *Znížený*.

Upozorňujeme, že keď sa bezpečnostná rovina nakonfigurovala pomocou výberu funkcie, informácie o polohe sa len *skopírujú* do bezpečnostnej roviny; rovina *nie je* prepojená s touto fun-

Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

kciou. 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 vybraná funkcia odstráni z inštalácie.

**Bezpečnostný režim** Na výber *bezpečnostného režimu* pre bezpečnostnú rovinu použite 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.

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

**Posunutie** Keď sa vyberie funkcia z rozbaľovacieho zoznamu v dolnej ľavej časti panelu *Vlastnosti bezpečnostnej roviny*, bezpečnostnú rovinu je možné preložiť ťuknutím na textové pole *Posunutie* dolnej pravej časti panela a zadaním 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 rovin *prísneho limitu*** Vykonanie programu sa preruší, keď sa poloha TCP chystá prekročiť aktívnu rovinu prísneho limitu mínus tolerancia (pozrite si 10.4), ak pokračuje v pohybe pozdĺž predpokladanej trajektórie. Všimnite si, že znamienko mínus zobrazené s hodnotou tolerancie sa tam nachádza len z dôvodu indikácie, že tolerancia sa odpočítava od skutočnej zadanej hodnoty. Bezpečnostný systém vykoná zastavenie kategórie 0, ak poloha TCP prekročí špecifický limit bezpečnostnej roviny (bez tolerancie).

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

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

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

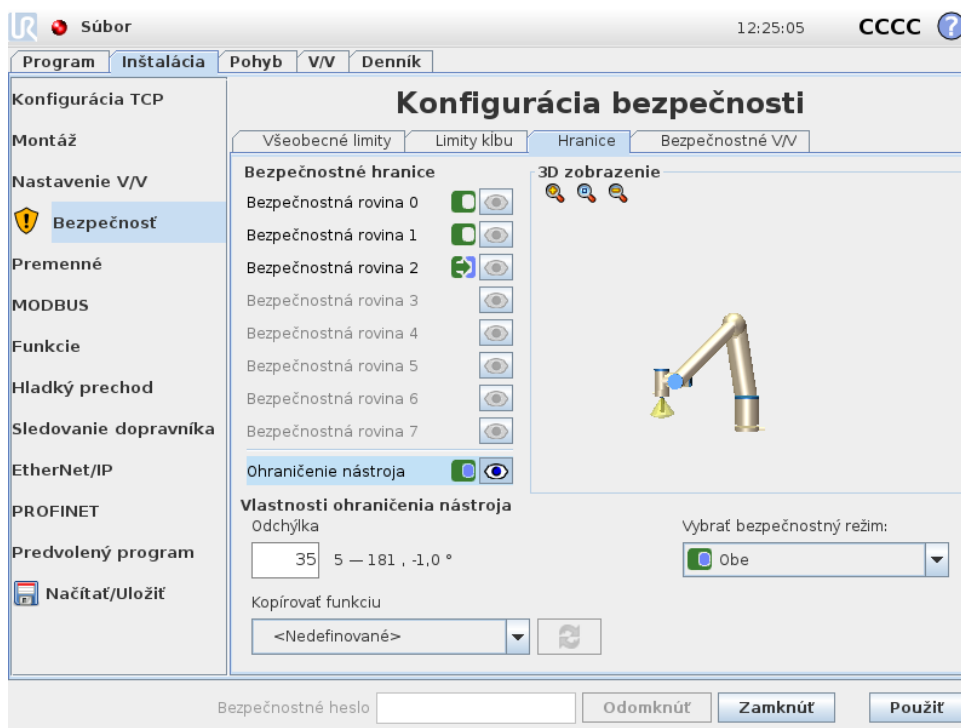
Ak žiadna z vyššie uvedených situácií už neplatí, systém sa vráti späť do režimu *Normálny*.

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

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

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

### 10.12.4 Konfigurácia ohraničenia nástroja






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

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

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

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

Na výber funkcie použite rozbaľovací zoznam v dolnej ľavej časti **Vlastnosti ohraničenia nástroja**. Sú dostupné len funkcie typu bod a rovina. Výber položky **<Undefined>** vymaže konfiguráciu roviny.

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

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

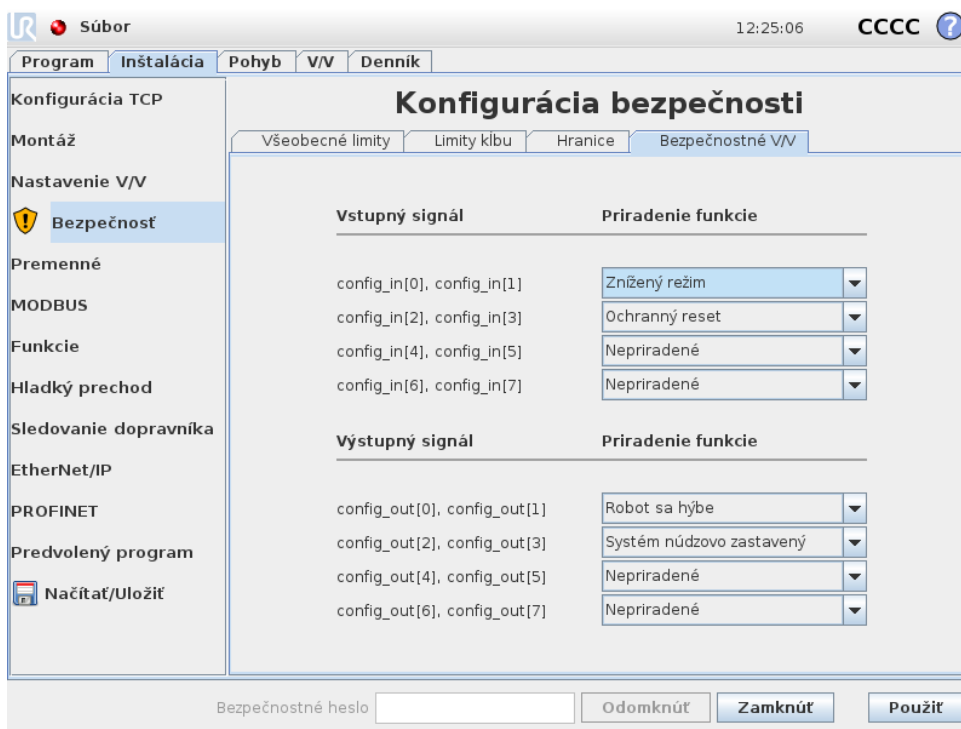
<input type="checkbox"/> Vypnuté	Hraničný limit nástroja nie je nikdy aktívny.
<input checked="" type="checkbox"/> Normálne	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <i>Normálny</i> , hraničný limit nástroja je aktívny.
<input type="checkbox"/> Znížené	Keď sa bezpečnostný systém nachádza v režime <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 poločke na paneli Bezpečnostné hranice. Ak sa *bezpečnostný režim* nastaví na *Vypnutý*, nie je zobrazená žiadna ikona.

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

Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

## 10.13 Bezpečnostné V/V



Táto obrazovka definuje *Bezpečnostné funkcie* pre konfigurovateľné vstupy a výstupy (V/V). V/V sú rozdelené medzi vstupy a výstupy, a sú spárované tak, aby každá funkcia poskytovala

kategóriu <sup>2</sup> 3 a PLd V/V.

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

Poznámka: Použitie bezpečnostnej funkcie na súpravu kolíkov prepíše všetky úkony V/V špecifikované pre kolíky v nastavení V/V (pozri 13.8).

### 10.13.1 Vstupné signály

Nasledujúce *Bezpečnostné funkcie* je možné vybrať pre vstupné signály: Núdzové zastavenie systému, Znížený režim, Ochranný reset, Zariadenie na zapnutie 3 polôh a Prevádzkový režim.

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

**Znížený režim** Všetky bezpečnostné limity majú dva režimy, v ktorých sa môžu použiť: Režim *Normálny*, ktorý špecifikuje predvolenú bezpečnostnú konfiguráciu a režim *Znížený* (pozrite si 10.6, kde nájdete bližšie informácie). Keď vyberiete túto vstupnú bezpečnostnú funkciu, nízky signál vyslaný do vstupov spôsobí prechod bezpečnostného systému do režimu *Znížený*. Ak je to potrebné, rameno robota následne spomalí, aby splnilo limit režimu *Znížený*. Ak rameno robota stále porušuje nejaké limity režimu *Znížený*, vykoná sa zastavenie kategórie 0. Prechod späť do režimu *Normálny* sa vykoná rovnakým spôsobom. Všimnite si, že bezpečnostné roviny tiež spôsobujú prechod do režimu *Znížený* (pozrite si 10.12.3, kde nájdete bližšie informácie).

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





#### VÝSTRAHA:

Vstupná funkcia Ochranný reset je konfigurovaná pre vstupné kolíky 0 a 1. Jeho úplné zakázanie znamená, že sa rameno robota prestane zastavovať hneď, keď vstup Ochranné zastavenie dosiahne vysokú hodnotu! Inými slovami, bez vstupu Ochranný reset vstupy Ochranné zastavenie SI0 a SI1 (pozrite si Príručka inštalácie hardvéru) úplne určujú, či sa stav ochranné zastavenia aktivuje alebo nie.

**Zariadenie na zapnutie 3 polôh a Prevádzkový režim** Počas nastavenia a programovania robota umožňujú použiť trojpolohové povoľovacie zariadenie ako ďalšie ochranné opatrenie. Keď sa nakonfiguruje vstup Zariadenie na zapnutie 3 polôh, robot sa nachádza buď v „režime prevádzky“, alebo „režime programovania“. V pravom hornom rohu sa objaví ikona zobrazujúca aktuálny prevádzkový režim:

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

-  **Režim prevádzky:** Robot môže vykonávať len preddefinované úlohy. Karta Pohyb a režim Voľný pohyb nie sú dostupné.
-  **Režim programovania:** Obmedzenia prítomné v režime prevádzky sa zrušia. Avšak vždy, keď je vstup Zariadenie na zapnutie 3 polôh nízky, prebehne ochranné zastavenie robota. Jazdec rýchlosti sa taktiež nastaví na počiatočnú hodnotu, ktorá zodpovedá 250 mm/s a môže sa postupne zvyšovať, aby sa dosiahla vyššia rýchlosť. Jazdec rýchlosti sa resetuje na nižšiu hodnotu vždy, keď vstup Zariadenie na zapnutie 3 polôh prejde z nízkej hodnoty na vysokú.

Existujú dva postupy pre konfiguráciu výberu prevádzkového režimu:

1. Ak chcete vybrať prevádzkový režim použitím externého zariadenia pre výber režimu, nakonfigurujte vstup Prevádzkový režim. Možnosť pre jeho konfiguráciu sa objaví v rozbaľovacích ponukách, keď sa nakonfiguruje vstup Zariadenie na zapnutie 3 polôh. Robot bude v režime prevádzky, keď vstup Prevádzkový režim je nízky a v režime programovania, keď je vysoký.
2. Aby sa vybral prevádzkový režim z rozhrania Polyscope, musí sa nakonfigurovať len vstup Zariadenie na zapnutie 3 polôh, ktorý sa následne použijú v bezpečnostnej konfigurácii. V tomto prípade je predvolený režim Prevádzka. Aby ste prepli na režim programovania, stlačte tlačidlo „Programovať robota“ na uvítacej obrazovke. Aby ste prepli naspäť na režim prevádzky, jednoducho opustíte obrazovku „Programovať robota“.



#### POZNÁMKA:

- Po potvrdení konfigurácie bezpečnostných V/V s potvrdeným vstupom Zariadenie na zapnutie 3 polôh sa automaticky zobrazí uvítacia obrazovka. Uvítacia obrazovka sa tiež automaticky zobrazí, keď sa prevádzkový režim zmení z Programovanie na Prevádzka.
- Ak použijete fyzický volič režimu, musí presne spĺňať normu ISO 10218-1: článok 5.7.1 pre výber.
- Trojpolohový prepínač, jeho správanie, vlastnosti a prevádzka musia presne spĺňať normu ISO 10218-1: článok 5.8.3 na zapínanie zariadení.

### 10.13.2 Výstupné signály

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

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

**POZNÁMKA:**

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

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

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

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

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



Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

# 11 Spustiť programovanie

## 11.1 Úvod

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

PolyScope je grafické používateľské rozhranie (GUI), ktoré 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. Obrazovky a funkcie rozhrania PolyScope sú podrobnejšie vysvetlené nižšie.

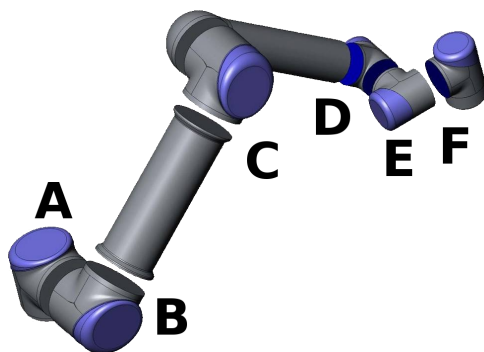


### NEBEZPEČENSTVO:

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

## 11.2 Začíname

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



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

### 11.2.1 Inštalácia ramena robota a riadiacej skrinky

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

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



**VÝSTRAHA:**

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

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

### 11.2.2 Zapnutie a vypnutie riadiacej skrinky

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

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



**VÝSTRAHA:**

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

### 11.2.3 Zapnutie a vypnutie ramena robota

Rameno robota možno zapnúť, ak je zapnutá riadiaca skrinka a ak nie je aktivované žiadne z tlačidiel núdzového zastavenia. Zapnutie ramena robota sa vykonáva na inicializačnej obrazovke (pozrite si 11.5) dotykovo tlačidlom 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 dotykovo tlačidlom VYP na inicializačnej obrazovke. Rameno robota sa tiež automaticky vypne po vypnutí riadiacej skrinky.

### 11.2.4 Rýchly štart

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

1. Stlačte spínač núdzového zastavenia na prednej strane ručného ovládacieho panela.

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

### 11.2.5 Prvý program

Program je zoznam príkazov, ktorý robotovi hovorí, čo má robiť. PolyScope umožňuje programovať robot aj ľuďom s minimálnymi skúsenosťami s programovaním. Pri väčšine úloh sa programovanie vykonáva čisto pomocou dotykového panela bez písania akýchkoľvek šifrovaných príkazov.

Pohyb nástroja je súčasťou programu robota, ktorý učí rameno robota, ako sa pohybovať. V PolyScope sa pohyb nástroja nastavuje pomocou série **traťových bodov**. Kombinácia traťových bodov tvorí trať, po ktorej sa hýbe rameno robota. Traťový bod sa nastavuje v karte **Pohyb** ručným presunutím (učením) robota do určitej polohy alebo sa dá vypočítať softvérom. Na presun ramena robota do želanej polohy použijete kartu **Pohyb** (pozri 13.1) alebo ho pohyb naučte presunutím ramena na miesto, pričom stlačte a podržte tlačidlo **Voľný pohyb** ručného ovládacieho panela.

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

Ukážeme vám jednoduchý program, ktorý zapnutému ramenu robota umožňuje presun medzi dvomi traťovými bodmi.

1. Ťuknite na tlačidlo **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.
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.

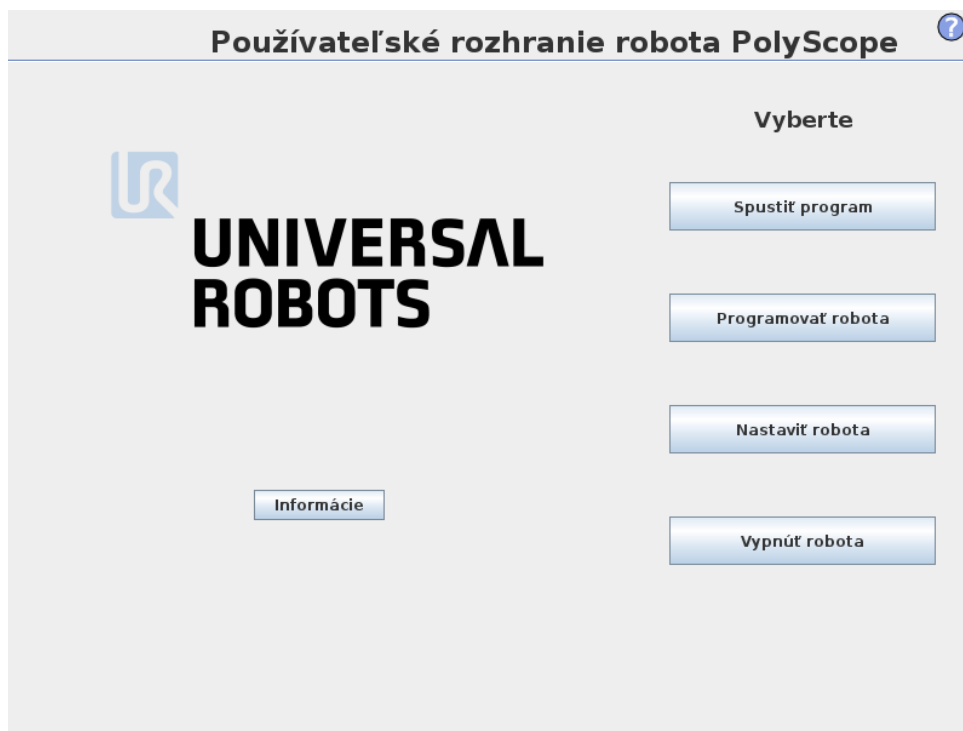
**VÝSTRAHA:**

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.

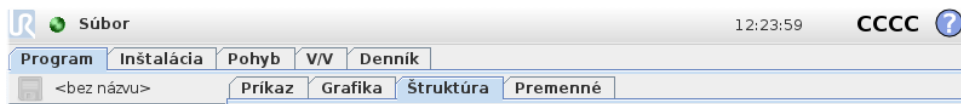
---

## 11.3 Programovacie rozhranie PolyScope

Rozhranie PolyScope beží na dotykovej obrazovke pripojenej k riadiacej skrinke.



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

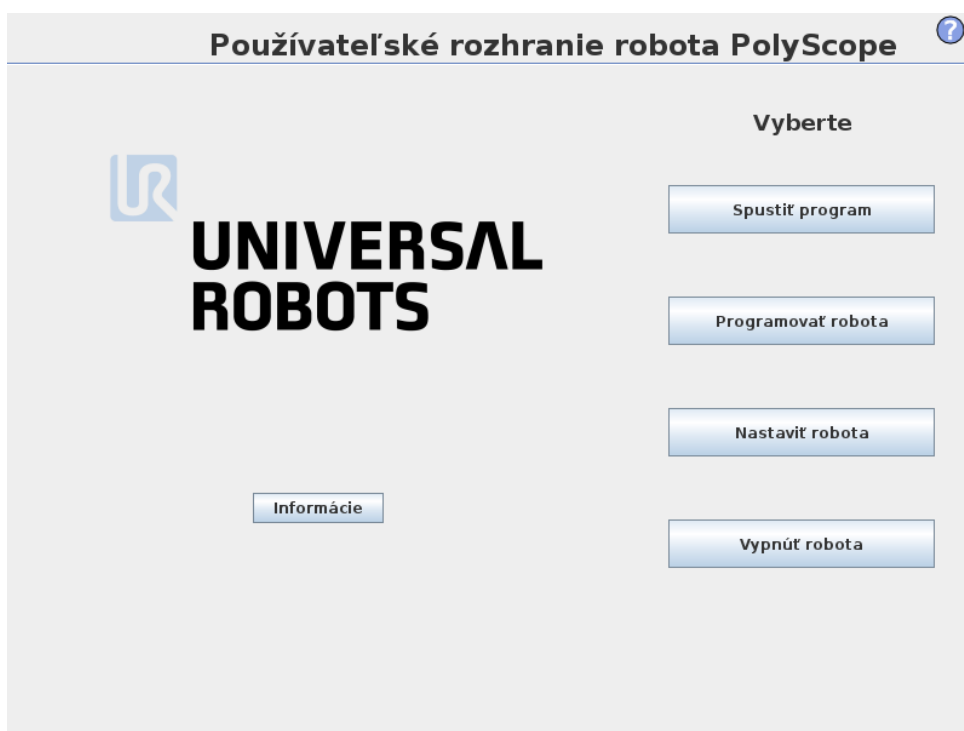


V tomto príklade je vybraná karta **Program** na hornej úrovni a pod ňou je vybraná karta **Štruktúra**. Karta **Program** obsahuje informácie týkajúce sa aktuálne načítaného programu. Ak sa vyberie karta **Move**, zobrazí sa obrazovka **Pohyb**, z ktorej možno pohybovať robotom. Podobne výberom karty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

Jednotlivé obrazovky rozhrania PolyScope sú opísané v nasledujúcich častiach.

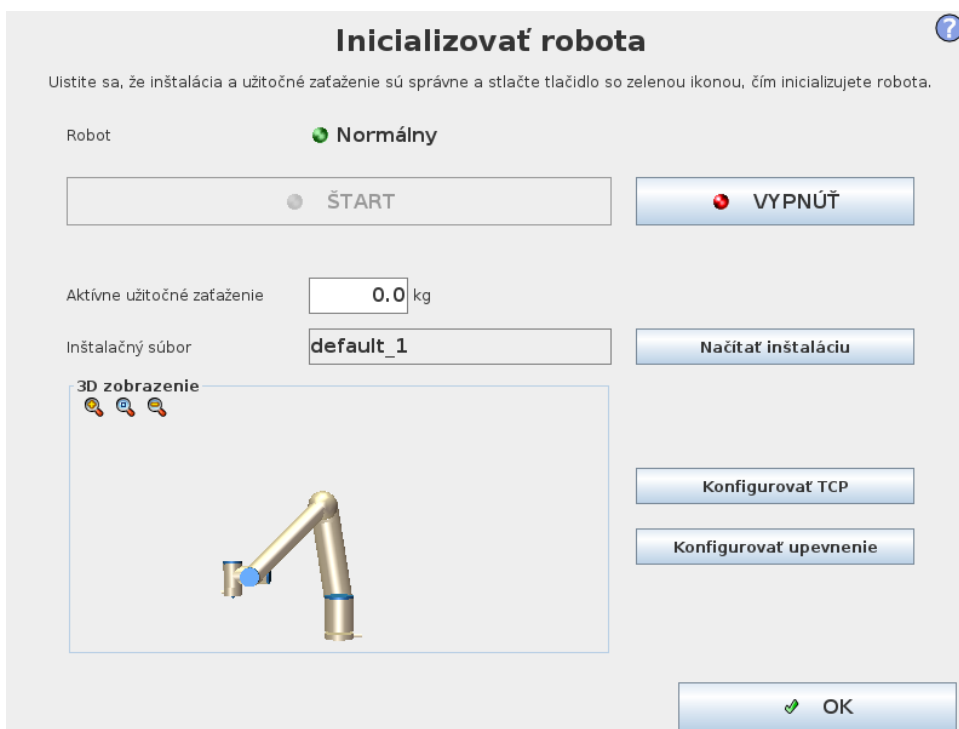
## 11.4 Uvítacia obrazovka



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

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

## 11.5 Inicializačná obrazovka



Na tejto obrazovke možno ovládať inicializáciu ramena robota.

### Indikátor stavu ramena robota

Stavová kontrolka LED indikuje prevádzkový stav ramena robota:

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

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

### Aktívne užitočné zaťaženie a inštalácia

Keď je rameno robota zapnuté, hmotnosť užitočného zaťaženia používaná ovládačom počas prevádzky ramena robota je zobrazená v malom bielom textovom poli. Túto hodnotu je možné upraviť ťuknutím na textové pole a zadaním novej hodnoty.

Upozorňujeme, že nastavenie tejto hodnoty neupravuje užitočné zaťaženie v inštalácii robota (pozrite si 13.6), len hmotnosť užitočného zaťaženia používanú ovládačom.

Názov aktuálne načítaného inštalacioného súboru je taktiež zobrazený v šedom textovom poli. Ťuknutím na textového pole alebo použitím vedľa umiestneného tlačidla **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.

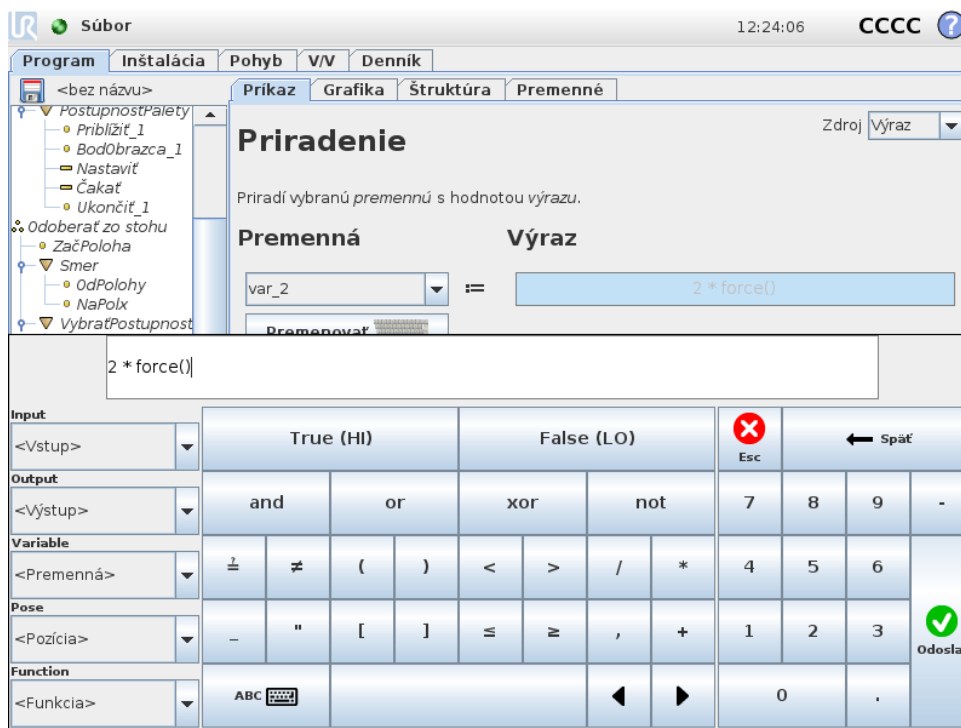
Veľké tlačidlo so zelenou ikonou slúži na vykonanie inicializácie ramena robota. Text na tlačidle a činnosť, ktorú vykonáva, sa menia v závislosti na aktuálnom stave ramena robota.

- 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 porovnávajú údaje senzora s nakonfigurovaným upevnením ramena robota. Ak sa nájde nezhoda (s toleranciou 30°), tlačidlo sa deaktivuje a zobrazí sa pod ním chybová správa.  
Ak overenie upevnenia prejde, ťuknutím na tlačidlo uvoľníte brzdy kĺbu a rameno robota bude pripravené na normálnu prevádzku. Všimnite si, že pri uvoľnení brzd robot vydá zvuk a mierne sa pohne.
- Ak rameno robota prekročí po spustení niektorý z bezpečnostných limitov, pracuje v špeciálnom **Režime obnovy**. V tomto režime ťuknutie na tlačidlo prepína na obrazovku režimu obnovy, kde je možné vrátiť rameno robota naspäť do bezpečnostných limitov.
- Ak sa vyskytne chyba, ovládač je možné reštartovať použitím tohto tlačidla.
- Ak nie je ovládač momentálne spustený, ťuknutím na tlačidlo ho spustíte.

Menšie tlačidlo s červenou ikonou slúži na vypnutie ramena robota.

# 12 Editory na obrazovke

## 12.1 Editor výrazov na obrazovke



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

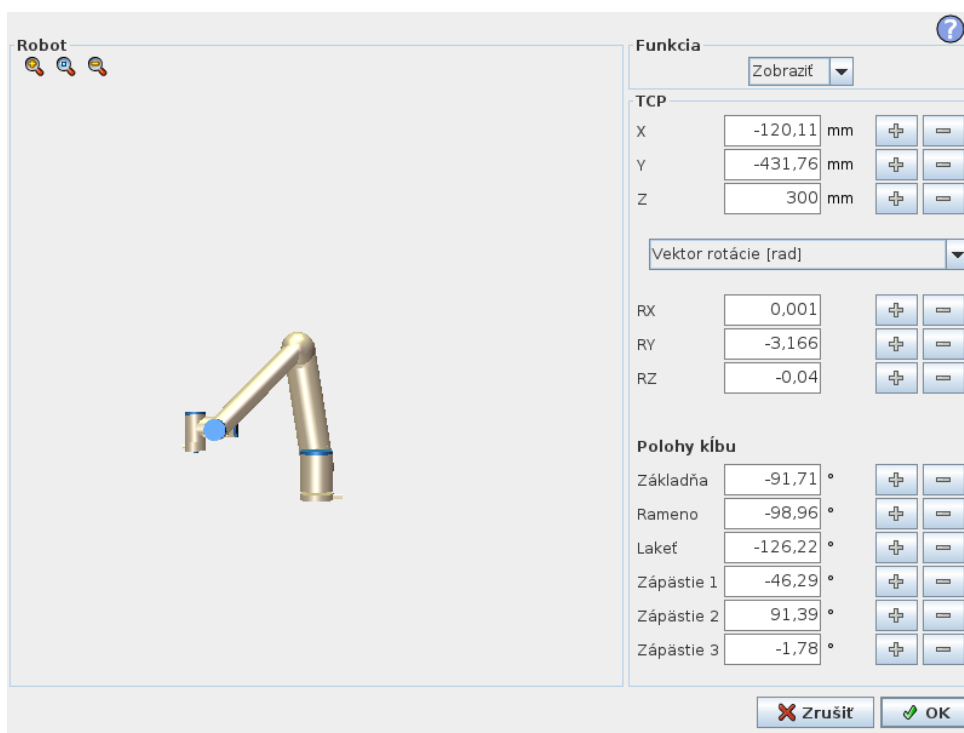
Pri stlačení tlačidla OK sa výraz skontroluje, či neobsahuje gramatické chyby. Tlačidlom Zrušiť opustíte obrazovku, pričom zmeny sa neuložia.

