



# UNIVERSAL ROBOTS

## Příručka k rozhraní PolyScope



**Verze 3.0 (rev. 15965)**

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 © 2009-2014 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>9 Úvod</b>	<b>II-3</b>
9.1 Začínáme . . . . .	II-3
9.1.1 Instalace ramene robota a ovládací jednotky . . . . .	II-3
9.1.2 Zapnutí a vypnutí ovládací jednotky. . . . .	II-4
9.1.3 Zapnutí a vypnutí ramene robota. . . . .	II-4
9.1.4 Rychlé spuštění . . . . .	II-4
9.1.5 První program. . . . .	II-5
9.2 Programovací rozhraní PolyScope . . . . .	II-6
9.3 Úvodní obrazovka . . . . .	II-8
9.4 Obrazovka Inicializace . . . . .	II-9
<b>10 Editory na obrazovce</b>	<b>II-11</b>
10.1 Číselná klávesnice na obrazovce . . . . .	II-11
10.2 Klávesnice na obrazovce. . . . .	II-12
10.3 Editor výrazů na obrazovce . . . . .	II-12
10.4 Obrazovka úprav poloh . . . . .	II-13
<b>11 Ovládání robota</b>	<b>II-17</b>
11.1 Karta Pohyb . . . . .	II-17
11.1.1 Robot . . . . .	II-17
11.1.2 Poloha prvku a nástroje . . . . .	II-18
11.1.3 Pohyb nástroje. . . . .	II-18
11.1.4 Pohyb kloubů . . . . .	II-18
11.1.5 Učit . . . . .	II-18
11.2 Karta V/V . . . . .	II-19
11.3 V/V MODBUS klient . . . . .	II-20
11.4 Karta Automatický pohyb . . . . .	II-21
11.5 Instalace → Načíst/Uložit . . . . .	II-22
11.6 Instalace → Konfigurace TCP . . . . .	II-23
11.7 Instalace → Montáž . . . . .	II-24
11.8 Instalace → Nastavení V/V. . . . .	II-25
11.9 Instalace → Bezpečnost . . . . .	II-26
11.10 Instalační → Proměnné . . . . .	II-26
11.11 Instalace → Nastavení V/V MODBUS klient. . . . .	II-27
11.12 →Funkce instalace . . . . .	II-30
11.13 Instalace → Výchozí program . . . . .	II-34
11.13.1 Načtení výchozího programu . . . . .	II-34
11.13.2 Spuštění výchozího programu . . . . .	II-34
11.13.3 Automatická inicializace . . . . .	II-35

11.14	Karta Protokol . . . . .	II-35
11.15	Obrazovka načtení . . . . .	II-36
11.16	Karta Spustit . . . . .	II-38
<b>12</b>	<b>Programování</b>	<b>II-39</b>
12.1	Nový program . . . . .	II-39
12.2	Karta Program . . . . .	II-40
12.3	Proměnné . . . . .	II-41
12.4	Příkaz: Prázdný . . . . .	II-42
12.5	Příkaz: Pohyb. . . . .	II-42
12.6	Příkaz: Pevný bod trasy . . . . .	II-45
12.7	Nastavení bodu trasy . . . . .	II-45
12.8	Příkaz: Relativní bod trasy . . . . .	II-47
12.9	Příkaz: Proměnný bod trasy . . . . .	II-48
12.10	Příkaz: Čekat . . . . .	II-49
12.11	Příkaz: Nastavit . . . . .	II-49
12.12	Příkaz: Samostatné okno. . . . .	II-50
12.13	Příkaz: Zastavit . . . . .	II-51
12.14	Příkaz: Komentář . . . . .	II-51
12.15	Příkaz: Složka . . . . .	II-52
12.16	Příkaz: Cyklus . . . . .	II-52
12.17	Příkaz: Podprogram . . . . .	II-53
12.18	Příkaz: Zadáání . . . . .	II-54
12.19	Příkaz: If . . . . .	II-55
12.20	Příkaz: Skript . . . . .	II-56
12.21	Příkaz: Událost . . . . .	II-57
12.22	Příkaz: Vlákno . . . . .	II-58
12.23	Příkaz: Tvar . . . . .	II-58
12.24	Příkaz: Síla. . . . .	II-60
12.25	Příkaz: Paleta . . . . .	II-63
12.26	Příkaz: Hledat . . . . .	II-64
12.27	Příkaz: Potlačit . . . . .	II-67
12.28	Karta Grafika . . . . .	II-68
12.29	Karta Struktura . . . . .	II-69
12.30	Karta Proměnné . . . . .	II-70
12.31	Příkaz: Inicializace proměnných . . . . .	II-71
<b>13</b>	<b>Obrazovka Nastavení</b>	<b>II-73</b>
13.1	Jazyk a jednotky . . . . .	II-74
13.2	Aktualizace robota . . . . .	II-75
13.3	Nastavit heslo . . . . .	II-76
13.4	Kalibrovat obrazovku. . . . .	II-77
13.5	Nastavení sítě . . . . .	II-77
13.6	Nastavit čas . . . . .	II-78

<b>14 Bezpečnostní konfigurace</b>	<b>II-79</b>
14.1 Změna bezpečnostní konfigurace . . . . .	II-80
14.2 Bezpečnostní synchronizace a chyby . . . . .	II-81
14.3 Tolerance . . . . .	II-81
14.4 Bezpečnostní kontrolní součet. . . . .	II-82
14.5 Bezpečnostní režimy . . . . .	II-82
14.6 Režim učení . . . . .	II-83
14.7 Ochrana heslem . . . . .	II-83
14.8 Použit . . . . .	II-83
14.9 Všeobecná omezení . . . . .	II-84
14.10 Omezení kloubu. . . . .	II-87
14.11 Hranice . . . . .	II-88
14.11.1 Výběr hranice pro konfiguraci . . . . .	II-89
14.11.2 3D znázornění. . . . .	II-89
14.11.3 Konfigurace bezpečnostní roviny . . . . .	II-90
14.11.4 Konfigurace hranice nástroje . . . . .	II-93
14.12 Bezpečnostní vstupy/výstupy. . . . .	II-95



## Část II

# Příručka k rozhraní PolyScope



## 9 Úvod

Rameno robota společnosti Universal Robots se skládá z trubic a kloubů z extrudovaného hliníku. Klouby s jejich obvyklými názvy jsou zobrazeny na obrázku 9.1. *Základna* představuje místo, na kterém je robot namontován. Na jeho opačném konci (*Zápěští 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. Dosah robota se udává v 800 mm od středu základny.

PolyScope je grafické uživatelské rozhraní (GUI), které slouží k ovládní 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.

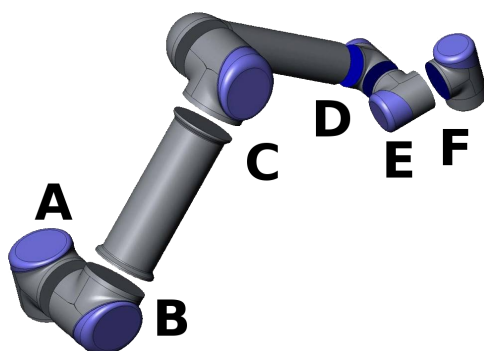
### 9.1 Začínáme

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

#### 9.1.1 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.



Obrázek 9.1: Klouby robota. A: *Základna*, B: *Rameno*, C: *Loket* a D, E, F: *Zápěští 1, 2, 3*

5. Připojte konektor ovládací jednotky k síti.


**UPOZORNĚNÍ:**

Riziko překlopení. 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.

**9.1.2 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 9.4).

Ovládací jednotku vypnete stisknutím zeleného tlačítka napájení na obrazovce nebo pomocí tlačítka *Vypnout* na úvodní obrazovce (viz 9.3).


**UPOZORNĚNÍ:**

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

**9.1.3 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 9.4) 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.

**9.1.4 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 přesměrováni na obrazovku inicializace.
6. Počkejte na dialog *Potvrzení použité bezpečnostní konfigurace* a stiskněte tlačítko *Potvrdit bezpečnostní konfiguraci*. Tato operace aplikuje standardní sadu bezpečnostních parametrů, které je nutné upravit v souladu s hodnocením 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. Počkejte 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*.

### 9.1.5 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 kódovaných příkazů.

Vzhledem k tomu, že pohyb robota představuje důležitou součást programu robota, je velmi důležitý způsob, jakým se robot pohyb učí. V rozhraní PolyScope se pohyby nástroje zadávají pomocí řady *bodů trasy*, tj. míst v pracovním prostoru robota. Bod trasy lze určit přemístěním robota do určité polohy nebo jej lze vypočítat pomocí softwaru. Chcete-li rameno robota přesunout do určité polohy, použijte kartu *Pohyb* (viz 11.1), nebo podržte tlačítko *Učit* na zadní straně přenosného ovládacího terminálu a jednoduše přesuňte rameno robota na místo.

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

Chcete-li v robotovi po spuštění vytvořit jednoduchý program, postupujte následovně:

1. Stiskněte tlačítko *Programovat robot* a vyberte možnost *Prázdný program*.
2. Stisknutím tlačítka *Další* (vpravo dole) vyberte *<prázdný>* řádek ve strokové 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 robot stisknutím různých modrých šipek nebo stiskněte tlačítko `Učit` na zadní straně přenosného ovládacího terminálu a zatáhněte za rameno robota.
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 `Učit` a zatáhněte za rameno robota.
13. Stiskněte `OK`.
14. Program je připraven. Robot se začne pohybovat mezi dvěma body po stisknutí symbolu `Přehrát`. Odstupte od robota, přidrže tlačítko nouzového zastavení a stiskněte symbol `Přehrát`.
15. Blahopřejeme. Nyní jste vytvořili první program pro robota, který pohybuje robotem mezi dvěma danými body trasy.

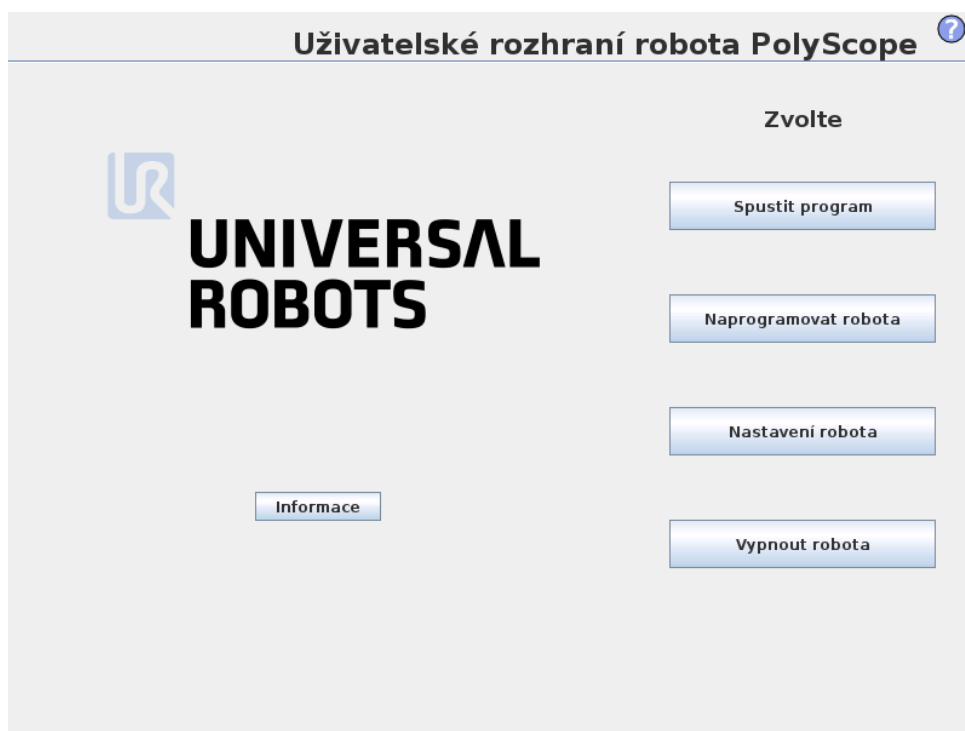
**UPOZORNĚNÍ:**

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.

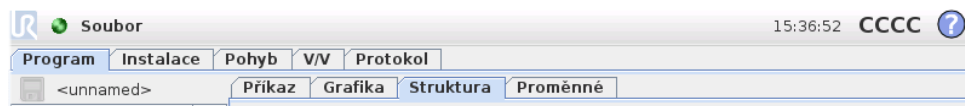
---

## 9.2 Programovací rozhraní PolyScope

Rozhraní PolyScope má podobu dotykové obrazovky 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. Když vyberete kartu *Pohyb*, zobrazí se obrazovka *Pohyb*, na které lze ovládat pohyb robota. Po vybrání karty *V/V* můžete 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; dotyk těchto polí vyvolá číselnou klávesnici či klávesnici na obrazovce. Textová pole neovladatelná dotykem mají vedle sebe ikonu editoru, která spustí příslušný editor vstupu.



Ikony číselné klávesnice či klávesnice na obrazovce a editoru výrazů jsou zobrazeny výše.

Obrazovky rozhraní PolyScope jsou popsány v následujících částech.

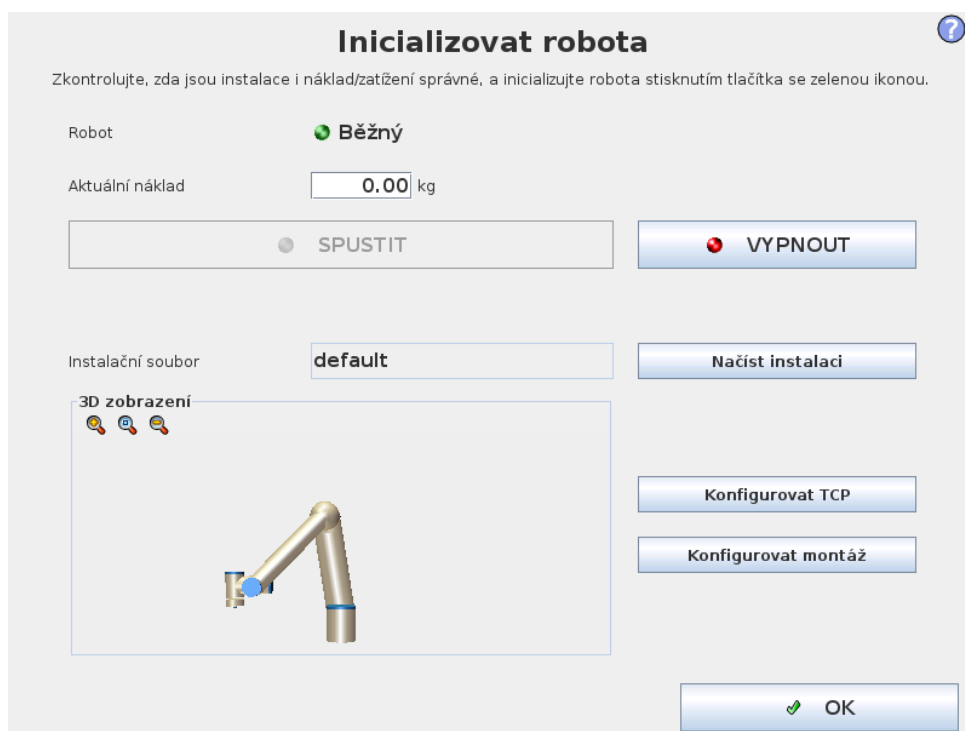
## 9.3 Úvodní obrazovka



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:** Nastavení hesel, aktualizace softwaru, žádost o podporu, kalibrace dotykové obrazovky atd.
- **Vypnout robota:** Vypne rameno robota a ovládací jednotku.

## 9.4 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 11.6), 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.

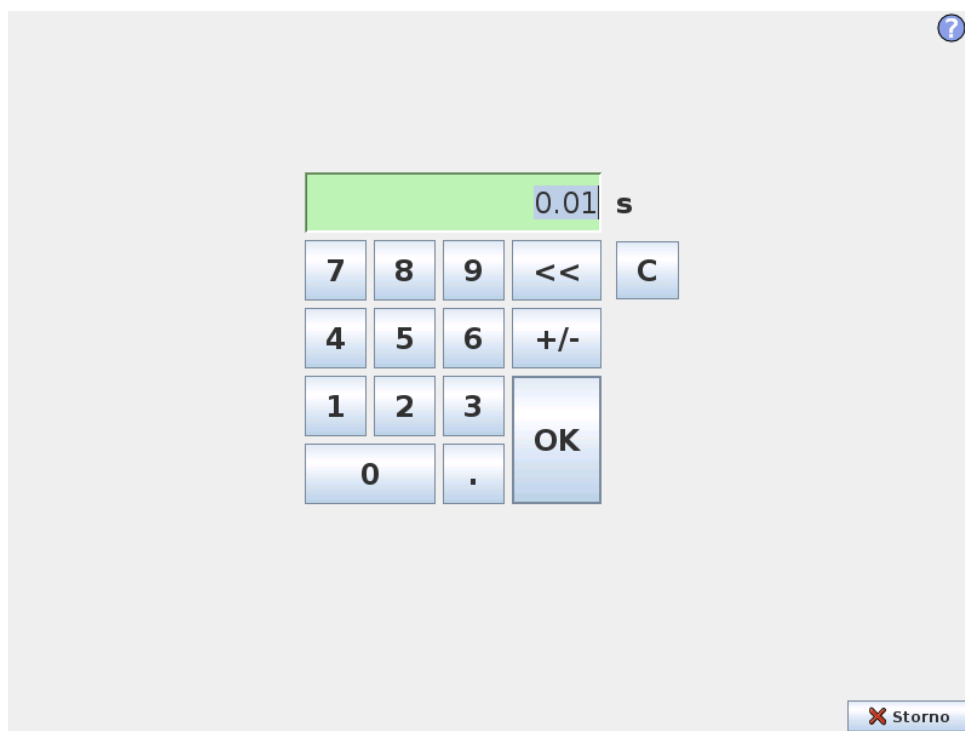
Pokud ověření umístění proběhne úspěšně, klepnutím na tlačítko uvolníte brzdy kloubu a rameno robota bude připraveno na běžný provoz. Poznámka: Robot při uvolňování brzd vydává zvuk a mírně se pohybuje.

- Pokud rameno robota naruší při spuštění některé bezpečnostní meze, bude v provozu ve speciálním režimu *Obnovy*. 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.

## 10 Editory na obrazovce

### 10.1 Číselná klávesnice na obrazovce



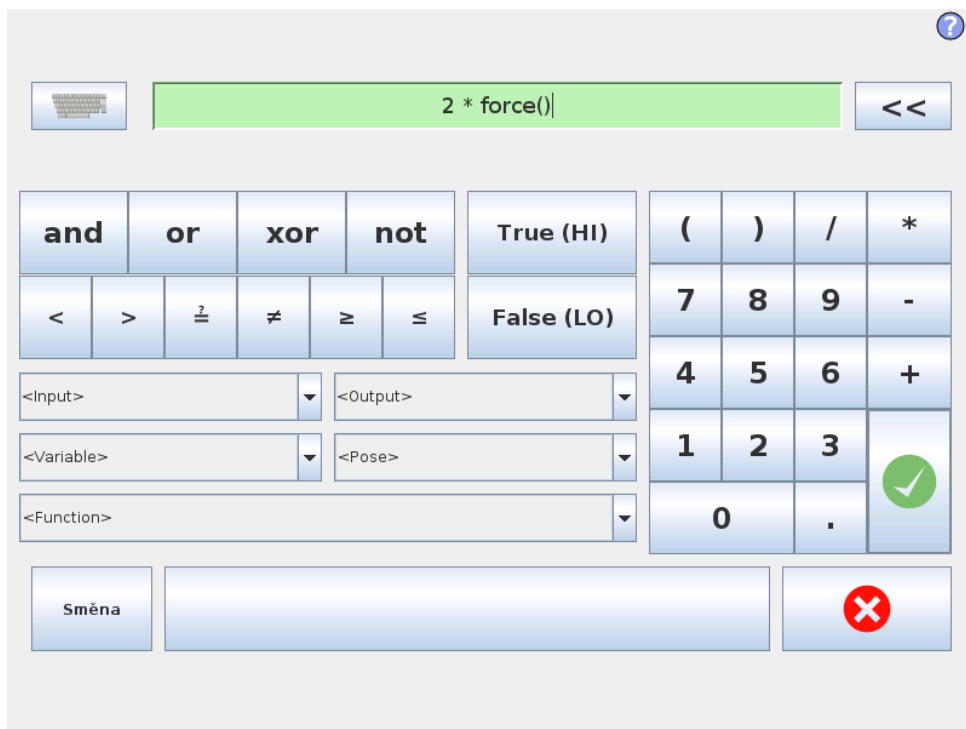
Slouží k jednoduchému zadávání a úpravám číselných hodnot. V mnoha případech je jednotka zadané hodnoty uvedena vedle číselné hodnoty.

## 10.2 Klávesnice na obrazovce



Slouží k jednoduchému psaní a úpravám textu. Pomocí klávesy Shift lze zadat další speciální znaky.

## 10.3 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*.

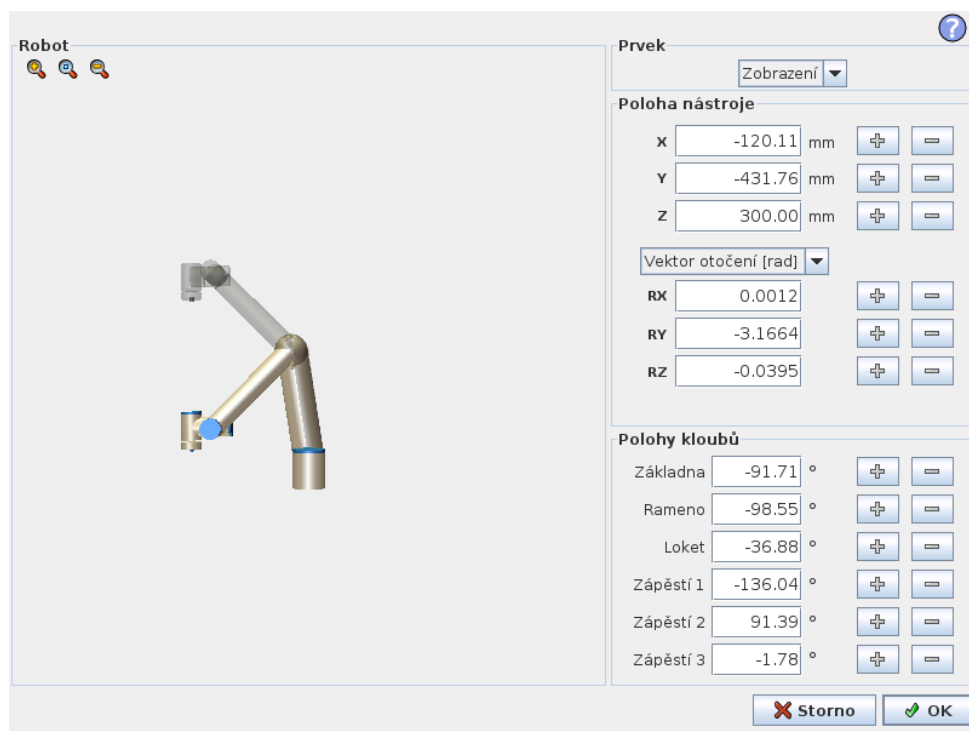
Po stisknutí tlačítka *Ok* proběhne kontrola výrazu, zda neobsahuje gramatické chyby. Po stisku tlačítka *Storno* se zavře obrazovka a zruší se všechny změny.

Výraz může mít následující podobu:

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

## 10.4 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 uvedeny v 3D grafice. 3D náčrtek ramene robota znázorňuje aktuální polohu ramene robota a š 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 pohled.

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 14.11), 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 14.5). 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 pravé horní části obrazovky se nachází nástroj pro výběr prvků. Nástroj pro výběr prvků slouží k určení prvku, vzhledem k němuž bude rameno robota ovládáno. V polích pod ním se zobrazují úplné hodnoty souřadnic nástroje vzhledem ke zvolenému prvku. X, Y a Z slouží k ovládní polohy nástroje, zatímco  $R_X$ ,  $R_Y$  a  $R_Z$  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 osy 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 přidržetím 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 kliknu-

## 10.4 Obrazovka úprav poloh

---

tím 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 11.1), 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 12.5.

---

### Tlačítko Storno

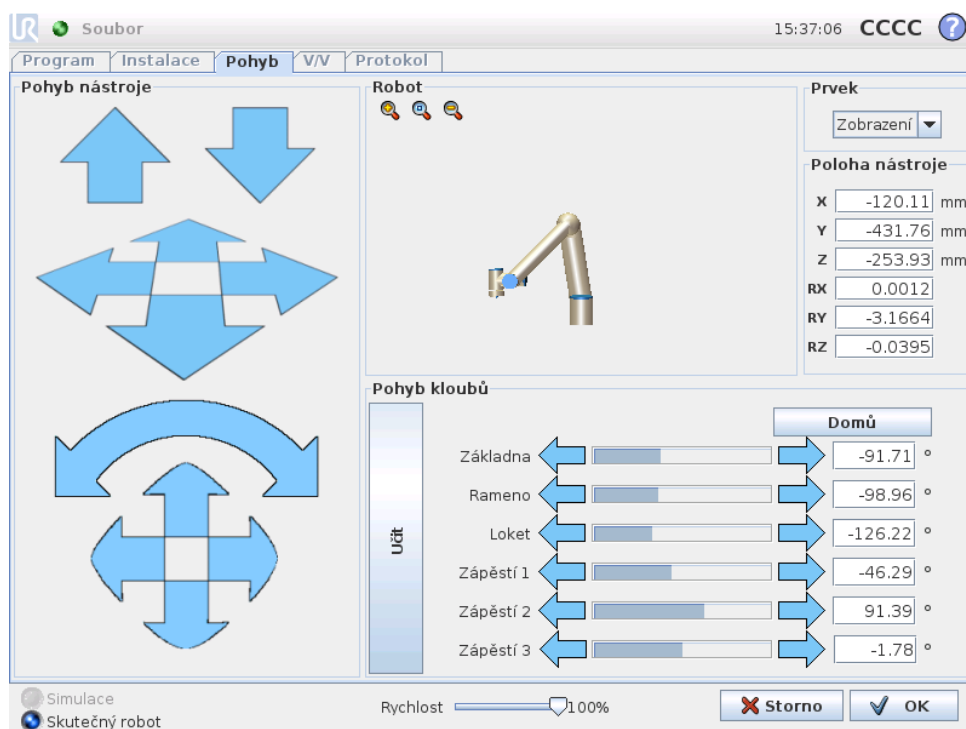
Po stisku tlačítka *Storno* se zavře obrazovka a zruší se všechny změny.



# 11 Ovládání robota

## 11.1 Karta Pohyb

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



### 11.1.1 Robot

3D grafika znázorňuje aktuální polohu ramene robota. Stisknutím ikony lupy lze zobrazení zvětšit či zmenšit, přetažením prstu lze změnit pohled. 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 14.11), 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 14.5). 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 zčervená.

### 11.1.2 Poloha prvku a nástroje

V pravé horní části obrazovky se nachází nástroj pro výběr prvků. Nástroj pro výběr prvků slouží k určení prvku, vzhledem k němuž bude rameno robotu ovládáno. V polích pod ním se zobrazují úplné hodnoty souřadnic nástroje vzhledem ke zvolenému prvku.

