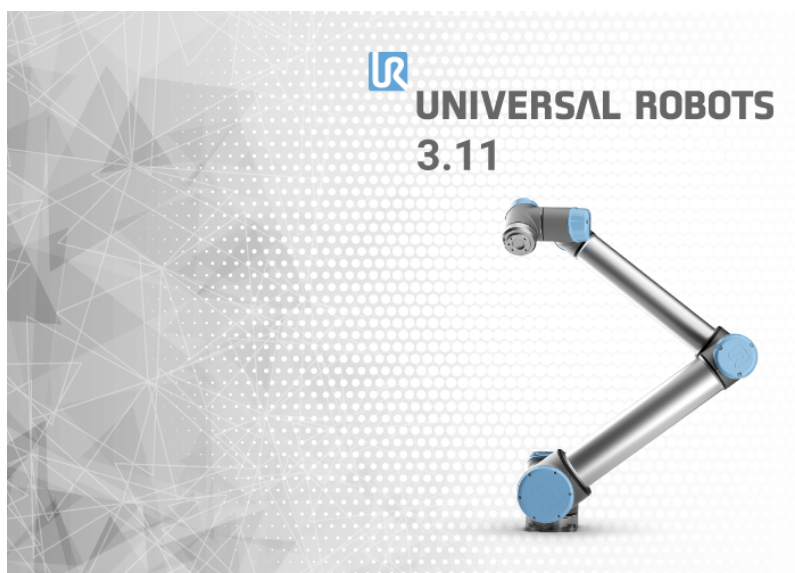




# UNIVERSAL ROBOTS

## Příručka k rozhraní PolyScope



**Verze 3.11**

Překlad originálního návodu (cs)

Informace obsažené v tomto dokumentu jsou majetkem společnosti Universal Robots A/S a bez jejího předchozího písemného souhlasu nesmí být reprodukovány jako celek ani zčásti. Zde obsažené informace podléhají změnám bez upozornění a nelze je vykládat jako závazek společnosti Universal Robots A/S. Tento návod je pravidelně přezkoumáván a revidován.

Společnost Universal Robots A/S nezodpovídá za chyby a chybějící informace v tomto dokumentu.

Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S

Logo Universal Robots je registrovaná ochranná známka společnosti Universal Robots A/S.

# Obsah

<b>II Příručka k rozhraní PolyScope</b>	<b>II-1</b>
<b>10 Bezpečnostní konfigurace</b>	<b>II-3</b>
10.1 Úvod . . . . .	II-3
10.2 Změna bezpečnostní konfigurace . . . . .	II-4
10.3 Bezpečnostní synchronizace a chyby . . . . .	II-5
10.4 Tolerance . . . . .	II-6
10.5 Bezpečnostní kontrolní součet . . . . .	II-6
10.6 Bezpečnostní režimy . . . . .	II-6
10.7 Režim Freedrive . . . . .	II-7
10.7.1 Zpětné řízení . . . . .	II-7
10.8 Ochrana heslem . . . . .	II-8
10.9 Použít . . . . .	II-8
10.10 Všeobecná omezení . . . . .	II-9
10.11 Mezní hodnoty kloubu . . . . .	II-11
10.12 Hranice . . . . .	II-12
10.12.1 Výběr hranice pro konfiguraci . . . . .	II-13
10.12.2 3D znázornění . . . . .	II-13
10.12.3 Konfigurace bezpečnostní roviny . . . . .	II-14
10.12.4 Konfigurace hranice nástroje . . . . .	II-17
10.13 Bezpečnostní vstupy/výstupy . . . . .	II-18
10.13.1 Vstupní signály . . . . .	II-19
10.13.2 Výstupní signály . . . . .	II-20
<b>11 Zahájení programování</b>	<b>II-23</b>
11.1 Úvod . . . . .	II-23
11.2 Začínáme . . . . .	II-23
11.2.1 Instalace ramene robota a ovládací jednotky . . . . .	II-24
11.2.2 Zapnutí a vypnutí ovládací jednotky. . . . .	II-24
11.2.3 Zapnutí a vypnutí ramene robota . . . . .	II-24
11.2.4 Rychlé spuštění . . . . .	II-24
11.2.5 První program . . . . .	II-25
11.3 Programovací rozhraní PolyScope . . . . .	II-26
11.4 Úvodní obrazovka . . . . .	II-28
11.5 Obrazovka Inicializace . . . . .	II-29
<b>12 Editory na obrazovce</b>	<b>II-31</b>
12.1 Editor výrazů na obrazovce . . . . .	II-31
12.2 Obrazovka úprav poloh . . . . .	II-31

<b>13 Ovládání robota</b>	<b>II-35</b>
13.1 Karta Pohyb . . . . .	II-35
13.1.1 Robot . . . . .	II-35
13.1.2 Poloha prvku a nástroje . . . . .	II-36
13.1.3 Pohyb nástroje . . . . .	II-36
13.1.4 Pohyb kloubů . . . . .	II-36
13.1.5 Freedrive . . . . .	II-36
13.2 Karta V/V . . . . .	II-37
13.3 MODBUS . . . . .	II-38
13.4 Karta Automatický pohyb . . . . .	II-38
13.5 Instalace → Načíst/Uložit . . . . .	II-40
13.6 Instalace → Konfigurace TCP . . . . .	II-41
13.6.1 Přidávání, přejmenování, úpravy a odstraňování bodů TCP . . . . .	II-41
13.6.2 Aktivní TCP . . . . .	II-42
13.6.3 Výchozí TCP . . . . .	II-42
13.6.4 Výuka polohy TCP . . . . .	II-42
13.6.5 Výuka orientace TCP . . . . .	II-43
13.6.6 Zatížení . . . . .	II-43
13.6.7 Těžiště . . . . .	II-43
13.7 Instalace → Montáž . . . . .	II-44
13.8 Instalace → Nastavení V/V . . . . .	II-45
13.8.1 Typ signálu v/v . . . . .	II-45
13.8.2 Přiřazování uživatelem definovaných názvů . . . . .	II-45
13.8.3 Akce V/V a ovládání karty V/V . . . . .	II-46
13.9 Instalace → Bezpečnost . . . . .	II-46
13.10 Instalační → Proměnné . . . . .	II-47
13.11 Instalace → Nastavení V/V MODBUS klient . . . . .	II-48
13.12 Instalace → Prvky . . . . .	II-51
13.12.1 Použití prvku . . . . .	II-52
13.12.2 Nový bod . . . . .	II-53
13.12.3 Nová přímka . . . . .	II-53
13.12.4 Prvek roviny . . . . .	II-54
13.12.5 Příklad: Manuální aktualizace prvku pro nastavení programu . . . . .	II-55
13.12.6 Příklad: Dynamická aktualizace polohy prvku . . . . .	II-56
13.13 Nastavení sledování dopravníku . . . . .	II-56
13.14 Hladký přechod mezi bezpečnostními režimy . . . . .	II-57
13.14.1 Nastavení zrychlení/zpomalení . . . . .	II-58
13.15 Instalace → Výchozí program . . . . .	II-58
13.16 Karta Protokol . . . . .	II-59
13.16.1 Ukládání chybových zpráv . . . . .	II-60
13.17 Obrazovka načtení . . . . .	II-60
13.18 Karta Spustit . . . . .	II-63
<b>14 Programování</b>	<b>II-65</b>
14.1 Nový program . . . . .	II-65
14.2 Karta Program . . . . .	II-66
14.2.1 Programový strom . . . . .	II-66

14.2.2	Signalizace běhu programu . . . . .	II-67
14.2.3	Tlačítko Hledat . . . . .	II-67
14.2.4	Tlačítka Zpět/Znovu . . . . .	II-67
14.2.5	Ovládací panel programu . . . . .	II-68
14.3	Proměnné . . . . .	II-68
14.4	Příkaz: Pohyb . . . . .	II-69
14.5	Příkaz: Pevný bod trasy . . . . .	II-72
14.6	Příkaz: Relativní bod trasy . . . . .	II-78
14.7	Příkaz: Proměnný bod trasy . . . . .	II-79
14.8	Příkaz: Směr . . . . .	II-79
14.9	Příkaz: Do . . . . .	II-80
14.10	Příkaz: Čekat . . . . .	II-82
14.11	Příkaz: Nastavit . . . . .	II-82
14.12	Příkaz: Samostatné okno . . . . .	II-83
14.13	Příkaz: Zastavit . . . . .	II-84
14.14	Příkaz: Komentář . . . . .	II-84
14.15	Příkaz: Složka . . . . .	II-85
14.16	Příkaz: Cyklus . . . . .	II-85
14.17	Příkaz: If . . . . .	II-86
14.18	Příkaz: Podprogram . . . . .	II-87
14.19	Příkaz: Zadání . . . . .	II-88
14.20	Příkaz: Skript . . . . .	II-89
14.21	Příkaz: Událost . . . . .	II-90
14.22	Příkaz: Vlákno . . . . .	II-91
14.23	Příkaz: Přepínač . . . . .	II-91
14.23.1	Časovač . . . . .	II-92
14.24	Příkaz: Tvar . . . . .	II-93
14.25	Příkaz: Síla . . . . .	II-94
14.26	Příkaz: Paleta . . . . .	II-97
14.27	Příkaz: Hledat . . . . .	II-98
14.28	Příkaz: Sledování dopravníku . . . . .	II-101
14.29	Příkaz: Potlačit . . . . .	II-102
14.30	Karta Grafika . . . . .	II-102
14.31	Karta Struktura . . . . .	II-103
14.32	Karta Proměnné . . . . .	II-104
14.33	Příkaz: Inicializace proměnných . . . . .	II-105
<b>15</b>	<b>Obrazovka Nastavení</b>	<b>II-107</b>
15.1	Jazyk a jednotky . . . . .	II-108
15.2	Aktualizace robota . . . . .	II-109
15.3	Nastavit heslo . . . . .	II-110
15.4	Kalibrovat obrazovku . . . . .	II-111
15.5	Nastavení sítě . . . . .	II-111
15.6	Nastavit čas . . . . .	II-112
15.7	Nastavení URCaps . . . . .	II-113



## Část II

# Příručka k rozhraní PolyScope



# 10 Bezpečnostní konfigurace

## 10.1 Úvod

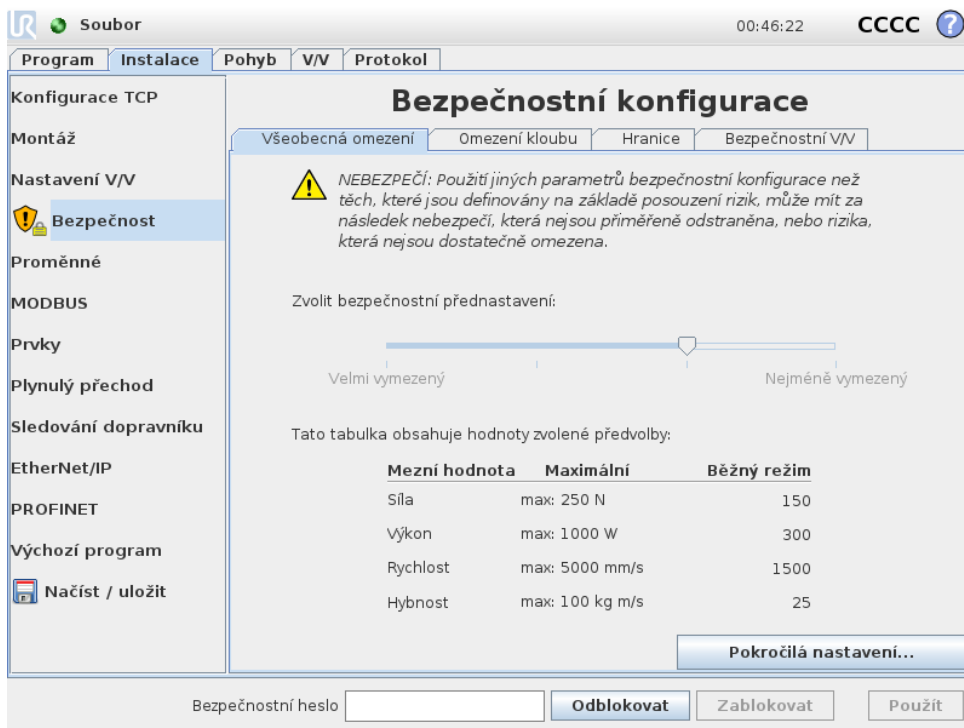
Robot je vybaven vyspělým bezpečnostním systémem. V závislosti na konkrétních charakteristikách pracovního prostředí robota je nutné bezpečnostní systém nastavit tak, aby zaručil bezpečnost veškerého personálu i obsluhy v blízkosti robota. První věc, kterou musí osoba provádějící instalaci udělat, je použít nastavení definovaná na základě posouzení rizik. Podrobné informace o bezpečnostním systému viz Instalační příručka k hardwaru.



### NEBEZPEČÍ:

1. Použití a konfigurace bezpečnostních funkcí a rozhraní musí být provedeno na základě posouzení rizik osobou zajišťující instalaci pro konkrétní aplikaci robota, viz. Instalační příručka k hardwaru.
2. Nastavení bezpečnostní konfigurace pro instalaci a učení je nutno aplikovat na základě posouzení rizik osobou zajišťující instalaci a před prvním zapnutím robotického ramena.
3. Veškerá bezpečnostní nastavení konfigurace přístupná na této obrazovce a jejích podkartách je nutné nastavit v souladu s výsledky posouzení rizik osobou zajišťující instalaci.
4. Obsluha odpovědná za instalaci musí zajistit, aby byly veškeré změny nastavení prováděny v souladu s výsledky posouzení rizik.
5. Osoba zajišťující instalaci musí zabránit změnám bezpečnostní konfigurace neoprávněnými osobami, např. použitím ochrany heslem.

Na obrazovku Bezpečnostní konfigurace se dostanete z Uvítací obrazovky (viz 11.4) stisknutím tlačítka Programovat robota, výběrem karty Instalace a klepnutím na možnost Bezpečnost. Bezpečnostní konfigurace je chráněna heslem, viz 10.8.



Bezpečnostní nastavení se skládají z množství mezních hodnot, které slouží k omezení pohybů ramene robota, a z nastavení bezpečnostních funkcí pro konfigurovatelné vstupy a výstupy. Definují se na bezpečnostní obrazovce na následujících podkartách:

- Na kartě *Obecná omezení* se definuje maximální *síla*, *výkon*, *rychlost* a *hybnost* ramene robota. V případě velmi vysokého rizika zásahu člověka nebo kolize se součástí prostředí je třeba v těchto nastaveních zadat nízké hodnoty. Pokud je riziko nízké, lze pomocí vyšších obecných mezních hodnot umožnit robotovi pohybovat se rychleji a vyvíjet větší sílu na prostředí. Další podrobnosti viz 10.10.
- Podkarta *Mezní hodnoty kloubů* obsahuje mezní hodnoty *rychlosti* a *polohy* kloubu. Mezní hodnoty *rychlosti kloubů* definují maximální úhlovou rychlost jednotlivých kloubů a slouží jako další omezení rychlosti ramene robota. Mezní hodnoty *polohy kloubu* definují povolený rozsah poloh jednotlivých kloubů (v prostoru kloubu). Další podrobnosti viz 10.11.
- Na podkartě *Hranice* se definují bezpečnostní roviny (v kartézském prostoru) a hranice orientace nástroje pro TCP robota. Bezpečnostní roviny lze konfigurovat jako pevné mezní hodnoty pro polohu TCP robota nebo jako aktivační impulzy bezpečnostních mezí *Běžného* režimu (viz 10.6). Hranice orientace nástroje tvoří pevnou mezní hodnotu orientace TCP robota. Další podrobnosti viz 10.12.
- Na podkartě *Bezpečnostní vstupy/výstupy* se definují bezpečnostní funkce pro konfigurovatelné vstupy a výstupy (viz 13.2). *Nouzové zastavení* lze například konfigurovat jako vstup. Další podrobnosti viz 10.13.

## 10.2 Změna bezpečnostní konfigurace



Nastavení bezpečnostní konfigurace lze měnit pouze v souladu s posouzením rizik provedeným osobou zajišťující instalaci.

Doporučený postup změny bezpečnostní konfigurace je následující:

1. Změny musí být v souladu s posouzením rizik provedeným osobou zajišťující instalaci.
2. Upravte bezpečnostní nastavení na odpovídající úroveň definovanou na základě posouzení rizik provedeným osobou zajišťující instalaci.
3. Zkontrolujte, zda jsou aplikována bezpečnostní nastavení.
4. Do příruček pro obsluhu zadejte následující text: „Před zahájením práce v blízkosti robota se ujistěte, že je bezpečnostní konfigurace nastavena očekávaným způsobem. Lze ji ověřit například pomocí kontrolního součtu v pravém horním rohu rozhraní PolyScope (viz 10.5 v Příručka k rozhraní PolyScope).“

## 10.3 Bezpečnostní synchronizace a chyby

Stav aplikované bezpečnostní konfigurace ve srovnání s instalací robota, kterou načte rozhraní GUI, je znázorněn ikonou štítu vedle textu *Bezpečnost* na levé straně obrazovky. Tyto ikony poskytují rychlé informace o aktuálním stavu. Jejich definice je uvedena níže:

-  *Konfigurace synchronizována:* Zobrazuje, že je instalace rozhraní GUI stejná jako aktuálně použitá bezpečnostní konfigurace. Nebyly provedeny žádné změny.
-  *Konfigurace změněna:* Zobrazuje, že je instalace rozhraní GUI odlišná od aktuálně použité bezpečnostní konfigurace.

Při úpravě bezpečnostní konfigurace vás bude ikona štítu informovat, zda je nebo není použito aktuální nastavení.

Pokud jakékoliv textové pole na kartě *Bezpečnost* obsahuje neplatný vstup, bude se bezpečnostní konfigurace nacházet v chybovém stavu. Tato situace se označuje několika způsoby:

1. Vedle textu *Bezpečnost* na levé straně obrazovky se zobrazí červená ikona chyby.
2. Podkarty s chybami jsou v horní části označeny červenou ikonou chyby.
3. Textová pole obsahující chyby jsou označena červeným pozadím.

Pokud dojde k chybě a vy se pokusíte kartu *Instalace* zavřít, zobrazí se dialogové okno s následujícími možnostmi:

1. Vyřešte problém, tak aby byly všechny chyby odstraněny. Toto je viditelné tehdy, když se vedle textu *Bezpečnost* na levé straně obrazovky již nezobrazuje červená ikona chyby.
2. Vraťte zpět předchozí bezpečnostní konfiguraci. Tím se zruší veškeré změny a vy budete moci pokračovat do požadovaného umístění.

Pokud k žádné chybě nedojde a vy se pokusíte kartu *Instalace* zavřít, zobrazí se odlišné dialogové okno s následujícími možnostmi:

1. Použijte změny a restartujte systém. Tím se úpravy bezpečnostní konfigurace aplikují v systému, který se poté restartuje. Poznámka: To neznamená, že změny budou uloženy; pokud robota v tuto chvíli vypnete, ztratí se veškeré změny provedené v instalaci robota včetně bezpečnostní konfigurace.
2. Vraťte zpět předchozí bezpečnostní konfiguraci. Tím se zruší veškeré změny a vy budete moci pokračovat do požadovaného vybraného umístění.

## 10.4 Tolerance

*Rameno robota* využívá vestavěné tolerance, které brání narušení bezpečnosti. Bezpečnostní tolerance je rozdíl mezi bezpečnostním limitem a maximální provozní hodnotou. Například obecná tolerance rychlosti je  $-150\text{mm/s}$ . To znamená, že pokud uživatel nastaví rychlostní limit  $250\text{mm/s}$ , maximální provozní rychlost pak bude  $250 - 150 = 100\text{mm/s}$ . Bezpečnostní tolerance brání narušení bezpečnosti, a zároveň umožňují přiměřené kolísání v chování programu. Například při manipulaci s těžkým břemenem může dojít k situacím, kdy musí *Rameno robota* krátce pracovat nad normální maximální provozní rychlostí, aby dodrželo naprogramovanou trajektorii. Příklad takové situace je zobrazen na obr. 10.1.



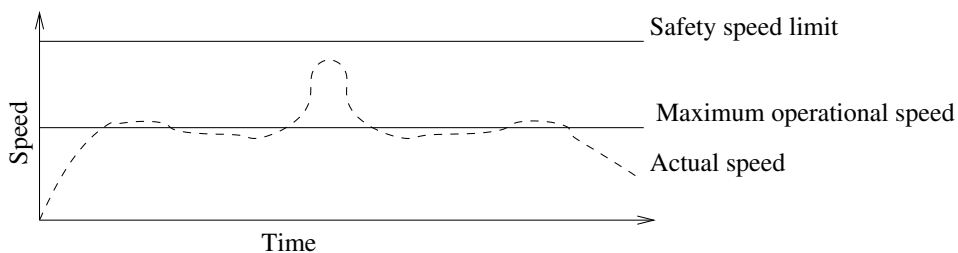
### UPOZORNĚNÍ:

Vždy je třeba provést posouzení rizik pomocí mezních hodnot bez tolerancí.



### UPOZORNĚNÍ:

Tolerance jsou specifické pro verzi softwaru. Aktualizací softwaru může dojít ke změně tolerancí. Informace o změnách mezi verzemi naleznete v poznámkách k vydání.



Obrázek 10.1: Příklad bezpečnostní tolerance.

## 10.5 Bezpečnostní kontrolní součet

Text v pravém horním rohu obrazovky v krátkosti představuje bezpečnostní konfiguraci, kterou robot aktuálně používá. Pokud se text změní, znamená to, že se změnila aktuální bezpečnostní konfigurace. Kliknutím na kontrolní součet se zobrazí podrobnosti o aktuální bezpečnostní konfiguraci.

## 10.6 Bezpečnostní režimy

Za normálních podmínek (tj. když není aktivní ochranné zastavení) pracuje bezpečnostní systém v jednom z následujících *bezpečnostních režimů*, z nichž každý obsahuje sadu bezpečnostních mezních hodnot:

*Běžný režim:* Bezpečnostní režim je ve výchozím nastavení aktivní;

*Omezený režim:* Aktivní, pokud TCP robota překročilo spouštěcí rovinu *Omezeného režimu* (viz 10.12) nebo pokud je spuštěn pomocí konfigurovatelného vstupu (viz 10.13).

*Režim Obnovy:* Pokud rameno robota narušuje jeden z dalších režimů (tj. *Běžný* nebo *Omezený režim*) a dojde k zastavení kategorie 0,<sup>1</sup> spustí se rameno robota v režimu **Obnovy**. Tento režim umožňuje pomalý přesun robota zpět do povolené oblasti pomocí **karty Pohyb** nebo **Freedrive**. V tomto režimu není možné spouštět programy pro robota.



#### UPOZORNĚNÍ:

Mezní hodnoty pro *polohu kloubu*, *polohu TCP* a *orientaci TCP* jsou v režimu *Obnovy* deaktivovány, při přesunu ramene robota zpět do rozsahu mezních hodnot proto buďte opatrní.

Podkarty na obrazovce *Bezpečnostní konfigurace* uživateli umožňují definovat samostatné sady mezních hodnot pro *Běžný* a *Omezený režim*. Mezní hodnoty *Omezeného režimu* pro rychlost a hybnost nástroje a kloubů musí být restriktivnější, než jejich protějšky v *Běžném režimu*.

Pokud je narušena bezpečnostní mezní hodnota ze sady aktivních mezních hodnot, provede rameno robota zastavení kategorie 0. Pokud je aktivní bezpečnostní mezní hodnota, např. mezní poloha kloubu nebo bezpečnostní hranice, narušena již při zapnutí robota, spustí se robot v režimu *Obnovy*. To umožňuje přesunout rameno robota zpět do rozsahu bezpečnostních mezních hodnot. V režimu *Obnovy* je pohyb ramene robota omezen pevně stanovenou sadou mezních hodnot, kterou uživatel nemůže upravit. Informace o mezních hodnotách v režimu *Obnovy* naleznete v Instalační příručka k hardwaru.

## 10.7 Režim Freedrive

Pokud je aktivní režim *Freedrive* (viz 13.1.5) a pohyb ramene robota se dostane do blízkosti některé mezní hodnoty, ucítí uživatel odpudivou sílu. Tato síla se generuje pro mezní hodnoty polohy, orientace a rychlosti TCP robota a pro polohu a rychlost kloubů.

Odpudivá síla má uživatele informovat o tom, že se aktuální poloha nebo rychlost blíží mezní hodnotě, a zabránit tak robotovi v narušení této mezní hodnoty. Pokud však na rameno robota uživatel použije dostatečnou sílu, lze tuto mezní hodnotu překročit. Velikost síly se zvyšuje s tím, jak se rameno robota přibližuje mezní hodnotě.

### 10.7.1 Zpětné řízení

V režimu *Freedrive* lze díky odbrzdění klouby robotu pohybovat relativně nízkou silou. Během inicializace ramena robotu, lze při odbrzdění pozorovat menší vibrace. V některých situacích, například když je robot v blízkosti kolize, jsou tyto otřesy nežádoucí a k vynucenému pohybu konkrétních kloubů do požadované polohy bez uvolnění všech brzd v rameni robota lze použít funkci *Backdrive*.

Aktivace funkce *Backdrive*:

1. Stisknutím tlačítka ON zapnete napájení kloubů. Stav robotu je nastaven na „Idle“ (naprázdno). Neodbrzdíte brzdy (tj. nestisknete START).

<sup>1</sup>V souladu s normou IEC 60204-1, více podrobností viz slovník.

2. Stiskněte a přidržte tlačítko *Freedrive*. Stav robotu se změní na „Backdrive“.
3. Odbrzdí se pouze klouby pod tlakem, a to po dobu stisknutí tlačítka *Freedrive*. Během používání funkce *Backdrive* je pohyb robotu ztížen.

## 10.8 Ochrana heslem

Veškerá nastavení na této obrazovce uzamčena do doby, než uživatel zadá do bílého textového pole ve spodní části obrazovky správné heslo (viz 15.3) a stlačí tlačítko *Odemknout*. Obrazovku lze opět zamknout kliknutím na tlačítko *Zamknout*. Při odchodu z obrazovky Bezpečnostní konfigurace se karta *Bezpečnost* automaticky uzamkne. Uzamčení nastavení signalizuje ikona zámku vedle textu *Bezpečnost* na levé straně obrazovky. Po odemčení nastavení se zobrazí ikona odemčení.



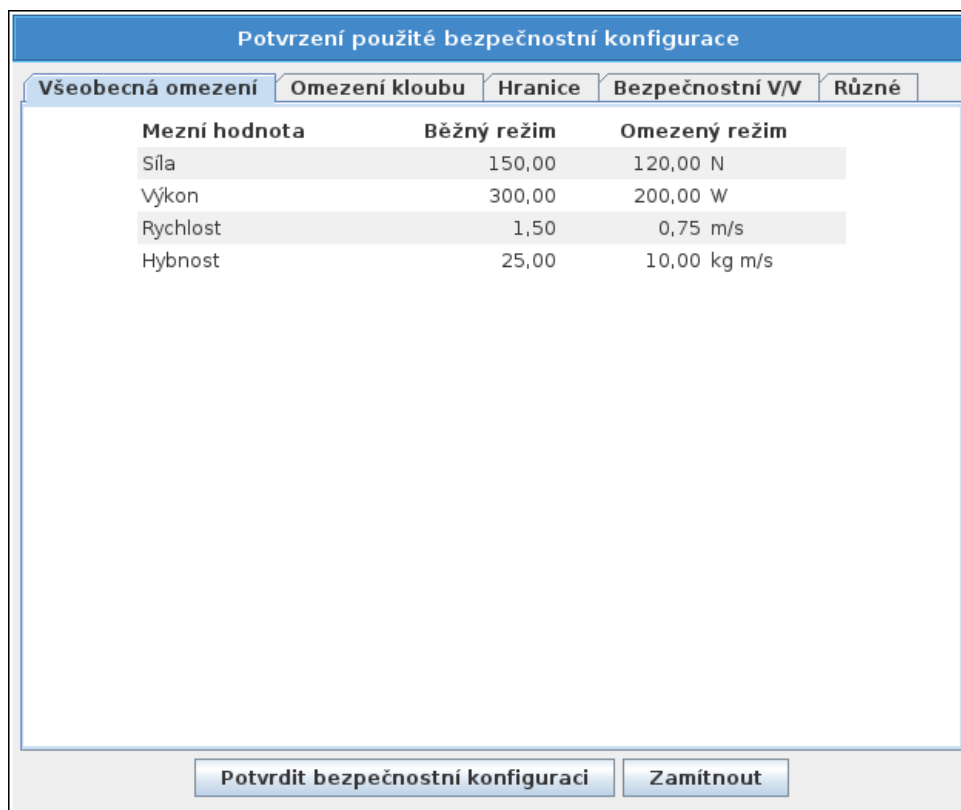
### POZNÁMKA:

Po odemčení obrazovky Bezpečnostní konfigurace se rameno robotu vypne.

## 10.9 Použit

Po odemčení bezpečnostní konfigurace a během provádění změn bude rameno robotu vypnuté. Rameno robotu bude možné zapnout až poté, co budou použity či vráceny změny. Zapnutí se provádí ručně na obrazovce inicializace.

Veškeré změny bezpečnostní konfigurace je třeba před zavřením karty Instalace použít nebo vrátit. Tyto změny se projeví až po stisknutí tlačítka *Použit* a provedení potvrzení. Potvrzení vyžaduje vizuální kontrolu změn provedených u ramene robotu. Z bezpečnostních důvodů jsou informace zobrazeny v jednotkách SI. Příklad dialogového okna k potvrzení je zobrazen níže.



Po potvrzení se změny automaticky uloží jako součást aktuální instalace robota. Další informace o ukládání instalace robota viz 13.5.

## 10.10 Všeobecná omezení

Všeobecná bezpečnostní omezení omezují lineární rychlost TCP robota a také sílu, kterou může vynaložit na okolní prostředí. Skládají ze z následujících hodnot:

**Síla:** Omezení maximální síly, kterou TCP robota vyvíjí na prostředí.

**Výkon:** Omezení maximální mechanické práce vyvíjené robotem na prostředí za předpokladu, že je náklad součástí robota, a nikoliv prostředí.

**Rychlost:** Mezní hodnota pro maximální lineární rychlost TCP robota.

**Hybnost:** Mezní hodnota maximální hybnosti ramene robota.

Všeobecná bezpečnostní omezení lze v rámci instalace nakonfigurovat dvěma způsoby; *Základní* nastavení a *Pokročilá* nastavení, která jsou podrobně popsána níže.

Definováním obecných bezpečnostních omezení se definují mezní hodnoty pouze pro nástroj, a nikoliv celkové mezní hodnoty pro rameno robota. To znamená, že ačkoliv je stanovena mezní hodnota rychlosti, *není* zaručeno, že ostatní součásti ramene robota budou dodržovat stejné omezení.

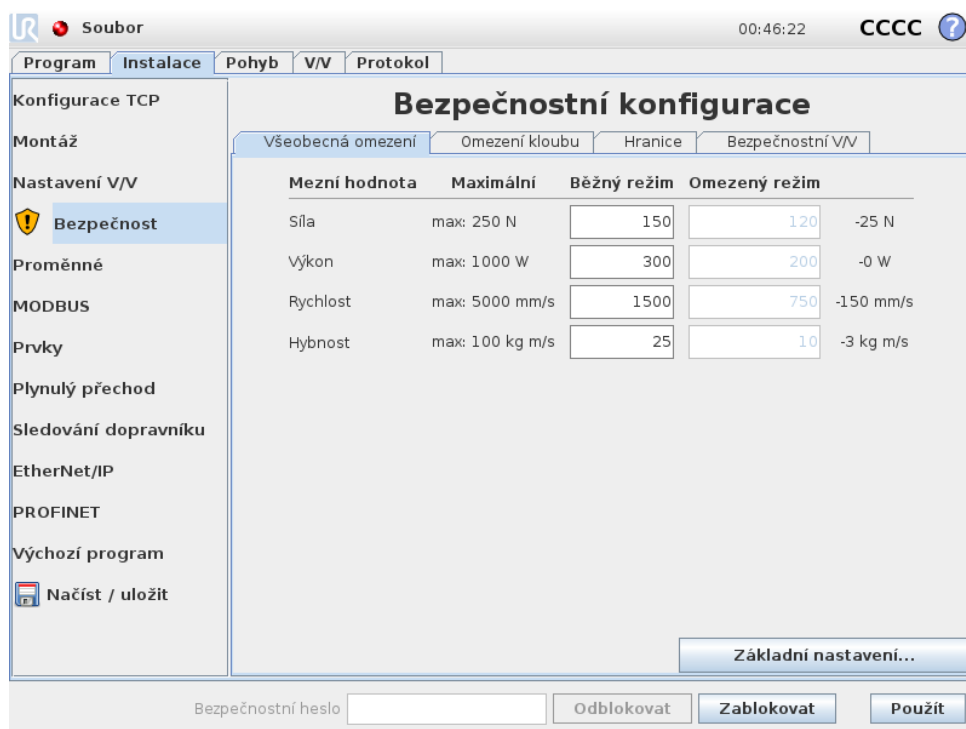
Pokud je nastaven režim *Freedrive* (viz 13.1.5) a aktuální rychlost TCP robota se blíží mezní hodnotě *rychlosti*, ucítí uživatel odporovou sílu, která se bude zvyšovat s tím, jak se rychlost bude blížit mezní hodnotě. Síla se začne generovat v případě, že se aktuální rychlost pohybuje zhruba 250 mm/s kolem mezní hodnoty.

**Základní nastavení** Na úvodním podpanelu obecných omezení, zobrazeném jako výchozí obrazovka, se nachází posuvník se čtyřmi předdefinovanými sadami hodnot pro mezní sílu, výkon, rychlost a moment v *Běžném* i *Omezeném* režimu:

Konkrétní soubory hodnot jsou uvedeny v rozhraní GUI. Předdefinované soubory hodnot jsou pouze návrhy a nemohou nahradit řádné posouzení rizik.

**Přepnutí na Pokročilá nastavení** Pokud by *žádná* z předem definovaných sad hodnot nebyla postačující, lze stisknout tlačítko *Pokročilá nastavení...* a přejít tak na obrazovku pokročilých všeobecných omezení.

### Pokročilá nastavení



Zde lze veškeré obecné mezní hodnoty popsané v 10.10 upravit nezávisle na ostatních. Hodnotu lze upravit klepnutím na odpovídající textové pole a zadáním nové hodnoty. Nejvyšší přijatelná hodnota pro každé omezení je uvedena ve sloupci s názvem *Maximum*. Mezní sílu lze nastavit na hodnotu mezi 100 N a 250 N, a mezní výkon lze nastavit na hodnotu mezi 80 W a 1000 W.

Poznámka: Pokud není nastavena bezpečnostní rovina ani konfigurovatelný vstup, který by ji spustil, jsou pole pro mezní hodnoty v *Omezeném* režimu neaktivní (další informace viz 10.12 a 10.13). Mezní hodnoty *Rychlost* a *Hybnost* dále nesmí být v *Omezeném* režimu vyšší než jejich protějšky v *Běžném* režimu.

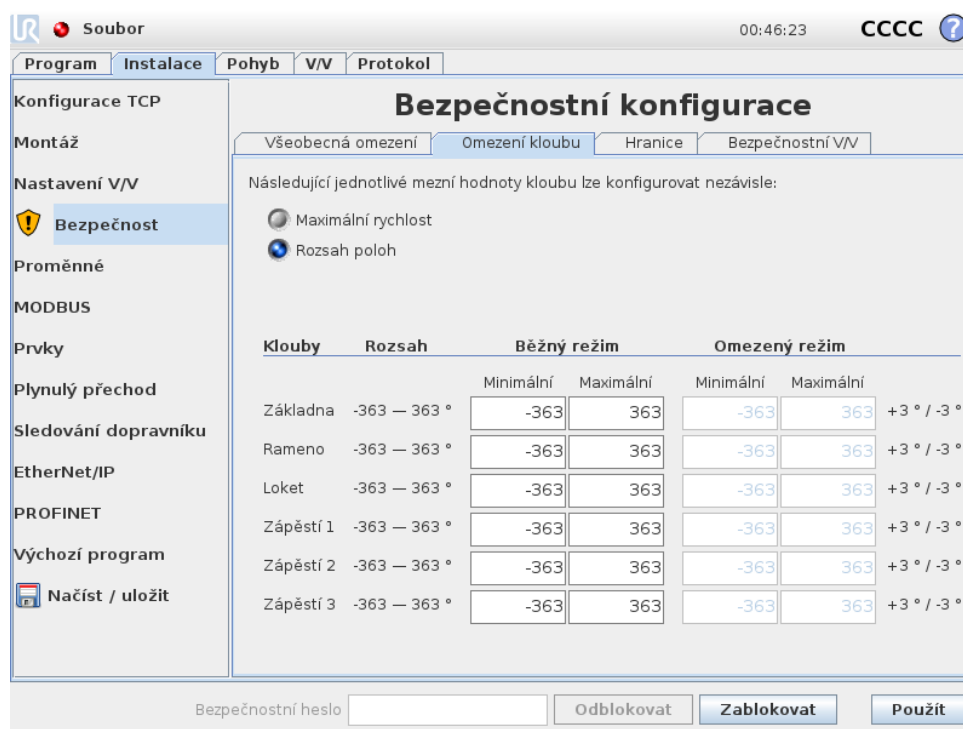
Tolerance a jednotka pro jednotlivé mezní hodnoty jsou uvedeny na konci příslušného řádku. Pokud je program spuštěn, upraví se rychlost ramene robota automaticky tak, aby nepřekračovala žádnou zadanou hodnotu (po odečtení tolerance) (viz 10.4). Poznámka: minusové znaménko zobrazené u hodnoty tolerance pouze označuje, že se tato tolerance odečte ze skutečně zadané hodnoty. Pokud rameno robota překročí mezní hodnotu (bez tolerance), bezpečnostní systém provede zastavení kategorie 0.

**UPOZORNĚNÍ:**

Mezní hodnota rychlosti platí pouze pro TCP robota, ostatní součásti ramene robota se tedy mohou pohybovat rychleji, než je definovaná hodnota.

**Přepnutí na Základní nastavení** Stisknutím tlačítka Základní nastavení... přepnete zpět na základní obrazovku obecných omezení a u veškerých obecných omezení se obnoví výchozí nastavení. Pokud by to způsobilo ztrátu přizpůsobených hodnot, zobrazí se vyskakovací okno s žádostí o potvrzení akce.

## 10.11 Mezní hodnoty kloubu



Klouby	Rozsah	Běžný režim		Omezený režim		
		Minimální	Maximální	Minimální	Maximální	
Základna	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Rameno	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Loket	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zápěstí 1	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zápěstí 2	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °
Zápěstí 3	-363 — 363 °	-363	363	-363	363	+3 ° / -3 °

Mezní hodnoty kloubu omezují pohyb jednotlivých kloubů v prostoru kloubu, tj. nevztahují se na kartézský prostor, ale na interní (rotační) polohu kloubů a jejich rotační rychlost. Pomocí přepínačů v horní části podpanelu lze nezávisle nastavovat Maximální rychlost a Rozsah poloh pro klouby.

Pokud je nastaven režim *Freedrive* (viz 13.1.5) a aktuální rychlost kloubu se blíží mezní hodnotě, ucítí uživatel odporovou sílu, která se bude zvyšovat s tím, jak se rychlost bude blížit mezní hodnotě. Síla se začne generovat v případě, že se rychlost kloubu přiblíží zhruba na 20 % k mezní hodnotě rychlosti nebo bude poloha kloubu asi 8 ° od mezní hodnoty polohy.

Rozsah poloh Zápěstí 3 je ve výchozím nastavení neomezený. V případě použití kabelů připojených k robotu je nutné nejprve zaškrtnout políčko *Neomezený rozsah pro zápěstí 3*, abyste se vyhnuli napínání kabelu a ochranným zastavením.

**Maximální rychlost** Pomocí této možnosti lze definovat maximální úhlovou rychlost pro jednotlivé klouby. Hodnotu lze upravit klepnutím na odpovídající textové pole a zadáním nové

hodnoty. Nejvyšší přijatelná hodnota je uvedena ve sloupci s názvem *Maximum*. Žádnou hodnotu nelze nastavit na pod toleranční mez.

Poznámka: Pokud není nastavena bezpečnostní rovina ani konfigurovatelný vstup, který by ji spustil, jsou pole pro mezní hodnoty v *Omezeném* režimu neaktivní (další informace viz 10.12 a 10.13). Mezní hodnoty dále nesmí být v *Omezeném* režimu vyšší než jejich protějšky v *Běžném* režimu.

Tolerance a jednotka pro jednotlivé mezní hodnoty jsou uvedeny na konci příslušného řádku. Pokud je program spuštěn, upraví se rychlost ramene robota automaticky tak, aby nepřekračovala žádnou zadanou hodnotu (po odečtení tolerance) (viz 10.4). Poznámka: minusové znaménko zobrazené u hodnoty tolerance pouze označuje, že se tato tolerance odečte ze skutečně zadané hodnoty. Pokud však úhlová rychlost některého kloubu překročí zadanou hodnotu (bez tolerance), bezpečnostní systém provede zastavení kategorie 0.

**Rozsah poloh** Na této obrazovce lze definovat maximální rozsah poloh pro jednotlivé klouby. Hodnotu lze upravit klepnutím na odpovídající textové pole a zadáním nové hodnoty pro spodní a horní hranici polohy kloubu. Zadaný interval musí odpovídat hodnotám uvedeným ve sloupci s názvem *Rozsah* a spodní hranice nesmí překročit hodnotu horní hranice.

Poznámka: Pokud není nastavena bezpečnostní rovina ani konfigurovatelný vstup, který by ji spustil, jsou pole pro mezní hodnoty v *Omezeném* režimu neaktivní (další informace viz 10.12 a 10.13).

Tolerance a jednotka pro jednotlivé mezní hodnoty jsou uvedeny na konci příslušného řádku. První hodnota tolerance se použije na minimální hodnotu a druhá na maximální hodnotu. Pokud se poloha kloubu blíží k porušení rozsahu vyplývajícího z přičtení první tolerance k zadané minimální hodnotě a odečtení druhé tolerance od zadané maximální hodnoty a pokračuje po předpokládané trase, provádění programu se přeruší. Poznámka: minusové znaménko zobrazené u hodnoty tolerance pouze označuje, že se tato tolerance odečte ze skutečně zadané hodnoty. Pokud však poloha kloubu překročí zadaný rozsah, bezpečnostní systém provede zastavení kategorie 0.

## 10.12 Hranice

Na této kartě lze nakonfigurovat hraniční hodnoty, které se skládají z bezpečnostních rovin a hodnoty maximální povolené odchylky orientace nástroje robota. Lze také definovat roviny, které spustí přechod do *Omezeného* režimu.

Povolený pracovní prostor robota lze omezit pomocí bezpečnostních rovin, které TCP robota donutí zůstat na správné straně definovaných rovin a neprocházet jimi. Nakonfigurovat lze až osm bezpečnostních rovin. Pomocí omezení orientace nástroje lze zajistit, že se orientace nástroje robota neodchýlí od požadované orientace o víc, než je určité definované množství.



### UPOZORNĚNÍ:

Definováním bezpečnostních rovin se omezí pouze TCP, a nikoliv celková mezní hodnota ramene robota. To znamená, že i přes stanovení bezpečnostní roviny *není* zaručeno, že ostatní součásti ramene robota budou dodržovat totéž omezení.

Konfigurace jednotlivých hraničních mezí je založena na jednom z prvků definovaných v aktuální instalaci robota (viz 13.12).



**POZNÁMKA:**

Důrazně doporučujeme, abyste před úpravou bezpečnostní konfigurace vytvořili veškeré funkce potřebné pro konfiguraci všech požadovaných hraničních mezí a přiřadili jim správné názvy. Poznámka: Jakmile se rameno robota po odemčení karty *Zabezpečení* vypne, bude funkce *Nástroj* (obsahující aktuální pozici a orientaci TCP robota) a režim *Freedrive* (viz 13.1.5) neaktivní.

Pokud je aktivní režim *Freedrive* (viz 13.1.5) a aktuální poloha TCP robota je blízko bezpečnostní roviny, nebo se odchylka orientace nástroje robota od požadované orientace blíží specifikované maximální odchylce, ucítí uživatel odpudivou sílu, která se bude zvyšovat spolu s tím, jak se TCP bude blížit mezní hodnotě. Síla se začne generovat v případě, že se TCP dostane do vzdálenosti přibližně 5 cm od bezpečnostní roviny, nebo se odchylka orientace nástroje přiblíží zhruba na 3° ke specifikované maximální odchylce.