Výraz môže vyzeráť takto:

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

## 12.2 Obrazovka úpravy pozície

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



## Robot

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

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

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

## Funkcia a poloha nástroja

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

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

## 12.2 Obrazovka úpravy pozície

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

### Tlačidlo Zrušiť

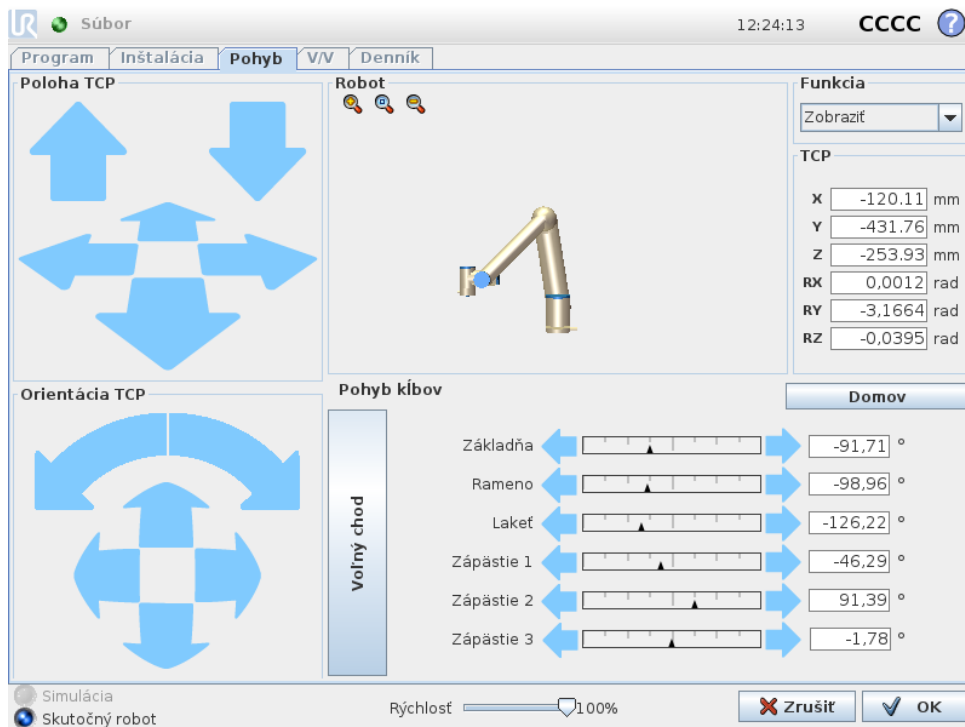
Kliknutím na tlačidlo Zrušiť opustíte obrazovku, pričom zmeny sa neuložia.



# 13 Ovládanie robota

## 13.1 Karta Pohyb

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



### 13.1.1 Robot

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

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

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

### 13.1.2 Funkcia a poloha nástroja

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

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

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

### 13.1.3 Pohyb nástroja

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

Poznámka: Uvoľnením tlačidla môžete pohyb kedykoľvek zastaviť

### 13.1.4 Pohyb kĺbov

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

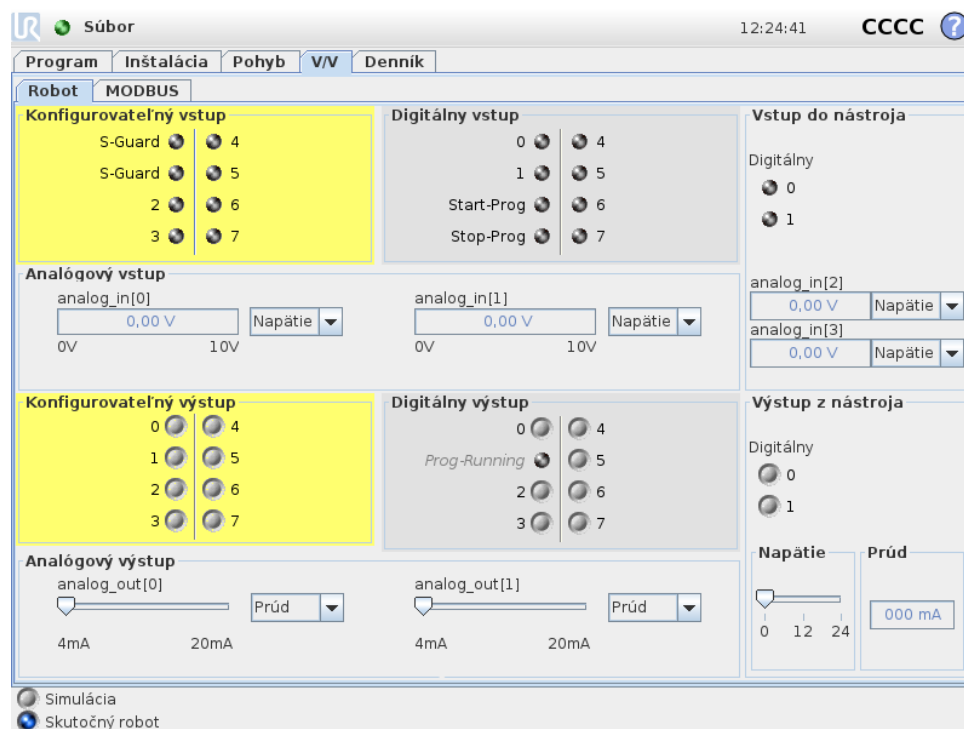
### 13.1.5 Voľný chod

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

**VÝSTRAHA:**

1. Uistite sa, že používate správne nastavenia inštalácie (t.j. Montážny uhol robota, hmotnosť v TCP, odchýlka TCP). Uložte a načítajte inštaláčne súbory spolu s programom.
2. Pre stlačenie tlačidla **Voľný 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 **Voľný chod**.
3. Funkcia Voľný chod (**impedancia/spätný chod**) by sa mala používať len v rámci inštalácií, v ktorých to hodnotenie rizík povoľuje. Nástroje a prekážky nesmú obsahovať ostré hrany alebo body zovretia. Zabezpečte, aby všetok personál nachádzal mimo dosahu ramena robota.

## 13.2 Karta V/V



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

Konfigurovateľné V/V je možné rezervovať pre špeciálne bezpečnostné nastavenia definované v časti konfigurácie bezpečnostných V/V inštalácie (pozrite si 10.13); tie, ktoré sú rezervované, budú mať názov bezpečnostnej funkcie na mieste predvoleného alebo používateľom

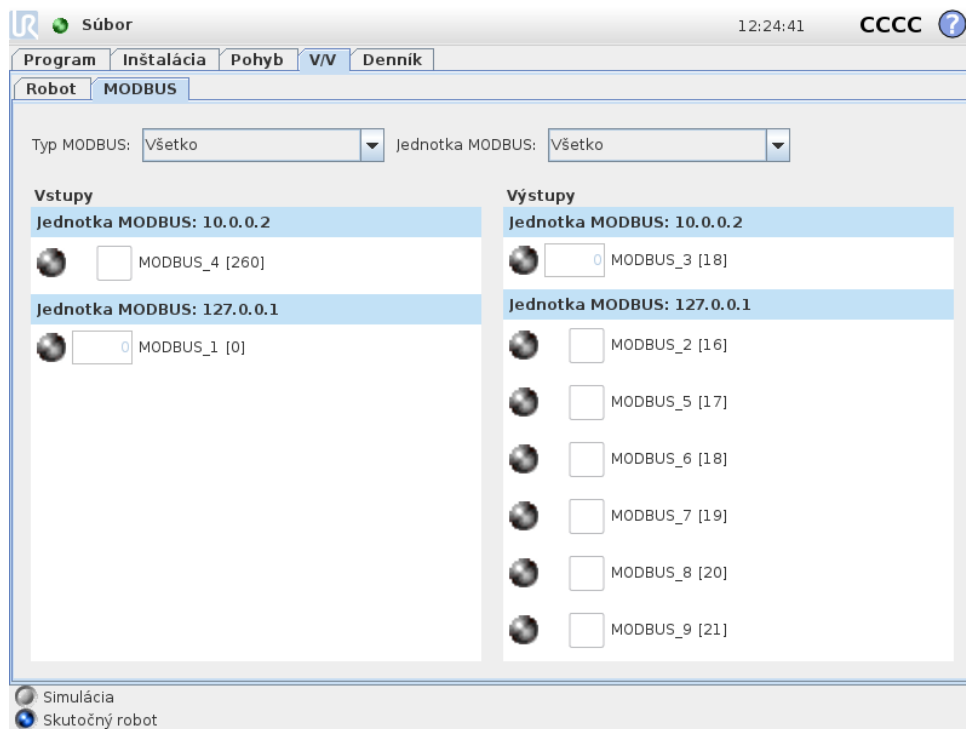
definovaného názvu. Konfigurovateľné výstupy, ktoré sú rezervované pre bezpečnostné nastavenia nie sú prepínateľné a budú zobrazené len ako kontrolky LED.

Elektrické vlastnosti signálov sú podrobne opísané v príručke používateľa ??.

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

### 13.3 MODBUS

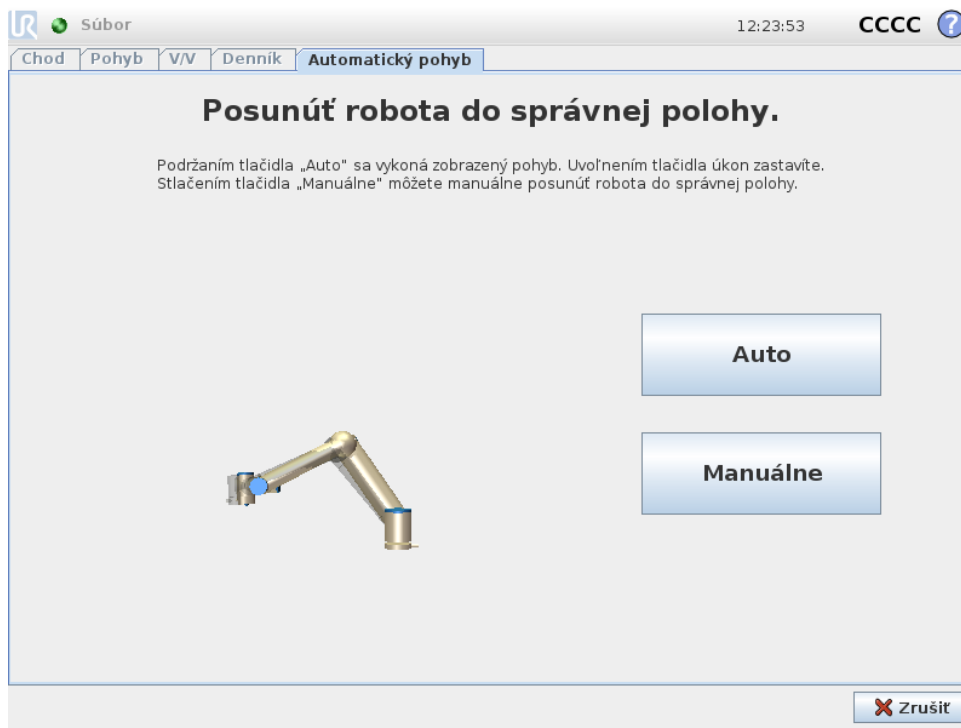
Snímka obrazovky nižšie zobrazuje signály V/V klienta protokolu MODBUS nastavené počas inštalácie. V rozbaľovacích ponukách v hornej časti obrazovky môžete meniť zobrazený obsah na základe typu signálu a jednotky protokolu MODBUS, ak je nakonfigurovaná viac ako jedna. Každý signál v zozname obsahuje stav spojenia, hodnotu, názov a adresu signálu. Výstupné signály možno prepínať, ak to umožňuje stav spojenia a výber v karte V/V (pozri 13.8).



Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

### 13.4 Karta Automatický pohyb

Karta Automatický pohyb sa používa, keď sa rameno robota má presunúť na konkrétne miesto na pracovisku. Príkladom môže byť, keď sa rameno robota musí presunúť do začiatkovej pozície programu pred jeho spustením alebo keď sa presúva na traťový bod počas úpravy programu.



## Animácia

Animácia znázorňuje pohyb, ktorý sa rameno robota chystá vykonať.



### UPOZORNENIE:

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



### UPOZORNENIE:

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

## Auto

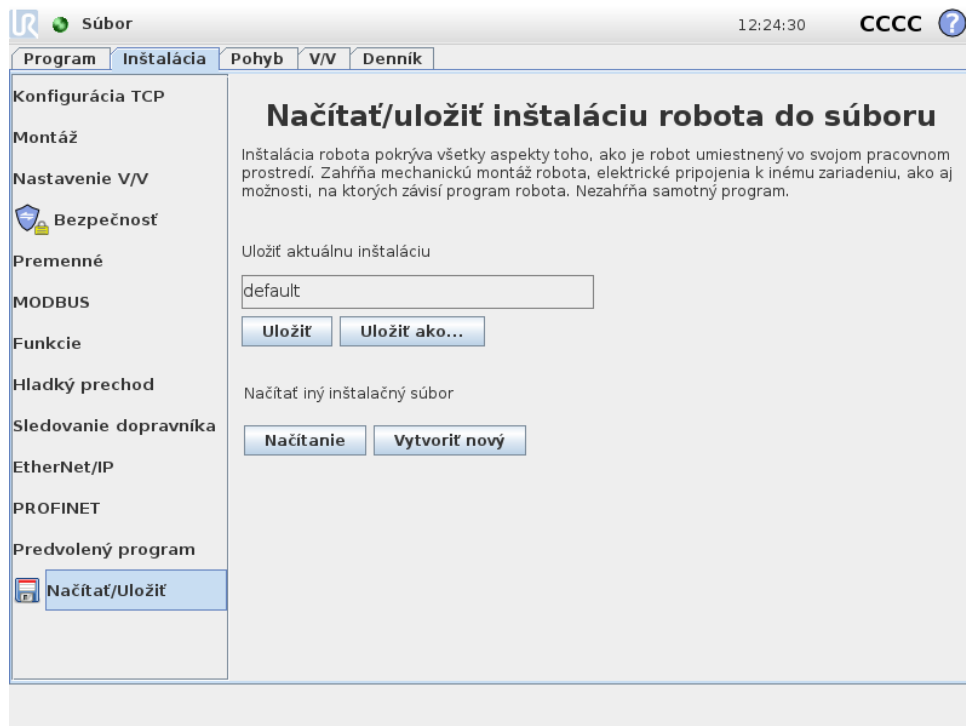
Podržaním tlačidla **Automatické** posuniete rameno robota, ako je zobrazené v animácii.

Poznámka: Uvoľnením tlačidla môžete pohyb kedykoľvek zastaviť.

## Manuálne

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

## 13.5 Inštalácia → Načítať/uložiť



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

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

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.

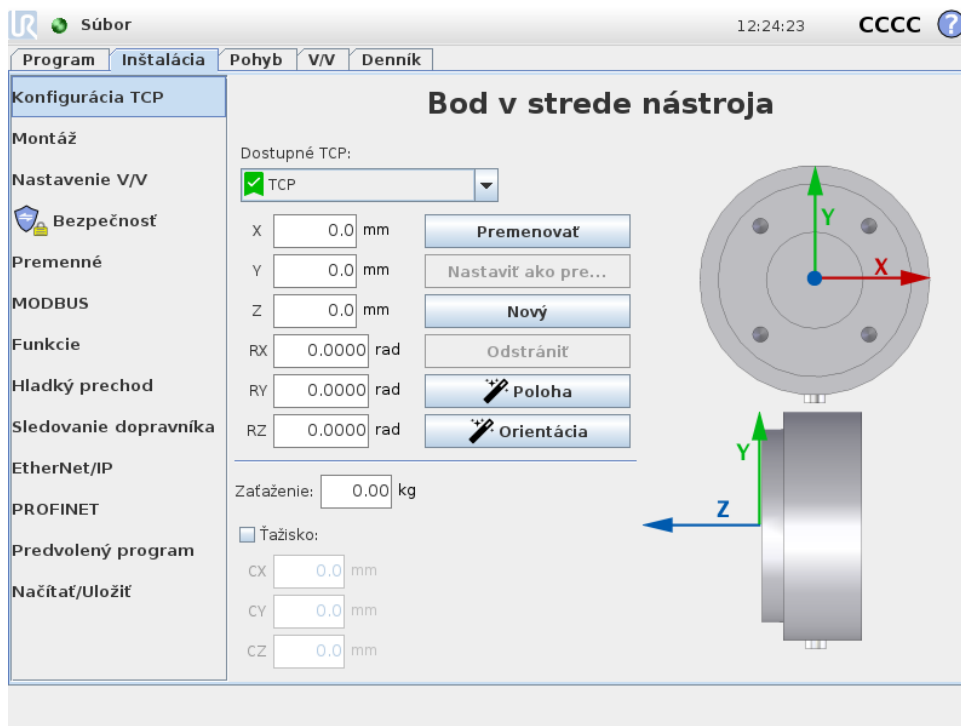
Uloženie inštalácia je možné vykonať stlačením tlačidla **Uložiť** alebo **Uložiť ako...** Prípadne uloženie programu tiež uloží aj aktívnu inštaláciu. Ak chcete načítať iný inštaláčny súbor, použite tlačidlo **Načítať**. Tlačidlo **Vytvoriť nový** resetuje všetky nastavenia v inštalácii robota na ich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



### UPOZORNENIE:

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

## 13.6 Inštalácia → Konfigurácia TCP



**Bod v strede nástroja** (TCP) je bod na nástroji robota. TCP sa definuje a pomenúva na obrazovke karty Inštalácia **Nastavenie bodu v strede nástroja** (ako vidno vyššie). Každý TCP obsahuje posun a rotáciu vzhľadom na stred výstupnej príruby nástroja.

Ak je robot naprogramovaný na návrat do predtým uloženého traťového bodu, presunie TCP do polohy a otočenia uloženého v rámci traťového bodu. Pri naprogramovaní na lineárny pohyb sa TCP pohybuje lineárne.

Súradnice polohy X, Y a Z špecifikujú polohu TCP, zatiaľ čo súradnice RX, RY a RZ špecifikujú orientáciu. Keď sú všetky hodnoty nula, TCP sa prekrýva so stredovým bodom výstupnej príruby nástroja a prijme súradnicový systém, ktorý je znázornený na obrazovke.

### 13.6.1 Pridanie, premenovanie, úprava a odstránenie TCP

Aby ste definovali nový TCP, ťuknite na tlačidlo **Nový**. Vytvorený TCP potom automaticky obdrží unikátny názov a vyberie sa v rozbaľovacej ponuke. Ak chcete premenovať TCP, ťuknite na tlačidlo **Premenovať**. Ak chcete odstrániť vybrané TCP, ťuknite na tlačidlo **Odstrániť**. Posledný TCP nie je možné odstrániť.

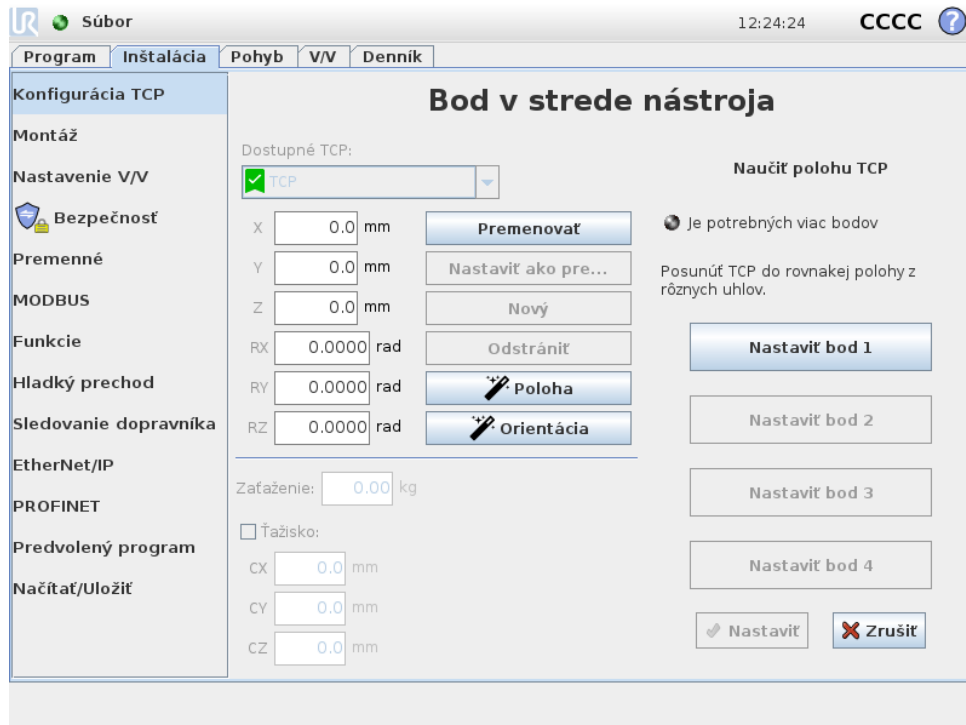
Posun a rotáciu vybraného TCP je možné upraviť ťuknutím na príslušné biele textové polia a zadaním nových hodnôt.

### 13.6.2 Predvolený a aktívny TCP

Jeden predvolený TCP je označený zelenou ikonou, ktorá sa nachádza naľavo od jeho názvu v rozbaľovacej ponuke **Dostupné TCP**. Ak chcete TCP nastaviť ako predvolený, vyberte požadovaný TCP a ťuknite na možnosť **Nastaviť ako predvolené**.

Odchýlka od TCP je označená ako *aktívna*, aby sa stanovili všetky lineárne pohyby v karteziánskom systéme súradníc. Na karte Grafika je znázornený práve pohyb aktívneho TCP (pozrite si 14.29). Pred spustením programu sa predvolené TCP nastavi ako aktívne TCP. Všetky špecifikované TCP je možné v rámci programu nastaviť ako *aktívne* pre konkrétny pohyb robota pozrite si 14.5 a 14.10.

### 13.6.3 Učenie polohy TCP

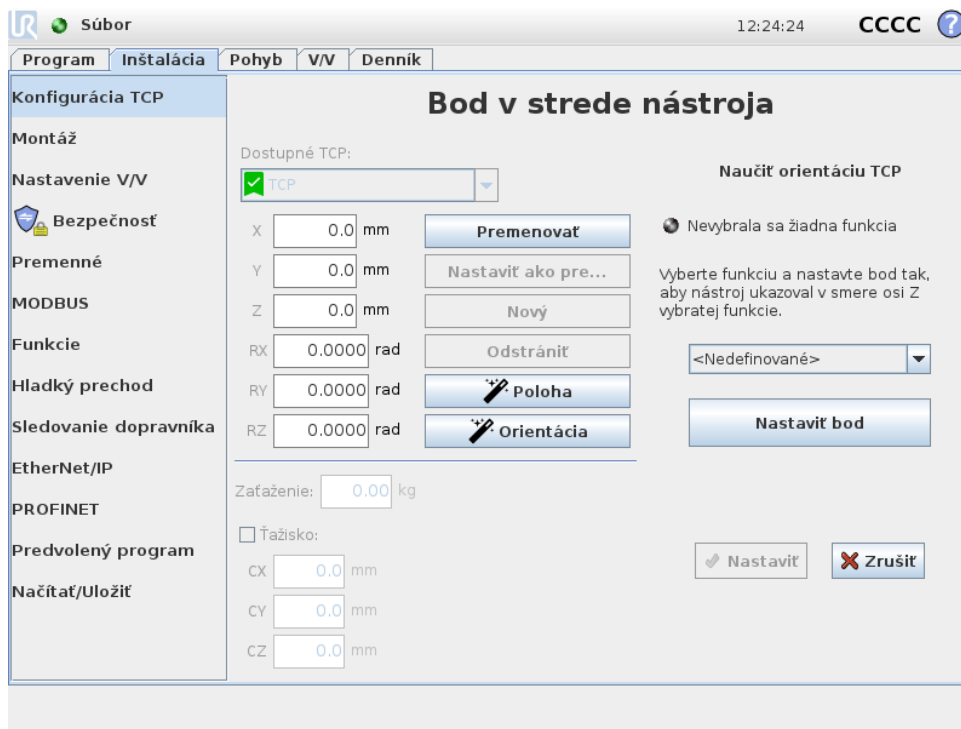


Súradnice polohy TCP je možné automaticky vypočítať nasledujúcim spôsobom:

1. Ťuknite na **Sprievodcu pre polohu TCP**.
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 šípky v pravej časti obrazovky.
4. Na použitie overených súradníc na príslušné TPC použite tlačidlo **Nastaviť**. Polohy musia byť dostatočne rozdielne, aby výpočet pracoval správne. Ak nie sú dostatočne odlišné, stavová kontrolka LED nad tlačidlami sa rozsvieti načerveno.

Aj keď sú tri polohy zvyčajne dostatočné na určenie správneho TCP, je možné použiť štvrtú polohu, aby sa overila správnosť výpočtu. Kvalita každého uloženého bodu s ohľadom na vypočítaný TCP sa indikuje použitím zelenej, žltej a červenej kontrolky LED na príslušných tlačidlách.

### 13.6.4 Učenie orientácie TCP



1. Ťuknite na **Sprivodcu pre orientáciu TCP**.
2. Vyberte funkciu z rozbaľovacieho zoznamu. (Pozrite si 13.12), kde nájdete ďalšie informácie o definovaní nových funkcií.
3. Ťuknite na možnosť **Vybrať bod** a použite šípky na **Pohyb nástroja** do polohy, kde otočenie nástroja a príslušné TCP súhlasí so systémom súradníc vybratých funkcií.
4. Overte vypočítanú orientáciu TCP a použite ju vo vybratom TCP ťuknutím na možnosť **Nastaviť**.

### 13.6.5 Zaťaženie

Hmotnosť nástroja robota je špecifikovaná v spodnej časti obrazovky. Ak chcete toto nastavenie zmeniť, stačí ťuknúť na biele textové políčko a zadať novú hmotnosť. Nastavenie sa aplikuje na všetky definované TCP. Podrobnosti o maximálnom povolenom užitočnom zaťažení nájdete v návode na inštaláciu hardvéru.

### 13.6.6 Ťažisko

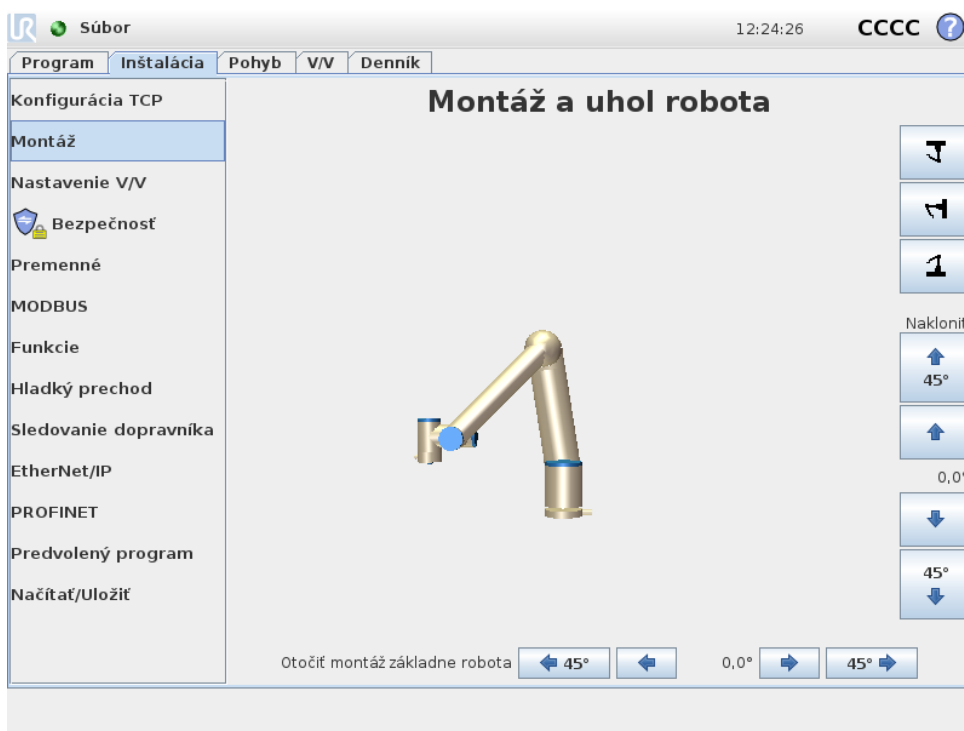
Ťažisko nástroja sa špecifikuje pomocou polí CX, CY a CZ. Nastavenie sa vzťahuje na všetky definované TCP. Inštalácie vytvorené pred verziou 3.8 podporujú nastavenie ťažiska pre TCP, ak už boli nastavené. Ak sa ťažisko nastavuje ručne vo verzii 3.8 alebo vyššie, možnosť nastaviť ťažisko pre TCP sa natrvalo odstráni.



#### VÝSTRAHA:

Použite správne nastavenia montáže. Uložte a načítajte inštalčné súbory s programom.

## 13.7 Inštalácia → Montáž



Špecifikácia montáže ramena robota slúži na dve veci:

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

Zdokonalený dynamický model dodáva ramenu robota hladké a presné pohyby a umožňuje mu udržať sa v **režime voľného pohybu**. Z toho dôvodu je dôležitá správna montáž ramena robota.



### VÝSTRAHA:

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

Ak je rameno robota pripevnené k rovnému stolu alebo podlahe, nie sú na tejto obrazovke potrebné žiadne zmeny. Ak je rameno robota **namontované na strope, na stene alebo pod určitým uhlom**, je to potrebné nastaviť ho pomocou tlačidiel.