Hodnoty lze upravit ručně kliknutím na souřadnici nebo polohu kloubu. Tím se dostanete na obrazovku úprav poloh (viz kapitola 10.4), kde můžete zadat cílovou polohu a orientaci nástroje nebo cílové polohy kloubů.

### 11.1.3 Pohyb nástroje

- Přidržením šipky přemístění (nahore) se hrot nástroje robota přesune ve vyznačeném směru.
- Přidržením šipky otočení (tlačítko) 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.

### 11.1.4 Pohyb kloubů

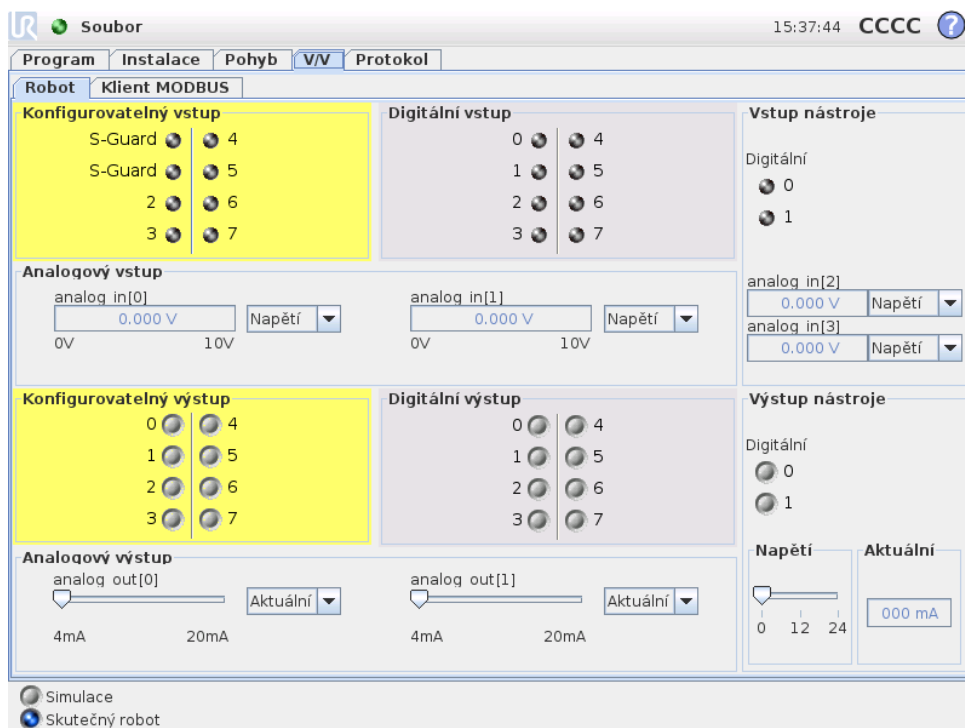
Jednotlivé klouby lze ovládat přímo. Každý kloub má rozsah pohybu od  $-360^\circ$  to  $+360^\circ$ , což jsou výchozí *meze kloubu* znázorněné vodorovnými sloupci u jednotlivých kloubů. Pokud kloub dosáhne mezní polohy, nelze jím pohybovat dále. Pokud jsou mezní hodnoty rozsahu poloh kloubu nakonfigurovány odlišně od výchozích hodnot (viz 14.10), bude tento rozsah ve vodorovném sloupci označen červeně.

### 11.1.5 Učit

Při stisknutí tlačítka *Učit* je možné robot fyzicky uchopit a přemístit do požadované polohy. Pokud není nastavení gravitační síly (viz 11.7) na kartě *Nastavení* správné nebo pokud robot přenáší těžký náklad, může se rameno robota po stisknutí tlačítka *Učit* začít pohybovat (padat). V takovém případě tlačítko *Učit* 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 **Učit** se ujistěte, že je správně nastaven nástroj TCP a umístění robota. Pokud nastavení správná nejsou, rameno robota se po aktivaci tlačítka **Učit** začne pohybovat.
3. Funkci **Učit** (impedance/zpětné řízení) lze použít pouze v instalacích, ve kterých ji analýza rizik umožňuje. Nástroje ani překážky nesmí mít ostré okraje či místa, na kterých může dojít ke skřípnutí. Zajistěte, aby veškerý personál zůstal mimo dosah ramene robota.

**11.2 Karta V/V**


Na této obrazovce můžete neustále 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 14.12);

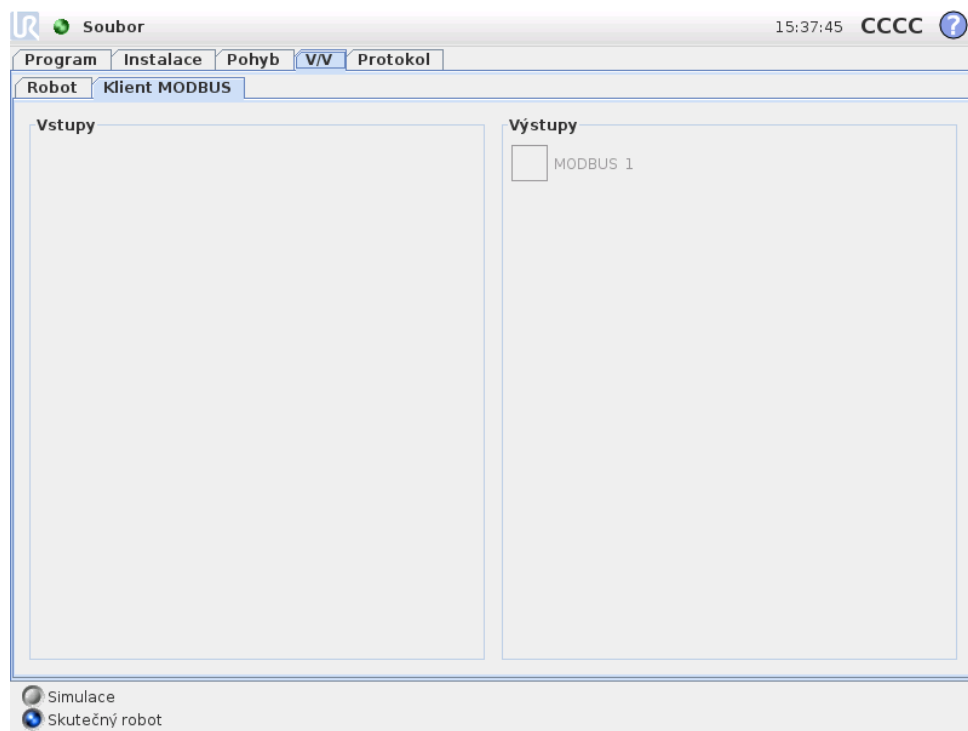
vyhrazené vstupy/výstupy budou místo výchozího názvu nebo názvu definovaného uživatelem označeny názvem bezpečnostní funkce. Konfigurovatelné výstupy, které jsou vyhrazeny pro bezpečnostní nastavení, nelze přepínat a zobrazí se pouze jako stavové indikátory.

Elektrické detaily signálů jsou popsány v uživatelské příručce.

**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.

## 11.3 V/V MODBUS klient

Zde se zobrazují digitální signály V/V MODBUS klient podle nastavení v instalaci. Pokud dojde k přerušení připojení signálu, bude příslušná položka na obrazovce neaktivní.



### Vstupy

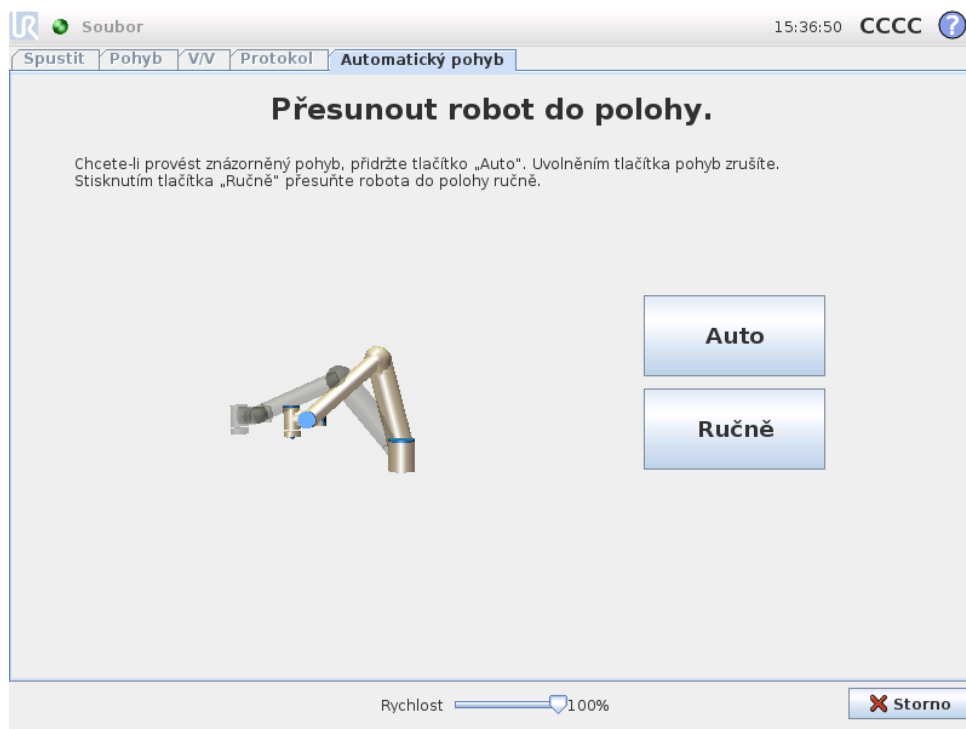
Zde se zobrazuje stav digitálních vstupů protokolu MODBUS klient .

### Výstupy

Zde můžete zobrazit a přepínat stav digitálních výstupů protokolu MODBUS klient. Signál lze přepínat pouze v případě, že to volba ovládání karty V/V (popsaná v části 11.8) umožňuje.

## 11.4 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 probíhá v prostoru kloubu, nikoli v lineárním (kartézském) prostoru. Při kolizi by mohlo dojít k poškození robota nebo jiného zařízení.

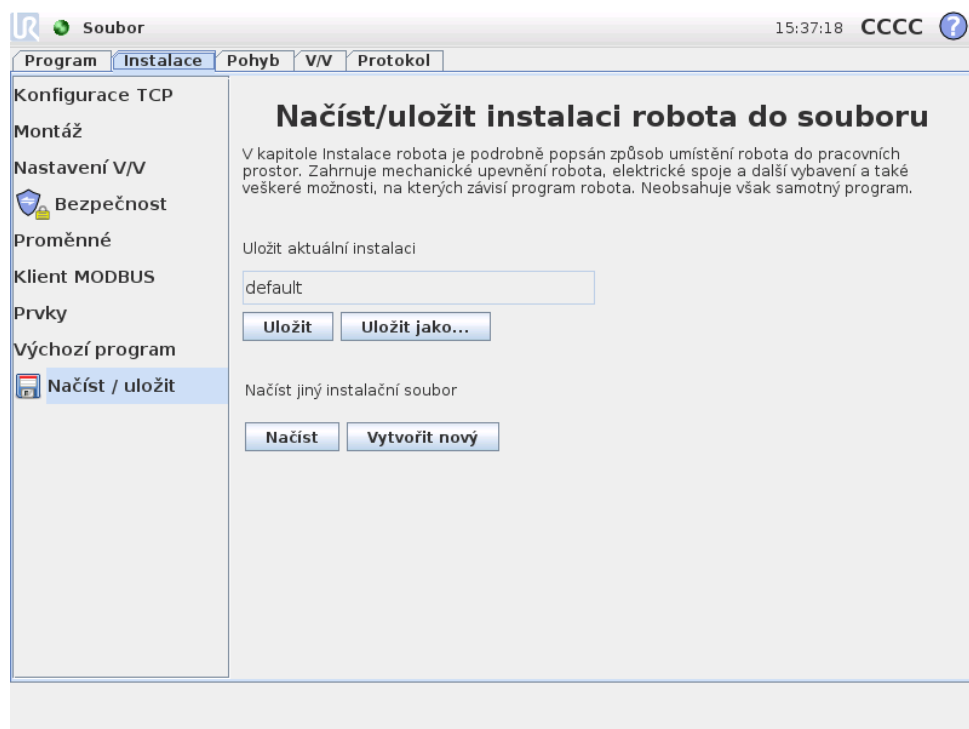
### Auto

Přidržením tlačítka **Auto** se robot přesune podle animace. Poznámka: *Uvolněním tlačítka lze pohyb kdykoli přerušit!*

## Ručně

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

## 11.5 Instalace → Načíst/Uložit



V kapitole Instalace robota je podrobně popsán způsob, jakým se rameno robota a ovládací jednotka umístí 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 11.2).

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

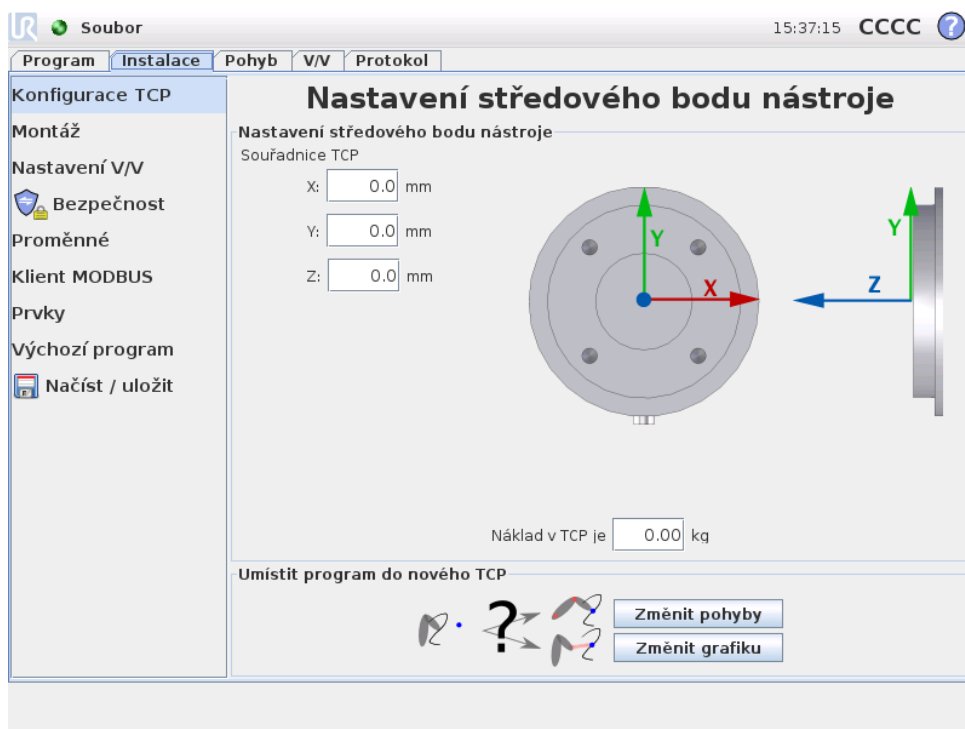
Veškeré změny provedené v instalaci je nutno uložit, aby byly po vypnutí napájení zachovány. Pokud instalace obsahuje neuložené změny, zobrazí se vedle textu *Načíst/Uložit* po levé straně karty Instalace ikona diskety.

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....

## 11.6 Instalace → Konfigurace TCP



*Středový bod nástroje* (TCP) je bod na konci ramene robota, který představuje charakteristický bod nástroje robota. Když se robot pohybuje lineárně, bude se tento bod pohybovat po přímce. Pohyb TCP bude znázorněn na kartě grafiky. Bod TCP je dán vzhledem ke středu vnější příruby nástroje, jak je znázorněno na grafice na obrazovce.

**UPOZORNĚNÍ:**

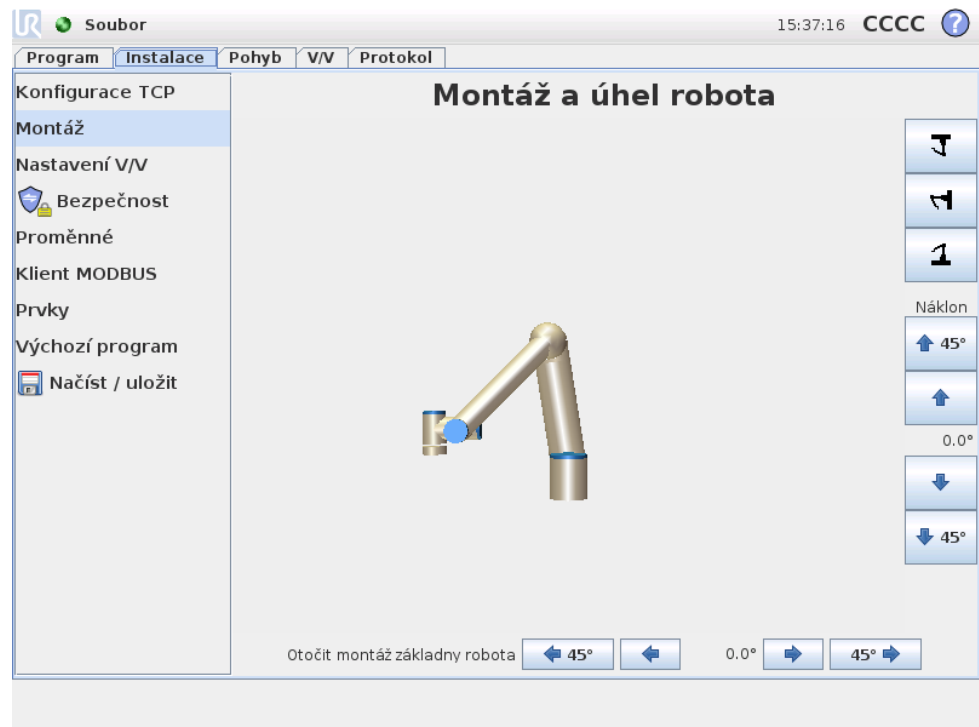
Používejte správná nastavení instalace. Soubory instalace ukládejte a načítejte spolu s programem.

Při změně bodu TCP jsou důležitá dvě tlačítka ve spodní části obrazovky.

- Povel **Změnit pohyby** přepočítává všechny polohy v programu robota tak, aby odpovídaly novému TCP. Je to důležité tehdy, když se změní tvar či velikost nástroje.

- Povel **Změnit grafiku** lze překreslit grafiku programu tak, aby odpovídala novému TCP. Používá se v případě, že dojde ke změně TCP, aniž by došlo k fyzické změně u nástroje.

## 11.7 Instalace → Montáž



Zde lze zadat údaje o umístění ramene robotu. Toto nastavení slouží ke dvěma účelům:

1. Rameno robotu se správně zobrazí na obrazovce.
2. Ovladač bude mít správnou informaci o směru gravitační síly.

Ovladač používá pokročilý dynamický model k zajištění plynulých a přesných pohybů ramene robotu a k zajištění stability ramene robotu v režimu *Učení*. Z tohoto důvodu je velmi důležité nastavit umístění ramene robotu správně.



### UPOZORNĚNÍ:

Pokud nebude montáž ramene robotu nastavena správně, může následkem toho docházet k častým ochranným zastavením anebo se rameno robotu po stisknutí tlačítka *Učit* začne pohybovat.

Výchozí nastavení představuje umístění ramene robotu na plochem stole nebo podlaze. V takovém případě není nutné provádět na této obrazovce žádnou změnu. Pokud je však rameno robotu *upevněno ke stropu*, *upevněno ke stěně* nebo namontováno pod určitým úhlem, nastavení je zapotřebí upravit pomocí tlačítek. Tlačítka

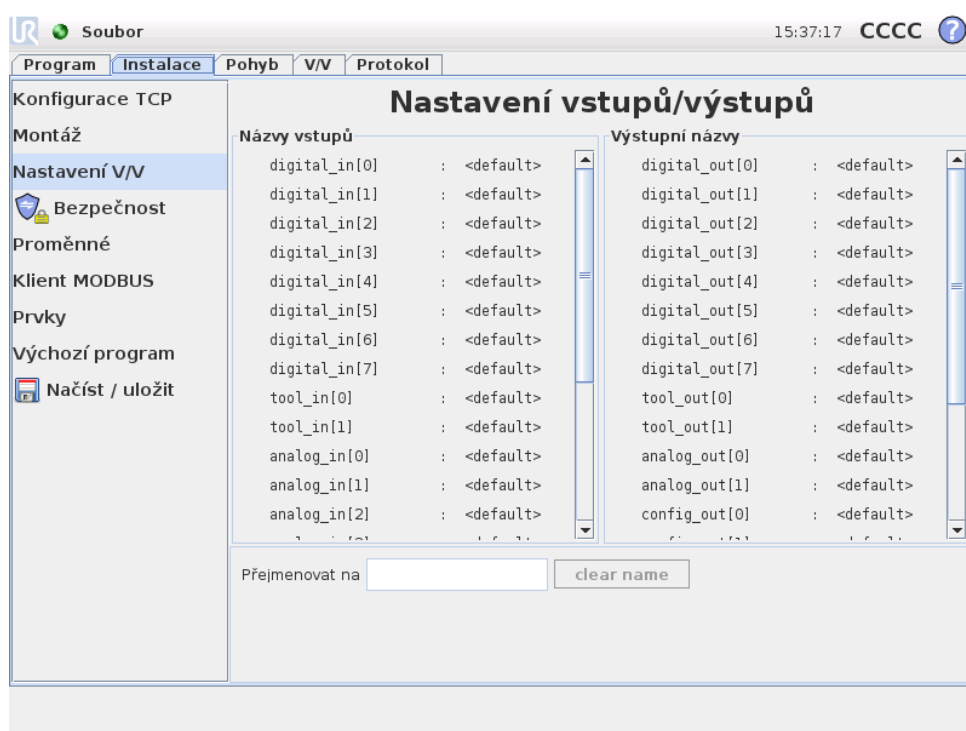
na pravé straně obrazovky slouží k nastavení úhlu montáže ramene robota. Tři tlačítka vpravo nahoře slouží k nastavení úhlu pro *strop* (180°), *stěnu* (90°), *podlahu* (0°). Tlačítka *Náklon* lze použít k nastavení libovolného úhlu. Tlačítka ve spodní části obrazovky slouží k natočení umístění ramene robota tak, aby odpovídalo skutečné montáži robota.



### UPOZORNĚNÍ:

Používejte správná nastavení instalace. Soubory instalace ukládejte a načítejte spolu s programem.

## 11.8 Instalace → Nastavení V/V



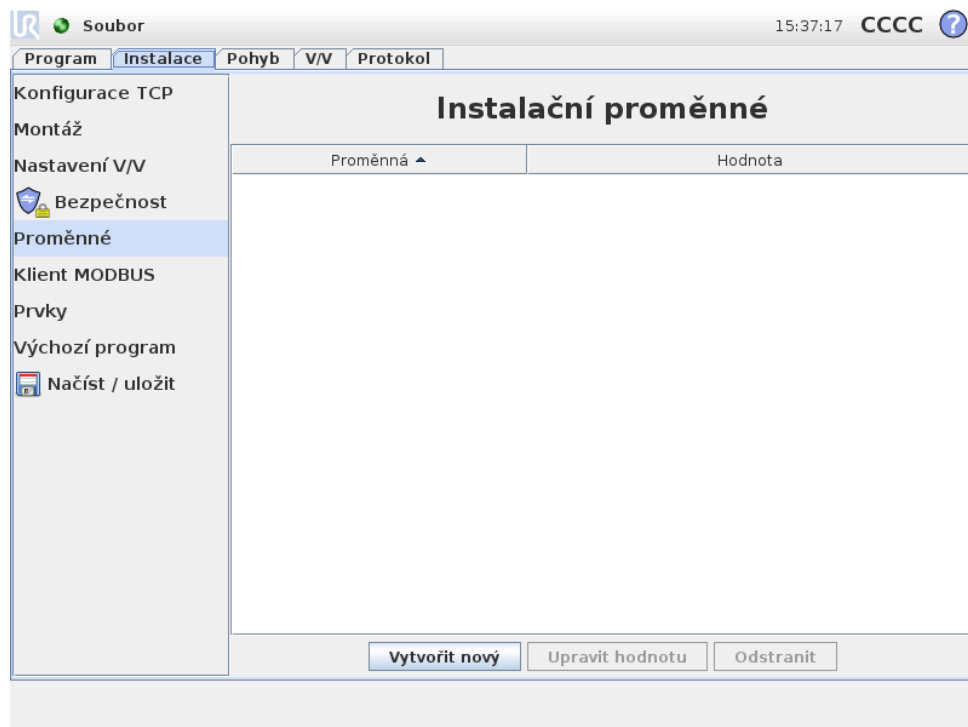
Vstupní a výstupní signály lze označit názvy. Tímto způsobem si snáze zapamatujete účel signálu při práci s robotem. Kliknutím vyberte V/V a nastavte název pomocí klávesnice na obrazovce. Chcete-li obnovit výchozí název, zadejte pouze prázdné znaky.

Po zvolení výstupu dojde k aktivaci několika možností. Pomocí zaškrťovacího políčka lze nastavit výchozí hodnotu výstupu jako nízkou nebo vysokou. To znamená, že výstup bude nastaven na tuto hodnotu, když není program spuštěn. Pokud není políčko zaškrtnuto, zůstane aktuální stav výstupu po skončení programu nezměněn. Lze rovněž 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.

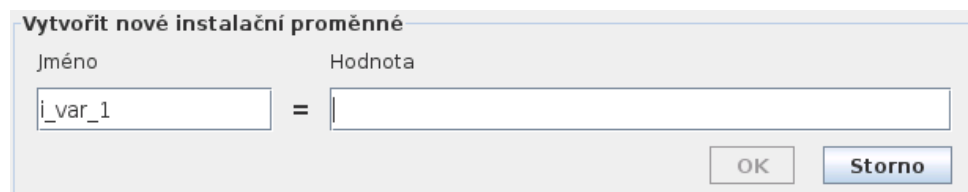
## 11.9 Instalace → Bezpečnost

Viz kapitola 14.

## 11.10 Instalační → Proměnné



Zde vytvořené proměnné se nazývají instalační proměnné a mohou být použity jen jako běžné programové proměnné. Instalační proměnné jsou speciální, 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** - použitelné pouze v případě, že se nový název v této instalaci nepoužívá.