Pokud je rovina definována jako *Aktivační impuls omezeného režimu* a bod TCP tuto hranici překročí, bezpečnostní systém přejde do *Omezeného režimu*, ve kterém se uplatňují bezpečnostní nastavení *Omezeného režimu*. Ve spouštěcích rovinách platí stejná pravidla jako v běžných bezpečnostních rovinách až na to, že jimi rameno robota může projít.

### 10.12.1 Výběr hranice pro konfiguraci


Panel *Bezpečnostní hranice* na levé straně karty slouží k výběru hraniční meze, která se bude konfigurovat.

Chcete-li nastavit bezpečnostní rovinu, klikněte na jednu z osmi položek uvedených v horní části panelu. Pokud již byla nakonfigurována vybraná bezpečnostní rovina, zvýrazní se odpovídající 3D znázornění roviny ve 3D zobrazení (viz 10.12.2) na pravé straně tohoto panelu. Bezpečnostní rovinu lze nastavit v části *Vlastnosti bezpečnostní roviny* (viz 10.12.3) v dolní části karty.

Chcete-li nakonfigurovat hraniční mez pro nástroj robota, klikněte na položku *Hranice nástroje*. Konfiguraci mezní hodnoty lze nastavit v části *Vlastnosti hranice nástroje* (viz 10.12.4) v dolní části karty.

Kliknutím na tlačítko  /  zapnete nebo vypnete 3D znázornění hraniční meze. Pokud je hraniční mez aktivní, bude *bezpečnostní režim* (viz 10.12.3 a 10.12.4) označen jednou z následujících ikon  /  /  / .

### 10.12.2 3D znázornění

Ve 3D znázornění jsou zobrazeny nakonfigurované bezpečnostní roviny a hraniční hodnota orientace pro nástroj robota spolu s aktuální polohou ramene robota. Pokud je vybráno přepínání zobrazení (tj. zobrazuje se ikona ) , zobrazují se veškeré položky nakonfigurovaných hranic v části *Bezpečnostní hranice* spolu s aktuálně vybranou hraniční hodnotou.

(Aktivní) bezpečnostní roviny jsou znázorněny žlutě a černě spolu s malou šipkou, která představuje normálu roviny, což je strana roviny, na kterou lze TCP robota umístit. Spouštěcí roviny se zobrazují modře a zeleně. Malá šipka znázorňuje stranu roviny, která *nespouští* přechod do

Omezeného režimu. Pokud je na panelu na levé straně karty vybrána bezpečnostní rovina, zvýrazní se odpovídající 3D znázornění.

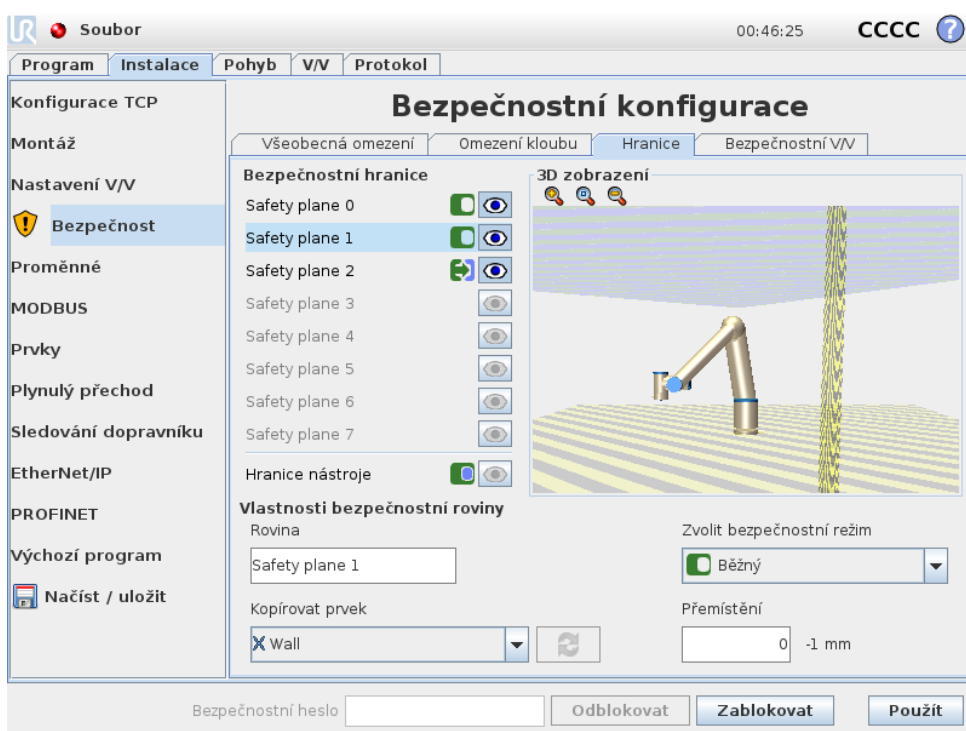
Hraniční hodnota orientace nástroje je znázorněna kuželem společně s vektorem označujícím aktuální orientaci nástroje robota. Vnitřek kužele znázorňuje povolenou oblast pro orientaci nástroje (vektor).

Pokud je rovina nebo hraniční hodnota orientace nástroje nakonfigurována, ale není aktivní, je znázornění zašedlé.

Stisknutím ikony lupy lze zobrazení zvětšit či zmenšit, přetažením prstu lze změnit úhel pohledu.

### 10.12.3 Konfigurace bezpečnostní roviny

V části Vlastnosti bezpečnostní roviny ve spodní části karty lze definovat konfiguraci vybrané bezpečnostní roviny na panelu Bezpečnostní hranice v levé horní části karty.






Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.






**Jméno** Textové pole *Název* umožňuje uživateli přiřadit vybrané bezpečnostní rovině název. Název lze změnit klepnutím na textovém pole a zadáním nového názvu.

**Kopírovat prvek** Poloha a normála bezpečnostní roviny se určuje pomocí prvku (viz 13.12) v aktuální instalaci robota. Prvek lze vybrat v rozbalovacím poli v levé spodní části sekce *Vlastnosti bezpečnostní roviny*. K dispozici jsou pouze prvky typu bod a rovina. Výběrem položky <Undefined> se konfigurace roviny smaže.

Osa Z vybraného prvku povede do nepovolené oblasti a normála roviny vede opačným směrem. Výjimkou je případ, kdy je vybrán prvek *Základna*. V takovém případě povede normála roviny stejným směrem. Je-li rovina nakonfigurována jako *Aktivační rovina Omezeného režimu* (viz 10.12.3), normála roviny označuje stranu roviny, která *nespouští* přechod do *Omezeného režimu*.

Je třeba poznamenat, že pokud se bezpečnostní rovina nakonfiguruje výběrem prvku, informace o poloze se do bezpečnostní roviny pouze *zkopírují*; rovina *nebude* s prvkem propojena. To znamená, že v případě změny polohy nebo orientace prvku použité ke konfiguraci bezpečnostní roviny se bezpečnostní rovina nebude automaticky aktualizovat. Pokud se prvek změní, označí se změna ikonou  umístěnou nad nástrojem pro výběr prvků. Kliknutím na tlačítko  vedle nástroje pro výběr aktualizujete bezpečnostní roviny pomocí aktuální polohy a orientace prvku. Ikona  se zobrazí také v případě, že byl vybraný prvek z instalace smazán.

**Bezpečnostní režim** Pomocí rozbalovací nabídky po pravé straně panelu *Vlastnosti* *Bezpečnostní roviny* lze pro bezpečnostní roviny vybrat *bezpečnostní režim* s následujícími dostupnými režimy.

 Zakázáno	Bezpečnostní rovina není <i>nikdy aktivní</i> .
 Běžný	Pokud je bezpečnostní systém v <i>Běžném</i> režimu, je <i>aktivní</i> rovina Běžného režimu a chová se jako <i>striktní mezní hodnota</i> pro polohu TCP robota.
 Omezený	Pokud je bezpečnostní systém v <i>Omezeném</i> režimu, je <i>aktivní</i> rovina Omezeného režimu a chová se jako <i>striktní mezní hodnota</i> pro polohu TCP robota.
 Běžný & Omezený	Je-li bezpečnostní systém v <i>Běžném</i> nebo <i>Omezeném</i> režimu, je <i>aktivní</i> rovina Běžného a Omezeného režimu a chová se jako <i>striktní mezní hodnota</i> pro polohu TCP robota.
 Spouštění Omezeného režimu	Pokud je bezpečnostní systém v <i>Běžném</i> či <i>Omezeném</i> režimu, je <i>aktivní spouštěcí rovina</i> Omezeného režimu. V případě, že ji TCP robota překročí, způsobí, že se bezpečnostní systém přepne do <i>Omezeného</i> režimu.

Vybraný *bezpečnostní režim* je označen ikonou u odpovídající položky na panelu *Bezpečnostní hranice*. Pokud je *bezpečnostní režim* nastaven na možnost *Vypnuto*, ikona se nezobrazí.

**Přemístění** Pokud je v rozbalovacím poli v levé dolní části panelu *Vlastnosti* bezpečnostní roviny vybrán prvek, lze bezpečnostní roviny přemístit klepnutím na textové pole *Přemístění* v pravé dolní části tohoto panelu a zadáním hodnoty. Zadáním kladné hodnoty se povolený pracovní prostor robota zvýší tím, že se rovina posune do opačného směru, než je normála roviny. Zadáním záporné hodnoty se povolená oblast zmenší tím, že se rovina posune ve směru normály roviny.

Tolerance a jednotka přemístění hraniční roviny se zobrazí po pravé straně textového pole.

**Funkce rovin se *striktní mezní hodnotou*** Pokud poloha TCP blíží překročení aktivní bezpečnostní roviny se *striktní mezní hodnotou* (po odečtení tolerance) (viz 10.4) a nadále pokračuje předpokládanou trasou, provádění programu se přeruší. Poznámka: minusové znaménko zobrazené u hodnoty tolerance pouze označuje, že se tato tolerance odečte ze skutečné zadané hodnoty. Bezpečnostní systém provede zastavení kategorie 0, pokud poloha TCP překročí bezpečnostní roviny s danou mezní hodnotou (bez tolerance).

**Funkce spouštěcích rovin Omezeného režimu** Pokud není aktivní ochranné zastavení a bezpečnostní systém není ve speciálním režimu *Obnovy* (viz 10.6), funguje systém v *Běžném* nebo *Omezeném* režimu a pohyby ramene robota jsou omezeny příslušnou sadou mezních hodnot.

Ve výchozím nastavení je bezpečnostní systém v *Běžném* režimu. Do *Omezeného* režimu přechází vždy, když dojde k jedné z následujících situací:

- a) Poloha TCP robota překročila některou *spouštěcí rovinu Omezeného režimu*, tj. nachází se na straně roviny, která je *proti směru* malé šipky ve znázornění roviny.
- b) Je nakonfigurována funkce bezpečnostního vstupu *Omezeného režimu* a vstupní signály jsou nízké (další podrobnosti viz 10.13).

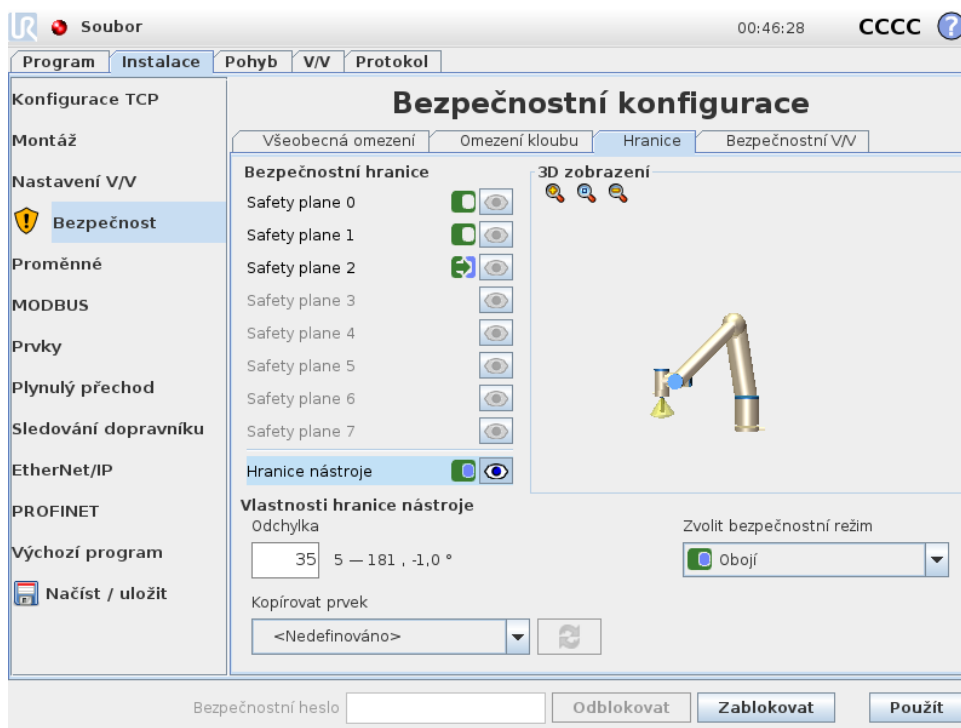
Pokud žádný z výše uvedených případů již neplatí, převede se bezpečnostní systém zpět do *Běžného* režimu.

Pokud je přechod z *Běžného* do *Omezeného* režimu způsoben průchodem přes *spouštěcí rovinu Omezeného režimu*, dojde k přechodu ze sady mezních hodnot *Běžného* režimu na sadu mezních hodnot *Omezeného* režimu. Jakmile se TCP robota nachází 20 mm od *spouštěcí roviny Omezeného režimu* nebo blíže (ale stále je na straně *Běžného* režimu), uplatní se pro každou mezní hodnotu tolerantnější mezní hodnoty *Běžného* nebo *Omezeného* režimu. Jakmile TCP robota projde přes *spouštěcí rovinu Omezeného režimu*, přestanou být aktivní sady mezních hodnot *Běžného* režimu a spustí se sady mezních hodnot *Omezeného* režimu.

Pokud je přechod z *Omezeného* do *Běžného* režimu způsoben průchodem přes *spouštěcí rovinu Omezeného režimu*, dojde k přechodu ze sady mezních hodnot *Omezeného* režimu na sadu mezních hodnot *Běžného* režimu. Jakmile TCP robota projde *spouštěcí rovinou Omezeného režimu*, uplatní se pro každou mezní hodnotu tolerantnější mezní hodnoty *Běžného* nebo *Omezeného* režimu. Jakmile se TCP robota nachází 20 mm od *spouštěcí roviny Omezeného režimu* nebo dále (na straně *Běžného* režimu), přestanou být aktivní sady mezních hodnot *Omezeného* režimu a spustí se sady mezních hodnot *Běžného* režimu.

Pokud předpokládaná trasa povede TCP robota přes *spouštěcí rovinu Omezeného režimu*, začne rameno robota zpomalovat ještě před průchodem rovinou, pokud by v nové sadě mezních hodnot jinak překročilo rychlost kloubu, rychlost nástroje nebo mezní hodnotu hybnosti. Jsou-li tyto mezní hodnoty restriktivnější v *Omezeném* režimu, dochází k tomuto předčasnému zpomalení pouze při přechodu z *Běžného* do *Omezeného* režimu.

### 10.12.4 Konfigurace hranice nástroje






Na panelu Vlastnosti hranic nástroje ve spodní části karty se definuje mezní hodnota orientace nástroje robota, která se skládá z požadované orientace nástroje a hodnoty pro maximální povolenou odchylku od této orientace.

**Odchylka** V textovém poli `Odchylka` je zobrazena hodnota maximální povolené odchylky od požadované orientace nástroje robota. Hodnotu lze upravit klepnutím na textové pole a zadáním nové hodnoty.

Přijatelný rozsah hodnot společně s tolerancí a jednotkou odchylky jsou uvedeny vedle textového pole.

**Kopírovat prvek** Požadovaná orientace nástroje robota se určuje pomocí prvku (viz 13.12) v aktuální instalaci robota. Osa Z vybraného prvku se použije jako vektor požadované orientace nástroje pro tuto mezní hodnotu.

V rozbalovacím poli v levé spodní části panelu Vlastnosti hranic nástroje lze vybrat prvek. K dispozici jsou pouze prvky typu bod a rovina. Výběrem položky `<Undefined>` se konfigurace roviny smaže.

Je třeba poznamenat, že pokud se mezní hodnota nakonfiguruje výběrem prvku, informace o orientaci se do mezní hodnoty pouze *zkopírují*; mezní hodnota *nebude* s prvkem propojena. To znamená, že v případě změn polohy nebo orientace prvku použité ke konfiguraci mezní hodnoty se mezní hodnota nebude aktualizovat automaticky. Pokud se prvek změní, označí se změna ikonou  umístěnou nad nástrojem pro výběr prvků. Kliknutím na tlačítko  vedle nástroje pro výběr aktualizujete mezní hodnotu pomocí aktuální orientace prvku. Ikona  se zobrazí také v případě, že byl vybraný prvek z instalace smazán.

**Bezpečnostní režim** Pomocí rozbalovací nabídky po pravé straně panelu Vlastnosti hranice nástroje lze pro orientační hranici nástroje vybrat *bezpečnostní režim* s následujícími dostupnými režimy. K dispozici jsou následující možnosti:

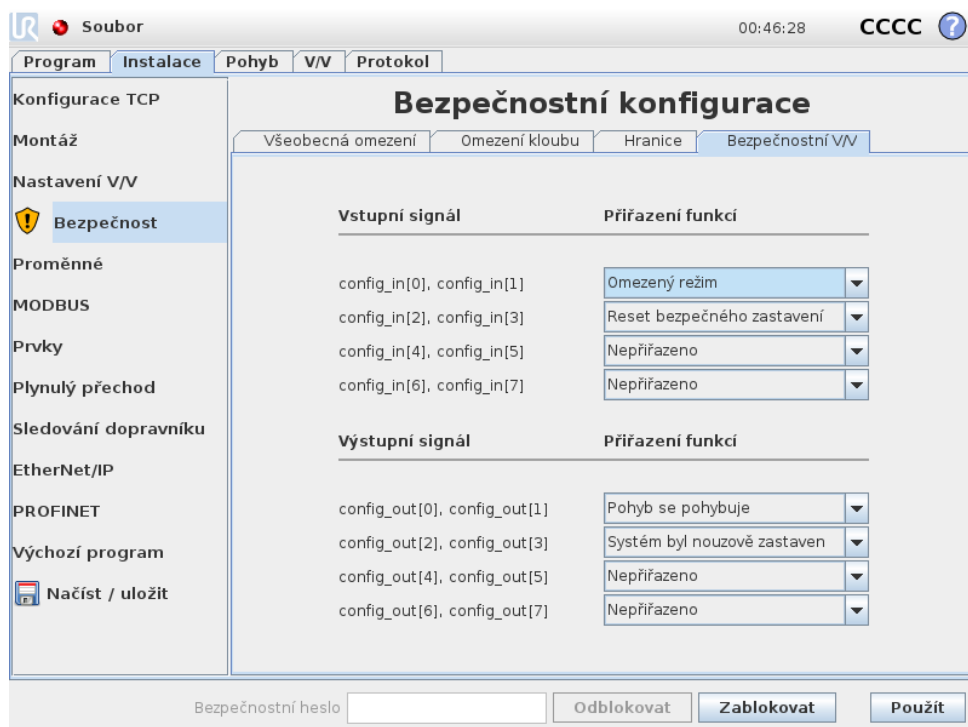
<input type="checkbox"/> Zakázáno	Mezní hodnota nástroje není nikdy aktivní.
<input checked="" type="checkbox"/> Běžný	Pokud je bezpečnostní systém v <i>Běžném</i> režimu, je aktivní hraniční hodnota nástroje.
<input type="checkbox"/> Omezený	Pokud je bezpečnostní systém v <i>Omezeném</i> režimu, je aktivní hraniční hodnota nástroje.
<input checked="" type="checkbox"/> Běžný & Omezený	Pokud je bezpečnostní systém v <i>Běžném</i> nebo <i>Omezeném</i> režimu, je aktivní hraniční hodnota nástroje.

Vybraný *bezpečnostní režim* je označen ikonou u odpovídající položky na panelu Bezpečnostní hranice. Pokud je *bezpečnostní režim* nastaven na možnost *Vypnuto*, ikona se nezobrazí.

**Funkce** Pokud odchylka orientace nástroje blíží překročení zadané maximální odchylku (po odečtení tolerance) (viz 10.4) a nadále pokračuje předpokládanou trasou, provádění programu se přeruší. Poznámka: minusové znaménko zobrazené u hodnoty tolerance pouze označuje, že se tato tolerance odečte ze skutečné zadané hodnoty. Pokud odchylka orientace nástroje překročí mezní hodnotu (bez tolerance), bezpečnostní systém provede zastavení kategorie 0.

Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.

## 10.13 Bezpečnostní vstupy/výstupy



Na této obrazovce se definují *bezpečnostní funkce* pro konfigurovatelné vstupy a výstupy. Vstupy /výstupy se dělí na vstupy a výstupy a jsou spárovány tak, aby každá funkce obsahovala kategorií<sup>2</sup> 3 a PLd I/O.

<sup>2</sup>v souladu s normou ISO 13849-1, více podrobností viz slovník.

*Bezpečnostní funkce* může ovládat pouze jeden pár vstupů/výstupů. Při pokusu o výběr stejné bezpečnostní funkce podruhé dojde k jejímu odstranění z prvního páru vstupu/výstupu definovaného předtím. K dispozici je 5 *bezpečnostních funkcí* pro vstupní signály a 5 pro výstupní.

Poznámka: Použitím bezpečnostní funkce na soubor vývodů se potlačí všechny V/V úkony určené pro vývody v nastavení V/V (viz 13.8).

### 10.13.1 Vstupní signály

V případě vstupních signálů lze vybrat následující *bezpečnostní funkce*: Nouzové zastavení systému, Omezený režim, Reset bezpečného zastavení, Třípolohové aktivační zařízení a Provozní režim.

**Nouzové zastavení systému** Při konfiguraci umožňuje dostupnost dalších tlačítek Nouzového zastavení kromě Tlačítko nouzového zastavení přenosného ovládacího terminálu. U této funkce se vyžaduje použití zařízení kompatibilního dle ISO13850.

**Omezený režim** Bezpečnostní roviny lze použít ve třech režimech: *Běžný režim*, ve kterém je specifikována výchozí bezpečnostní konfigurace, a *Omezený režim*. (Více podrobností viz 10.6). Pokud je vybrána tato bezpečnostní funkce vstupu, nízký signál vysílaný do vstupů způsobí, že se bezpečnostní systém převede do *Omezeného režimu*. V případě potřeby se rychlost ramene robota zpomalí, aby tak vyhověla sadě mezních hodnot *Omezeného režimu*. Pokud rameno robota nadále porušuje mezní hodnoty *Omezeného režimu*, provede se zastavení kategorie 0. K přechodu zpět do *Běžného režimu* dochází stejným způsobem. Poznámka: Přechod do *Omezeného režimu* mohou také způsobit bezpečnostní roviny (další podrobnosti viz 10.12.3).



**Reset bezpečného zastavení** Je-li ovladač Bezpečné zastavení připojen k bezpečnostním vstupům/výstupům, použije se tento vstup, čímž se zajistí pokračování stavu bezpečného zastavení, dokud se nespustí vynulování. Pokud je rameno robota ve stavu bezpečného zastavení, nelze je uvést do provozu.



#### UPOZORNĚNÍ:

Ve výchozím nastavení je funkce Reset bezpečného zastavení nakonfigurována na vstupní kolíky 0 a 1. Pokud dojde k její deaktivaci, znamená to, že rameno robota přestane být ve stavu bezpečného zastavení v okamžiku, kdy vstup Bezpečné zastavení obdrží vysoký signál. Jinými slovy, bez Reset bezpečného zastavení určují aktivitu či nečinnost stavu Bezpečného zastavení pouze vstupy SI0 a SI1 Bezpečné zastavení (viz Instalační příručka k hardwaru).

**Třípolohové aktivační zařízení a Provozní režim** Tyto funkce umožňují využití 3polohového zařízení jako přidavného ochranného opatření během instalace a programování robota. S nakonfigurovaným vstupem Třípolohové aktivační zařízení je robot buď v „režimu chodu“, nebo v „programovacím režimu“. V pravém horním rohu se objeví ikona zobrazující aktuální provozní režim:

-  *Provozní režim:* Robot může provádět pouze předdefinované úkoly. Karta Pohyb a režim Freedrive nejsou k dispozici.
-  *Programovací režim:* Omezení týkající se *Režimu chodu* jsou uvolněna. Pokud však je hodnota vstupu Třípolohové aktivační zařízení na nízké úrovni, robot provede bezpečné zastavení. Kromě toho je posuvník rychlosti nastaven na počáteční hodnotu, která odpovídá 250 mm/s a postupně se může zvyšovat. Pokud vstup Třípolohové aktivační zařízení přejde z nízké úrovně na vysokou, posuvník rychlosti se resetuje na nízkou hodnotu.

Existují dva způsoby konfigurace výběru provozního režimu:

1. Má-li se zvolit provozní režim pomocí externího zařízení pro výběr režimu, je nutno nakonfigurovat vstup *Provozní režim*. Možnost konfigurace se objeví v rozbalovacích nabídkách, jakmile se nakonfiguruje vstup Třípolohové aktivační zařízení. Je-li vstup *Provozního režimu* na nízké úrovni, robot bude v *Provozní režim* a je-li tento vstup na vysoké úrovni, robot bude v *Programovacím režimu*.
2. Chcete-li provozní režim navolit z rozhraní Polyscope, musí se nakonfigurovat pouze vstup Třípolohové aktivační zařízení a aplikovat do bezpečnostní konfigurace. V tomto případě je výchozím režimem *Režim chodu*. K přepnutí do *Programovacího režimu* klepněte na tlačítko „Programovat robota“ na úvodní obrazovce. Chcete-li přepnout zpět do *Režimu chodu*, stačí odejít z obrazovky „Programovat robota“.



#### POZNÁMKA:

- Po potvrzení konfigurace bezpečnostních vstupů/výstupů se zapnutým Třípolohové aktivační zařízení se automaticky zobrazí úvodní obrazovka. Úvodní obrazovka se automaticky zobrazí také tehdy, když se provozní režim změní z *Programování* na *Režim chodu*.
- Volič fyzického režimu, je-li použit, musí plně vyhovovat normě ISO 10218-1: článek 5.7.1 pro výběr.
- Třípolohový spínač, včetně jeho chování, výkonových charakteristik a provozu, musí důsledně odpovídat normě ISO 10218-1: článek 5.8.3 pro zapínací zařízení.

### 10.13.2 Výstupní signály

Na výstupní signály lze uplatnit následující *bezpečnostní funkce*. Jakmile skončí stav, který spustil vysoký signál, vrátí se veškeré signály na nízké hodnoty:

**Nouzové zastavení systému** Nízký signál se vysílá pouze v případě, že byl v bezpečnostním systému spuštěn stav nouzového zastavení vstupem *Nouzové zastavení robota* nebo *Tlačítko nouzového zastavení*. Aby nedošlo k zablokování, je-li spuštěn stav *Nouzového zastavení* vstupem *Nouzové zastavení systému*, nízký signál se nevyšle.

**POZNÁMKA:**

Externí zařízení ve stavu Nouzového zastavení od robotu prostřednictvím výstupu Systémového nouzového zastavení musí vyhovovat normě ISO 13850. Toto je obzvláště důležité v sestavách, kde je vstup Nouzové zastavení robota připojen k externímu zařízení pro nouzové zastavení. V takových případech bude na výstupu Systémového nouzového zastavení při uvolnění externího zařízení pro nouzové zastavení vysoký signál. To znamená, že stav nouzového zastavení u externího zařízení bude resetován bez potřeby manuálního zásahu obsluhou robota. Dle bezpečnostních norem se u externího zařízení vyžaduje pro pokračování v chodu manuální zásah.

**Pohyb robota** Nízký signál se vysílá v případě, že je rameno robota v mobilním stavu. Pokud je rameno robota ve fixní poloze, vysílá se vysoký signál.

**Robot se nezastavuje** Vysoká logická hodnota signálu nastává v případě zastavení robota z důvodu nouzového nebo bezpečnostního zastavení. V ostatních případech je signál nízký.

**Omezený režim** Odesílá nízký signál, pokud se rameno robota nachází v *Omezeném* režimu, nebo pokud je bezpečnostní vstup nakonfigurován pomocí vstupu omezeného režimu a signál je momentálně nízký. V ostatních případech je signál vysoký.

**Mimo Omezený režim** Jedná se o opak výše definovaného *Omezeného* režimu.



# 11 Zahájení programování

## 11.1 Úvod

Rameno robota společnosti Universal Robots se skládá z trubic a kloubů. Klouby s jejich obvyklými názvy jsou zobrazeny na obrázku 11.1. **Základna** představuje místo, na kterém je robot namontován. Na jeho opačném konci (**Zápěstí 3**) je upevněn nástroj. Koordinací pohybu jednotlivých kloubů je možné volně pohybovat robotem a jeho nástrojem s výjimkou oblasti bezprostředně nad a bezprostředně pod základnou.

PolyScope je grafické uživatelské rozhraní (GUI), které slouží k ovládání ramene robota, ovládací jednotky, spouštění existujících programů robota a snadnému vytváření nových programů.

V následující části se nachází úvod k zahájení práce s robotem. Poté jsou podrobněji vysvětleny obrazovky a funkce rozhraní PolyScope.

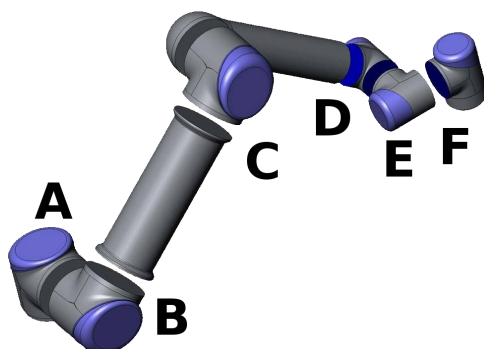


### NEBEZPEČÍ:

1. Instalační příručka k hardwaru obsahuje důležité bezpečnostní informace, které je osoba zajišťující instalaci UR robotů před prvním zapnutím robota povinna prostudovat a porozumět jim.
2. Osoba zajišťující instalaci musí před prvním zapnutím ramene robota nastavit konfigurační bezpečnostní parametry definované na základě posouzení rizik, viz kapitola 10.

## 11.2 Začínáme

Před spuštěním rozhraní PolyScope musí být rameno robota a ovládací jednotka nainstalovány a ovládací jednotka musí být zapnuta.



Obrázek 11.1: Klouby robota. A: Základna, B: Rameno, C: Loket a D, E, F: Zápěstí 1, 2, 3

### 11.2.1 Instalace ramene robota a ovládací jednotky

Instalace ramene robota a ovládací jednotky se provádí následovně:

1. Vybalte rameno a ovládací jednotku robota.
2. Postavte rameno robota na pevný povrch bez vibrací.
3. Ovládací jednotku umístěte na podstavec.
4. Kabel robota zapojte mezi robota a ovládací jednotku.
5. Připojte konektor ovládací jednotky k síti.



**UPOZORNĚNÍ:**

Riziko překlpení. Pokud robot není bezpečně umístěn na pevném povrchu, může spadnout a způsobit zranění.

Podrobné pokyny k instalaci naleznete v Instalační příručka k hardwaru. Před používáním robota k práci je potřeba provést posouzení rizik.

### 11.2.2 Zapnutí a vypnutí ovládací jednotky.

Ovládací jednotka se zapíná stisknutím tlačítka napájení na přední straně dotykové obrazovky. Tento panel se obvykle nazývá *přenosný ovládací terminál*. Pokud je ovládací jednotka zapnuta, zobrazí se na dotykové obrazovce text základního operačního systému. Přibližně za 1 minutu se na obrazovce zobrazí několik tlačítek a v samostatném okně se zobrazí výzva uživateli k přechodu na obrazovku inicializace (viz 11.5).

Ovládací jednotku vypnete stisknutím zeleného tlačítka napájení na obrazovce nebo pomocí tlačítka *Vypnout* na úvodní obrazovce (viz 11.4).



**UPOZORNĚNÍ:**

Vypnutí vytažením napájecího kabelu ze síťové zásuvky může způsobit poškození souborového systému robota a vést k závadě robota.

### 11.2.3 Zapnutí a vypnutí ramene robota

Rameno robota lze zapnout, pokud je zapnuta ovládací jednotka a není aktivováno žádné z tlačítek nouzového zastavení. Zapnutí ramene robota se provádí stisknutím tlačítka *ZAPNOU* na obrazovce inicializace (viz 11.5) a poté stisknutím tlačítka *Start*. Robot se po spuštění a při uvolňování brzd mírně pohybuje a vydává zvuk.

Napájení ramene robota lze vypnout stisknutím tlačítka *VYPNOU* na obrazovce inicializace. Rameno robota se také automaticky vypne při vypnutí ovládací jednotky.

### 11.2.4 Rychlé spuštění

Chcete-li robota po instalaci rychle spustit, proveďte následující kroky:

1. Stiskněte tlačítko nouzového zastavení na přední straně přenosného ovládacího terminálu.

2. Stiskněte tlačítko napájení přenosného ovládacího terminálu.
3. Vyčkejte přibližně minutu na spuštění systému a zobrazení textu na obrazovce.
4. Když je systém připraven, zobrazí se na dotykové obrazovce samostatné okno s informací, že je zapotřebí provést inicializaci robota.
5. Stiskněte tlačítko v samostatném okně. Budete přeměřováni na obrazovku inicializace.
6. Vyčkejte na zobrazení dialogového okna *Potvrzení použité bezpečnostní konfigurace* a stiskněte tlačítko *Potvrdit bezpečnostní konfiguraci*. Tímto se aplikuje počáteční sada bezpečnostních parametrů, které je třeba upravit na základě posouzení rizik.
7. Uvolněte tlačítko nouzového zastavení. Stav robota se změní z *Nouzového zastavení* na *Vypnutý*.
8. Opusťte pracovní prostor robota.
9. Stiskněte tlačítko *Zapnout* na dotykové obrazovce. Vyčkejte několik sekund, než se stav robota změní na *Nečinný*.
10. Ověřte, zda jsou náklad a vybrané umístění správné. Pokud umístění na základě údajů ze snímače nebude odpovídat vybranému umístění, zobrazí se upozornění.
11. Stiskněte tlačítko *Spustit* na dotykové obrazovce. Robot nyní vydá zvuk a provede mírný pohyb při odbrzdění.
12. Po stisknutí tlačítka *OK* přejdete na *Úvodní obrazovku*.

### 11.2.5 První program

Program je seznam příkazů, které určují činnost robota. PolyScope umožňuje naprogramovat robota i osobám s omezenými znalostmi programování. Pro většinu úkolů lze při programování použít pouze dotykový panel bez nutnosti zadávání speciálních příkazů.

Pohyb nástroje je součástí programu robota, který učí rameno robota, jak se pohybovat. In PolyScope se pohyby nástroje nastavují s použitím série **bodů trasy**. Kombinované body trasy tvoří trasu, po níž se pohybuje rameno robota. Bod trasy je nastaven pomocí karty *Pohyb*, ručním přemístěním (učením) robota do určité polohy nebo jej lze vypočítat pomocí softwaru. Použijte kartu *Pohyb* (viz 13.1) k přesunutí ramena robota do požadované polohy nebo naučte polohu podržením tlačítka *Freedrive* vzadu na přenosném ovládacím terminálu a přetáhněte rameno robota na místo.

Kromě procházení bodů trasy může program odesílat V/V signály jiným strojům v určených bodech na trase robota a provádět příkazy jako **if...then** a **cyklus** na základě proměnných a V/V signálů.

Dále je uveden jednoduchý program, umožňující pohyb ramena robota, který byl spuštěn, mezi dvěma body trasy.

1. Stiskněte tlačítko *Programovat robot* a vyberte možnost *Prázdný program*.
2. Stisknutím tlačítka *Další* (vpravo dole) vyberte <prázdný> řádek ve stromové struktuře na levé straně obrazovky.
3. Přejděte na kartu *Struktura*.
4. Stiskněte tlačítko *Pohyb*.
5. Přejděte na kartu *Příkaz*.

6. Stiskněte tlačítko `Další` a přejděte do nastavení `Bod trasy`.
7. Stiskněte tlačítko `Nastavit tento bod trasy` vedle obrázku „?“.
8. Na obrazovce `Pohyb` přesuňte robota stisknutím různých modrých šipek nebo stiskněte tlačítko `Freedrive` na zadní straně přenosného ovládacího terminálu a pohybujte ramenem robota ručně.
9. Stiskněte `OK`.
10. Stiskněte `Přidat bod trasy před`.
11. Stiskněte tlačítko `Nastavit tento bod trasy` vedle obrázku „?“.
12. Na obrazovce `Pohyb` přesuňte robot stisknutím příslušných modrých šipek nebo stiskněte tlačítko `Freedrive` a pohybujte ramenem robota ručně.
13. Stiskněte `OK`.
14. Program je připraven. Robot se začne pohybovat mezi dvěma body po stisknutí symbolu „Přehrát“. Odstupte od robota, připravte si ruku poblíž tlačítka nouzového zastavení a stiskněte symbol „Přehrát“.
15. Blahopřejeme. Nyní jste vytvořili první program pro robota, který pohybuje robotem mezi dvěma danými body trasy.

**UPOZORNĚNÍ:**

1. Dávejte pozor, aby robot nenarazil do sebe sama nebo do jiné překážky, protože by se mohl poškodit.
2. Hlavu i tělo udržujte mimo dosah (pracovní prostor) robota. Prsty nepokládejte na místa, kde by se mohly zachytit.
3. Toto je pouze stručný návod, jehož účelem je ukázat vám, jak je práce s robotem UR snadná. Předpokládá se, že prostředí bude bezpečné a uživatel bude jednat velmi opatrně. Nezvyšujte rychlost nebo zrychlení nad rámec výchozích hodnot. Před uvedením robota do provozu vždy proveďte posouzení rizik.

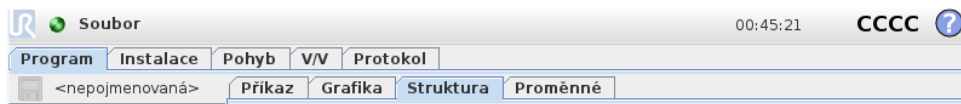
---

## 11.3 Programovací rozhraní PolyScope

Rozhraní PolyScope běží na dotykové obrazovce připojené k ovládací jednotce.



Na předchozím obrázku je znázorněna úvodní obrazovka. Modré plochy obrazovky představují tlačítka, která lze stisknout dotykem prstu nebo zadní strany pera na obrazovku. Obrazovky rozhraní PolyScope jsou uspořádány hierarchicky. V programovacím prostředí jsou obrazovky uspořádány na *kartách*, které umožňují snadný přístup.



V tomto příkladu je na nejvyšší úrovni vybrána karta **Program** a pod ní karta **Struktura**. Karta **Program** obsahuje informace týkající se aktuálně načteného programu. V případě výběru karty **Pohyb** se zobrazí obrazovka **Pohyb**, na které lze ovládat pohyb robota. Po vybrání karty **V/V** lze sledovat a měnit aktuální stav elektrických vstupů a výstupů.

K ovládací jednotce lze připojit myš a klávesnici nebo přenosný ovládací terminál, není to však nezbytné. Téměř všechna textová pole lze ovládat dotykem, ten zobrazí virtuální numerickou či alfanumerickou klávesnici na obrazovce.

Obrazovky rozhraní PolyScope jsou popsány v následujících částech.

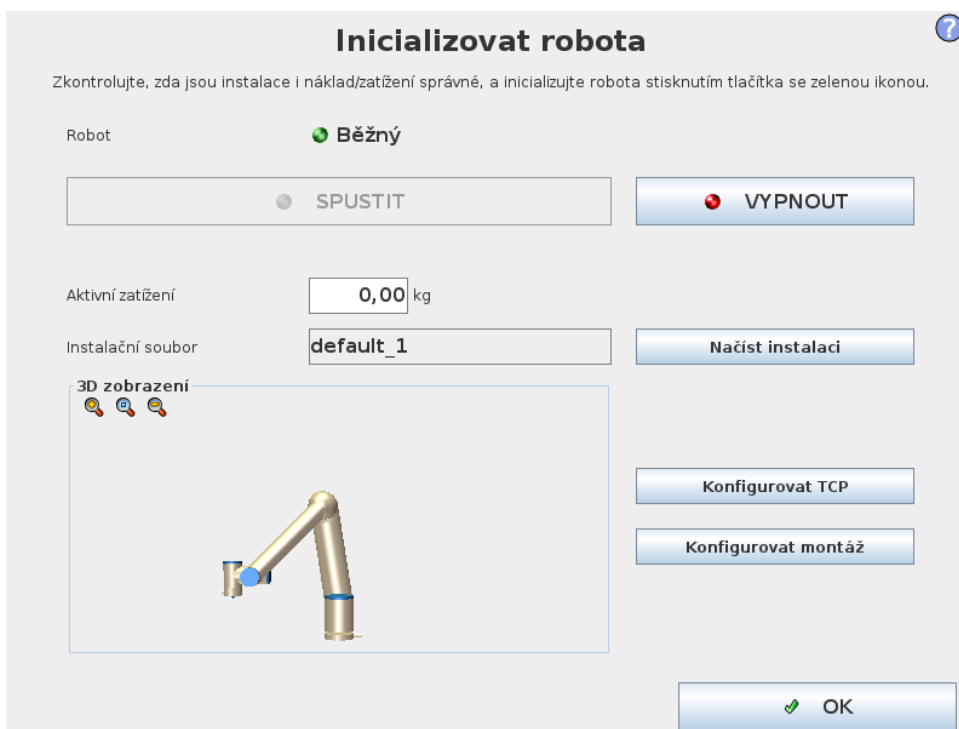
## 11.4 Úvodní obrazovka



Po spuštění ovládajícího počítače se zobrazí úvodní obrazovka. Na obrazovce jsou k dispozici následující možnosti:

- **Spustit program:** Výběr a spuštění existujícího programu. Jedná se o nejjednodušší způsob uvedení ramene robota a ovládací jednotky do provozu.
- **Naprogramovat robota:** Můžete změnit program nebo vytvořit nový.
- **Nastavit robota:** Změna jazyka, nastavení hesla, aktualizace softwaru atd.
- **Vypnout robota:** Vypne rameno robota a ovládací jednotku.
- **Popis:** Poskytuje podrobnosti týkající se verze softwaru, názvu hostitele, IP adresy, sériového čísla a právních informací.

## 11.5 Obrazovka Inicializace



Na této obrazovce lze ovládat inicializaci ramene robota.

### Indikátor stavu ramene robota

Stavový indikátor označuje stav činnosti ramene robota:

- Jasně červený indikátor znamená, že je rameno aktuálně zastaveno, přičemž důvody mohou být různé.
- Jasně žlutý indikátor znamená, že je rameno robota zapnuto, avšak není připraveno na běžný provoz.
- A nakonec, zelený indikátor znamená, že je rameno robota zapnuto a připraveno na běžný provoz.

Text, který se zobrazuje vedle indikátoru, dále specifikuje aktuální stav ramene robota.

### Aktivní zatížení a instalace

Pokud je rameno robota zapnuto, zobrazí se míra zatížení používaného ovladačem při provozu ramene robota v malém bílém textovém poli. Hodnotu lze upravit klepnutím na textové pole a zadáním nové hodnoty.

Poznámka: Nastavení této hodnoty nezmění zatížení v instalaci robota (viz 13.6), dojde pouze k nastavení míry zatížení používaného ovladačem.

A podobně, název aktuálně načteného instalačního souboru je zobrazen v šedém textovém poli. Jinou instalaci lze načíst klepnutím na textové pole nebo pomocí tlačítka **Načíst** vedle něj. Případně lze načtenou instalaci přizpůsobit pomocí tlačítek umístěných vedle 3D zobrazení ve spodní části obrazovky.

Před spuštěním ramene robota je velmi důležité ověřit, zda aktivní zatížení a aktivní instalace odpovídají skutečné situaci, ve které se rameno robota aktuálně nachází.

## Inicializace ramene robota



### NEBEZPEČÍ:

Před spuštěním ramene robota vždy ověřte, zda jsou skutečné zatížení i instalace nastaveny správně. Pokud jsou tato nastavení nesprávná, nebudou rameno robota ani ovládací jednotka fungovat správně a mohou představovat nebezpečí pro osoby i vybavení v jejich blízkosti.