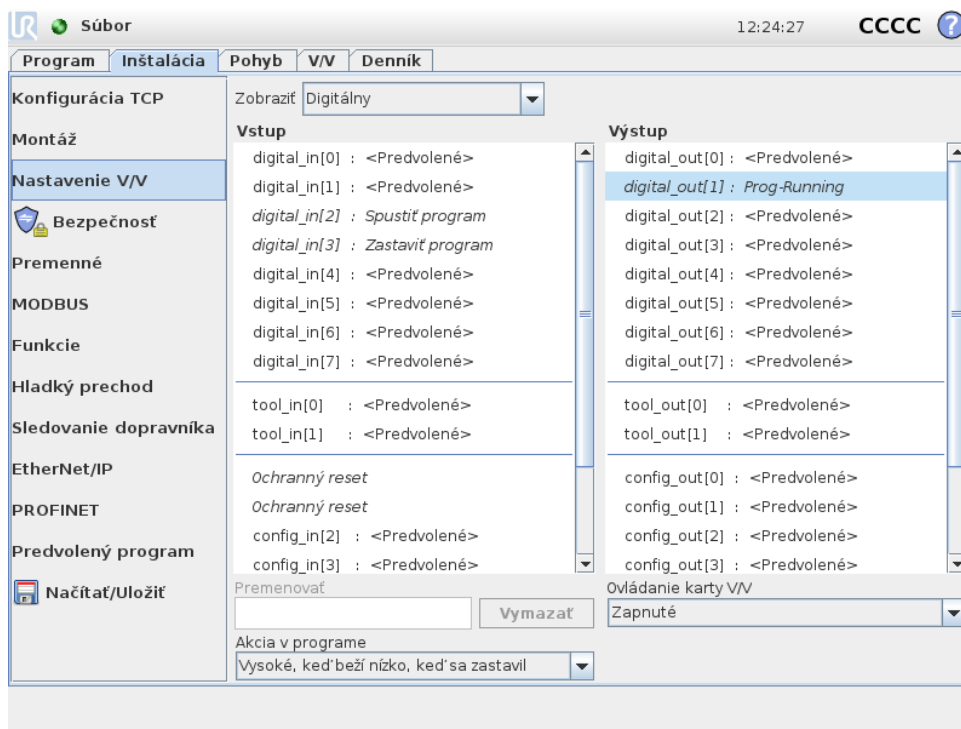
Tlačidlá na pravej strane obrazovky slúžia na nastavenie uhla montáže ramena robota. Tri tlačidlá umiestnené vpravo hore nastavujú náklon **strop** (180°), **stena** (90°), **podlaha** (0°). Tlačidlá **Nakloniť** nastavujú ľubovoľný uhol.

Tlačidlá v dolnej časti obrazovky sa používajú na otáčanie montáže ramena robota tak, aby zodpovedala skutočnej montáži.

**VÝSTRAHA:**

Použite správne nastavenia montáže. Uložte a načítajte inštaláčne súbory s programom.

## 13.8 Inštalácia → Nastavenie V/V



Na obrazovke nastavenia V/V môžu používatelia definovať signály V/V a konfigurovať úkony pomocou ovládacej karty V/V.

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

- Digitálne štandardný univerzálny účel, konfigurovateľné s nástrojom
- Analógové štandardný univerzálny účel s nástrojom
- MODBUS
- Univerzálne registre (boolovské, celé čísla a čísla s plávajúcou desatinnou čiarkou) Do univerzálnych registrov je možné vstúpiť cez prevádzkovú zvernicu (napr. Profinet a Ether-net/IP).

### 13.8.1 Typ signálu V/V

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

### 13.8.2 Priradenie používateľom definovaných názvov

Na ľahké zapamätanie toho, čo robia signály počas práce s robotom, môžu používatelia vstupnému a výstupnému signálu priradiť názvy.

1. Vyberte požadovaný signál
2. Ťuknutím na textové pole v dolnej časti obrazovky zadajte názov.
3. Názov prestavíte na predvolený ťuknutím na možnosť **Zmazať**.

Ak chcete, aby bol univerzálny register dostupný v programe, musí mať používateľom zadenfinovaný názov (napr. pre príkaz **Čakať** alebo podmienený výraz príkazu **Ak**) Príkazy **Čakať** a **Ak** sú popísané v časti (14.9) a (14.18). Pomenované univerzálne registre sa nachádzajú vo voliči **Vstup** alebo **Výstup** na obrazovke **Editor výrazov**.

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

**Činnosti V/V:** Fyzický a zbernicový digitálny V/V sa dá použiť na spustenie činnosti alebo ako reakcia na stav programu.

Dostupné vstupné činnosti:

- Spustiť aktuálny program
- Zastaviť aktuálny program
- Pozastaviť aktuálny program
- Režim Voľný chod (podobá sa na použitie tlačidla Voľný chod na ručnom ovládacom paneli)

Dostupné výstupné činnosti:

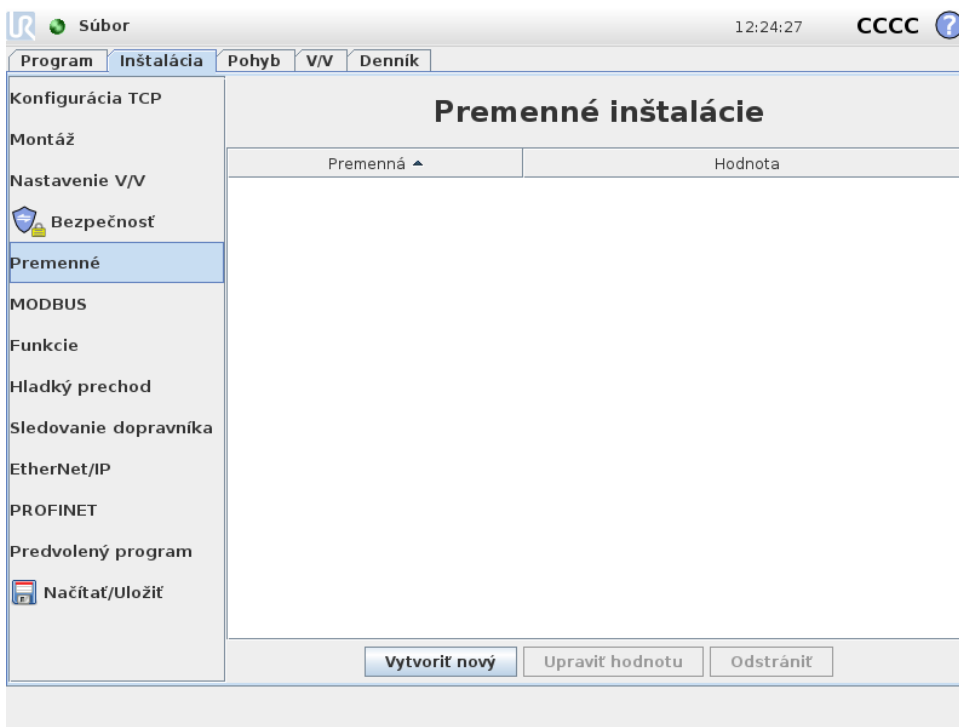
- Nízke, ak nie je spustený: Výstup je nízky, ak je stav programu „zastavený“ alebo „pozastavený“
- Vysoké, ak nie je spustený: Výstup je vysoký, ak je stav programu „zastavený“ alebo „pozastavený“
- Vysoký, ak nebeží, je nízky alebo zastavený Výstup je nízky, ak je stav programu „zastavený“ alebo „pozastavený“, a vysoký, ak beží.

**Ovládanie karty V/V:** Spresnite, či sa výstup ovláda cez kartu VV (programátormi, alebo operátorom a programátorom) alebo či ho ovládajú programy robota.

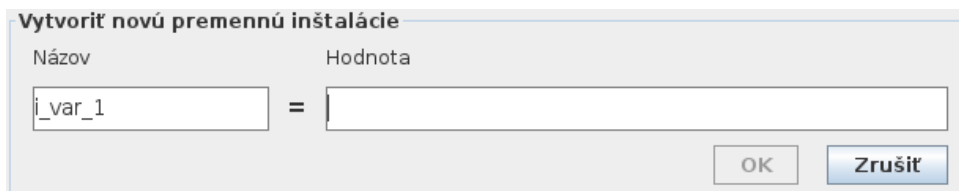
## 13.9 Inštalácia → Bezpečnosť

Pozrite si kapitolu 10.

## 13.10 Inštalácia → Premenné



Premenné vytvorené na obrazovke Premenné sa nazývajú premenné inštalácie a používajú sa ako normálne premenné programu. Premenné inštalácie sú odlišné, pretože si uchovávajú hodnotu aj keď sa program zastaví a opätovne spustí, a keď sa rameno robota a/alebo riadiaca skrinka vypne a opätovne zapne. Ich názvy a hodnoty sú uložené spolu s inštaláciou, takže je možné použiť tú istú premennú vo viacerých programoch.



Stlačenie tlačidla **Vytvoriť nový** vyvolá panel s odporúčaným názvom pre novú premennú. Názov je možné zmeniť a jeho hodnotu je možné zadať dotykom jedného z textových polí. Na tlačidlo **OK** je možné ťuknúť 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**.

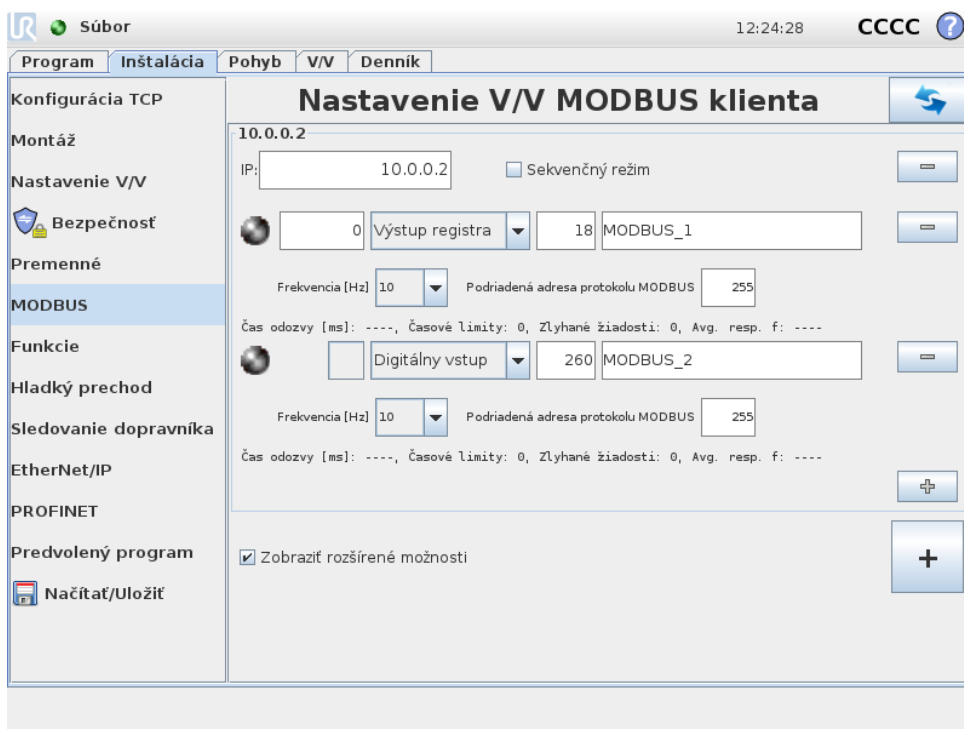
Premennú odstránite jej výberom a následným kliknutím na tlačidlo **Odstrániť**.

Po konfigurácii premenných inštalácie je potrebné uložiť samotnú inštaláciu, aby sa uchovala táto konfigurácia.

Premenné inštalácie a ich hodnoty sa automaticky ukládajú 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 použijeme premenné inštalácie s rovnakým názvom namiesto premennej programu alebo necháme automaticky premenovať konfliktné premenné.

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



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

### Obnoviť

Stlačenie tohto tlačidla obnoví všetky pripojenia protokolu MODBUS. Obnovenie odpojí a znovu pripojí všetky jednotky modbusu. Všetky štatistické údaje sa vymažú.

### 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.

### Sekvenčný režim

Je k dispozícii len pri zvolení ponuky *Zobrazit rozšírené možnosti* (pozrite si 13.11). Označenie tohto okienka prinúti klienta modbus počkať pred poslaním ďalšej žiadosti na odpoveď. Tento režim si vyžadujú niektoré jednotky prevádzkovej zbernice. Zapnutie tejto funkcie môže pomôcť pri

viacerých signáloch a zvýšenie frekvencie žiadostí spôsobí prerušenie signálu. Upozorňujeme, že ak sa v sekvenčnom režime zadefinujú viaceré signály, aktuálna frekvencia signálu môže byť nižšia než požadovaná. Aktuálna frekvencia signálu sa zohrajuje v štatistike signálu (pozrite si časť 13.11). Ak je aktuálna frekvencia signálu nižšia než polovica hodnoty vybratej v rozbaľovacom zozname „Frekvencia“, farba kontrolky signálu sa zmení na žltú.

---

### Pridať signál

Stlačením tohto tlačidla pridáte signál k príslušnej jednotke protokolu MODBUS.

---

### Odstrániť signál

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

---

### Nastaviť názov signálu

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

*Digitálny vstup:* Digitálny vstup (cievka) je jednobitové množstvo prečítané z jednotky protokolu MODBUS na cievke zadanej v poli adresy signálu. Používa sa kód funkcie 0x02 (Čítať diskkrétne vstupy).

*Digitálny výstup:* Digitálny vstup (cievka) je jednobitové množstvo, ktoré je možné nastaviť buď na vysokú, alebo nízku hodnotu. Pred tým, ako používateľ nenastaví hodnotu tohto výstupu, hodnota sa prečíta zo vzdialenej jednotky protokolu MODBUS. To znamená, že sa použije kód funkcie 0x01 (Čítať cievky). Keď sa nastaví výstup pomocou programu robota alebo stlačením tlačidla **nastaviť hodnotu signálu**, použije sa kód funkcie 0x05 (Písať jednu cievku).

*Vstup registra:* Vstup registra je 16-bitové množstvo prečítané z adresy zadanej v poli adresy. Používa sa kód funkcie 0x04 (Čítať vstupné registre).

*Výstup registra:* Výstup registra je 16-bitové množstvo, ktoré môže nastaviť používateľ. Pred tým, ako sa nastaví hodnota registra, hodnota sa prečíta zo vzdialenej jednotky protokolu MODBUS. To znamená, že sa použije kód funkcie 0x03 (Čítať čakajúce registre). Keď sa nastaví výstup pomocou programu robota alebo stlačením tlačidla **nastaviť hodnotu signálu**, použije sa kód funkcie 0x06 (Písať jeden register) pre nastavenie hodnoty na vzdialenej jednotke protokolu MODBUS.

---

### Nastaviť adresu signálu

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

---

### Nastaviť typ signálu

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

## Hodnota signálu

Tu sa zobrazuje aktuálna hodnota signálu. V prípade signálov registrov je hodnota vyjadrená celým číslom bez znamienka. V prípade výstupných signálov je možné nastaviť požadovanú hodnotu signálu pomocou tlačidla. Takisto v prípade výstupu registrov sa hodnota na zápis do jednotky musí uviesť ako celé číslo bez znamienka.

## Stav spojenia signálu

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

- E1: NEPOVOLENÁ FUNKCIA (0x01) Kód funkcie prijatý v požiadavke nepredstavuje povolený úkon pre server (alebo podriadené zariadenie).
- E2: NEPOVOLENÁ 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: NEPOVOLENÁ 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: POTVRDENIE (0x05) Špecializované použitie v spojení s programovacími príkazmi zaslanými do vzdialenej jednotky protokolu MODBUS.
- E6: PODRIADENÉ ZARIADENIE JE ZANEPRÁZDNENÉ (0x06) Špecializované použitie v spojení s programovacími príkazmi zaslanými do vzdialenej jednotky protokolu MODBUS, podriadené zariadenie (server) nemôže teraz odpovedať.

## Zobraziť rozšírené možnosti

Týmto 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 vzdialenej jednotky protokolu MODBUS posielajú žiadosti na prečítanie alebo zápis hodnoty signálu. Ak sa frekvencia nastaví na 0, žiadosti modbusu sa spustia na vyžiadanie pomocou funkcií skriptu *modbus\_get\_signal\_status*, *modbus\_set\_output\_register* a *modbus\_set\_output\_signal*.

*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.

*Počet opakovaných pripojení:* Počet skončeného a znovupripojeného spojenia TCP.

*Stav spojenia:* Stav spojenia TCP

*Čas odozvy [ms: ]* Čas medzi odoslaním žiadosti z modbusu a prijatej odpovede - aktualizuje sa len pri aktívnej komunikácii.

*Chyby balíka Modbus:* Počet prijatých balíkov s chybami (t. j. neplatná dĺžka, chýbajúce údaje, chyba zásuvky TCP).

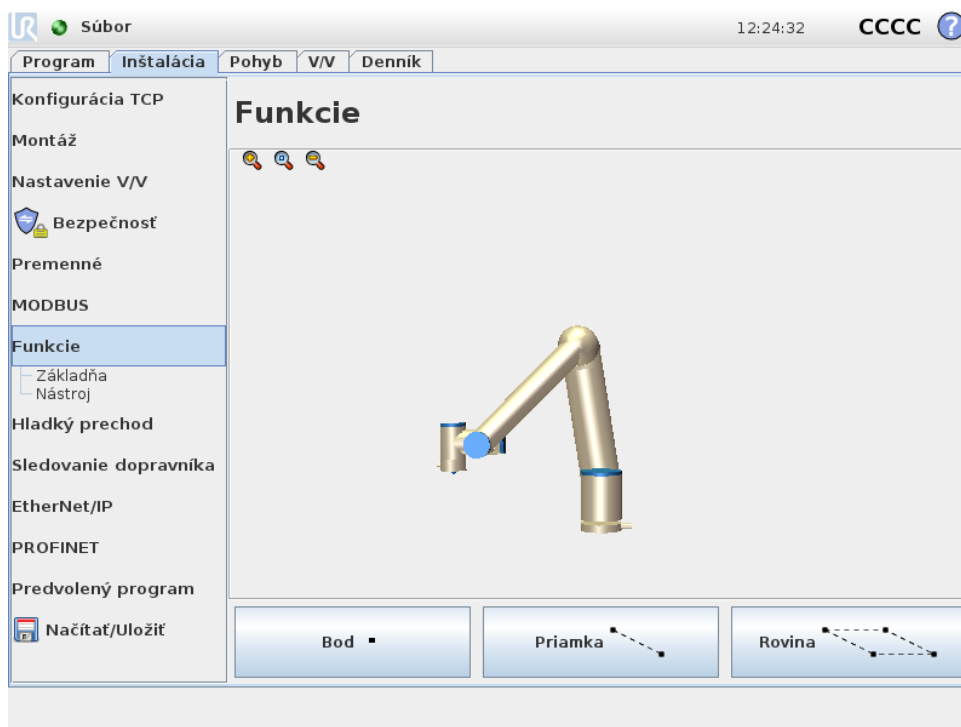
*Časové limity:* Počet žiadostí modbusu, na ktoré nedostal odpoveď.

*Zlyhané žiadosti:* Počet balíkov, ktoré sa nepodarilo poslať kvôli neplatnému stavu zásuvky.

*Aktuálna frekv.:* Priemerná frekvencia aktualizácií o stave signálu klienta (master). Hodnota sa prepočíta vždy, keď signál dostane odpoveď od servera (alebo slava).

Všetky počítadlá počítajú do 65535, potom sa vrátia späť na 0.

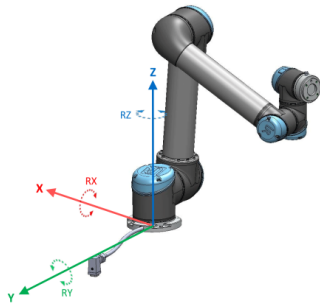
## 13.12 Funkcie → inštalácie



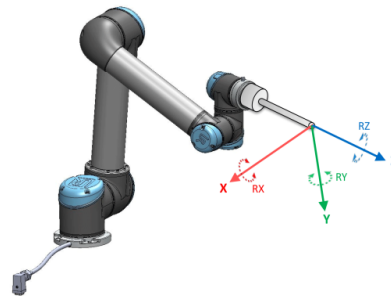
**Funkcia** predstavuje predmet, ktorý sa definoval pomocou názvu pre budúce použitie a šesť-rozmernej pozície (poloha a orientácia) vo vzťahu k základni robota.

Niektoré podčasti programu robota sa skladajú z pohybov, ktoré sa vykonávajú vo vzťahu k iným špecifickým predmetom, než je základňa ramena robota. Tieto predmety môžu byť stoly, iné stroje, obrobky, dopravníky, palety, zobrazovacie systémy, prázdne miesta alebo hranice, ktoré sa nachádzajú v okolí ramena robota. Robot má vždy preddefinované funkcie. Každá funkcia má polohu definovanú konfiguráciou ramena robota ako takého.

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



Obr. 13.1: Funkcia Základňa



Obr. 13.2: Funkcia Nástroj (TCP)

Funkcie definované používateľom sa umiestňujú spôsobom, ktorý využíva súčasnú polohu TCP v pracovnom priestore. To znamená, že používateľ môže robota naučiť polohy funkcií pomocou režimu voľného chodu alebo „posúvanie“, aby sa robot pohol na požadovanú pozíciu.

Pre definovanie pozície funkcie existujú tri rôzne stratégie (**Bod**, **Priamka** a **Rovina**). Najlepšia stratégia pre dané použitie závisí od typu používaného predmetu a nárokov na presnosť. Vo všeobecnosti sa uprednostní funkcia s viacerými vstupnými bodmi (**Priamka** a **Rovina**), ak sa táto situácia vzťahuje na konkrétny predmet.

Lepšia presnosť definície smeru lineárneho dopravníka sa dosiahne definovaním dvoch bodov funkcie Priamka, ktoré sa fyzicky nachádzajú čo najďalej od seba. Funkcia bodu sa dá použiť na definovanie lineárneho dopravníka, no používateľ musí nasmerovať TCP v smere pohybu dopravníka.

Keď sa na definovanie pozície stola použije viacero bodov, znamená to, že orientácia sa zakladá skôr na polohách než na orientácii jedného TCP. Orientácia jedného TCP sa vo všeobecnosti konfiguruje ťažšie s ohľadom na vysokú presnosť.

Ak chcete vedieť viac o rozličných spôsoboch definovania funkcie, pozrite si (časti: 13.12.2), (13.12.3) a (13.12.4).

### 13.12.1 Použitie funkcie

Ak sa pri inštalácii definuje funkcia, môžete na ňu odkázať v programe robota tak, aby sa vzťahovala na jeho pohyby (napr. príkazy **PohybL** a **PohybP**) A funkciu (pozri časť 14.5). Umožňuje to jednoduché prispôbenie programu robota (napr. v prípade viacerých staníc s robotmi alebo pohybu predmetu predmetu v priestore). Vďaka úprave funkcie daného predmetu sa všetky pohyby programu, ktoré sa vzťahujú na daný predmet, hýbu podľa tejto funkcie. Viac príkladov nájdete v (časti 13.12.5) a (13.12.6).

Funkcie, ktoré sú konfigurované ako posuvné, sú tiež užitočným nástrojom pri manuálnom pohybe robota na karte Pohyb (časť 13.1) alebo obrazovke **úpravy pozície** (časť 12.2). Pri hľadaní funkcie ako referencie fungujú tlačidlá Pohyb nástroja určené na posun a otočenie v priestore vybranej funkcie (pozrite si 13.1.2) a (13.1.3) a čítajú údaje pre TCP. Ak je napríklad stôl definovaný ako funkcia a označená ako referencia v karte Pohyb, posuvové šípky (t. j. nahor/nadol, doprava/doľava, dopredu/dozadu) posunú robot v týchto smeroch podľa stola. Okrem toho budú súradnice TCP v rámci stola.

---

### Premenovať

Toto tlačidlo premenuje 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.

---

### Zmena bodu

N nastavenie alebo zmenu vybranej funkcie použijete tlačidlo **Zmena bodu**. Zobrazí sa karta **Pohyb** (pozrite si 13.1) a je možné nastaviť novú polohu funkcie.

---

### Posuvná

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

---

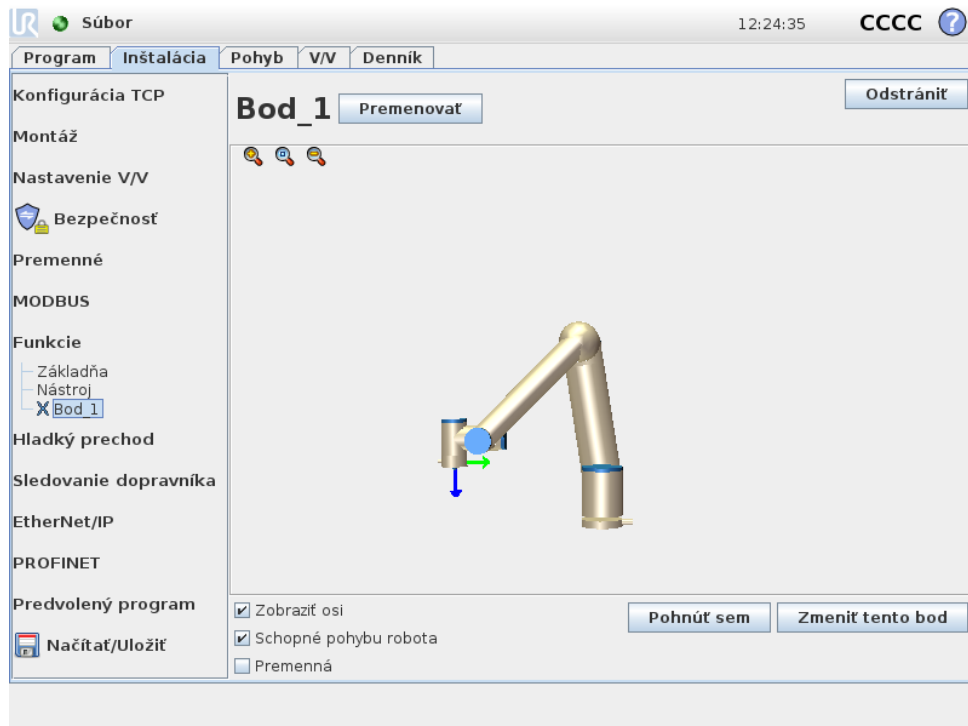
### Použitie možnosti Posunúť robota sem

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

---

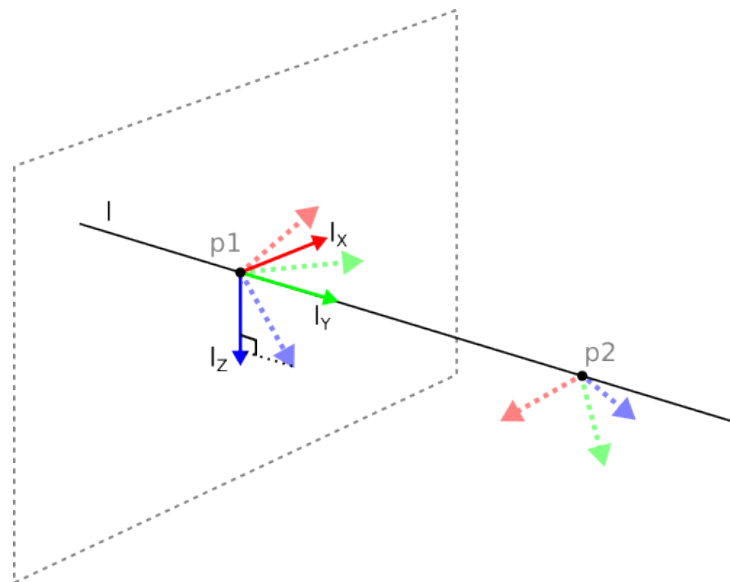
### 13.12.2 Nový bod

Stlačením tlačidla **Bod** pridáte k inštalácii bodovú funkciu. Funkcia Bod definuje globálnu domovskú konfiguráciu ramena robota alebo jeho bezpečnostnú hranicu. Pozícia bodovej funkcie je daná ako poloha a orientácia TCP.



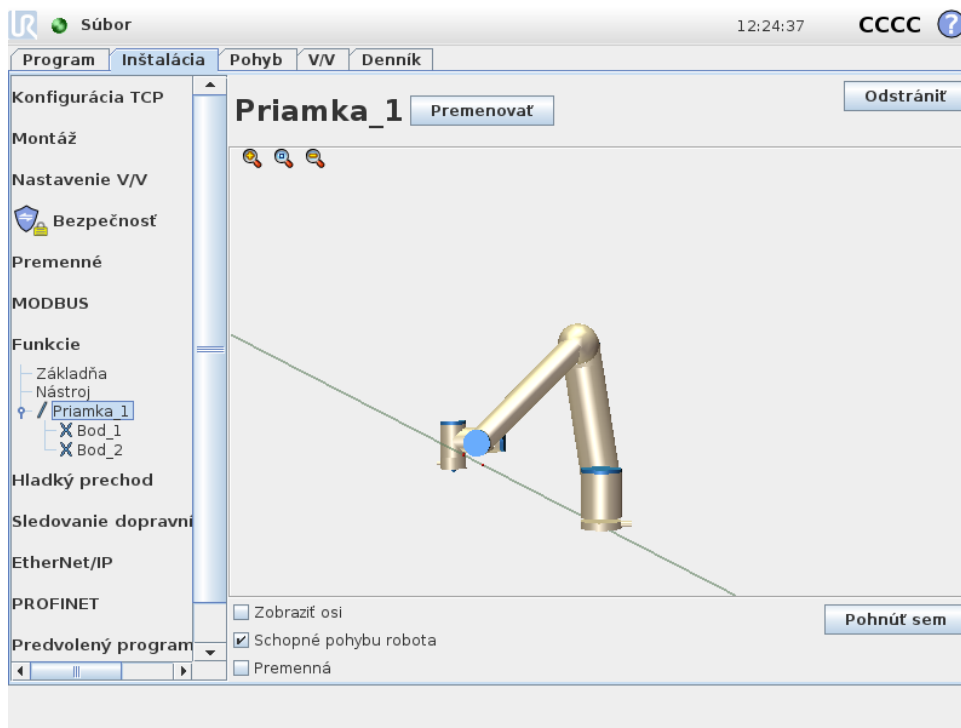
### 13.12.3 Nová priamka

Stlačením tlačidla **Priamka** pridáte k inštalácii funkciu priamky. Funkcia priamky definuje línie, po ktorých sa robot pohybuje (napr. pri sledovaní dopravníka). Priamka  $l$  sa definuje ako os medzi dvoma funkciami Bod  $p1$  a  $p2$ , ako je zobrazené na obrázku 13.3.



Obr. 13.3: Definícia lineárneho prvku

Na obrázku 13.3 je os smerujúca od prvého bodu smerom k druhému bodu osou y súradnicového systému priamky. Os  $z$  je určená projekciou osi  $z$  bodu  $p1$  na rovinu kolmú na túto priamku. Poloha súradnicového systému priamky je rovnaká ako poloha bodu  $p1$ .