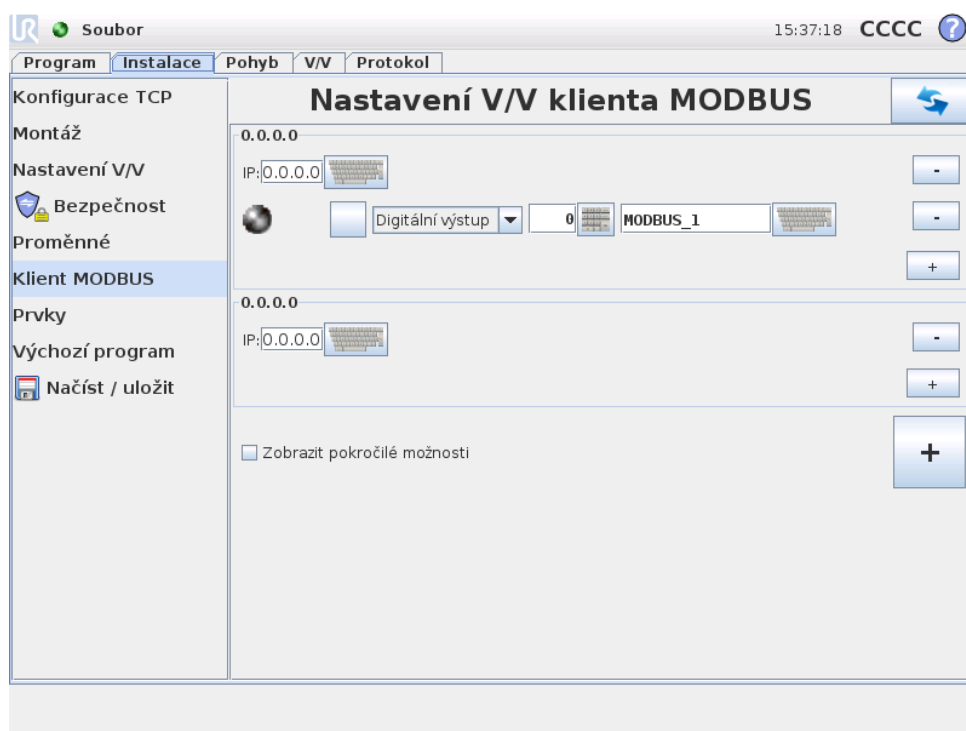
Hodnotu instalační proměnné je možné změnit zvýrazněním proměnné v seznamu a poté kliknutím na možnost **Upravit hodnotu**.

Chcete-li odstranit proměnnou, vyberte ji v seznamu a poté klikněte na **Odstranit**.

Po nakonfigurování instalačních proměnných je nutné samotnou instalaci uložit, aby se tato konfigurace zachovala, viz 11.5. 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 dvě možnosti k vyřešení problému: buď použít instalační proměnné se stejným názvem namísto programových proměnných, anebo konfliktní proměnné automaticky přejmenovat.

## 11.11 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.

### 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.

## 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 Ň, 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 Ň, 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 výrobci 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 akcí.
- **E2 ILLEGAL DATA ADDRESS (0x02) (NEPOVOLENÁ ADRESA DAT):** Kód funkce získal v dotazu není pro server (nebo podříz. jednotku) povolenou akcí, 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. ZANEPRÁZDNĚNO):** Specializované použití ve spojení s programovacími příkazy odesílanými do vzdálené jednotky MODBUS, podříz. jednotka (server) nemůže hned reagovat.

## Zobrazit pokročilé možnosti

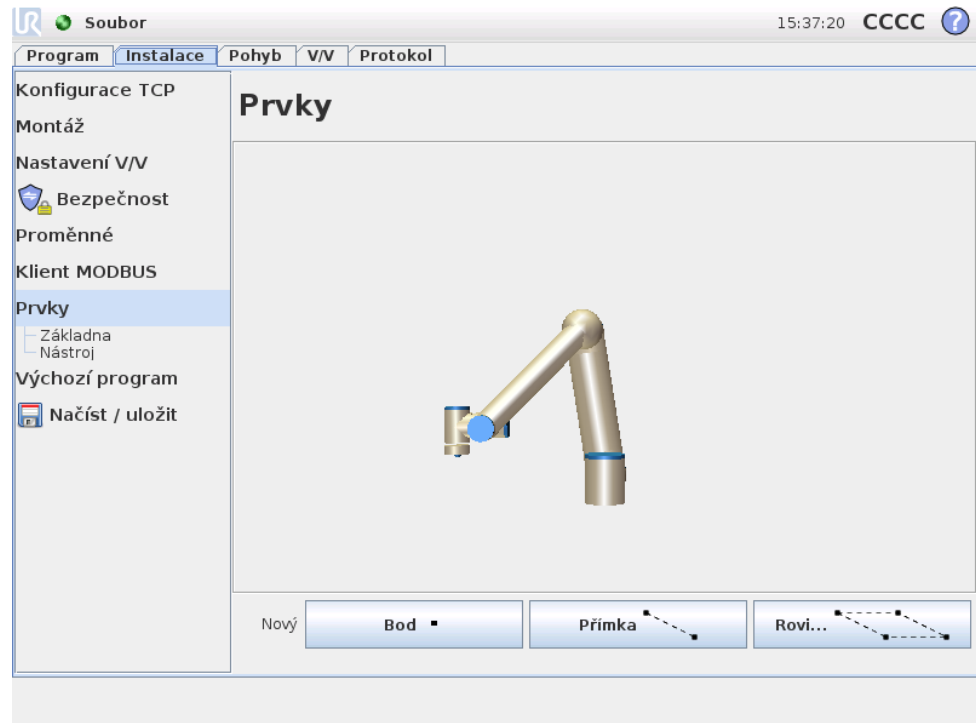
Toto zaškrtačací políčko slouží k zobrazení či skrytí pokročilých možností u jednotlivých signálů.

## 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.
- **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.

## 11.12 → Funkce instalace



Zákazníci, kteří si pořizují průmyslové roboty, obvykle požadují možnost řídit robota či manipulovat s ramenem robotem a naprogramovat jej vzhledem k různým objektům a hranicím v jeho okolí, jako jsou stroje, objekty, prázdné prostory, instalace, dopravníky, palety či kontrolní systémy. K tomu se obvykle používá definování ř (systémů souřadnic), které určuje vztah vnitřního souřadnicového systému robota (základního souřadnicového systému) k souřadnicovému systému příslušného objektu. Jako referenci lze použít š i ž robota.

Problémem těchto rámců je nutnost určitých matematických znalostí, které umožňují definování tohoto souřadnicového systému, a také časová náročnost tohoto postupu, a to i pro osoby, které mají s programováním a instrukcí robotů zkušenosti. Tento postup často vyžaduje výpočet matic 4x4. Zejména vyjádření orientace je náročné pro osoby, které nemají s problematikou dostatečné zkušenosti.

Zákazníci často pokládají například tyto dotazy:

- Je možné umístit robota 4 cm od čelisti číslicově řízeného stroje (CNC)?
- Je možné natočit nástroj robota ke stolu pod úhlem 45 stupňů?
- Je možné, aby se robot s objektem pohyboval svisle dolů, pustil objekt a poté se opět přemístil vzhůru?

Význam těchto a podobných otázek je zcela jasný pro zákazníka, který chce rameno robota používat například na různých pracovištích výrobního závodu, přičemž takovému zákazníkovi může připadat nepochopitelné, že na takové otázky nemusí

existovat jednoduchá odpověď. Je pro to několik složitých důvodů, a abychom tyto problémy vyřešili, vyvinula společnost Universal Robots jedinečné a jednoduché způsoby, kterými může zákazník určit polohu různých objektů vzhledem k ramenu robota. V několika krocích je možné provést přesně to, co požadují výše uvedené dotazy.

---

### Přejmenovat

Toto tlačítko slouží k přejmenování prvku.

---

### Odstranit

Toto tlačítko slouží k odstranění prvku a jeho případných dílčích prvků.

---

### Zobrazit osy

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

---

### Měnitelný prvek

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

---

### Proměnná

Zvolte, zda bude možné použít vybraný prvek jako proměnnou. Když je tato možnost vybrána, bude při úpravě programů robota k dispozici proměnná pojmenovaná jako název prvku následovaný symbolem `_var`; této proměnné budete moci přiřadit novou hodnotu v programu a použít ji k ovládní bodů trasy v závislosti na hodnotě prvku.

---

### Nastavit nebo změnit polohu

Toto tlačítko slouží k nastavení nebo změně vybraného prvku. Zobrazí se obrazovka Pohyb, na které bude možné nastavit novou polohu prvku.

---

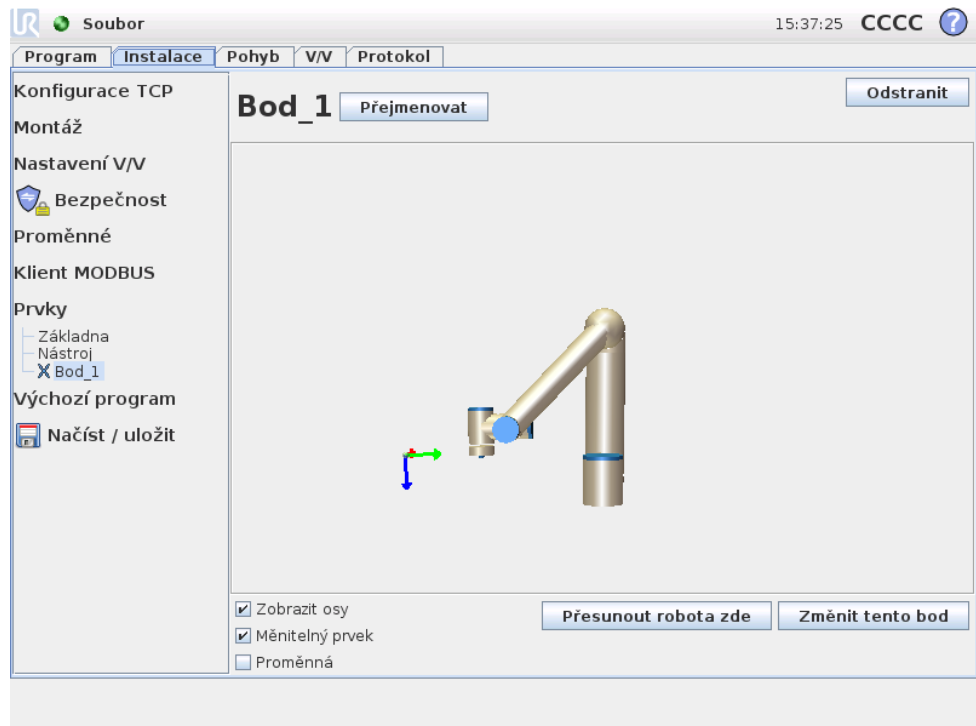
### Přemístit rameno robota k prvku

Stisknutím tohoto tlačítka přemístíte robota směrem k vybranému prvku. Na konci tohoto pohybu se budou souřadnicové systémy prvku a polohy TCP shodovat s výjimkou 180stupňového otočení kolem osy X.

---

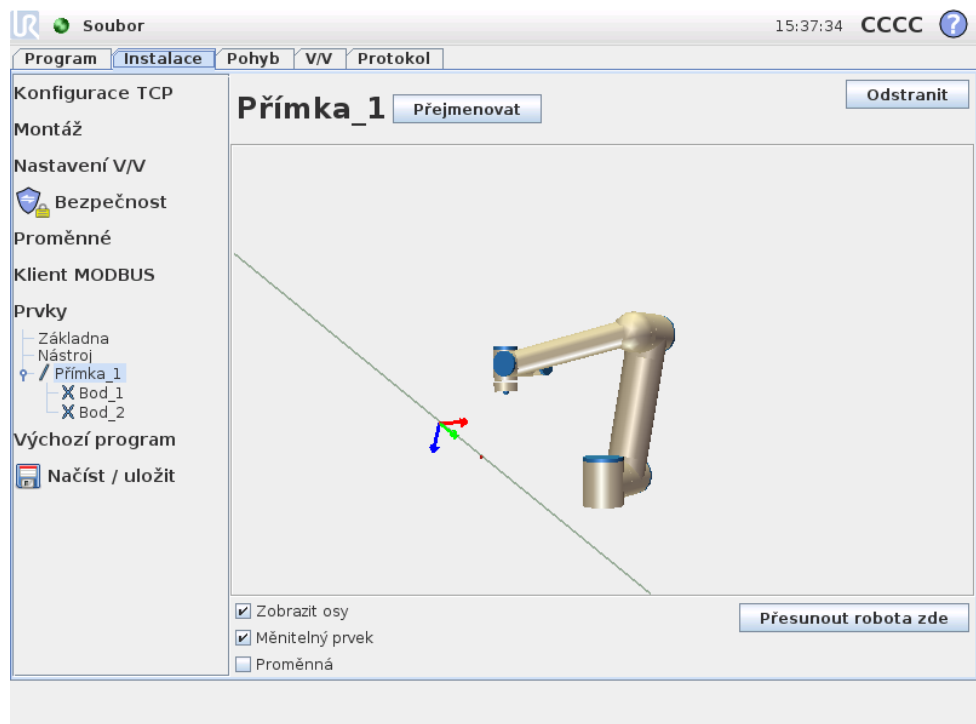
### Přidat bod

Stisknutím tohoto tlačítka přidáte do instalace bod. Poloha bodu je definována jako poloha TCP v tomto bodě. Orientace bodu je stejná jako orientace TCP s výjimkou 180stupňového otočení souřadnicového systému prvku kolem osy X. To znamená, že osa Z souřadnicového systému prvku bude otočena opačně vzhledem k ose Z polohy TCP pro daný bod.



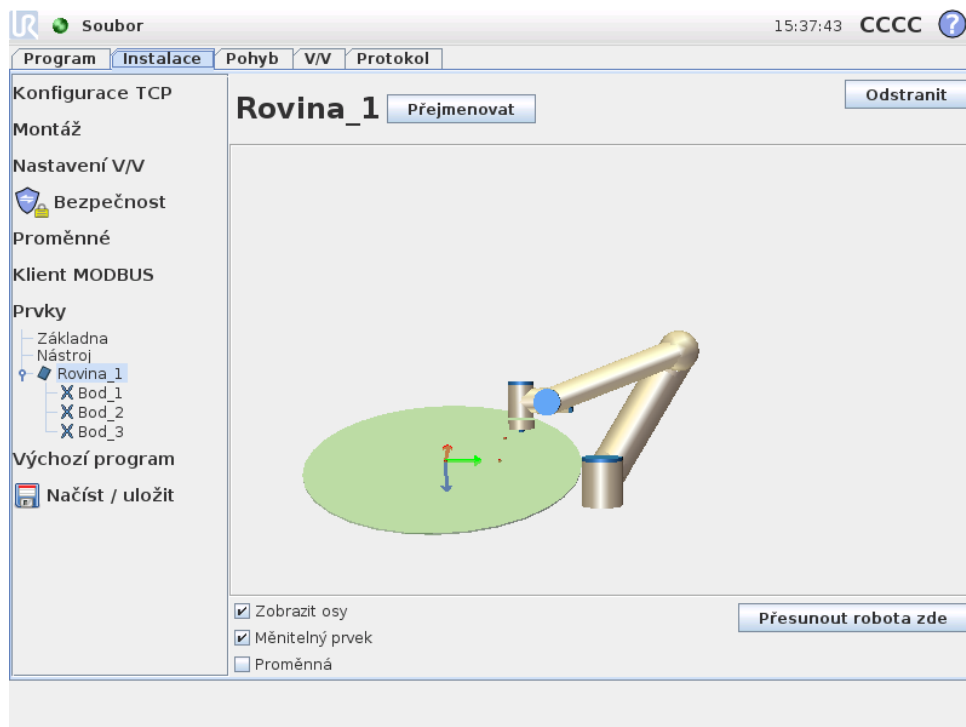
## Přidat přímku

Stisknutím tohoto tlačítka přidáte do instalace přímku. Přímka je definována jako osa mezi dvěma body. Tato osa vedená směrem od prvního bodu k druhému bodu bude představovat osu Y souřadnicového systému přímky. Osa Z bude definována průmětem osy Z prvního dílčího bodu na rovinu kolmou k této přímce. Poloha souřadnicového systému přímky je stejná s polohou prvního dílčího bodu.

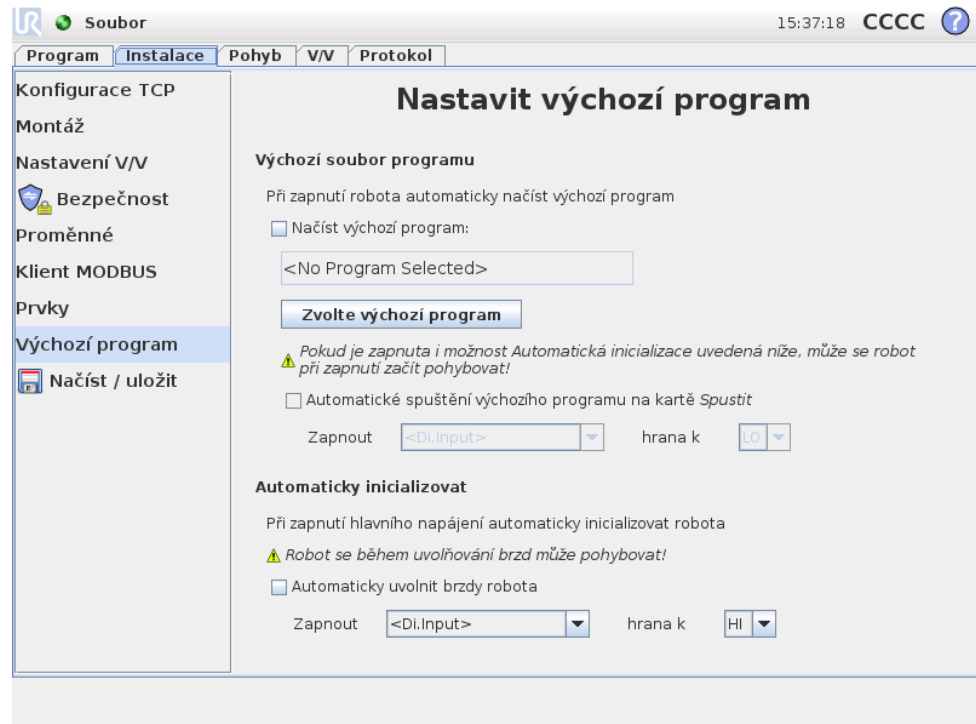


## Přidat rovinu

Stisknutím tohoto tlačítka přidáte do instalace rovinu. Rovina je definována třemi dílčími body. Poloha souřadnicového systému roviny je stejná s polohou prvního dílčího bodu. Osa Z představuje normálu roviny a osa Y vede z prvního bodu k druhému bodu. Kladný směr osy Z je nastaven tak, že úhel mezi osou Z roviny a osou Z prvního bodu je méně než  $180^\circ$ .



## 11.13 Instalace → Výchozí program



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



### UPOZORNĚNÍ:

Pokud je aktivní automatické načtení, spuštění i inicializace, robot spustí vybraný program ihned po zapnutí ovládací jednotky.

### 11.13.1 Načtení výchozího programu

K načtení po zapnutí ovládací jednotky lze vybrat výchozí program. Výchozí program se automaticky načte také v případě, že je aktivní obrazovka *Spustit program* (viz 9.3) a není načten žádný program.

### 11.13.2 Spuštění výchozího programu

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

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

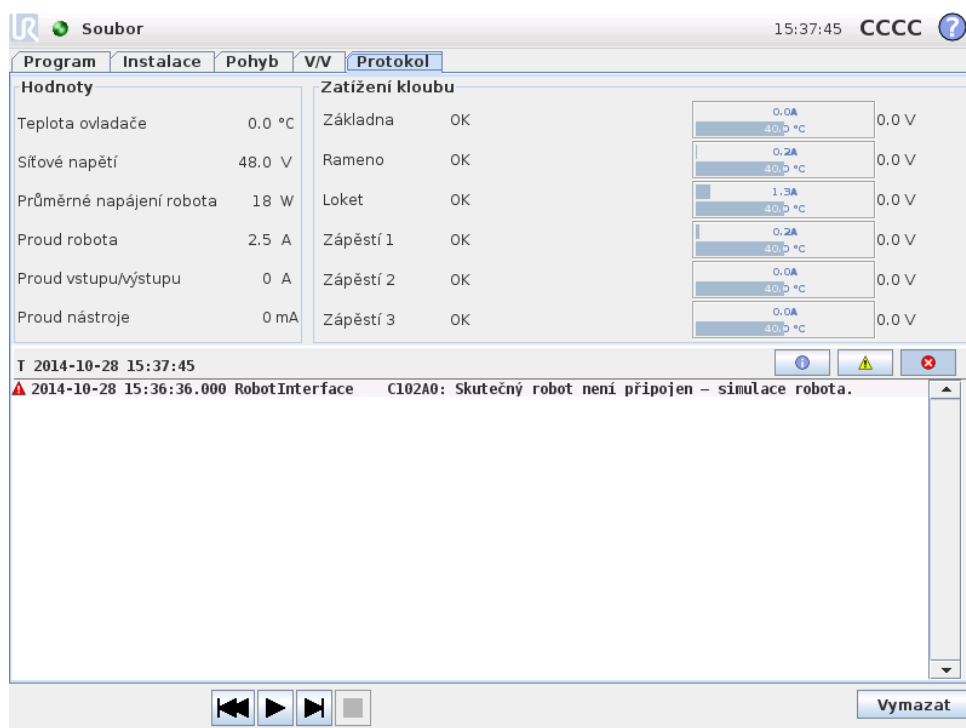
### 11.13.3 Automatická inicializace

Rameno robota lze inicializovat automaticky, například při zapnutí ovládací jednotky. Při specifikovaném přechodu hrany externího vstupního signálu se rameno robota bez ohledu na aktivní obrazovku zcela inicializuje.

Poslední fází inicializace je *uvolnění brzd*. Robot se při uvolňování brzd mírně pohybuje a vydává zvuk. Brzdy také nelze automaticky uvolnit v případě, že nakonfigurované umístění neodpovídá umístění zjištěnému na základě údajů ze snímače. V takovém případě je třeba robota inicializovat ručně na obrazovce inicializace (viz 9.4).

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

## 11.14 Karta Protokol



The screenshot shows the 'Protokol' (Protocol) tab in the Universal Robots software. The interface is divided into several sections:

- Program:** Instalace, Pohyb, V/V, Protokol (selected).
- Hodnoty (Values):**
  - Teplota ovladače: 0.0 °C
  - Síťové napětí: 48.0 V
  - Průměrné napájení robota: 18 W
  - Proud robota: 2.5 A
  - Proud vstupu/výstupu: 0 A
  - Proud nástroje: 0 mA
- Zatížení kloubu (Joint Load):**
  - Základna: OK
  - Rameno: OK
  - Loket: OK
  - Zápěstí 1: OK
  - Zápěstí 2: OK
  - Zápěstí 3: OK
- Temperature and Load Indicators:** Six small graphs showing temperature (0.0A, 0.2A, 1.3A, 0.2A, 0.0A, 0.0A) and voltage (0.0 V) for different joints.
- Status Bar:** T 2014-10-28 15:37:45. A warning icon indicates: 2014-10-28 15:36:36.000 RobotInterface C102A0: Skutečný robot není připojen – simulace robota.
- Navigation:** Back, Forward, Stop, and Clear (Vymazat) buttons.

**Zdraví robota** V horní polovině obrazovky jsou uvedeny informace o stavu (ž) ramene a ovládací jednotky robota. V levé části jsou uvedeny informace týkající se ovládací jednotky robota; v pravé části jsou uvedeny informace o jednotlivých kloubech robota. U každého kloubu robota jsou uvedeny informace o teplotě elektromotoru a elektroniky, zatížení kloubů a napětí na kloubu.

**Protokol robota** Ve spodní polovině obrazovky jsou zobrazeny zprávy protokolu. V prvním sloupci jsou uvedeny kategorie závažnosti jednotlivých záznamů a údajů v protokolu. Druhý sloupec obsahuje čas doručení zprávy. Další sloupec obsahuje odesílatele zprávy. V posledním sloupci je vlastní text zprávy. Zprávy lze

filtrovat výběrem přepínačů, které odpovídají závažnosti. 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, jsou přístupné výběrem položky protokolu.

## 11.15 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.



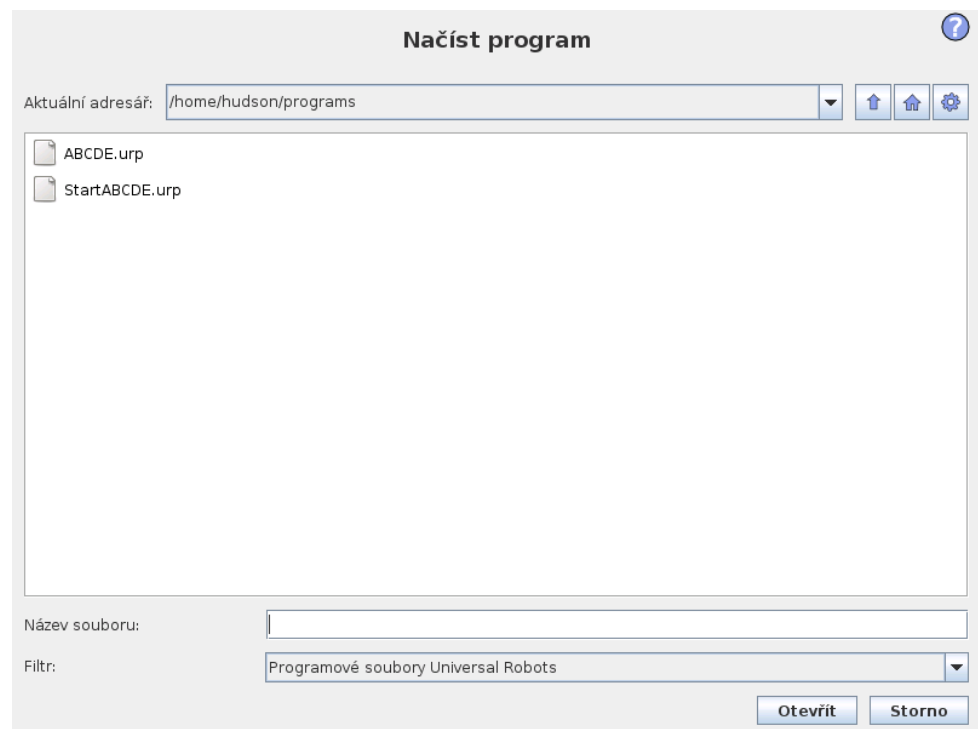
### POZNÁMKA:

Nedoporučujeme spouštět program z disku USB. Chcete-li spustit program uložený na disku USB, nejdříve jej načtěte 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 `programy`. 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 11.15.

**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.

Poklikáním na název adresáře přejdete na podřízenou složku a v dialogovém okně se zobrazí její obsah.

**Filtr souborů** Pomocí filtru souborů lze omezit zobrazené soubory a naopak zahrnout typ souborů dle vlastního přání. Vyberete-li možnost Ž, 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.

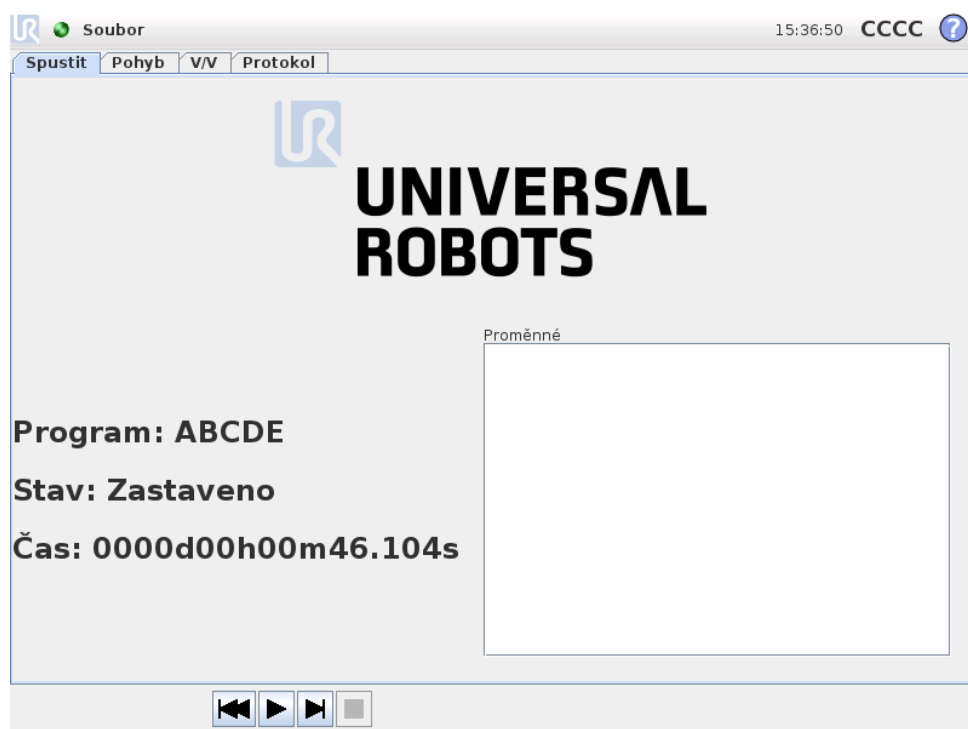
**Tlačítko Otevřít** Kliknutím na tlačítko Otevřít otevřete aktuálně zvolený soubor a vrátíte se na předchozí obrazovku.