### VÝSTRAHA:

Dbejte zvýšené opatrnosti, pokud se robot dotýká překážky či stolu, jelikož náraz robota do překážky může poškodit převod kloubu.

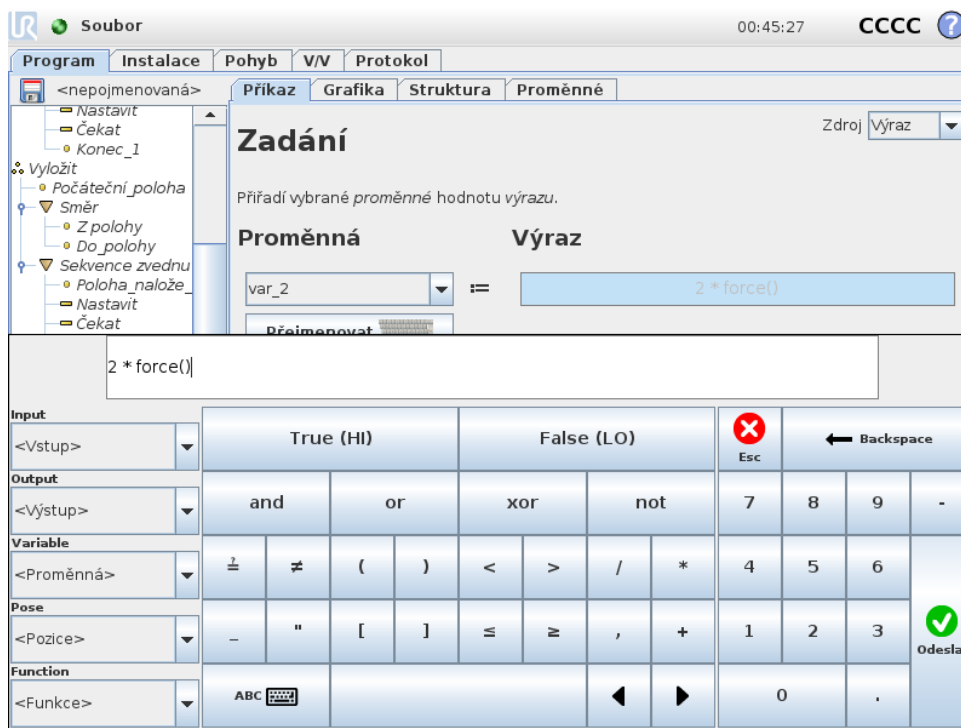
Velké tlačítko se zelenou ikonou slouží k vlastní inicializaci ramene robota. Text na tlačítku a akce, které provádí, se mění v závislosti na aktuálním stavu ramene robota.

- Po spuštění ovládacího počítače je třeba na tlačítko jednou klepnout, aby se rameno robota zapnulo. Stav ramene robota se poté změní na **Zapnuto** a následně na **Nečinné**. Poznámka: Je-li aktivní nouzové zastavení, nelze rameno robota zapnout a tlačítko bude neaktivní.
- Pokud je rameno robota ve stavu **Nečinné**, je třeba na tlačítko znovu klepnout a tím rameno robota spustit. V tomto bodě bude provedena kontrola, zda údaje ze snímače odpovídají nakonfigurovanému umístění ramene robota. Pokud se nalezne nesoulad (s tolerancí 30°), tlačítko se deaktivuje a pod ním se zobrazí chybové hlášení.  
Pokud ověření umístění proběhne úspěšně, klepnutím na tlačítko uvolníte brzdy kloubu a rameno robota bude připraveno na běžný provoz. Poznámka: Robot při uvolňování brzd vydává zvuk a mírně se pohybuje.
- Pokud rameno robota naruší při spuštění některé bezpečnostní meze, bude v provozu ve speciálním **režimu obnovy** Režim. V tomto režimu lze klepnutím na tlačítko přepnout na obnovovací obrazovku Pohyb, na které lze rameno robota přesunout zpět do oblasti v rámci bezpečnostních mezí.
- Pokud dojde k chybě, lze ovladač tímto tlačítkem restartovat.
- Pokud ovladač není spuštěn, klepnutím na toto tlačítko jej spustíte.

A nakonec, menší tlačítko s červenou ikonou slouží k vypnutí ramene robota.

# 12 Editory na obrazovce

## 12.1 Editor výrazů na obrazovce



Vlastní výraz se upravuje jako text, editor výrazů je však vybaven řadou tlačítek, které slouží k vložení speciálních symbolů, například \* pro násobení a  $\leq$  pro menší nebo rovnou hodnotu. Tlačítko se symbolem klávesnice v pravém horním rohu obrazovky slouží k přepnutí na úpravy textu výrazu. Všechny definované proměnné jsou k dispozici v nástroji pro výběr Proměnné, názvy vstupních a výstupních portů jsou k dispozici v nástroji pro výběr Vstupů a Výstupů. Některé speciální funkce jsou k dispozici v nabídce Funkce.

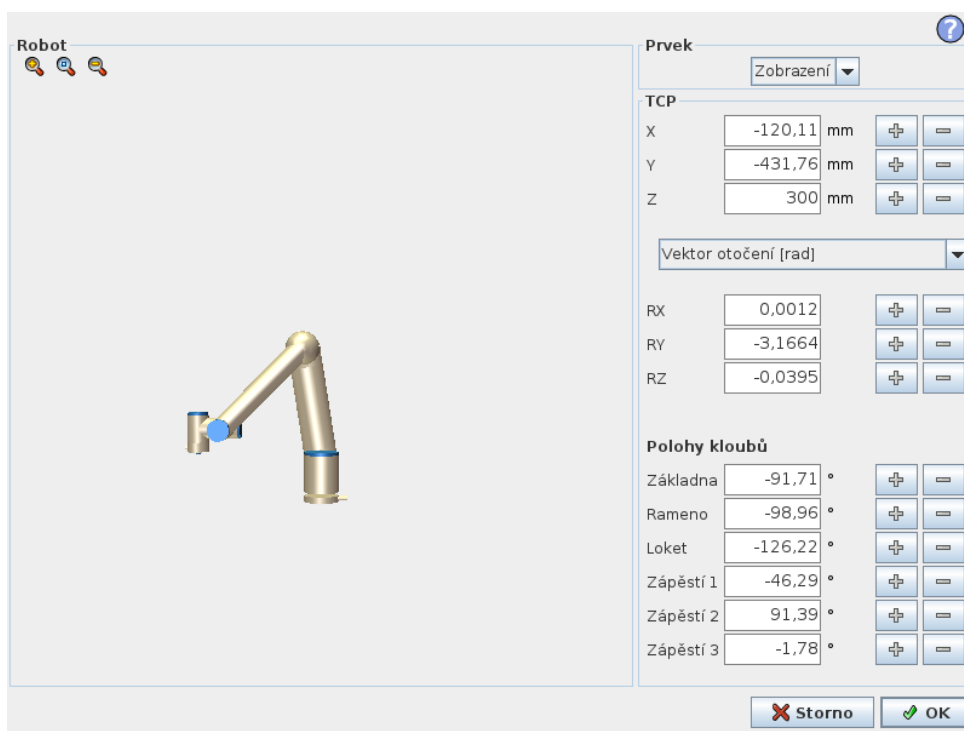
Po stisknutí tlačítka Ok proběhne kontrola výrazu, zda neobsahuje gramatické chyby. Po stisku tlačítka Storno se zavře obrazovka a zruší se všechny změny.

Výraz může mít následující podobu:

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

## 12.2 Obrazovka úprav poloh

Na této obrazovce můžete uvést cílové polohy kloubů nebo cílovou polohu a orientaci nástroje robota. Tato obrazovka je v režimu „offline“ a fyzicky rameno robota přímo neovládá.



## Robot

Aktuální pozice ramene robota a uvedená nová cílová poloha jsou zobrazeny ve 3D grafice. 3D náčrtek ramene robota znázorňuje aktuální polohu ramene robota a „stín“ ramene robota znázorňuje cílovou polohu ramene robota ovládanou hodnotami zadanými na pravé straně obrazovky. Stisknutím ikony lupy lze zobrazení zvětšit či zmenšit, přetažením prstu lze změnit úhel pohledu.

Pokud se předepsaná cílová poloha TCP robota dostane do blízkosti bezpečnostní nebo spouštěcí roviny, nebo je orientace nástroje robota v blízkosti hraniční hodnoty pro orientaci nástroje (viz 10.12), zobrazí se 3D znázornění přibližné hraniční hodnoty.

Bezpečnostní roviny jsou znázorněny žlutě a černě spolu s malou šipkou, která znázorňuje normálu roviny, což je strana roviny, na kterou lze TCP robota umístit. Spouštěcí roviny jsou zobrazeny modře a zeleně a malá šipka ukazuje na stranu roviny, kde jsou aktivní mezní hodnoty *Běžného* režimu (viz 10.6). Hraniční hodnota orientace nástroje je znázorněna kuželem společně s vektorem označujícím aktuální orientaci nástroje robota. Vnitřek kužele znázorňuje povolenou oblast pro orientaci nástroje (vektor).

Pokud se cílová poloha TCP robota již nenachází v blízkosti mezní hodnoty, 3D znázornění zmizí. Pokud cíl TCP narušuje hraniční hodnotu (nebo se narušení velmi blíží), znázornění mezních hodnot zčervená.

## Poloha prvku a nástroje

V pravém horním rohu obrazovky se nachází nástroj pro výběr prvků. Volič prvků definuje, ve vztahu ke kterému prvku se má rameno robota řídit.

Pod voličem prvků se zobrazí název právě aktivního středového bodu nástroje (TCP). Další informace o konfiguraci některých uvedených TCP viz 13.6. Textová pole udávají plné hodnoty souřadnic daného TCP vzhledem k vybranému prvku. X, Y a Z slouží k ovládní polohy nástroje, zatímco RX, RY a RZ slouží k ovládní jeho orientace.

K výběru orientace se používá rozevírací nabídka nad poli  $R_X$ ,  $R_Y$  a  $R_Z$ . K dispozici jsou následující typy:

- **Vektor otočení [rad]** Orientace je daná *vektorem otočení*. Délka vektoru udává úhel otočení v radiánech a vlastní vektor představuje osu otáčení. Jedná se o výchozí nastavení.
- **Vektor otočení [°]** Orientace je daná *vektorem otočení*, kde délka vektoru udává úhel otočení ve stupních.
- **RPY [rad]** *Úhly náklonu, sklonu a zatáčení* ( $RPY = Roll, pitch a yaw$ ), přičemž tyto úhly se zde udávají v radiánech. Rotační matice RPY (rotace  $X, Y', Z''$ ) je dána:

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

- **RPY [°]** *Úhly náklonu, sklonu a zatáčení* (RPY), přičemž tyto úhly se zde udávají ve stupních.

Hodnoty lze upravit kliknutím na příslušnou souřadnici. Kliknutím na tlačítko + nebo – hned napravo vedle pole lze přidat nebo odečíst určitou hodnotu od aktuální hodnoty. Stisknutím a přidržením tlačítka lze hodnotu přímo zvýšit/snížit. Čím déle je tlačítko stisknuto, tím větší je přírůstek/úbytek.

## Polohy kloubů

Jednotlivé polohy klouby lze přímo zadávat. Každá poloha kloubu může mít hodnotu v rozmezí  $-360^\circ$  až  $+360^\circ$ , což jsou *meze kloubu*. Hodnoty lze upravit kliknutím na příslušnou polohu kloubu. Kliknutím na tlačítko + nebo – hned napravo vedle pole lze přidat nebo odečíst určitou hodnotu od aktuální hodnoty. Stisknutím a přidržením tlačítka lze hodnotu přímo zvýšit/snížit. Čím déle je tlačítko stisknuto, tím větší je přírůstek/úbytek.

## Tlačítko OK

Pokud byla tato obrazovka aktivována z karty Pohyb (viz 13.1), kliknutím na tlačítko OK se lze vrátit zpět do karty Pohyb, kde se bude robot pohybovat do zadaného cíle. Pokud poslední zadaná hodnota byla souřadnicí nástroje, rameno robota se bude pohybovat do cílové polohy pomocí typu pohybu *PohybL*, pokud však byla jako poslední zadaná poloha kloubu, rameno robota se bude pohybovat do cílové polohy pomocí pohybu *PohybJ*. Jednotlivé druhy pohybu jsou popsány v 14.4.

## Tlačítko Storno

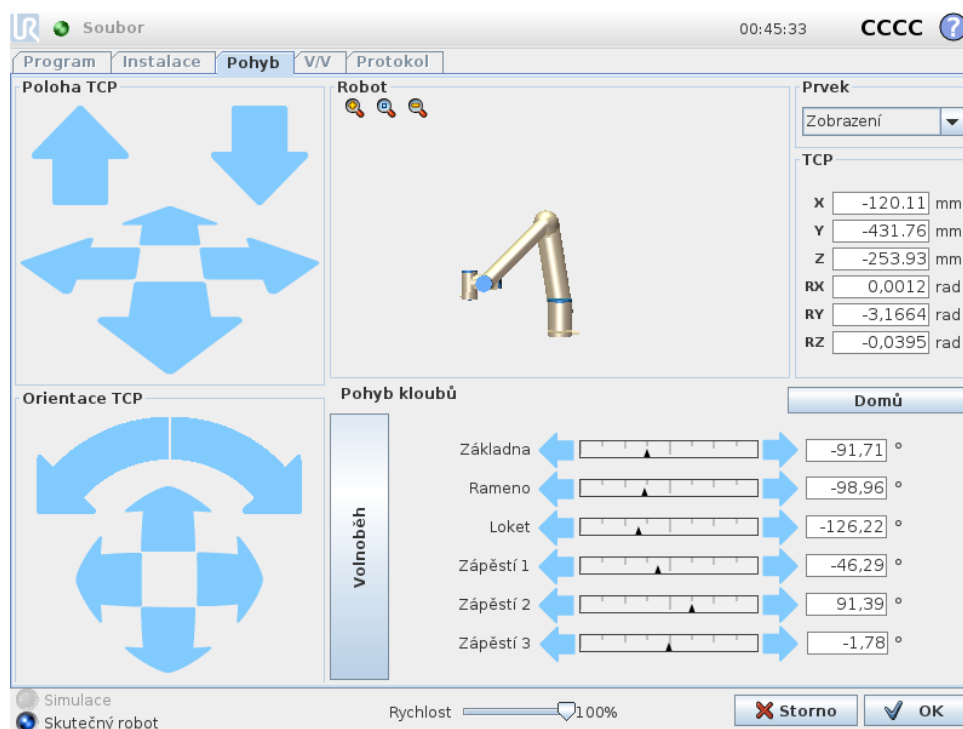
Po stisku tlačítka Storno se zavře obrazovka a zruší se všechny změny.



# 13 Ovládání robota

## 13.1 Karta Pohyb

Na této obrazovce můžete vždy pohnout (manipulovat) ramenem robota přímo, a to buď přemístěním/otočením nástroje robota, nebo ovládáním kloubů robota jednotlivě.



### 13.1.1 Robot

3D grafika znázorňuje aktuální polohu ramene robota. Stisknutím ikony lupy lze zobrazení zvětšit či zmenšit, přetažením prstu lze změnit úhel pohledu. Při řízení ramene robota doporučujeme vybrat funkci **Zobrazení** a otočit úhel zobrazení 3D nákresu tak, aby odpovídal vašemu pohledu na rameno robota.

Pokud se aktuální poloha TCP robota dostane do blízkosti bezpečnostní nebo spouštěcí roviny, nebo je orientace nástroje robota v blízkosti hraniční hodnoty pro orientaci nástroje (viz 10.12), zobrazí se 3D znázornění přibližné hraniční hodnoty. Poznámka: pokud je v robotovi spuštěn program, bude znázornění hraničních mezí vypnuto.

Bezpečnostní roviny jsou znázorněny žlutě a černě spolu s malou šipkou, která znázorňuje normálu roviny, což je strana roviny, na kterou lze TCP robota umístit. Spouštěcí roviny jsou zobrazeny modře a zeleně a malá šipka ukazuje na stranu roviny, kde jsou aktivní mezní hodnoty **Běžného** režimu (viz 10.6) Hraniční hodnota orientace nástroje je znázorněna kuželem společně s vektorem označujícím aktuální orientaci nástroje robota. Vnitřek kužele znázorňuje povolenou oblast pro orientaci nástroje (vektor).

Pokud TCP robota již není v blízkosti mezní hodnoty, 3D znázornění zmizí. Pokud nástroj TCP narušuje hraniční hodnotu (nebo se narušení velmi blíží), znázornění mezních hodnot zčerveneá.

### 13.1.2 Poloha prvku a nástroje

V pravém horním rohu obrazovky se nachází nástroj pro výběr prvků. Definuje, ve vztahu ke kterému prvku se má rameno robota řídit.

Název právě aktivního středového bodu nástroje (TCP) je zobrazen pod voličem prvků. Textová pole udávají plné hodnoty souřadnic daného TCP vzhledem k vybranému prvku. Další informace o konfiguraci některých uvedených TCP (viz 13.6).

Hodnoty lze upravit ručně kliknutím na souřadnici nebo polohu kloubu. Tím se dostanete na obrazovku úprav poloh (viz 12.2), kde můžete zadat cílovou polohu a orientaci nástroje nebo cílové polohy kloubů.

### 13.1.3 Pohyb nástroje

- Přidržením šipky přemístění (nahore) se hrot nástroje robota přesune ve vyznačeném směru.
- Přidržením šipky otočení (dole) se změní orientace nástroje robota v označeném směru. Bodem otáčení je středový bod nástroje (TCP), tj. bod na konci ramene robota, který představuje charakteristický bod nástroje robota. Bod TCP má podobu malé modré kuličky.

Poznámka: Uvolněním tlačítka lze pohyb kdykoli přerušit

### 13.1.4 Pohyb kloubů

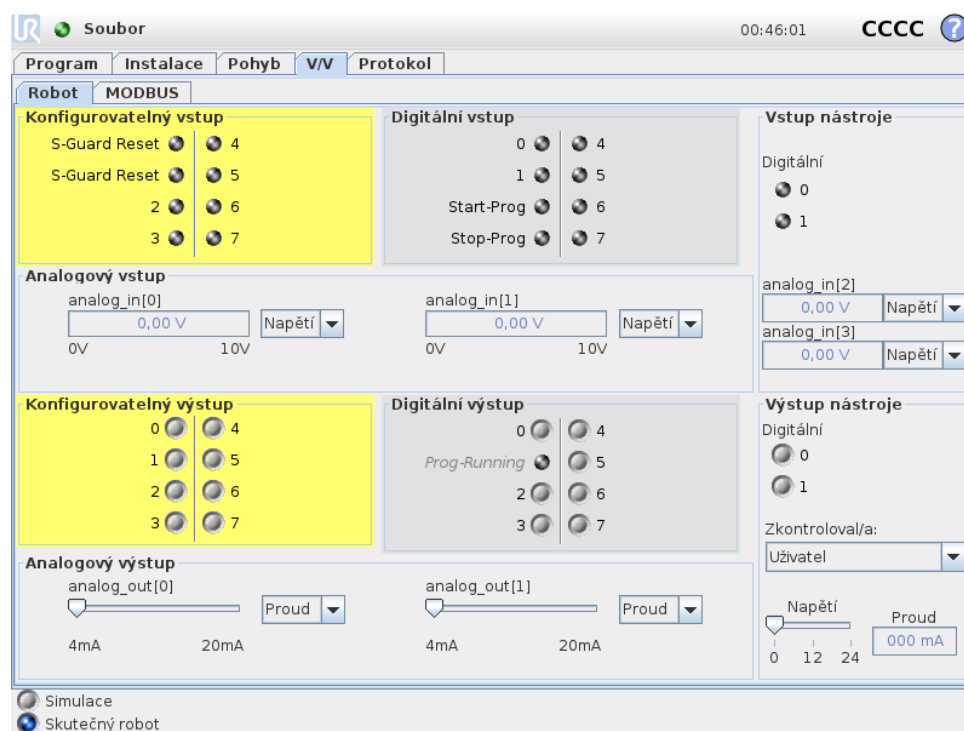
Jednotlivé klouby lze ovládat přímo. Každý kloub má rozsah pohybu od  $-360^\circ$  do  $+360^\circ$ , což jsou výchozí *meze kloubu* znázorněné vodorovnými sloupci u jednotlivých kloubů. Pokud kloub dosáhne mezní polohy, nelze jím pohybovat dále. Pokud jsou mezní hodnoty rozsahu poloh kloubu nakonfigurovány odlišně od výchozích hodnot (viz 10.11), bude tento rozsah ve vodorovném sloupci označen červeně.

### 13.1.5 Freedrive

Při stisknutí tlačítka *Freedrive* lze robot fyzicky uchopit a přemístit do požadované polohy. Pokud není nastavení gravitační síly (viz 13.7) na kartě **Nastavení** správné nebo pokud robot přenáší těžký náklad, může se rameno robota po stisknutí tlačítka **Freedrive** začít pohybovat (padat). V takovém případě tlačítko **Freedrive** opět uvolněte.

**UPOZORNĚNÍ:**

1. Použijte správná nastavení instalace (např. montážní úhel robota, hmotnost TCP, posun TCP). Soubory instalace ukládejte a načítejte spolu s programem.
2. Před stisknutím tlačítka **Freedrive** se ujistěte, že je správně nastaven nástroj TCP a umístění robota. V případě nesprávného nastavení se rameno robota po aktivaci tlačítka **Freedrive** začne pohybovat.
3. Funkci Freedrive (**impedance/zpětné řízení**) lze použít pouze v instalacích, ve kterých to umožňuje posouzení rizik. Nástroje ani překážky nesmí mít ostré okraje či místa, na kterých může dojít ke skřípnutí. Zajistěte, aby veškerý personál zůstal mimo dosah ramene robota.

**13.2 Karta V/V**

Na této obrazovce lze průběžně sledovat a nastavovat aktuální V/V signály z ovládací jednotky robota a naopak. Na obrazovce se zobrazuje aktuální stav V/V včetně stavu v průběhu spuštění programu. Pokud během provádění programu dojde k nějaké změně, program se zastaví. Při zastavení programu si všechny výstupní signály zachovávají aktuální stav. Frekvence aktualizace obrazovky je pouze 10 Hz, takže velmi rychlý signál se nemusí správně zobrazit.

Konfigurovatelné vstupy/výstupy lze vyhradit pro speciální bezpečnostní nastavení definované v části Konfigurace bezpečnostních vstupů/výstupů (viz 10.13); vyhrazené vstupy/výstupy budou místo výchozího názvu nebo názvu definovaného uživatelem označeny názvem bez-

pečnostní funkce. Konfigurovatelné výstupy, které jsou vyhrazeny pro bezpečnostní nastavení, nelze přepínat a zobrazí se pouze jako stavové indikátory.

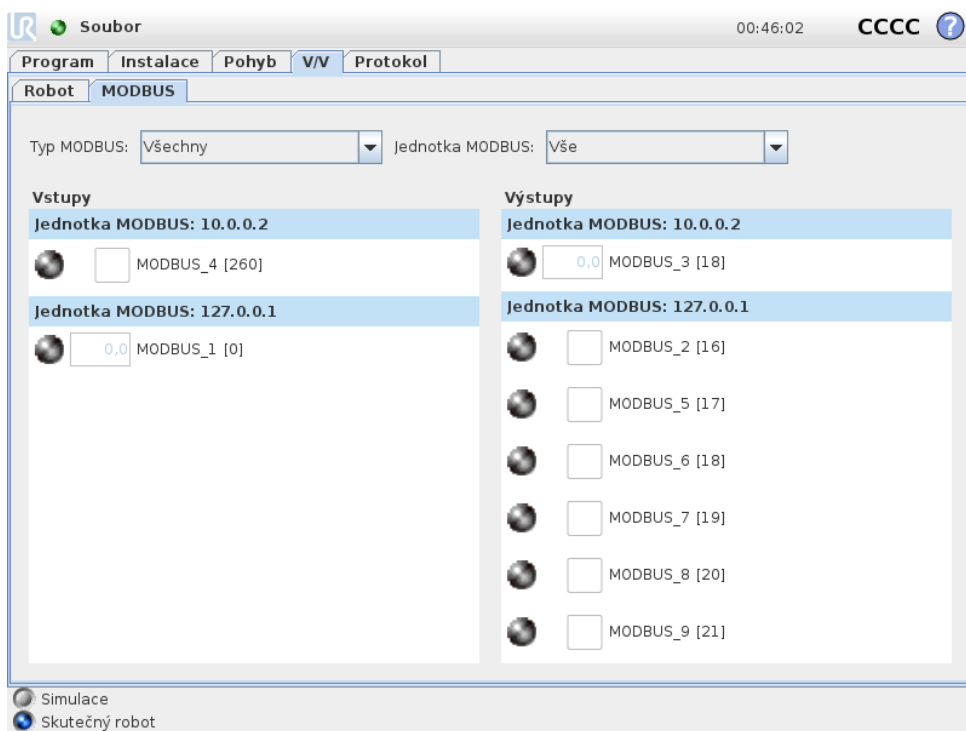
Elektrické detaily signálů jsou popsány v kapitole ??.

**Napětí** V části Výstup nástroje lze Napětí konfigurovat pouze tehdy, je-li výstup nástroje ovládnut uživatelem. Výběrem platformy URCap se odstraní přístup k možnosti Napětí.

**Nastavení analogové domény** Analogové vstupy/výstupy lze nastavit buď jako proudové [4–20 mA], nebo jako napěťové [0–10 V]. Po uložení programu budou nastavení použita při případném pozdějším restartování ovladače robota. Výběrem platformy URCap ve výstupu nástroje se odstraní přístup k nastavení domény pro analogové vstupy nástroje.

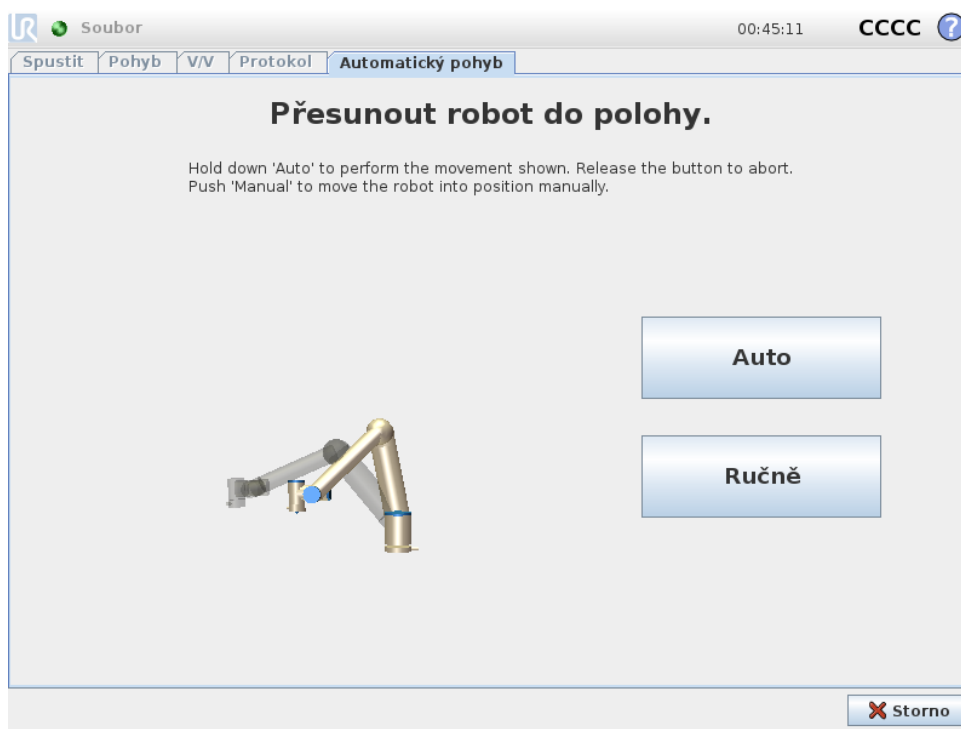
### 13.3 MODBUS

Níže uvedený snímek obrazovky zobrazuje vstupní/výstupní signály klienta MODBUS v souladu s jejich nastavením v instalaci. Pomocí rozbalovacích nabídek v horní části obrazovky lze měnit zobrazený obsah podle typu signálu a jednotky MODBUS, je-li jich nakonfigurováno více než jedna. Každý signál v seznamu obsahuje stav připojení, hodnotu, název a adresu signálu. Výstupní signály lze přepínat, umožňuje-li to stav připojení a volba pro ovládání karty V/V (viz 13.8).



### 13.4 Karta Automatický pohyb

Karta Automatický pohyb slouží pro pohyb ramene robota do konkrétní polohy na pracovišti. Jako příklad lze uvést přesun ramene robota do počáteční polohy programu před spuštěním programu nebo přechod do bodu trasy během úpravy programu.



## Animace

Animace znázorňuje pohyb, který se rameno robota chystá provést.



### VÝSTRAHA:

Animaci můžete srovnat s polohou skutečného ramene robota a ujistit se, že rameno může pohyb bezpečně provést, aniž by narazilo na překážku.



### VÝSTRAHA:

Funkce automatického pohybu sleduje pohyb robota stínovou trajektorií. Při kolizi by mohlo dojít k poškození robota nebo jiného zařízení.

## Auto

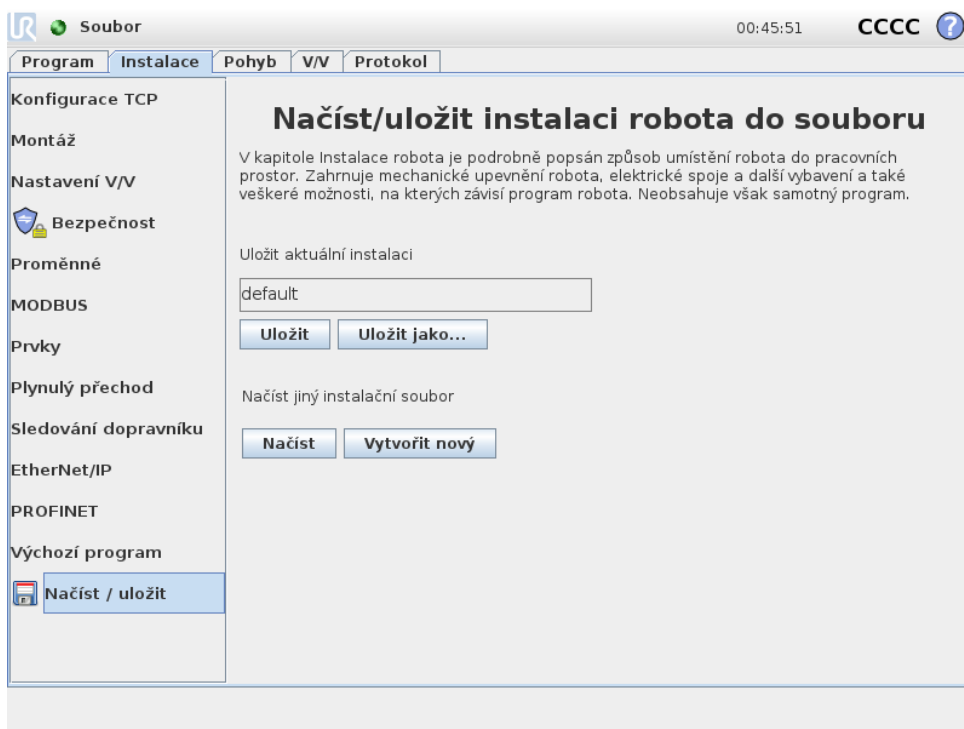
Přidržením tlačítka **Auto** se robot přesune podle animace.

Poznámka: Uvolněním tlačítka lze pohyb kdykoli přerušit.

## Manuální

Stisknutím tlačítka **Manuální** přejdete na kartu **Pohyb**, kde lze ramenem robota pohybovat manuálně. To se používá v případech, kdy není pohyb v animaci vhodný.

## 13.5 Instalace → Načíst/Uložit



V kapitole Instalace robota je podrobně popsán způsob, jakým se rameno robota a ovládací jednotka umístí uží do pracovního prostředí. Zahrnuje mechanické upevnění ramene robota, elektrické spoje a další vybavení a také veškeré možnosti, na kterých závisí program robota. Neobsahuje však samotný program.

Tato nastavení lze nakonfigurovat na různých obrazovkách na kartě **Instalace**, kromě domén vstupů/výstupů, které se nastavují na kartě **Vstupy/výstupy** (viz 13.2).

Pro robota lze použít více instalačních souborů. Vytvořené programy budou používat aktivní instalaci a tato instalace bude při použití automaticky načtena.

Veškeré změny provedené v instalaci je nutno uložit, aby byly po vypnutí napájení zachovány. Pokud instalace obsahuje neuložené změny, zobrazí se vedle textu **Načíst/Uložit** po levé straně karty **Instalace** ikona diskety.

Instalaci uložíte stisknutím tlačítka **Uložit** nebo **Uložit jako...** Případně můžete uložit program, čímž uložíte také aktivní instalaci. Chcete-li načíst jiný soubor instalace, použijte tlačítko **Načíst**. Tlačítkem **Vytvořit nový** se u všech nastavení v instalaci robota obnoví tovární nastavení.



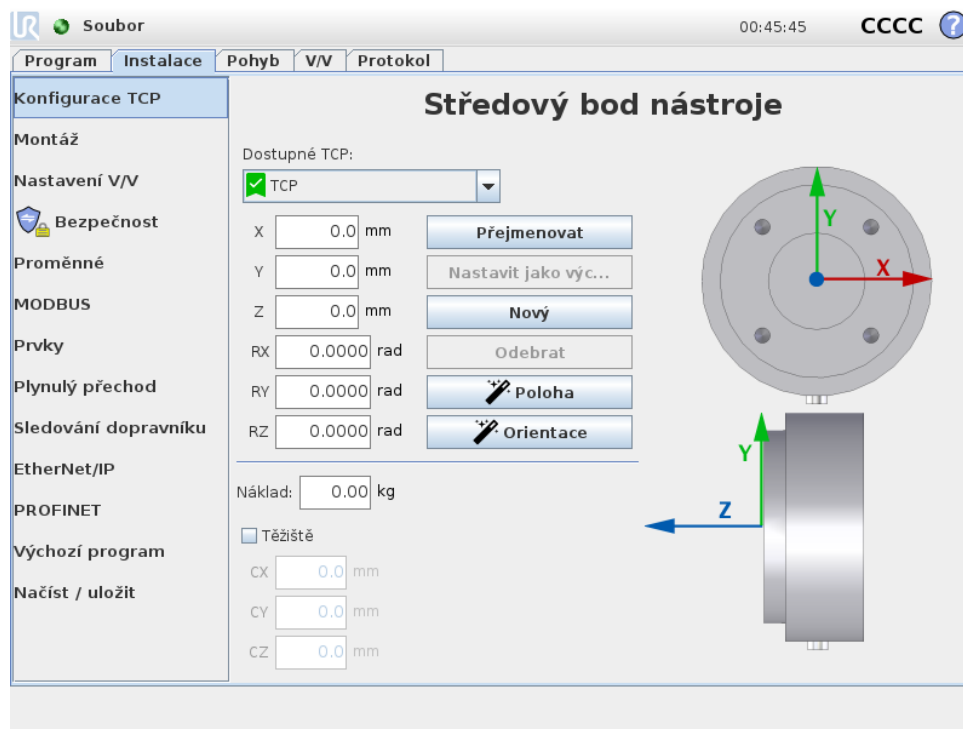
### VÝSTRAHA:

Nedoporučujeme používat v robotovi instalaci načtenou z disku USB. Chcete-li použít instalaci uloženou na disku USB, nejdříve ji načtete a poté uložte do místní složky **Programy** pomocí tlačítka **Uložit jako...**

## 13.6 Instalace → Konfigurace TCP

**Středový bod nástroje (TCP)** je bod na nástroji robota. Každý bod TCP obsahuje posuv a otáčení vzhledem ke středu vnější příruby nástroje.

Při naprogramování na návrat k dříve uloženému bodu trasy posune robot TCP do polohy a orientace uloženého v bodu trasy. Při naprogramování na lineární pohyb se TCP pohybuje lineárně.



### Poloha

Souřadnice  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  určují polohu bodu TCP. Jakmile jsou všechny hodnoty (včetně orientace) nulové, bod TCP se shoduje se středem na výstupní přírubě nástroje a přejímá souřadný systém znázorněný na obrazovce.

### Orientace

Souřadnicová okna  $RX$ ,  $RY$ ,  $RZ$  určují orientaci bodu TCP. Podobně jako v kartě Pohyb lze pomocí rozevírací nabídky Jednotky nad rámečky  $RX$ ,  $RY$ ,  $RZ$  vybrat souřadnice orientace (viz 12.2).

### 13.6.1 Přidávání, přejmenování, úpravy a odstraňování bodů TCP

Nový bod TCP lze definovat klepnutím na tlačítko **Nový**. Vytvořenému bodu TCP se automaticky přiřadí jedinečný název a bude jej možné vybrat v rozevírací nabídce. Chcete-li přejmenovat bod TCP, klepněte na tlačítko **Přejmenovat**. Chcete-li odstranit vybraný TCP, klepněte na tlačítko **Odebrat**. Poslední bod TCP nelze odstranit.

Posun a rotaci vybraného TCP lze upravit zadáním nových hodnot do příslušných polí.

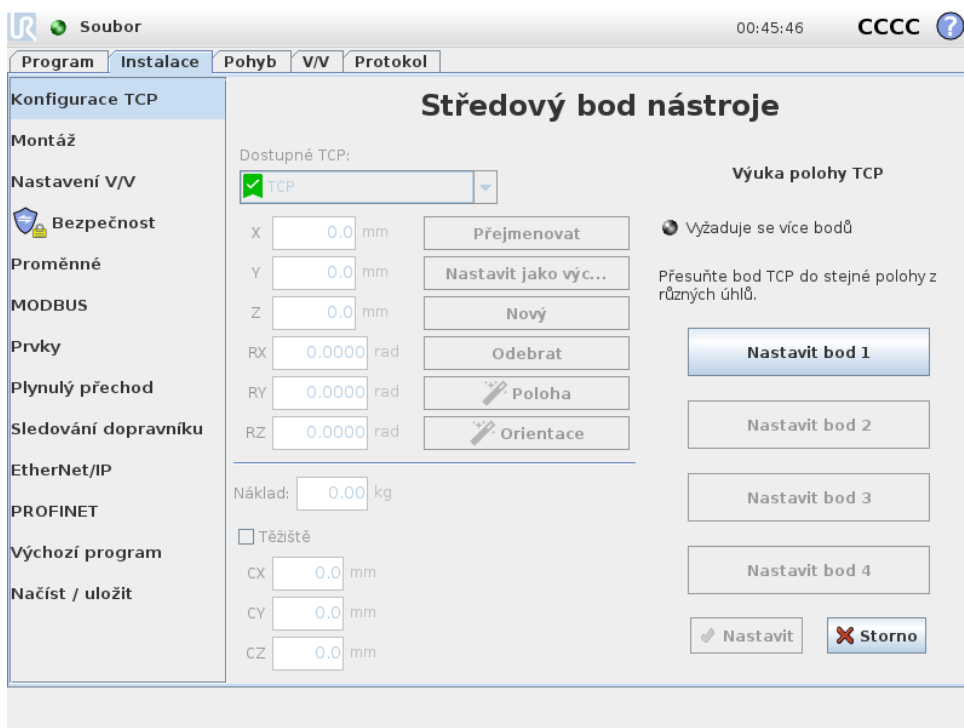
### 13.6.2 Aktivní TCP

Při lineárním pohybu robot ke stanovení odsazení bodu TCP vždy použije aktivní TCP. Aktivní bod TCP lze změnit pomocí příkazu Pohyb (viz 14.4) nebo příkazu Nastavit.

### 13.6.3 Výchozí TCP

Výchozí TCP se musí nastavit jako aktivní TCP před spuštěním programu. Má-li se bod TCP nastavit jako výchozí, vyberte požadovaný TCP a klepněte na položku **Nastavit jako výchozí**. Výchozí nakonfigurovaný protokol TCP označuje zelená ikona v dostupné rozevírací nabídce.

### 13.6.4 Výuka polohy TCP

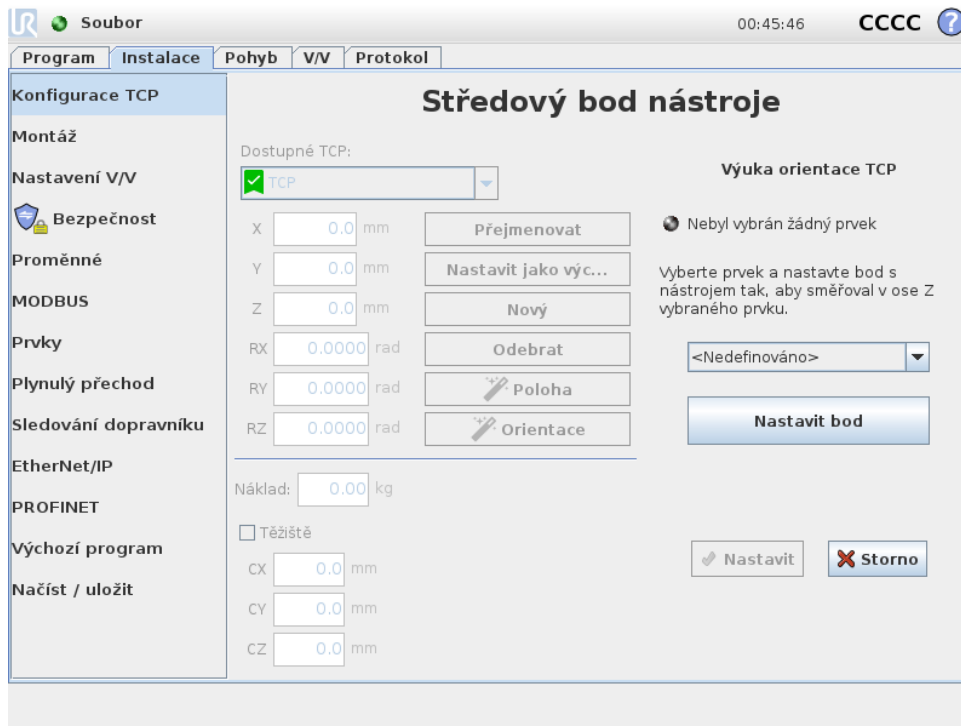


Souřadnice polohy TCP lze vypočítat automaticky následujícím způsobem:

1. Klepněte na **Průvodce polohou TCP**.
2. Vyberte si pevný bod v pracovním prostoru robota.
3. Pomocí polohovacích šipek na pravé straně obrazovky přesuňte bod TCP nejméně ze tří různých úhlů a uložte příslušné polohy vnější příruby nástroje.
4. Použijte tlačítko **Nastavit** pro použití ověřených souřadnic pro příslušný TCP. Polohy musí být dostatečně odlišné, jinak výpočet nemusí být správný. Pokud nejsou dostatečně odlišné, stavová LED dioda nad tlačítky se rozsvítí červeně.

I když jsou tři polohy dostatečné pro určení TCP, pro ověření správnosti výpočtu lze použít i čtvrtou polohu. Kvalita každého uloženého bodu s ohledem na vypočtený bod TCP je signalizována zelenou, žlutou nebo červenou LED diodou na příslušném tlačítku.

### 13.6.5 Výuka orientace TCP



1. Klepněte na **Průvodce orientací TCP**.
2. Vyberte prvek z rozevřacího seznamu. (Viz 13.12) kde naleznete další informace o definování nových bodů
3. Klepněte na možnost **Zvolit bod** a použijte **Šipky k pohybu nástroje** k přemístění do polohy, kde se orientace nástroje a příslušný TCP shoduje se zvolenými prvky souřadnicového systému.
4. Zkontrolujte vypočtenou orientaci TCP a použijte ji pro zvolený TCP klepnutím na **Nastavit**.

### 13.6.6 Zatížení

Hmotnost nástroje robota je uvedena v dolní části obrazovky. Chcete-li toto nastavení změnit, stačí kliknout na bílé textové pole a zadat novou hmotnost. Toto nastavení platí pro všechny definované body TCP. Více informací o maximálním povoleném zatížení (nákladu) naleznete v návodu k montáži zařízení.