### 13.12.4 Funkcia roviny

Funkcia Rovina sa vyberá v prípade potreby vysoko presného rámca: napr. počas práce so zobrazovacím systémom alebo vykonávania pohybov vo vzťahu k stolu.

#### Pridanie roviny

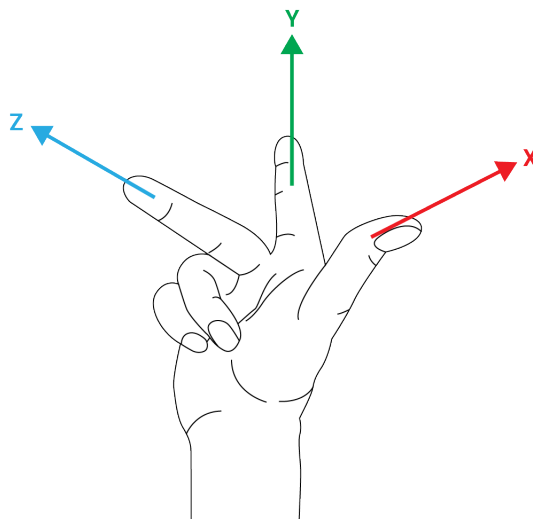
1. V Inštalácii vyberte možnosť **Funkcie**.
2. V časti Funkcie označte možnosť **Rovina**.

#### Učenie roviny

Po stlačení tlačidla roviny na vytvorenie novej roviny vám sprievodca na obrazovke pomôže s tvorbou roviny.

1. Výber Origa (začiatku)
2. Posuňte robot na zadefinovanie smeru kladnej osi X roviny
3. Posuňte robot na zadefinovanie smeru kladnej osi Y roviny

Rovina sa definuje pravidlom pravej ruky, aby bola os Z výsledkom prieseku osi X a Y, ako vidno nižšie.



**POZNÁMKA:**

Rovina sa dá naučiť na opačný smer osi X, ak chcete, aby bola normálna v opačnom smere.

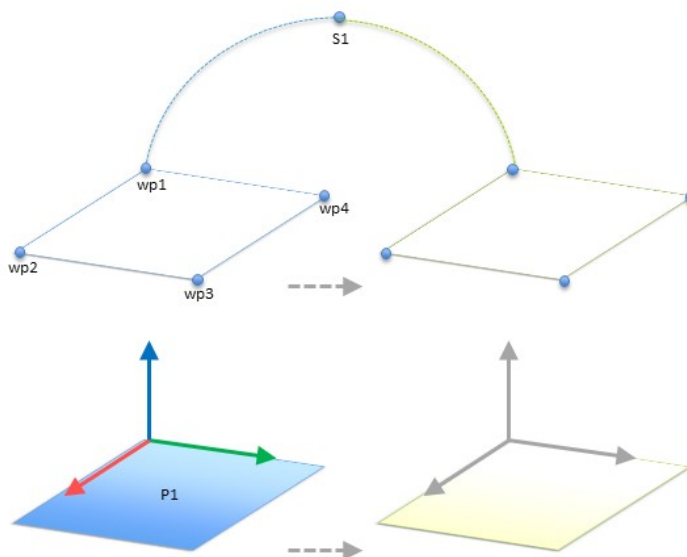
Upravte existujúcu rovinu výberom možnosti Rovina a ťuknutím na Upraviť rovinu. Potom použite rovnakého sprievodcu ako pri učení novej roviny.

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

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

Program robota

```
PohybK
  S1
Funkcia PohybL #: P1_var
  wp1
  wp2
  wp3
  wp4
```



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

Aplikácia si vyžaduje opakované použitie programu vo viacerých inštaláciách robota, v rámci ktorých sa mierne líši len poloha stola. Pohyb vo vzťahu k stolu je identický. Keď sa počas

Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

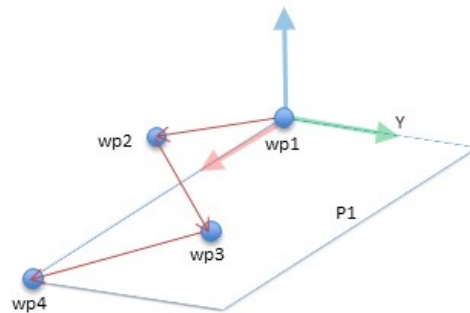
### 13.13 Nastavenie sledovania dopravníka

inštalácie poloha stola definuje ako funkcia *P1*, program s príkazom *PohybL* konfigurovaným vo vzťahu k rovine je možné jednoducho aplikovať na ďalšie roboty len pomocou aktualizácie polohy stola v rámci inštalácie.

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

#### 13.12.6 Príklad: Dynamická aktualizácia pozície funkcie

Predstavte si podobnú aplikáciu, kde sa robot musí hýbať v rámci špecifického obrazca na vrchu stola, aby vyriešil určitú úlohu (pozrite si 13.5).

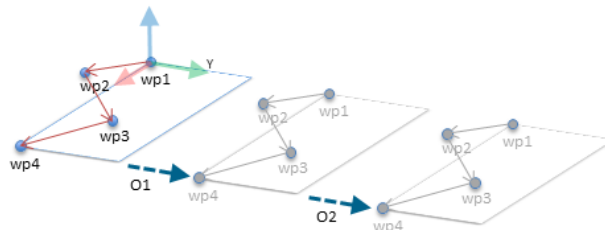


Obr. 13.5: Príkaz *PohybL* so štyrmi traťovými bodmi vo vzťahu k funkcii roviny

Pohyb vo vzťahu k *P1* sa niekoľkokrát opakuje, zakaždým s odchýlkou *o*. V tomto príklade je odchýlka nastavená na 10 cm v smere *Y* (pozri obrázok 13.6, odchýlky *O1* a *O2*). Dá sa to dosiahnuť použitím skriptových funkcií *pose\_add()* alebo *pose\_trans()* na účely manipulácie s premennou.

```

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



Obr. 13.6: Aplikácia odchýlky na funkcii roviny

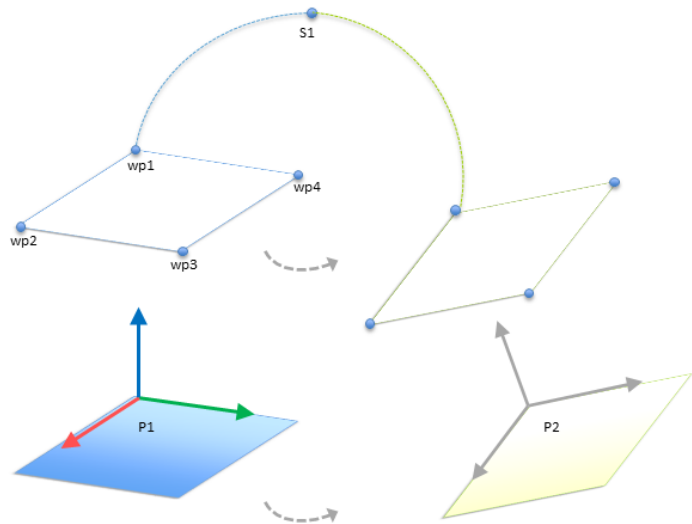
Namiesto pridania odchýlky je možné prepnúť na odlišnú funkciu, keď program beží. To je znázornené na nižšie uvedenom príklade (pozri obrázok 13.7), kde referenčná funkcia pre príkaz *PohybL P1\_var* môže prepínať medzi rovinami *P1* a *P2*.

### 13.13 Nastavenie sledovania dopravníka

Nastavenie sledovania dopravníka umožňuje nakonfigurovanie pohybu až dvoch oddelených dopravníkov. Nastavenie sledovania dopravníka umožňuje konfiguráciu práce robota s absolútnymi alebo inkrementálnymi kódovačmi, ako aj lineárnymi alebo kruhovými dopravníkmi.

```

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



Obr. 13.7: Prepnutie z jednej funkcie roviny na inú

## Parameter dopravníka

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

*Absolútne:* kódovače je možné pripojiť prostredníctvom signálu MODBUS. To požaduje predbežnú konfiguráciu registra digitálneho výstupu MODBUS v (časť 13.11).

## Parametre sledovania

*Lineárne dopravníky:* Ak sa vyberie lineárny dopravník, treba konfigurovať lineárny prvok v časti inštalácie **Funkcie**, aby sa určilo smerovanie dopravníka. Dbajte na presnosť umiestnením funkcie priamky paralelne k smeru dopravníka s veľkým odstupom medzi dvomi bodmi, ktoré definujú funkciu priamky. Nakonfigurujte lineárny prvok tak, že sa počas učenia dvoch bodov nástroj pevne priloží k boku dopravníka. Ak je smer lineárneho prvku opačný ako pohyb dopravníka, ťuknite na tlačidlo **Opačný smer**.

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

*Kruhové dopravníky:* Pri sledovaní kruhového dopravníka treba definovať ťažisko dopravníka.

1. Ťažisko sa definuje v časti inštalácie **Funkcie**. Hodnota pola **Počet ťuknutí na meter** musí byť počet ťuknutí, ktorý kódovač vygeneruje, keď sa dopravník otočí o jednu celú otáčku.
2. Na sledovanie otáčania dopravníka orientáciou nástroja zaškrtnite políčko **Otočiť nástroj dopravníkom**.

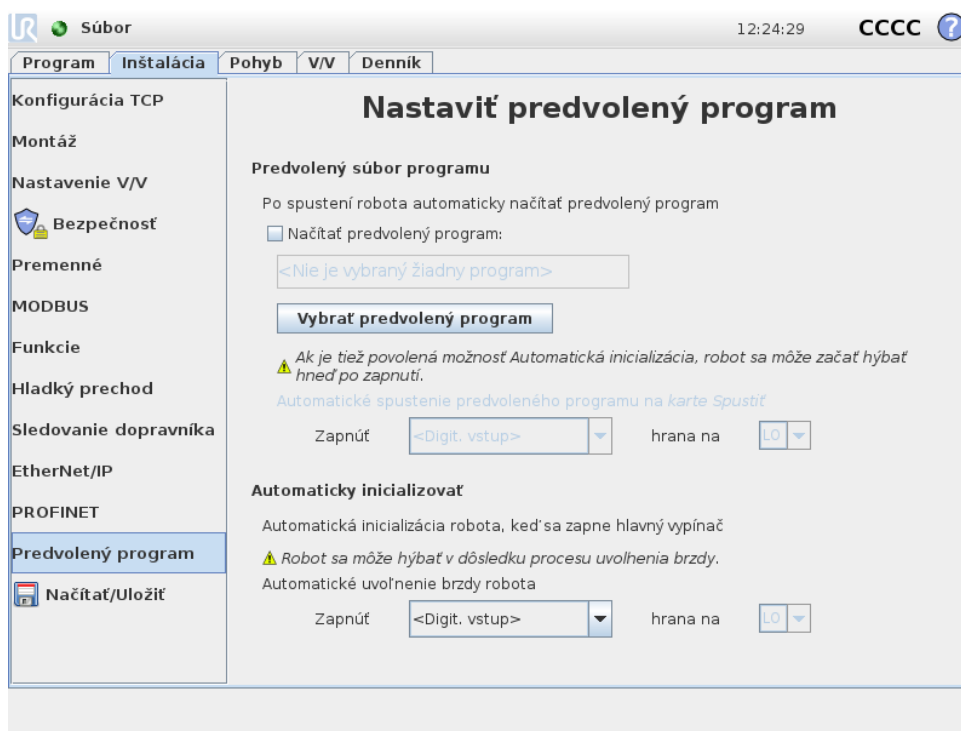
## 13.14 Hladký prechod medzi bezpečnostnými režimami

Pri prepínaní medzi bezpečnostnými režimami počas udalostí (napr. vstup zníženého režimu, znížený režim spúšťačích plošín, ochranné zastavenie a trojpolohové pomocné zariadenie), chce rameno robota využiť 0,4 s na vytvorenie „hladkého“ prechodu. Správanie existujúcich aplikácií sa nemení, čo korešponduje s „tvrdým“ nastavením. Nové inštalčné súbory idú predvolene na „mäkké“ nastavenie.

### 13.14.1 Úprava nastavení zrýchlenia/spomalenia

- Ťuknite na kartu Inštalácia.
- V ponuke na ľavej strane ťuknite na možnosť Hladký prechod.
- Na väčšie zrýchlenie/spomalenie vyberte možnosť Tvrdý alebo Mäkký, čím dosiahnete hladšie nastavenie predvoleného prechodu.

## 13.15 Inštalácia → Predvolený program



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

**VÝSTRAHA:**

1. Ak je zapnuté automatické načítanie, automatické spustenie a automatická inicializácia, robot spustí program, len čo sa zapne riadiaca skrinka, ak sa vstupný signál zhoduje so zvolenou úrovňou signálu. Napríklad sa v tomto prípade nebude vyžadovať prechod cez hranu na vybranú úroveň signálu.
2. Ak je úroveň signálu nastavená ako NÍZKA, dávajte si pozor. Vstupné signály sú predvolené ako nízke, čo program automaticky spustí bez jeho spustenia externým signálom.

---

**Načítanie predvoleného programu**

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

---

**Spustenie predvoleného programu**

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

Pri spustení je úroveň súčasného vstupného signálu nedefinovaná. Výber prechodu, ktorý sa zhoduje s úrovňou signálu pri spustení ihneď spustí program. Opustenie obrazovky **Spustiť program** alebo ťuknutie na tlačidlo zastavenia na ovládacom paneli navyše deaktivuje funkciu automatického spustenia, kým sa opätovne neťukne na tlačidlo spustenia.

---

**Automatická inicializácia**

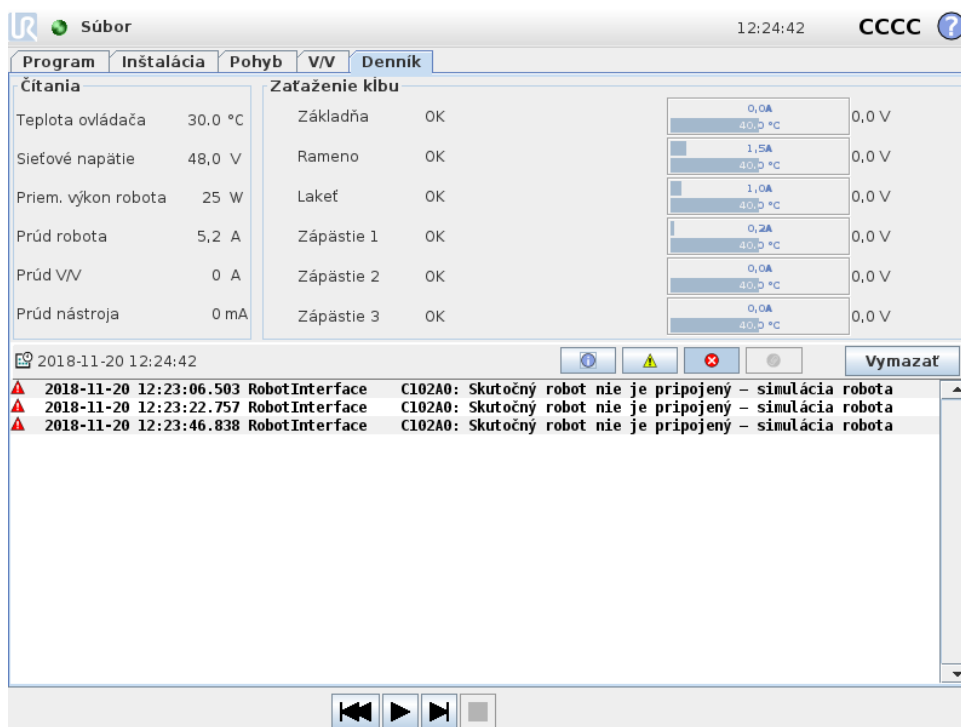
Rameno robota sa automaticky inicializuje. Pri prechode cez špecifikovanú hranu externého vstupného signálu sa rameno robota úplne inicializuje bez ohľadu na viditeľnú obrazovku.

Záverečnou fázou inicializácie je Uvoľnenie brzdy. Počas uvoľňovania brzdy sa rameno robota trochu pohne a cvaká. Brzdy nie je možné navyše automaticky uvoľniť, ak sa konfigurované upevnenie nezhoduje s upevnením detekovaným na základe údajov senzora). V tomto prípade je potrebná manuálna inicializácia robota na obrazovke inicializácie (pozrite si 11.5).

Pri spustení je úroveň súčasného vstupného signálu nedefinovaná. Výber prechodu, ktorý sa zhoduje s úrovňou signálu pri spustení, ihneď inicializuje rameno robota.

Funkcia automatickej inicializácie funguje len vtedy, keď je rameno robota vypnuté.

## 13.16 Karta Denník



**Stav robota** V hornej polovici obrazovky sa zobrazuje stav ramena robota a riadiacej skrinky. Na ľavej strane obrazovky vidno informácie spojené s riadiacou skrinkou, na pravej strane obrazovky sú informácie o každom kĺbe robota. Pre každý kĺb sa zobrazujú informácie o teplote motorčeka a elektronike, zaťaženi kĺbu a o elektrickom napätí.

**Denník robota** Správy sa zobrazujú v spodnej polovici obrazovky. Prvý stĺpec kategorizuje závažnosť položky protokolu. V druhom stĺpci je čas prijatia správy. Ďalší stĺpec zobrazuje odosielateľa správy. V poslednom stĺpci je samotná správa. Správy je možné filtrovať výberom prepínačov, ktoré prislúchajú danej závažnosti položky protokolu. Vyššie uvedený obrázok zobrazuje, že chyby sa zobrazia, zatiaľ čo informačné a výstražné správy sa filtrujú. Niektoré správy v protokole sú navrhnuté tak, aby uvádzali viac informácií a dajú sa otvoriť výberom položky protokolu.

### 13.16.1 Výkazy o chybe pri ukladaní

Ak sa v PolyScope objaví chyba, vygeneruje sa denník chýb. V karte Denník môžete sledovať a/alebo exportovať vygenerované výkazy na USB (pozri 13.16). Sledovať a exportovať sa dá nasledujúci zoznam chýb:

- Chyba
- Interné výnimky PolyScopu
- Ochranné zastavenie
- Nespracovaná výnimka v URCap
- Narušenie

Exportovaný výkaz obsahuje: program používateľa, inštaláciu a zoznam bežiacich služieb.

**Výkaz o chybe** Keď sa v riadku denníka zobrazí ikonka sponky, k dispozícii je podrobný výkaz o stave.

- Označte riadok denník a ťuknite na tlačidlo Uložiť výkaz, čím sa výkaz uloží na USB.
- Výkaz možno uložiť, kým program beží.



**POZNÁMKA:**

Pri vygenerovaní nového výkazu sa starý vymaže. Ukladá sa len päť najnovších výkazov.

## 13.17 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.



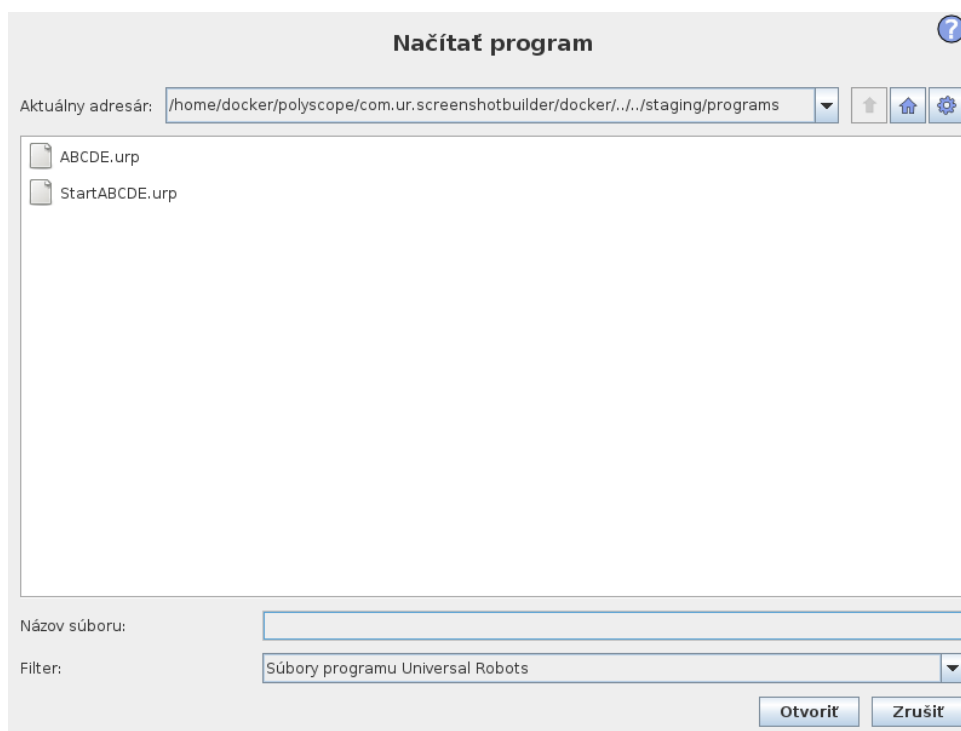
**POZNÁMKA:**

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 (pozrite si 13.17).

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

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

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

**Pole súboru** Tu sa zobrazuje aktuálne zvolený súbor. Používateľ má možnosť manuálne zadať názov súboru kliknutím na ikonu klávesnice napravo od poľa. Toto zobrazí klávesnicu na obrazovke, pomocou ktorej môže používateľ zadať názov súboru priamo na obrazovke.

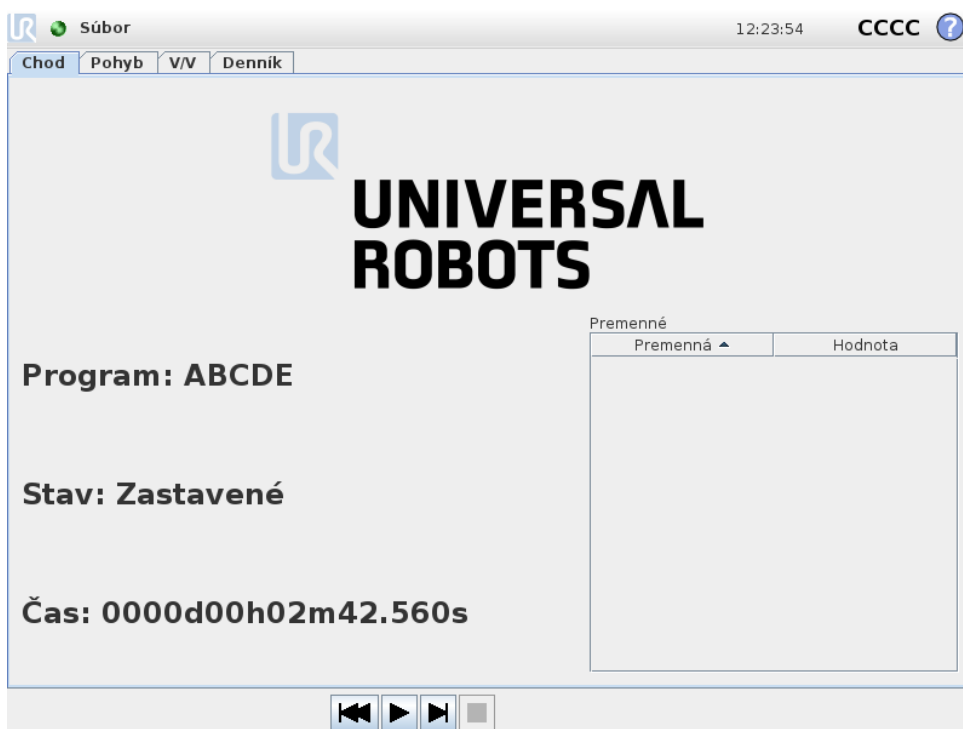
**Tlačidlo Otvoriť** Kliknutím na tlačidlo Otvoriť sa otvorí aktuálne vybraný súbor a opäť sa zobrazí predchádzajúca obrazovka.

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

**Tlačidlá Úkony** 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.

## 13.18 Karta Chod



Táto karta ponúka veľmi jednoduchý spôsob obsluhy ramena robota a riadiacej skrinky s minimálnym počtom tlačidiel a možností. To môže byť užitočné v kombinácii s heslom na ochranu programovacej časti rozhrania PolyScope (pozrite si 15.3), keď je potrebné používať robota ako nástroj výlučne na vykonávanie vopred pripravených programov.

V tejto karte je ďalej možné automaticky načítať a spustiť predvolený program na základe prechodu cez špecifikovanú hranu externého vstupného signálu (pozrite si 13.15). Kombinácia automatického načítania a spustenia predvoleného programu a automatickej inicializácie

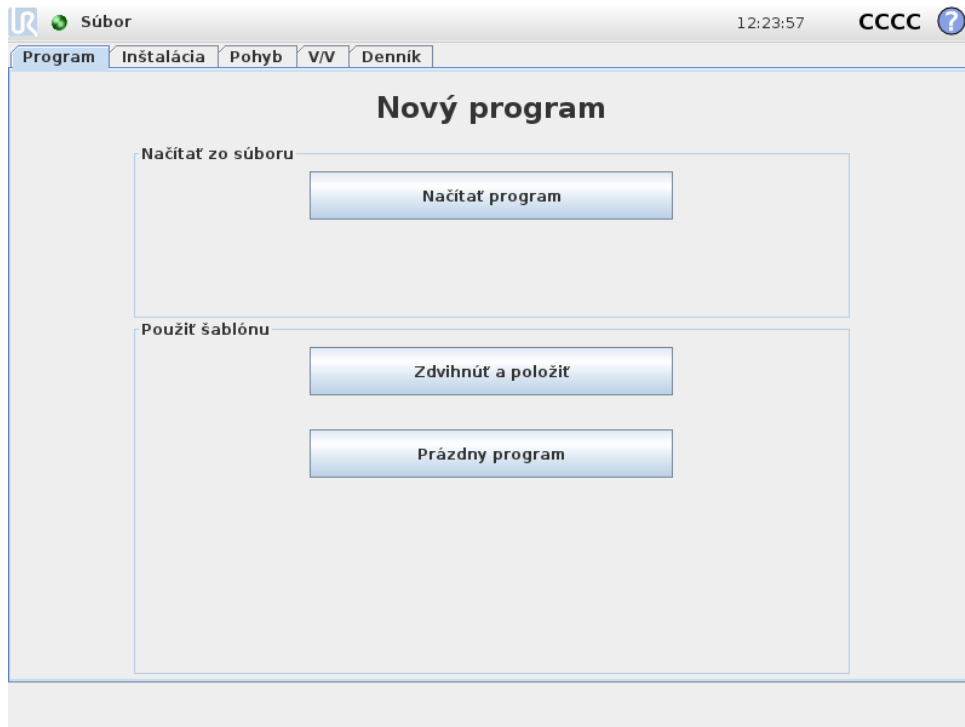
pri spustení sa môže použiť napríklad na integráciu ramena robota do iného strojového zariadenia.



Copyright © 2009–2018 společnost Universal Robots A/S. Všechny práva vyhrazené.

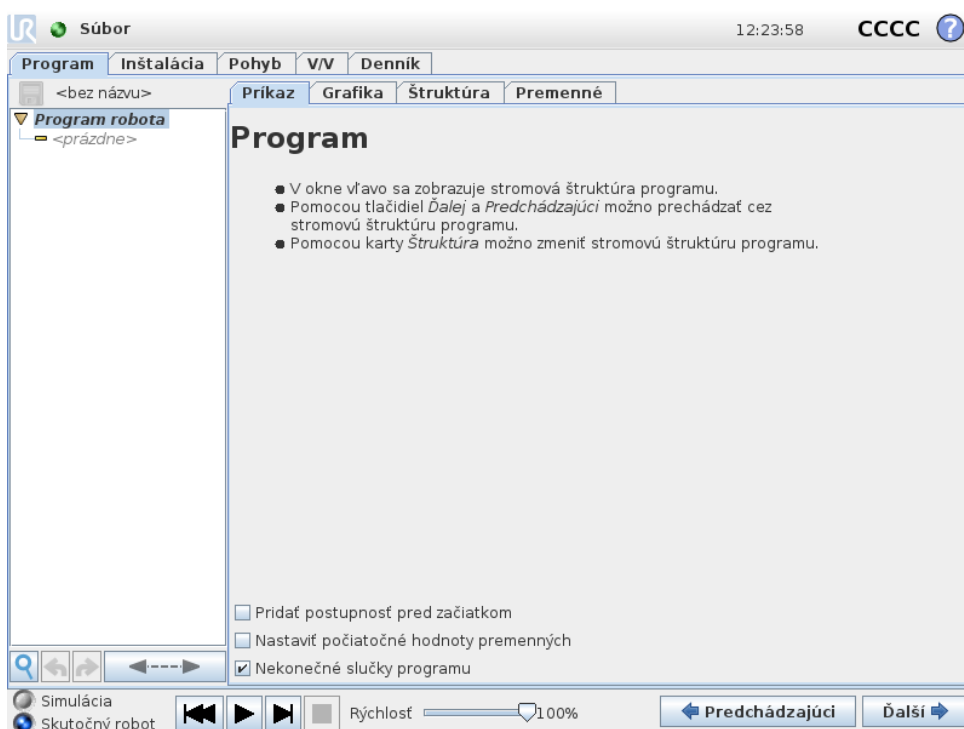
# 14 Programovanie

## 14.1 Nový program



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

## 14.2 Karta Program



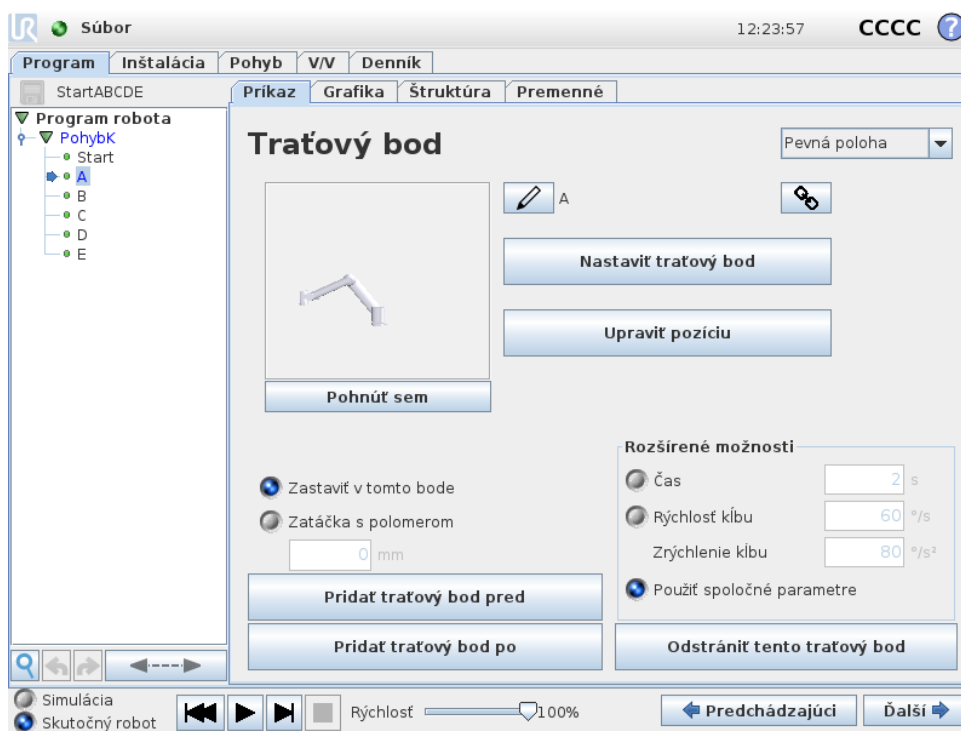
Na karte Program sa zobrazuje aktuálne upravovaný program.