**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.

## 11.16 Karta Spustit

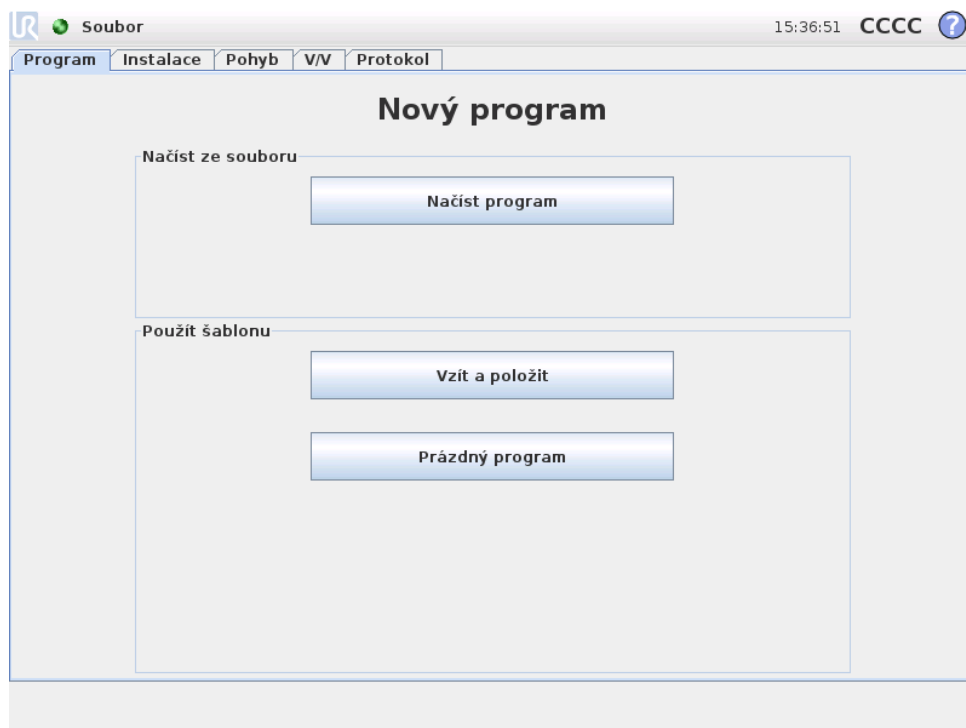


Tato karta poskytuje jednoduchý způsob ovládní ramene a ovládací jednotky robota pomocí nejmenšího nutného množství tlačítek a voleb. Tuto možnost lze využít společně s heslem chráněnou programovací částí rozhraní PolyScope (viz 13.3) k používání robota jako nástroje, který spouští výhradně předem připravené programy.

Dále lze na této kartě automaticky načíst a spustit výchozí program na základě přechodu hrany externího vstupního signálu (viz 11.13). Kombinací automatického načtení a spuštění výchozího programu a automatické inicializace při zapnutí lze použít například při integraci ramene robota s jiným strojem.

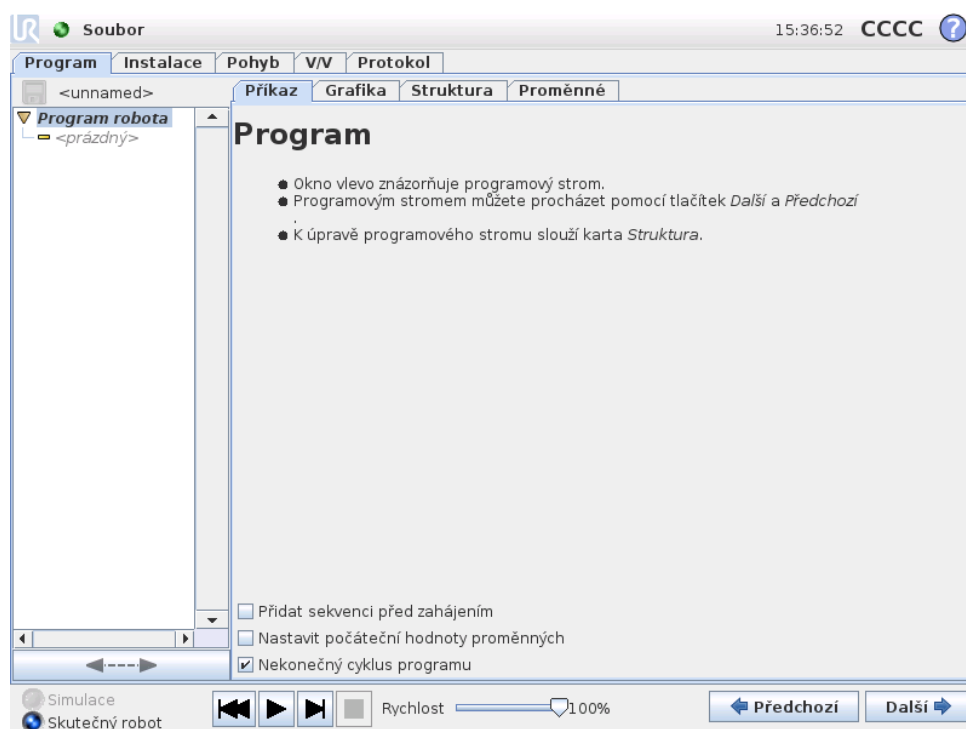
# 12 Programování

## 12.1 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.

## 12.2 Karta Program



Karta Program uvádí program, který aktuálně upravujete.

*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*, popsané v části 12.29. Název programu je uveden přímo nad seznamem příkazů s malou ikonou disku. Kliknutím na tuto ikonu můžete program rychle uložit.

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 selhání bezpečnostního systému.

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. Při stisknutí tlačítka `Krok` byste se měli nacházet mimo pracovní prostor robota. Pochopení funkce tlačítka `Krok` nemusí být snadné. Používejte pouze v absolutně nejnutnějších případech.
3. Vždy svůj program otestujte snížením rychlosti pomocí posuvníku rychlosti. Logické chyby, které integrátor zanesl při programování, mohou způsobit nečekané pohyby ramene robota.

Během sestavování programu jsou výsledné pohyby ramene robota znázorňovány pomocí 3D nákresu na kartě `Grafika`, která je popsána v 12.28.

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.

---

## 12.3 Proměnné

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

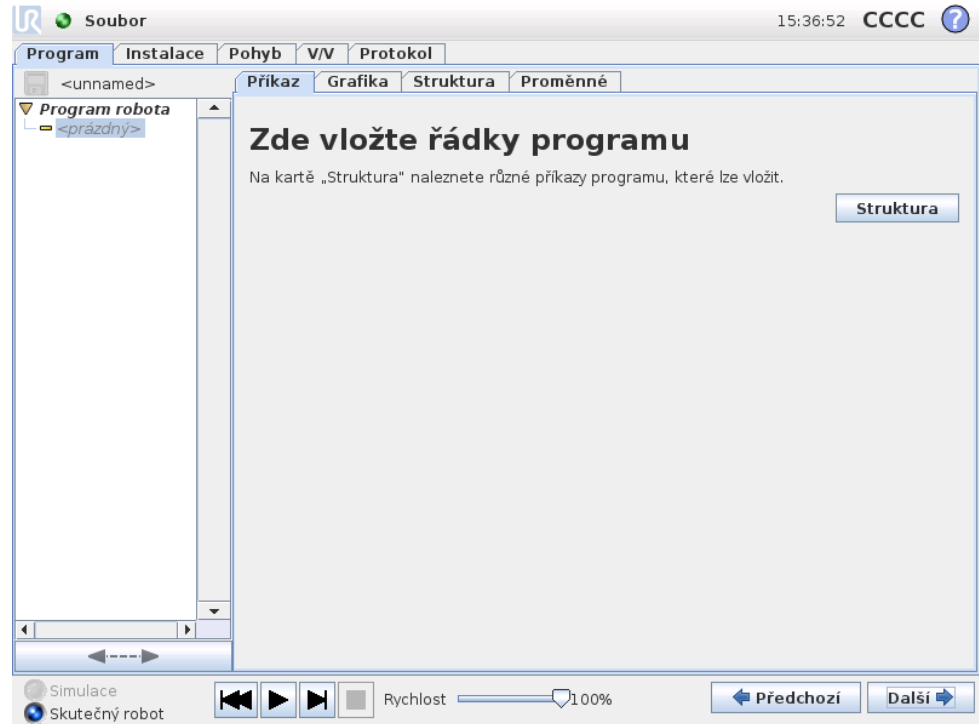
*Proměnné instalace:* Mohou být používány více programy a jejich názvy a hodnoty jsou spolu s instalací robota trvalé (další podrobnosti viz 11.10);

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

Dostupné jsou následující typy proměnných:

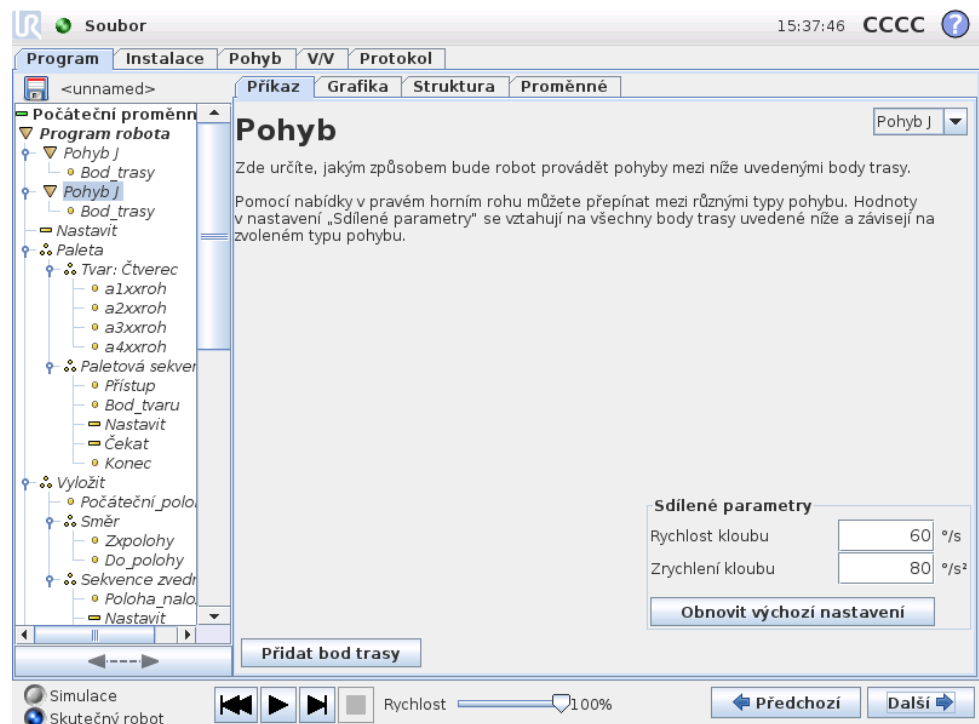
<i>bool</i>	Logická proměnná (boolean), která může nabývat buď hodnoty Pravda, nebo Nepravda.
<i>int</i>	Celočíselná hodnota v rozsahu $-32768$ až $32767$ .
<i>float</i>	Číslo s pohyblivou řádovou čárkou (desetinné).
<i>řetězec</i>	Pořadí znaků.
<i>pozice</i>	Vektor popisující umístění a orientaci kartézského prostoru. Jedná se 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.

## 12.4 Příkaz: Prázdný



Zde je nutné vložit příkazy programu. Stisknutím tlačítka *Struktura* přejděte na kartu *Struktura*, zde můžete vybrat různé řádky programu. Program nelze spustit, dokud nejsou zadány a definovány všechny řádky.

## 12.5 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

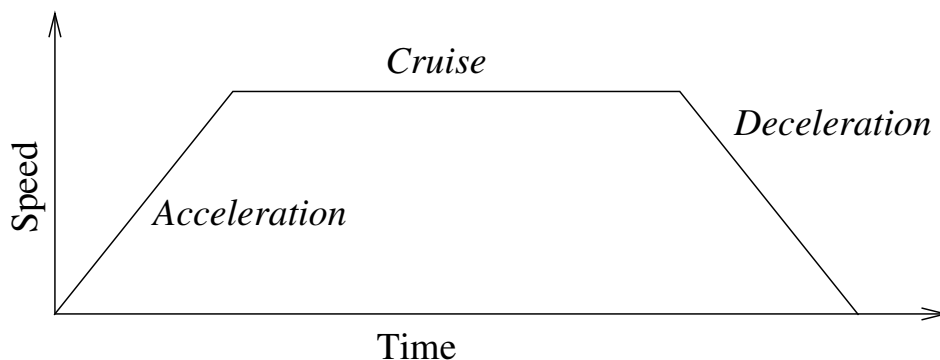
Lze vybrat jeden ze tří typů pohybu: *PohybJ*, *PohybL* a *PohybP*. Jednotlivé typy jsou popsány dále.

- **PohybJ** provádí pohyby vypočítané 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. Sdílené parametry použité na tento typ pohybu jsou maximální rychlost kloubu a zrychlení kloubu. Jsou použity při výpočtech pohybu udávaných v jednotkách  $deg/s$  a  $deg/s^2$ . Pokud požadujete rychlejší pohyb ramene robota mezi body trasy bez ohledu na trasu nástroje mezi těmito body, je tento typ pohybu nejvhodnější volbou.
- **PohybL** pohybuje nástrojem 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 prvek. Zvolený prvek určuje, v prostoru kterého prvku jsou dány polohy nástroje v bodech trasy. Zvláštní pozornost s ohledem na prostory prvků je třeba věnovat proměnným prvkům a proměnným bodům trasy. Proměnné prvky lze použít, když je nutné určit polohu nástroje v bodu trasy pomocí skutečné hodnoty proměnného prvku během spuštění programu robota.
- **PohybP** pohybuje nástrojem lineárně konstantní rychlostí s kruhovými kombinacemi. Tento typ je určen pro některé speciální postupy jako lepení či dávkování. Velikost úhlu kombinace je ve výchozím nastavení sdílána 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.

Do příkazu PohybP lze přidat **Kruhový pohyb**, který obsahuje dva body dráhy: první udává průjezdní bod na kruhovém oblouku a druhý představuje koncový bod pohybu. Robot zahájí kruhový pohyb ze své aktuální polohy a poté se bude pohybovat přes dva zadané body trasy. Změna orientace nástroje prostřednictvím otáčivého pohybu je určena pouze počáteční orientací a orientací u koncového bodu, tudíž orientace průchozího bodu nemá vliv na kruhový pohyb. Kruhový pohyb musí vždy procházet bodem trasy podle stejného Pohybu P.

## Volba prvků

V případě voleb *PohybL* a *PohybP* lze zvolit prostor prvku, v němž budou vyjádřeny body trasy příkazu Pohyb při zadávání těchto bodů. To znamená, že při nastavování bodu trasy si program zapamatuje souřadnice nástroje vzhledem k prostoru



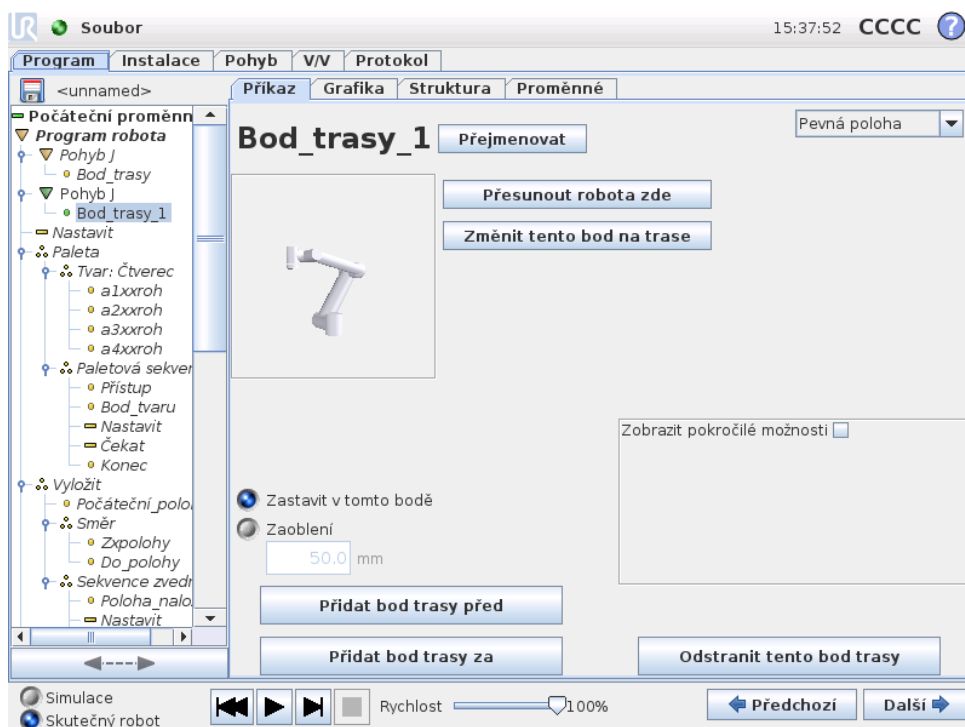
Obrázek 12.1: Rychlostní profil pohybu Křivka je rozdělena do tří segmentů: *zrychlení*, *plynulý pohyb* a *zpomalení*. Úroveň fáze *plynulého pohybu* je dána nastavením rychlosti pohybu, zatímco strmost fází *zrychlení* a *zpomalení* je dána parametrem zrychlení.

zvoleného prvku. Několik aspektů vyžaduje podrobné vysvětlení.

- **Pevný prvek:** Pokud vyberete pevný prvek, např. *základnu*, nebude to mít žádný vliv na *Pevné* ani *Relativní* body trasy. Chování *Proměnných* bodů trasy je popsáno dále.
- **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 symbolem „\_var“), budou pohyby ramene robota (s výjimkou *relativních* bodů trasy) závislé na skutečné hodnotě proměnné během spuštění programu. Počáteční hodnota proměnné prvku je hodnota vlastního prvku. To znamená, že ke změně pohybu dojde pouze v případě, že je proměnná prvek aktivně změněna programem robota.
- **Proměnný bod trasy:** Když se rameno robota pohybuje do proměnného bodu trasy, bude cílová poloha nástroje vždy vypočítána jako souřadnice proměnné v prostoru zvoleného prvku. Pohyb ramene robota v proměnném bodě trasy se proto vždy změní, když vyberete jiný prvek.

Nastavení sdílených parametrů příkazu Pohyb se vztahují na trasu z aktuální polohy ramene robota do prvního bodu trasy podle příkazu a dále z tohoto bodu do každého následujícího bodu trasy. Nastavení příkazu Pohyb se netýkají trasy *od* posledního bodu trasy podle příkazu Pohyb.

## 12.6 Příkaz: Pevný bod trasy



Bod na trase robota. Body trasy představují nezákladnější součást programu robota, protože určují polohu ramene robota. Bod trasy s pevnou polohou lze zadat fyzickým přemístěním ramene robota do této polohy.

## 12.7 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

Názvy bodů trasy lze změnit. Dva body trasy se stejným názvem představují tentýž bod trasy. Při zadávání jsou body trasy číslovány.

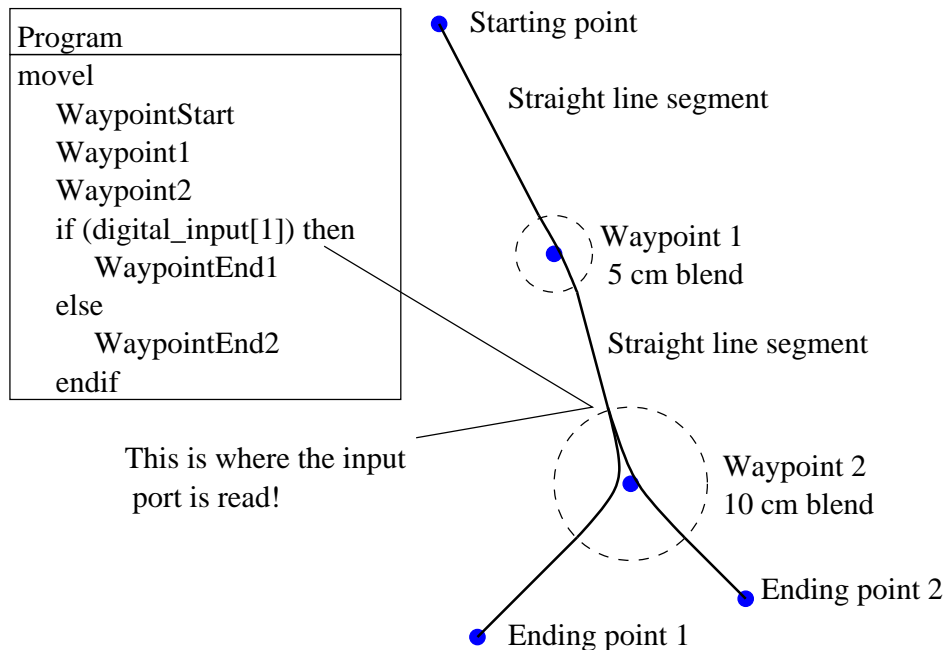
### Úhel kombinace

Když je nastaven úhel kombinace, trajektorie ramene robota prochází kolem bodu trasy, což umožňuje, aby se rameno robota v tomto bodu nezastavilo. Kombinace se nesmí překrývat, proto nelze zadat úhel kombinace, který se překrývá s úhlem kombinace pro předchozí nebo následující bod trasy. Bod zastavení je bod trasy s úhlem kombinace 0,0mm.

### Poznámka k načasování V/V

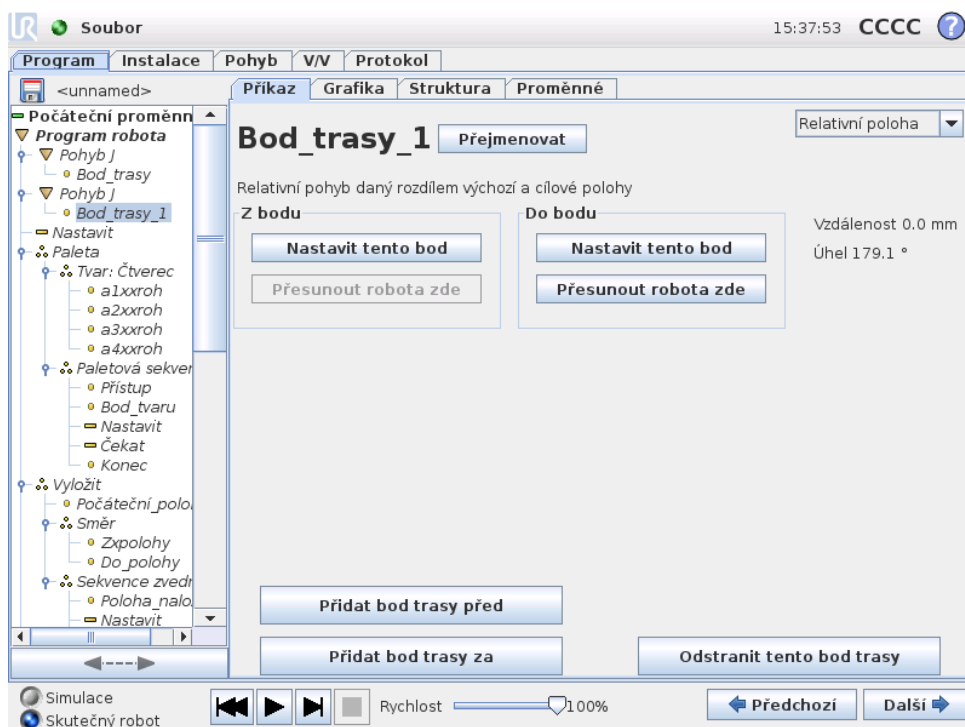
Pokud je bod trasy bod zastavení s příkazem V/V jakožto následujícím příkazem, bude příkaz V/V proveden, když se rameno robota v tomto bodě trasy zastaví. Pokud však bod trasy představuje úhel kombinace, bude následující příkaz V/V proveden, když robot přejde do kombinace.

### Příklad



Zde je malý příklad, kdy program robota pohybuje nástrojem od počáteční polohy do jedné ze dvou koncových poloh v závislosti na stavu proměnné `digital_input[1]`. Trajektorie nástroje (tlustá černá čára) probíhá přímo v oblastech mimo kombinace (čárkované kružnice) a odchyluje se od přímého směru uvnitř oblastí kombinace. Stav senzoru `digital_input[1]` je zjišťován, jakmile rameno robota vstoupí do oblasti kombinace kolem Bodu trasy 2, přestože příkaz `if...then` je v programové sekvenci zadán až za Bodem trasy 2. Toto řešení může vypadat nelogicky, je však nutné k výběru správné trasy kombinace.

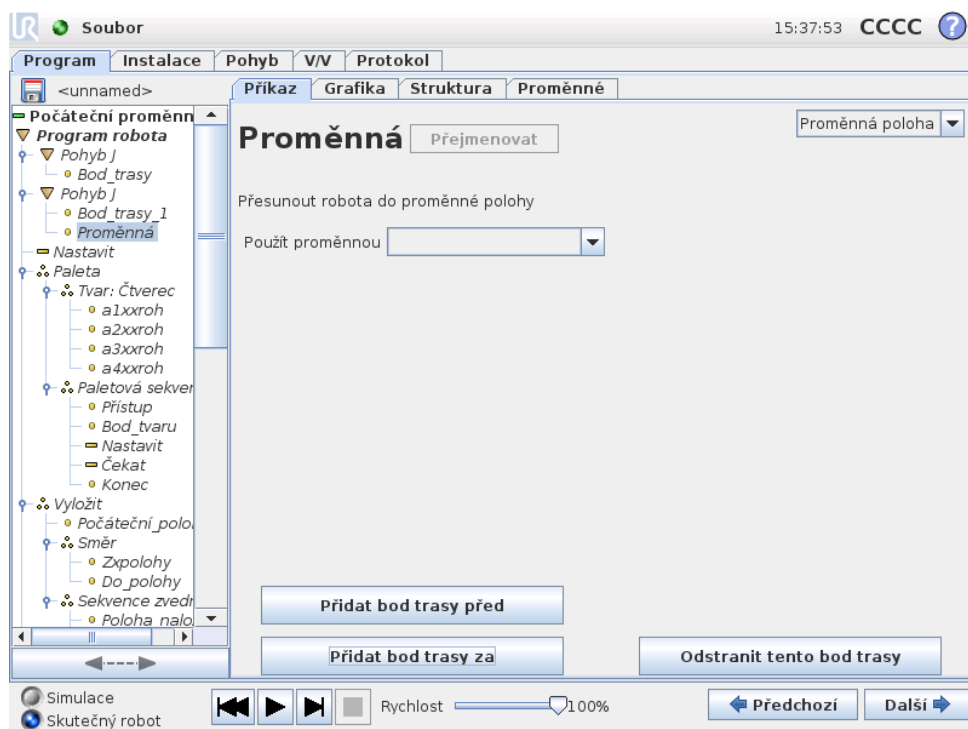
## 12.8 Příkaz: Relativní bod trasy



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

## 12.9 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 vektory  $rx,ry,rz$ . Délka osy 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. Rameno robota se vždy pohybuje lineárně směrem k proměnnému bodu trasy.