### 13.6.7 Těžiště

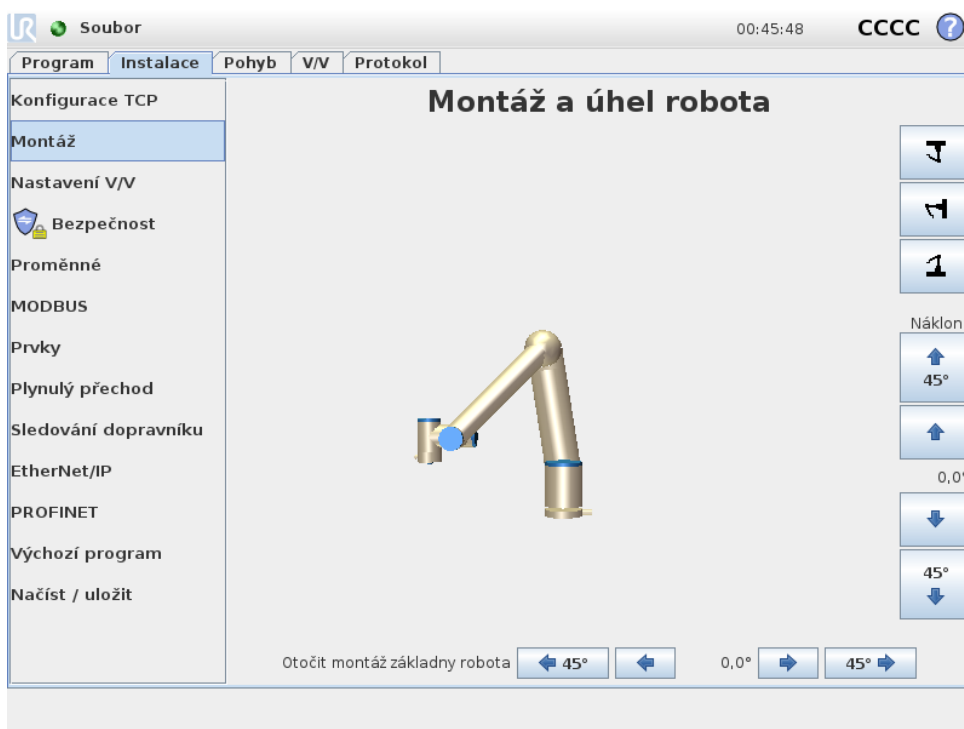
Těžiště nástroje je specifikováno pomocí polí CX, CY a CZ. Nastavení platí pro všechny definované TCP. Instalace vytvořené před verzí 3.8 podporují nastavení těžiště podle TCP za podmínky jejich předchozího nastavení. Je-li těžiště nastaveno manuálně ve verzi 3.8 nebo vyšší, je možnost nastavení těžiště pro TCP trvale odstraněna.



#### UPOZORNĚNÍ:

Použijte správná nastavení instalace. Soubory instalace ukládejte a načítejte s programem.

## 13.7 Instalace → Montáž



Zadání údajů o umístění ramene robota slouží ke dvěma účelům:

1. Zajistí správné zobrazení ramene robota na obrazovce.
2. Ovladač bude mít správnou informaci o směru gravitační síly.

Pokročilý dynamický model zajišťuje plynulé a přesné pohyby ramene robota a zajišťuje stabilitu ramene robota v **režimu Freedrive**. Z tohoto důvodu je důležité umístit rameno robota správně.



### UPOZORNĚNÍ:

Pokud nebude montáž ramene robota správná, může následkem toho docházet k častým ochranným zastavením a/nebo se rameno robota po stisku tlačítka **Freedrive** začne pohybovat.

Rameno robota je umístěno na plochem stole nebo podlaze, není nutné provádět na této obrazovce žádnou změnu. Pokud je však rameno robota **upevněno ke stropu**, **upevněno ke stěně** nebo **namontováno pod určitým úhlem**, nastavení je zapotřebí upravit pomocí tlačítek.

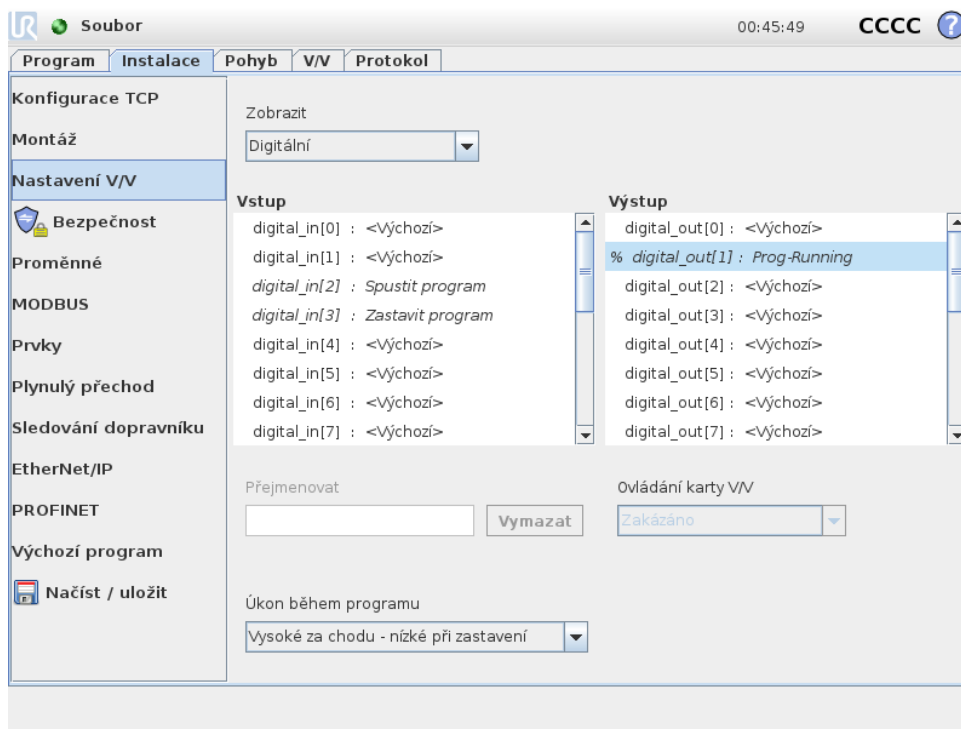
Tlačítka na pravé straně obrazovky slouží k nastavení úhlu montáže ramene robota. Tři tlačítka vpravo nahoře slouží k nastavení úhlu pro **strop** (180°), **stěnu** (90°), **podlahu** (0°). Tlačítka **Náklon** slouží k nastavení libovolného úhlu.

Tlačítka ve spodní části obrazovky slouží k natočení umístění ramene robota tak, aby odpovídalo skutečné montáži robota.

**UPOZORNĚNÍ:**

Použijte správná nastavení instalace. Soubory instalace ukládejte a načítejte s programem.

## 13.8 Instalace → Nastavení V/V



Na obrazovce Nastavení V/V mohou uživatelé konfigurovat signály V/V a konfigurovat úkony V/V ovládání karty.

V sekcích **Vstup** a **Výstup** jsou uvedeny druhy V/V signálů, jako např.:

- Digitální (standardní univerzální, konfigurovatelný a nástrojový)
- Analogový (standardní univerzální a nástrojový)
- MODBUS
- Univerzální registry (boolean, integer a float) Přístup k univerzálním registrům lze získat např. pomocí sběrnice fieldbus (jako je Profinet a Ethernet/IP).

### 13.8.1 Typ signálu v/v

Chcete-li omezit počet signálů uvedených v sekcích **Vstup** a **Výstup**, pomocí rozbalovací nabídky **Zobrazit** v horní části obrazovky změňte zobrazený obsah v závislosti na typu signálu.

### 13.8.2 Přiřazování uživatelem definovaných názvů

Pro snadné zapamatování, co signály dělají při práci s robotem, mohou uživatelé spojit názvy se vstupními a výstupními signály.

1. Volba požadovaného signálu
2. Klepnutím na textové pole v dolní části obrazovky nastavte název signálu.
3. Pro vrácení názvy na výchozí název klepněte na **Vymazat**.

Má-li se univerzální registr zpřístupnit v rámci programu (např. pro příkaz **Čekat** nebo podmíněný výraz příkazu **Když**), musí mít registr uživatelem definované jméno. Příkazy **Čekat** a **Když** jsou popsány v (14.10) a (14.17). Pojmenované univerzální registry lze nalézt v přepínači **Vstup** nebo **Výstup** na obrazovce **Editor výrazů**.

### 13.8.3 Akce V/V a ovládání karty V/V

*Vstupní a výstupní akce (úkony):* Fyzické a fieldbusové digitální vstupy/výstupy lze použít ke spouštění akcí/úkonů nebo reakci na stav programu.

Dostupné vstupní akce/úkony:

- Start: slouží ke spuštění nebo pokračování v aktuálním programu na náběžné hraně.
- Stop: slouží k zastavení aktuálního programu na náběžné hraně.
- Pause: slouží k pozastavení aktuálního programu na náběžné hraně.
- Freedrive: V případě vysokého vstupního signálu je robot v režimu Freedrive (podobně jako u tlačítka Freedrive). Vstup je ignorován, pokud je spuštěn program nebo jiná podmínka nepovolí Freedrive.



#### UPOZORNĚNÍ:

Při použití úkonu Start se robot před provedením tohoto programu z klidového stavu pomalu přesune na první bod trasy programu. Při použití úkonu Start se robot před pokračováním v programu ze stavu pauzy pomalu přesune na místo, kdy byl pozastaven.

Dostupné výstupní akce/úkony:

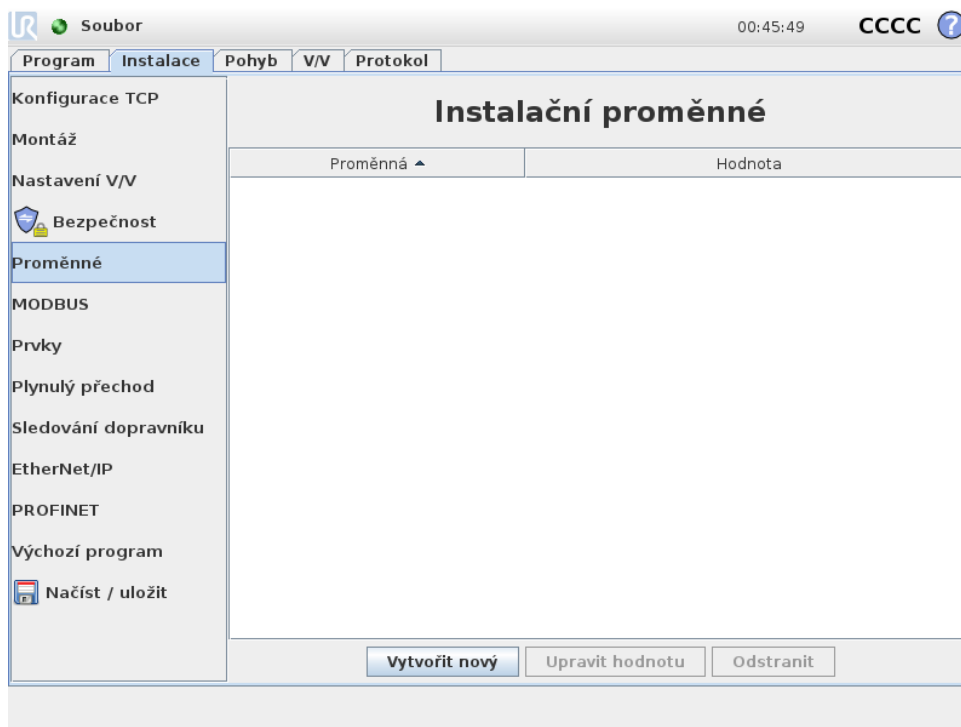
- Nízký v klidovém stavu: Výstup je nízký, když je stav programu „zastaven“ nebo „pozastaven“.
- Vysoký v klidovém stavu: Výstup je vysoký, když je stav programu „zastaven“ nebo „pozastaven“.
- Vysoké za chodu - nízké při zastavení: Výstup je nízký, když je stav programu „zastaven“ nebo „pozastaven“ a vysoký v klidovém stavu.
- Spojitý impuls: Během chodu programu se hodnota výstupu po zadaný počet sekund střídá mezi vysokým a nízkým signálem. Stav impulsu lze udržet pozastavením nebo zastavením programu.

*Ovládání karty V/V:* Nastavit, zda bude výstup ovládán prostřednictvím karty V/V (buď programátory, nebo programátory i obsluhou), nebo zda hodnotu výstupu budou moci měnit pouze programy robota.

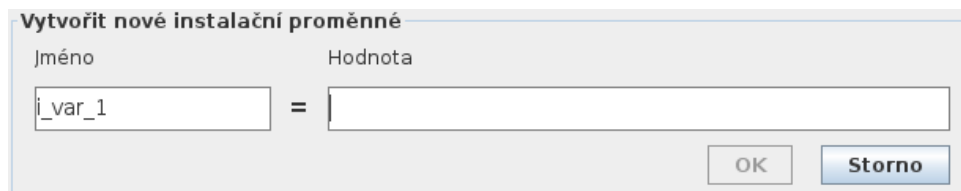
## 13.9 Instalace → Bezpečnost

Viz kapitola 10.

## 13.10 Instalační → Proměnné



Proměnné vytvořené na obrazovce Proměnné se nazývají instalační proměnné a používají se stejně jako běžné programové proměnné. Instalační proměnné jsou odlišné, protože si ponechávají svou hodnotu, i když se program zastaví a poté se znovu spustí, a také když se rameno robota a/nebo ovládací jednotka vypne a znovu zapne. Název a hodnoty se ukládají při instalaci, stejnou proměnnou lze tedy použít pro více programů.



Stiskem tlačítka **Vytvořit nový** se vyvolá panel s doporučeným názvem nové proměnné. Název lze změnit a hodnotu lze zadat dotykem některého z textových polí. Tlačítko **OK** lze na něj klepnout pouze v případě, že se nový název v této instalaci nepoužívá.

Hodnotu instalační proměnné je možné změnit zvýrazněním proměnné v seznamu a poté kliknutím na možnost **Upravit hodnotu**.

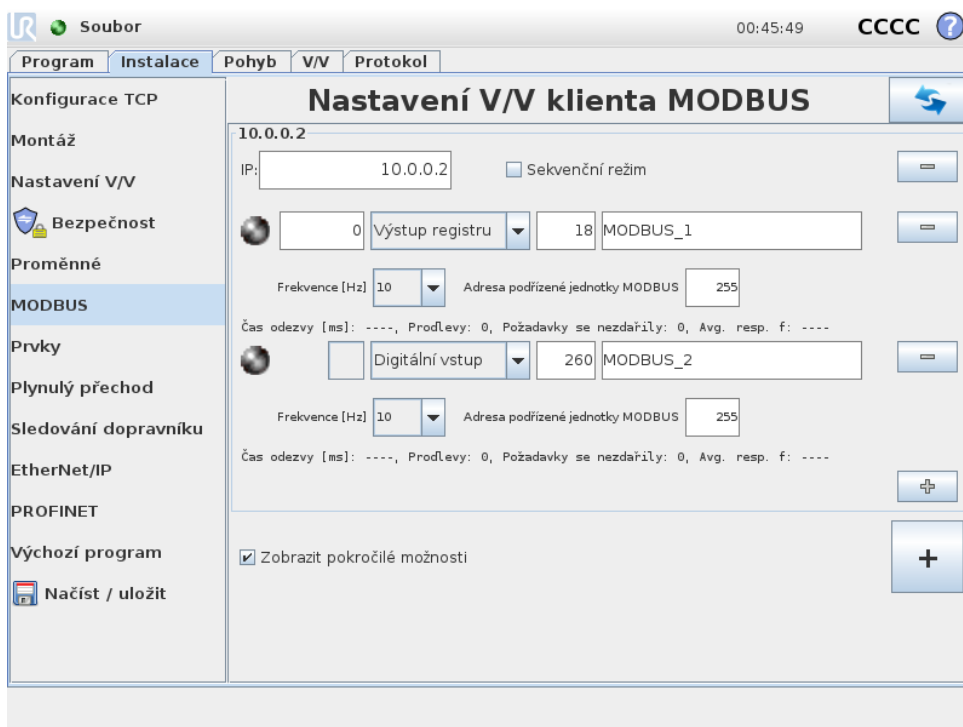
Chcete-li odstranit proměnnou, vyberte ji a poté klepněte na **Odstranit**.

Po nakonfigurování instalačních proměnných je nutné samotnou instalaci uložit, aby se konfigurace zachovala.

Instalační proměnné a jejich hodnoty se automaticky ukládají každých 10 minut.

Je-li načten program nebo instalace a jedna nebo více programových proměnných mají stejný název jako instalační proměnné, uživatel dostane na výběr možnosti buď vyřešit problém s použitím instalačních proměnných se stejným názvem namísto programových proměnných, anebo vyřešit problém automatickým přejmenováním proměnných.

## 13.11 Instalace → Nastavení V/V MODBUS klient



Zde lze nastavit signály MODBUS klient (nadřaz. jednotka). Připojení k serveru (nebo podříz. jednotkám MODBUS) na zadaných IP adresách lze vytvořit pomocí vstupních/výstupních signálů (registry nebo digitální). Každý signál má jedinečný název, takže jej lze použít v programech.

### Obnovit

Stisknutím tohoto tlačítka se obnoví všechna připojení MODBUS. Obnovením se odpojí všechny jednotky modbus a znovu se připojí. Všechny statistiky se vymažou.

### Přidat jednotku

Stiskem tohoto tlačítka lze přidat novou jednotku MODBUS.

### Odstranit jednotku

Stiskem tohoto tlačítka se odstraní jednotka MODBUS a společně s ní všechny přidávané signály.

### Nastavit IP jednotky

Zde je uvedena IP adresa jednotky MODBUS. Chcete-li ji změnit, stiskněte tlačítko.

### Sekvenční režim

*K dispozici pouze v případě, že je vybrána možnost Zobrazit rozšířené možnosti (viz 13.11). Zaškrtnutím tohoto políčka vynutíte klienta Modbus, aby před odesláním další žádosti vyčkal na odpověď. Tento režim vyžadují některé jednotky sběrnice fieldbus. Zapnutí této možnosti může být užitečné v případě vyššího počtu signálů a zvýšením frekvence požadavků dochází k odpojení*

signálu. Upozorňujeme, že skutečná frekvence signálu může být nižší, než je požadováno při definování vyššího počtu signálů v sekvenčním režimu. Skutečnou frekvenci signálu lze pozorovat ve statistice signálů (viz sekce 13.11). Indikátor signálu bude žlutý, pokud je skutečná frekvence signálu nižší než polovina hodnoty vybrané z rozevíracího seznamu Frekvence.

---

## Přidat signál

Stiskem tohoto tlačítka lze přidat signál pro příslušnou jednotku MODBUS.

---

## Odstranit signál

Stiskem tohoto tlačítka lze odstranit signál MODBUS z příslušné jednotky MODBUS.

---

## Nastavit typ signálu

Z této rozevírací nabídky lze vybrat typ signálu. K dispozici jsou následující typy:

*Digitální vstup:* Digitální vstup (cívka) je jednobitová informace přečtená z jednotky MODBUS na výstupu určeném v poli adresy signálu. Používá se kód funkce 0x02 (čtení diskretních vstupů).

*Digitální výstup:* Digitální výstup (cívka) je jednobitový signál, který lze nastavit na vysokou nebo nízkou hodnotu. Dokud uživatel nenastaví hodnotu tohoto výstupu, tato hodnota bude čtena ze vzdálené jednotky MODBUS. To znamená, že se využívá kód funkce 0x01 (čtení výstupů). Jakmile bude výstup nastaven programem robota nebo stisknutím tlačítka **Nastavit hodnotu signálu**, bude používán kód funkce 0x05 (zápis jednoho výstupu).

*Vstup registru:* Vstup registru je 16bitová informace přečtená z adresy zadané v poli adresy. Používá se kód funkce 0x04 (čtení vstupních registrů).

*Výstup registru:* Výstup registru je 16bitová informace nastavitelná uživatelem. Dokud se nenastaví hodnota registru, jeho hodnota bude čtena ze vzdálené jednotky MODBUS. To znamená, že bude použit kód funkce 0x03 (čtení uživatelských registrů). Jakmile bude výstup nastaven programem robota nebo zadáním hodnoty signálu v poli **Nastavit hodnotu signálu**, pro nastavení hodnoty na vzdálené jednotce MODBUS bude používán kód funkce 0x06 (zápis jednoho registru).

---

## Nastavit adresu signálu

V tomto poli je uvedena adresa na vzdáleném serveru MODBUS. Pomocí číselné klávesnice na obrazovce můžete zadat jinou adresu. Platné nastavení adresy závisí na výrobcí a konfiguraci vzdálené jednotky MODBUS.

---

## Nastavit název signálu

Pomocí klávesnice na obrazovce lze zadat název signálu. Tento název se používá, když je příslušný signál používán v programech.

---

## Hodnota signálu

Zde je uvedena aktuální hodnota signálu. V případě signálů registru je hodnota vyjádřena jako kladné celé číslo. V případě výstupních signálů lze nastavit požadovanou hodnotu signálu pomocí tlačítka. Pro výstupy registru opět platí, že zapsaná hodnota musí být celé kladné číslo.

## Stav připojení signálu

Tato ikona znázorňuje, zda lze signál správně přečíst/zapsat (zelená) nebo zda jednotka reaguje neočekávaně či není dostupná (šedá). V případě odezvy MODBUS s výjimkou se zobrazí kód odezvy. Existují následující odezvy protokolu MODBUS-TCP s výjimkou:

- E1: ILLEGAL FUNCTION (0x01) (NEPOVOLENÁ FUNKCE) Kód funkce získaný v dotazu není pro server (nebo podříz. jednotku) povolenou akci.
- E2: ILLEGAL DATA ADDRESS (0x02) (NEPOVOLENÁ ADRESA DAT) Kód funkce získaný v dotazu není pro server (nebo podříz. jednotku) povolenou akci, zkontrolujte, zda zadaná adresa signálu odpovídá nastavení vzdáleného serveru MODBUS.
- E3: ILLEGAL DATA VALUE (0x03) (NEPOVOLENÁ HODNOTA DAT) Hodnota obsažená v dotazovacím datovém poli není pro server (nebo podříz. jednotku) povolenou hodnotou, zkontrolujte, zda je zadaná hodnota signálu platná pro zadanou adresu na vzdáleném serveru MODBUS.
- E4: SLAVE DEVICE FAILURE (0x04) (PORUCHA PODŘÍZENÉHO ZAŘÍZENÍ) Při pokusu serveru (nebo podříz. jednotky) o provedení požadované akce došlo k neodstranitelné chybě.
- E5: ACKNOWLEDGE (0x05) (POTVRZENÍ) Specializované použití ve spojení s programovacími příkazy odesílanými do vzdálené jednotky MODBUS.
- E6: SLAVE DEVICE BUSY (0x06) (PODŘ.ZAŘ. ZANEPŘÁZDNĚNO) Specializované použití ve spojení s programovacími příkazy odesílanými do vzdálené jednotky MODBUS, podříz. jednotka (server) nemůže hned reagovat.

## Zobrazit pokročilé možnosti

Toto zaškrtnuté políčko slouží k zobrazení či skrytí pokročilých možností u jednotlivých signálů.

## Pokročilé možnosti

*Frekvence aktualizace:* Tato nabídka umožňuje změnit frekvenci aktualizace signálu. Jedná se o frekvenci odesílání požadavků do vzdálené jednotky MODBUS buď pro čtení, nebo k zápisu hodnoty signálu. Je-li frekvence nastavena na hodnotu 0, pak se na vyžádání iniciují požadavky sběrnice modbus pomocí funkcí `modbus_get_signal_status`, `modbus_set_output_register`, a `modbus_set_output_signal` script functions.

*Adresa podřízené jednotky:* Toto textové pole lze použít k nastavení konkrétní adresy podřízené jednotky pro účely požadavků odpovídajících konkrétnímu signálu. Hodnota musí být v rozsahu 0–255 včetně, výchozí hodnota je 255. Pokud se změní tato hodnota, doporučujeme pomocí příručky ke vzdálenému zařízení MODBUS ověřit funkčnost při změně adresy podřízené jednotky.

*Znovu připojit odpočet:* Počet připojení a opakovaných připojení TCP.

*Stav připojení:* Stav připojení TCP.

*Čas odezvy [ms]:* Čas mezi odesláním požadavku na modbus a přijatou odpovědí - aktualizuje se pouze tehdy, když je aktivní komunikace.

*Paketové chyby Modbus:* Počet přijatých paketů, které obsahovaly chyby (např. neplatná délka, chybějící data, chyba socketu TCP).

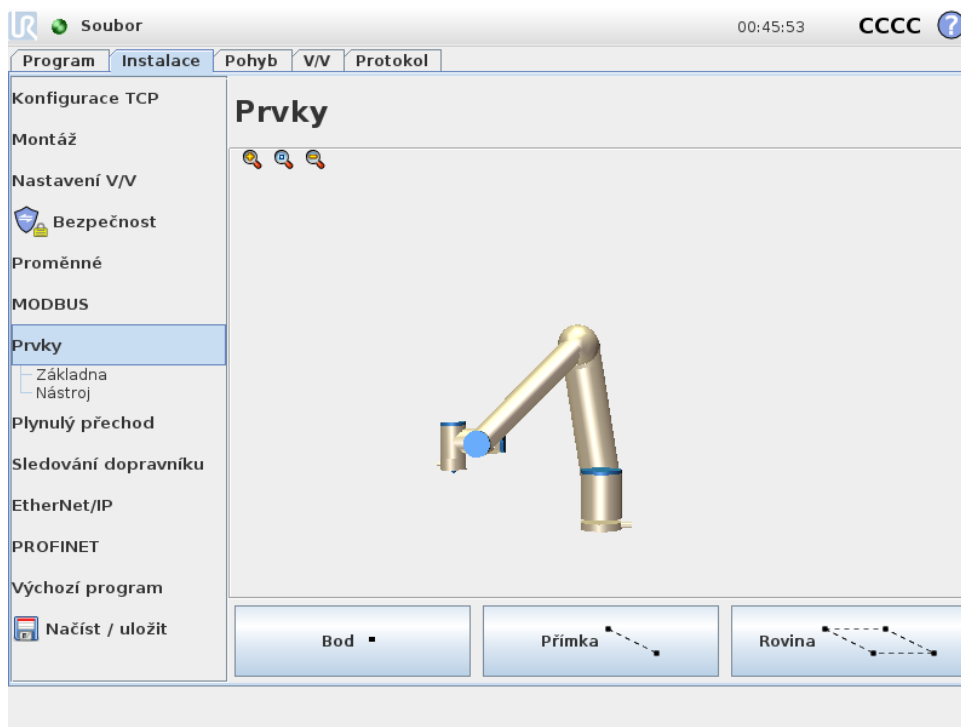
*Prodlevy:* Počet požadavků modbus bez odezvy.

*Požadavky se nezdařily:* Počet paketů, které nemohly být odeslány z důvodu neplatného stavu zásuvky.

*Aktuální frekv.:* Průměrná frekvence aktualizací stavu klienta (nadř.jedn.). Tato hodnota se přepočítává pokaždé, když signál obdrží odpověď ze serveru (nebo podř.jedn.).

Všechny čítače počítají do 65535 a pak se vrátí zpět na hodnotu 0.

## 13.12 Instalace → Prvky



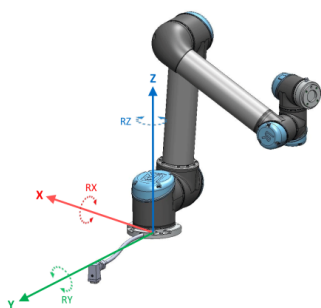
**Prvek** je zastoupením takového objektu, který je definován názvem k pozdějšímu použití a šestiřozměrnou pozicí (polohou a orientací) vzhledem k základně robota.

Některé dílčí části programu robota se skládají z pohybů, prováděných ve vztahu k jiným konkrétním objektům, než je základna ramene robota. Těmito objekty mohou být stoly, ostatní stroje, obrobky, dopravníky, palety, kamerové systémy, polotovary nebo hranice, které existují v okolí ramene robota. Pro robot vždy existují dva předdefinované prvky. Každý prvek má svou pozici definovanou konfigurací ramenem robota samotným:

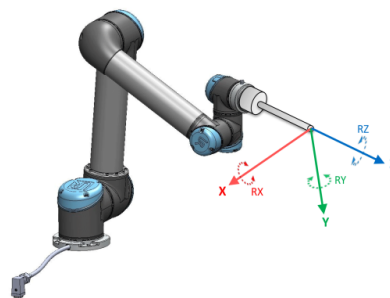
- **Základna:** prvek s počátkem ve středu základny robota (viz obrázek 13.1)
- **Nástroj:** prvek s počátkem ve středu aktuální TCP robota (viz obrázek 13.2)

Uživatelem definované prvky jsou umístěny metodou, která využívá aktuální pozici nástroje TCP v pracovním prostoru. To znamená, že uživatelé mohou k pohybu robota do požadované pozice naučit umístění prvků pomocí režimu Freedrive nebo krokování.

K definování pozice prvku existují tři různé strategie (**Bod**, **Přímka** a **Rovina**). Nejlepší strategie pro danou aplikaci závisí na typu objektu a požadavcích na přesnost. Obecně by měl být upřednostněn prvek založený na více vstupních bodech (**Přímka** a **Rovina**) - lze-li to pro konkrétní



Obrázek 13.1: Základní prvek



Obrázek 13.2: Prvek středového bodu nástroje (TCP)

objekt použít.

Pro přesné definování směru lineárního dopravníku definujte dva body prvku **Přímka** co nejvíce fyzicky vzdálených od sebe. Prvek **Bod** lze také použít k definování směru lineárního dopravníku, uživatel však musí TCP směřovat ve směru skutečného pohybu dopravníku.

Použití více bodů k definování polohy stolu znamená, že orientace je založena spíše na pozicích než na orientaci jednoho TCP. Jednoduchou orientaci TCP je těžší nakonfigurovat s vysokou přesností.

Pro poznání různých metod k definování prvků viz (v sekcích: 13.12.2), (13.12.3) a (13.12.4).

### 13.12.1 Použití prvku

Je-li v instalaci definován prvek, v programu robota může být obsažen na něj odkaz, tak aby byl zajištěn vztah mezi pohyby robota (např. příkazy **PohybL** nebo **PohybP**) a daným prvkem (viz část 14.4). To umožňuje snadné přizpůsobení programu robota (např. je-li více robotických stanic, nebo když se objekt pohybuje během chodu programu nebo se trvale pohybuje v pracovním prostoru). Pouhým nastavením prvku objektu se tedy příslušným způsobem upraví všechny pohyby v programu ve vztahu k danému objektu. Další příklady viz (části 13.12.5) a (13.12.6). Prvky konfigurované jako krokovatelné jsou také užitečnými nástroji při ručním přesunu robota na kartě **Pohyb** (sekce 13.1) nebo na obrazovce **Úprava polohy** (viz 12.2). Je-li prvek vybrán jako referenční, pak budou tlačítka **Pohyb** nástroje, určená k posouvání a otáčení, fungovat ve zvoleném prostoru prvků (viz 13.1.2) a (13.1.3), odečet souřadnic TCP. Například pokud je stůl definován jako prvek a je vybrán jako reference v kartě **Pohyb**, pomocí tlačítek se šipkami pro posuv (tzn. nahoru/dolů, doleva/doprava, dopředu/dozadu) se bude robot pohybovat v těchto směrech ve vztahu ke stolu. Navíc budou souřadnice TCP v rámu stolu.

#### Přejmenovat

Tímto tlačítkem se přejmenuje prvek.

#### Odstranit

Tímto tlačítkem se odstraní zvolený prvek a veškeré jeho dílčí prvky.

## Zobrazit osy

Zvolte, zda se budou v 3D grafice zobrazovat souřadnice vybraného prvku. Volba bude použita na této obrazovce a na obrazovce Pohyb.

## Změna bodu

Tlačítko **Změnit tento bod** slouží k nastavení nebo změně vybraného prvku. Zobrazí se karta **Pohyb** (část 13.1) a bude možné nastavit novou polohu prvku.

## Krokovatelný prvek

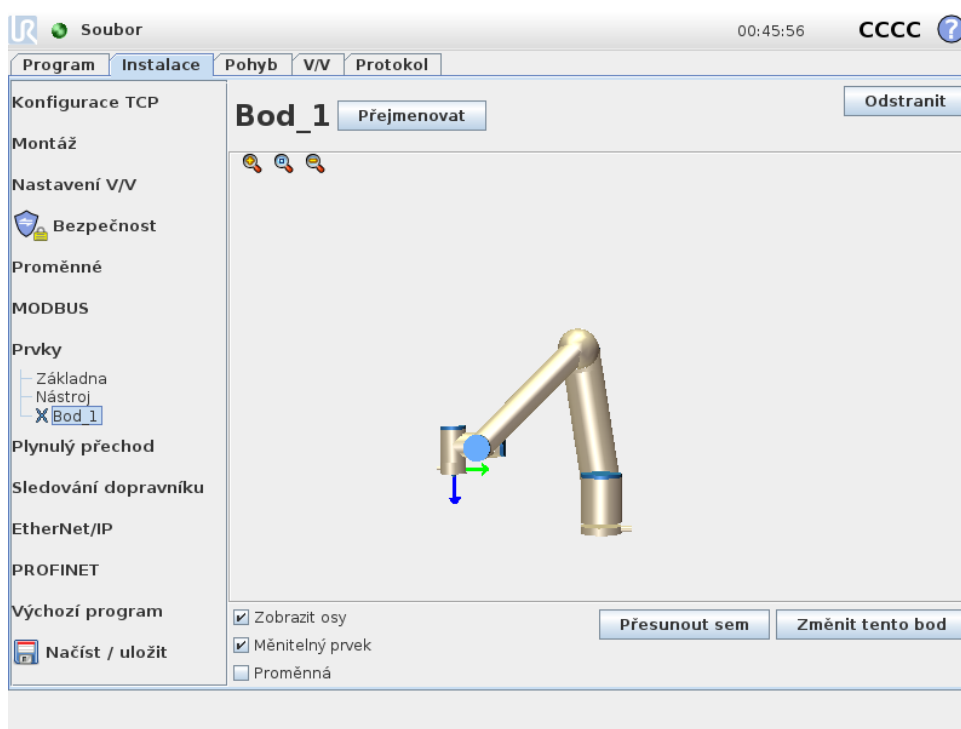
Zvolte, zda bude vybraný prvek krokovatelný. Určíte tak, zda se bude prvek zobrazovat v nabídce prvků na obrazovce Pohyb.

## Použití příkazu Přesunout robota sem

Stiskněte tlačítko **Přesunout robota sem** pro přemístění ramena robota směrem k vybranému prvku. Na konci tohoto pohybu se budou souřadnicové systémy prvku a polohy TCP shodovat.

### 13.12.2 Nový bod

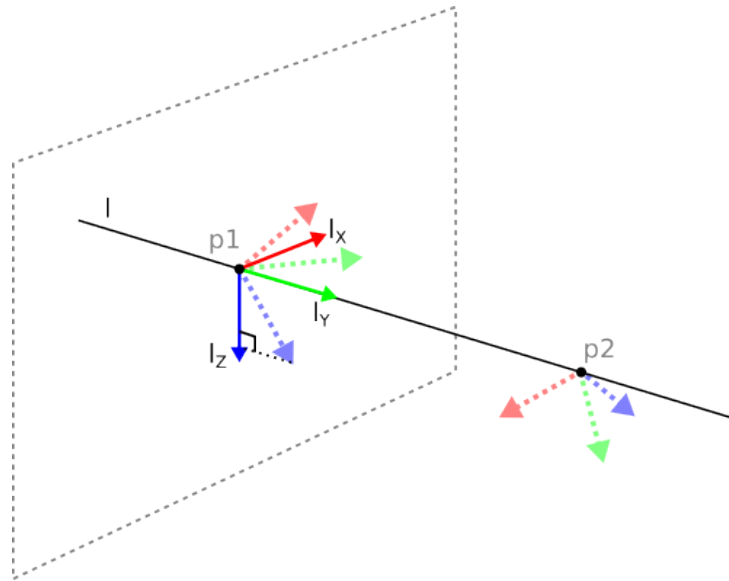
Stisknutím tlačítka **Bod** se přidá do instalace bod. Prvek ve formě bodu definuje bezpečnostní hranici nebo Při definování bezpečnostní hranice nebo globální základní konfiguraci ramena robota. Poloha bodu je definována jako poloha a orientace TCP.



### 13.12.3 Nová přímka

Stisknutím tlačítka **Přímka** se přidá do instalace přímka. Prvek přímky definuje přímky, po kterých má robot postupovat. (např. při použití sledování dopravníku). Přímka *l* je definována

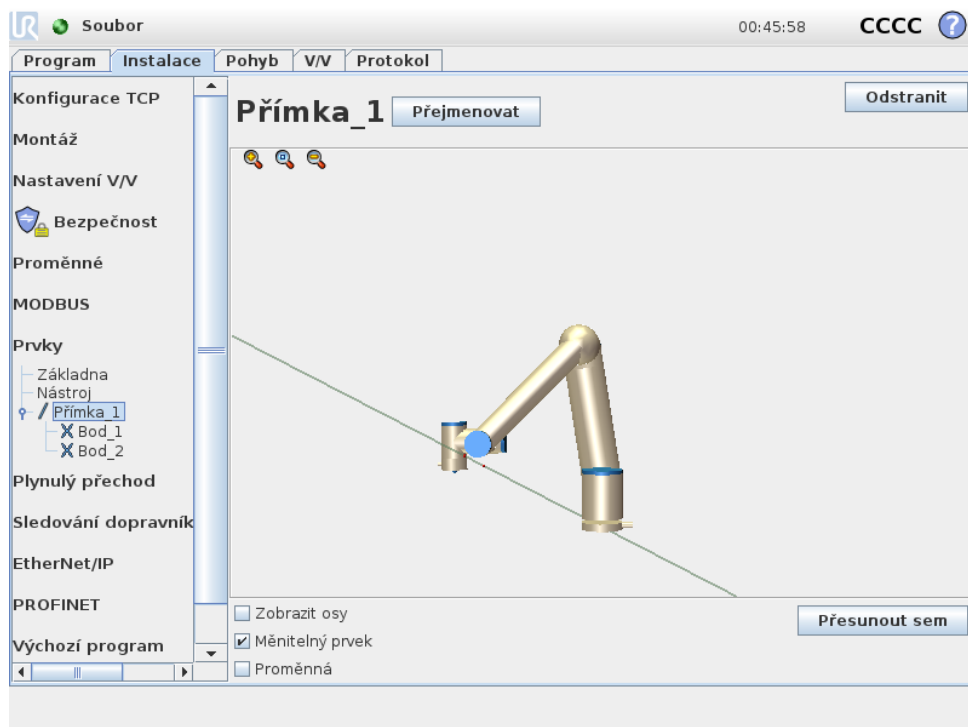
jako osa mezi dvěma bodovými prvky  $p1$  a  $p2$ , jak znázorňuje obr. 13.3.



Obrázek 13.3: Definice prvku přímky

Na obrázku 13.3 představuje osa vedená směrem od prvního bodu k druhému bodu osu Y souřadnicového systému přímky. Osa Z je definována průmětem osy Z z bodu  $p1$  do roviny kolmé k této přímce. Poloha souřadnicového systému přímky je stejná s polohou bodu  $p1$ .

Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.



### 13.12.4 Prvek roviny

Zvolte prvek rovina, když potřebujete rámec s vysokou přesností, např. při práci s kamerovým systémem nebo u pohybů ve vztahu ke stolu.

### Přidat rovinu

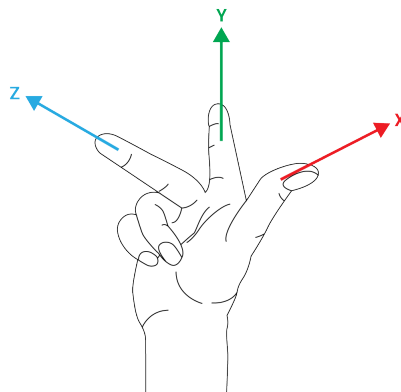
1. V položce Instalace zvolte možnost **Prvky**.
2. V položce Instalace zvolte možnost **Rovina**.

### Výuka roviny

Když stisknete tlačítko k vytvoření nové roviny, průvodce na obrazovce vám pomůže vytvořit rovinu.

1. Zvolit počátek (origo)
2. Přesuňte robota k definování směru kladné osy X roviny
3. Přesuňte robota k definování směru kladné osy Y roviny

Rovina je definovaná s použitím pravidla pravé ruky, takže osa z je vektorový součin osy x a osy y, jak je znázorněno níže.



#### POZNÁMKA:

Můžete přeučit rovinu v protilehlém směru osy x, pokud chcete, aby byla rovina normálou v protilehlém směru.

Upravte stávající rovinu volbou možnosti Rovina a stisknutím Upravit rovinu. Pak použijete stejného průvodce jako pro výuku nové roviny.

### 13.12.5 Příklad: Manuální aktualizace prvku pro nastavení programu

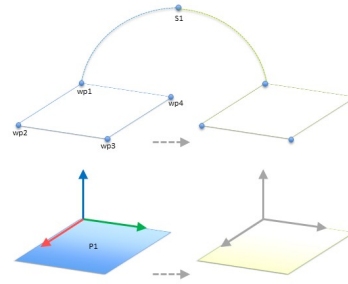
Uvažujme aplikaci, kde se více dílů programu robota vztahuje ke stolu. Obrázek 13.4 ilustruje pohyb z bodů trasy wp1 až wp4.

Aplikace vyžaduje, že by se program měl použít znovu pro více instalací robotů, kde se mírně liší poloha stolu. Pohyb vzhledem ke stolu je totožný. Definováním polohy stolu jako prvku P1 v instalaci lze program s příkazem *PohybL* nakonfigurovaný vzhledem k rovině snadno aplikovat u dalších robotů pouhou aktualizací instalace skutečnou polohou stolu.

Tato koncepce se vztahuje na libovolný počet prvků v aplikaci tak, aby se dosáhlo flexibilního programu, který dokáže vyřešit stejný úkol pro mnoho robotů, a to i kdyby se mezi jednotlivými instalacemi lišila místa v pracovním prostoru.

```

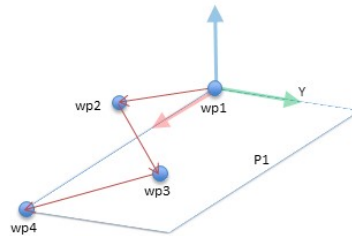
Program robota
  PohybJ
    S1
  PohybL #: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4
  
```



Obrázek 13.4: Jednoduchý program se čtyřmi body trasy ve vztahu k prvku roviny, aktualizovanému ručně změnou prvku

### 13.12.6 Příklad: Dynamická aktualizace polohy prvku

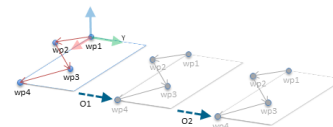
Uvažujme podobnou aplikaci, ve které se robot musí rovněž pohybovat v určitém vzoru na stole s cílem vyřešit konkrétní úkol (viz 13.5).