### 14.2.1 Programový strom

V **programovom strome** 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**. 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 programovom strome, ako je popísané v 14.2.2.

## 14.2.2 Indikácia vykonávania programu





**Strom programu** obsahuje vizuálne nápovedy podávajúce informácie o príkaze, ktorý momentálne vykonáva ovládač robota. Vľavo od ikony príkazu sa zobrazí malá ikona indikátora  a názov vykonávaného príkazu, a všetky príkazy, pre ktoré je tento príkaz podpríkazom (zvyčajne identifikované ikonami príkazov  / ) , sa zvýraznia namodro. Toto napomáha používateľovi nájsť vykonávaný príkaz v rámci stromu. Napríklad, ak sa rameno robota pohybuje smerom k traťovému bodu, podpríkaz príslušného traťového bodu sa označí ikonou  a jeho názov spolu s názvom príkazu Pohyb (pozrite si 14.5), ku ktorému prislúcha, sa zvýraznia namodro. Ak sa program pozastaví, ikona indikátora vykonávaného programu označí posledný príkaz, ktorý sa práve vykonával. Kliknutím na tlačidlo s ikonou  , ktoré sa nachádza pod programovým stromom, prejdete na momentálne vykonávaný alebo naposledy vykonávaný príkaz v strome. Ak sa klikne na príkaz, keď je spustený program, karta Príkaz bude zobrazovať informácie týkajúce sa vybraného príkazu. Stlačenie tlačidla  spôsobí, že karta Príkaz bude opätovne nepretržite zobrazovať informácie o momentálne vykonávaných príkazoch.

## 14.2.3 Tlačidlo Vyhľadať

Ďuknutím na tlačidlo  sa spustí vyhľadávanie v programovom strome. Po kliknutí je možné zadať vyhľadávaný text a zhodné uzly programu sa zvýraznia žltou farbou. Navigovať medzi zhodami môžete aj pomocou navigačných tlačidiel. Stlačením ikony  ukončíte vyhľadávanie. Poznámka: Ak sa chcete dostať k ďalším navigačným tlačidlám, musíte rozťahnuť programový strom.

### 14.2.4 Tlačidlá Späť/Znova

Tlačidlá s ikonami  a  v navigačnej lište programového stromu slúžia na vrátenie späť a opätovné vykonanie zmien v rámci programového stromu a príkazov, ktoré obsahuje.

### 14.2.5 Ovládací panel programu

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

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



#### NEBEZPEČENSTVO:

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

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

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

## 14.3 Premenné

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

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

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

*Typy premenných:*

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

*int.* Celé číslo v rozsahu od  $-2147483648$  do  $2147483647$  (32-bitov).

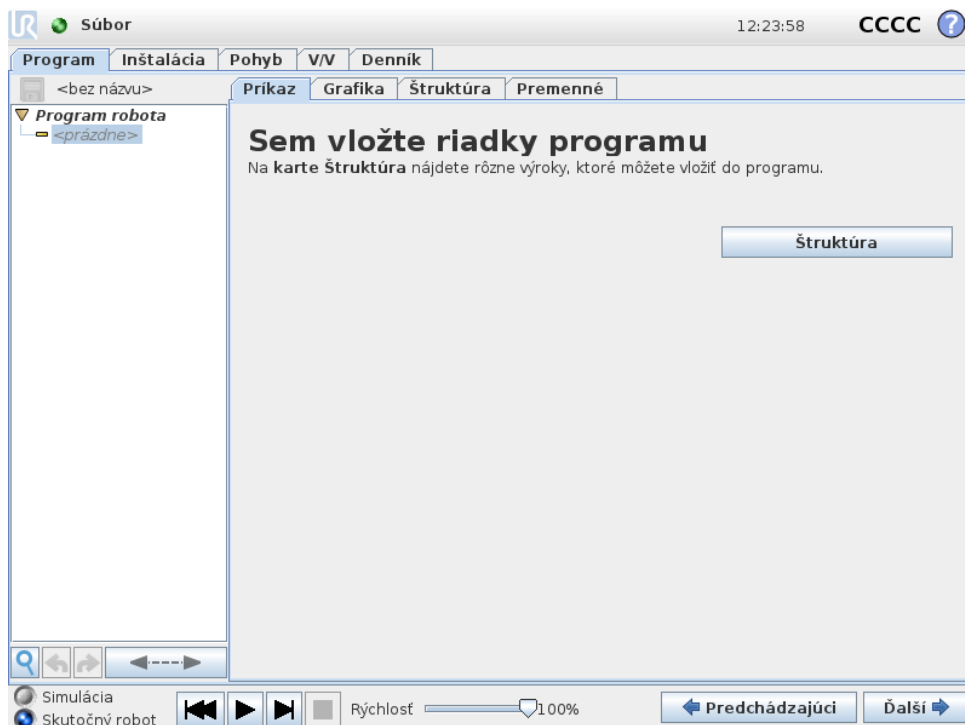
*plávajúce* Číslo s plávajúcou desatinnou čiarkou číslo (desatinné číslo) (32-bitov).

*reťazec* Postupnosť znakov.

*poloha* Vektor popisujúci umiestnenie a orientáciu v karteziánskom priestore. Je to kombinácia vektora polohy  $(x, y, z)$  a vektora rotácie  $(rx, ry, rz)$  znázorňujúca orientáciu, písané ako  $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ .

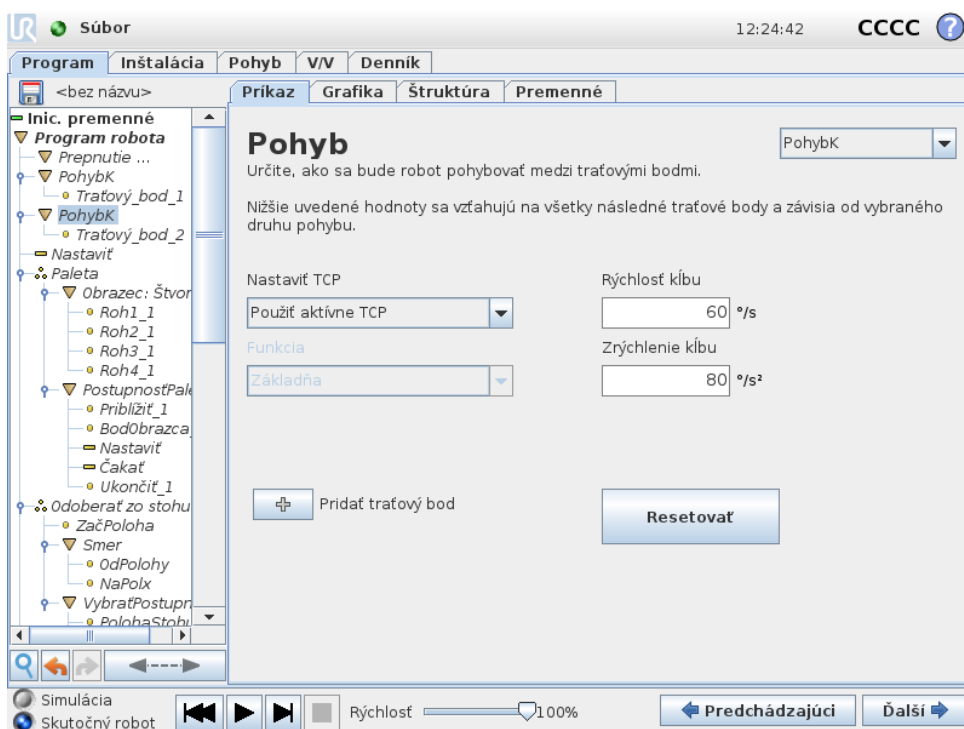
*zoznam* Postupnosť premenných.

## 14.4 Príkaz: Prázdne



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

## 14.5 Príkaz: Pohyb



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

### Druhy pohybu

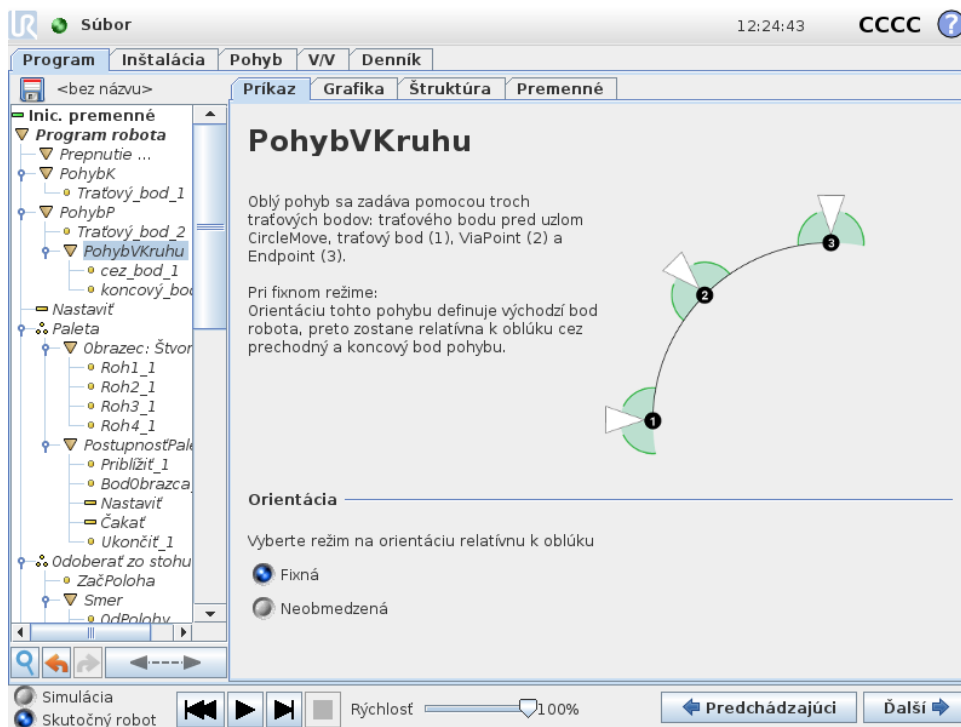
Môžete si vybrať jeden z troch druhov pohybu: **PohybJ**, **PohybL** a **PohybP**. Každý typ pohybu je vysvetlený nižšie.

- **pohybJ** robí pohyby, ktoré sa počítajú v **priestore kĺbu** ramena robota. Všetky kĺby 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 kĺbová rýchlosť a kĺbové zrýchlenie, 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 preferovateľnou voľbou.
- **pohybL** pohne ťažiskový bod nástroja (TCP) lineárne medzi traťovými bodmi. To znamená, že jednotlivé kĺby 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.
- **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.

- **Oblý pohyb** sa môže pridať k pohybu **P** a vytvoríť kruhový pohyb. Robot sa začne hýbať zo súčasnej polohy alebo východzieho bodu, prejde cez **ViaPoint** špecifikovaný v kruhovom oblúku a cez **EndPoint**, ktorý kruhový pohyb uzavrie.

Režim sa používa na prepočítanie orientácie nástroja cez kruhový oblúk. Režim môže byť:

- fixný: pri definovaní orientácie nástroja sa použije len východzí bod;
- neobmedzený: východzí bod sa zmení na **EndPoint** a zadefinuje orientáciu nástroja



## Spoločné parametre

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

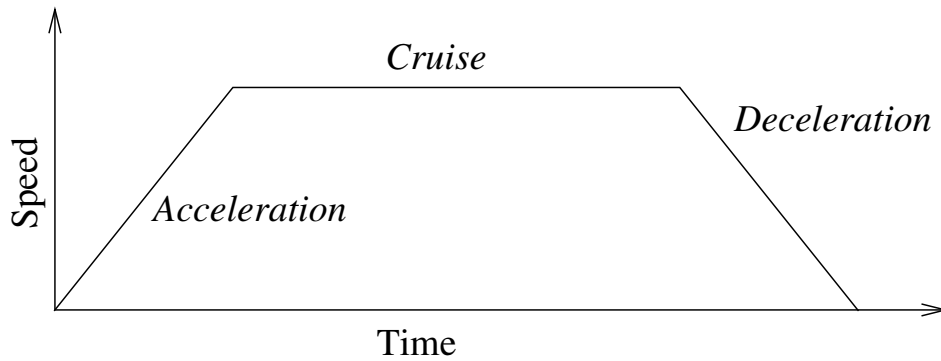
## Výber TCP

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

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

## Výber funkcie

Funkcia rozostaví traťové body v príkaze Pohyb, čo treba nastaviť pri špecifikovaní traťových bodov (pozri časť 13.12). To znamená, že pri nastavovaní traťového bodu si program



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

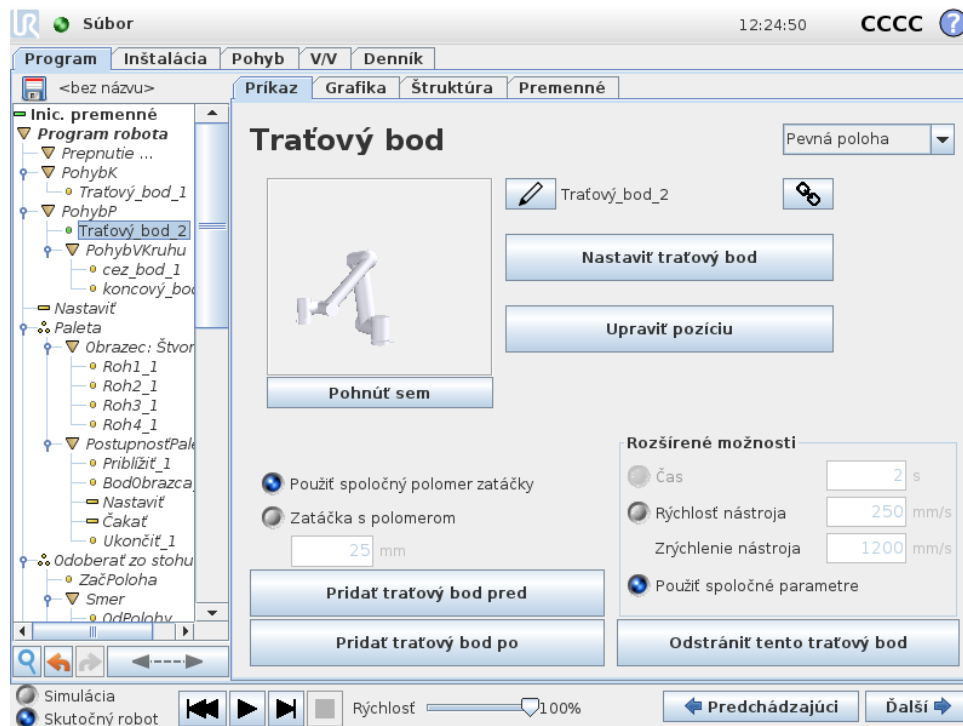
zapamätá súradnice nástroja vo funkčnom priestore vybranej funkcie. Môže nastať niekoľko situácií, ktoré vyžadujú podrobné vysvetlenie:

*Relatívne traťové body:* Vybratá funkcia nemá žiaden vplyv na relatívne traťové body. Relatívny pohyb sa vždy vykoná s ohľadom na orientáciu **Základne**.

*Premenlivé traťové body:* Keď sa rameno robota pohybuje do premenlivého traťového bodu, bod v strede 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.

*Premenná funkcie:* Ak je ktorákoľvek z funkcií v aktuálne načítanej inštalácii vybraná ako premenná, 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 menia pohyby robota.

## 14.6 Príkaz: Pevný traťový bod



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

### Nastavenie traťového bodu

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

### Názvy traťových bodov

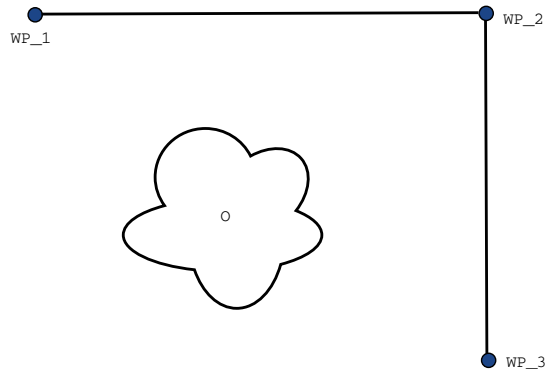
Traťové body dostanú automaticky jedinečný názov. Používateľ môže názov zmeniť. Označením ikony linky sa traťové body prepoja a zdieľajú informácie o polohe. Ďalšie informácie o traťovom bode, ako je polomer zatáčky, rýchlosť nástroja/spoja a zrýchlenie nástroja/spoja sa konfiguruje pre jednotlivé traťové body, aj ak sú prepojené.

### Zatáčanie

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

**Príklad** Ako príklad si predstavte aplikáciu na dvíhanie a premiestňovanie (pozrite obr. 14.2), kde je robot momentálne na 1. traťovom bode (WP\_1) a musí zdvihnúť predmet na 3. traťovom bode (WP\_3). Na predídenie kolíziám s predmetom a inými prekážkami (O) musí

robot prísť k WP\_3 v smere od 2. traťového bodu (WP\_2). Na vytvorenie trasy, ktorá spĺňa požiadavky, treba zadať tri traťové body.



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

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

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

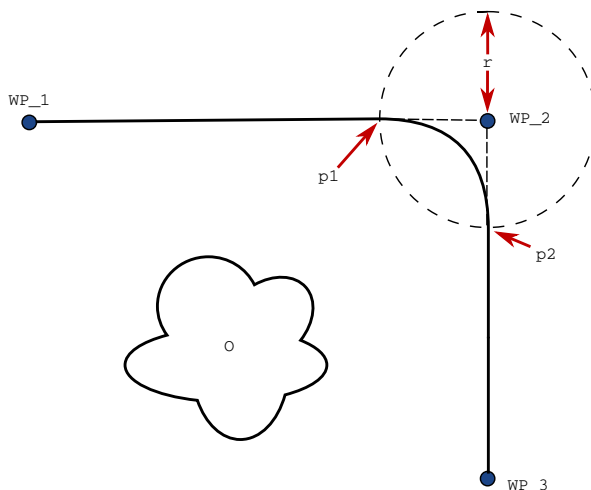
**Parametre zatáčky** Okrem traťových bodov ovplyvňujú trajektóriu zatáčky mnohé ďalšie parametre (pozri obrázok 14.3):

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

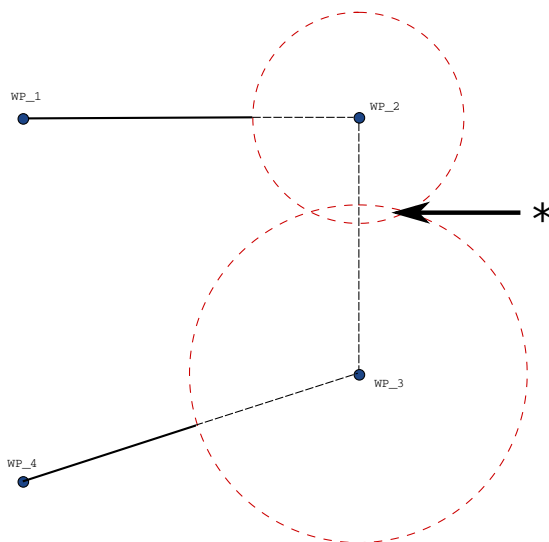
Ak sa nastaví polomer zatáčky, trajektória ramena robota sa zatočí okolo traťového bodu, čo umožní, aby rameno robota prešlo daným bodom bez zastavenia.

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

**Podmienené trajektórie zatáčky** V strome programu vplýva na trajektóriu zatáčky traťový bod, v ktorom je nastavený polomer zatáčky, a ďalší po ňom. To značí, že v programe na snímke 14.5 zatáčku okolo WP\_1 ovplyvňuje WP\_2. Dôsledok je ešte viditeľnejší pri zatáčke okolo WP\_2



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



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

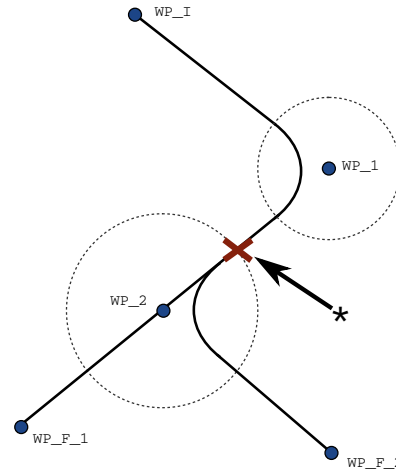
v tomto príklade. Existujú dve možné koncové polohy a na stanovenie ďalšieho traťového bodu, okolo ktorého treba zatočiť, musí robot vyhodnotiť aktuálny ukazovateľ digitálneho `_vstupu[1]` už pri zadávaní polomeru zatáčky. To značí **ak...potom** výraz (alebo iné potrebné údaje na určenie ďalšieho traťového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

**Kombinácie typu trajektórie** Dá sa zatáčať aj medzi všetkými štyrmi kombináciami typov trajektórií **PohybJ** a **PohybL**, ale konkrétna kombinácia ovplyvní vypočítanú trajektóriu za-

Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

```

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



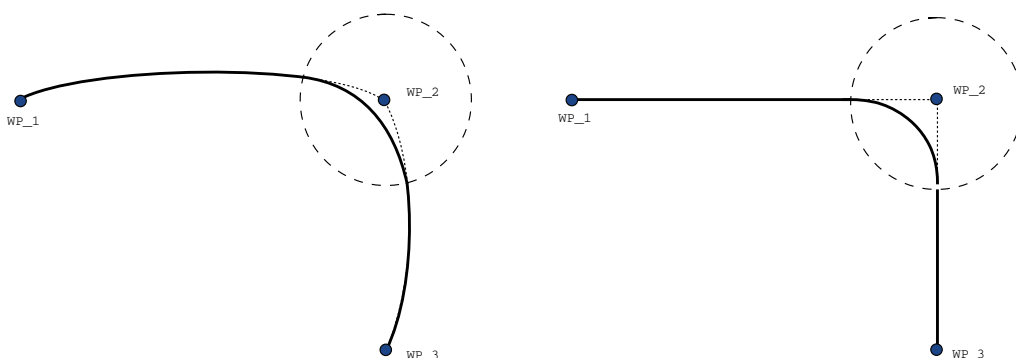
Obr. 14.5: WP\_I je úvodný traťový bod a existujú dva potenciálne koncové traťové body WP\_F\_1 a WP\_F\_2 v závislosti od podmieneného výrazu. Podmienka ak sa výraz vyhodnotí, keď rameno robota vstúpi do druhej zatăčky (\*).

Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

táčky. Existujú 4 možné kombinácie:

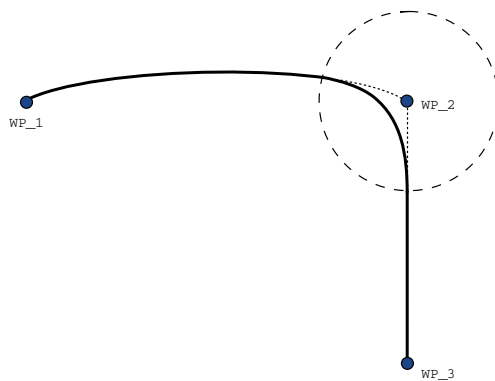
1. PohybJ na PohybJ (zatăčka len v spojenom priestore)
2. PohybJ na PohybL
3. PohybL to PohybL (zatăčka len v karteziánskom priestore)
4. PohybL na PohybJ

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



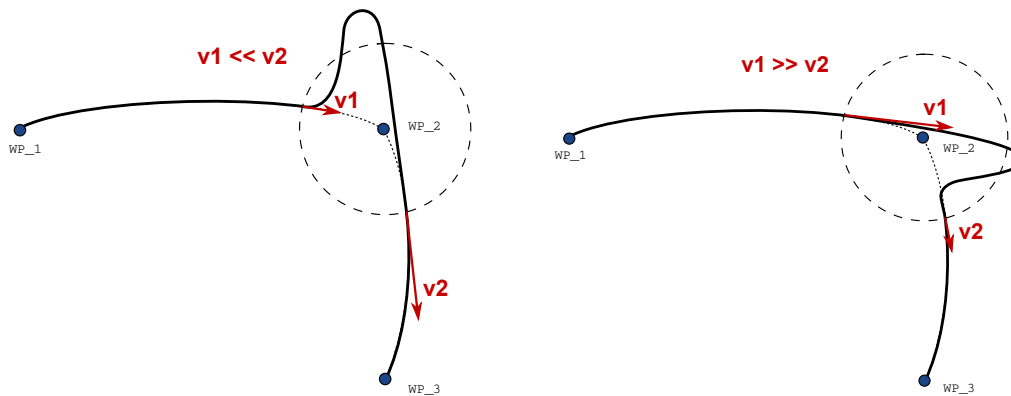
Obr. 14.6: Pohyb a zatočenie v spojenom priestore (PohybJ) verzus karteziánskom priestore (PohybL).

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



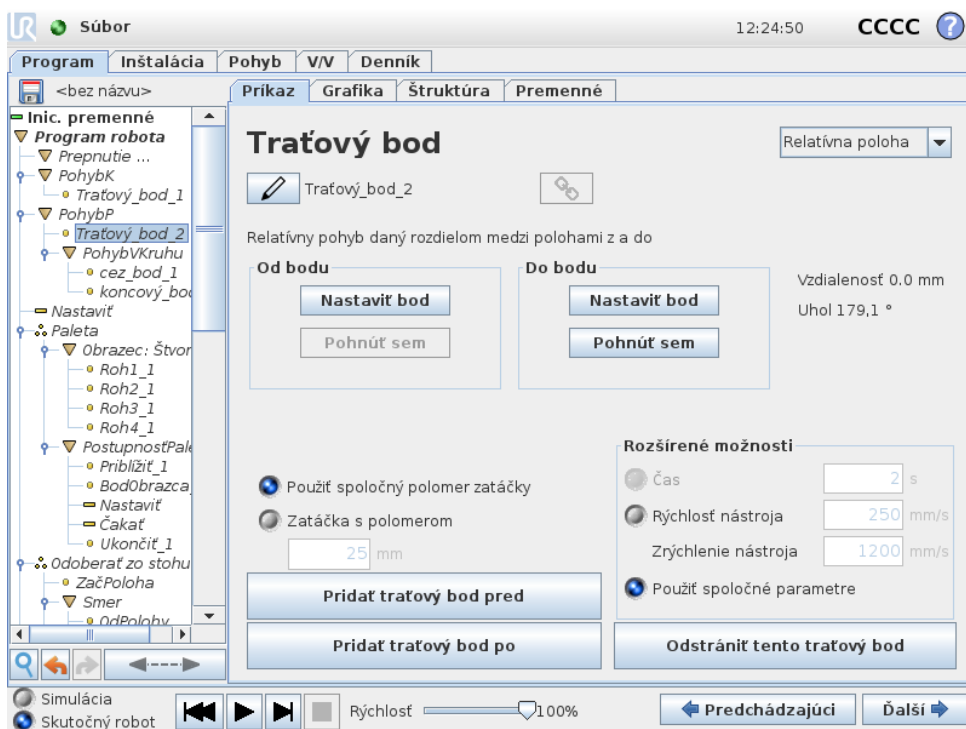
Obr. 14.7: Zatáčka z pohybu v spojenom priestore (PohybJ) do lineárneho pohybu nástroja (PohybL).

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



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

## 14.7 Príkaz: Relatívny traťový bod

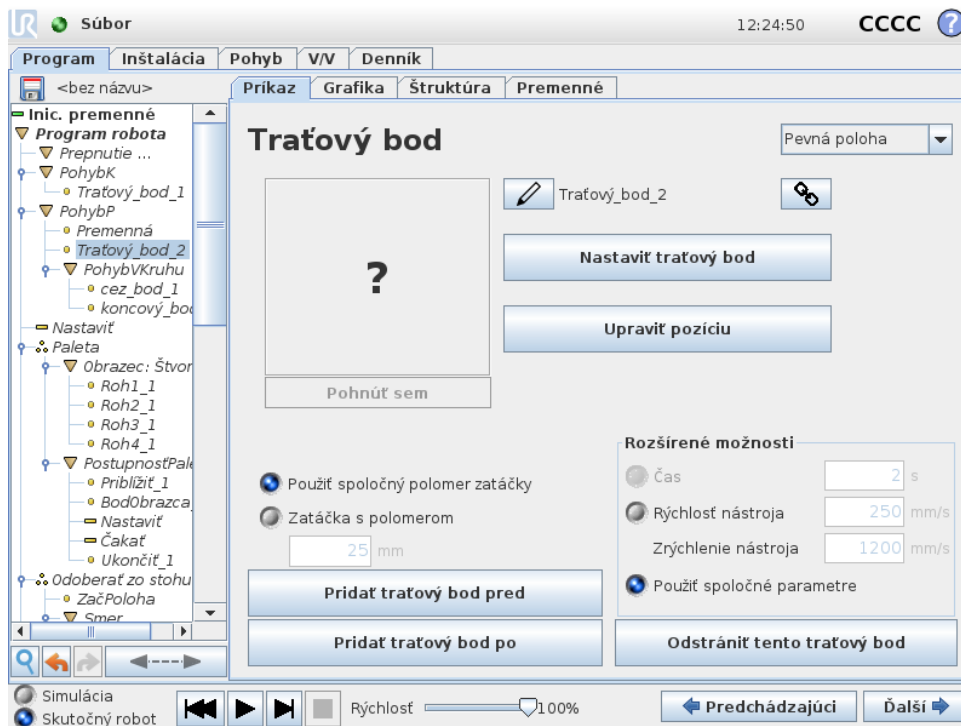


Traťový bod s polohou udanou vzhľadom na predchádzajúcu polohu ramena robota, napríklad „2 cm doľava“. Relatívna poloha sa udáva ako rozdiel medzi dvoma danými polohami (zľava doprava).

Pozor: opakované relatívne polohy môžu dostať rameno robota mimo jeho pracovného priestoru.

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

## 14.8 Príkaz: Premennivý traťový bod



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

Napríklad pohyb robota 20 mm po osi z nástroja:

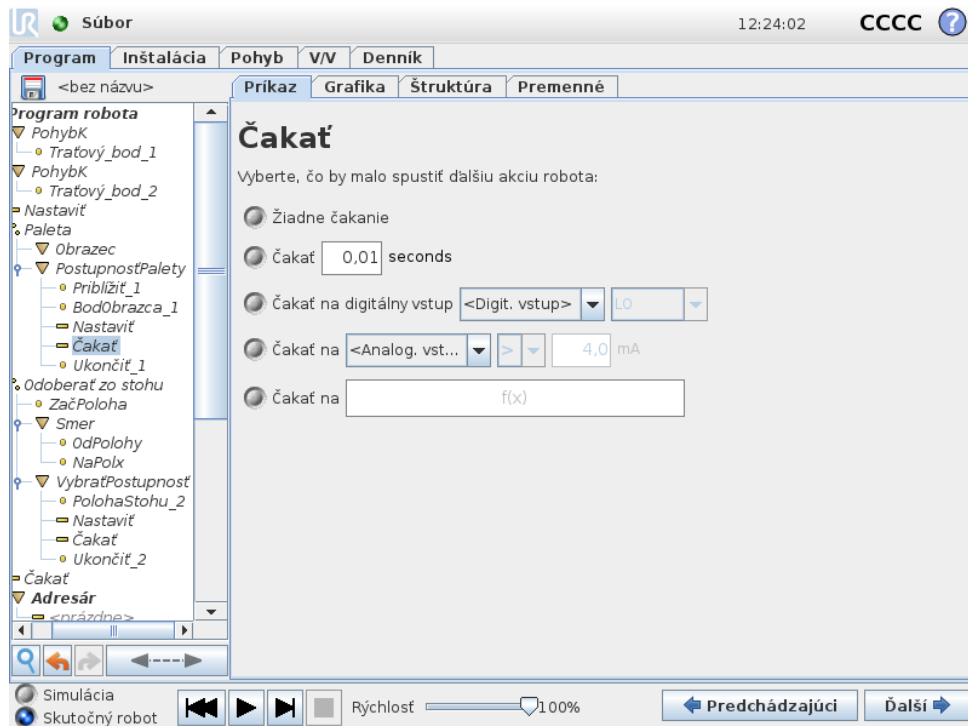
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Pohyb1
```