Chcete-li například přesunout robota o 20 mm podél osy Z nástroje:

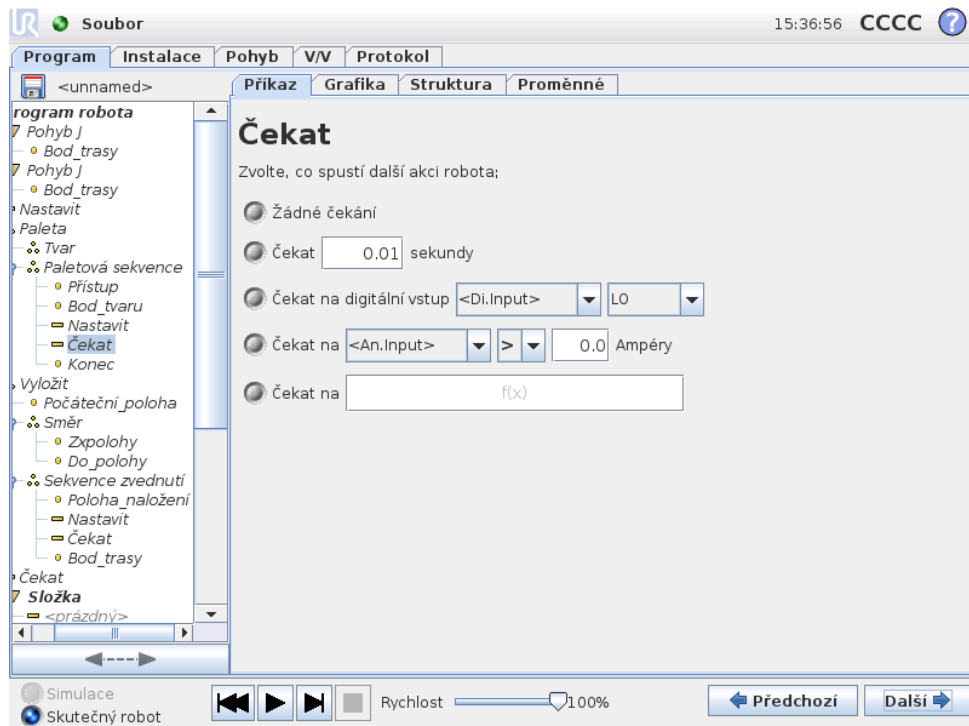
```
var_1=p[0,0,0.02,0,0,0]
```

```
Pohyb L
```

```
  Bod trasy_1 (proměnná poloha):
```

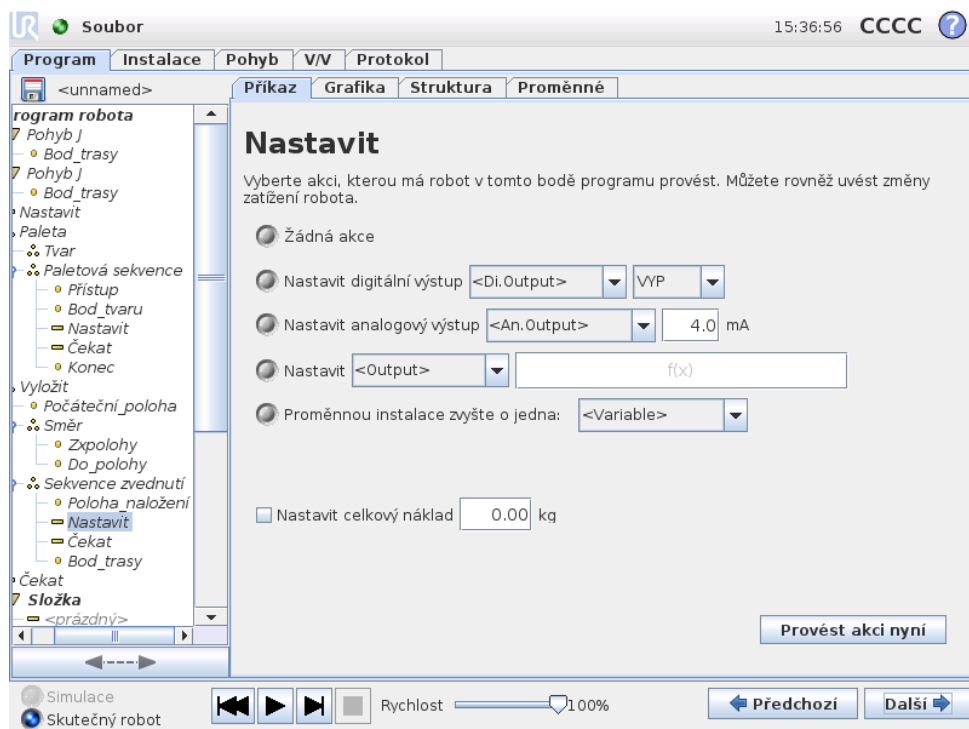
```
  Použít proměnná=var_1, Prvek=Nástroj
```

## 12.10 Příkaz: Čekat



Čeká po určenou dobu nebo na signál V/V.

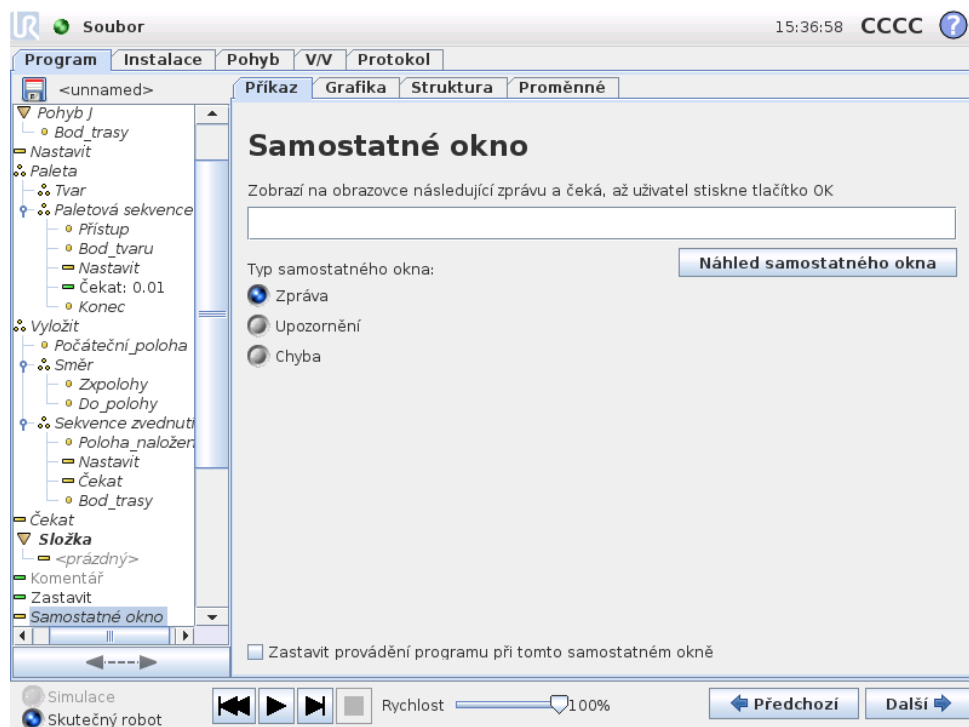
## 12.11 Příkaz: Nastavit



Slouží k nastavení digitálních nebo analogových výstupů na danou hodnotu. Tuto položku lze rovněž použít k nastavení nákladu ramene robota, například hmot-

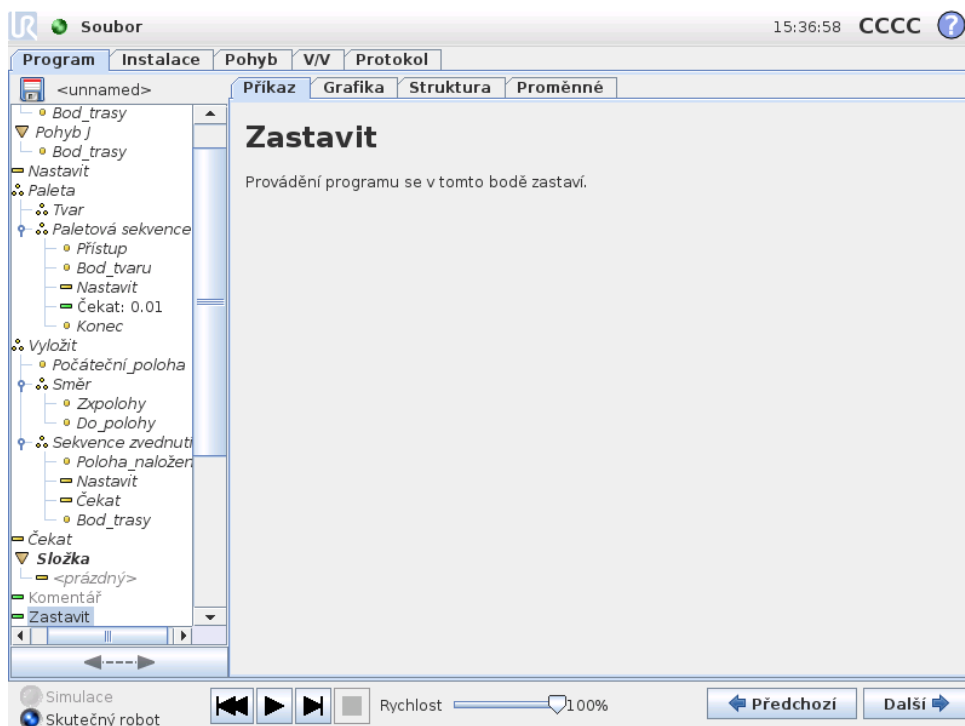
nosti, kterou robot zvedne na konci tohoto úkonu. Úprava hmotnosti může být nutná, aby se zabránilo neočekávanému ochrannému zastavení robota, pokud je hmotnost nástroje odlišná od očekávané hmotnosti.

## 12.12 Příkaz: Samostatné okno



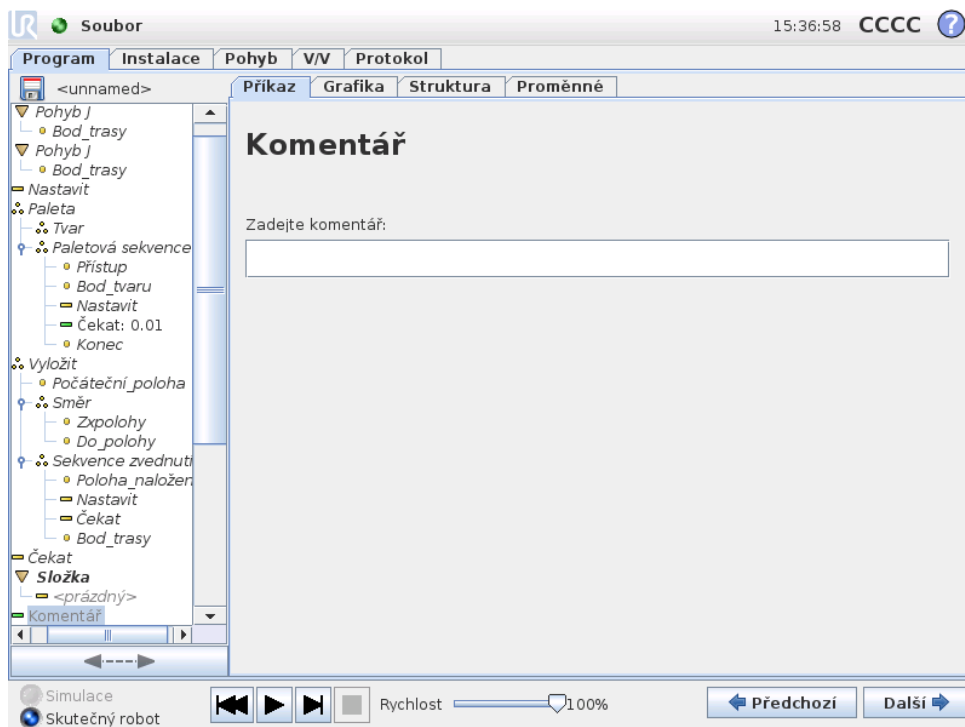
Samostatné okno představuje zprávu zobrazenou na obrazovce, když program dosáhne tohoto příkazu. Lze volit styl zprávy a zadat vlastní text pomocí klávesnice na obrazovce. Robot bude čekat, až uživatel/obsluha stiskne tlačítko ŐK pod samostatným oknem, a poté bude pokračovat v provádění programu. Pokud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

## 12.13 Příkaz: Zastavit



Provádění programu se v tomto bodě zastaví.

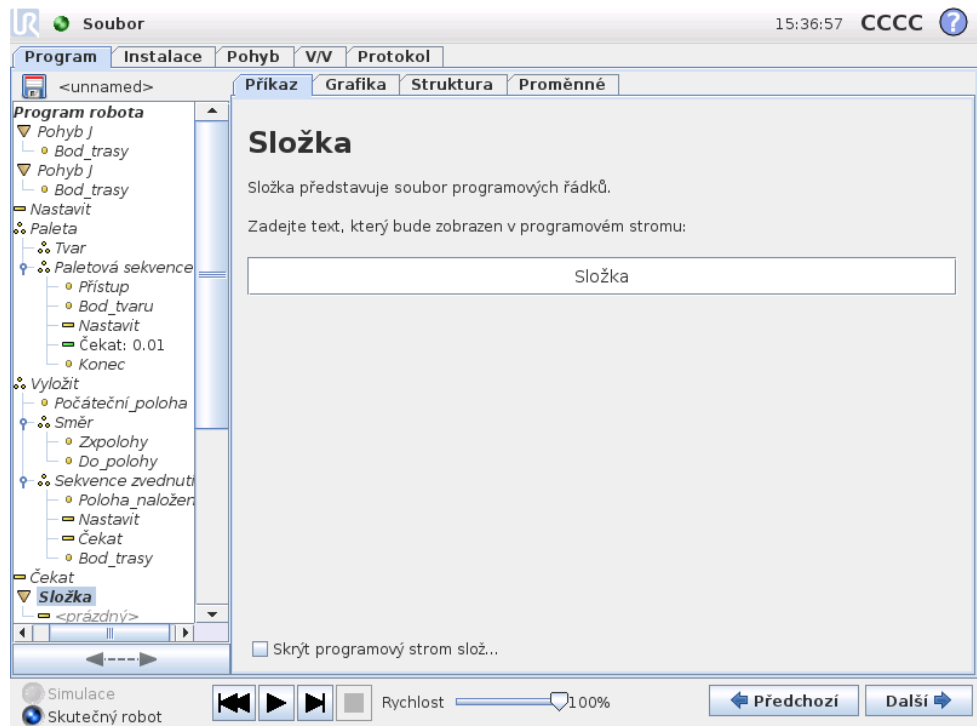
## 12.14 Příkaz: Komentář



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

Copyright © 2009-2014 Universal Robots A/S. Všechna práva vyhrazena.

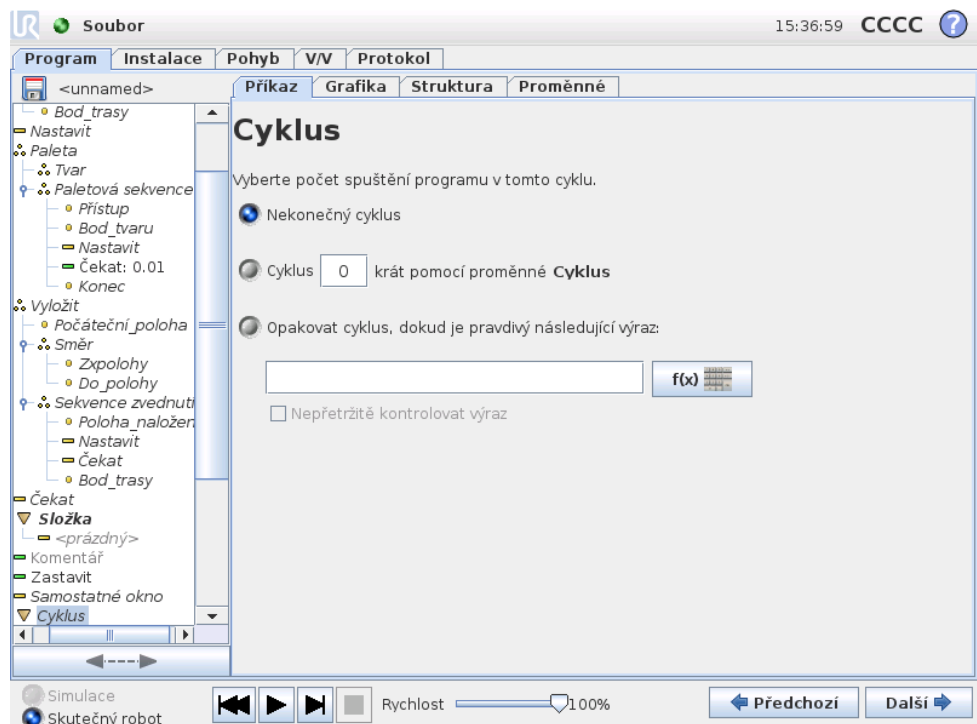
## 12.15 Příkaz: Složka



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

Samotná složka neprovádí žádné akce.

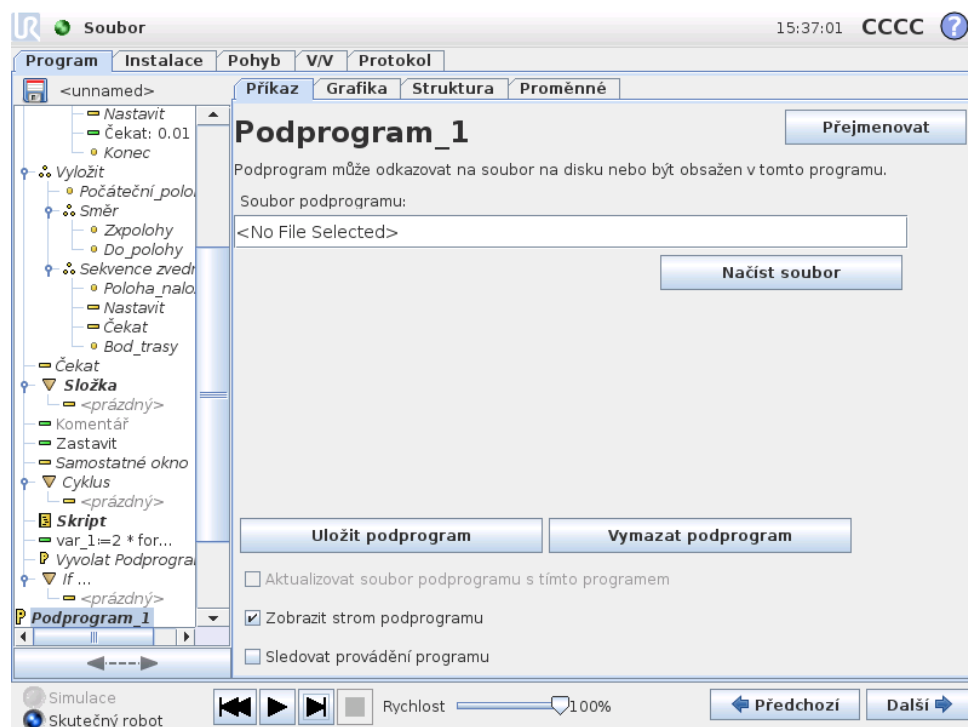
## 12.16 Příkaz: Cyklus



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  $N - 1$ .

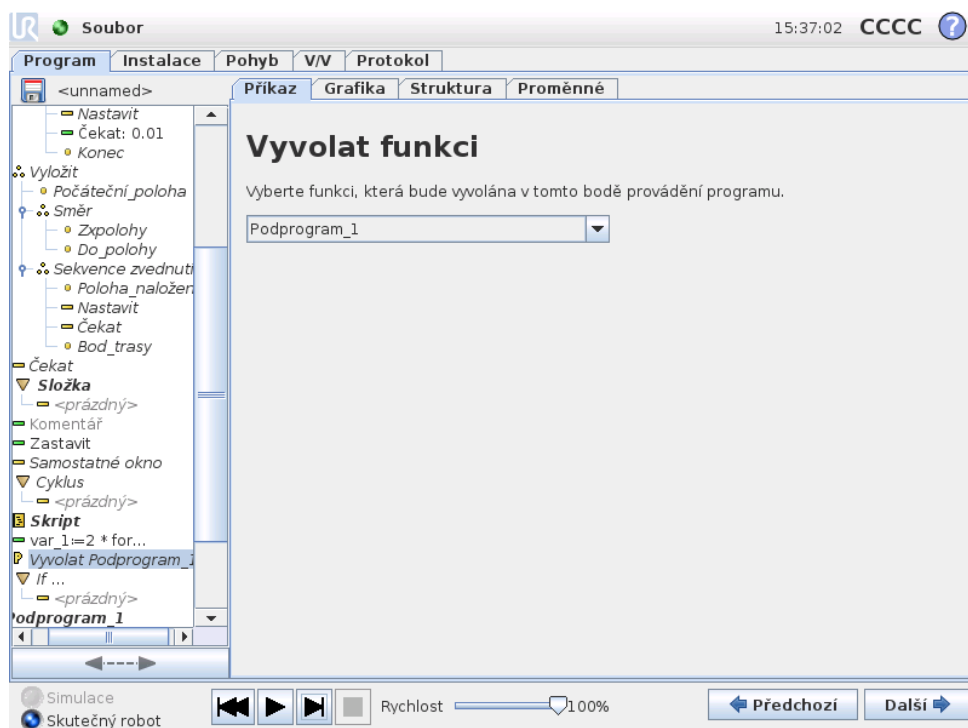
Pokud je použit cyklus s výrazem jako koncovou podmínkou, umožňuje rozhraní PolyScope nepřetržité vyhodnocování tohoto výrazu, takže lze přerušit kdykoli během provádění, nikoli pouze po každém zopakování.

## 12.17 Příkaz: Podprogram



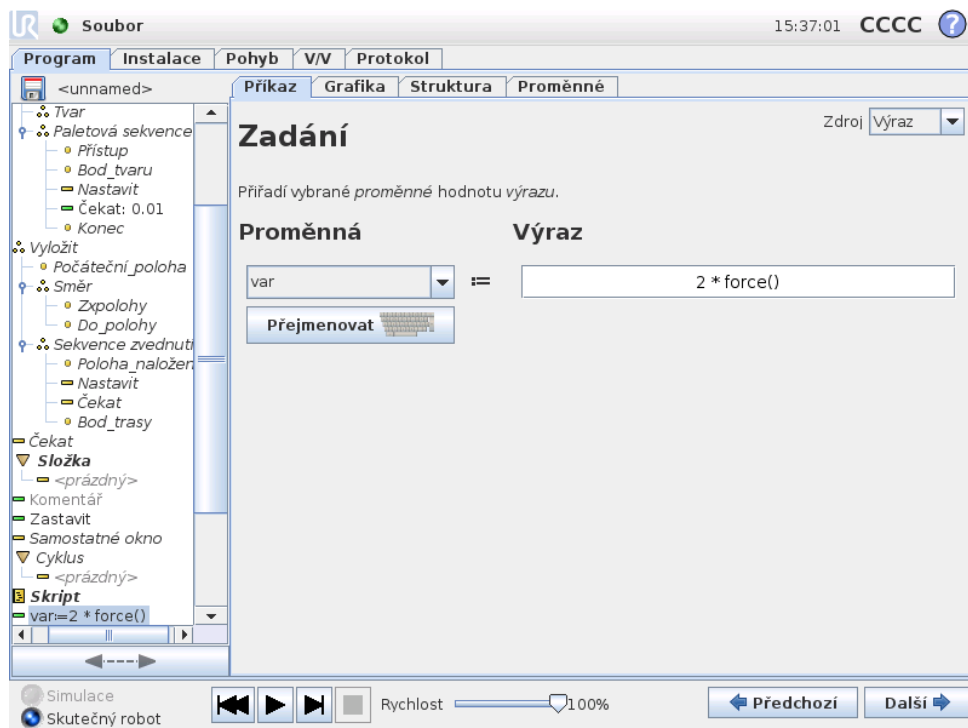
Podprogram může obsahovat části programu, které jsou nutné na několika místech. Podprogram může mít podobu samostatného souboru na disku a může být rovněž skrytý z důvodu ochrany před nežádoucími změnami.

## Příkaz: Vyvolat Podprogram



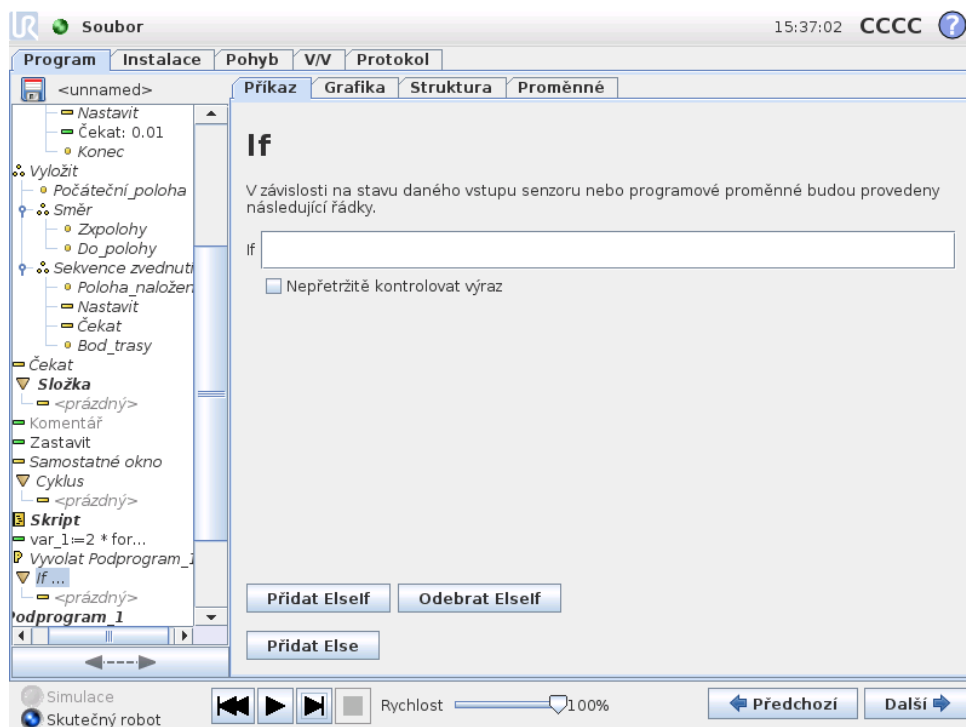
Vyvolání podprogramu vykoná programové řádky v podprogramu a poté se vrátí na následující řádek.