Obrázek 13.5: Příkaz *PohybL* se čtyřmi body trasy vzhledem k prvku roviny

```

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



Obrázek 13.6: Aplikování posunu na prvek roviny

Pohyb ve vztahu k *P1* se několikrát opakuje, pokaždé s posunem *o* přesazení. V tomto příkladu je přesazení nastaveno na 10 cm ve směru osy *Y* (viz obr. 13.6, přesazení *O1* a *O2*). Toho se dosáhne pomocí skriptovacích funkcí *pose\_add()* nebo *pose\_trans()* pro manipulaci proměnného prvku. Během chodu programu lze místo pouhého přidání přesazení přepnout na zcela jiný prvek. Toto je znázorněno na níže uvedeném příkladu (viz obrázek 13.7), kde lze referenční prvek pro příkaz *PohybL* *P1\_var* přepínat mezi dvěma rovinami *P1* a *P2*.

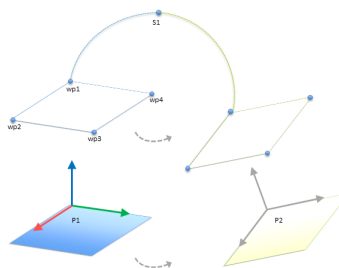
## 13.13 Nastavení sledování dopravníku

Nastavení sledování dopravníku umožňuje sledování až dvou samostatných dopravníků. Nastavení Sledování dopravníku poskytuje možnosti konfigurace robota pro práci s absolutními

```

Program robota
  PohybJ
    S1
  if (digitální_vstup[0]) then
    P1_var = P1
  jinak
    P1_var = P2
  PohybL #: P1_var
    wp1
    wp2
    wp3
    wp4

```



Obrázek 13.7: Přechod z jednoho prvku roviny na druhý

nebo přírůstkovými kodéry, stejně jako s lineárními nebo kruhovými dopravníky.

## Parametry dopravníku

*Přírůstkové:* kodéry lze připojit k digitálním vstupům 0 až 3. Dekódování digitálních signálů probíhá při frekvenci 40 kHz. S využitím **kvadrurního** kodéru (vyžadujícího dva vstupy) robot dokáže určit rychlost i směr dopravníku. Je-li směr dopravníku konstantní, stačí k určení rychlosti dopravníku použít jeden vstup, detekující *Náběžnou*, *Sestupnou*, nebo *Náběžnou i Sestupnou* hranu.

*Absolutní:* kodéry lze připojit prostřednictvím signálu MODBUS. Zde se vyžaduje předkonfigurace registru digitálního výstupu MODBUS v (části 13.11).

## Parametry sledování

*Lineární dopravníky:* V případě výběru lineárního dopravníku je nutno k určení směru dopravníku nakonfigurovat prvek přímky v části **Prvky** instalace. Zajistěte přesnost umístěním prvku přímky rovnoběžné se směrem dopravníku, přičemž mezi dvěma body definujícími prvek přímky musí být dostatečně velká vzdálenost. Prvek přímky nakonfigurujte umístěním nástroje těsně ke straně dopravníku při vytyčování dvou určujících bodů. Pokud je směr prvku přímky proti směru pohybu dopravníku, použijte tlačítko **Opačný směr**.

Pole **Impulzů na metr** se využívá k zadání počtu impulzů, které kodér vygeneruje během pohybu dopravníku o jeden metr.

*Kruhové dopravníky:* Při sledování kruhového dopravníku je nutno definovat střed dopravníku.

1. Definujte střed v instalaci v části **Prvky**. Hodnota **Impulzy na otáčku** musí být počet impulzů, které kodér vygeneruje během jednoho otočení dopravníku.
2. Za účelem sledování otáčení dopravníku orientací nástroje zaškrtněte políčko **Otáčecí nástroj s dopravníkem**.

## 13.14 Hladký přechod mezi bezpečnostními režimy

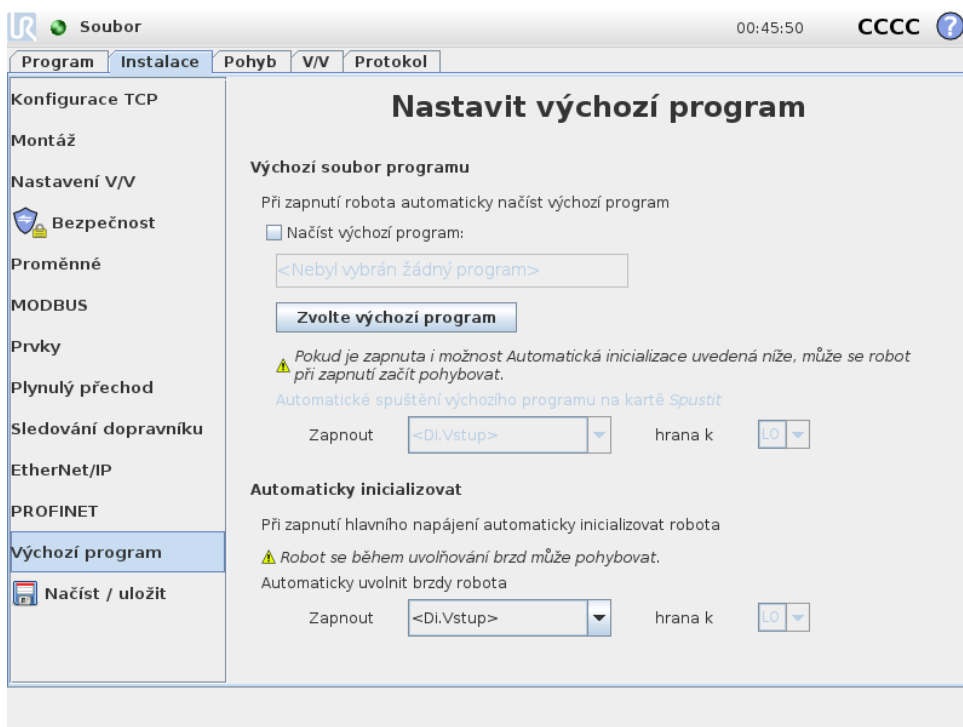
Při přepínání mezi bezpečnostními režimy během události (tj. vstup omezeného režimu, spouštěcí roviny omezeného režimu, bezpečné zastavení a třípolohové aktivačního zařízení) má robotové rameno za úkol během 0,4s zajistit „měkký“ přechod. Stávající aplikace mají nezměněné chování, což odpovídá „tvrdému“ nastavení. Nové instalační soubory standardně přecházejí

na „měkké“ nastavení.

### 13.14.1 Nastavení zrychlení/zpomalení

- Stiskněte kartu Instalace.
- V postranní nabídce vyberte možnost Hladký přechod.
- Zvolte „Tvrdé“, chcete-li mít vyšší zrychlení/zpomalení, nebo zvolte „Měkké“, má-li být výchozí nastavení přechodu hladší.

## 13.15 Instalace → Výchozí program



Obrazovka Spuštění obsahuje nastavení pro automatické načtení a spuštění výchozího programu, a pro automatickou inicializaci ramene robota při zapnutí.



#### UPOZORNĚNÍ:

1. V případě současné aktivace automatického zatížení, automatického startu a automatické inicializace robot spustí program po zapnutí ovládací jednotky, pokud vstupní signál odpovídá vybrané úrovni signálu. Například přechod hrany na zvolenou úroveň signálu nebude v tomto případě nutný.
2. Použijte výstrahu, je úroveň signálu natavena na možnost NÍZKÁ. Vstupní signály standardně nízké, což vede k automatickému spuštění programu bez vnějšího signálu.

## Načtení výchozího programu

Po zapnutí ovládací jednotky je načten výchozí program. Výchozí program se automaticky načte také v případě, že je aktivní obrazovka **Spustit program** (viz 11.4) a není načten žádný program.

## Spuštění výchozího programu

Výchozí program se automaticky spustí na obrazovce **Spustit program**. Pokud je načten výchozí program a je detekován přechod hrany specifikovaného externího vstupního signálu, program se spustí automaticky.

Při spuštění není aktuální úroveň vstupního signálu definována. Výběrem přechodu, který odpovídá úrovni signálu při spuštění, se program spustí okamžitě. Po zavření obrazovky **Spustit program** nebo klepnutí na tlačítko Zastavit na Ovládacím panelu se funkce automatického spuštění vypne do doby, než se opět stiskne tlačítko Spustit.

## Automatická inicializace

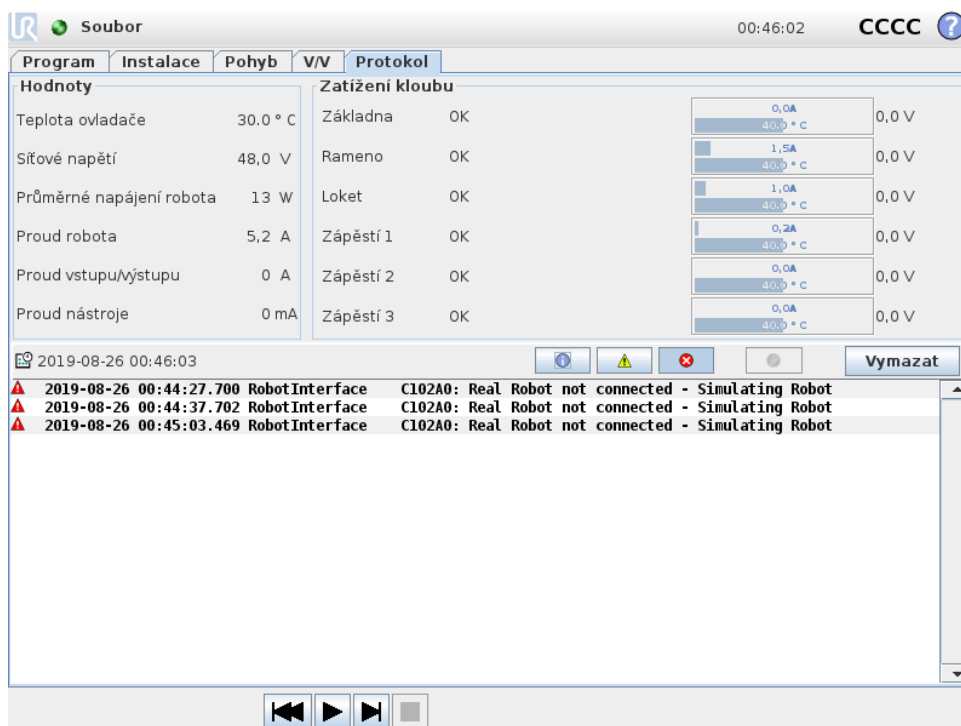
Rameno robota je automaticky inicializováno. Při specifikovaném přechodu hrany externího vstupního signálu se rameno robota bez ohledu na aktivní obrazovku zcela inicializuje.

Uvolnění brzdy je posledním stádiem inicializace. Při uvolnění brzdy provádí rameno robota malý pohyb a ozve se klapnutí. Brzdy také nelze automaticky uvolnit v případě, že nakonfigurované umístění neodpovídá umístění zjištěnému (na základě údajů ze snímače). V takovém případě je nutno robota inicializovat ručně na obrazovce inicializace (viz 11.5).

Při spuštění není aktuální úroveň vstupního signálu definována. Výběrem přechodu, který odpovídá úrovni signálu při spuštění, se okamžitě inicializuje rameno robota.

Funkce automatické inicializace funguje, když je vypnuto pouze rameno robota.

## 13.16 Karta Protokol



The screenshot shows the 'Karta Protokol' window with the following data:

Program	Instalace	Pohyb	V/V	Protokol
<b>Hodnoty</b>				
Teplota ovladače	30,0 °C	Základna	OK	0,0A 40,0 °C
Síťové napětí	48,0 V	Rameno	OK	1,5A 40,0 °C
Průměrné napájení robota	13 W	Loket	OK	1,0A 40,0 °C
Proud robota	5,2 A	Zápěstí 1	OK	0,2A 40,0 °C
Proud vstupu/výstupu	0 A	Zápěstí 2	OK	0,0A 40,0 °C
Proud nástroje	0 mA	Zápěstí 3	OK	0,0A 40,0 °C

Log entries:

- 2019-08-26 00:44:27.700 RobotInterface C102A0: Real Robot not connected - Simulating Robot
- 2019-08-26 00:44:37.702 RobotInterface C102A0: Real Robot not connected - Simulating Robot
- 2019-08-26 00:45:03.469 RobotInterface C102A0: Real Robot not connected - Simulating Robot

**Technický stav robota** V horní polovině obrazovky jsou uvedeny informace o stavu ramene robota a ovládací jednotky robota.

Na levé straně obrazovky se zobrazují informace týkající se ovládací jednotky robota, zatímco pravá strana obrazovky zobrazuje informace o kloubu robota. U každého kloubu robota se zobrazuje teplota motoru a elektroniky, zatížení kloubů a napětí.

**Protokol robota** Zprávy se zobrazují ve spodní části obrazovky. V prvním sloupci jsou uvedeny kategorie závažnosti jednotlivých záznamů a údajů v protokolu. Ve druhém sloupci je uveden čas příchodu zpráv. Další sloupec obsahuje odesílatele zprávy. V posledním sloupci je vlastní text zprávy. Zprávy lze filtrovat výběrem přepínačů, které odpovídají závažnosti položky protokolu. Na obrázku výše je znázorněno, že během filtrování informačních a varovných zpráv se zobrazují chyby. Některé zprávy protokolu jsou navrženy tak, aby poskytovaly více informací. Toho lze docílit výběrem položky protokolu.

### 13.16.1 Ukládání chybových zpráv

Jakmile dojde k chybě v programu PolyScope, generuje se protokol chyby. V kartě Protokol můžete sledovat a/nebo exportovat generované sestavy do jednotky USB (viz 13.16). Sledovat a exportovat lze následující přehled chyb:

- Závada
- Interní výjimky PolyScope
- Ochranné zastavení
- Nezpracovaná výjimka v souboru URCap
- Narušení

Exportovaná zpráva obsahuje: uživatelský program, protokol historie, instalaci a seznam aktivních služeb.

**Chybová zpráva** Je-li v řádku protokolu zobrazena ikona papíru, k dispozici je podrobné stavové hlášení.

- Vyberte řádek protokolu a klepnutím na tlačítko Uložit zprávu uložíte zprávu na jednotku USB.
- Zprávu lze uložit během chodu programu.



**POZNÁMKA:**

Nejstarší zpráva se vymaže, jakmile se vygeneruje nová. Ukládá se pouze posledních pět zpráv.

## 13.17 Obrazovka načtení

Na této obrazovce zvolíte program, který chcete načíst. Existují dvě verze této obrazovky: jedna slouží pro načítání a provádění programu, druhá slouží k jeho úpravě.

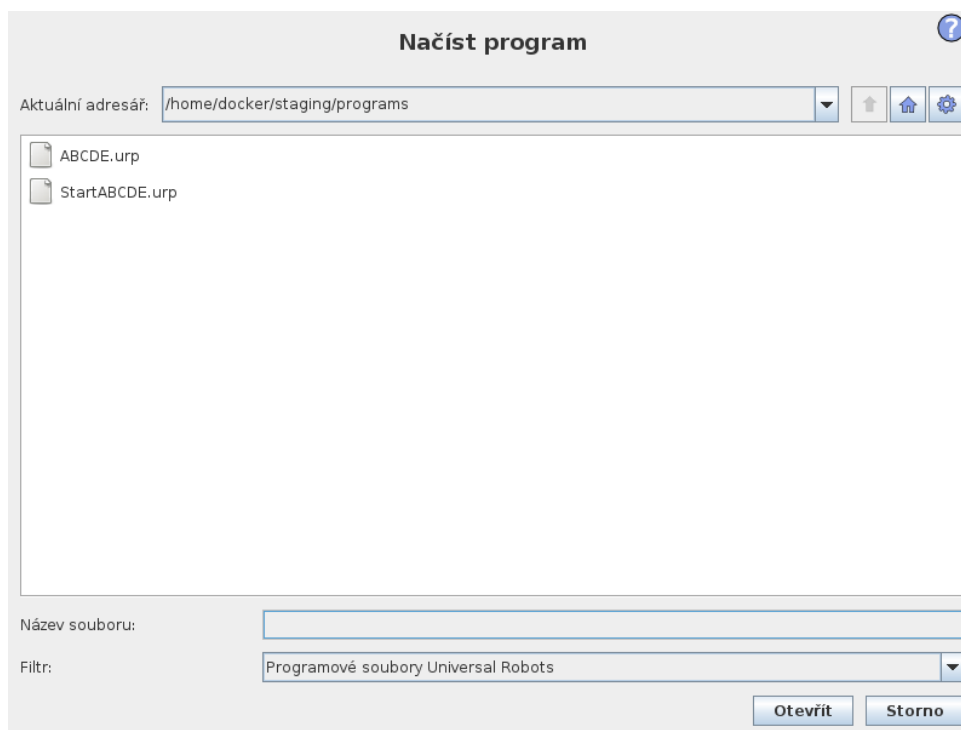
**POZNÁMKA:**

Nedoporučujeme spouštět program z disku USB. Chcete-li spustit program uložený na disku USB, nejdříve jej načtete a poté uložte do místní složky programy pomocí tlačítka **Uložit jako...** v nabídce **Soubor**.

Hlavní rozdíl spočívá v akcích, které jsou dostupné uživateli. Na základní obrazovce načtení bude mít uživatel k souborům pouze přístup – nebude je moci upravovat ani mazat. Uživatel dále nemůže opustit adresářovou strukturu složky programů. Uživatel může přejít do podadresáře, nejvyšší dostupnou úroveň však představuje složka programy.

Proto je nutné, aby všechny programy byly uloženy v programové složce či v podsložkách této složky.

## Uspořádání obrazovky



Tento obrázek znázorňuje obrazovku pro načtení. Skládá se z následujících důležitých oblastí a tlačítek:

**Historie tras** Historie tras obsahuje seznam tras vedoucích až do stávajícího umístění. To znamená, že jsou uvedeny všechny nadřazené adresáře až po kořenový adresář počítače. Zde se může stát, že nebudete mít přístup ke všem adresářům nad složkou programu.

Po vybrání názvu složky v seznamu se dialogové okno načtení změní na příslušný adresář a zobrazí jej v oblasti výběru souborů (viz 13.17).

**Oblast výběru souborů** V této oblasti dialogu je zobrazen obsah aktuální oblasti. Uživatel může soubor vybrat jedním kliknutím nebo jej otevřít poklikáním na název souboru.

Adresáře lze vybrat dlouhým stiskem cca 0,5 s. Vstup do složky a prezentace jejího obsahu se provádí jediným kliknutím.

**Filtr souborů** Pomocí filtru souborů lze omezit zobrazené soubory a naopak zahrnout typ souborů dle vlastního přání. Vyberete-li možnost **Záložní soubory**, zobrazí se v oblasti výběru souborů posledních 10 uložených verzí každého programu, přičemž přípona `.old0` představuje nejnovější a `.old9` nejstarší verzi souboru.

**Pole souboru** Zde je uveden aktuálně zvolený soubor. Uživatel může zadat název souboru ručně nebo kliknout na ikonu klávesnice vpravo od pole. Klávesnice se poté zobrazí v samostatném okně, ve kterém uživatel může zadat název přímo na obrazovce.

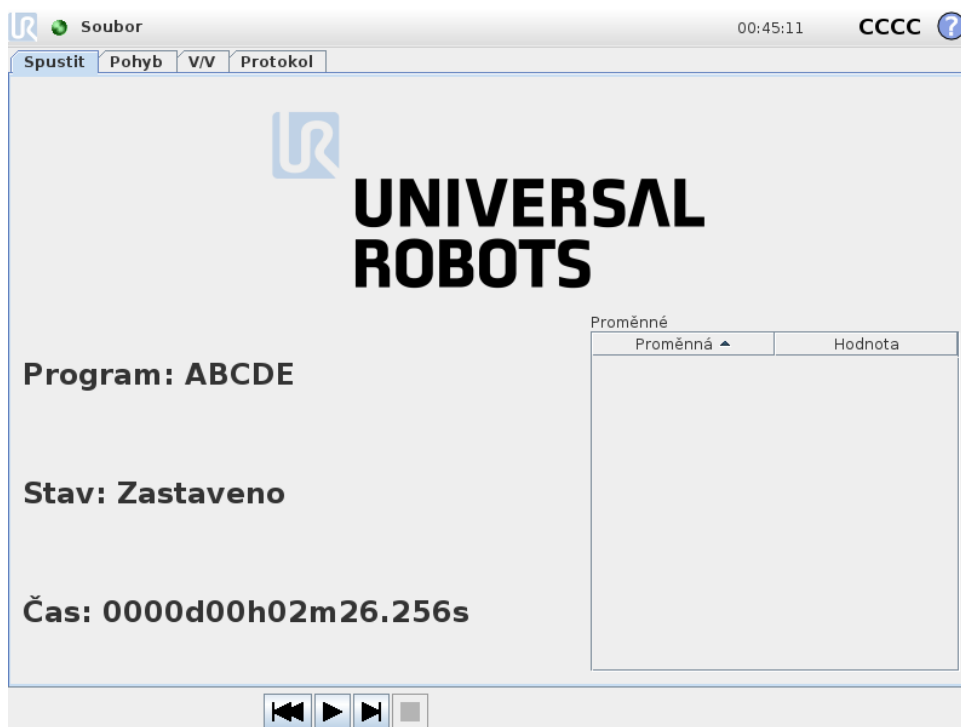
**Tlačítko Otevřít** Kliknutím na tlačítko Otevřít otevřete aktuálně zvolený soubor a vrátíte se na předchozí obrazovku.

**Tlačítko Storno** Kliknutím na tlačítko Storno přerušíte aktuální proces načítání a obrazovka se přepne na předchozí obrázek.

**Tlačítka Akce** Skupina tlačítek umožňuje uživateli provádět některé akce, které jsou jinak dostupné po kliknutí pravým tlačítkem na název souboru v běžném dialogovém okně souboru. Tyto funkce jsou rozšířeny o možnost přejít nahoru v adresářové struktuře a přímo na programovou složku.

- **Nadřazená:** Slouží k přechodu nahoru v adresářové struktuře. Tlačítko nebude aktivní ve dvou případech: pokud je aktuální adresář nejvyšším adresářem nebo pokud je obrazovka v omezeném režimu a aktuální adresář je programový adresář.
- **Přejít do programové složky:** Slouží k přechodu do výchozí složky.
- **Akce:** Slouží k provádění akcí, například vytvoření adresáře, odstranění souboru apod.

## 13.18 Karta Spustit



Tato karta poskytuje jednoduchý způsob ovládní ramene a ovládací jednotky robota pomocí nejmenšího nutného množství tlačítek a voleb. Tuto možnost lze využít společně s heslem chráněnou programovací částí rozhraní PolyScope (viz 15.3) k používání robota jako nástroje, který spouští výhradně předem připravené programy.

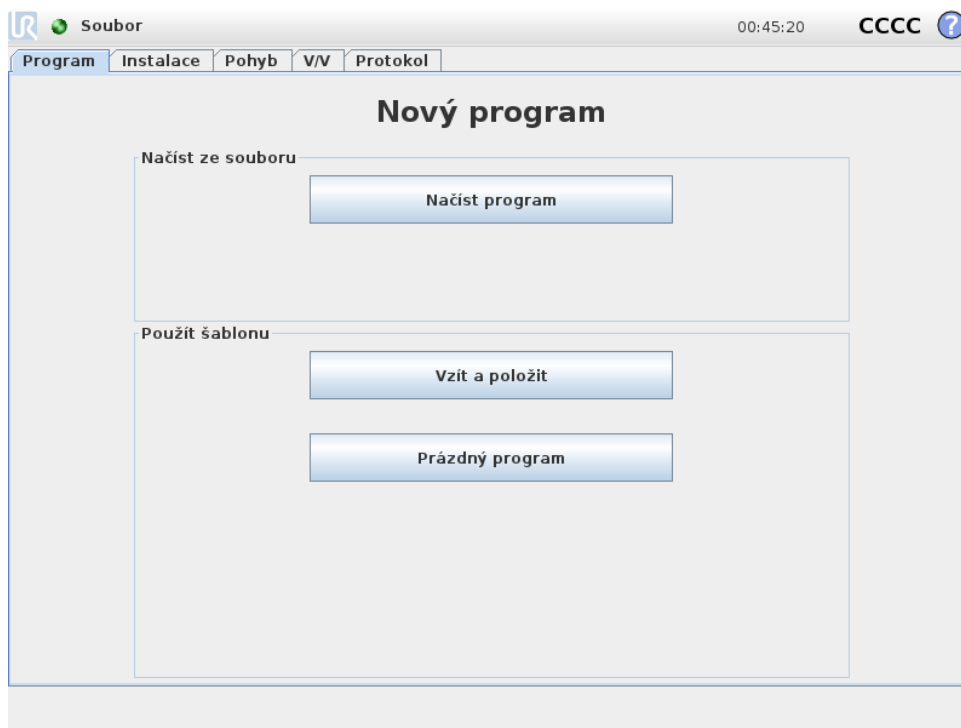
Dále lze na této kartě automaticky načíst a spustit výchozí program na základě přechodu hrany externího vstupního signálu (viz 13.15). Kombinaci automatického načtení a spuštění výchozího programu a automatické inicializace při zapnutí lze použít například při integraci ramene robota s jiným strojem.



Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.

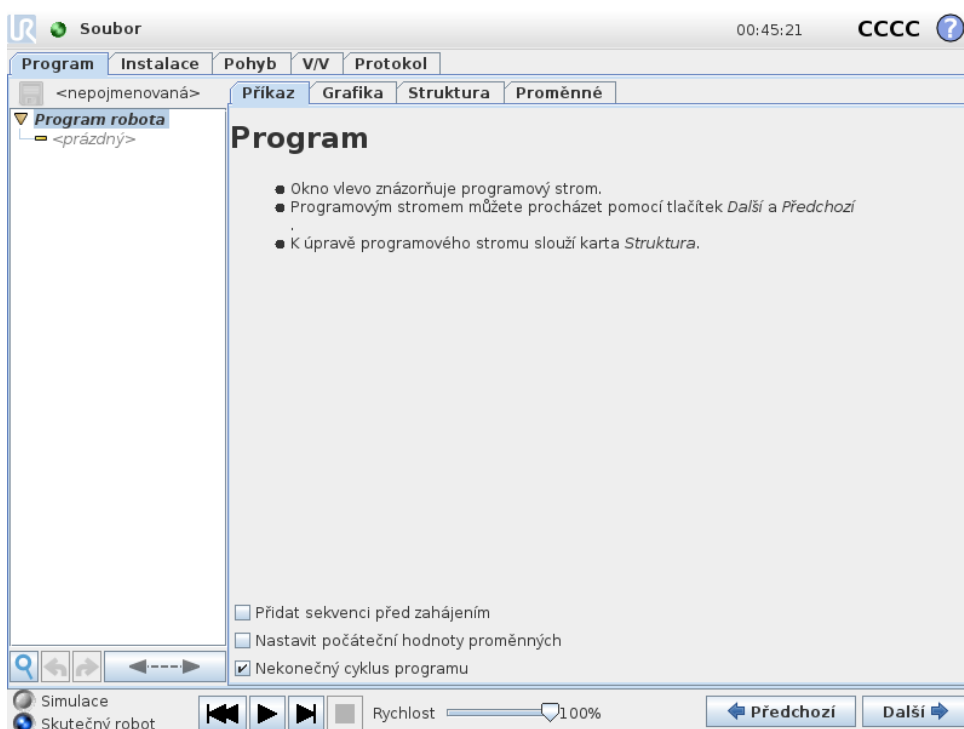
# 14 Programování

## 14.1 Nový program



Nový program robota lze vytvořit buď ze *šablony*, anebo z existujícího (uloženého) programu robota. *Šablona* poskytuje celkovou strukturu programu, je tedy nutné pouze doplnit podrobnosti programu.

## 14.2 Karta Program



Karta Program zobrazuje program, který se aktuálně upravuje.

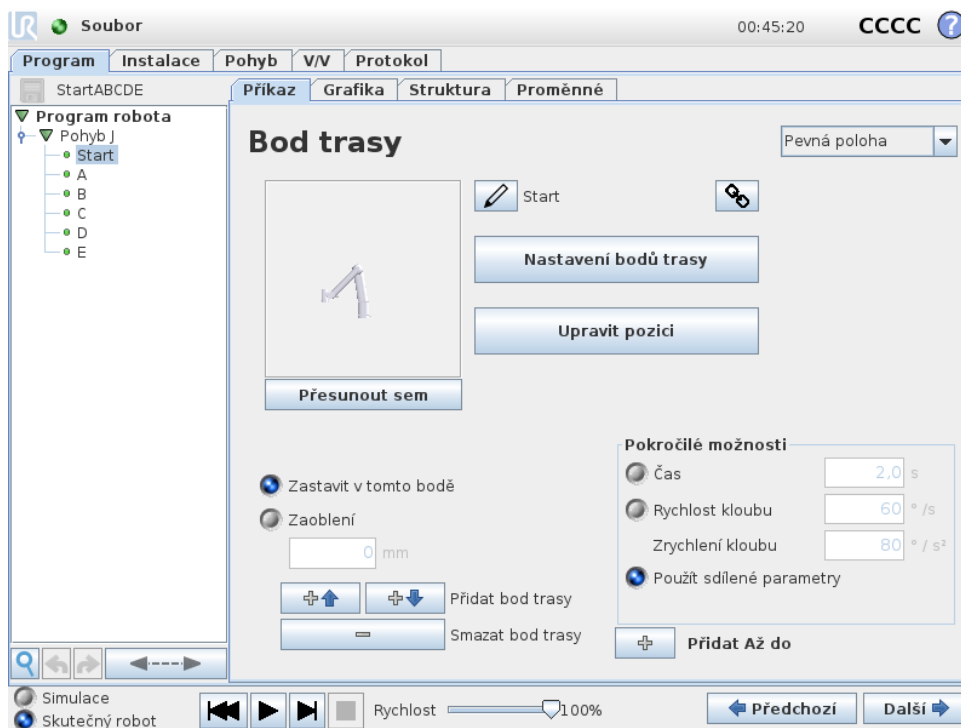
### 14.2.1 Programový strom







**Programový strom** na levé straně obrazovky zobrazuje program jako seznam příkazů, zatímco oblast na obrazovce vpravo zobrazuje informace týkající se aktuálního příkazu.

Aktuální příkaz vyberete kliknutím na seznam příkazů nebo pomocí tlačítek **Předchozí** a **Další** vpravo dole na obrazovce. Příkazy lze vkládat a odebírat pomocí karty **Struktura**. Název programu je uveden přímo nad seznamem příkazů s malou ikonou disku. Kliknutím na tuto ikonu můžete program rychle uložit.



V programovém stromě je příkaz, který se právě provádí, zvýrazněn, jak je popsáno v 14.2.2.

## 14.2.2 Signalizace běhu programu





**Programový strom** obsahuje vizuální informace o příkazu právě prováděném ovládací jednotkou robota. Nalevo od ikony příkazu se nachází malá ikona indikátoru , a název prováděcího příkazu a všech příkazů, kterým je tento příkaz podřízen (obvykle označeno ikonami příkazů  / ), je zvýrazněn modře. To pomáhá uživateli v nalezení prováděcího příkazu ve stromu. Například, pokud se robotické rameno pohybuje směrem k bodu trasy, příslušný podřízený příkaz bodu trasy je označen ikonou  a jeho název, spolu s názvem příkazu Pohyb (viz 14.4), ke kterému patří, jsou zobrazeny modře. Pokud je program pozastaven, ikona pro spuštění programu označuje poslední příkaz, který byl v procesu proveden. Kliknutím na tlačítko s ikonou  pod programovým stromem lze přejít k právě prováděnému nebo poslednímu provedenému příkazu ve stromu. V případě kliknutí na příkaz během chodu programu se bude zobrazovat karta Příkaz s informacemi vztahujícími se k vybranému příkazu. Po stisku tlačítka  bude karta Příkaz znovu trvale zobrazovat informace o aktuálně prováděných příkazech.

### 14.2.3 Tlačítko Hledat

Klepnutím na  lze vyhledávat text v programovém stromu. Po kliknutí lze zadat text k vyhledávání a příslušné programové uzly budou zvýrazněny žlutě. Dále jsou zpřístupněna navigační tlačítka k navigaci po shodách. Vyhledávání lze opustit stiskem ikony . Poznámka: Programový strom musí být rozšířen pro přístup dalších navigačních tlačítek.

### 14.2.4 Tlačítka Zpět/Znovu

Tlačítka s ikonami  a  v nástrojové liště na základně programového stromu slouží ke zrušení a opakovanému provedení změn provedených v programovém stromu a v příkazech, které obsahuje.

### 14.2.5 Ovládací panel programu

Nejnižší částí obrazovky je *Ovládací panel*. *Ovládací panel* obsahuje řadu tlačítek podobných starému typu magnetofonu, jejichž pomocí lze program spustit a zastavit, postupovat po jednotlivých krocích nebo celý program restartovat. Pomocí *posuvníku rychlosti* můžete rychlost programu kdykoli upravit. Tím přímo ovlivníte rychlost, kterou se rameno robota pohybuje. *Posuvník rychlosti* navíc v reálném čase ukazuje relativní rychlost, kterou se rameno robota pohybuje, a to s ohledem na bezpečnostní nastavení. Uvedená procentuální hodnota představuje maximální dosažitelnou rychlost probíhajícího programu, aniž by došlo k narušení bezpečnostních limitů.

Vlevo od *ovládacího panelu* jsou tlačítka *Simulace* a *Skutečný robot*, která slouží k přepínání mezi spuštěním programu jako simulace a spuštěním skutečného robota. Při spuštění simulace se rameno robota nepohybuje, nemůže tedy dojít ke kolizi a k poškození robota ani okolního zařízení. Simulace umožňuje otestování programu, pokud si nejste jisti činností ramene robota.



#### NEBEZPEČÍ:

1. Při stisknutí tlačítka *Spustit* byste se měli nacházet mimo pracovní prostor robota. Naprogramovaný pohyb nemusí být takový, jaký jste očekávali.
2. Tlačítko *Krok* použijte pouze v absolutně nejnutnějších případech. Při stisknutí tlačítka *Krok* byste se měli nacházet mimo pracovní prostor robota.
3. Vždy svůj program otestujte snížením rychlosti pomocí *posuvníku rychlosti*. Logické chyby, které integrátor zanesl při programování, mohou způsobit nečekané pohyby ramene robota.
4. V případě nouzového nebo ochranného zastavení se program robota zastaví. V programu lze pokračovat, pokud se žádný kloub neposunul o více než 10°. Při stisknutí tlačítka pro chod programu se robot bude pohybovat pomalu zpět na trajektorii, a následně dále pokračovat v provádění programu.

Během sestavování programu jsou výsledné pohyby ramene robota znázorňovány pomocí 3D nákresu na kartě *Grafika*, která je popsána v 14.30.

Vedle každého příkazu programu se nachází malá ikona, která může mít červenou, žlutou nebo zelenou barvu. Červená ikona znamená chybu v příkazu, žlutá znamená, že příkaz není dokončen, a zelená znamená, že je vše v pořádku. Program lze spustit pouze tehdy, jsou-li všechny příkazy zelené.

## 14.3 Proměnné

Program robota může pomocí proměnných během provozu ukládat a aktualizovat různé hodnoty. K dispozici jsou dva druhy proměnných:

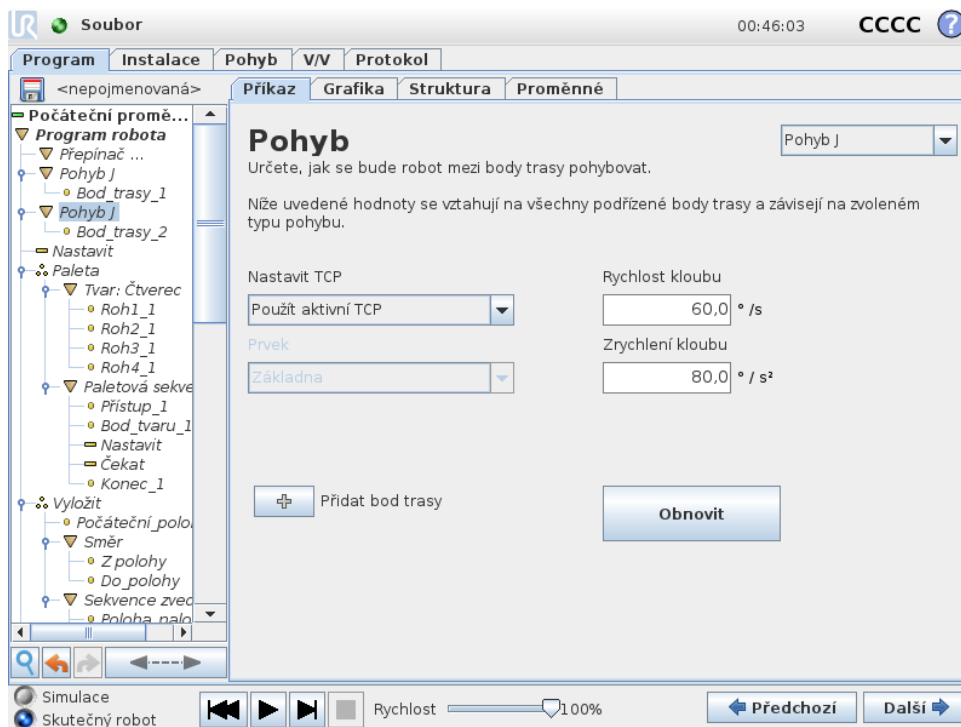
*Instalační proměnné:* Používat lze více programů a jejich názvy a hodnoty jsou spolu s instalací robota trvalé (viz 13.10). Hodnota proměnných instalace se uchovává i po restartování robota a ovládací skříně.

*Běžné programové proměnné:* Jsou dostupné pouze pro spuštěný program a jejich hodnoty se po ukončení programu odstraní.

*Typy proměnných:*

<i>bool</i>	Logická proměnná (boolean), která může nabývat buď hodnoty Pravda, nebo Nepravda.
<i>int</i>	Celočíselná hodnota v rozsahu od -2147483648 do 2147483647 (32 bitů).
<i>float</i>	Číslo s pohyblivou řádovou čárkou (desetinné) (32 bitů).
<i>řetězec</i>	Sekvence znaků.
<i>pozice</i>	Vektor popisující umístění a orientaci kartézského prostoru. Jedná se o kombinaci vektoru polohy ( $x, y, z$ ) a vektoru otočení ( $rx, ry, rz$ ) které představují orientaci, zapsáno jako $p[x, y, z, rx, ry, rz]$ .
<i>seznam</i>	Řada proměnných.

## 14.4 Příkaz: Pohyb



Příkaz **Pohyb** ovládá pohyb robota přes základní body trasy. Body trasy musí být uvedeny pod příkazem Pohyb. Příkaz Pohyb definuje zrychlení a rychlost, kterou se rameno robota mezi body trasy pohybuje.

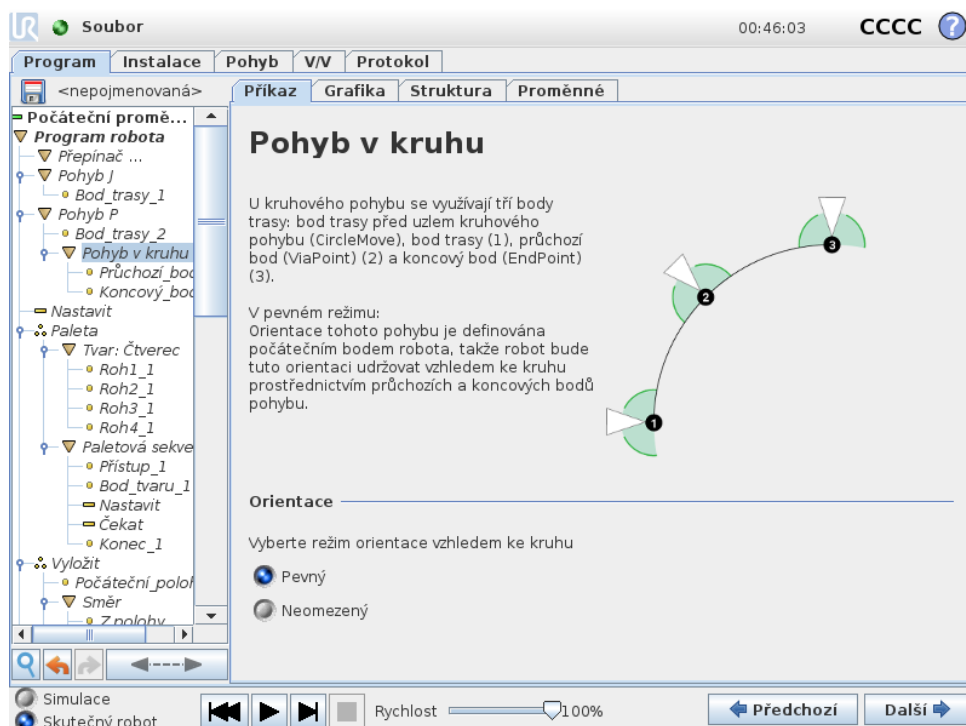
### Typy pohybu

Můžete vybrat jeden ze tří typů pohybu: **PohybJ**, **PohybL** a **PohybP**. Jednotlivé typy pohybu jsou popsány níže.

- Příkazem **PohybJ** se provádí pohyby, které jsou vypočítávány v **prostoru kloubu** ramene robota. Všechny klouby jsou řízeny tak, aby dosáhly požadované koncové polohy současně. Tento typ pohybu má za následek trasu nástroje ve tvaru křivky. Sdílenými parametry použitými pro tento typ pohybu jsou maximální rychlost kloubu a zrychlení kloubu, udávají se v jednotkách  $stupn/s$  a  $stupn/s^2$ . Pokud se požaduje rychlejší pohyb ramene robota mezi body trasy bez ohledu na trasu nástroje mezi těmito body, je tento typ pohybu nejvhodnější volbou.
- **PohybL** pohybuje středovým bodem nástroje (TCP) lineárně mezi dvěma body trasy. To znamená, že každý kloub provede složitější pohyb tak, aby se nástroj pohyboval po přímé trase. Sdílené parametry, které lze nastavit pro tento typ pohybu, jsou požadovaná rychlost nástroje a zrychlení nástroje v jednotkách  $mm/s$  a  $mm/s^2$ , a dále převk.
- **PohybP** pohybuje nástrojem lineárně konstantní rychlostí s kruhovým zaoblením. Tento typ je určen pro některé speciální postupy, např. lepení nebo dávkování. Velikost zaoblení je ve výchozím nastavení sdílena pro všechny body trasy. Nižší hodnota bude znamenat ostřejší zatočení, vyšší hodnota bude znamenat plynulejší trasu. Protože se rameno robota pohybuje po trase konstantní rychlostí, nemůže ovládací panel robota čekat na operaci V/V či akci obsluhy. Tyto akce povedou k přerušení pohybu ramene robota nebo k ochrannému zastavení.
- Přidáním příkazu **Pohyb v kruhu** k příkazu **PohybP** lze vytvořit kruhový pohyb. Robot zahájí pohyb z aktuální polohy nebo počátečního bodu, pohybuje se přes průchozí bod (**ViaPoint**), daný kruhovým obloukem, a koncový bod (**EndPoint**), který doplňuje kruhový pohyb.

Režim se využívá k výpočtu orientace nástroje v celém kruhovém oblouku. Režim může být:

- Pevný: k určení orientace nástroje se využívá pouze počáteční bod
- Neomezený: počáteční bod se převádí na koncový bod (**EndPoint**) a definuje tak orientaci nástroje



Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.

## Sdílené parametry

Sdílené parametry v pravém dolním rohu obrazovky Pohyb se vztahují na pohyb z předchozí polohy ramene robota do prvního bodu trasy podle příkazu, a dále z tohoto bodu do každého následujícího bodu trasy. Nastavení příkazu Pohyb se netýkájí trasy *od* posledního bodu trasy podle příkazu Pohyb.

### Výběr TCP

Bod TCP využívaný pro body trasy v rámci tohoto příkazu lze zvolit z rozbalovací nabídky. Lze vybírat z uživatelem definovaných TCP z instalace, aktivních TCP nebo jednoduše pomocí příruby nástroje. V případě výběru uživatelem definovaného TCP nebo aktivního TCP, pohyb v rámci tohoto příkazu Pohyb bude upraven s ohledem na tuto skutečnost. V případě výběru příkazu **Použit přírubu nástroje** se nepoužije žádný TCP a pohyb v rámci tohoto příkazu Pohyb bude ve vztahu k přírubě nástroje (tj. žádné úpravy pohybu).

Pokud je aktivní TCP tohoto pohybu určen při běhu programu, musí se nastavit dynamicky pomocí příkazu Set (Nastavit) (viz 14.11) nebo pomocí příkazů skriptu. Další informace o konfiguraci uvedených TCP (viz 13.6).

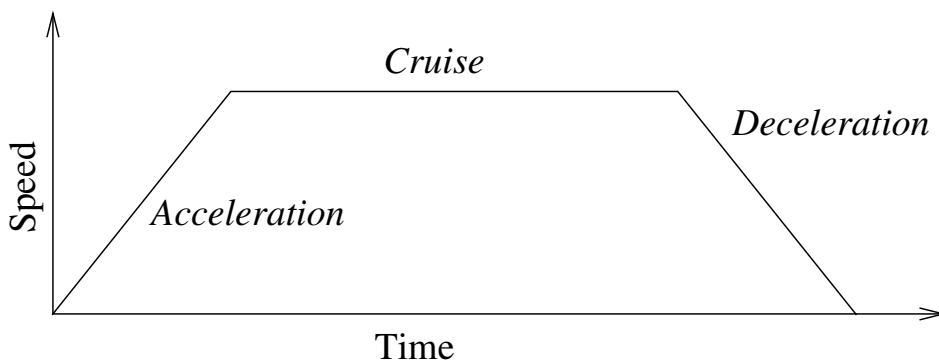
### Volba prvků

Prostory prvků, v nichž budou vyjádřeny příkazu Pohyb při zadávání těchto bodů (viz část 13.12). To znamená, že při nastavování bodu trasy si program zapamatuje souřadnice nástroje vzhledem k prostoru zvoleného prvku. Několik aspektů vyžaduje podrobné vysvětlení:

*Relativní body trasy:* Zvolený prvek nemá na relativní body trasy žádný vliv. Relativní pohyb je vždy prováděn ve vztahu k orientaci **základny**.

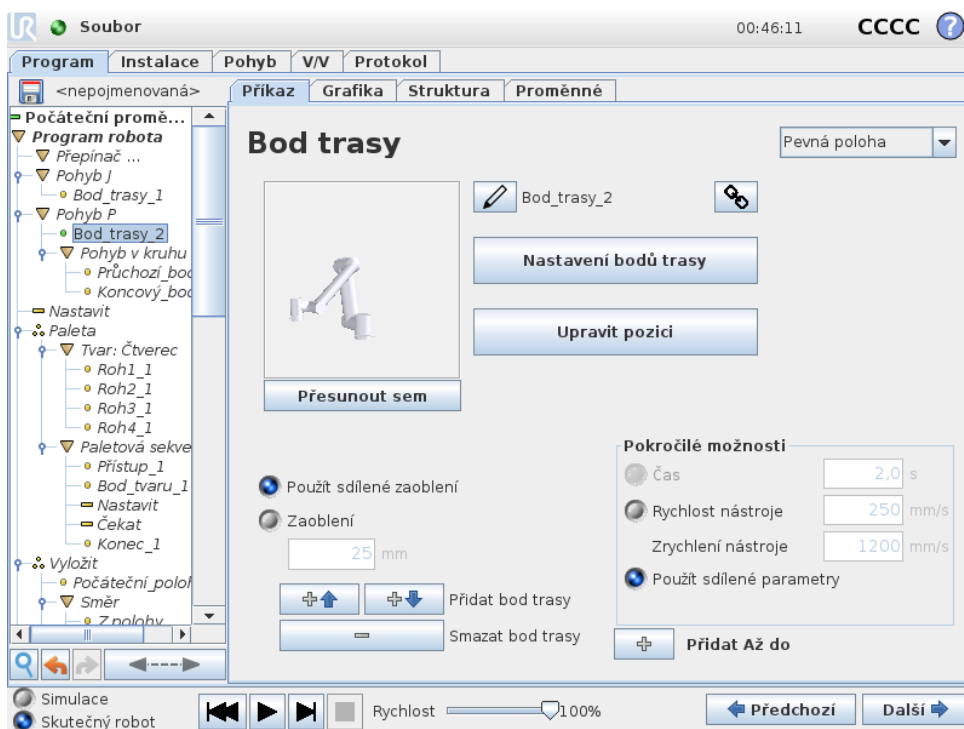
*Proměnné body trasy:* Když se rameno robota pohybuje do proměnného bodu trasy, středový bod nástroje (TCP) se vždy vypočítá jako souřadnice proměnné v prostoru zvoleného prvku. Pohyb ramene robota v proměnném bodě trasy se proto vždy změní, když vyberete jiný prvek.

*Proměnný prvek:* Pokud jsou některé z prvků v aktuálně načtené instalaci zvoleny jako proměnné, budou odpovídající proměnné rovněž k dispozici v nabídce pro volbu prvků. Pokud je zvolena proměnná prvek (označená názvem prvku a příponou „\_var“), pohyby ramene robota (s výjimkou **relativních** bodů trasy) se vztahují ke skutečné hodnotě proměnné během spuštění programu. Počáteční hodnota proměnné prvku je hodnota vlastního prvku dle konfigurace při instalaci. V případě změny této hodnoty se změní také pohyby robota.



Obrázek 14.1: Rychlostní profil pohybu. Křivka je rozdělena do tří segmentů: zrychlení, plynulý pohyb a zpomalení. Úroveň fáze plynulého pohybu je dána nastavením rychlosti pohybu, zatímco strmost fází zrychlení a zpomalení je dána parametrem zrychlení.

## 14.5 Příkaz: Pevný bod trasy



Bod na trase robota. Body trasy představují nejzákladnější součást programu robota, protože určují polohu ramene robota. Bod trasy s pevnou polohou lze zadat (naučit, naprogramovat) fyzickým přemístěním ramene robota do příslušné polohy.

### Nastavení bodu trasy

Stisknutím tohoto tlačítka přejdete na obrazovku Pohyb, na níž můžete zadat polohu ramene robota pro tento bod trasy. Pokud se bod trasy nachází pod příkazem Pohyb v lineárním prostoru (**PohybL** nebo **PohybP**), je nutné zvolit platný prvek pro tento příkaz Pohyb, aby bylo tlačítko aktivní.

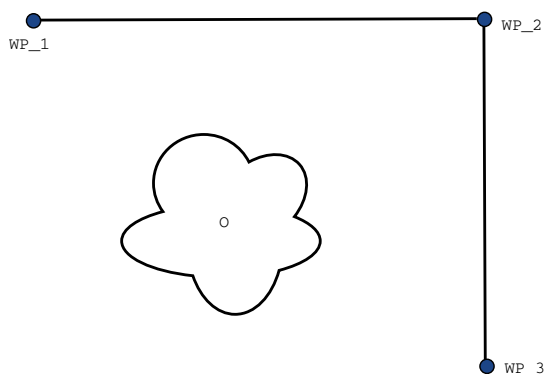
## Názvy bodů trasy

Bodům trasy je automaticky přiřazen jedinečný název. Uživatel může název změnit. Volbou ikony propojení jsou body trasy propojeny a sdílejí informace o pozici. U jednotlivých bodů trasy se zadávají další údaje, například rádius přechodu, rychlost nástroje/kloubu či zrychlení nástroje/kloubu, a to i když mohou být spojeny.

## Přechody

Funkce přechodu umožňuje robotu plynulý přechod mezi dvěma trasami, aniž by se zastavil na bodě trasy mezi nimi.

**Příklad** Jako příklad vezmeme aplikaci zvedání a pokládání (viz obrázek 14.2), kde je robot aktuálně v bodě trasy 1 (WP\_1), a potřebuje zvednout předmět v bodě trasy 3. (WP\_3). Aby se robot vyhnul srážce s předmětem a dalšími překážkami (O), musí se k předmětu WP\_3 přiblížit ve směru od bodu trasy 2 (WP\_2). S cílem vytvořit trasu, která splňuje požadavky, se tedy zavedou tři body trasy.



Obrázek 14.2: WP\_1: počáteční poloha, WP\_2: přes bod, WP\_3: poloha vyzvednutí, O: překážka.

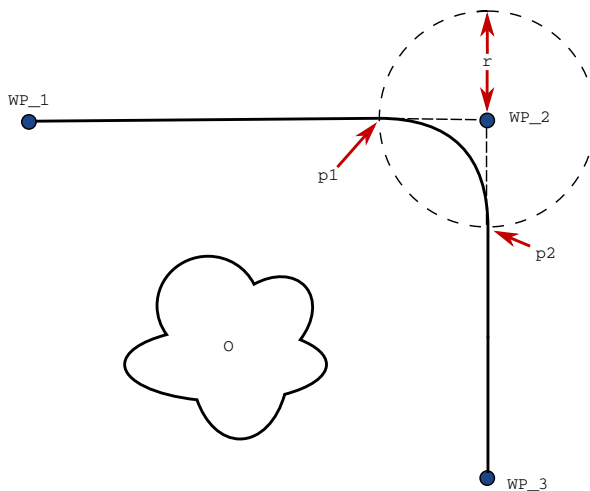
Bez konfigurace dalších nastavení se robot v každém bodě trasy před pokračováním v pohybu zastaví. V případě této úlohy není zastávka v bodě WP\_2 optimální, protože plynulá zatáčka vyžaduje méně času a energie a navíc se splní i požadavky úlohy. Je dokonce přijatelné, aby robot nedosáhl bodu WP\_2 přesně, pokud přechod z první dráhy do druhé proběhne poblíž dané polohy.

Zastavení v bodu WP\_2 lze zamezit tím, že se pro daný bod trasy nakonfiguruje přechod, který robotu umožní vypočítat plynulý přesun do další dráhy. Primárním parametrem přechodu je rádius. Když se robot nachází v rámci přechodového rádiusu bodu trasy, může se začít odchýlovat od původní trasy. To umožňuje rychlejší a plynulejší pohyby, protože robot nemusí zpomalovat a znovu zrychlovat.

**Parametry přechodu** Kromě bodů trasy ovlivní dráhu přechodu řada dalších parametrů (viz obrázek 14.3):

- přechodový rádius ( $r$ )

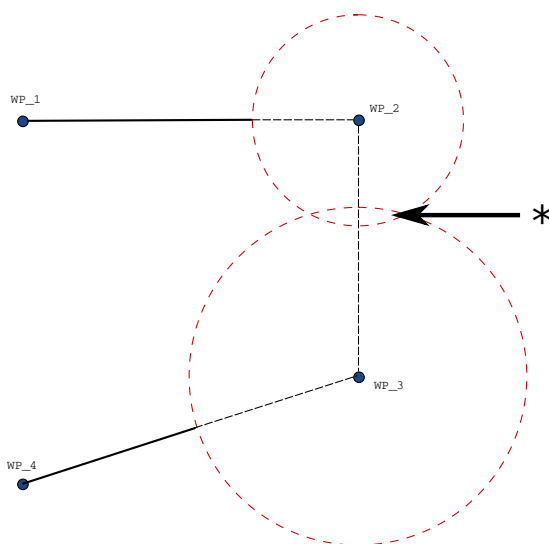
- počáteční a finální rychlost robotu ( v poloze  $p_1$  a  $p_2$ , v tomto pořadí)
- doba pohybu (např. nastavení konkrétní doby pro trasu ovlivní počáteční/finální rychlost robotu)
- Typy drah, ze kterých a na které se přechází (PohybL, PohybJ)



Obrázek 14.3: Přechod přes bod WP\_2 s rádiem  $r$ , počáteční poloha přechodu v bodě  $p_1$  a finální poloha přechodu v bodě  $p_2$ .  $o$  je překážka.

Když je nastaveno zaoblení, trajektorie ramene robota prochází kolem bodu trasy, což umožňuje, aby se rameno robota v tomto bodu nezastavilo.

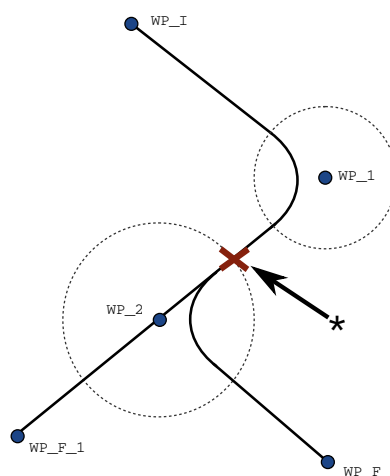
Přechod se nesmí překrývat, a proto nelze zadat přechodová rádius, který se překrývá s přechodem pro předchozí nebo následující bod trasy, jak je znázorněno na 14.4.



Obrázek 14.4: Překrytí rádia přechodu není povoleno (\*).

**Podmíněně dráhy přechodu** Dráhu přechodu ovlivňuje bod trasy, na kterém je nastaven radius přechodu, i následující bod v programovém stromu. V programu na obrázku 14.5 je tedy přechod kolem bodu WP\_1 ovlivněn bodem WP\_2. Důsledky jsou patrnější při přechodu kolem bodu WP\_2 v tomto příkladu. Existují dvě možné koncové polohy, a aby robot dokázal určit, do kterého dalšího bodu trasy má přejít, musí vyhodnotit aktuální údaj `digitální_vstupu[1]` již při zadávání přechodového radiusu. To znamená, že je výraz **když...potom** (nebo jiný příkaz nezbytný k určení následujícího bodu trasy, např. proměnné body trasy) vyhodnocován před tím, než skutečně dosáhneme bodu WP\_2, což při pohledu na programovou sekvenci vypadá nelogicky. Pokud je bod trasy bodem zastavení a následují podmíněčné výrazy s cílem určit další bod trasy (např. příkaz V/V), bude tento příkaz proveden, jakmile se rameno robota v tomto bodě trasy zastaví.