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

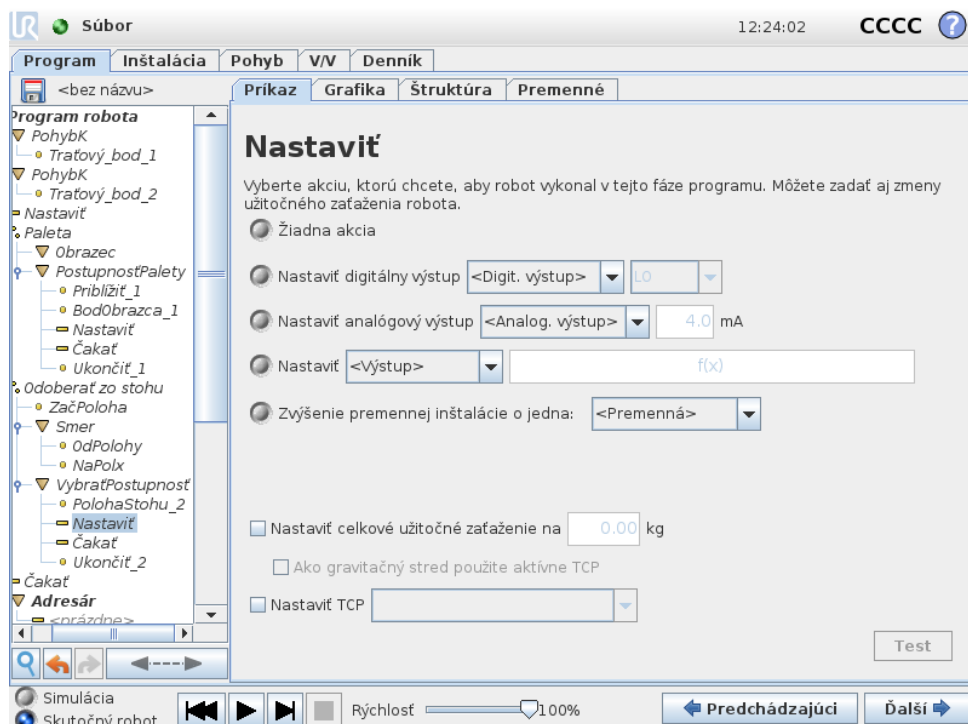
```
Použite premennú=var_1, Funkcia=Nástroj
```

## 14.9 Príkaz: Čakať



**Čakať** preruší signál V/V alebo výraz na stanovený čas. Ak vyberiete možnosť **Nečakať**, nič sa neudeje.

## 14.10 Príkaz: Nastaviť



Nastaví buď digitálne, alebo analógové výstupy na danú hodnotu.

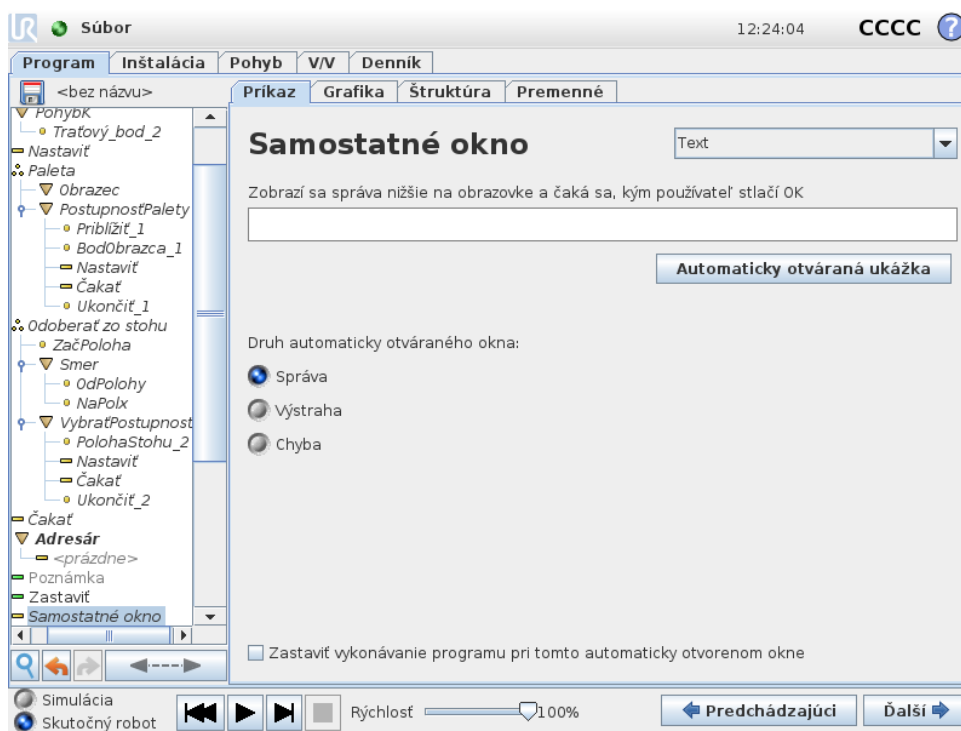
Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

## 14.11 Príkaz: Automaticky otvárané okná

Príkaz sa dá použiť aj na nastavenie zaťaženia ramena robota. Nastavenie zaťaženia môže byť potrebné na predídenie spusteniu ochrannému zastaveniu robota, keď je zaťaženie nástroja iné, ako sa očakáva. Ak by sa aktívne TPC nemalo použiť ako ťažisko, označenie príslušného políčka sa dá zrušiť. Ak v programe nie je nastavené ťažisko, použije sa ťažisko určené na inštaláciu. Ťažisko sa dá nastaviť textovými políčkami (Cx, Cy, Cz) alebo pomocou sprievodcu užitočným zaťažením. Ak je program z verzie staršej ako 3.8, ťažisko sa dá nastaviť na TCP. No ak ťažisko nastavíte ručne, nedá sa nastaviť späť na TCP.

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

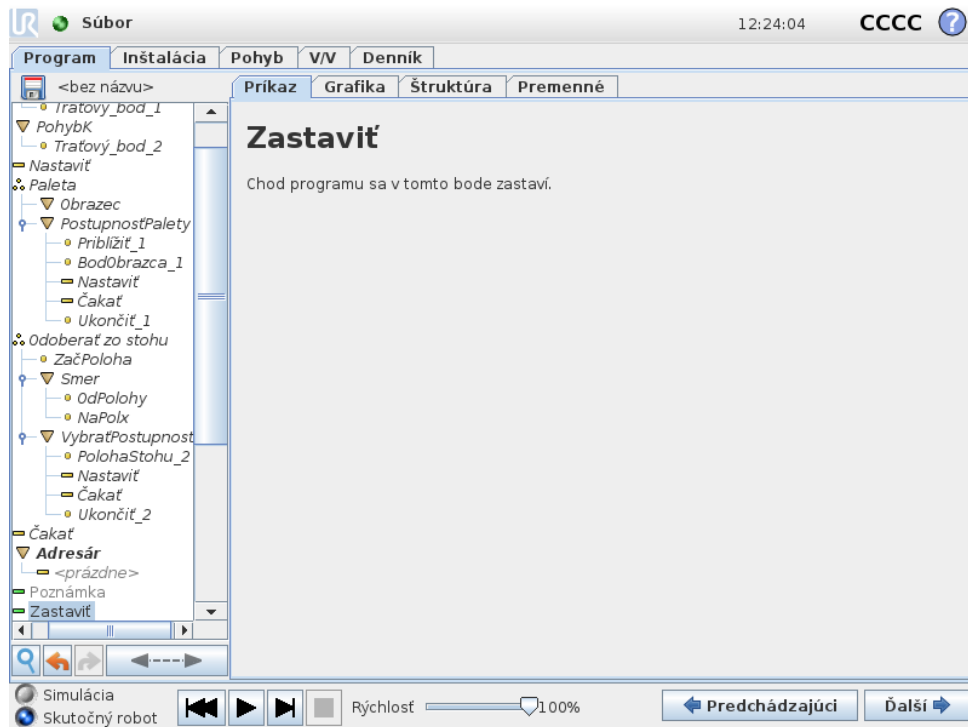
## 14.11 Príkaz: Automaticky otvárané okná



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

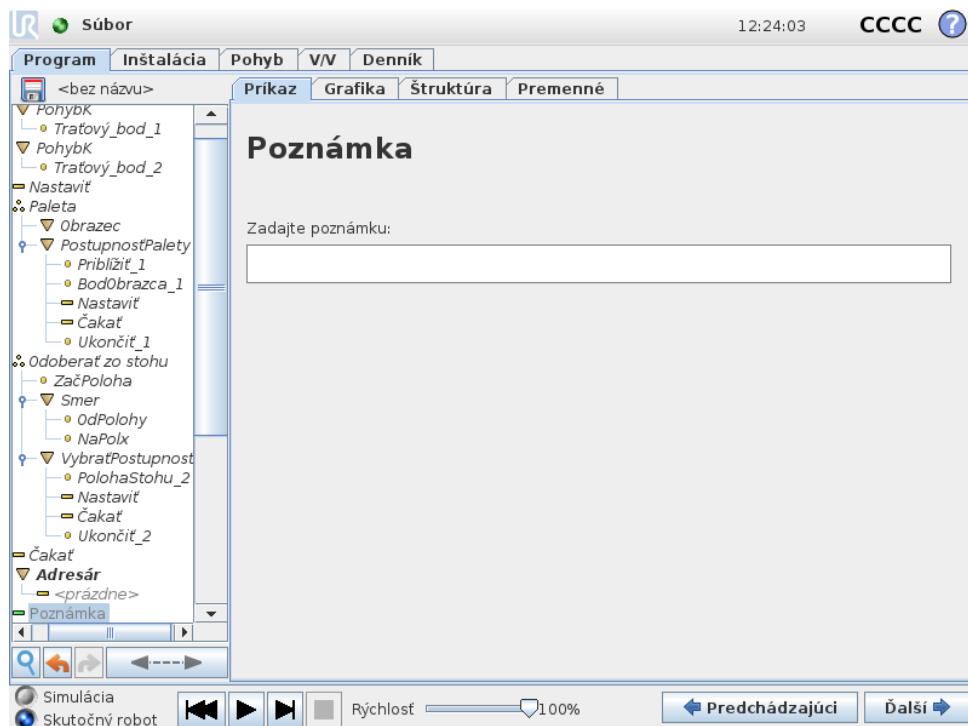
Poznámka: Správy môžu mať maximálne 255 znakov.

## 14.12 Príkaz: Zastaviť



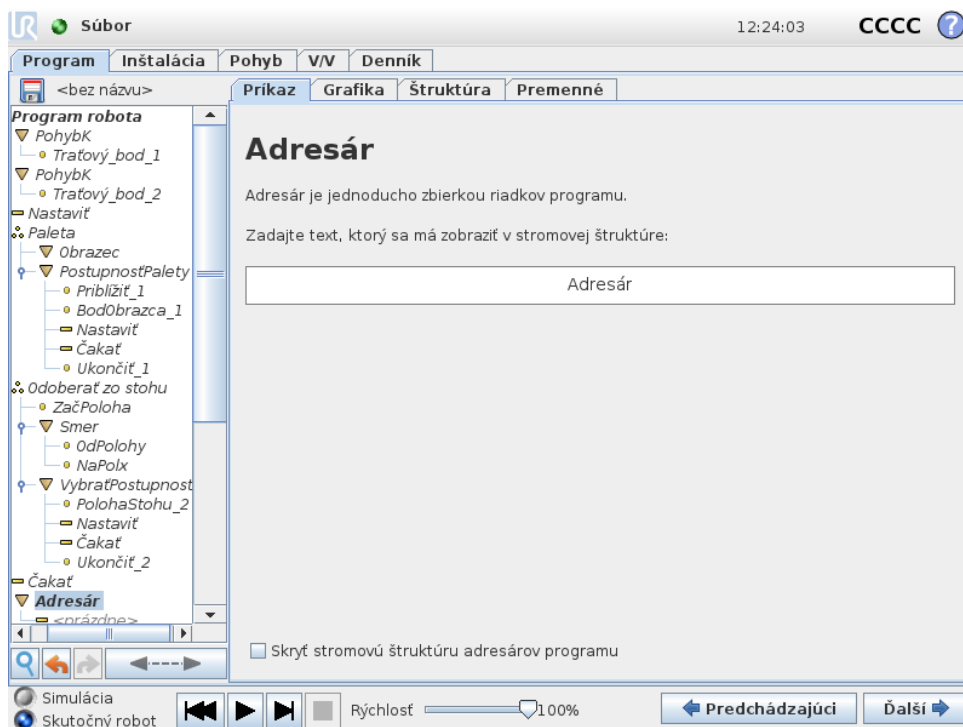
Chod programu sa v tomto bode zastaví.

## 14.13 Príkaz: Poznámka



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

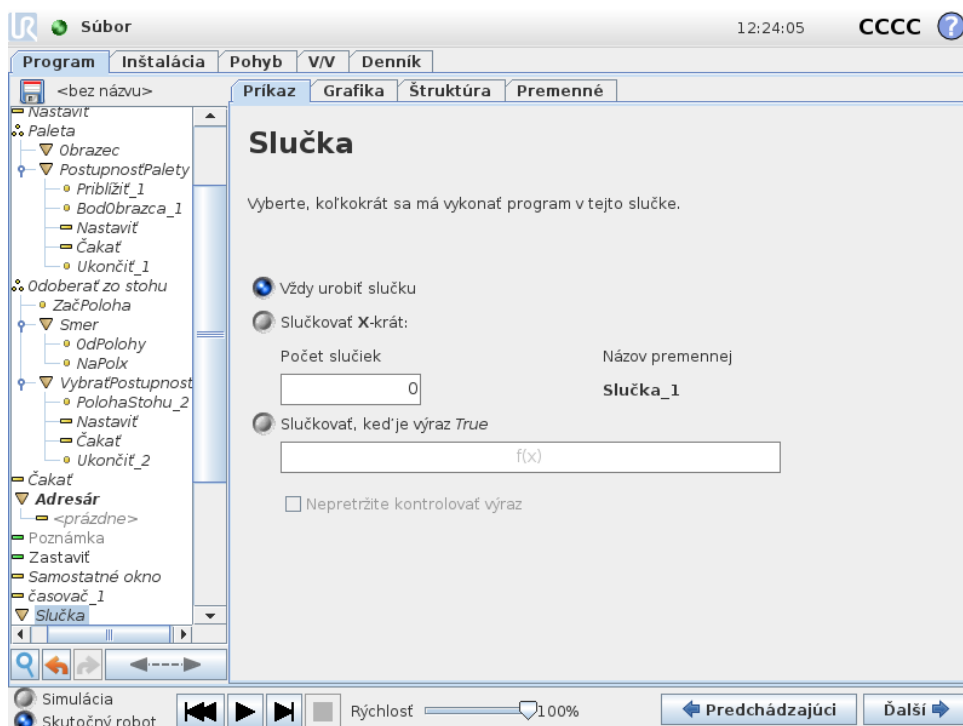
## 14.14 Príkaz: Adresár



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

Adresáre nemajú dopad na program ani jeho vykonanie.

## 14.15 Príkaz: Slučka

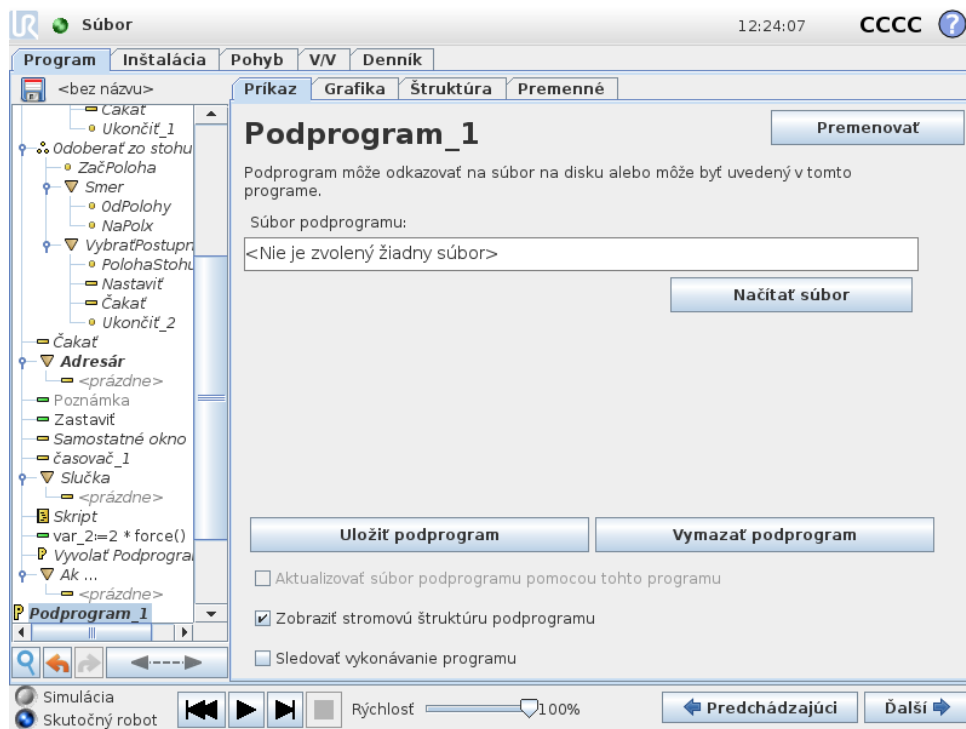


Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

Zoradí základné príkazy programu do slučky. V závislosti od výberu sa základné príkazy programu zoradia buď do nekonečnej slučky, určitý počet rás 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  $N - 1$ .

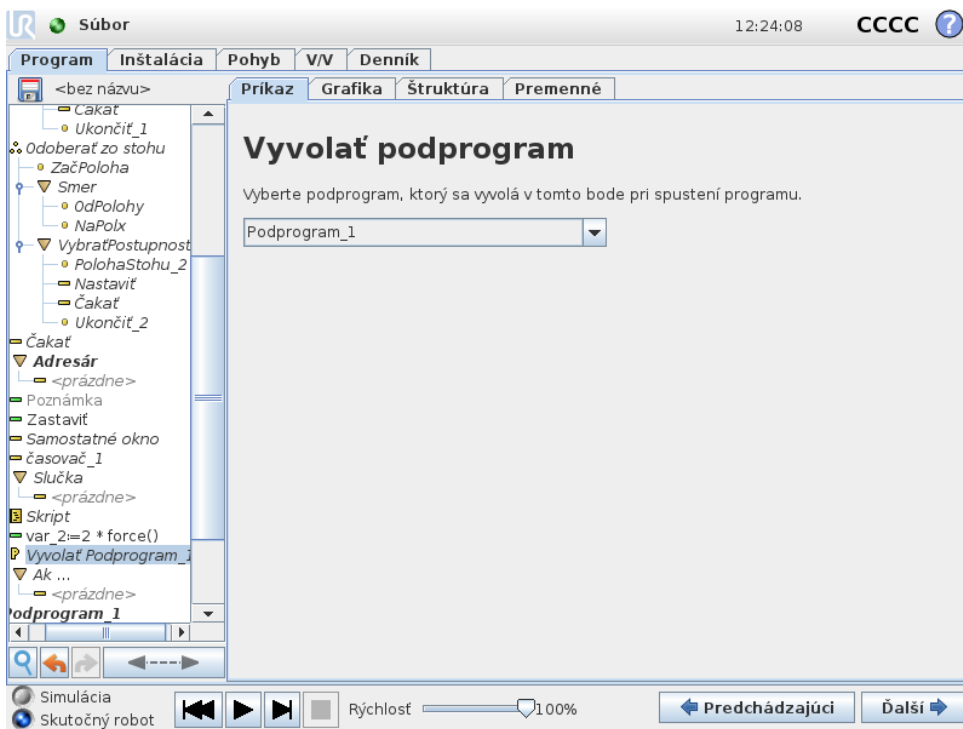
Pri vytvorení slučky pomocou výrazu ako koncovej podmienky softvér PolyScope poskytuje možnosť nepretržite hodnotiť výraz, aby „slučka“ mohla byť prerušená kedykoľvek počas jej vykonávania, nielen po každom opakovaní.

## 14.16 Príkaz: Podprogram



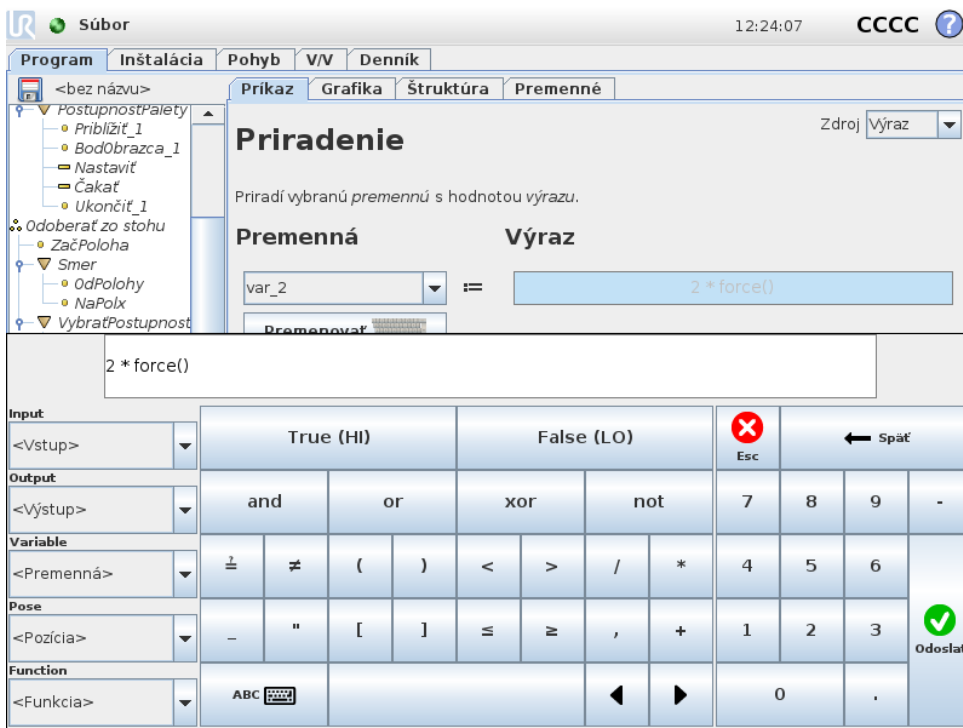
Podprogram môže obsahovať časti programu, ktoré sú potrebné na viacerých miestach. Podprogram môže tvoriť samostatný súbor na disku a môže byť aj skrytý, aby bol chránený proti náhodným zmenám.

### Príkaz: Vyvolať podprogram



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

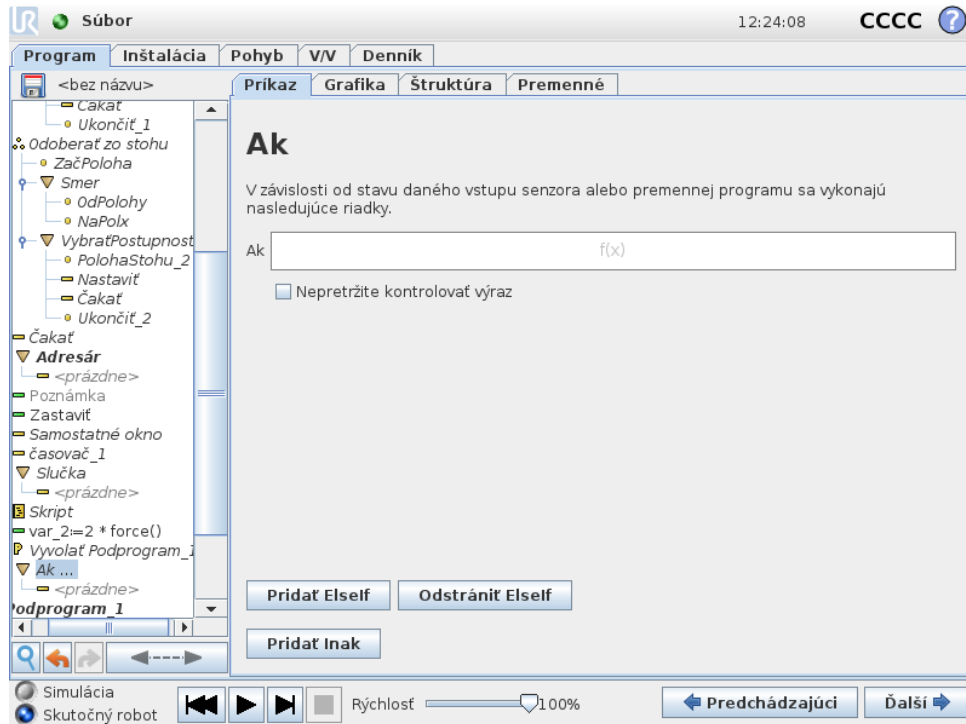
### 14.17 Príkaz: Priradenie



Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

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

## 14.18 Príkaz: Ak

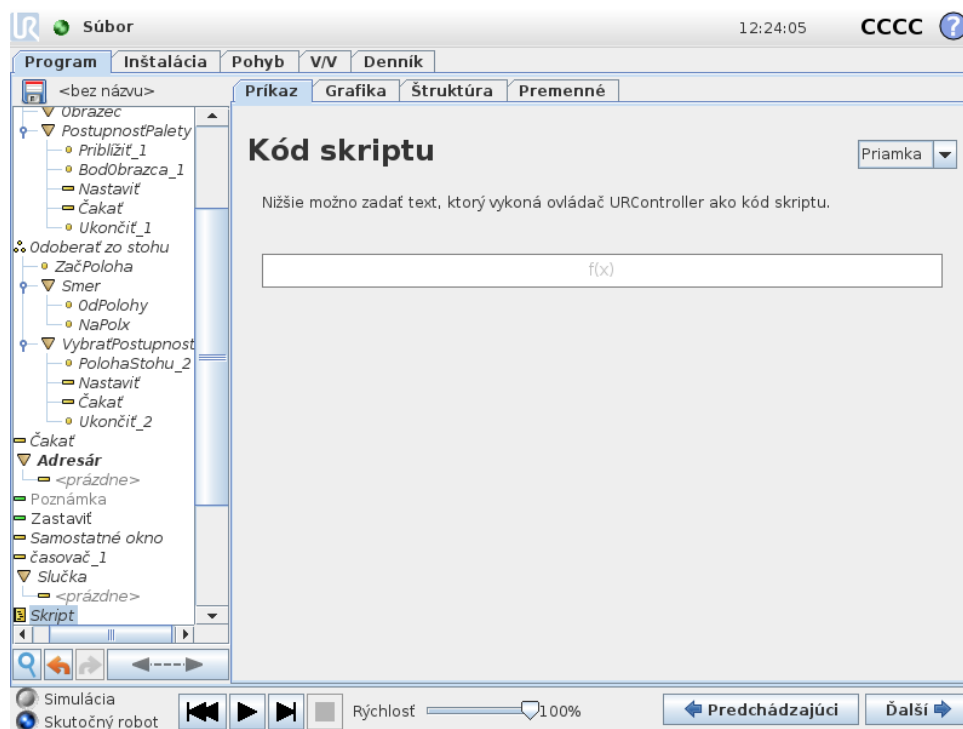


Konštrukcia príkazu **Ak...inak** mení správanie robota na základe vstupov zo snímača alebo hodnôt premenných. Pomocou editora výrazov opíšete podmienku, za ktorej robot pristúpi k časťam príkazu podmieneným výrazom príkazu **Ak**. Ak je podmienka vyhodnotená ako Pravdivá, vykonajú sa výrazy v príkaze **Ak**.