## 12.18 Příkaz: Zadání



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

## 12.19 Příkaz: If

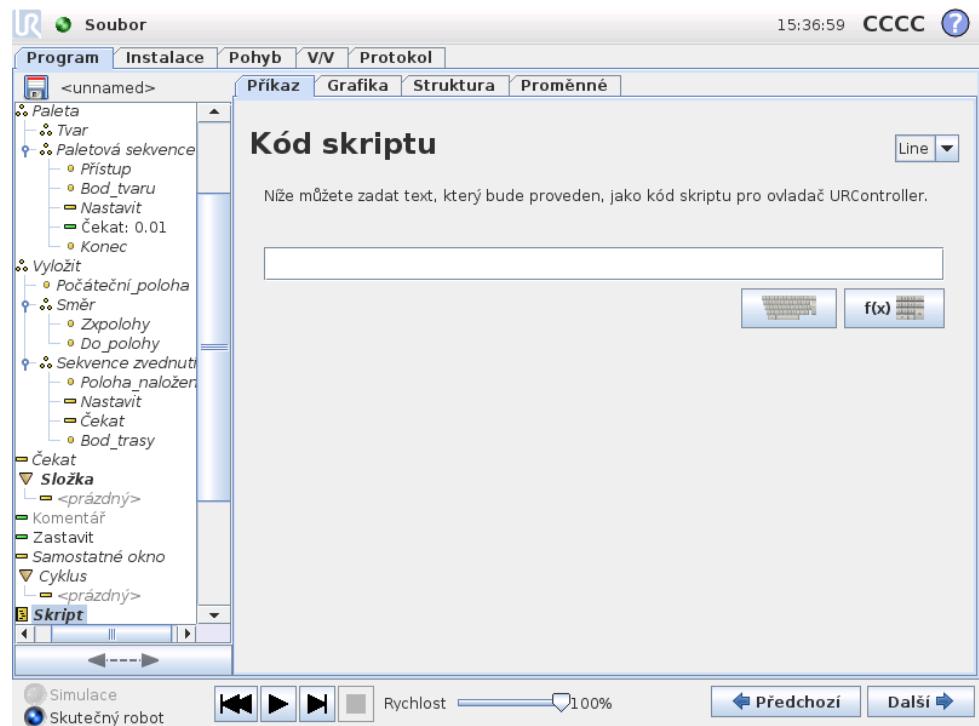


Struktura `if..then..else` může změnit chování robota na základě vstupů senzorů nebo hodnot proměnných. Pomocí editoru výrazů můžete určit podmínky, po jejichž splnění bude robot pokračovat k dílčím příkazům tohoto příkazu `If`. Pokud je podmínka vyhodnocena jako `Pravda`, budou provedeny řádky v rámci tohoto příkazu `If`.

Každý příkaz `If` může obsahovat několik příkazů `ElseIf` a jeden příkaz `Else`. K jejich přidání slouží tlačítka na obrazovce. Příkaz `ElseIf` pro daný příkaz lze z obrazovky odstranit.

Otevřené okno `Nepřetržitě kontrolovat výraz` umožňuje vyhodnocování podmínek příkazů `If` a `ElseIf` během provádění obsažených řádků. Pokud je výraz vyhodnocen jako `Nepravda`, když je obsažen v rámci příkazu `If`, přejde program na následující příkaz `ElseIf` nebo `Else`.

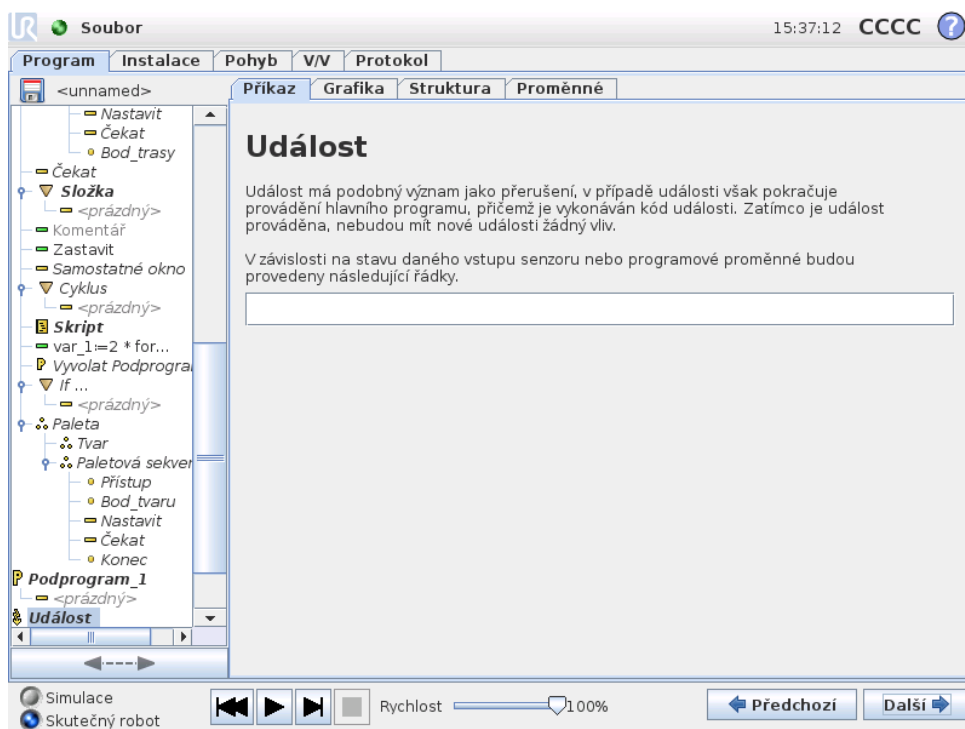
## 12.20 Příkaz: Skript



Tento příkaz umožňuje přístup k základnímu jazyku skriptu v reálném čase, který je prováděn ovladačem robota. Výrobek je určen pouze zkušeným uživatelům a návod k použití najdete v Příručce pro skriptování na webových stránkách podpory (<http://support.universal-robots.com/>). Upozorňujeme, že k těmto webovým stránkám mají přístup pouze distributoři společnosti UR a zákazníci prvovýrobců.

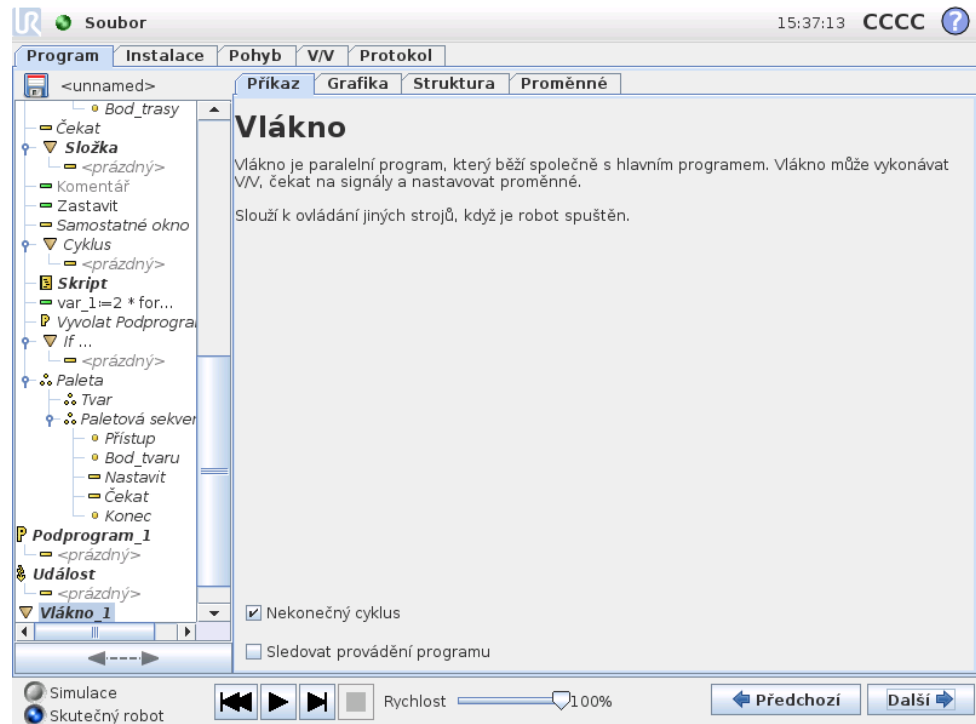
Pomocí volby Š v levém horním rohu lze vytvářet a upravovat programové soubory skriptů. Tímto způsobem lze dlouhé a složité skripty používat společně s uživatelsky nenáročným programováním v rozhraní PolyScope.

## 12.21 Příkaz: Událost



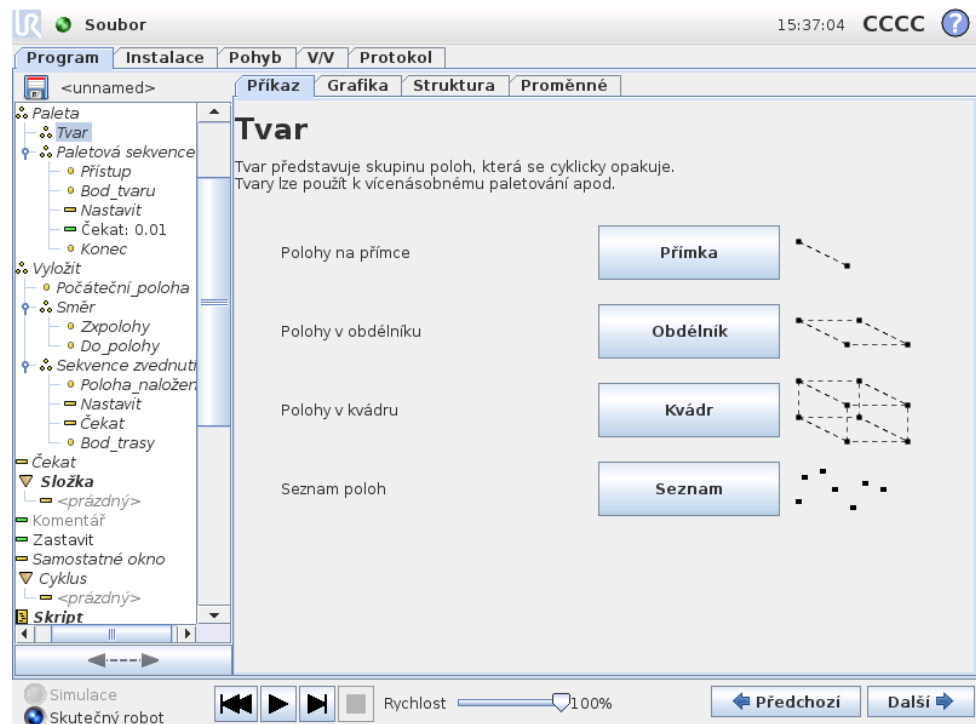
Událost lze použít k monitorování vstupního signálu a provedení akce či nastavení proměnné, když je vstupní signál vysoký. Například v případě, že výstupní signál přepne na vysokou hodnotu, vyčká program 100 ms a opět nastaví nízký signál. Tím je umožněno mnohem jednodušší kódování hlavního programu pro případ, kdy externí stroj aktivuje náběžnou hranu impulsu namísto vysoké úrovně vstupu.

## 12.22 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.

## 12.23 Příkaz: Tvar



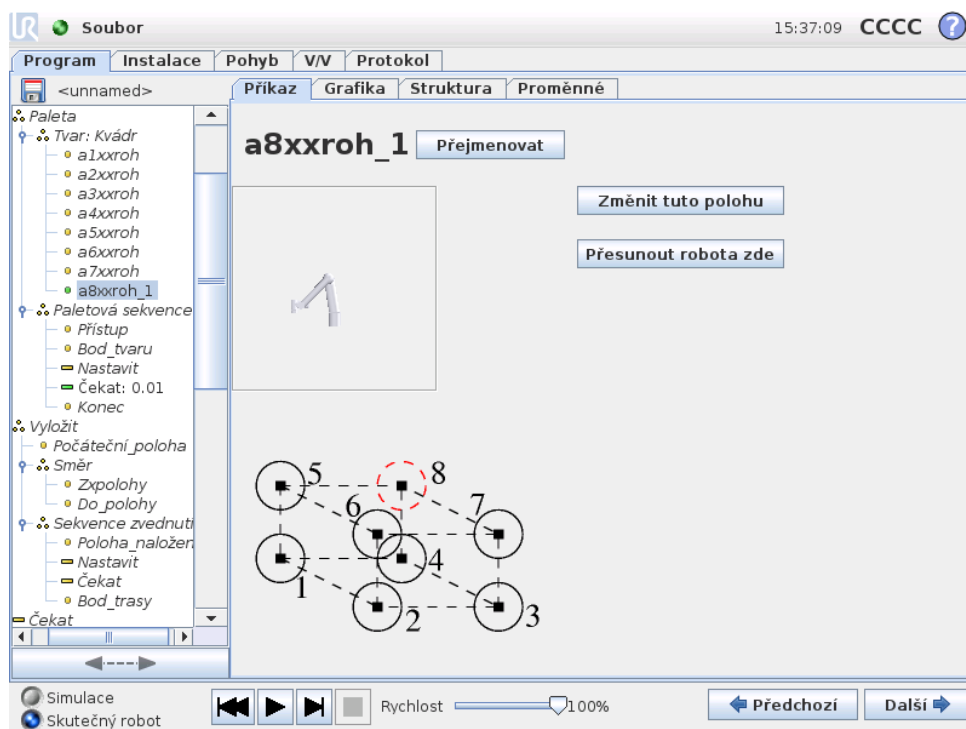
Příkaz Tvar lze použít k cyklickému procházení polohami v programu robota. Příkaz Tvar odpovídá jedné poloze při každém provedení.

Tvar lze zadat jako jeden ze čtyř typů. První tři možnosti, Přímka, Čtverec a Kvádr, 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, Kvádr 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 Š, pomocí které programátor může zadat seznam všech poloh. Tímto způsobem lze dosáhnout libovolného uspořádání poloh.

## Definice tvaru

Když vyberete tvar Kvádr, bude mít obrazovka následující podobu.



Tvar Kvádr používá tři vektory k definování stran kvádrů. 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 podobně.

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.

## 12.24 Příkaz: Síla

Režim síly umožňuje pružné chování a použití funkce síly ve vybraných osách pracovního prostoru robota. 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 rameno robota chová pružně v závislosti na vnějších silách, které na něj působí. Podél/kolem os s pružným chováním se rameno robota bude chovat pružně podle prostředí, což znamená, že automaticky upraví svou polohu, aby dosáhl požadované síly. Je rovněž možné nastavit, aby rameno robota samo vyvinulo sílu na své okolí, např. na obrobek.

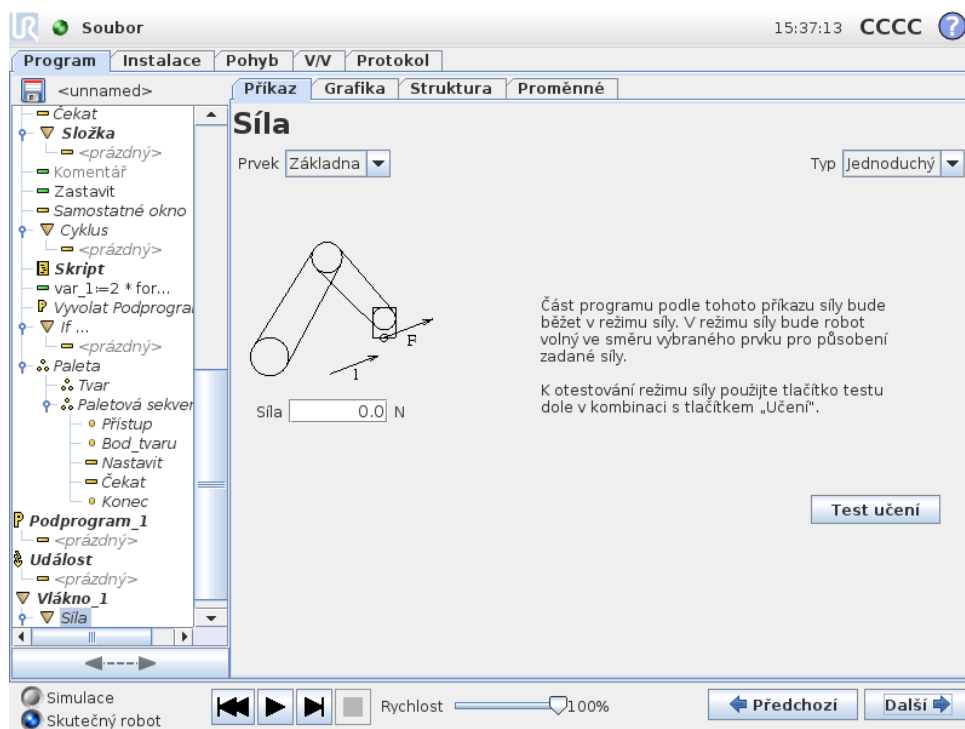
Režim síly je vhodný pro aplikace, kde aktuální poloha TCP podél předem definované osy není důležitá, ale místo toho je požadováno působení síly podél této osy. Například jestliže by se měl středový bod nástroje TCP odvalovat proti zakřivenému povrchu nebo při tlačení nebo vlečení obrobku. Režim síly rovněž podporuje působení určitého krouticího momentu okolo předem definovaných os. Pokud se rameno robota nesetká s žádnými překážkami v ose, kde je nastavena nenulová síla, bude se snažit podél této osy nebo na ní zrychlit.

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



### UPOZORNĚNÍ:

Nesprávně použitá silová funkce může způsobit, že bude generována síla přesahující 150N. Naprogramovaná síla by měla být brána v úvahu při hodnocení rizika.



## Volba prvků

Nabídka prvků je používána pro výběr souřadnicového systému (os), které robot bude používat, když bude pracovat v režimu síly. Prvky v nabídce jsou ty, které byly definovány v instalaci, viz 11.12.

## 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 úkolový rámec osu Y směřující od středového bodu nástroje (TCP) robota směrem k počátku (Origo) vybraného prvku. Vzdálenost mezi středovým bodem nástroje (TCP) robota a počátkem (Origo) vybraného prvku musí být minimálně 10 mm. Úkolový rámec se bude měnit v průběhu programu tak, jak se bude měnit poloha středového bodu nástroje (TCP) robota. Osa X a osa Z úkolového rámce závisí na původní orientaci vybraného prvku.
- **Pohyb:** Funkce pohybu znamená, že se úkolový rámec bude měnit podle směru pohybu středového bodu nástroje (TCP). Osa X úkolového rámce 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 je možné využívat při odstraňování otřepů podél složité dráhy, kde je požadována 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 (12.28), když robot pracuje v režimu síly.

## Výběr hodnoty síly

Síla může být nastavena jak pro osy s pružným chováním, tak také pro osy bez pružného chování. Účinky však jsou rozdílné.

- **Osa s pružným chováním:** Rameno robota upraví svou polohu tak, aby dosáhlo zvolené síly.
- **Osa bez pružného chování:** Rameno robota bude sledovat svou programem nastavenou trajektorii, zatímco realizuje zde nastavenou hodnotu externí síly.

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

## 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.

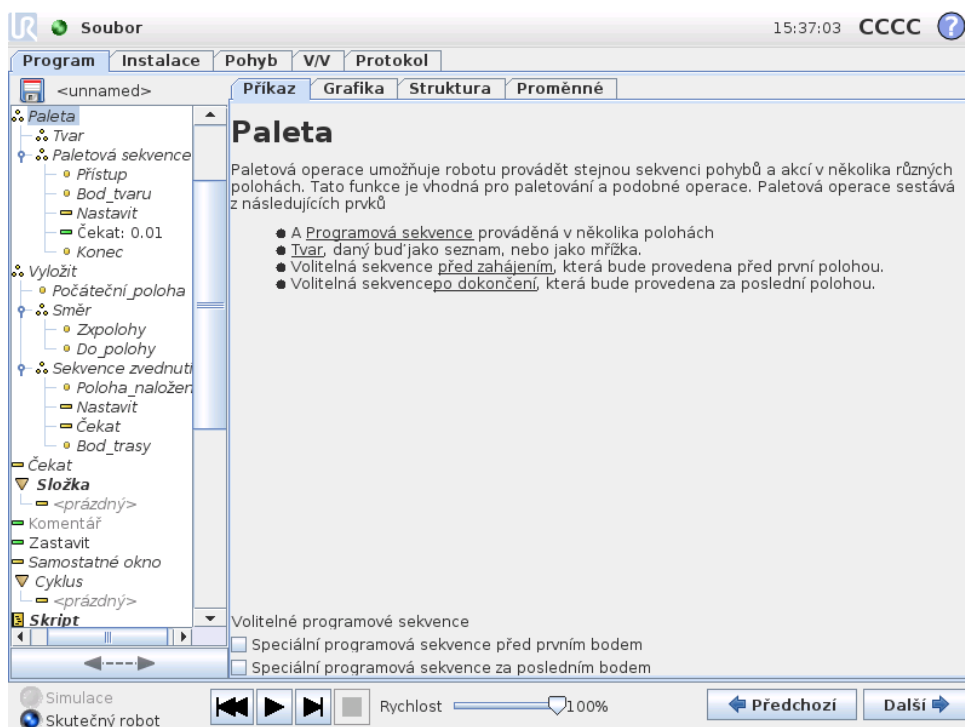
- **Osa s pružným chováním:** Mezní hodnota je maximální dovolená rychlost TCP, kterou může dosáhnout podél nebo na této ose. Jednotkami jsou [mm/s] a [°/s].
- **Osa bez pružného chování:** Mezní hodnota je maximální odchylka od programové trajektorie, která je dovolená, než je robot z bezpečnostních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

---

## Nastavení testovací síly

Tlačítko zapnutí a vypnutí, test učení, přepíná chování tlačítka Ůčení na zadní straně přenosného ovládacího terminálu z normálního režimu učení na test příkazu síly. Když je zapnuto tlačítko testu učení a zmáčkne se tlačítko Ůčení na zadní straně přenosného ovládacího terminálu, robot bude provádět činnost jako když program dosáhl tohoto příkazu síly. Tímto způsobem je možné 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 podržte jednou rukou TCP robota a druhou rukou zmáčknete tlačítko Ůčení a povšimněte si, ve kterém směru se rameno robota může / nemůže pohybovat. Po odchodu z této obrazovky se tlačítko testu učení automaticky vypne, což znamená, že tlačítko Ůčení na zadní straně přenosného ovládacího terminálu je opět používáno pro volný režim učení. Poznámka: Tlačítko Ůčení bude funkční pouze tehdy, když bude pro příkaz síly vybrán platný prvek.

## 12.25 Příkaz: Paleta



Paletová operace provádí sekvenci pohybů na skupině míst nastavených jako tvar. Viz popis v 12.23. V každé poloze v rámci tvaru bude provedena sekvence pohybů vzhledem k této poloze v rámci tvaru.

### Naprogramování paletové operace

Proveďte následující kroky:

1. Definujte tvar.
2. Vytvořte Paletovou sekvenci zvednutí a položení pro každý jednotlivý bod. 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.

Nepoužívejte příkaz Pohyb v rámci sekvence, protože pohyb nebude relativní vzhledem k ukotvené poloze.

### Před zahájením

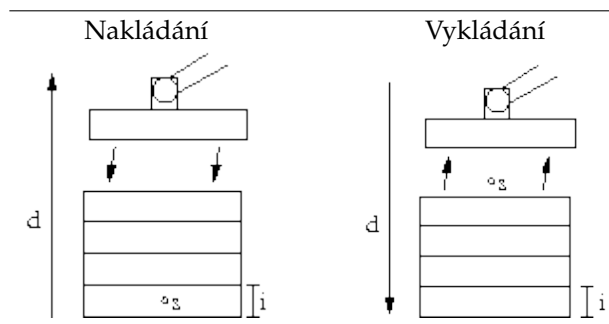
Volitelná sekvence *Před zahájením* proběhne bezprostředně před zahájením operace. Toto nastavení lze použít k čekání na připravený signál.

### Po dokončení

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

## 12.26 Příkaz: Hledat

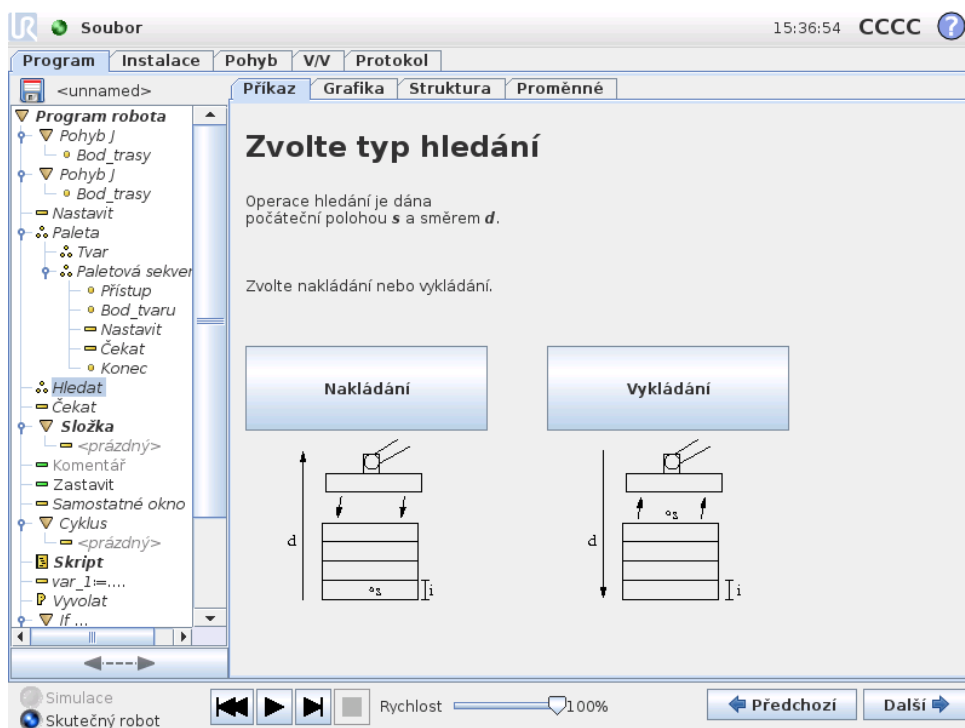
Funkce hledání používá senzor k určení toho, zda byla dosažena správná poloha pro uchopení a položení položky. Jako senzor může být použit tlačítkový spínač, tlakový snímač nebo kapacitní senzor. Tato funkce je určena k práci se zásobníky položek s různou tloušťkou položek nebo tam, kde pevná poloha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

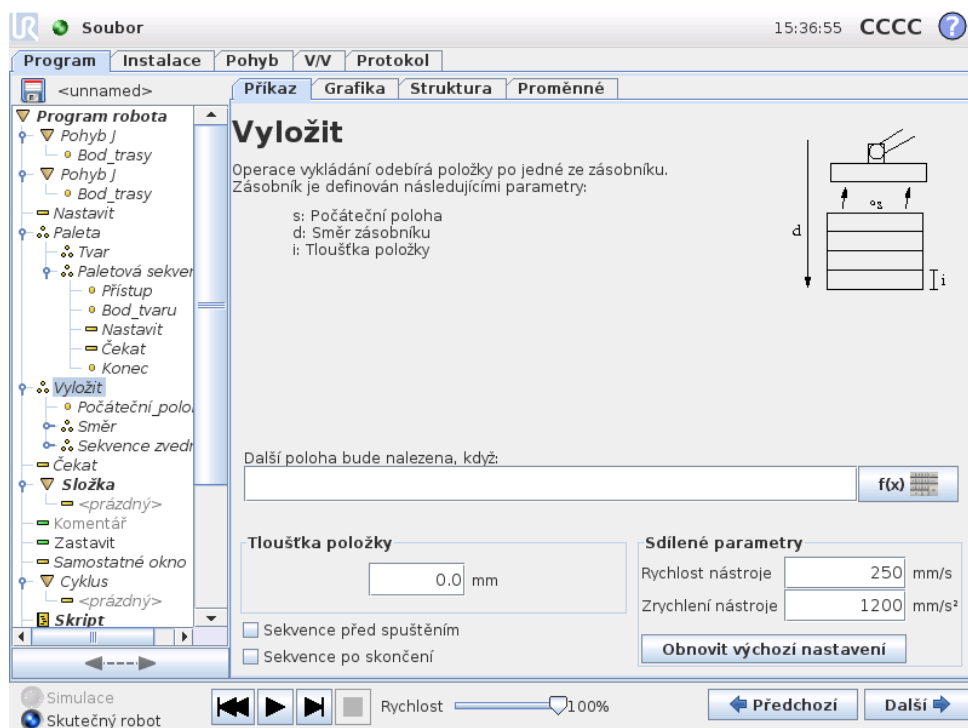
Vedle toho je nutné definovat podmínku, za které je dosažena poloha dalšího zásobníku, a speciální programovou sekvenci, která bude v každé poloze zásobníku provedena. Pro pohyb v rámci operace se zásobníky je rovněž nutné zadat hodnoty rychlosti a zrychlení.