```
Pohyb L
  WP_I
  WP_1 (přechod)
  WP_2 (přechod)
  if (digitální_vstup[1]) then
    WP_F_1
  jinak
    WP_F_2
```



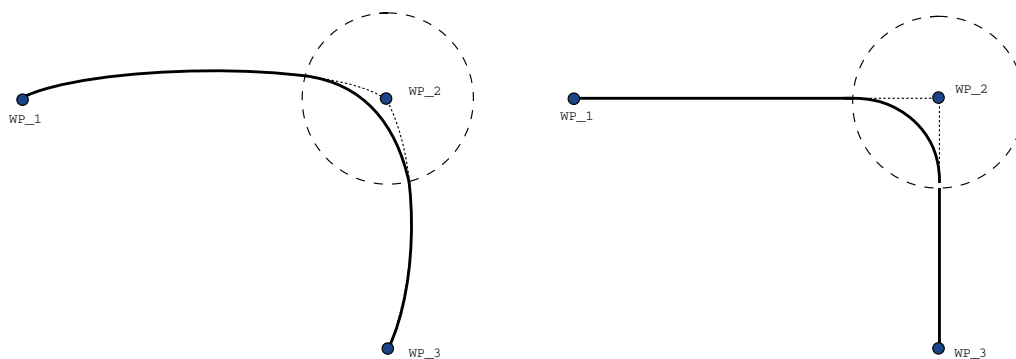
Obrázek 14.5: WP\_I je počáteční bod a existují dva potenciální finální body trasy, WP\_F\_1 a WP\_F\_2, podle podmíňovacího výrazu. Podmíňovací výraz když se vyhodnocuje, když rameno robota dorazí k druhému přechodu (\*).

**Kombinace typů drah** Je možné přecházet mezi všemi čtyřmi kombinacemi typů drah – **PohybJ** a **PohybL**, konkrétní kombinace však ovlivní vypočítanou dráhu přechodu. Je možné provést 4 kombinace:

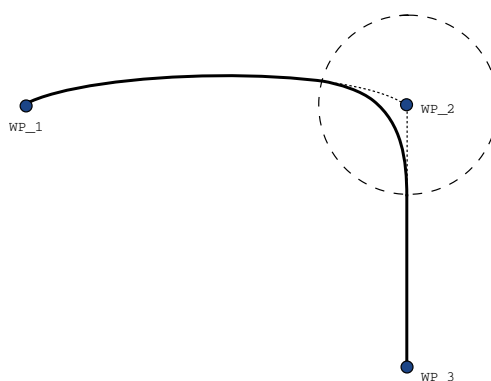
1. **PohybJ** do **PohybuJ** (Čistý přechod v prostoru kloubu)
2. **PohybJ** do **PohybuL**
3. **PohybL** do **PohybuL** (Čistý přechod v kartézském prostoru)
4. **PohybL** do **PohybuJ**

Porovnání čistého přechodu v prostoru kloubu (odrážka 1) oproti čistému přechodu v kartézském prostoru (odrážka 3) je uvedeno na obrázku 14.6. Jsou zde zobrazeny potenciální dráhy nástroje pro identické sady bodu drah.

V rámci různých kombinací budou mít kombinace uvedené pod odrážkami 2, 3 a 4 dráhy, které se drží v mezích původní dráhy v kartézském prostoru. Příklad přechodu mezi různými typy drah (odrážka 2) je uveden na obrázku 14.7.

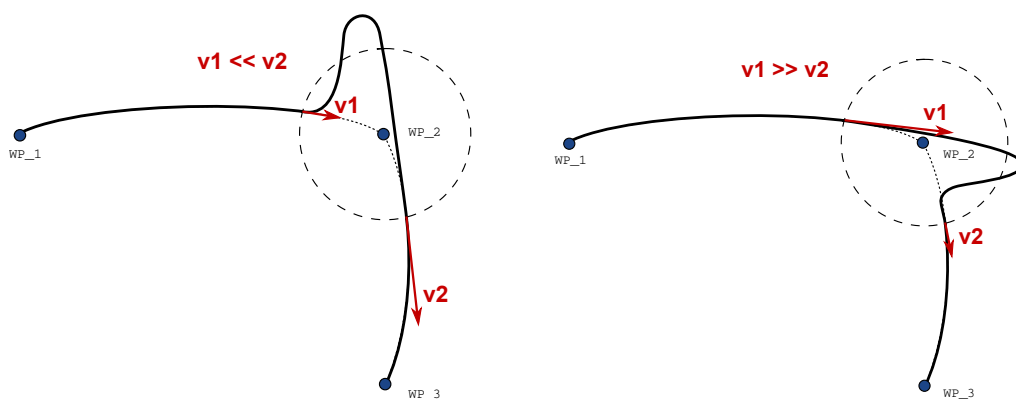


Obrázek 14.6: Pohyb a přechod v prostoru kloubu (PohybJ) oproti pohybu a přechodu v kartézském prostoru (PohybL).



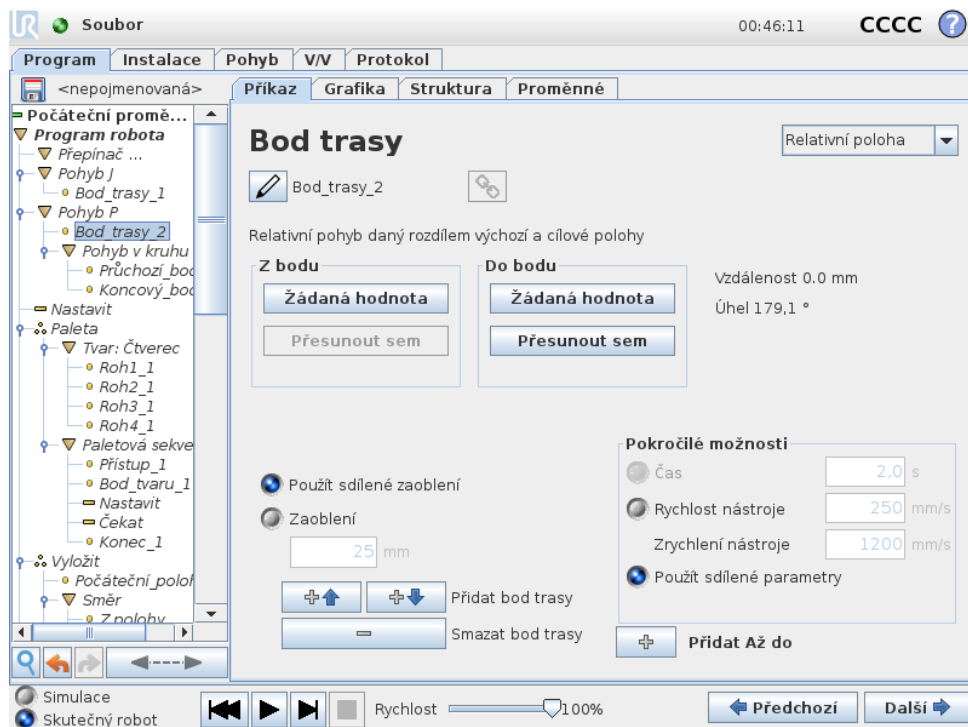
Obrázek 14.7: Přechod z pohybu v prostoru kloubu (PohybJ) k lineárnímu pohybu nástroje (PohybL).

Čisté přechody v prostoru kloubu (odrážka 1) se však mohou chovat méně logickým způsobem, protože se robot pokusí dosáhnout co nejplynulejší dráhy v prostoru kloubu a vezme v úvahu rychlost a požadavky na čas. Z tohoto důvodu se může odchýlit z kurzu daného body trasy. Jedná se zvláště o případ, kdy dochází k výraznému rozdílu rychlostí kloubu mezi dvěma drahami. *Výstraha:* pokud se rychlosti zásadně liší (např. po definici pokročilých nastavení – rychlosti nebo času – pro konkrétní body trasy), může to mít za následek velké odchylky od původní trasy, jak je znázorněno na obrázku 14 . 8. Pokud je nutné přejít mezi různými rychlostmi a nelze tuto odchylku přijmout, proveďte místo toho přechod v kartézském prostoru pomocí funkce **PohybL**.



Obrázek 14.8: Přechod v prostoru kloubu, když je počáteční rychlost  $v1$  výrazně nižší než finální  $v2$  (nebo obráceně).

## 14.6 Příkaz: Relativní bod trasy

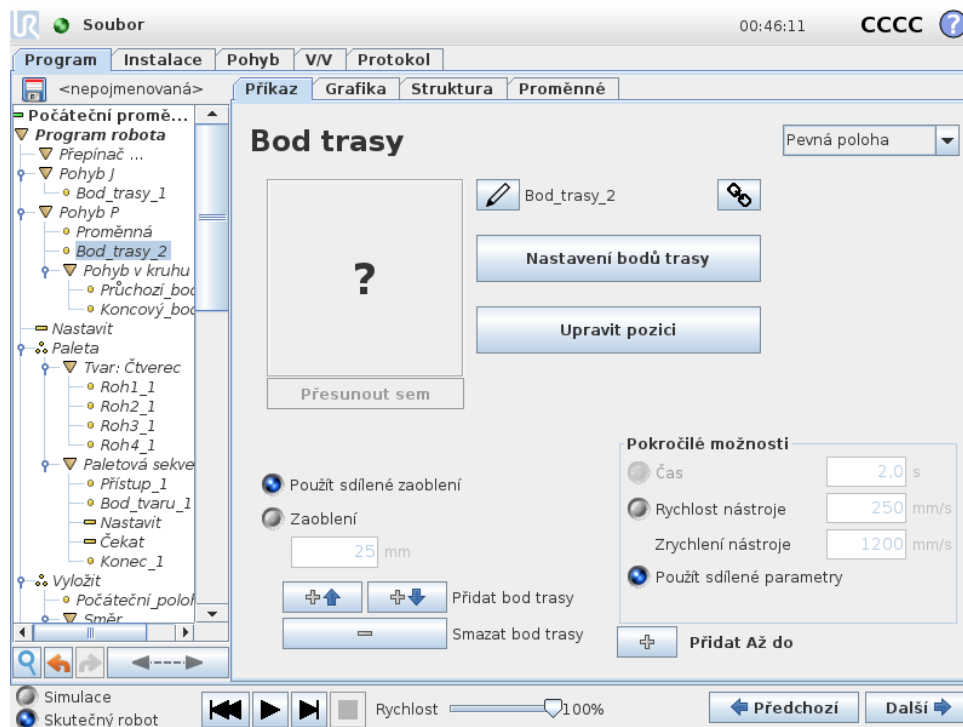


Jedná se o bod trasy udávající polohu vzhledem k předchozí poloze ramene robota, například „o 2 cm doleva“. Relativní poloha je definována jako rozdíl mezi dvěma danými polohami (vlevo a vpravo).

Poznámka: Opakované relativní polohy však mohou způsobit odchýlení ramene robota z pracovního prostoru.

Jedná se zde o kartézskou vzdálenost mezi TCP ve dvou polohách. Úhel uvádí, jak moc se změnila orientace TCP mezi dvěma polohami. Přesněji řečeno, délka vektoru rotace popisuje změnu v orientaci.

## 14.7 Příkaz: Proměnný bod trasy



Jedná se o bod trasy určený proměnnou, v tomto případě `calculated_pos`. Proměnná musí být *pozice*, např.

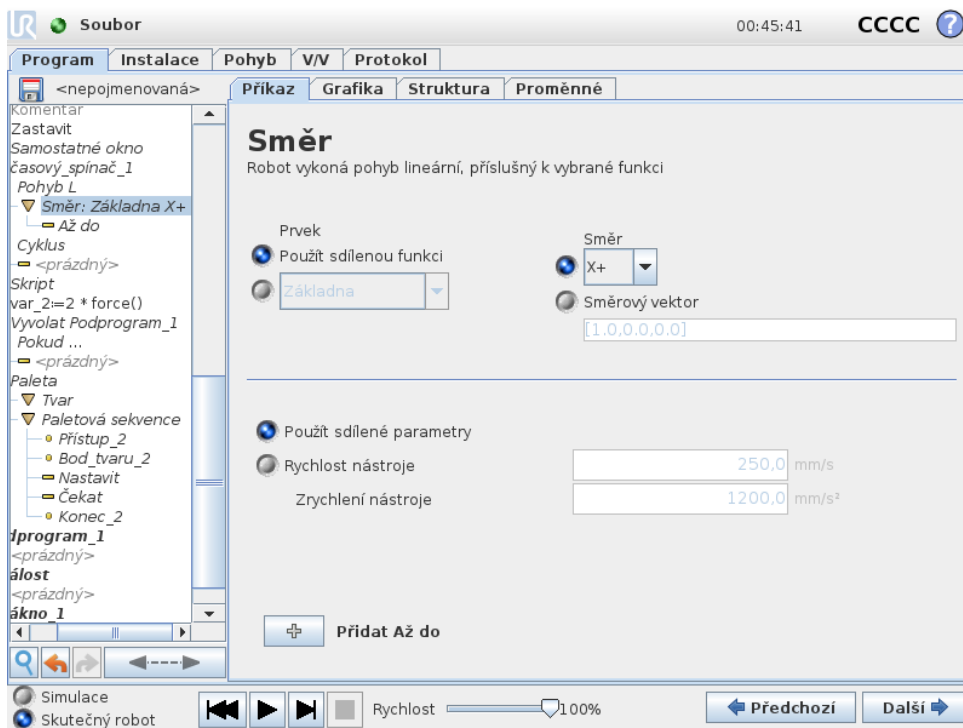
`var=p[0.5, 0.0, 0.0, 3.14, 0.0, 0.0]`. První tři hodnoty jsou souřadnice  $x,y,z$  a poslední tři jsou orientace dané jako *vektor rotace* určené vektorem  $rx,ry,rz$ . Délka vektoru udává úhel otočení v radiánech a vlastní vektor představuje osu otáčení. Pozice je vždy dána ve vztahu k referenčnímu rámci nebo souřadnicovému systému definovanému zvoleným prvkem. Je-li rádius zaoblení nastaven na pevný bod trasy, předcházející a následující body trasy jsou variabilní, nebo je-li rádius nastaven na variabilní bod trasy, pak pro daný rádius neproběhne kontrola přesahu/překrytí (viz 14.5). Pokud během chodu programu rádius překrývá bod, robot jej bude ignorovat a přesune se na další.

Má-li se robot např. přesunout o 20 mm v ose Z nástroje:

```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
Pohyb L
  Bod trasy_1 (proměnná poloha):
    Použít proměnná=var_1, Prvek=Nástroj
```

## 14.8 Příkaz: Směr

Pomocí programového uzlu *Směr* se definuje pohyb ve vztahu k osám prvků nebo bodů TCP. Robot se pohybuje podél trajektorie dané uzlem směrového programu, dokud tento pohyb není zastaven podmínkou *Do*. K zastavení směrového pohybu se vyžaduje podmínka *Do*, kritéria zastavení lze definovat klepnutím na tlačítko *Přidat Do*.



### Zastavení směrového pohybu

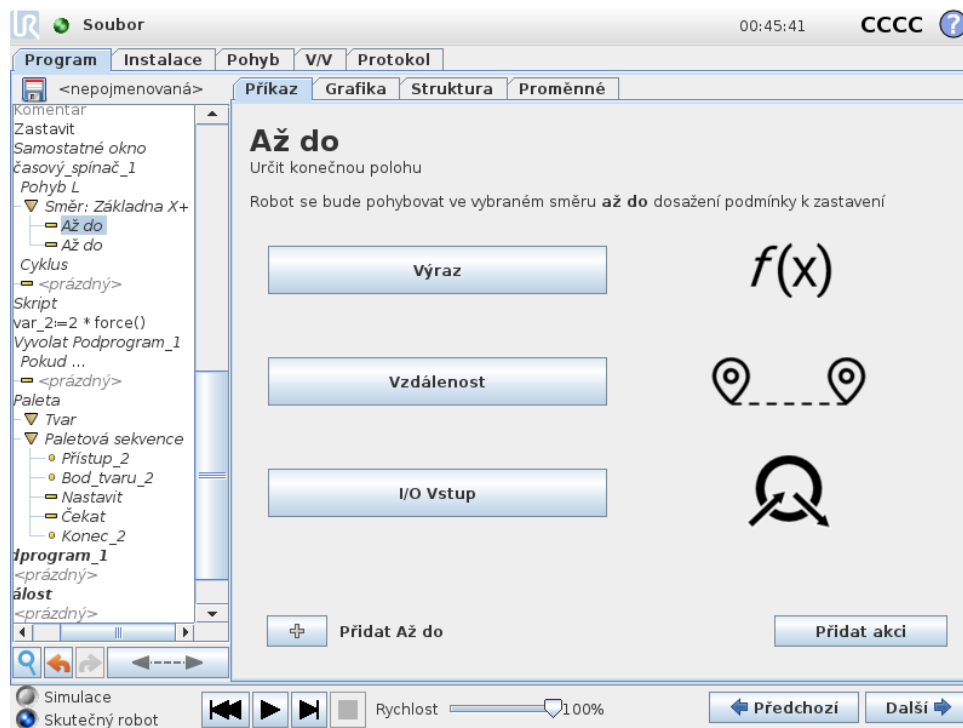
Přidáním možnosti nastavení Směrového vektoru k parametrům **Rychlost nástroje** a **Zrychlení nástroje** lze definovat směr lineárního pohybu, což umožňuje pokročilé využití, jako např. následující možnosti:

- definování lineárního pohybu ve vztahu k více osám prvků
- výpočet směru jako matematický výraz

Směrový vektor definuje vlastní kódový výraz, který je řešen jako jednotkový vektor. Například u vektoru [2,1,0] se robot na každou jednotku ve směru y přesouvá dvě jednotky ve směru x, ve vztahu k stanovené rychlosti.

## 14.9 Příkaz: Do

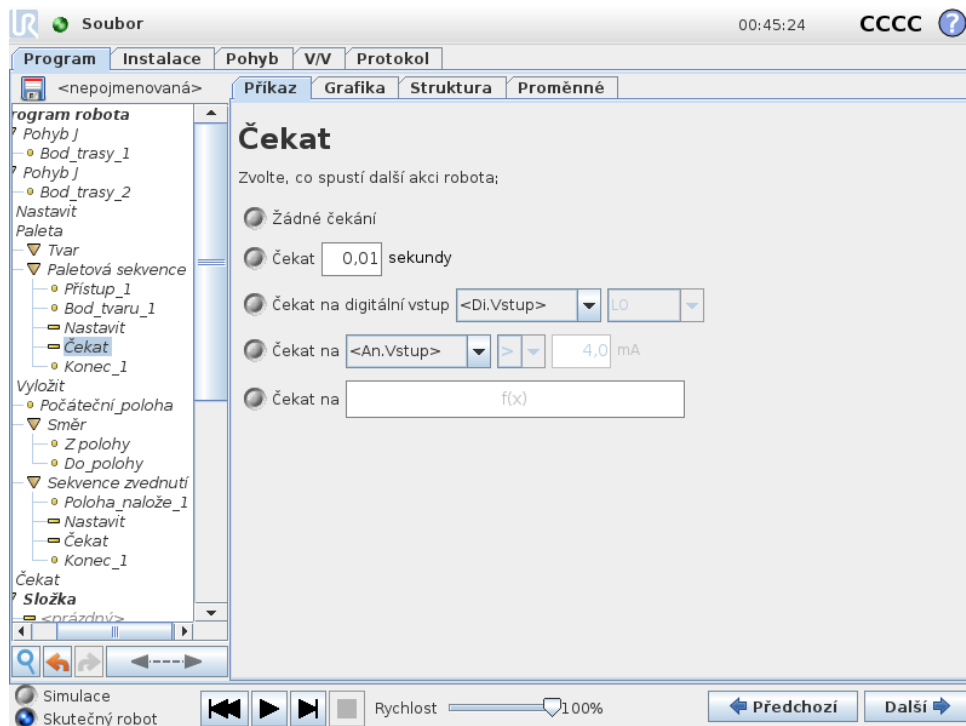
Kritérium zastavení pohybu lze nastavit pomocí programového uzlu **Do**. Robot se pohybuje po své trajektorii a zastaví se v okamžiku detekce kontaktu.



V poli **Do** lze definovat následující kritéria:

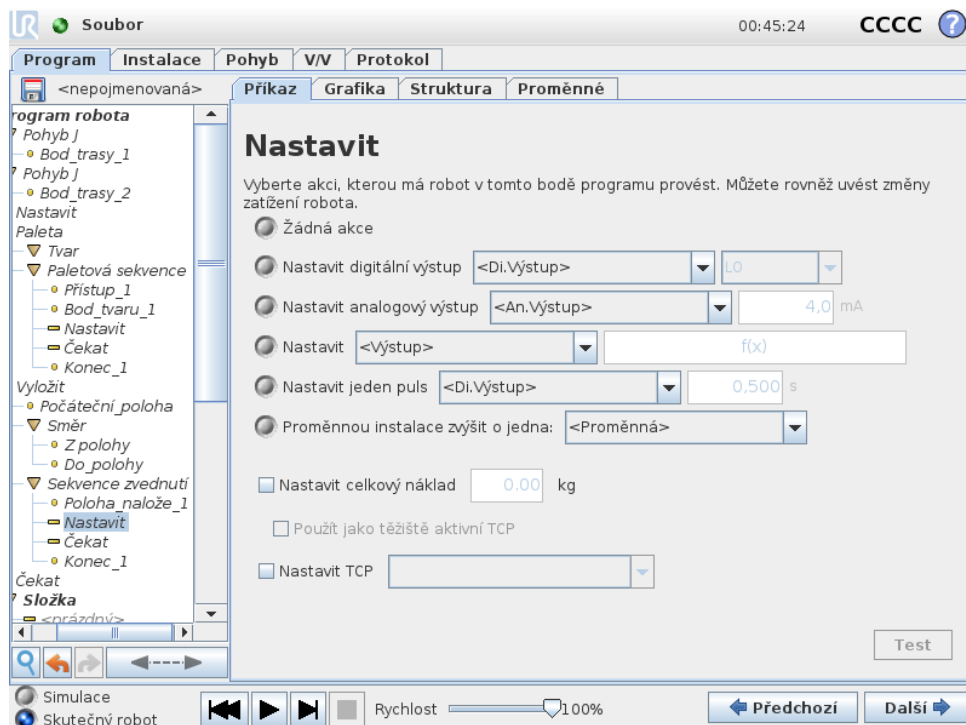
- Funkce **Přidat úkon** umožňuje přidání programového uzlu, je-li splněna určitá podmínka Do. Je-li například zjištěn chybový stav, program lze zastavit uzlem samostatného okna.
- **Vzdálenost** Tento uzel lze použít k zastavení směrového pohybu po uražení určité vzdálenosti. Rychlost se lineárně snižuje tak, aby robot zastavil přesně v dané vzdálenosti.
- **Výraz** Tento uzel lze použít k zastavení pohybu z důvodu vlastního programového výrazu. Podmínku zastavení lze specifikovat pomocí vstupů a výstupů (V/V), proměnných nebo skriptovacích funkcí.
- **V/V vstup** Tento uzel lze použít k zastavení pohybu řízeného signálem na vstupu V/V.

## 14.10 Příkaz: Čekat



Příkaz **Čekat** slouží k pozastavení vstupních/výstupních signálů nebo výrazu pro dané časové období. V případě výběru **Bez čekání** se neprovede nic.

## 14.11 Příkaz: Nastavit



## 14.12 Příkaz: Samostatné okno

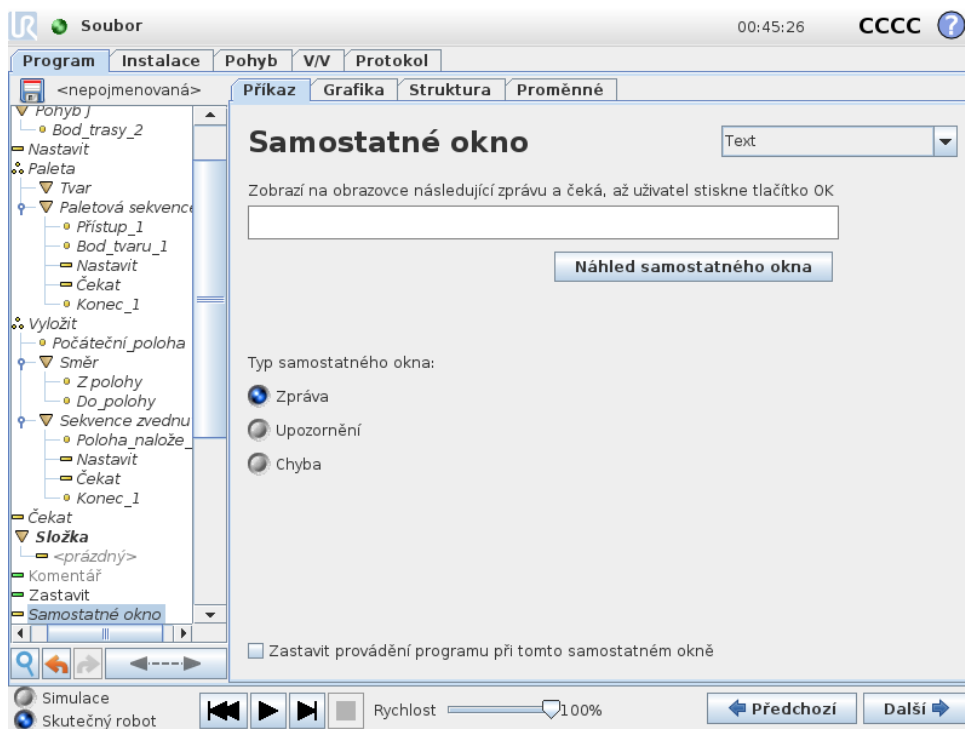
Slouží k nastavení digitálních nebo analogových výstupů na danou hodnotu. Digitální výstupy lze také nastavit tak, aby vysílaly jediný impuls.

Pomocí příkazu Nastavit lze nastavit užitečné zatížení (náklad) ramene robota. Úprava zatížení/nákladu může být nutná, aby se zabránilo spuštění ochranného zastavení robota, pokud je hmotnost nástroje odlišná od očekávaného zatížení. Pokud aktivní TCP nelze použít jako těžiště, lze zrušit zaškrtnutí políčka.

Aktivní bod TCP lze také upravit pomocí příkazu **Nastavit** výběrem zaškrťovacího políčka a výběrem jednoho z TCP offsetů z nabídky.

Pokud je pro konkrétní pohyb v době psaní programu známa aktivní poloha TCP, zvažte namísto toho použití výběru TCP v kartě **Pohyb** (viz 14.4). Další informace o konfiguraci uvedených TCP (viz 13.6).

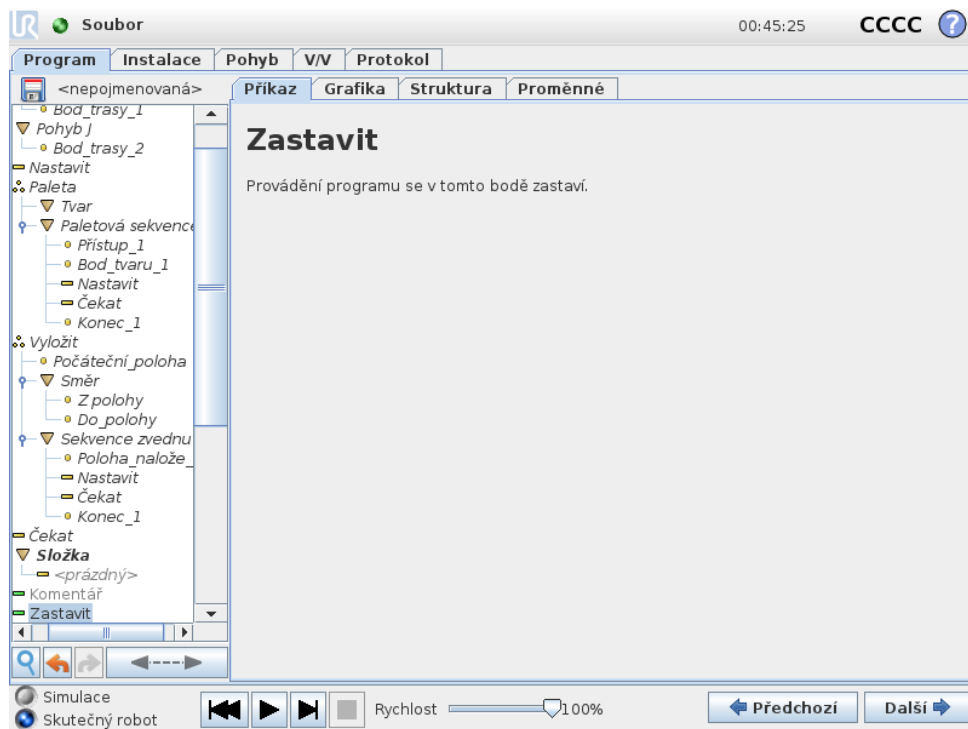
## 14.12 Příkaz: Samostatné okno



Samostatné okno představuje zprávu zobrazenou na obrazovce, když program dosáhne tohoto příkazu. Lze volit styl zprávy a zadat vlastní text pomocí klávesnice na obrazovce. Robot bude čekat, až uživatel/obsluha stiskne tlačítko „OK“ pod samostatným oknem, a poté bude pokračovat v provádění programu. Pokud je zvolena položka „Zastavit provádění programu“, program robota se v případě zobrazení tohoto samostatného okna zastaví.

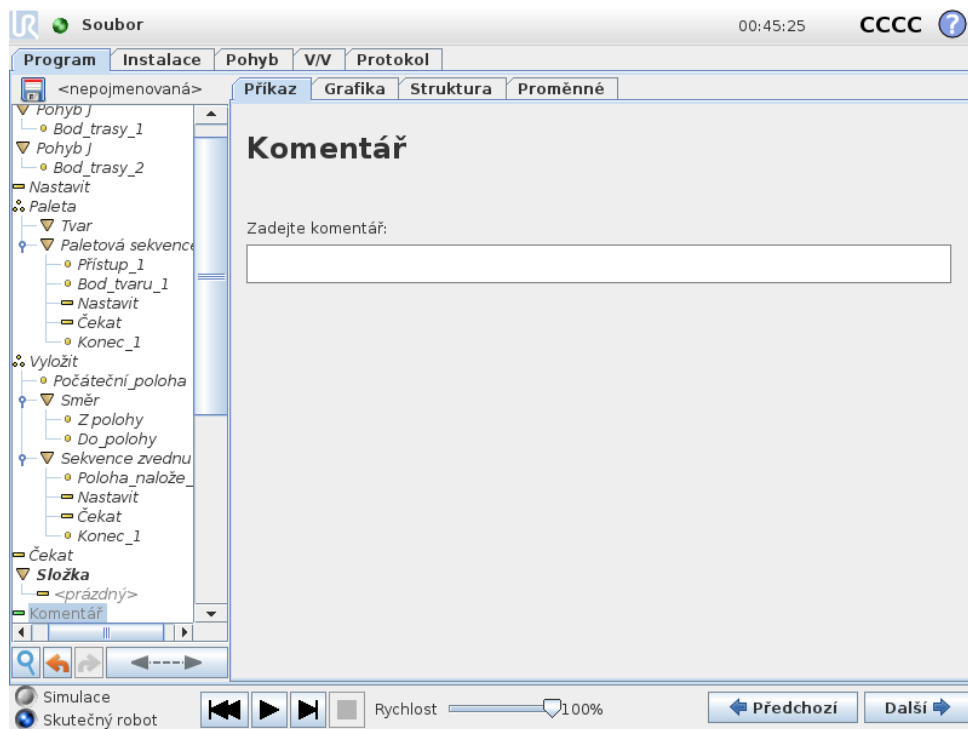
Poznámka: Zprávy jsou omezeny na maximálně 255 znaků.

## 14.13 Příkaz: Zastavit



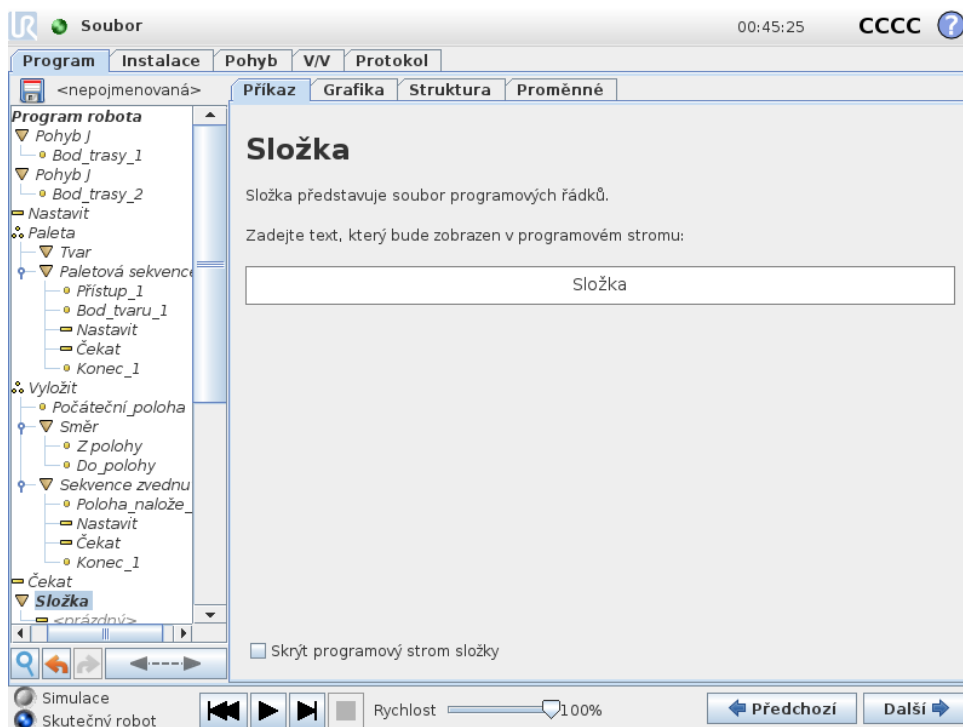
Provádění programu se v tomto bodě zastaví.

## 14.14 Příkaz: Komentář



Zde může programátor zadat řádek textu k programu. Tento řádek textu nebude mít žádný vliv na vykonání programu.

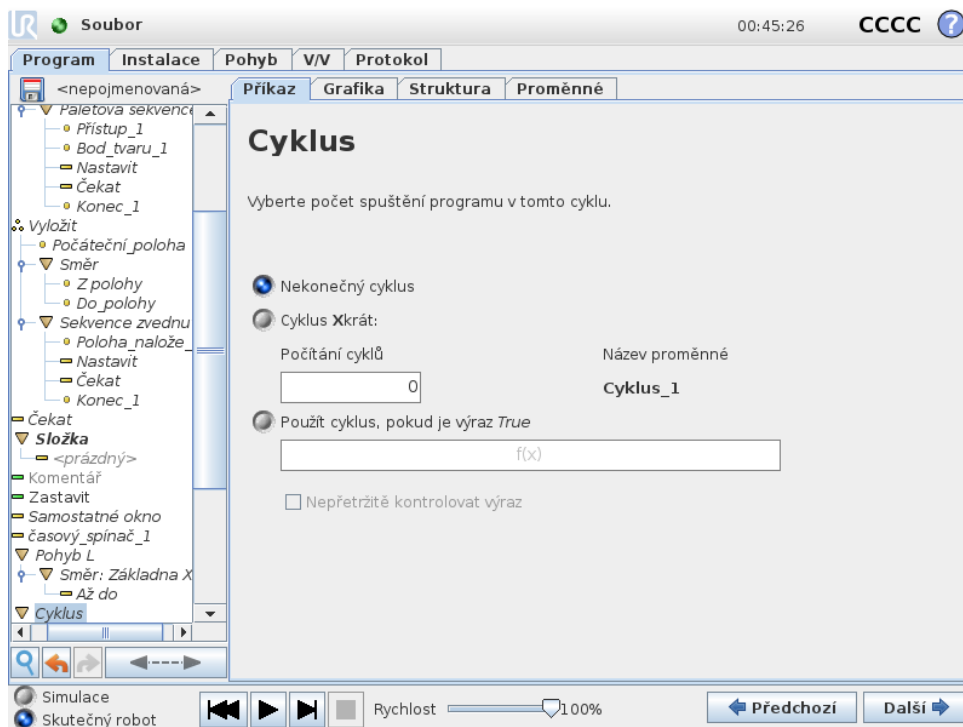
## 14.15 Příkaz: Složka



Složka slouží k uspořádání a označení určitých částí programu, vyčištění programového stromu a přehlednější navigaci a čtení programu.

Složky nemají žádný vliv na program a na jeho spuštění.

## 14.16 Příkaz: Cyklus



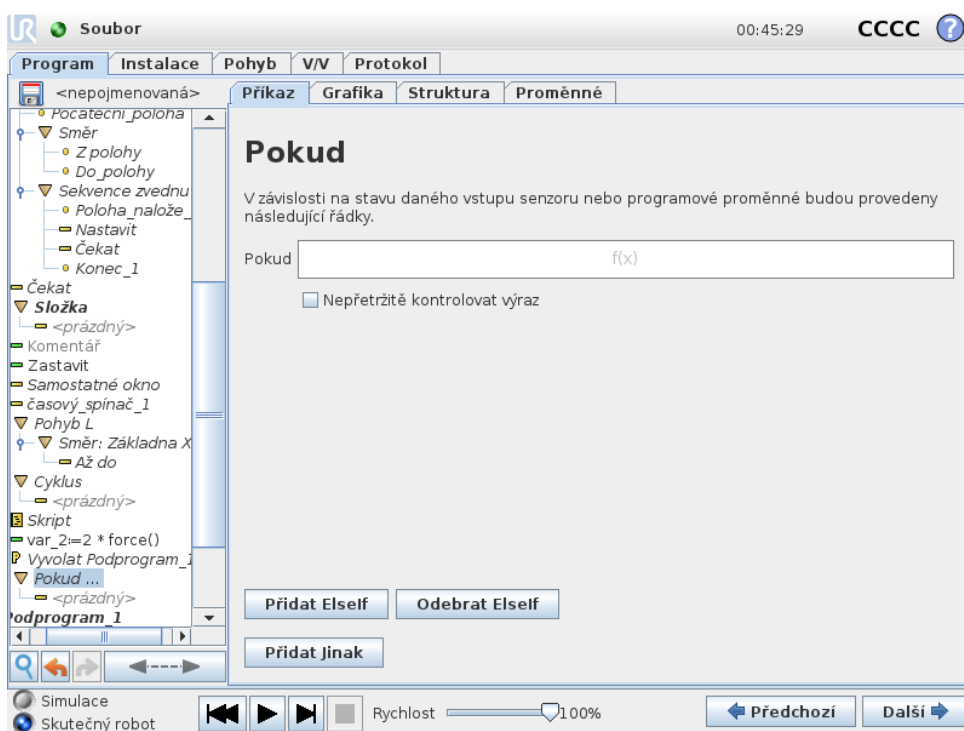
Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.

Základní příkazy programu se budou cyklicky opakovat. V závislosti na výběru jsou příkazy základního programu prováděny v nekonečném cyklu, v určitém počtu opakování, nebo dokud je daná podmínka pravdivá. Při provádění určitého počtu cyklů je vytvořena vyhrazená proměnná cyklu (označená jako `loop_1` na snímku obrazovky výše), kterou lze použít ve výrazech v rámci cyklu. Proměnná cyklu má hodnoty od 0 do  $N - 1$ .

Pokud je použit cyklus s výrazem jako koncovou podmínkou, umožňuje rozhraní PolyScope nepřetržitě vyhodnocování tohoto výrazu, takže „cyklus“ lze přerušit kdykoli během provádění, nikoli pouze po každém zopakování.

## 14.17 Příkaz: If

Výrazy `If` a `if...else` mění chování robota na základě vstupů senzorů nebo hodnot proměnných.



Vyberte podmínky v Editoru výrazů, které tvoří výrazy pomocí operátorů `If`. Je-li podmínka vyhodnocena jako Pravda, budou provedeny výrazy v rámci tohoto podmíněného příkazu `If`. Podmíněný příkaz `If` však může mít pouze jeden příkaz `Else`. Pro přidání a odstranění výrazů `Elseif` se používají příkazy `Add ElseIf` a `Remove ElseIf`.

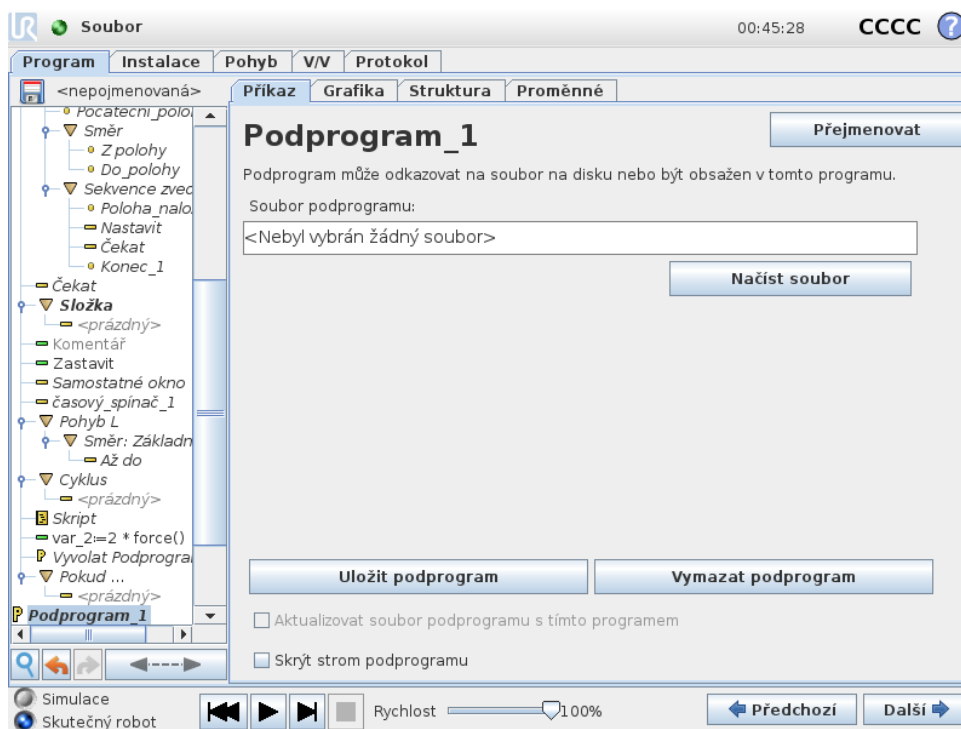
Výběrem možnosti `Průběžně kontrolovat výraz` lze povolit vyhodnocení příkazů `If`, `Elseif` a `Loop` při provádění obsažených řádků. Pokud je výraz v rámci příkazu `If` vyhodnocen jako Nepravda, postupuje se podle příkazů `Elseif` nebo `Else`.

Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.

**POZNÁMKA:**

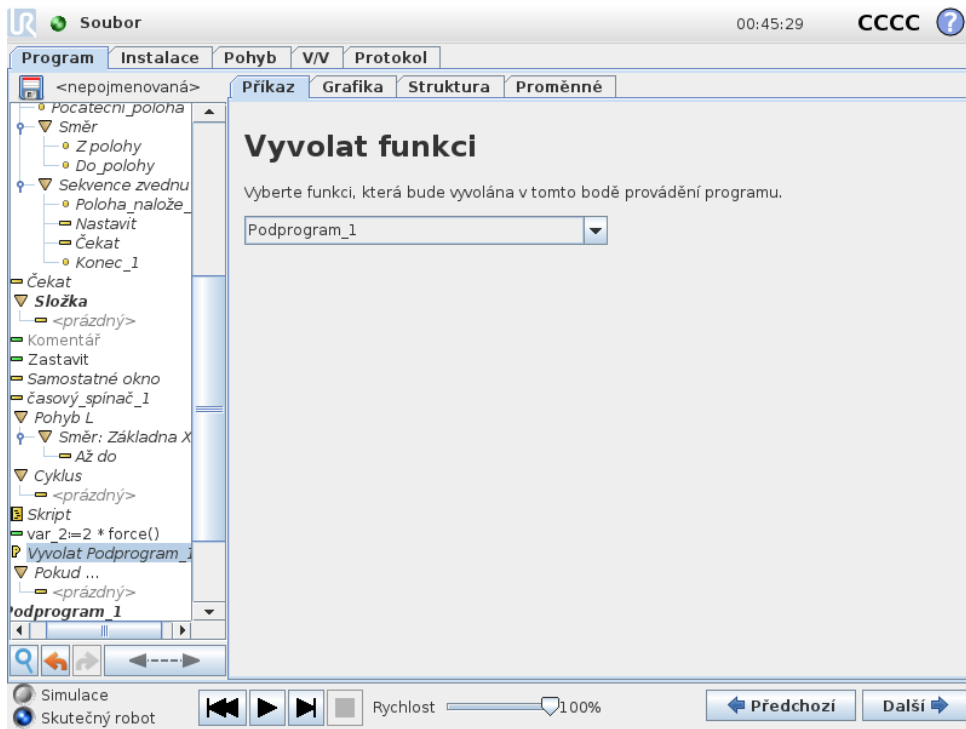
Jsou-li uvnitř příkazu If nebo Loop výrazy s možností Průběžně kontrolovat výraz, lze za účelem jemného zpomalení ramena robota za výraz přidat podmínky `stopj()` nebo `stopl()`. Toto platí pro příkazy If i Loop (viz oddíl 14.16).

## 14.18 Příkaz: Podprogram



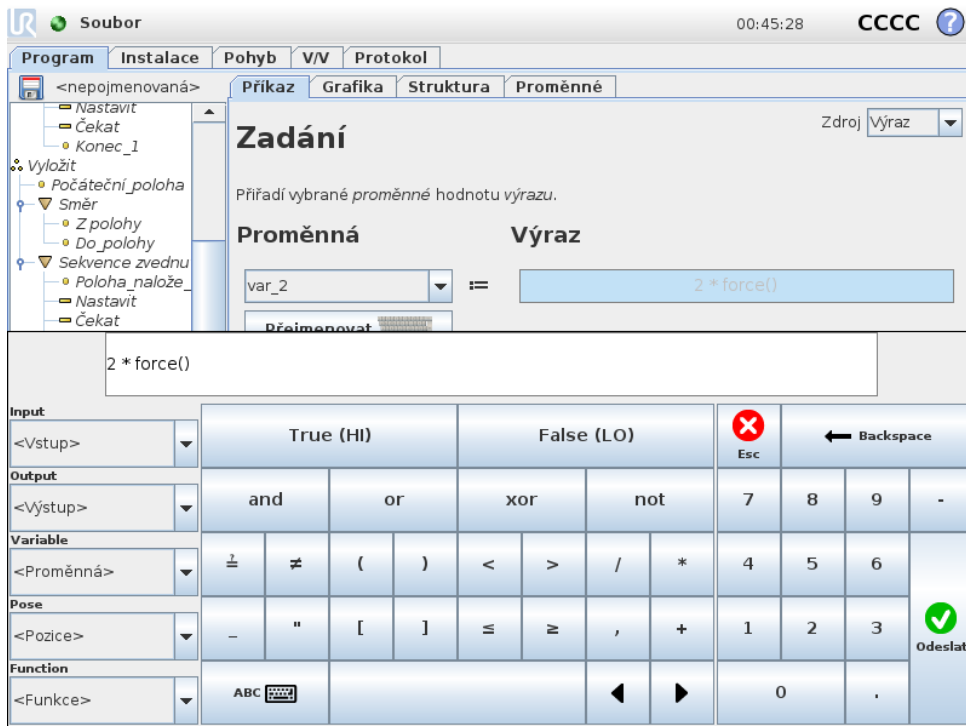
Podprogram může obsahovat části programu, které jsou nutné na několika místech. Podprogram může mít podobu samostatného souboru na disku a může být rovněž skrytý z důvodu ochrany před nežádoucími změnami.

## Příkaz: Vyvolat Podprogram



Vyvolání podprogramu vykoná programové řádky v podprogramu a poté se vrátí na následující řádek.

## 14.19 Příkaz: Zadání

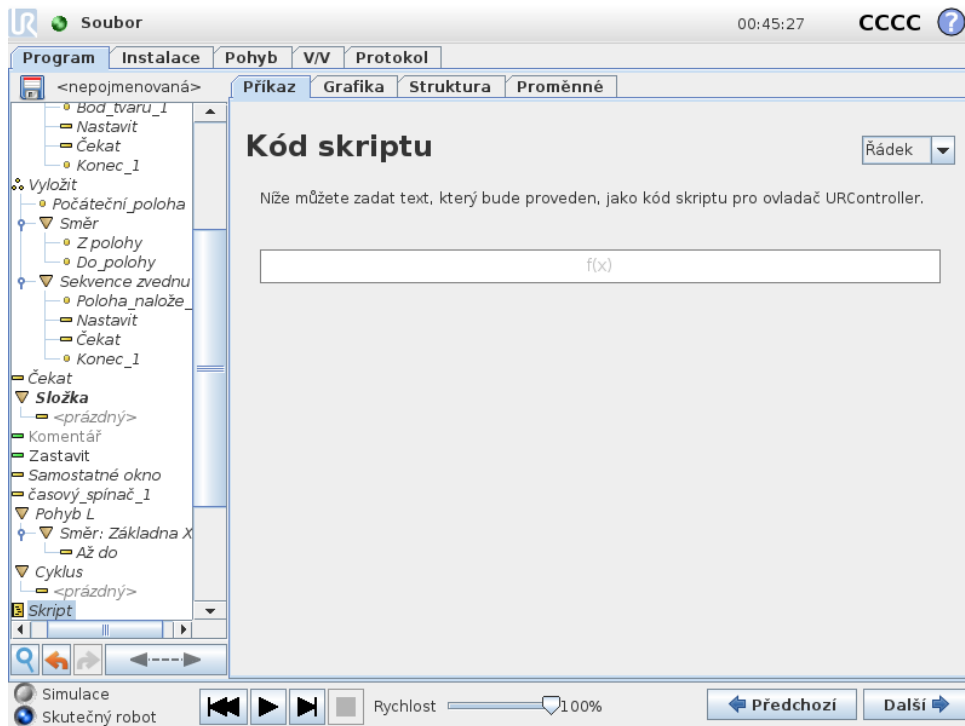


Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.

## 14.20 Příkaz: Skript

Slouží k zadání hodnot proměnných. Po zadání bude vypočítaná hodnota uvedena vpravo použita pro proměnnou uvedenou vlevo. Toto nastavení může být užitečné u složitých programů.

## 14.20 Příkaz: Skript



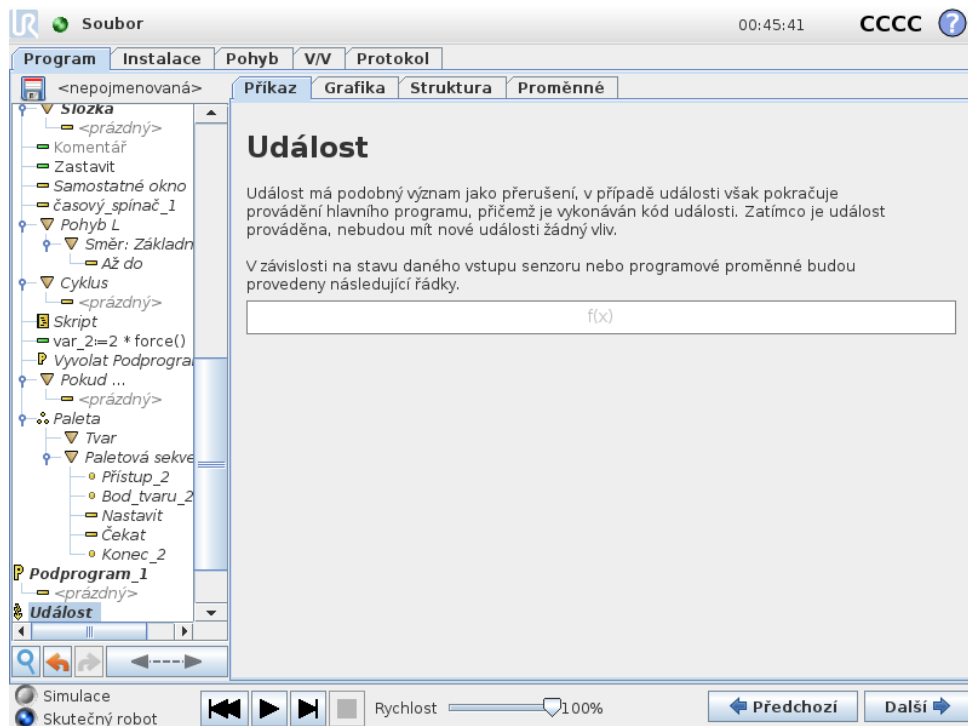
V rozbalovacím seznamu v části Příkazy jsou k dispozici následující možnosti:

- **Řádek** umožňuje pomocí Editoru výrazů zapsat jeden řádek kódu URscript ( 12.1)
- **Soubor** umožňuje provádění zápisu, úprav nebo načítání souborů URscript.

Pokyny k psaní kódů URscript naleznete v příručce ke skriptování na webové stránce podpory (<http://www.universal-robots.com/support>).

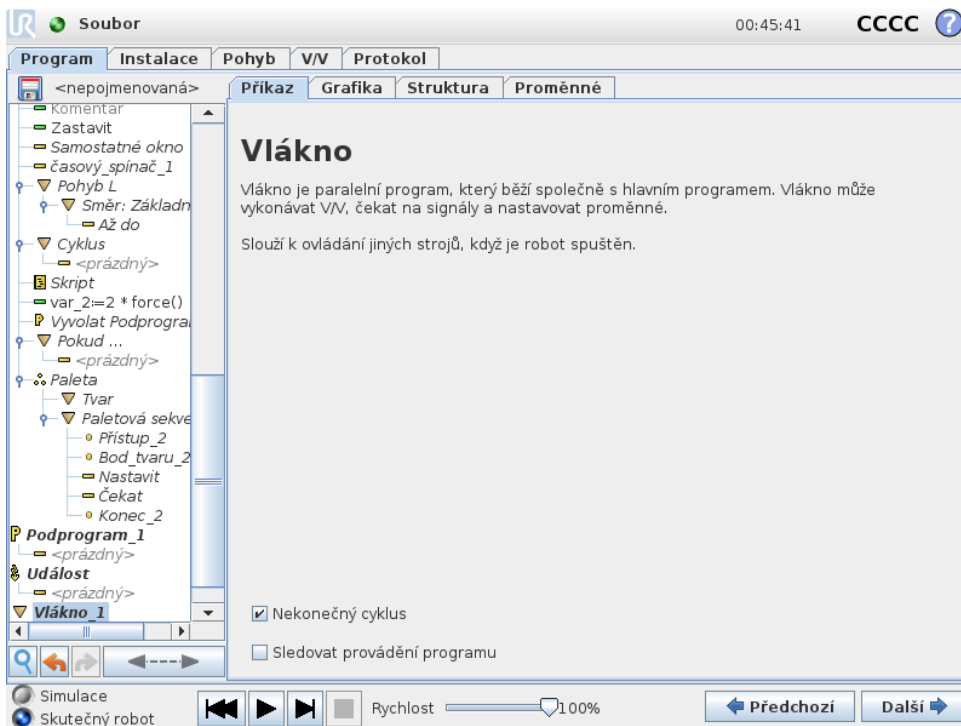
Funkce a proměnné deklarované v souboru URscript je k dispozici k použití v programu PolyScope.

## 14.21 Příkaz: Událost



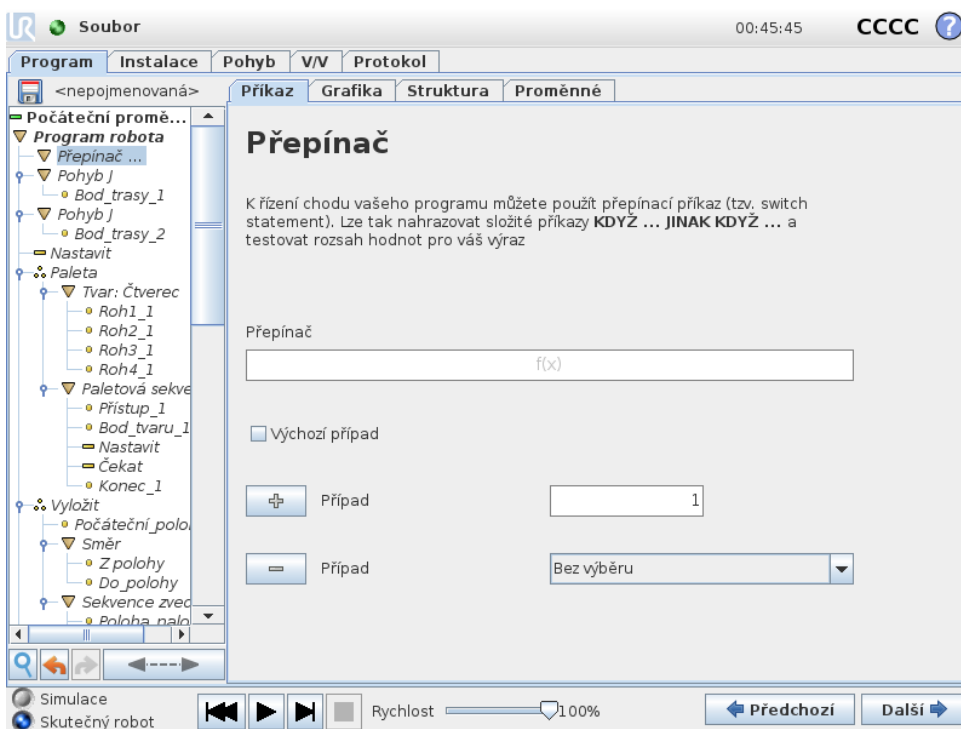
Událost lze použít k monitorování vstupního signálu a provedení akce či nastavení proměnné, když je vstupní signál vysoký. Například v případě, že výstupní signál přepne na vysokou hodnotu, vyčká program 200 ms a opět nastaví nízký signál. Tím je umožněno mnohem jednodušší kódování hlavního programu pro případ, kdy externí stroj aktivuje náběžnou hranu impulsu namísto vysoké úrovně vstupu. Události se kontrolují jednou za každý řídicí cyklus (8ms).

## 14.22 Příkaz: Vlákno



Vlákno označuje paralelní proces programu robota. Vlákno lze využít k ovládání externího stroje nezávisle na ramenu robota. Vlákno může komunikovat s programem robota pomocí proměnných a výstupních signálů.

## 14.23 Příkaz: Přepínač

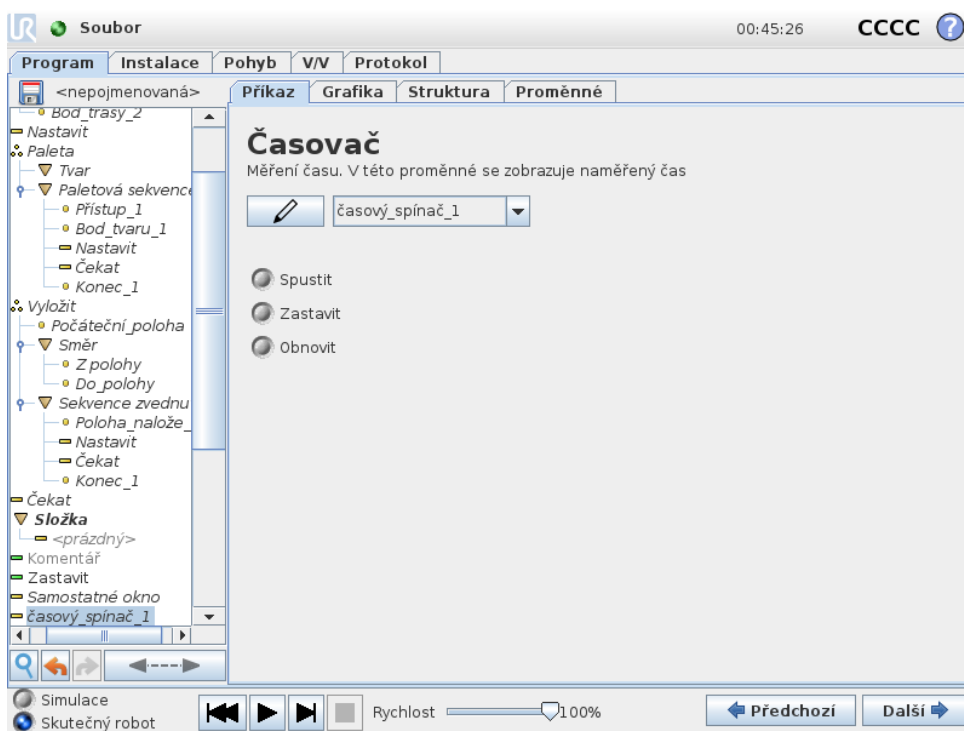


Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.

Struktura příkazu **Případ přepínače** může změnit chování robota na základě vstupů senzorů nebo hodnot proměnných. Pomocí **Editoru výrazů** lze popsat základní podmínku a definovat případy, kdy bude robot pokračovat k dílčím příkazům tohoto příkazu **Přepínač**. Pokud je podmínka vyhodnocena jako vyhovující pro jeden z případů, budou provedeny řádky v rámci tohoto **Případu**. Byl-li specifikován **Výchozí případ**, pak budou řádky provedeny pouze tehdy, když nebudou nalezeny žádné jiné odpovídající případy.

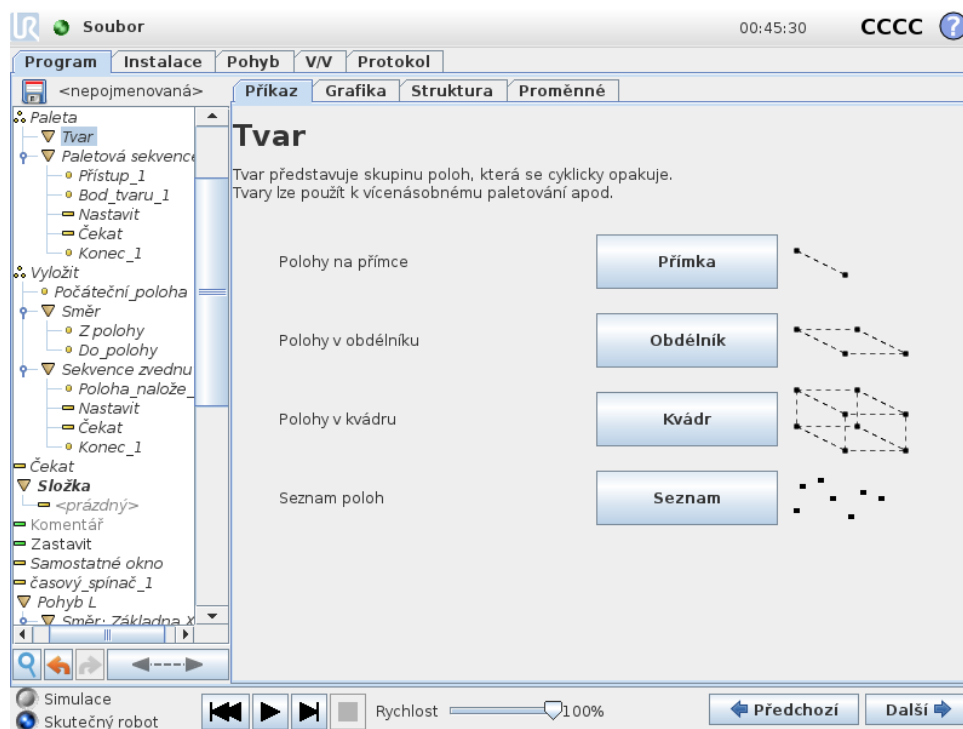
Každý **Přepínač** může mít několik **Případů** a jeden **Výchozí případ**. **Přepínače** mohou mít pouze jednu instanci jakýchkoliv definovaných hodnot **Případu**. K přidání **Případů** slouží tlačítka na obrazovce. Příkaz **Případ** pro daný přepínač lze z obrazovky odstranit.

### 14.23.1 Časovač



Časovač slouží k měření doby, po kterou běží konkrétní součásti programu. Proměnná programu obsahuje čas uplynulý od spuštění časovače a zobrazuje se v kartě **Proměnné** a v kartě **Spustit**.

## 14.24 Příkaz: Tvar



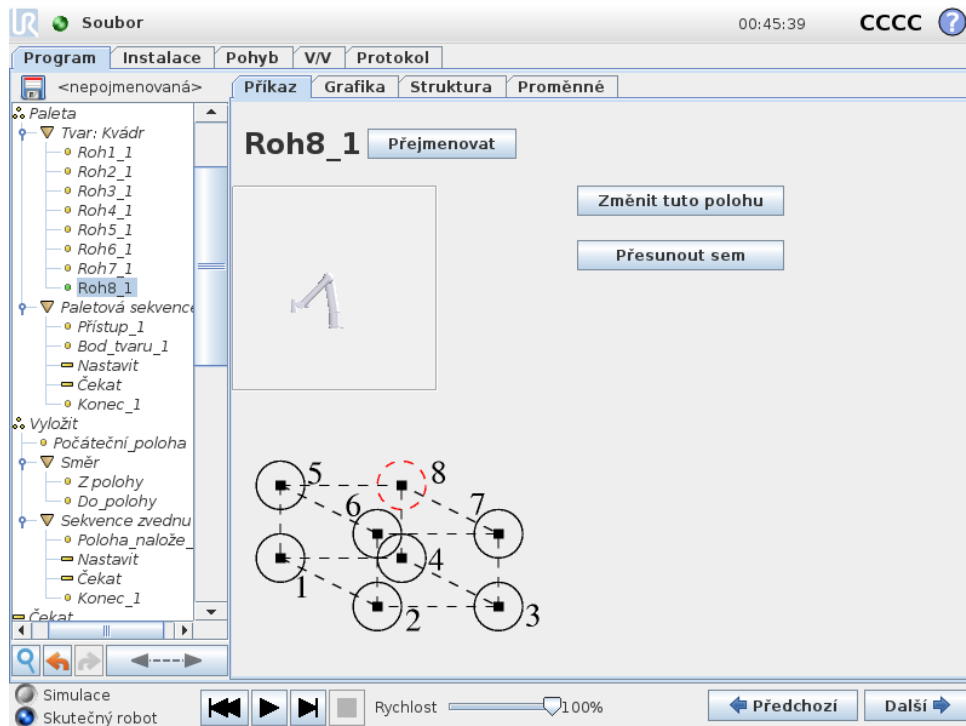
Příkaz **Tvar** lze použít k cyklickému procházení polohami v programu robota. Příkaz **Tvar** odpovídá jedné poloze při každém provedení.

Tvar lze zadat jako jeden ze čtyř typů. První tři možnosti, **Přímka**, **Čtverec** nebo **Kvadr**, lze použít pro polohy v pravidelném tvaru. Pravidelné tvary jsou definovány počtem charakteristických bodů, přičemž body definují hrany tvaru. **Přímka** je dána dvěma koncovými body, **Čtverec** je dán třemi ze čtyř vrcholů, **Kvadr** je dán čtyřmi z osmi vrcholů. Programátor zadá počet poloh na každé hraně tvaru. Ovladač robota poté vypočítá jednotlivé polohy tvaru poměrným sečtením vektorů hran.

Pokud polohy, jimiž je nutné projít, netvoří pravidelný tvar, lze vybrat možnost **Seznam**, pomocí které programátor může zadat seznam všech poloh. Tímto způsobem lze dosáhnout libovolného uspořádání poloh.

### Definice tvaru

Při výběru tvaru **Kvadr** bude mít obrazovka následující podobu.



U tvaru **Kvadr** se k definování stran kvádrů využívají tři vektory. Tyto tři vektory jsou určeny čtyřmi body, přičemž první vektor směřuje z prvního bodu do druhého, druhý vektor směřuje z druhého bodu do třetího a třetí vektor směřuje ze třetího bodu do čtvrtého. Každý vektor je rozdělen počtem intervalů. Konkrétní poloha v rámci tvaru je vypočtena jednoduchým poměrným přičtením intervalových vektorů.

Tvary **Přímka** a **Čtverec** fungují obdobně.

Při procházení poloh v rámci tvaru je používána proměnná počítadla. Název proměnné se zobrazuje na obrazovce příkazu **Tvar**. Proměnná cyklicky prochází hodnotami od 0 až  $X * Y * Z - 1$ , což je počet bodů tvaru. Touto proměnnou lze manipulovat pomocí zadání a také ji použít ve výrazech.

## 14.25 Příkaz: Síla

V pracovním prostoru robota umožňuje **Režim síly** zajištění souladu a síly ve volitelných osách. Všechny pohyby robota prováděné na základě příkazu **Síla** budou v **režimu síly**. Když se rameno robota pohybuje v **režimu síly**, je možné vybrat jednu nebo několik os, ve kterých se chová pružně v závislosti na vnějších silách, které na něj působí. Rameno robota je v souladu s okolím v osách s pružným chováním. To znamená, že rameno robota automaticky upraví svou polohu tak, aby dosáhlo požadované síly. Je rovněž možné nastavit, aby rameno robota samo vyvinulo sílu na své okolí, např. na obrobek.

**Režim síly** je vhodný pro aplikace, kde aktuální poloha TCP podél předem definované osy není důležitá, ale místo toho je požadováno působení síly podél této osy. Pokud by se měl středový bod nástroje TCP například odvalovat proti zakřivenému povrchu nebo při tlačení či tažení obrobku. **Režim síly** rovněž podporuje působení určitého krouticího momentu okolo předem definovaných os.

Pokud se rameno robota neseťká s žádnými překážkami v ose, kde je nastavena nenulová síla, bude mít tendenci v této ose zrychlit.

I když byla některá osa zvolena pro pružné chování, program robota se nadále bude snažit pohybovat robotem v této ose. Řízení síly však zajišťuje, že rameno robota bude nadále nabíhat na zadanou sílu.



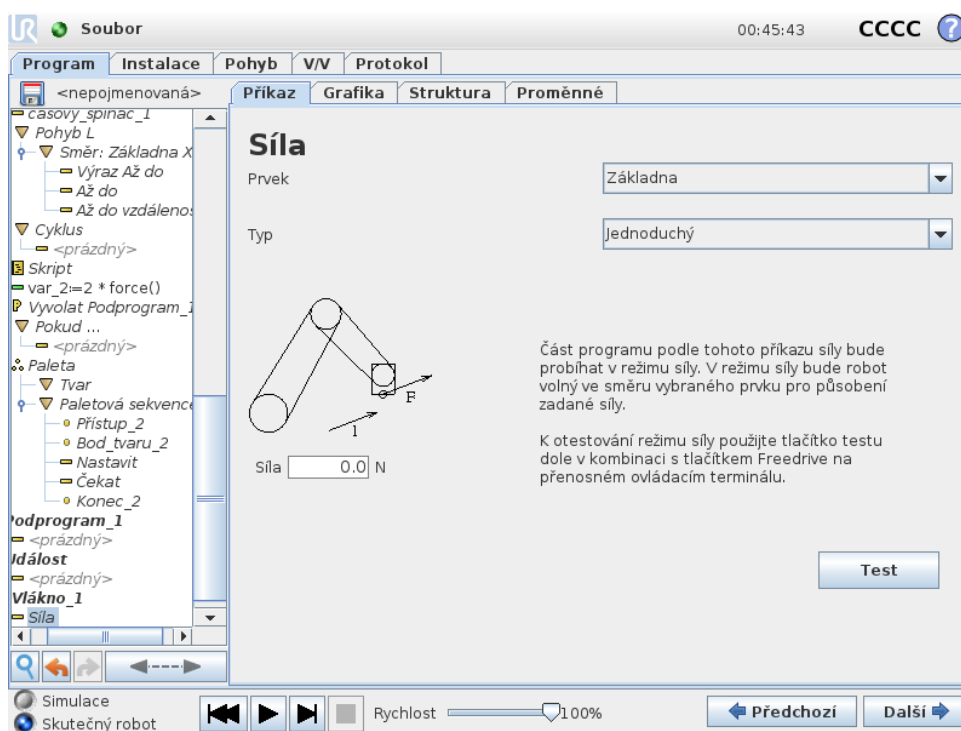
#### POZNÁMKA:

Existuje-li uvnitř logického operátoru If, ElseIf nebo Loop uzel Síla (Force) a je-li zaškrtnuta volba Průběžně kontrolovat výraz, lze pro ukončení regulace síly na konec výrazu přidat skript `end_force_mode()` (ukončit režim síly).



#### UPOZORNĚNÍ:

1. Vyhněte se výraznému zpomalení těsně před vstupem do režimu síly.
2. Vyvarujte se vysoké akcelerace v režimu síly, neboť se tím snižuje přesnost regulace síly.
3. Před vstupem do režimu síly se vyvarujte rovnoběžnému pohybu s osami s pružným chováním.



### Volba prvků

Nabídka prvků se používá k výběru souřadnicového systému (os), které bude robot používat během činnosti v režimu síly. Prvky v nabídce jsou ty, které byly definovány v instalaci, (viz 13.12).

## Typ režimu síly

K dispozici jsou čtyři typy režimů síly. Každý z nich určuje způsob, jakým bude vybraný prvek interpretován.

- **Jednoduchý:** Pouze jedna osa v režimu síly bude s pružným chováním. Síla podél této osy je nastavitelná. Požadovaná síla bude vždy používána podél osy Z vybraného prvku. Nicméně pro přímkové prvky je to podél jejich osy Y.
- **Rámec:** Typ rámce umožňuje pokročilejší využívání. Zde je možné nezávisle vybírat pružné chování a síly ve všech šesti stupních volnosti.
- **Bod:** Když je vybrána funkce Bod, tak má souřadný systém osu Y směřující od středového bodu nástroje (TCP) robota směrem k počátku vybraného prvku. Vzdálenost mezi středovým bodem nástroje (TCP) robota a počátkem vybraného prvku musí být minimálně 10 mm. Souřadný systém se bude měnit v průběhu programu tak, jak se bude měnit poloha středového bodu nástroje (TCP) robota. Osa X a osa Z souřadného systému závisí na původní orientaci vybraného prvku.
- **Pohyb:** Funkce pohybu znamená, že se souřadný systém bude měnit podle směru pohybu středového bodu nástroje (TCP). Osa X souřadného systému bude projekcí směru pohybu TCP na rovině rozpínající se mezi osami X a Y vybraného prvku. Osa Y bude kolmá k pohybu robota a v rovině X-Y vybraného prvku. To lze využívat při odstraňování otřepů podél složité trajektorie, kde se vyžaduje síla kolmá k pohybu TCP.  
Když se rameno robota nepohybuje: Je-li zadán režim síly, když je rameno robota v klidu, potom nebudou žádné osy s pružným chováním, dokud se TCP nezačne pohybovat. Pokud se později, stále v režimu síly, rameno robota opět zastaví, bude mít úkolový rámec stejnou orientaci, jako když se TCP naposledy pohyboval.

Pro poslední tři typy může být aktuální úkolový rámec zobrazen při běhu programu na kartě grafiky (viz 14.30), když robot pracuje v režimu síly.

## Výběr hodnoty síly

- Hodnotu síly nebo točivého momentu lze nastavit pro osy s pružným chováním. Rameno robota nastaví svou polohu s cílem dosažení zvolené síly.
- U os bez pružného chování bude rameno robota sledovat trajektorii nastavenou programem.

Pro translační parametry je síla specifikovaná v Newtonech [N] a pro rotační parametry je krouticí moment specifikován v Newton-metrech [Nm].



### POZNÁMKA:

Je nutné provést následující:

- Pomocí skriptovací funkce `get_tcp_force()` v samostatném vlákne načíst skutečnou sílu a točivý moment.
- Korigovat vektor klíče, pokud je skutečná síla a/nebo točivý moment nižší než požadovaná.

## Výběr mezních hodnot

Mezní hodnotu je možné nastavit pro všechny osy, ale tyto hodnoty mají rozdílný význam podle toho, zda jsou to osy s pružným chováním nebo bez pružného chování.

- **Osa s pružným chováním:** Mezní hodnota je maximální dovolená rychlost TCP, kterou může dosáhnout podél nebo na této ose. Jednotkami jsou [mm/s] a [°/s].