Príkaz **Ak** má niekoľko výrazov **InakAk**, ktoré možno pridať a odstrániť pomocou tlačidiel **Pridať InakAk** a **Odstrániť InakAk**. No príkaz **Ak** môže mať len jeden výraz **Inak**.

Poznámka: Zaškrtnutá možnosť **Nepretržite kontrolovať výraz** umožňuje hodnotenie podmienok výrokov **Ak** a **InakAk** počas vykonávania obsahnutých riadkov. Ak sa výraz obsahnutý v príkaze **Ak** vyhodnotí ako nepravdivý, dodržia sa výrazy **InakAk** či **Inak**.

## 14.19 Príkaz: Skript



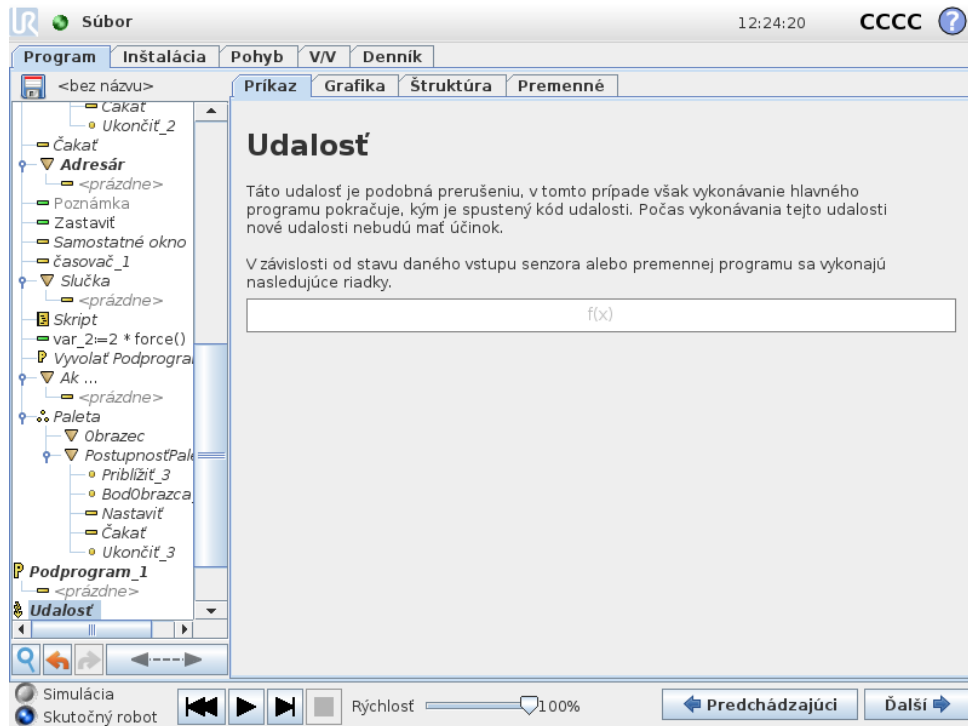
V rozbaľovacom zozname v časti Príkaz sú k dispozícii nasledujúce možnosti:

- **Priamka** umožňuje písanie jednoriadkového kódu URscript pomocou Editoru výrazov ( 12.1)
- **Súbor** umožňuje písať, upravovať alebo nahrávať súbory URscript.

Pokyny k písaniu URscriptu nájdete v návode k skriptu na stránke s pomocou (<http://www.universal-robots.com/support>).

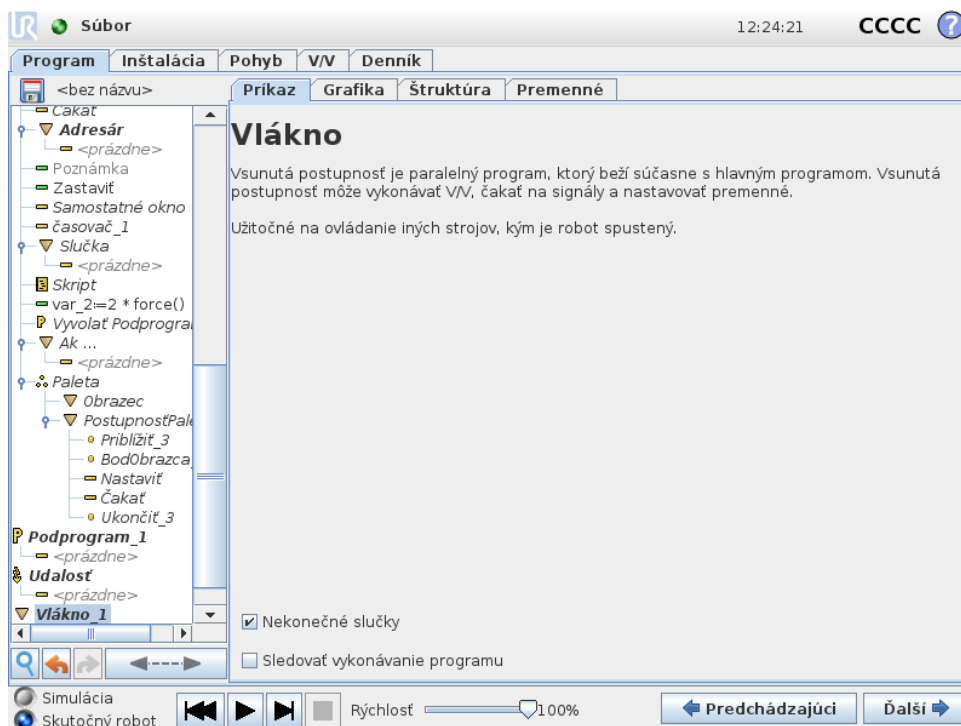
Funkcie a premenné deklarované v súbore URscript môžete používať v programe v PolyScope.

## 14.20 Príkaz: Udalosť



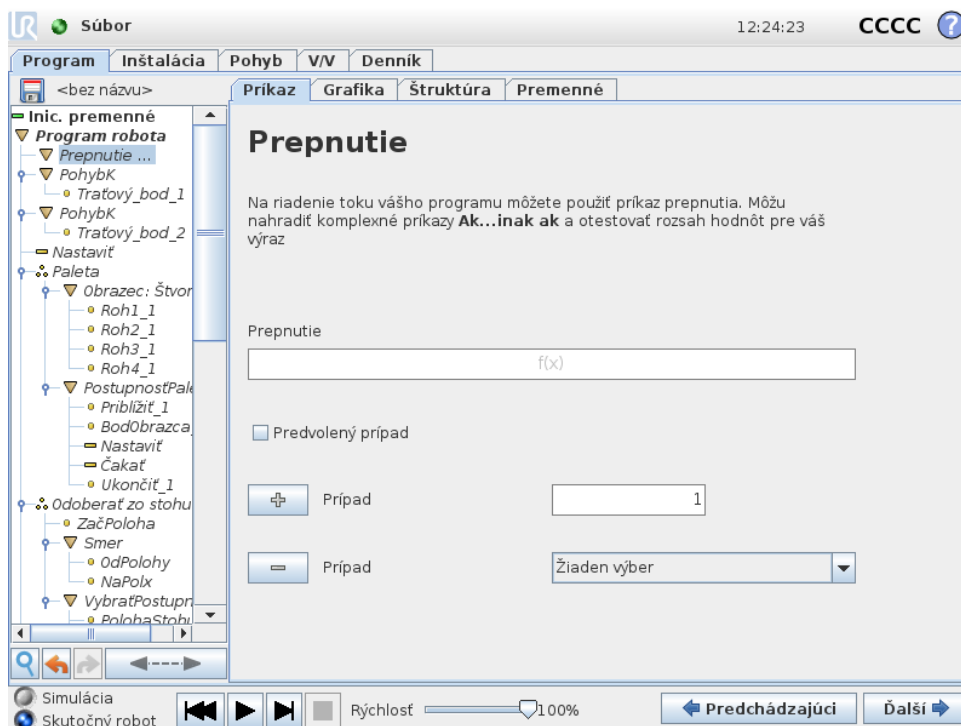
Udalosť možno použiť na monitorovanie vstupného signálu a vykonanie určitej akcie alebo nastavenie premennej, keď sa daný vstupný signál zvýši. Napríklad v prípade, že sa výstupný signál zvýši, program udalosti môže počkať 200 ms a potom ho znova nastaviť na nízky. To môže výrazne zjednodušiť kód hlavného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

## 14.21 Príkaz: Vsunutá postupnosť



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

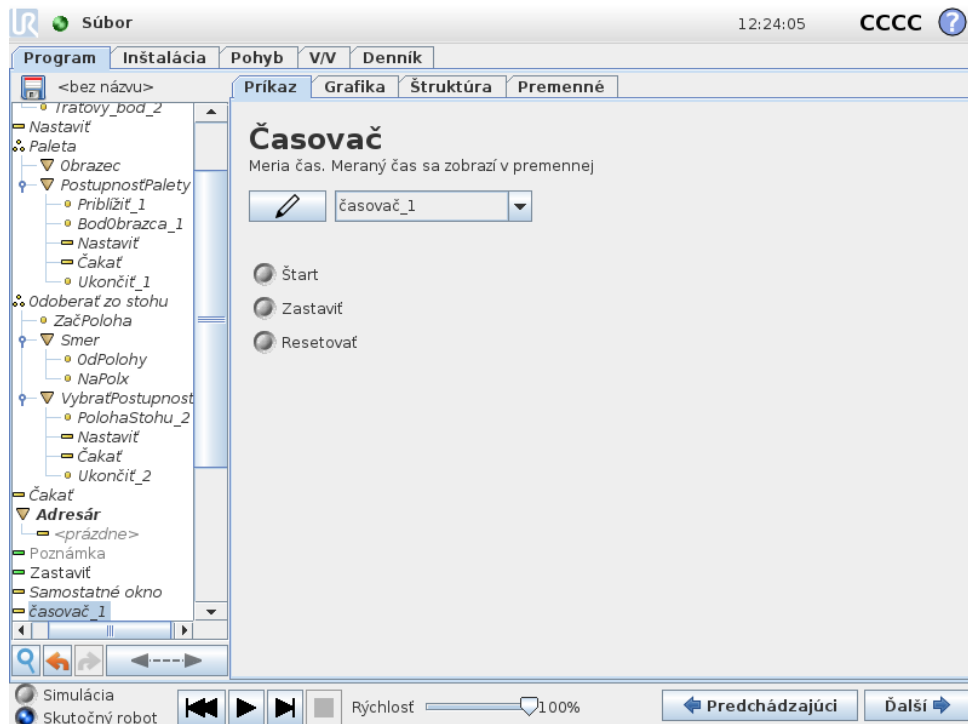
## 14.22 Príkaz: Prepnutie



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

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

### 14.22.1 Časovač



Časovač meria dĺžku intervalu potrebného na spustenie špecifických častí programu. Premenná programu obsahuje informácie o čase, ktorý ubehol od zapnutia časovača a možno si ich pozrieť v karte Premenné a v karte Chod.

## 14.23 Príkaz: Obravec



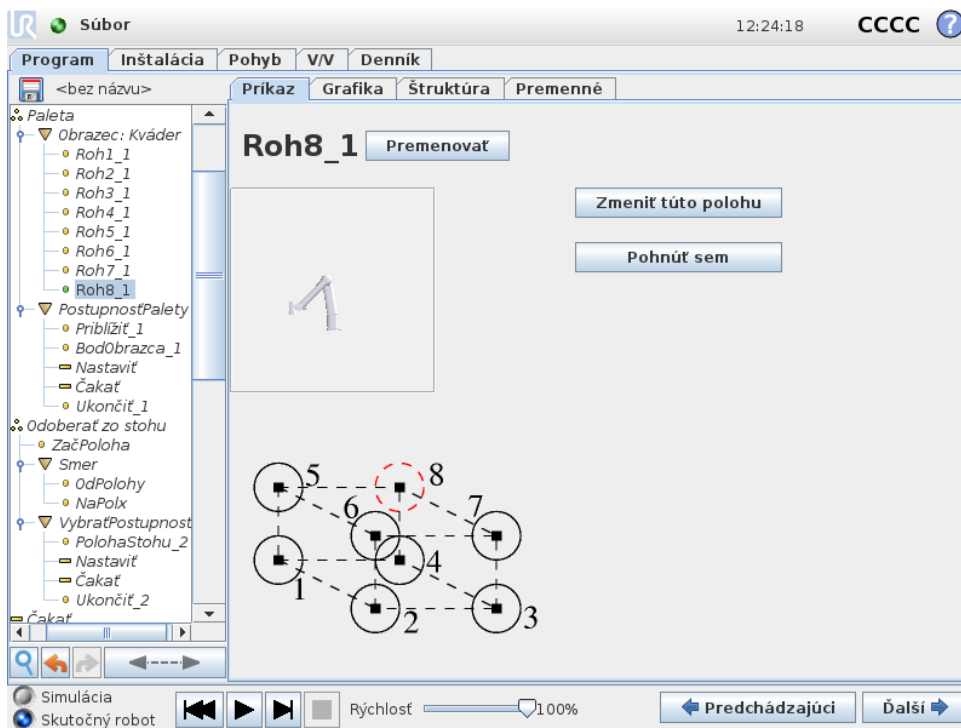
Príkaz **Obravec** je možné použiť na cyklický pohyb cez polohy v programe robota. Príkaz **Obravec** zodpovedá pri každom spustení jednej polohy.

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

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

### Definovanie obrazca

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



V prípade **Kvádra** sa využívajú tri vektory, ktorými sa definujú steny kvádra. Tieto tri vektory sú udané štyrmi bodmi, pričom prvý vektor vedie z bodu 1 do bodu 2, druhý vektor z bodu 2 do bodu 3 a tretí vektor z bodu 3 do bodu 4. Každý vektor je rozdelený podľa počtu intervalov. Konkrétna poloha v obrazi sa vypočíta jednoduchým sčítaním vektorov intervalov.

Možnosti **Priamka** a **Štvorec** fungujú podobne.

Pri prechode cez polohy v obrazi 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 obrazi. Túto premennú možno riadiť prostredníctvom priradenia a môže sa použiť vo výrazoch.

## 14.24 Príkaz: Sila

V pracovnom priestore robota v **režim sily** umožňuje súlad a silu na vyberateľných osiach. Všetky pohyby ramena robota vykonávané na základe príkazu **silai** 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. Rameno robota je v súlade s prostredím a pružnými osami. To znamená, že rameno robota si automaticky upraví polohu, aby dosiahlo požadovanú silu. Je taktiež 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 sa stredový bod nástroja TCP odvaluje proti zakrivenému povrchu alebo pri tlačení alebo ťahaní obrobku. **Režim sily** takisto podporuje pôsobenie určitého krútiaceho momentu okolo vopred definovaných osí.

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

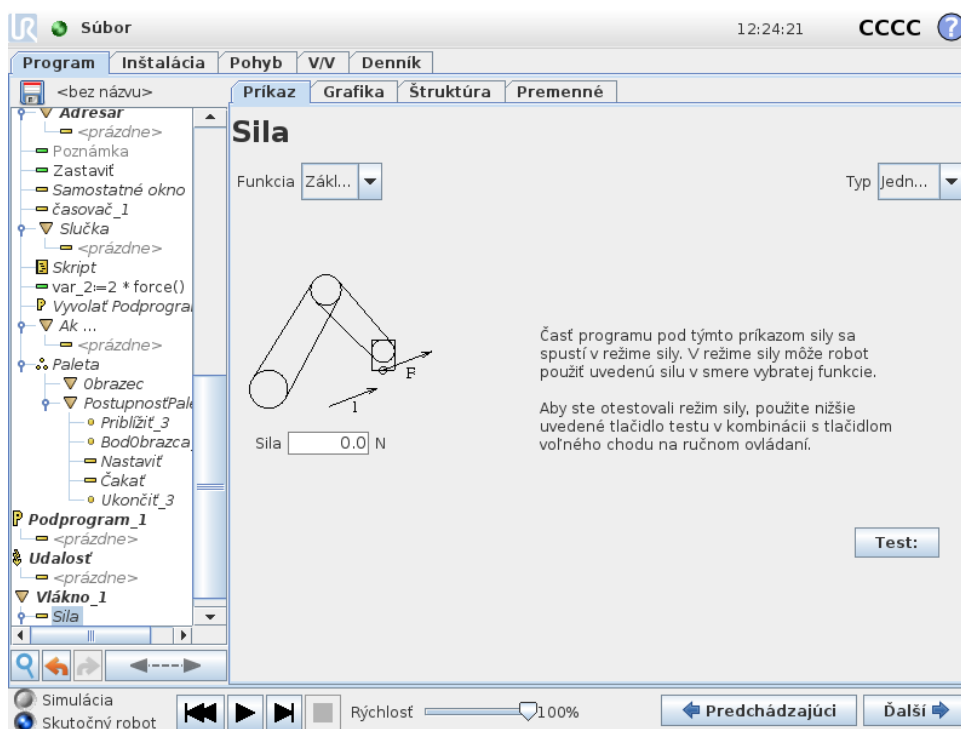
Aj keď bola os zvolená, aby sa správala pružne, program robota sa naďalej bude snažiť po-

hybovať robota pozdĺž tejto osi. Riadenie sily však zaisťuje, že rameno robota bude naďalej nabiehať na zadanú silu.



### VÝSTRAHA:

1. Vyhnite sa prudkému spomaleniu tesne pred prechodom do režimu sily.
2. Vyhnite sa prudkému zrýchleniu v režime sily, pretože znižuje presnosť ovládania sily.
3. Vyhnite sa pohybom paralelným na pružné osi pred vstupom do režimu sily.



### Výber funkcie

**Ponuka prvkov** sa používa na výber súradnicového systému (osí), ktoré robot bude používať, keď bude pracovať v režime sily. Prvky v ponuke sú tie, ktoré boli definované v inštalácii, (pozrite si 13.12).

### Typ režimu sily

K dispozícii sú štyri typy režimu sily. Každý z nich určuje spôsob, akým bude zvolený prvok interpretovaný.

- **Jednoduché:** 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 voliť 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 zadáný 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 (pozri 14.29), keď robot pracuje v režime sily.

## Výber hodnoty sily

- Pri pružných osiach možno nastaviť silu alebo hodnotu krútiaceho momentu, a rameno robota sa nastaví do polohy potrebnej na dosiahnutie vybratej sily.
- Pri nepružných osiach bude rameno robota postupovať po trajektórii stanovenej programom.

Pre translačné parametre je sila špecifikovaná v Newtonoch [N] a pre rotačné parametre je krútiaci moment špecifikovaný v Newton-metroch [Nm].



### POZNÁMKA:

Treba postupovať nasledovne:

- V osobitnom vlákne funkcie skriptu použite `get_tcp_force()`, čím si budete môcť prečítať skutočnú silu a krútiaci moment.
- Ak je aktuálna sila a/alebo krútiaci moment nižší než požadovaný, opravte vektor kľúča.

## 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.

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

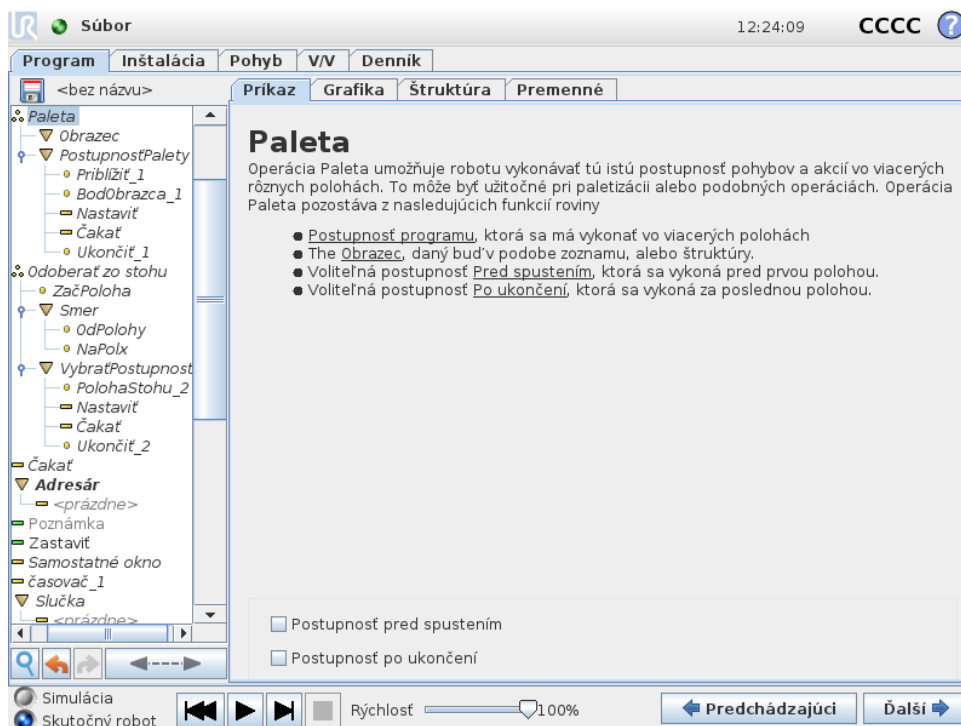
## Nastavenia testovacej sily

Tlačidlo zapnutie a vypnutie, označené ako **Test**, prepína správanie tlačidla **Voľný chod** na zadnej strane prenosného ovládacieho terminálu z normálneho režimu voľného chodu na test príkazu sily.

Keď je zapnuté tlačidlo **Test** a stlačí sa tlačidlo **Voľný chod** na zadnej strane prenosného ovládacieho terminálu, robot bude vykonávať činnosť ako keby program dosiahol tento príkaz sily. Týmto spôsobom je možné overiť nastavenia pred skutočným spustením celého programu. Táto možnosť je obzvlášť užitočná pre overenie, že boli správne zvolené osi s pružným správaním a sily. Jednoducho podržte jednou rukou TCP robota a druhou rukou stlačte tlačidlo **Voľný chod** a všimnite si, v akom smere sa rameno robota môže/nemôže pohybovať. Po odchode z tejto obrazovky sa tlačidlo **Test** automaticky vypne, čo znamená, že tlačidlo **Voľný chod** na zadnej strane prenosného ovládacieho terminálu je opäť používané pre normálny režim **voľného chodu**.

Poznámka: Tlačidlo **Voľný chod** bude funkčné iba vtedy, keď bude pre príkaz sily zvolený platný prvok.

## 14.25 Príkaz: Paleta



Operáciou **Paleta** je možné vykonať postupnosť pohybov v súbore miest udanom v podobe obrazca, ako je opísané v časti 14.23. V každej z polôh v danom obrazci sa spustí postupnosť pohybov vzhľadom na polohu v obrazci.

### Programovanie operácie Paleta

1. Definujte obrazec.

2. Vytvorte **postupnosť palety** na odoberanie/ukladanie v jednotlivých bodoch. Táto postupnosť popisuje, čo by sa malo vykonať v jednotlivých polohách v obrazci.
3. Na zadefinovanie, ktorý z traťových bodov použijete selektor na obrazovke s príkazmi pre sekvencie.

### 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“

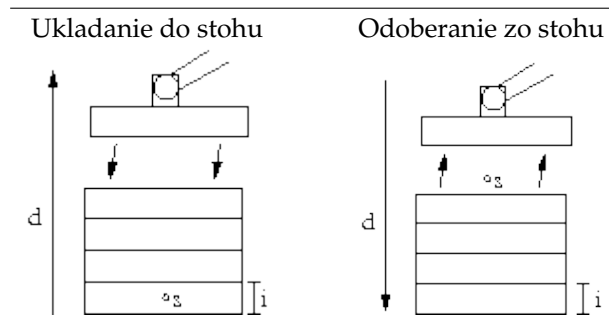
Voliteľná postupnosť **Pred začatím** sa spustí tesne pred začatím operácie. Možno ju využiť na čakanie na signály o pripravenosti.

#### „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.

## 14.26 Príkaz: Hľadať

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



Pri programovaní operácie **Hľadať** na prácu so stohom je nutné definovať začiatkový bod  $s$ , smer stohu  $d$  a hrúbku  $i$  predmetov v stohu.

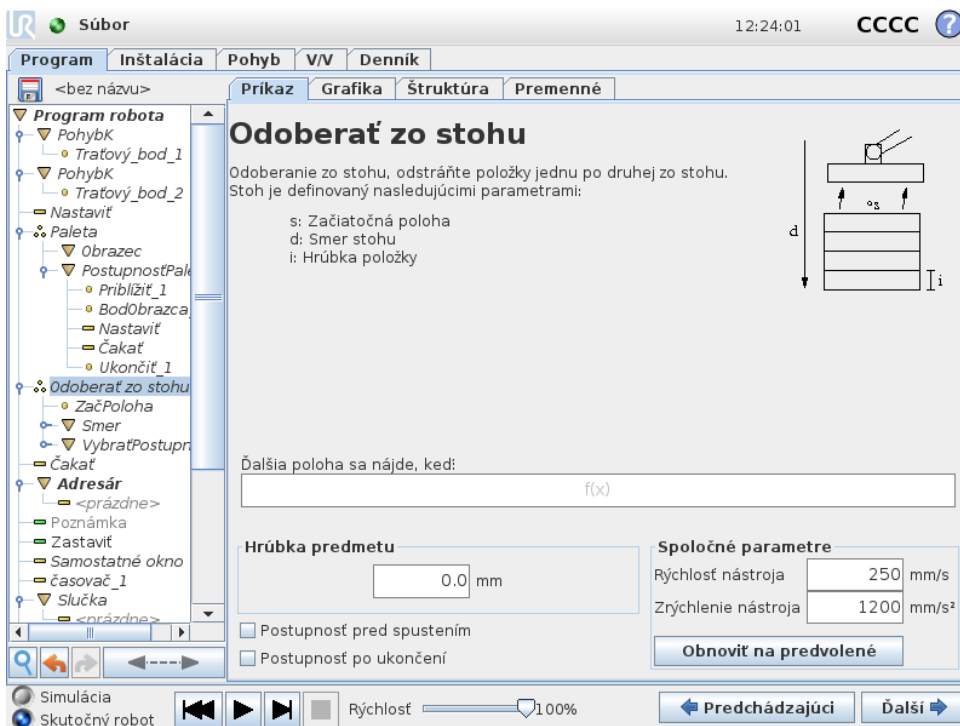
Okrem toho je potrebné definovať stav, kedy sa dosiahne ďalšia poloha v stohu, a špeciálnu postupnosť programu, ktorá sa vykoná v každej polohe v stohu. Je tiež potrebné udať rýchlosť a zrýchlenie pohybu v rámci operácie so stohom.

## Ukladanie do stohu



Pri ukladaní do stohu sa rameno robota posunie do začiatkovej polohy a potom sa pohybuje *opačným* smerom a hľadá ďalšiu polohu v stohu. Keď ho nájde, zapamätá si polohu a vykoná špeciálnu postupnosť. Na ďalší raz robot začne hľadať od zapamätanej polohy zvýšenej o hrúbku predmetu v danom smere. Ukladanie do stohu sa dokončí, keď výška stohu presiahne určitú hodnotu alebo keď senzor vydá signál.

## Odoberanie zo stohu

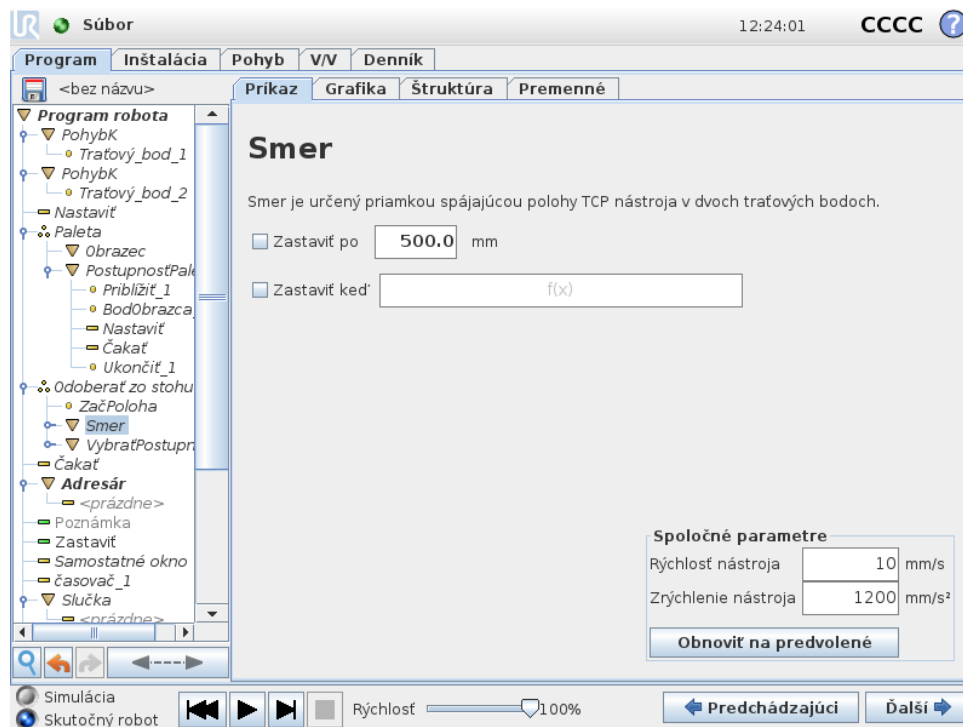


Pri odoberaní zo stohu sa rameno robota pohybuje od začiatkovej polohy v určenom smere a hľadá ďalší predmet. Podmienka na obrazovke určuje, kedy sa dosiahne ďalšia položka. Keď sa podmienka splní, robot si zapamätá pozíciu a vykoná špeciálnu postupnosť. Na ďalší raz robot začne hľadať od zapamätanej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

Postupnosť `Zdvihnúť/Uložiť` je špeciálna sekvencia programu, ktorá sa vykonáva na každej polohe stohu, podobnej paletizovaniu `pozri ()`.