## 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

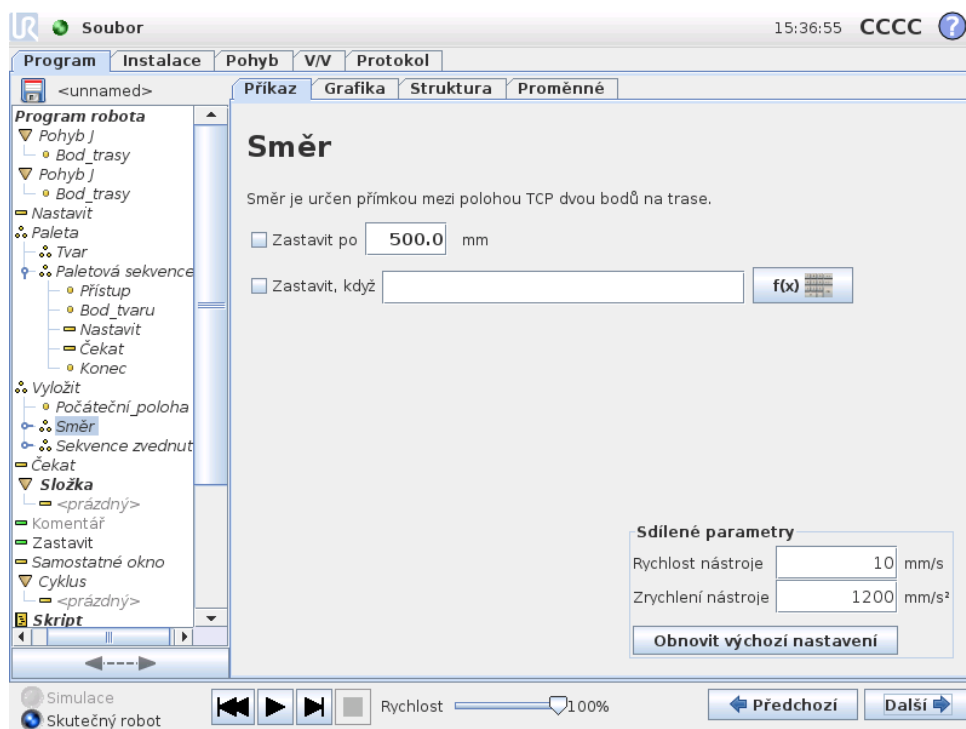


Při vykládání rameno robota postupuje od počáteční polohy daným směrem a vyhledává další položku. Podmínka na obrazovce určuje, kdy bude dosaženo dalšího předmětu. Po splnění podmínky si robot polohu zapamatuje a provede speciální sekvenci. Při příští operaci zahájí robot hledání v zapamatované poloze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

### Řed 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

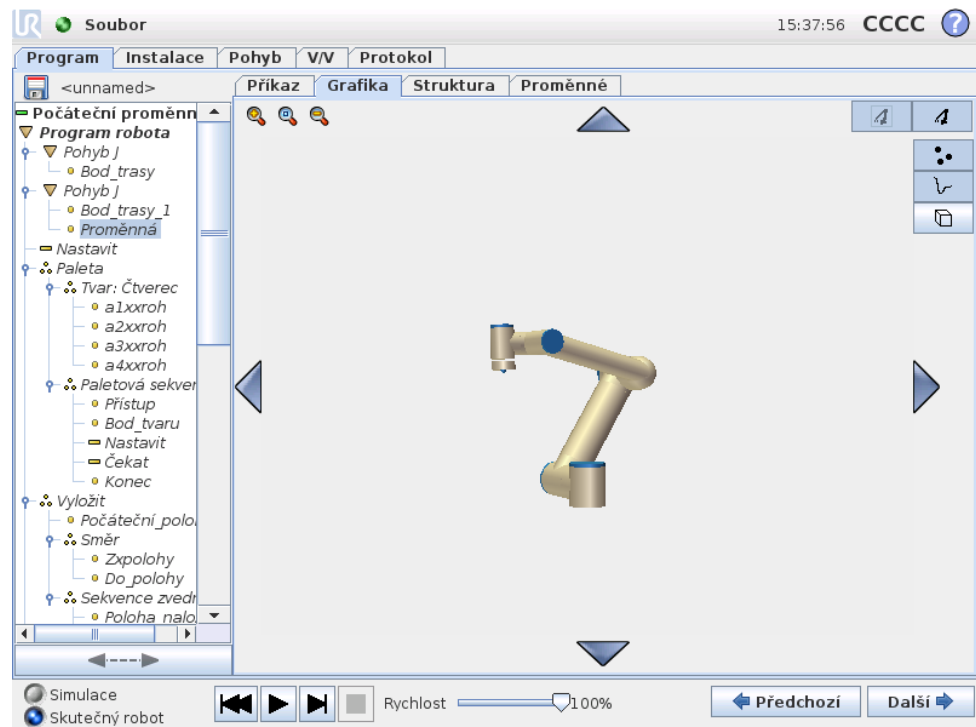
Stejně jako u paletové operace (12.25) je pro každou polohu zásobníku provedena speciální programová sekvence.

## 12.27 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.

## 12.28 Karta Grafika



Grafické znázornění aktuálního programu robota. Trasa TCP je znázorněna v 3D zobrazení, přičemž pohybové segmenty jsou označeny černě a segmenty kombinací (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 š 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 hraniční hodnoty pro orientaci nástroje (viz 14.11), zobrazí se 3D znázornění přibližné hraniční hodnoty. Poznámka: pokud je v robotovi spuštěn program, bude znázornění hraničních mezí vypnuto.

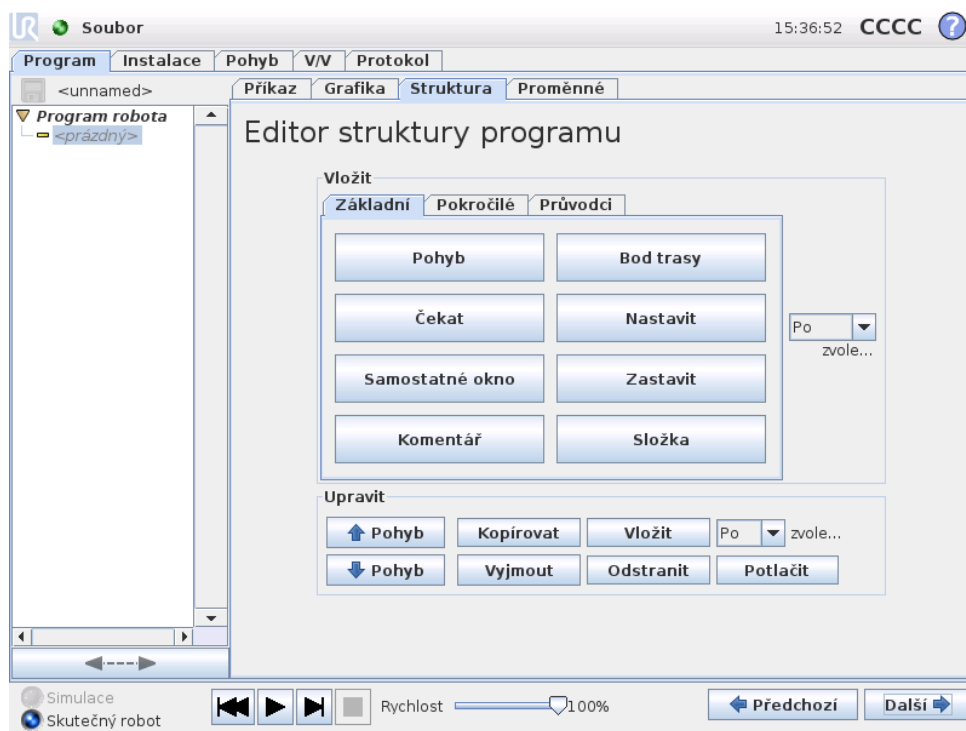
Bezpečnostní roviny jsou znázorněny žlutě a černě spolu s malou šipkou, která znázorňuje normálu roviny, což je strana roviny, na kterou lze TCP robota umístit. Spouštěcí roviny jsou zobrazeny modře a zeleně a malá šipka ukazuje na stranu roviny, kde jsou aktivní mezní hodnoty *Běžného* režimu (viz 14.5). 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 hraničních hodnot zapnout/vypnout.

Zobrazené pohybové segmenty závisí na vybraném programovém uzlu. Když je vybrán uzel *Pohyb*, zobrazená trasa představuje pohyb, který je jím definován. Když je vybrán uzel *Bod trasy* na displeji se zobrazuje následujících ~ 10 kroků pohybu.

## 12.29 Karta Struktura



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

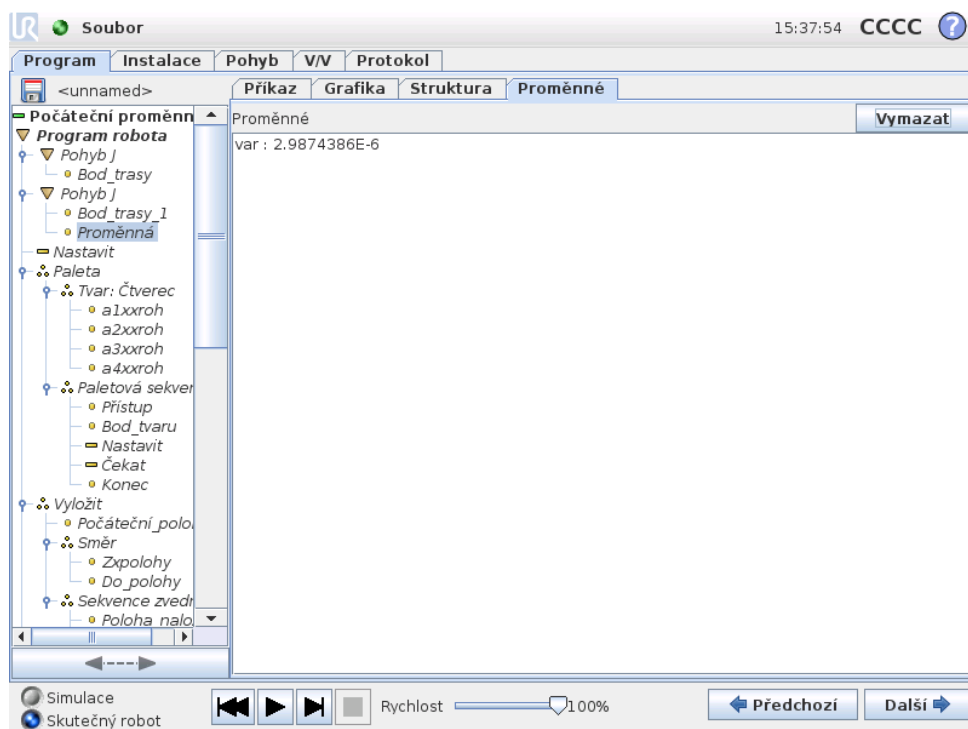
Chcete-li vložit nové příkazy, proveďte následující kroky:

- 1) Vyberte stávající 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.

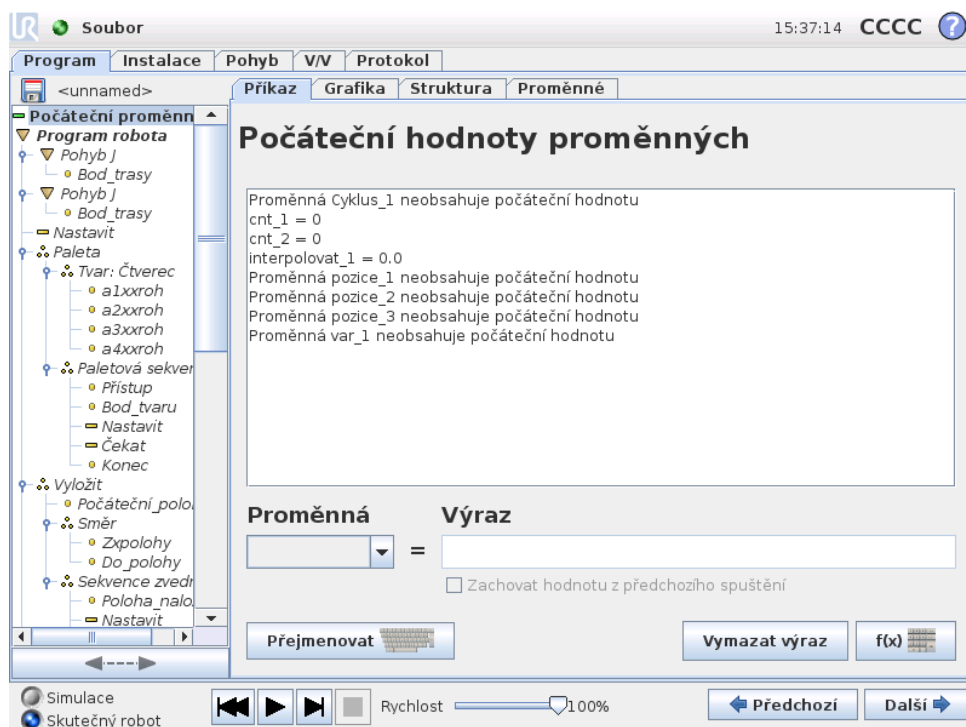
Některé příkazy nelze umístit na některá místa v programu. Body trasy musí být pod příkazem *Pohyb* (nikoli nutně bezprostředně pod ním). Příkazy *ElseIf* a *Else* musí být umístěny až za příkazem *If*. Obecně platí, že přesun příkazů *ElseIf* může program nevhodně změnit. Proměnné vyžadují před použitím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

## 12.30 Karta Proměnné



Karta Proměnné uvádí 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.

## 12.31 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.

Pokud je zaškrtnuto políčko *Preferuje ponechání hodnoty z posledního spuštění*, bude proměnná inicializována na hodnotu uvedenou na kartě *Proměnné*, která je popsána v části 12.30. 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 odstranit z programu tak, že nastavíte prázdný název proměnné (pouze mezery).



## 13 Obrazovka Nastavení



- **Inicializovat robota** Slouží k přechodu na obrazovku inicializace, viz 9.4.
- **Jazyk a jednotky** Slouží ke konfiguraci jazyka a měrných jednotek, viz část 13.1.
- **Aktualizovat robota** Slouží k aktualizaci softwaru robota na novější verzi, viz 13.2.
- **Nastavit heslo** Umožňuje uzamknutí programovací části robota, která tak není přístupná osobám bez znalosti hesla, viz 13.3.
- **Kalibrovat obrazovku** Slouží ke kalibraci d' na dotykové obrazovce, viz 13.4.
- **Nastavení sítě** Otevře rozhraní pro nastavení připojení ovládací jednotky robota k síti Ethernet, viz 13.5.
- **Nastavit čas** Slouží k nastavení času a data pro systém a konfiguraci formátu zobrazení hodin, viz 13.6.
- **Zpět** Slouží k návratu na úvodní obrazovku.

## 13.1 Jazyk a jednotky

**Nastavení robota**

Inicializovat robota

**Jazyk a jednotky**

Čeština

English programming

**Volba jednotek**

Metrické jednot...

Obvyklé pro USA

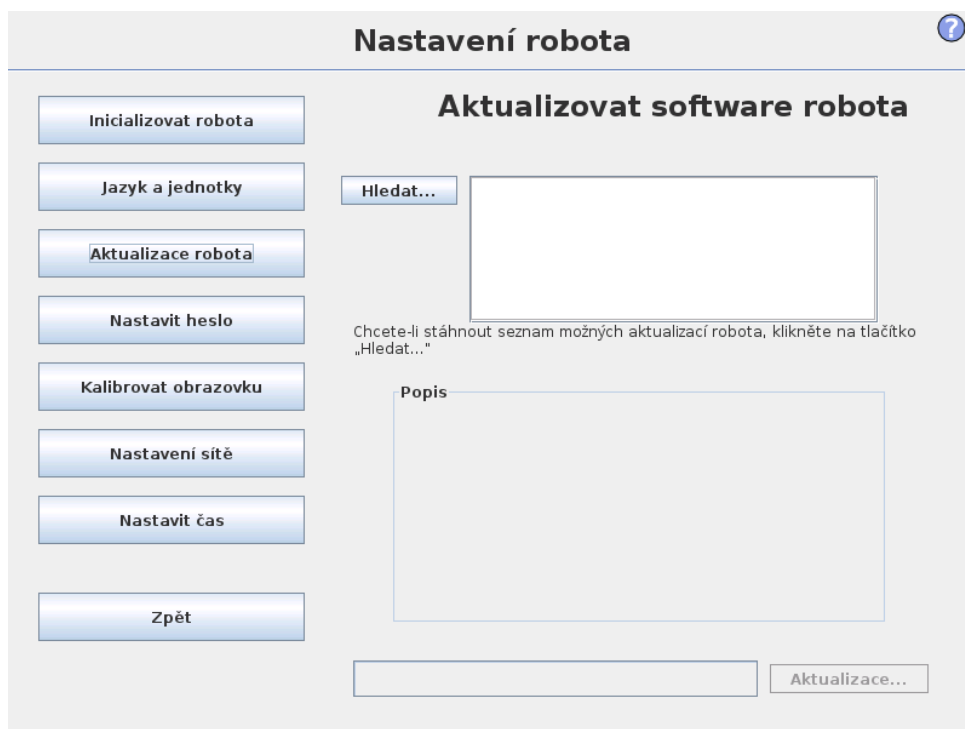
Restartujte PolyScope, aby se použilo nové nastavení.

Restartovat nyní

Zpět

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.


## 13.2 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.

## 13.3 Nastavit heslo

?

### Nastavení robota

Inicializovat robota

Jazyk a jednotky

Aktualizace robota

Nastavit heslo

Kalibrovat obrazovku

Nastavení sítě

Nastavit čas

Zpět

#### Změnit systémové heslo

Heslo zajistí, že budou změny funkcí a chování robota zabezpečené. Zabezpečit lze všechny oblasti, ve kterých je možné provádět úpravy.

Heslo

Potvrdit heslo

---

#### Změnit bezpečnostní heslo

Zadat aktuální heslo

Heslo

Potvrdit 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:**

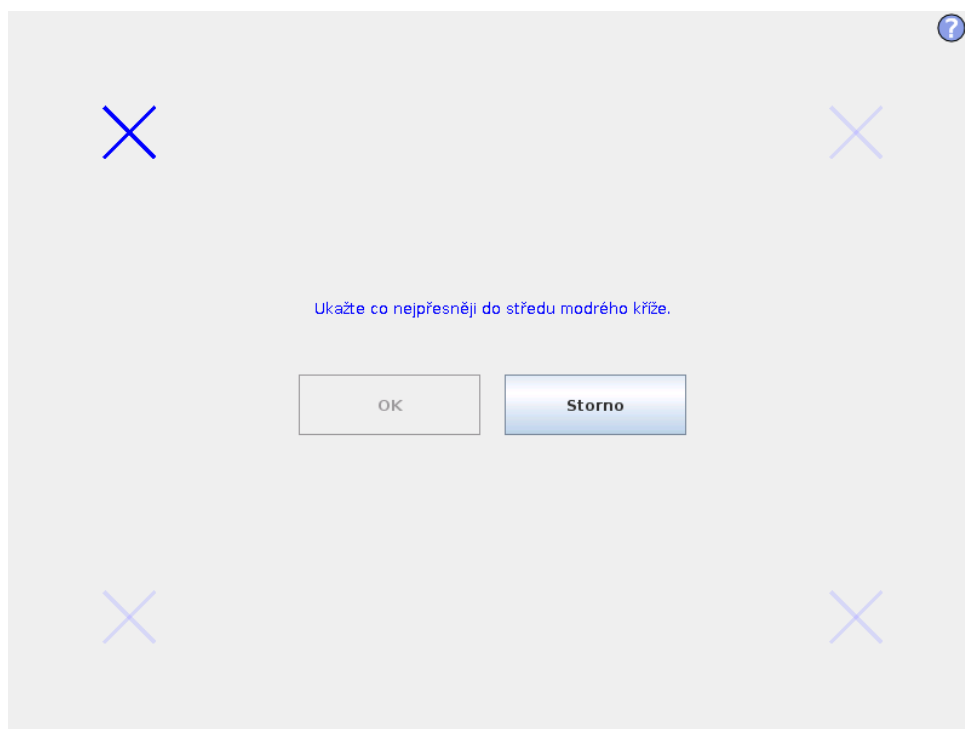
Aby bylo možné změnit bezpečnostní konfiguraci, je třeba zadat bezpečnostní heslo.



**UPOZORNĚNÍ:**

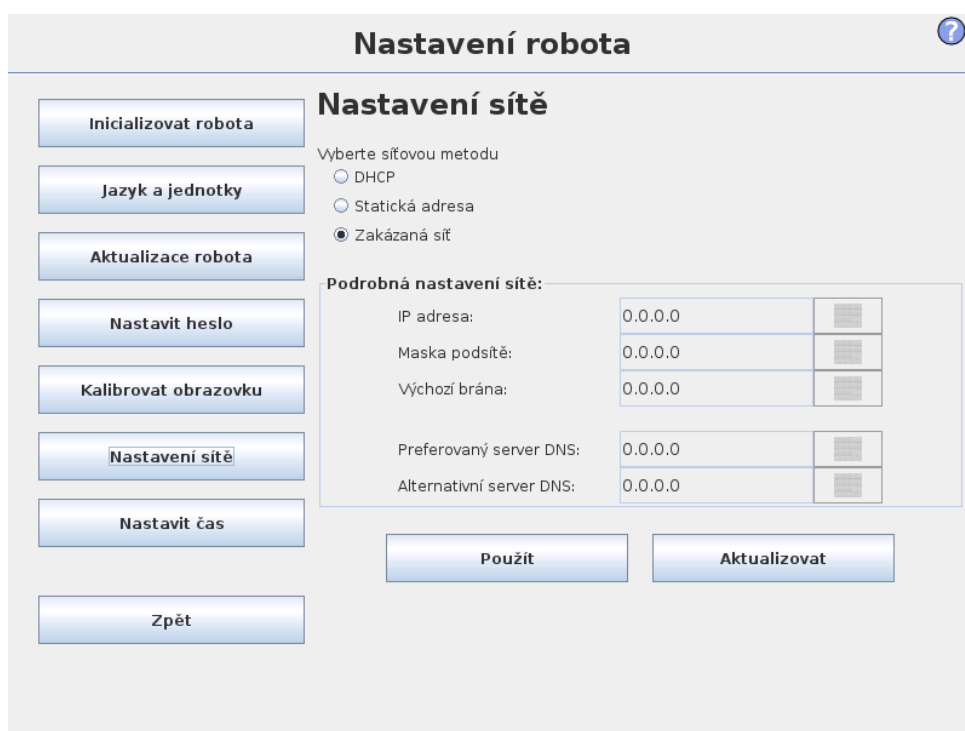
Zadáním systémového hesla zamezíte neautorizovanému personálu, aby měnil instalaci robota.

## 13.4 Kalibrovat obrazovku



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

## 13.5 Nastavení sítě



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

## 13.6 Nastavit čas

?

### Nastavení robota

Inicializovat robota

Jazyk a jednotky

Aktualizace robota

Nastavit heslo

Kalibrovat obrazovku

Nastavení sítě

Nastavit čas

Zpět

### Nastavit čas

Formát času:

24hodinový  
 12hodinový

Vyberte aktuální čas:

+	+	+
15	:	36
-	-	-

---

### Nastavit datum

Vyberte dnešní datum:

28. říjen 2014

Formát data:

28. říjen 2014  
 28.10.2014  
 28.10.14

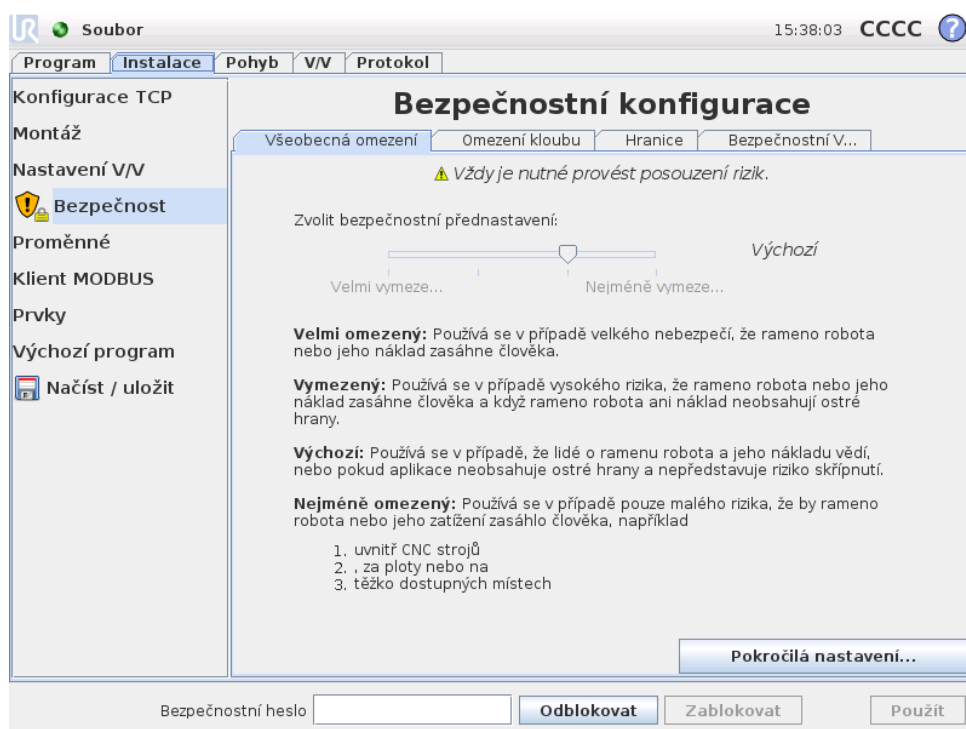
Restartujte PolyScope, aby se použilo nové nastavení.