- **Osa bez pružného chování:** Mezní hodnota je maximální odchylka od programové trajektorie, která je dovolená, než je robot z bezpečnostních důvodů zastaven. Jednotkami jsou [mm] a [°].

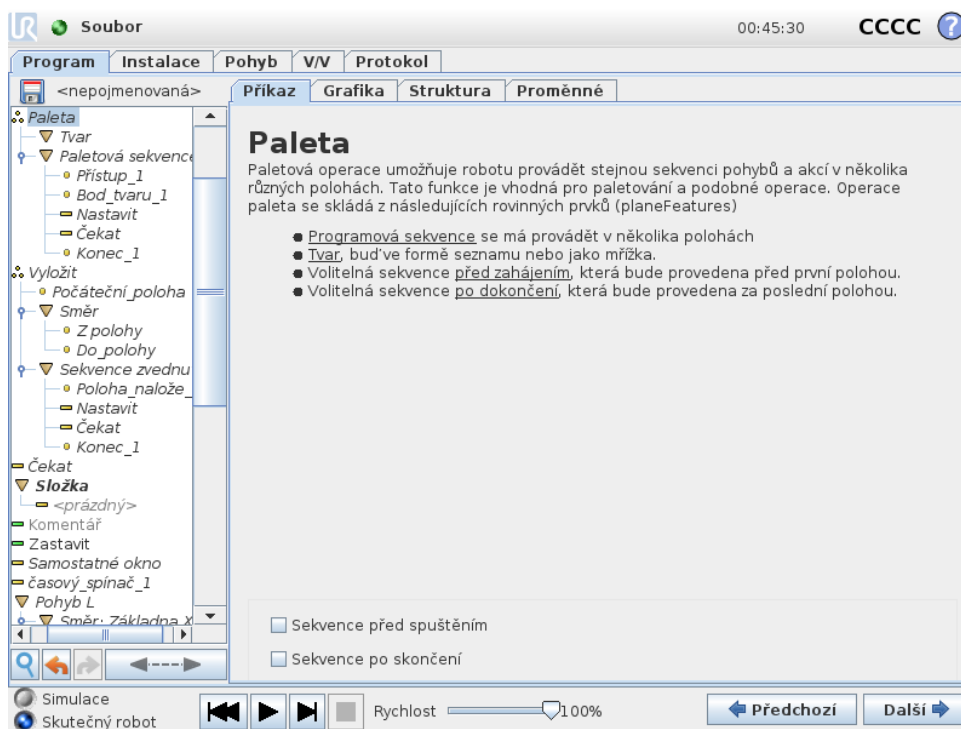
## Nastavení testovací síly

Tlačítkem zapnutí a vypnutí, označeným **Test**, se přepíná chování tlačítka **Freedrive** na zadní straně přenosného ovládacího terminálu z normálního režimu Freedrive na test příkazu síly.

Když je zapnuto tlačítko **Test** a stiskne se tlačítko **Freedrive** na zadní straně přenosného ovládacího terminálu, robot bude provádět činnost, jako když program dosáhl tohoto příkazu síly. Tímto způsobem lze ověřit nastavení před skutečným spuštěním celého programu. Tato možnost je obzvláště užitečná pro ověření, že byly správně vybrány osy s pružným chováním a síly. Jednoduše jednou rukou přidržíte TCP robota a druhou rukou stisknete tlačítko **Freedrive** a povšimnete si, ve kterém směru se rameno robota může/nemůže pohybovat. Po odchodu z této obrazovky se tlačítko **Test** automaticky vypne, což znamená, že tlačítko **Freedrive** na zadní straně přenosného ovládacího terminálu je opět používáno pro běžný režim **Freedrive**.

Poznámka: Tlačítko **Freedrive** bude funkční pouze tehdy, když bude pro příkaz síly vybrán platný prvek.

## 14.26 Příkaz: Paleta



Paletová operace provádí sekvenci pohybů na skupině míst nastavených jako tvar (viz 14.24). V každé poloze v rámci tvaru bude provedena sekvence pohybů vzhledem k této poloze v rámci tvaru.

## Naprogramování paletové operace

1. Definujte tvar.
2. Vytvořte **Paletovou sekvenci** zvednutí a položení pro jednotlivé body. Tato sekvence popisuje, co je nutné provést v jednotlivých polohách v rámci tvaru.
3. Pomocí voliče na obrazovce sekvenčního příkazu můžete definovat, které body trasy v rámci sekvence budou odpovídat polohám ve tvaru.

## Paletová sekvence / ukotvená sekvence

V uzlu **Paletová sekvence** jsou pohyby ramene robota relativní k poloze palety. Chování sekvence je takové, že se rameno robota bude nacházet v poloze dané tvarem v nastavení **Ukotvená poloha/bod tvaru**. Všechny zbývající polohy budou přesunuty tak, aby vyhovovaly nastavení. Příkaz **Pohyb** nepoužívejte v rámci sekvence, neboť pohyb se nebude vztahovat k ukotvené poloze.

### „Před zahájením“

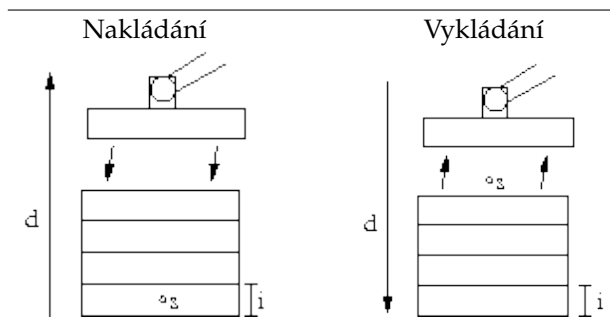
Volitelná sekvence **Před zahájením** proběhne bezprostředně před zahájením operace. Toto nastavení lze použít k čekání na připravený signál.

### „Po dokončení“

Volitelná sekvence **Po dokončení** proběhne po dokončení operace. Takto lze dát signál ke spuštění pohybu dopravníku a přípravě na další paletu.

## 14.27 Příkaz: Hledat

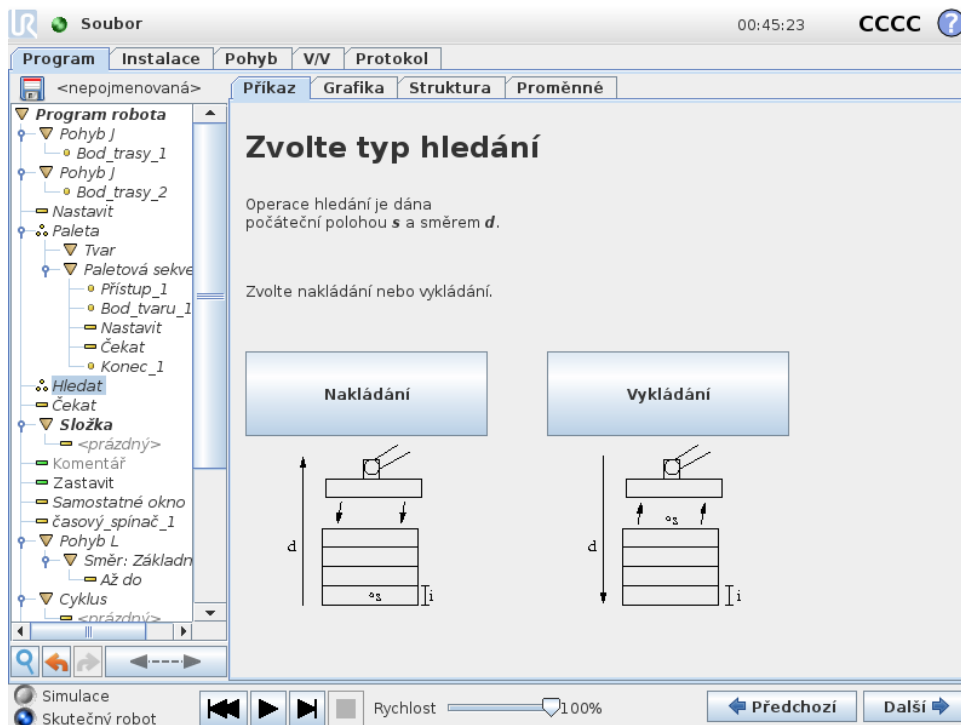
Funkce hledání používá senzor k určení toho, zda byla dosažena správná poloha pro uchopení a položení položky. Jako senzor může být použit tlačítkový spínač, tlakový snímač nebo kapacitní senzor. Tato funkce je určena k práci se zásobníky položek s různou tloušťkou položek nebo tam, kde pevná poloha položek není známa nebo ji nelze snadno naprogramovat.



Při programování funkce hledání pro práci se zásobníkem je nutné definovat počáteční bod  $s$ , směr zásobníku  $d$  a tloušťku položek v zásobníku  $i$ .

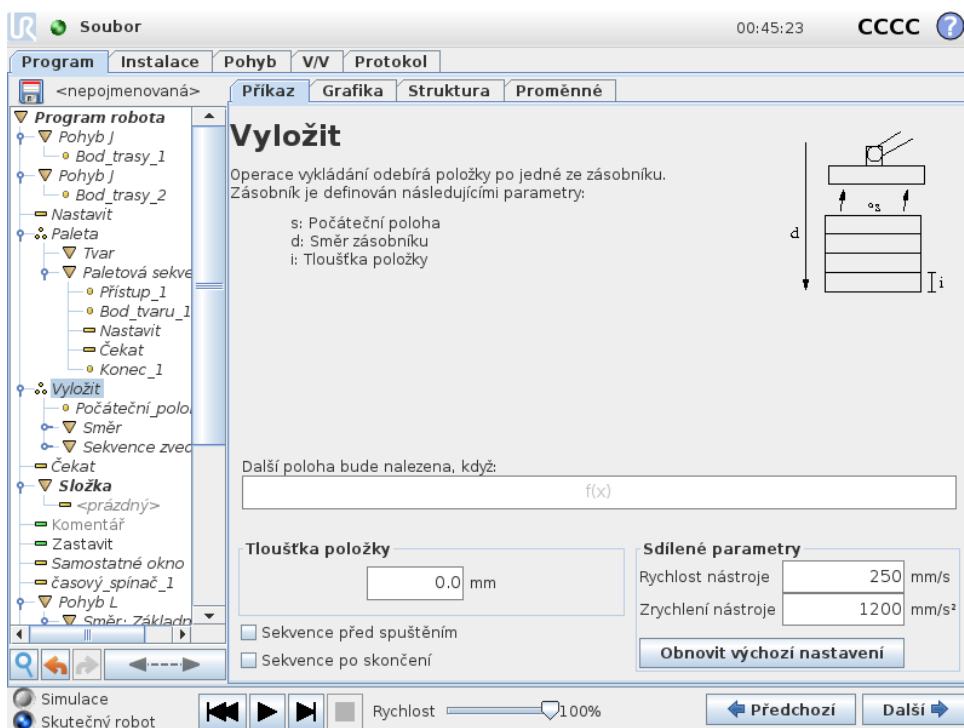
Vedle toho je nutné definovat podmínku, za které je dosažena poloha dalšího zásobníku, a speciální programovou sekvenci, která bude v každé poloze zásobníku provedena. Pro pohyb v rámci operace se zásobníky je rovněž nutné zadat hodnoty rychlosti a zrychlení.

## Nakládání



Při nakládání rameno robota postupuje od počáteční polohy *opačným* směrem a vyhledává další polohu zásobníku. Po nalezení si robot polohu zapamatuje a provede speciální sekvenci. Při příští operaci zahájí robot hledání v zapamatované poloze a postupuje v krocích daných tloušťkou položky daným směrem. Nakládání je dokončeno, jakmile výška zásobníku překročí definovanou hodnotu nebo jakmile senzor odešle signál.

## Vykládání

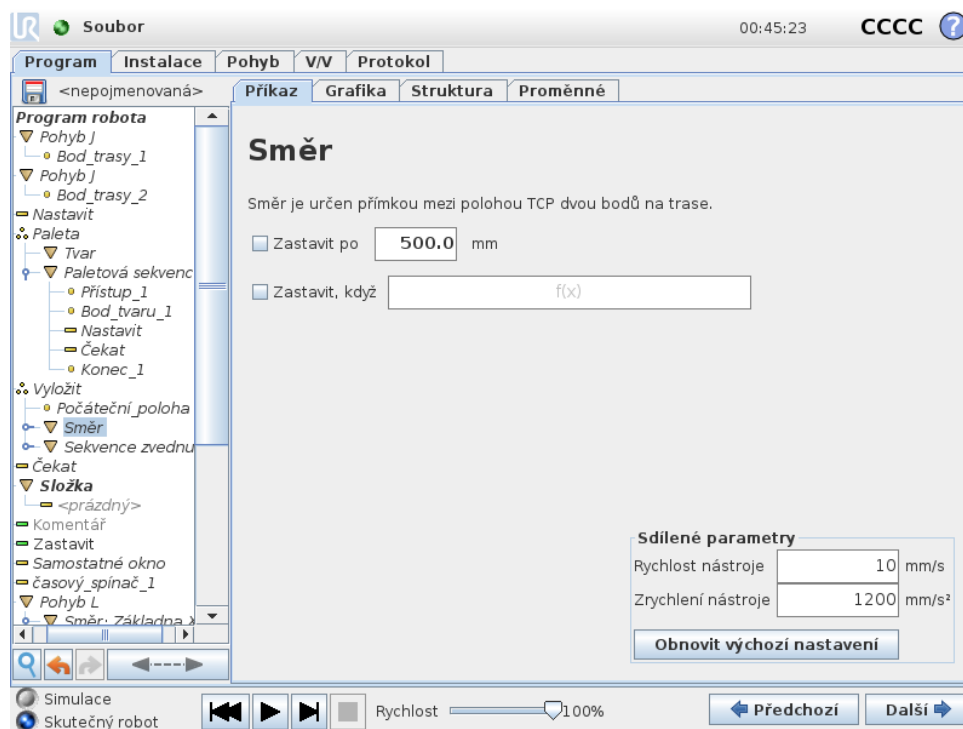


Při vykládání rameno robota postupuje od počáteční polohy daným směrem a vyhledává další položku. Podmínka na obrazovce určuje, kdy bude dosaženo dalšího předmětu. Po splnění podmínky si robot polohu zapamatuje a provede speciální sekvenci. Při příští operaci zahájí robot hledání v zapamatované poloze a postupuje v krocích daných tloušťkou položky daným směrem.

### Počáteční poloha

Počáteční poloha, ve které operace se zásobníkem začíná. Pokud je počáteční poloha vynechána, považuje robot za počátek zásobníku aktuální polohu svého ramene.

## Směr



Směr je dán dvěma polohami a je vypočítán jako rozdíl mezi TCP první polohy a TCP druhé polohy.

Poznámka: Směrem se nezohledňuje orientace bodů.

### Výraz pro další polohu skládání

Rameno robota se pohybuje ve směru vektoru a přitom nepřetržitě vyhodnocuje, zda byla dosažena další poloha skládání. Když je výraz vyhodnocen jako `Pravda`, je provedena speciální sekvence.

#### „Před zahájením“

Volitelná sekvence `Před zahájením` proběhne bezprostředně před zahájením operace. Toto nastavení lze použít k čekání na připravený signál.

#### „Po dokončení“

Volitelná sekvence `Po dokončení` proběhne po dokončení operace. Takto lze dát signál ke spuštění pohybu dopravníku a přípravě na další zásobník.

### Sekvence zvednutí a položení

Sekvence zvednutí a položení je speciální programová sekvence prováděná v každé poloze zásobník, podobně jako operaci `Paleta` (viz 14.26).

## 14.28 Příkaz: Sledování dopravníku

Robot lze nakonfigurovat ke sledování pohybu jednoho konfigurovaného dopravníku (Dopravník 1). Je-li **Sledování dopravníku** v instalaci definováno správně, robot přizpůsobí své pohyby

dopravníku. Programový uzel **Sledování dopravníků** je k dispozici na kartě **Průvodci** pod kartou **Struktura**. Během sledování dopravníku jsou přípustné i všechny pohyby v rámci tohoto uzlu, ty se však vztahují k pohybu dopravního pásu. Nastavení **Sledování dopravníků** pod kartou **Instalace** (viz část 13.13) poskytuje možnosti konfigurace robota pro práci s absolutními i přírůstkovými kodéry, stejně jako s lineárními a kruhovými dopravníky.



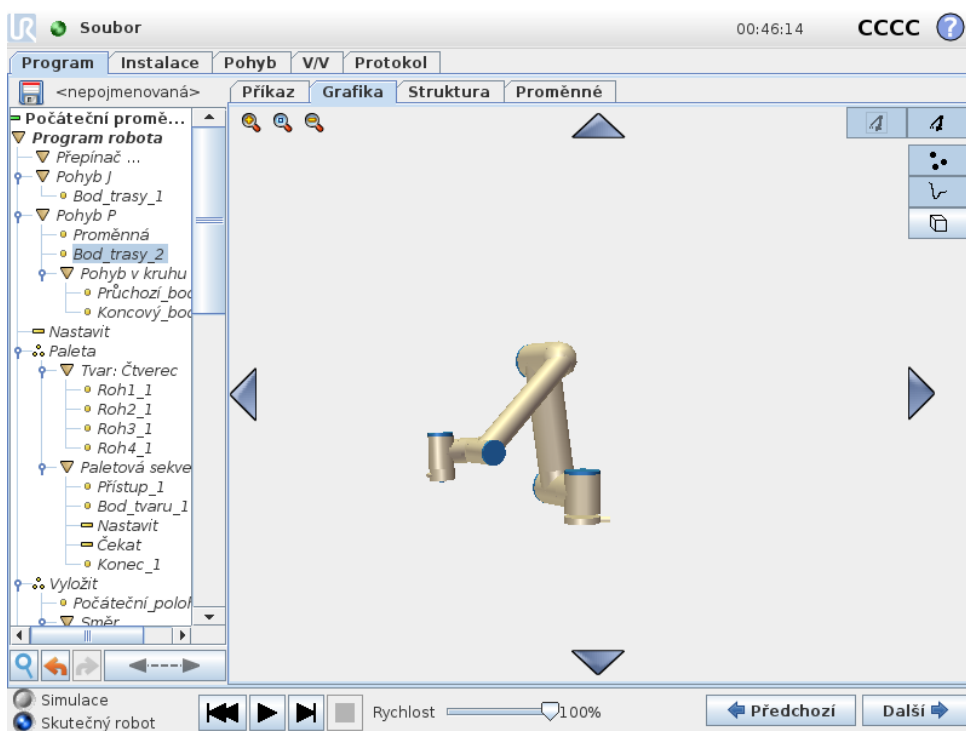
**POZNÁMKA:**

Ovládací jednotka může obsahovat pouze jeden inkrementální kódér, který je nutné použít s jedním dopravníkem (Dopravník 1).

**14.29 Příkaz: Potlačit**

Potlačené řádky programu jsou při provádění programu jednoduše vynechány. Potlačení řádku lze kdykoli později opět zrušit. Jedná se o rychlý způsob provádění změn v programu bez nutnosti odstranění původního obsahu.

**14.30 Karta Grafika**



Grafické znázornění aktuálního programu robota. Trasa TCP je znázorněna v 3D zobrazení, přičemž pohybové segmenty jsou označeny černě a segmenty zaoblení (přechodů mezi pohybovými segmenty) jsou označeny zeleně. Zelené tečky určují polohu TCP v každém z bodů trasy programu. 3D náčrtek ramene robota znázorňuje aktuální polohu ramene robota a *stín* ramene robota znázorňuje předpokládaný pohyb ramene robota do bodu trasy zvoleného vlevo na obrazovce.

Pokud se aktuální poloha TCP robota dostane do blízkosti bezpečnostní nebo spouštěcí roviny, nebo je orientace nástroje robota v blízkosti mezní hodnoty pro orientaci nástroje (viz

Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.

10.12), zobrazí se 3D znázornění mezní hodnoty.

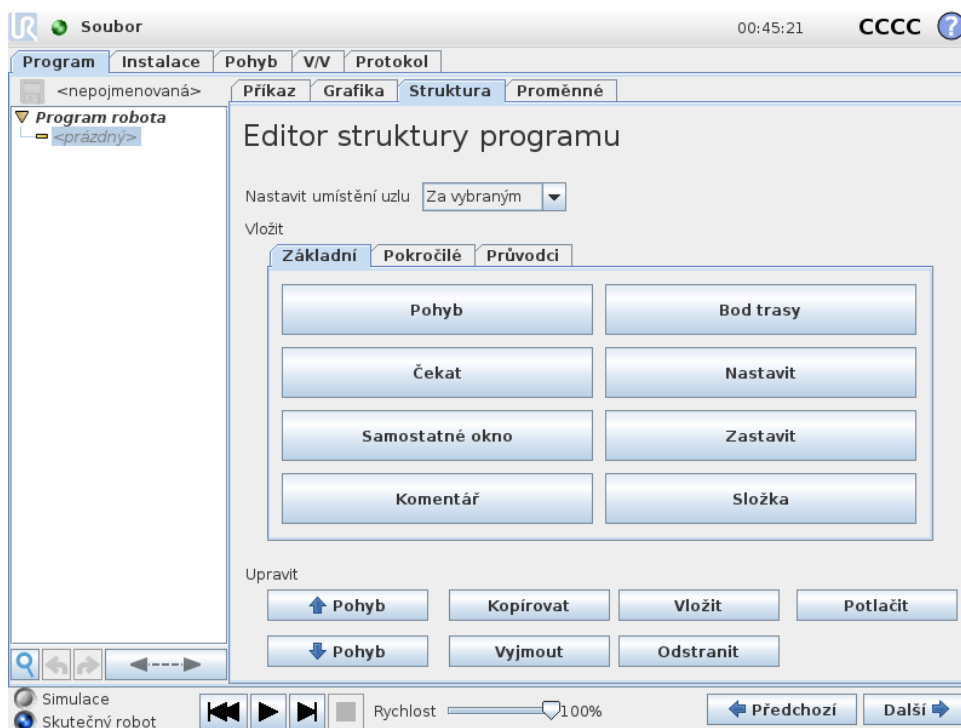
Poznámka: pokud je v robotovi spuštěn program, bude znázornění mezních hodnot mezí vypnuto.

Bezpečnostní roviny jsou znázorněny žlutě a černě spolu s malou šipkou, která znázorňuje normálu roviny, což je strana roviny, na kterou lze TCP robota umístit. Spouštěcí roviny jsou zobrazeny modře a zeleně a malá šipka ukazuje na stranu roviny, kde jsou aktivní mezní hodnoty **Běžného režimu** (viz 10.6) Hraniční hodnota orientace nástroje je znázorněna kuželem společně s vektorem označujícím aktuální orientaci nástroje robota. Vnitřek kužele znázorňuje povolenou oblast pro orientaci nástroje (vektor).

Pokud se cílová poloha TCP robota již nenachází v blízkosti mezní hodnoty, 3D znázornění zmizí. Pokud nástroj TCP narušuje hraniční hodnotu (nebo se narušení velmi blíží), znázornění mezních hodnot zčervená.

3D obraz lze zvětšit a otočit pro potřeby přehlednějšího zobrazení ramene robota. Tlačítka vpravo nahoře na obrazovce slouží k deaktivaci různých grafických součástí 3D zobrazení. Pomocí spodního tlačítka lze znázornění přibližných mezních hodnot zapnout/vypnout. Zobrazené pohybové segmenty závisejí na vybraném programovém uzlu. Když je vybrán uzel **Pohyb**, zobrazená trasa představuje pohyb, který je jím definován. Je-li vybrán uzel **Bod trasy**, na displeji se zobrazuje následujících ~ 10 kroků pohybu.

## 14.31 Karta Struktura



Karta Struktura na stránce Program umožňuje vložení, přesunutí, kopírování a odstranění různých typů příkazů.

Chcete-li vložit nové příkazy, proveďte následující kroky:

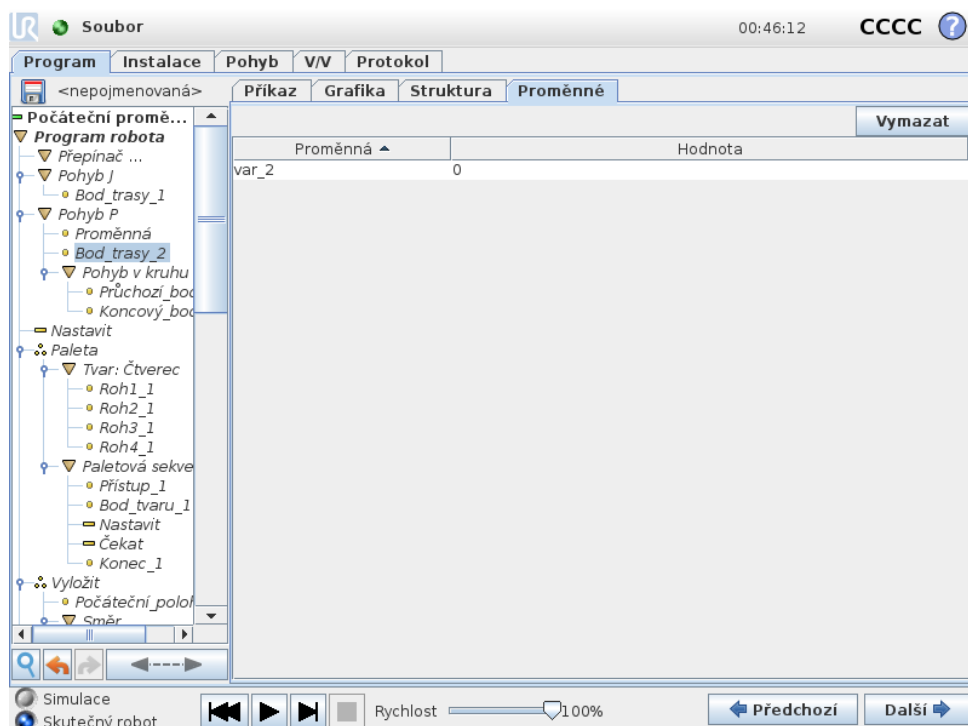
1. Vyberte existující příkaz programu.

2. Vyberte, zda má být nový příkaz vložen nad nebo pod vybraný příkaz.
3. Stiskněte tlačítko odpovídající typu příkazu, který chcete vložit. Chcete-li upravit podrobnosti nového příkazu, přejděte na kartu **Příkaz**.

Příkazy lze přesunovat, klonovat a odstranit pomocí tlačítek v rámu úprav. Pokud příkaz obsahuje podpříkazy (vedle příkazu se zobrazuje trojúhelník), budou přesunuty, klonovány či odstraněny rovněž všechny podpříkazy.

Některé příkazy nelze umístit na některá místa v programu. Body trasy musí být pod příkazem Pohyb (nikoli nutně bezprostředně pod ním). Příkazy `ElseIf` a `Else` musí být umístěny až za příkazem `If`. Obecně platí, že v důsledku přesunu příkazů `ElseIf` se může program nevhodně změnit. Proměnné vyžadují před použitím přiřazení hodnoty.

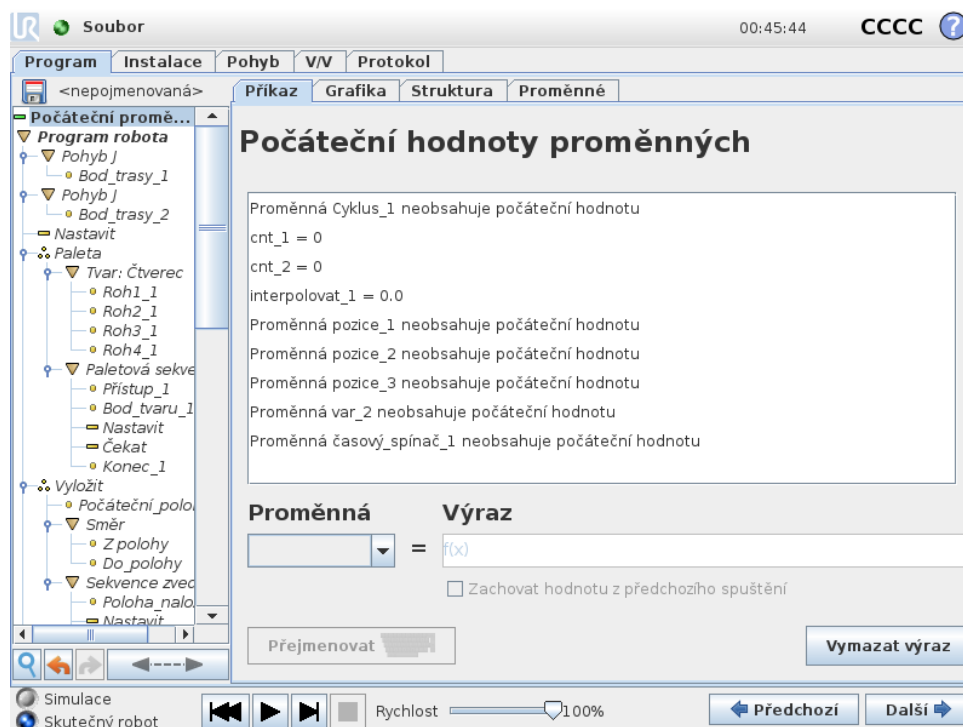
## 14.32 Karta Proměnné



Karta **Proměnné** obsahuje aktuální hodnoty proměnných v běžícím programu a zaznamenává seznam proměnných a hodnot mezi jednotlivými spuštěními programu. Zobrazí se pouze tehdy, obsahuje-li nějaké informace. Proměnné jsou seřazeny abecedně podle názvů. Názvy proměnných na této obrazovce jsou zobrazeny s maximálně 50 znaky a hodnoty proměnných jsou zobrazeny s maximálně 500 znaky.

Copyright © 2009–2019 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.

## 14.33 Příkaz: Inicializace proměnných



Tato obrazovka slouží k nastavení hodnot proměnných před spuštěním programu (a případných vláken).

Vyberte proměnnou ze seznamu proměnných kliknutím nebo pomocí pole pro volbu proměnné. Pro zvolenou proměnnou můžete zadat výraz, který bude použit k určení hodnoty proměnné na začátku programu.

Je-li zaškrtnuto políčko **Zachovat hodnotu z předchozího spuštění**, proměnná se bude inicializovat na hodnotu uvedenou v kartě **Proměnné** (viz 14.32). Tím je umožněno, aby proměnné zachovaly své hodnoty mezi jednotlivými spuštěními programu. Proměnná získá hodnotu z výrazu, když je program spuštěn poprvé nebo když je karta s hodnotou vymazána.

Proměnnou lze z programu odstranit zadáním prázdného názvu proměnné (pouze mezery).



## 15 Obrazovka Nastavení



- **Inicializovat robota** Slouží k přechodu na obrazovku inicializace, viz 11.5.
- **Jazyk a jednotky** Slouží ke konfiguraci jazyka a měrných jednotek, viz část 15.1.
- **Aktualizovat robota** Slouží k aktualizaci softwaru robota na novější verzi, viz 15.2.
- **Nastavit heslo** Umožňuje uzamknout programovací části robota, která tak není přístupná osobám bez znalosti hesla, viz 15.3.
- **Kalibrovat obrazovku** Slouží ke kalibraci „dotyku“ na dotykové obrazovce, viz 15.4.
- **Nastavení sítě** Otevře rozhraní pro nastavení připojení ovládací jednotky robota k síti Ethernet, viz 15.5.
- **Nastavit čas** Slouží k nastavení času a data pro systém a konfiguraci formátu zobrazení hodin, viz 15.6.
- **Nastavení URCaps** Přehled instalovaných URCaps, stejně jako možnosti pro instalaci a odinstalaci, viz 15.7.
- **Zpět** Slouží k návratu na úvodní obrazovku.

## 15.1 Jazyk a jednotky



**Nastavení robota**

**Volba jazyka**

Systém  
Čeština

Klávesnice  
Int'l English

English programming

---

**Volba jednotek**

Metrické jednotky

Obvyklé pro USA

Restartujte PolyScope, aby se použilo nové nastavení

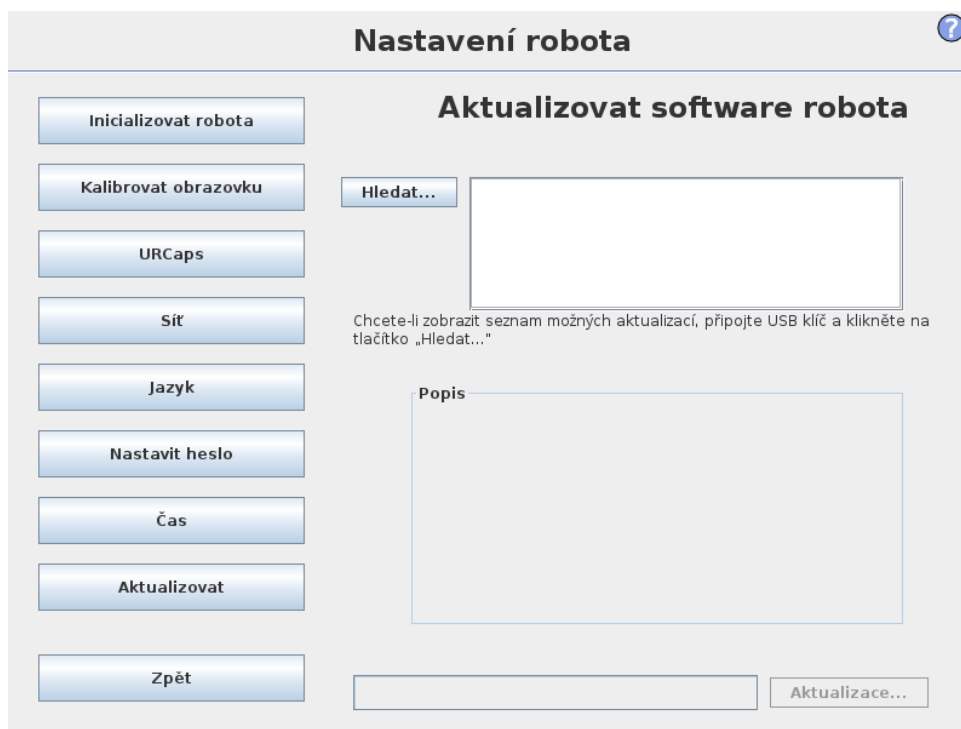
Restart

Na této obrazovce lze vybrat jazyk a jednotky použité v rozhraní PolyScope.

Vybraný jazyk se použije pro text viditelný na různých obrazovkách rozhraní PolyScope a také ve vložené nápovědě. Chcete-li názvy příkazů v programech robota zobrazit v angličtině, zaškrtněte možnost „Programování v angličtině“. Aby byly změny použity, je nutné PolyScope restartovat.

Zvolený jazyk klávesnice se použije u všech místních klávesnic v programu PolyScope.

## 15.2 Aktualizace robota



Aktualizace softwaru lze nainstalovat z paměti USB flash. Vložte paměťovou kartu USB a kliknutím na **Hledat** zobrazíte její obsah. Chcete-li provést aktualizaci, vyberte soubor, klikněte na možnost **Aktualizovat** a postupujte podle pokynů na obrazovce.



### UPOZORNĚNÍ:

Po upgradu softwaru vždy zkontrolujte programy. Upgrade může změnit trajektorie v programu. Specifikace aktualizovaného softwaru zobrazíte po stisknutí tlačítka „?“ umístěného v pravém horním rohu rozhraní GUI. Specifikace hardwaru zůstávají stejné a naleznete je v původní příručce.

## 15.3 Nastavit heslo

Podporována jsou dvě hesla. První je *volitelné* systémové heslo, které zabraňuje neoprávněným úpravám nastavení robota. Je-li nastaveno systémové heslo, lze programy načíst a spustit bez použití hesla, ale k vytváření a změně programů bude heslo vyžadováno.

Druhé je *povinné* bezpečnostní heslo, které je třeba správně zadat, aby bylo možné upravit bezpečnostní konfiguraci.



### POZNÁMKA:

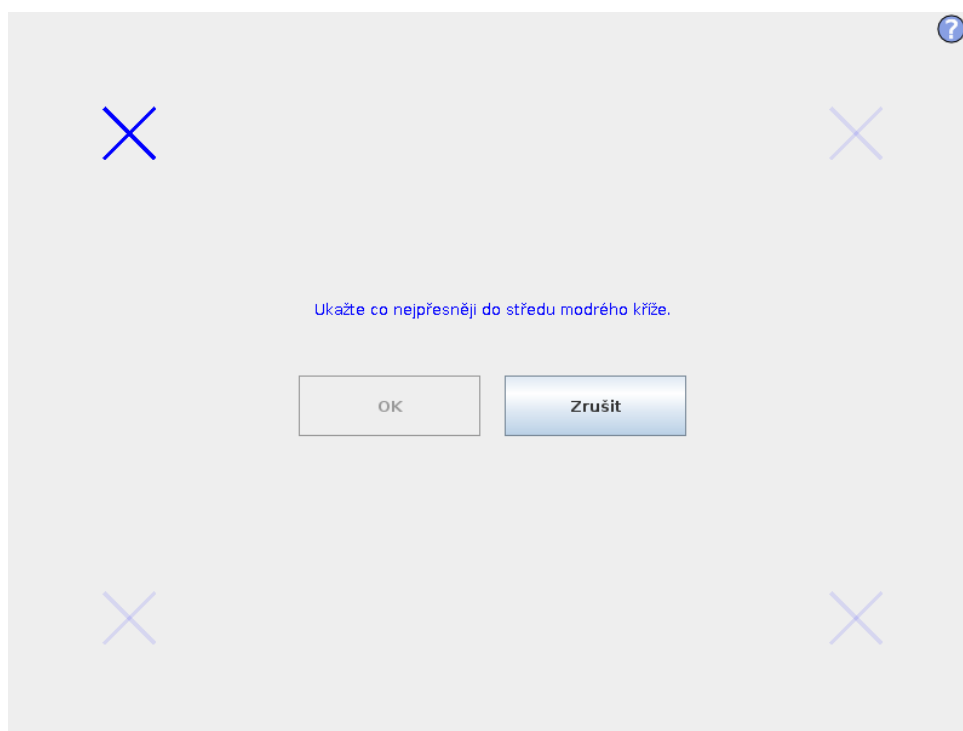
Aby bylo možné změnit bezpečnostní konfiguraci, je třeba zadat bezpečnostní heslo.



### UPOZORNĚNÍ:

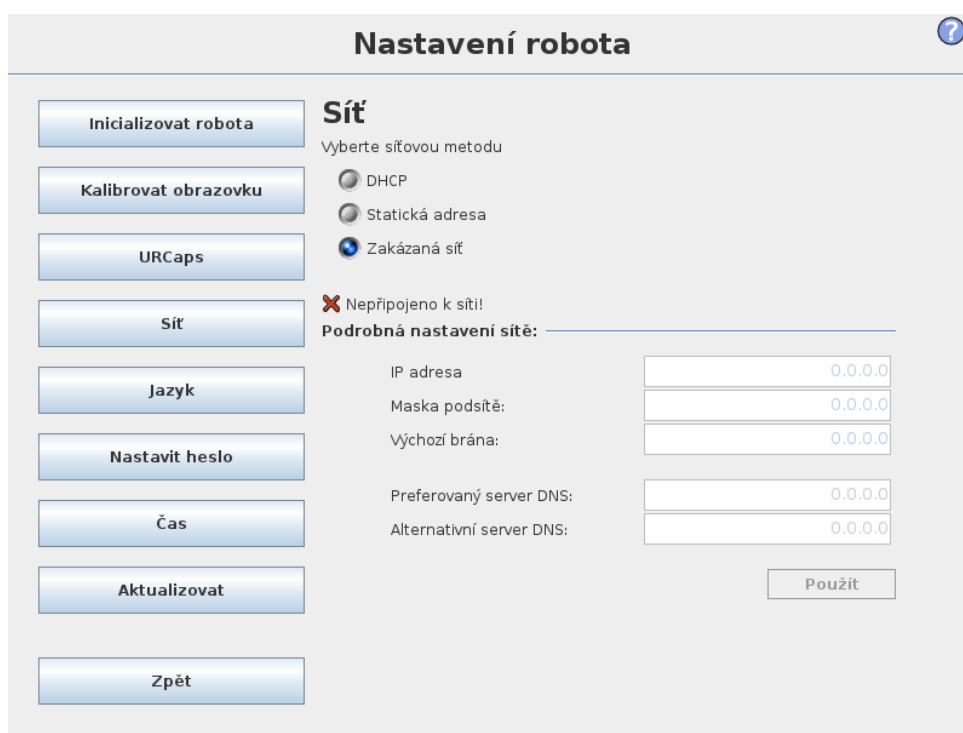
Zadáním systémového hesla zamezíte neautorizovanému personálu, aby měnil instalaci robota.

## 15.4 Kalibrovat obrazovku



Kalibrace dotykové obrazovky. Kalibraci dotykové obrazovky proveďte podle pokynů na obrazovce. Pokud je to možné, použijte nekovový objekt s hrotem, např. zavřené pero. Trpělivost a pečlivost vám pomohou dosáhnout lepších výsledků.

## 15.5 Nastavení sítě



Panel pro nastavení sítě Ethernet. Ethernetové připojení není pro základní funkce robota nezbytné a ve výchozím nastavení je zakázáno.

## 15.6 Nastavit čas

**Nastavení robota**

**Nastavit čas**

Formát času:  24Hodinový  12Hodinový

Vyberte aktuální čas:  :  :

**Nastavit datum**

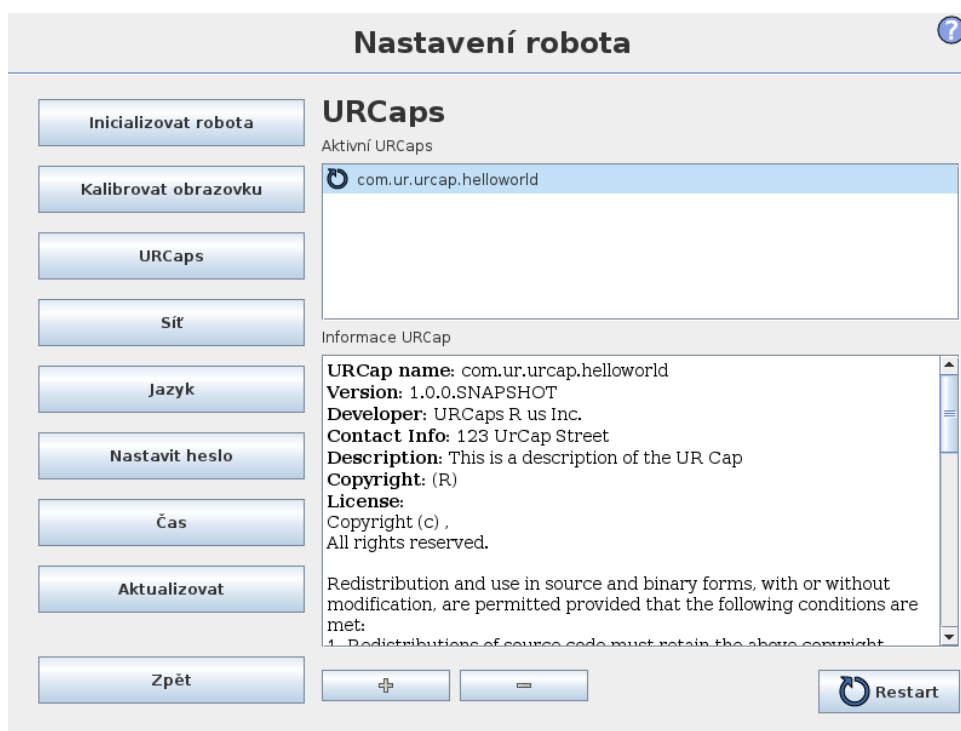
Vyberte dnešní datum:

Formát data:  26. srpna 2019  26.8.2019  26.8.19

Restartujte PolyScope, aby se použilo nové nastavení

Slouží k nastavení času a data pro systém a konfiguraci formátu zobrazení hodin. Hodiny se zobrazují v horní části obrazovek *Spustit program* a *Naprogramovat robota*. Klepnutím se krátce zobrazí datum. Aby byly změny použity, je nutné rozhraní GUI restartovat.

## 15.7 Nastavení URCaps






V horním seznamu je uveden přehled všech instalovaných *URCaps*. Kliknutím na URCap se v oblasti *Informace URCap* pod seznamem zobrazí příslušná metadata (včetně názvu URCap, verze, licence atd.).

Kliknutím na tlačítko + v dolní části obrazovky proved'ete instalaci nové URCap. Zobrazí se systém pro výběr souborů, kde lze vybrat soubor `.urcap`. Kliknutím na *Otevřít* a *PolyScope* se vrátíte na obrazovku nastavení. Proběhne instalace vybrané URCap a krátce poté se v seznamu objeví odpovídající záznam. V případě nové instalace nebo odinstalace platformy URCaps je nutné provést restart PolyScope, aktivuje se tlačítko *Restart*.

Chcete-li odinstalovat URCap, stačí v seznamu vybrat URCap a kliknout na tlačítko -. URCap zmizí ze seznamu, stále je však nutné restartovat počítač.

Ikona zobrazená vedle položky v seznamu signalizuje stav URCap. Jednotlivé stavy jsou definovány níže.

-  *URCap ok (v pořádku)*: URCap je nainstalována a běží normálně.
-  *URCap fault (závada URCap)*: URCap je nainstalována, ale nelze spustit. Kontaktujte vývojáře URCap.
-  *Vyžaduje se restart URCap*: URCap byla právě nainstalována a je nutné restartovat počítač.