## 14.27 Príkaz: Sledovanie dopravníka

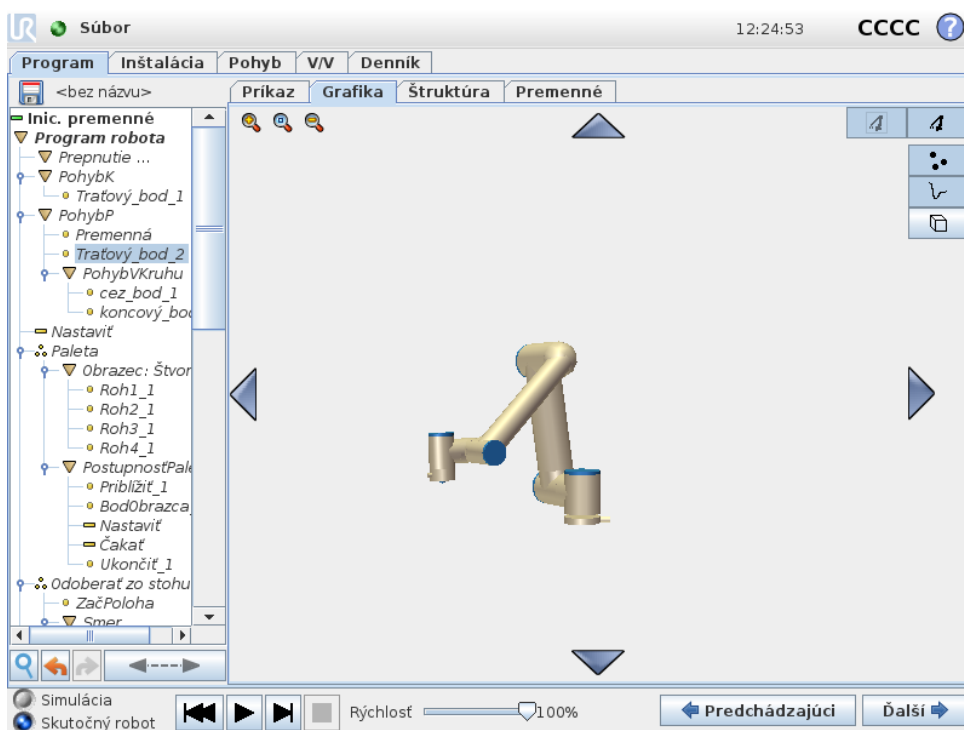
Robot sa dá nakonfigurovať, aby sledoval pohyby jedného z nakonfigurovaných dopravníkov. Ak je **Sledovanie dopravníka** definované v inštalácii správne nakonfigurované, robot si upraví

pohyby podľa dopravníka. K programovému uzlu **Sledovanie dopravníka** sa dostanete cez kartu **Sprievodca** pod kartou **Štruktúra**. V rámci tohto uzlu sú počas sledovania dopravníka povolené všetky pohyby, ale súvisia s pohybom pásu dopravníka. Nastavenie **Sledovania dopravníka** pod kartou **Inštalácia** (pozri časť 13.13) ponúka možnosti konfigurácie práce robota s absolútnymi a inkrementálnymi kódovačmi, ako aj lineárnymi a kruhovými dopravníkmi.

## 14.28 Príkaz: Potlačiť

Potlačené riadky programu sa počas chodu programu jednoducho preskočia. Potlačený riadok možno neskôr znova aktivovať. Takto je možné vykonávať rýchle zmeny v programe bez zničenia pôvodného obsahu.

## 14.29 Karta Grafika



Grafické znázornenie aktuálneho programu robota. Dráha TCP je zobrazená trojrozmerné, úseky pohybu sú čiernou a zatáčky (prechody medzi úsekmí pohybu) sú zelenou. Zelené body udávajú polohy TCP v jednotlivých traťových bodoch programu. 3D náčrt ramena robota znázorňuje aktuálnu polohu ramena robota a *tieň* ramena robota znázorňuje, ako rameno robota plánuje dosiahnuť traťový bod zvolený na ľavej strane obrazovky.

Ak sa aktuálna poloha TCP robota približuje bezpečnostnej alebo spúšťacej rovine, alebo je orientácia nástroja robota v blízkosti jeho hraničného limitu (pozri 10.12), zobrazí sa 3D znázornenie hraničného limitu.

Poznámka: keď má robot spustený program, vizualizácia hraničného limitu je vypnutá.

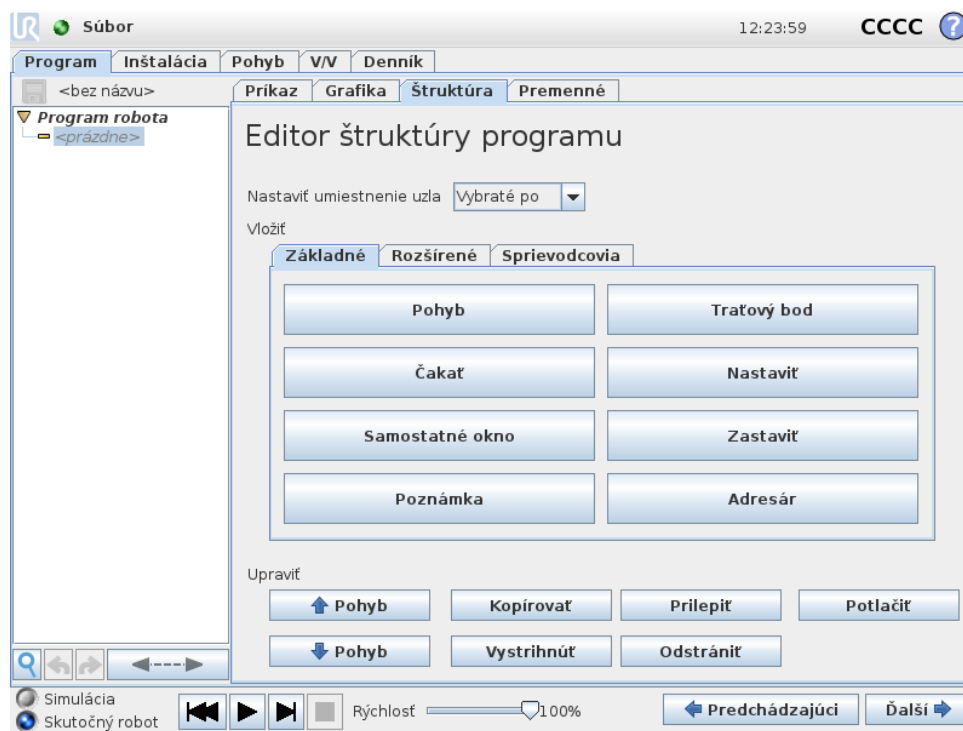
Bezpečnostné roviny sú zobrazené žltou a čiernou farbou s malou šípku znázorňujúcou normálnu hodnotu roviny, ktorá označuje stranu roviny, na ktorej môže byť TCP robota umiestnené. Spúšťacie roviny sú zobrazené modrou a zelenou farbou a malou šípku smerujúcou k

strane roviny, v rámci ktorej sú aktívne limite režimu **Normálny** (pozri 10.6). Hraničný limit orientácie nástroja je zobrazený prostredníctvom guľového kužeľa s vektorom označujúcim aktuálnu orientáciu nástroja robota. Vnútorňa strana kužeľa predstavuje povolenú oblasť pre orientáciu nástroja (vektor).

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

3D náhľad sa dá priblížiť a otáčať a získať tak lepší pohľad na rameno robota. Tlačidlami v pravej hornej časti obrazovky možno vypnúť rôzne grafické súčasti 3D zobrazenia. Spodné tlačidlo zapína/vypína vizualizáciu približných hraničných limitov. Zobrazené úseky pohybu závisia od zvoleného uzla programu. Ak je vybraný uzol **Pohyb**, zobrazená dráha predstavuje pohyb definovaný daným príkazom. Ak je vybraný uzol **Traťový bod**, zobrazuje sa nasledujúcich ~ 10 krokov pohybu.

## 14.30 Karta Štruktúra



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

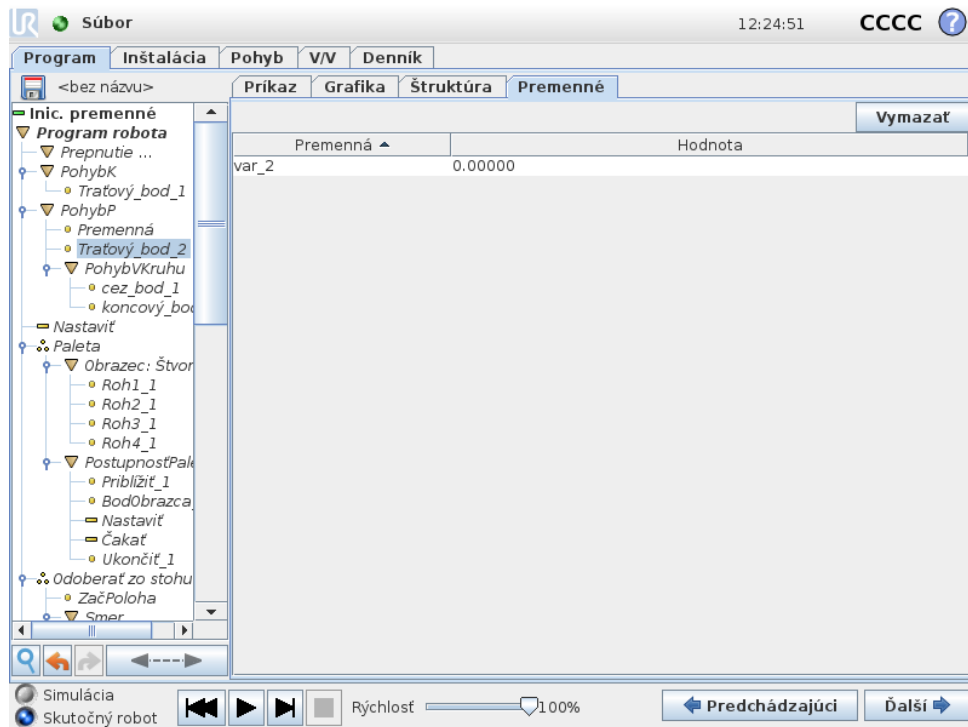
Nové príkazy vložíte týmito krokmi:

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

Pomocou tlačidiel v rámci úprav možno presúvať, klonovať aj odstraňovať príkazy. Ak príkaz obsahuje vedľajšie príkazy (vedľa príkazu je zobrazený trojuholník), presunú, naklonujú, resp. odstránia sa aj všetky vedľajšie príkazy.

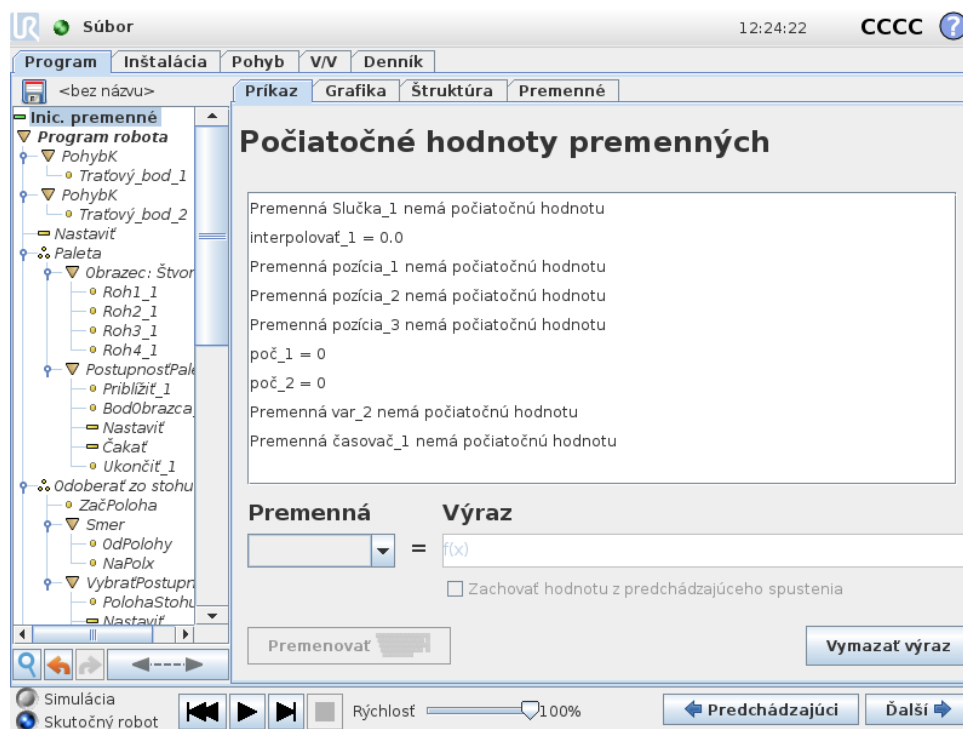
Nie všetky príkazy sú vhodné na všetky miesta v programe. Trat'ové body musia byť pod príkazom Pohyb (nie nevyhnutne priamo pod ním). Príkazy ElseIf a Else musia nasledovať po príkaze If. Presúvanie príkazov ElseIf vo všeobecnosti prináša problémy. Premenným sa pred použitím musia prideliť hodnoty.

## 14.31 Karta Premenné



Karta **Premenné** názorňuje naživo hodnoty premenných v spustenom programe a uchováva zoznam premenných a hodnôt medzi jednotlivými spusteniami programov. Zobrazuje sa len vtedy, keď sú na nej informácie, ktoré možno zobraziť. Premenné sú zoradené abecedne podľa ich názvov. Názvy premenných na tejto obrazovke sú zobrazené s maximálne 50 znakmi a hodnoty premenných sú zobrazené s maximálne 500 znakmi.

## 14.32 Príkaz: Inicializácia premenných



Táto obrazovka umožňuje nastavenie hodnôt premenných pred začatím vykonávania programu (a akýchkoľvek vsunutých postupností).

Premennú vyberiete zo zoznamu premenných kliknutím na ňu alebo pomocou poľa voliča premenných. Pre vybranú premennú možno zadať výraz, ktorý sa bude používať na nastavenie hodnoty premennej pri štarte programu.

Ak je začiarknuté políčko **Ponechať hodnotu z predchádzajúceho spustenia**, premenná sa inicializuje na hodnotu nájdenú na karte **Premenné** opísanej v časti 14.31. Tým sa umožní zachovanie hodnôt premenných medzi jednotlivými spusteniami programu. Premenná získa svoju hodnotu z príslušného výrazu, ak je program spustený prvý raz alebo ak hodnota bola vymazaná.

Premennú možno z programu odstrániť zmenou jej názvu na prázdny (len medzery).



## 15 Obrazovka Nastavenie



- **Inicializovať robota** Prechod na inicializačnú obrazovku, pozrite si 11.5.
- **Jazyk a jednotky** Konfigurujte jazyk a jednotky merania používateľského rozhrania, pozrite si 15.1.
- **Aktualizovať robot** Inovácia softvéru robota na novšiu verziu, pozrite si 15.2.
- **Nastaviť heslo** Poskytuje možnosť uzamknúť programovaciu časť robota pre osoby, ktoré nemajú heslo, pozrite si 15.3.
- **Kalibrovať obrazovku** Kalibrácia „dotyku“ na dotykovej obrazovke, pozrite si 15.4.
- **Nastaviť sieť** Otvorí rozhranie na nastavenie siete Ethernet riadiacej skrinky robota, pozrite si 15.5.
- **Nastaviť čas** Nastaví čas a dátum systému a nastavuje formáty zobrazenia hodín, pozrite si 15.6.
- **Nastaviť URCaps** Prehľad nainštalovaných URCaps, ako aj možnosť ich inštalovať a odinštalovať, pozrite si 15.7.
- **Späť** Návrat na uvítaciu obrazovku.

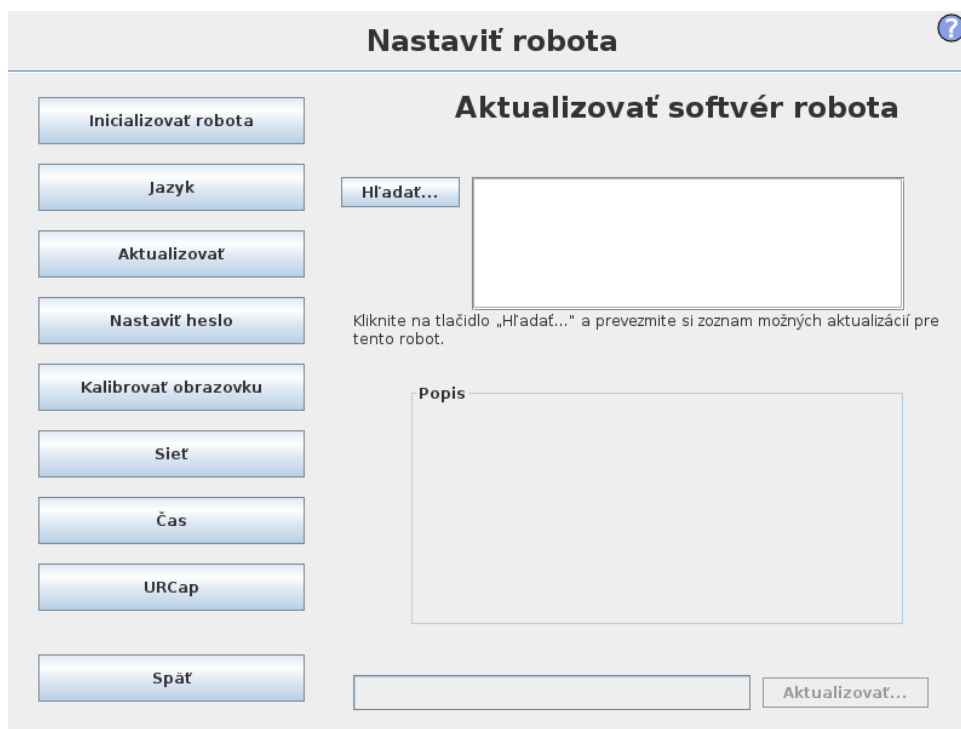
## 15.1 Jazyky a jednotky

Jazyk, jednotky a jazyk klávesnice používané v rozhraní PolyScope je možné vybrať na tejto obrazovke.

Vybraný jazyk sa bude používať pre text viditeľný na rôznych obrazovkách rozhrania PolyScope, ako ja v integrovanom pomocníkovi. Označte možnosť „Programovanie v angličtine“, aby boli názvy príkazov v rámci programov robota v anglickom jazyku. Aby sa zmeny prejavili, rozhranie PolyScope sa musí reštartovať.

Pri všetkých automaticky otváraných klávesniciach v PolyScope sa použije vybraný jazyk klávesnice.

## 15.2 Aktualizovať robot



Softvérové aktualizácie môžete inštalovať z pamäte USB flash. Vložte pamäť USB a kliknite na položku **Vyhľadať**, aby ste zobrazili jej obsah. Ak chcete vykonať aktualizáciu, vyberte súbor, kliknite na možnosť **Aktualizovať** a postupujte podľa pokynov na obrazovke.



### VÝSTRAHA:

Po aktualizácii softvéru vždy skontrolujte vaše programy. Aktualizácia môže zmeniť trajektórie vo vašom programe. Špecifikácie aktualizovaného softvéru je možné nájsť stlačením tlačidla „?” umiestneného v hornom pravom rohu grafického používateľského rozhrania. Špecifikácie hardvéru zostávajú nezmenené a môžete ich nájsť v pôvodnej príručke.

## 15.3 Nastaviť heslo

Podporujú sa dve heslá. Prvé heslo je *voliteľné* systémové heslo, ktoré zabraňuje neoprávneným úpravám nastavenia robota. Keď sa nastaví systémové heslo, programy možno načítať a vykonať bez hesla, ale na vytváranie a zmenu programov musí používateľ zadať správne heslo.

Druhé heslo je *požadované* bezpečnostné heslo, ktorá sa musí zadať správnym spôsobom, aby bolo možné upraviť konfiguráciu bezpečnosti.



### POZNÁMKA:

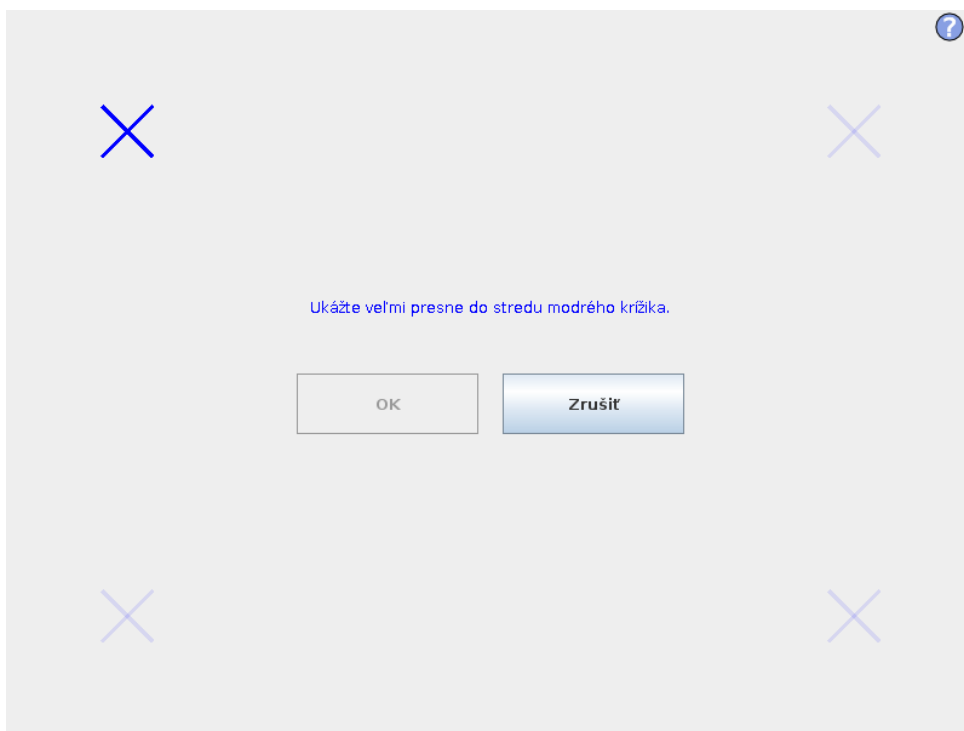
Aby bolo možné zmeniť konfiguráciu bezpečnosti, musí sa nastaviť bezpečnostné heslo.



### VÝSTRAHA:

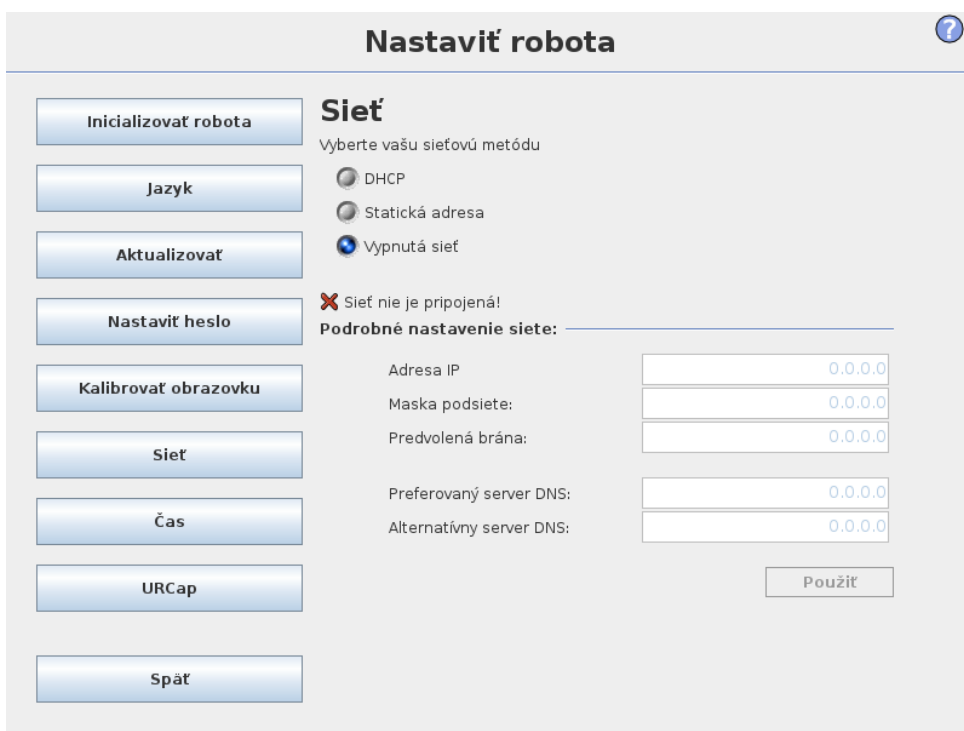
Pridajte systémové heslo, aby ste zabránili neoprávnenému personálu meniť inštaláciu robota.

## 15.4 Kalibrovat' obrazovku



Služi na kalibráciu dotykovej obrazovky. Dotykovú obrazovku kalibrujte podľa pokynov na obrazovke. Najlepšie je používať nekovový predmet s hrotom, napríklad zatvorené pero. S trpezlivosťou a starostlivosťou sú výsledky lepšie.

## 15.5 Nastaviť sieť



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

## 15.6 Nastaviť čas

Nastaviť robota ?

Inicializovať robota

Jazyk

Aktualizovať

Nastaviť heslo

Kalibrovať obrazovku

Sieť

Čas

URCap

Späť

### Nastaviť čas

Formát času:

24hodinový  
 12hodinový

Vyberte aktuálny čas:

+	+	+
12	:	23
-	-	-

---

### Nastaviť dátum

Vyberte dnešný dátum:

Utorok, 2018, novembra 20

Formát dátumu:

Utorok, 2018, novembra 20  
 20.11.2018  
 20.11.2018

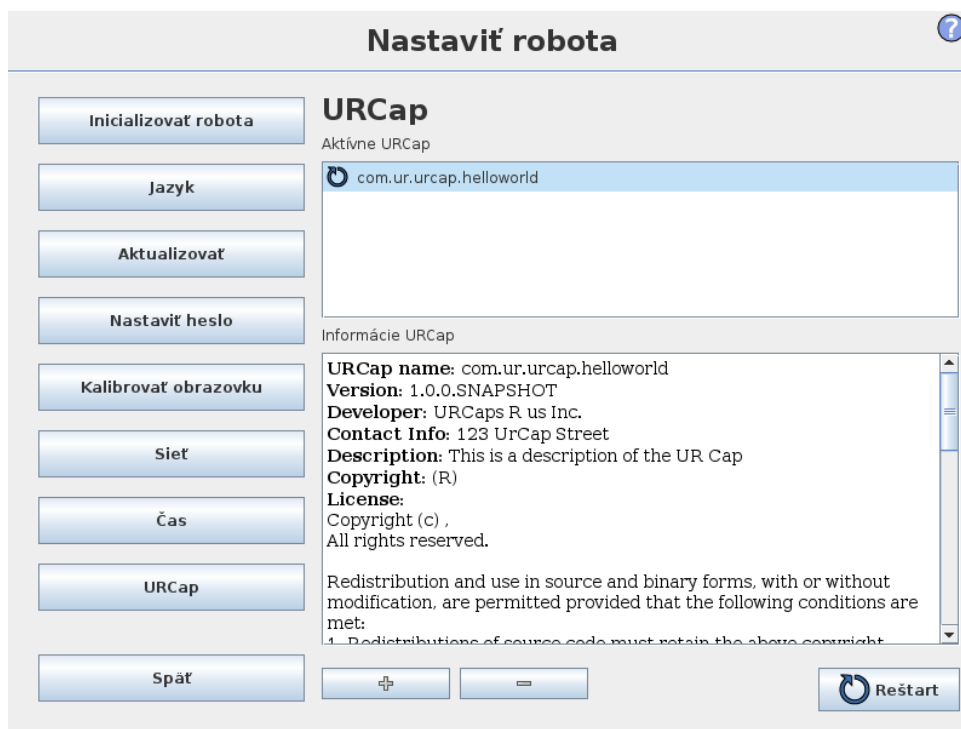
Reštartovať PolyScope, aby sa prejavilo nové nastavenie

Reštart

Nastavte čas a dátum systému a nastavte formáty zobrazenia hodín. Hodiny sa zobrazujú v hornej časti obrazoviek *Spustiť program* a *Programovať robot*. Ak na ne ťuknete, zobrazí sa na krátko dátum. Aby sa zmeny prejavili, grafické používateľské rozhranie sa musí reštartovať.

Copyright © 2009–2018 spoločnosť Universal Robots A/S. Všetky práva vyhradené.

## 15.7 Nastavenie URCap






Horný zoznam obsahuje prehľad všetkých nainštalovaných *URCaps*. Kliknutím na URCap sa zobrazia meta informácie (vrátane názvu URCap, verzie, licencie, atď.) v oblasti Informácie URCap pod zoznamom.

Nové URCap nainštalujete kliknutím na tlačidlo + v dolnej časti obrazovky. Zobrazí sa volič súborov, kde je možné vybrať súbor `.urcap`. Kliknite na tlačidlo *Otvoriť* a program PolyScope sa vráti na obrazovku Nastavenie. Vybraná URCap sa nainštaluje a krátko potom sa v zozname zobrazí príslušná položka. Novo nainštalované alebo odinštalované URCap vyžadujú reštart programu PolyScope a tlačidlo *Reštart* sa odblokuje.

Ak chcete odinštalovať URCap, vyberte ju zo zoznamu a kliknite na tlačidlo -. URCap sa stratí zo zoznamu, ale reštart sa stále vyžaduje.

Ikona zobrazená vedľa položky v zozname označuje stav URCap. Jednotlivé stavy sú definované nižšie:

-  **URCap ok:** URCap je nainštalovaná a beží normálne.
-  **URCap chyba:** URCap je nainštalovaná, ale nie je možné ju spustiť. Kontaktujte vývojára URCap.
-  **Vyžaduje sa reštart URCap:** URCap sa práve nainštalovala a vyžaduje sa reštart.