Restartovat nyní

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.

# 14 Bezpečnostní konfigurace

Robot je vybaven vyspělým bezpečnostním systémem. V závislosti na konkrétních charakteristikách pracovního prostředí, je nutné bezpečnostní systém nastavit tak, aby zaručil bezpečnost veškerého personálu i obsluhy v blízkosti robota. Podrobnosti o bezpečnostním systému naleznete v Instalační příručka k hardwaru. Na obrazovku Bezpečnostní konfigurace se dostanete z Uvítací obrazovky (viz 9.3) stisknutím tlačítka Programovat robota, výběrem karty Instalace a klepnutím na možnost Bezpečnost. Bezpečnostní konfigurace je chráněna heslem, viz 14.7.



## UPOZORNĚNÍ:

1. Vždy je nutné provést posouzení rizik.
2. Veškerá bezpečnostní nastavení přístupná na této obrazovce a jejich podkartách je nutné nastavit v souladu s výsledky posouzení rizik.
3. Obsluha odpovědná za instalaci musí zajistit, aby byly veškeré změny nastavení prováděny v souladu s výsledky posouzení rizik.

Bezpečnostní nastavení se skládají z množství mezních hodnot, které slouží k omezení pohybů ramene robota, a z nastavení bezpečnostních funkcí pro konfiguraci

vatelné 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 14.9.
- 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 14.10.
- 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 14.5). Hranice orientace nástroje tvoří pevnou mezní hodnotu orientace TCP robota. Další podrobnosti viz 14.11.
- Na podkartě *Bezpečnostní vstupy/výstupy* se definují bezpečnostní funkce pro konfigurovatelné vstupy a výstupy (viz 11.2). *Nouzové zastavení* lze například konfigurovat jako vstup. Další podrobnosti viz 14.12.

## 14.1 Změna bezpečnostní konfigurace





### POZNÁMKA:

Doporučený postup změny bezpečnostní konfigurace je následující:

1. Proveďte posouzení rizik.
2. Upravte bezpečnostní nastavení na příslušnou úroveň (viz relevantní směrnice a normy v naší příručce týkající se způsobu nastavení bezpečnostních mezních hodnot).
3. Nastavení vyzkoušejte na robotovi.
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 14.4 v Příručka k rozhraní PolyScope).

## 14.2 Bezpečnostní synchronizace a chyby

Stav aplikované bezpečnostní konfigurace ve srovnání s instalací robota, kterou načetlo 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 se instalace rozhraní GUI liší 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:

- Vedle textu *Bezpečnost* na levé straně obrazovky se zobrazí červená ikona chyby.
- Podkarty s chybami jsou v horní části označeny červenou ikonou chyby.
- 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. Tato zpráva se zobrazí v případě, že 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.

---

## 14.3 Tolerance

V *bezpečnostní konfiguraci* jsou nastaveny fyzické mezní hodnoty. Vstupní pole pro tyto mezní hodnoty neobsahují tolerance: jsou-li příslušné tolerance zobrazeny vedle pole. *Bezpečnostní systém* obdrží hodnoty ze vstupních polí a zjistí jakékoliv

porušení těchto hodnot. *Rameno robota* se narušení bezpečnostního systému pokusí předejít, a pokud dosáhne mezní hodnoty (po odečtení tolerance), aktivuje ochranné zastavení tím, že zastaví provádění programu. To znamená, že program možná nebude moci provádět pohyby v těsné blízkosti mezní hodnoty, např. robot nemusí být schopen dosáhnout přesné maximální rychlosti specifikované mezní hodnotou rychlosti kloubu nebo rychlosti TCP.



**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.

## 14.4 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.

## 14.5 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 14.11) nebo pokud je spuštěn pomocí konfigurovatelného vstupu (viz 14.12).

*Režim Obnovy:* Pokud rameno robota narušuje jeden z dalších režimů (tj. *Běžný* nebo *Omezený režim*) a dojde k zastavení kategorie 0, spustí se rameno robota v režimu *Obnovy*. Tento režim umožňuje ruční úpravu ramene robota tak, aby se vyřešila veškerá narušení. 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.

---

## 14.6 Režim učení

Pokud je aktivní režim *Učení* (viz 11.1.5) 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.

---

## 14.7 Ochrana heslem

Veškerá nastavení na této obrazovce uzamčena do doby, než uživatel zadá do bílého textového pole ve spodní části obrazovky správné heslo (viz 13.3) 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:

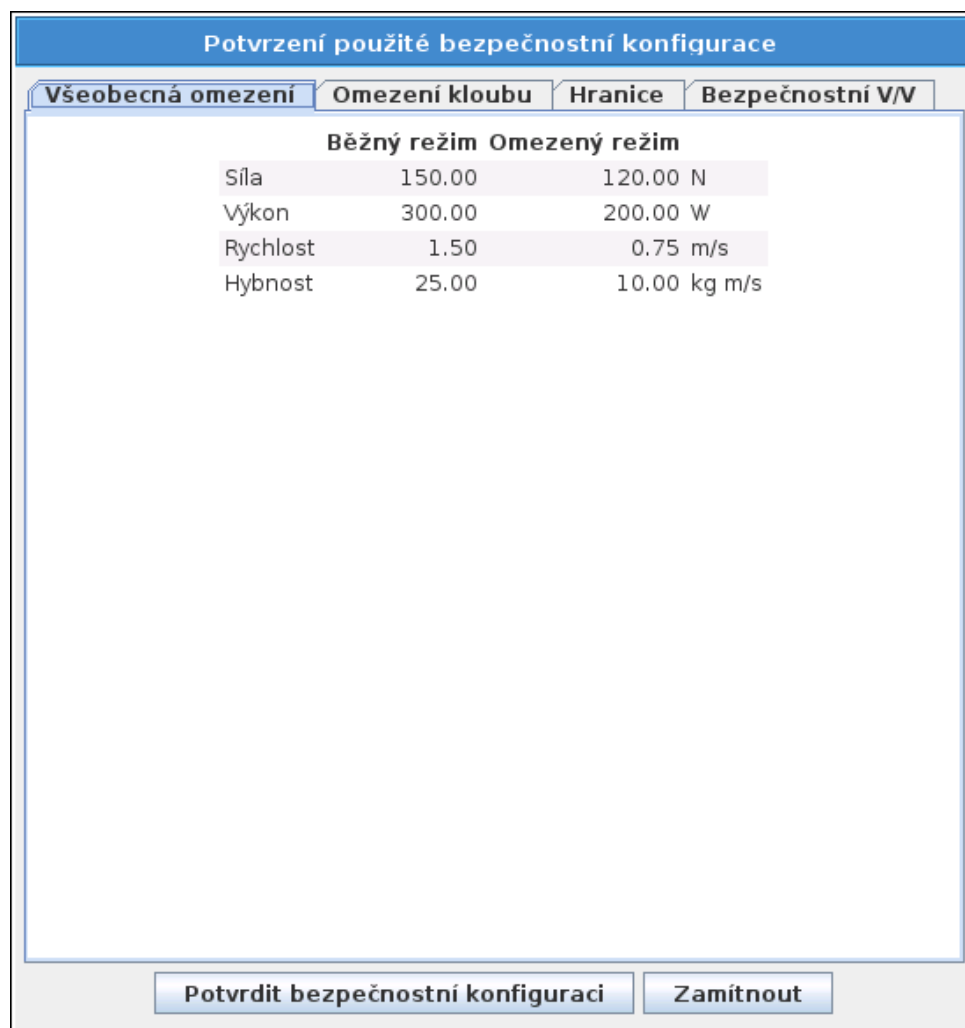
Po odemčení obrazovky Bezpečnostní konfigurace se rameno robota vypne.

---

## 14.8 Použit

Po odemčení bezpečnostní konfigurace a během provádění změn bude rameno robota vypnuté. Rameno robota 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 Použít a provedení potvrzení. Potvrzení vyžaduje vizuální kontrolu změn provedených u ramene robota. Z bezpečnostních důvodů jsou informace zobrazeny v jednotkách SI. Příklad dialogového okna k potvrzení je zobrazen na obrázku 14.8.



Po potvrzení se změny automaticky uloží jako součást aktuální instalace robota. Další informace o ukládání instalace robota viz 11.5.

## 14.9 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 *Učení* (viz 11.1.5) a aktuální rychlost TCP robota se blíží mezní hodnotě *rychlosti*, ucítí uživatel odpudivou 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 s následujícími předem definovanými sadami hodnot pro obecná omezení v *Běžném* i *Omezeném* režimu:

*Velmi omezený:* Používá se v případě velkého nebezpečí, že rameno robota nebo jeho náklad zasáhne člověka.

*Omezený:* Používá se v případě vysokého rizika, že rameno robota nebo jeho náklad zasáhne člověka a když rameno robota ani náklad neobsahují ostré hrany.

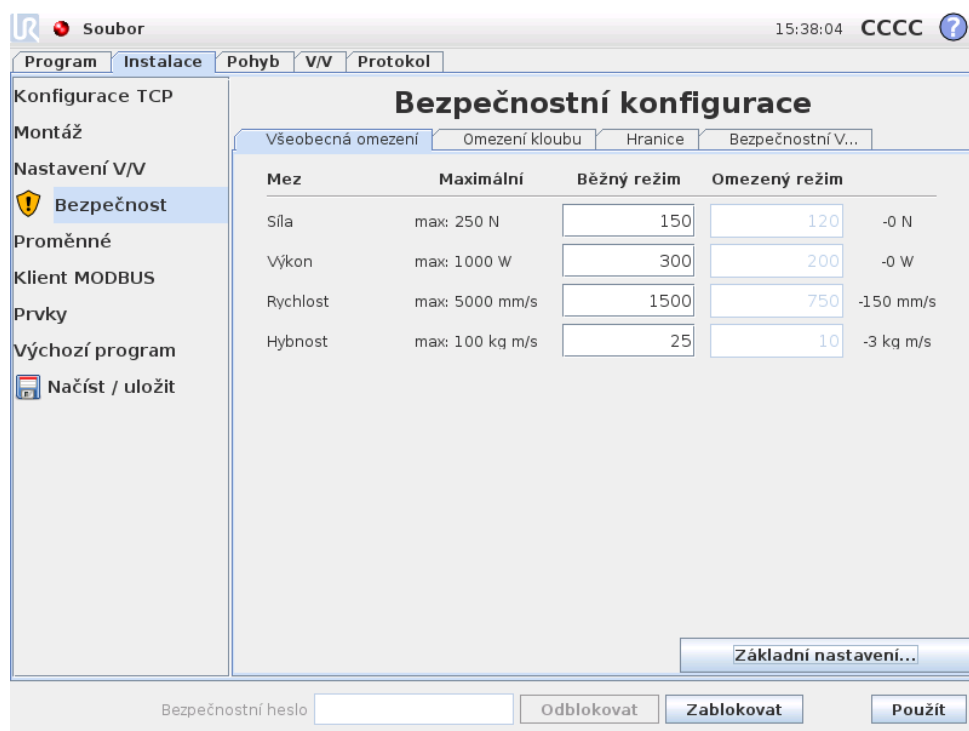
*Výchozí:* Používá se v případě, že lidé o ramenu robota a jeho nákladu vědí, nebo pokud aplikace neobsahuje ostré hrany a nepředstavuje riziko skřípnutí.

*Nejméně omezený:* Používá se v případě pouze malého rizika, že by rameno robota nebo jeho náklad zasáhlo člověka, například uvnitř strojů CNC, za ploty nebo na těžko dostupných místech.

Tyto režimy představují pouhé návrhy a vždy je třeba provést správné 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 14.9 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 hodnotu síly lze nastavit na hodnotu mezi 100 a 250 N a mezní hodnotu výkonu lze nastavit na hodnotu mezi 80 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 14.11 a 14.12). 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 14.3). Poznámka: minusové znaménko zobrazené u hodnoty tolerance pouze označuje, že se tato tolerance odečte ze skutečné zadané hodnoty. Pokud rameno robota překročí mezní hodnotu (bez tolerance), bezpečnostní systém provede zastavení kategorie 0.

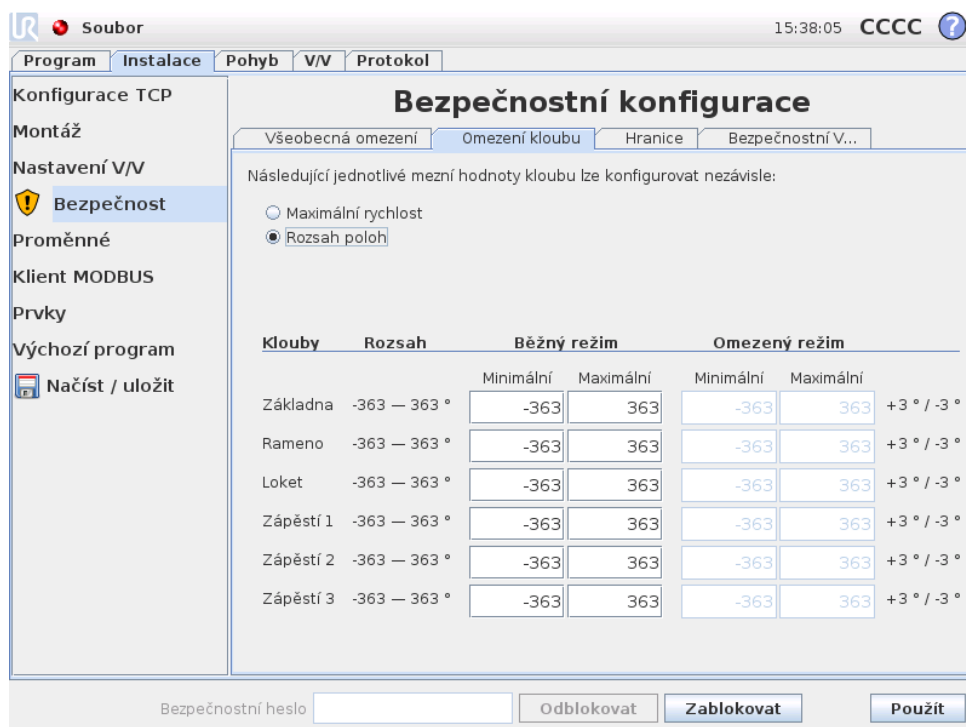


**UPOZORNĚNÍ:**

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.

## 14.10 Omezení kloubu



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 *Učení* (viz 11.1.5) a aktuální rychlost kloubu se blíží mezní hodnotě, ucítí uživatel odpudivou 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 °/s k mezní hodnotě rychlosti nebo bude poloha kloubu asi 8 ° od mezní hodnoty polohy.

**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 14.11 a 14.12). 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 14.3). Poznámka: minusové znaménko zobrazené u hodnoty tolerance pouze označuje, že se tato tolerance odečte ze skutečné zadané hodnoty. Pokud však úh-

lová 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 14.11 a 14.12).

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 poloha kloubu pravděpodobně překročí rozsah vyplývající 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 skutečné zadané hodnoty. Pokud však poloha kloubu překročí zadaný rozsah, bezpečnostní systém provede zastavení kategorie 0.

## 14.11 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 11.12).

**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 *učení* (viz 11.1.5) neaktivní.

Pokud je aktivní režim *Učení* (viz 11.1.5) 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.

### 14.11.1 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 14.11.2) na pravé straně tohoto panelu. Bezpečnostní rovinu lze nastavit v části *Vlastnosti bezpečnostní roviny* (viz 14.11.3) v dolní části karty.

Chcete-li nakonfigurovat mezní hraniční mez pro nástroj robota, klikněte na položku *Hranice nástroje*. Konfiguraci mezní hodnoty lze nastavit v části *Vlastnosti hranice nástroje* (viz 14.11.4) v dolní části karty.

Kliknutím na tlačítko  /  zapnete nebo vypnete 3D znázornění hraniční meze. Pokud je hraniční mez aktivní, bude *bezpečnostní režim* (viz 14.11.3 a 14.11.4) označen jednou z následujících ikon  /  /  / .

### 14.11.2 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 ro-

bota 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.

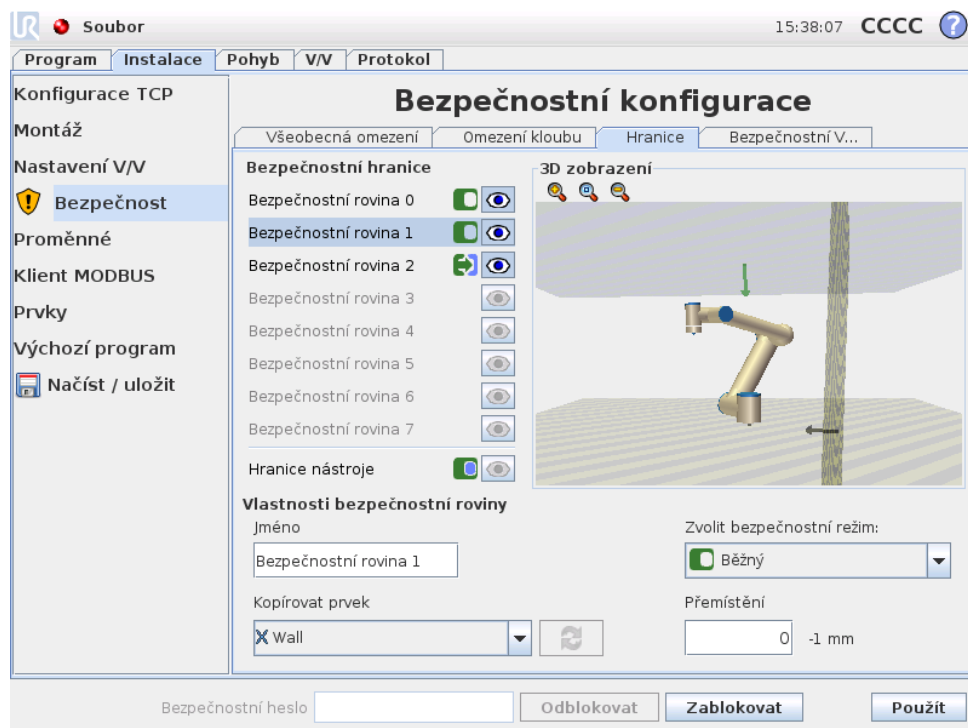
Hraniční hodnota orientace nástroje je znázorněna kuželem společně s vektorem označujícím aktuální orientaci nástroje robota. Vnitřek kužele znázorňuje povolenou oblast pro orientaci nástroje (vektor).

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 pohled.

### 14.11.3 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.







**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 11.12) v aktuální instalaci robota. Prvek lze vybrat v rozbalovacím poli v levé spodní části sekce *Vlastnosti bezpečnostní roviny*. K dispozici jsou pouze prvek bod a typ roviny. 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 14.11.3), 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 rovinu 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 rovinu vybrat *bezpečnostní režim* s následujícími dostupnými režimy.

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

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 rovinu 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 pravděpodobně překročí aktivní bezpečnostní rovinu se striktní mezní hodnotou (po odečtení tolerance) (viz 14.3) 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 rovinu 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 14.5), 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 14.12).

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

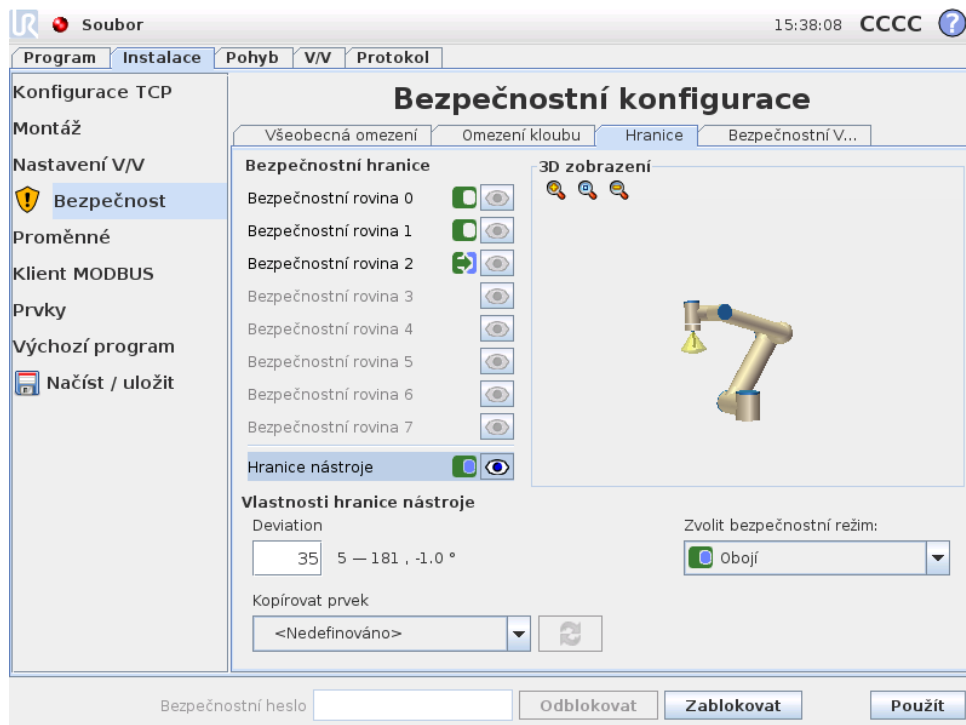
Pokud je přechod z *Běžného* do *Omezeného* režimu způsoben průchodem přes *spouštěcí rovinu Omezeného režimu*, dojde k přechodu ze sady mezních hodnot *Běžného* režimu na sadu mezních hodnot *Omezeného* režimu. Jakmile se TCP robota nachází 20 mm od *spouštěcí roviny Omezeného režimu* nebo blíže (ale 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.

#### 14.11.4 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 11.12) 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 prvek bod a typ roviny. 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.

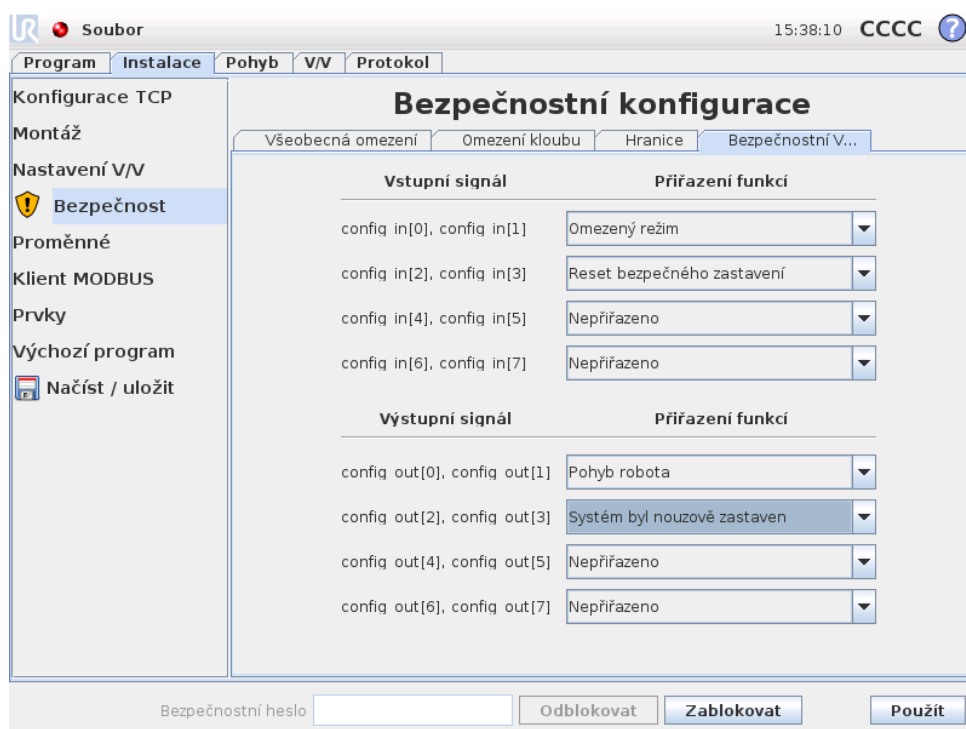
**Bezpečnostní režim** Pomocí rozbalovací nabídky po pravé straně panelu *Vlastnosti hranice nástroje* lze pro orientační hranici nástroje vybrat *bezpečnostní režim* s následujícími dostupnými režimy. K dispozici jsou následující možnosti:

 Zakázáno	Hraniční hodnota nástroje není nikdy aktivní.
 Běžný	Pokud je bezpečnostní systém v <i>Běžném režimu</i> , je aktivní hraniční hodnota nástroje.
 Omezený	Pokud je bezpečnostní systém v <i>Omezeném režimu</i> , je aktivní hraniční hodnota nástroje.
 Běžný & Omezený	Pokud je bezpečnostní systém v <i>Běžném</i> nebo <i>Omezeném režimu</i> , 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 pravděpodobně překročí zadanou maximální odchylku (po odečtení tolerance) (viz 14.3) 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.

## 14.12 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 vstup / výstup Kategorie 3 a PLd pro bezpečnost (v případě, že nebude jeden ze vstupů / výstupů spolehlivý).

*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 jsou 3 *bezpečnostní funkce* pro vstupní signály a 4 pro výstupní.

**Vstupní signály** V případě vstupních signálů lze vybrat následující *bezpečnostní funkce*:

- **Nouzové zastavení:** Pokud je funkce vybrána, umožňuje nastavit alternativní tlačítko nouzového zastavení navíc k tlačítku, které se nachází na přenosném ovládacím terminálu / panelu. Při připojení zařízení splňujícího normu ISO 13850:2006 bude tlačítko poskytovat stejné funkce, jako tlačítko nouzového zastavení na přenosném ovládacím terminálu / panelu.
- **Omezený režim:** Bezpečnostní roviny lze použít ve třech režimech: *Běžný režim*, ve kterém je specifikována výchozí bezpečnostní konfigurace, a *Omezený režim*. (Více podrobností viz 14.5). 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 14.11.3).

- Vynulování bezpečného zastavení: Pokud je ovladač bezpečného zastavení připojen k bezpečnostním vstupům/výstupům, použije se funkce Nulování/Reset bezpečného zastavení, která zajistí, že bude stav bezpečného zastavení pokračovat, dokud se nespustí vynulování. Pokud je rameno robota ve stavu bezpečného zastavení, nelze je uvést do provozu.



#### UPOZORNĚNÍ:

Ve výchozím nastavení je funkce vstupu Vynulování 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 Bezpečného zastavení obdrží vysoký signál. Jinými slovy, bez vstupu Vynulování bezpečného zastavení určují aktivitu či nečinnost stavu Bezpečného zastavení pouze vstupy SI0 a SI1 Bezpečného zastavení (viz Instalační příručka k hardwaru).

**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 v případě, že v byl bezpečnostním systémem spuštěn stav nouzového zastavení. V opačném případě je signál vysoký.
- 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: Pokud byl vyslán požadavek na zastavení ramene robota, uběhne nějaká doba, než se rameno zastaví. Během této doby je signál vysoký. Pokud se rameno robota pohybuje a nebyl vyslán požadavek na zastavení, nebo pokud je rameno robota zastaveno, bude 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.