

PLC řízení výrobních strojů a zařízení

NÁVOD K OBSLUZE

Virtuální pracoviště pro robotickou manipulaci
s dílci

Obsah

| | |
|--|----|
| Obsah | 2 |
| 1. Úvod | 3 |
| 1.A. Potřebné nástroje | 3 |
| 1.B. Cíle virtuálního zprovoznění | 3 |
| 2. Popis stavebnice | 4 |
| 3. Konfigurace a spuštění PLC – OPC UA server | 5 |
| 3.A. Nastavení ve Windows | 5 |
| 3.B. Spuštění simulovaného PLC – OPC UA server | 7 |
| 4. Tvorba řídicího PLC programu | 9 |
| 4.A. Rozdíly mezi virtuálním a reálným modelem | 9 |
| 5. Nahrání řídicího PLC programu do PLC | 11 |
| 5.A. Simulované PLC | 11 |
| 5.B. Reálné PLC | 14 |
| 6. Obsluha Visual Components | 15 |
| 6.A. Ovládání scény – navigace | 15 |
| 6.B. Nastavení scény | 15 |
| 6.C. Ovládání simulace | 15 |
| 6.D. Části VC potřebné pro virtuální zprovoznění | 16 |
| 6.E. Další zdroje | 16 |
| 7. Simulace a ovládání virtuálního modelu Robotu | 17 |
| 7.A. Připojení Visual Components – OPC UA klient | 17 |
| 7.B. Aktivace detektoru kolizí | 18 |
| 7.C. Spuštění simulace | 18 |
| 7.D. Spuštění HMI ovládacího panelu | 19 |
| 7.E. Interakce s virtuálním modelem | 20 |
| 7.F. Objasnění I/O | 21 |

1. Úvod

1.A. Potřebné nástroje

Tento návod slouží k úspěšnému virtuálnímu zprovoznění modelu Robotu. Zapotřebí je složka **01_Robot**, která obsahuje:

- Tento návod – **Návod_SIEMENS_01_Robot.pdf**
- Připravený virtuální model Robotu, ve kterém lze se zpětnou vizuální vazbou ladit PLC program, který později sami vytvoříte – **01_FT_Robot.vcmx**
- Připravený projekt k PLC programování, ve kterém budete tvořit samotný PLC program – **Robot_PLC_V15.1.ap15_1**

Dále je zapotřebí následující software (SW):

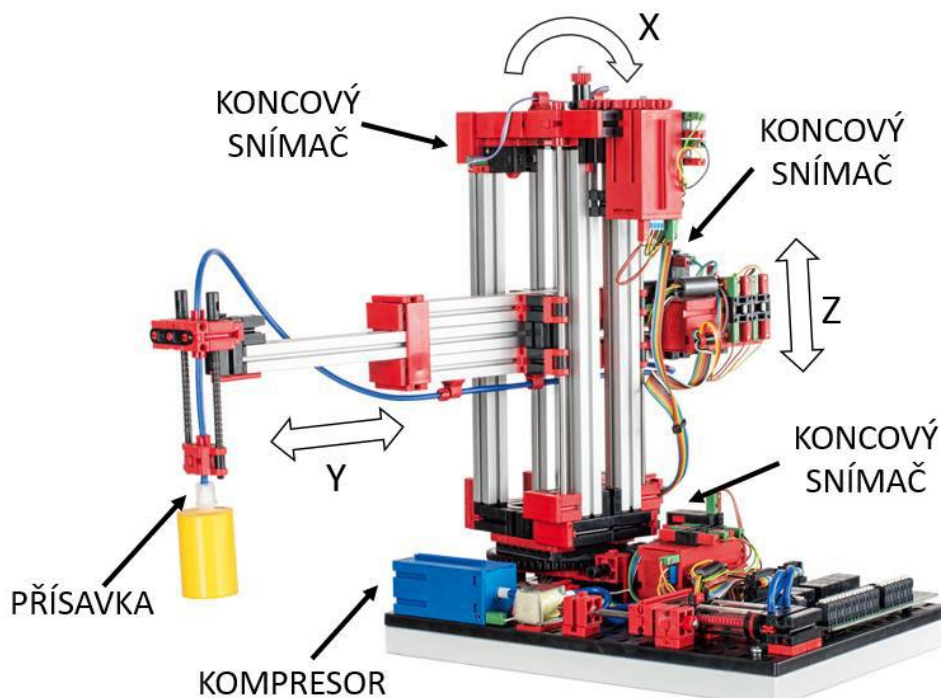
- Visual Components Premium 4.4 (nebo vyšší)
- TIA Portal V15.1
- PLCSIM Advanced V2.0 SP1

1.B. Cíle virtuálního zprovoznění

Přesný cíl programátorské práce je definován v konkrétním zadání semestrální práce. Obecná idea je taková, že v SW TIA Portal vytvoříte PLC program k řízení této konkrétní stavebnice od Fischertechnik, dle pokynů v zadání. Tento vytvořený PLC program je zapotřebí vyzkoušet, zda dělá to, co jste očekávali – to proběhne za pomoci propojeného virtuálního modelu, který je připravený v SW Visual Components (VC). Tento model poskytuje zpětnou vazbu pro Vás (vizuální) i pro PLC (vstupy a výstupy). PLC program pak budete postupně tvořit a ladit do té doby, než bude u virtuálního modelu vše funkční dle zadání. Nakonec hotový program vyzkoušíte i na fyzické stavebnici Fischertechnik v laboratoři.

2. Popis stavebnice

Stavebnici tvoří 3-osý robot s cylindrickou kinematickou strukturou, viz Obr. 1. Osy jsou dle výrobce Fischertechnik označeny X, Y a Z. Osa X je rotační a osy Y a Z jsou translační. Všechny tři osy jsou vybaveny inkrementálním enkodérem, díky čemuž lze řídit jejich polohu. Zároveň je v koncových polohách všech os umístěno koncové čidlo pro referenci robotu po zapnutí. Pro manipulaci s přiloženými dílci je na ose Y připevněna vakuová přísavka, která je poháněna kompresorem. Pro přisátí dílce musí být přísavka v celé ploše v těsném kontaktu s povrchem, musí být spuštěný kompresor a teprve následně aktivován řídicí výstup přísavky (do_vacuum).



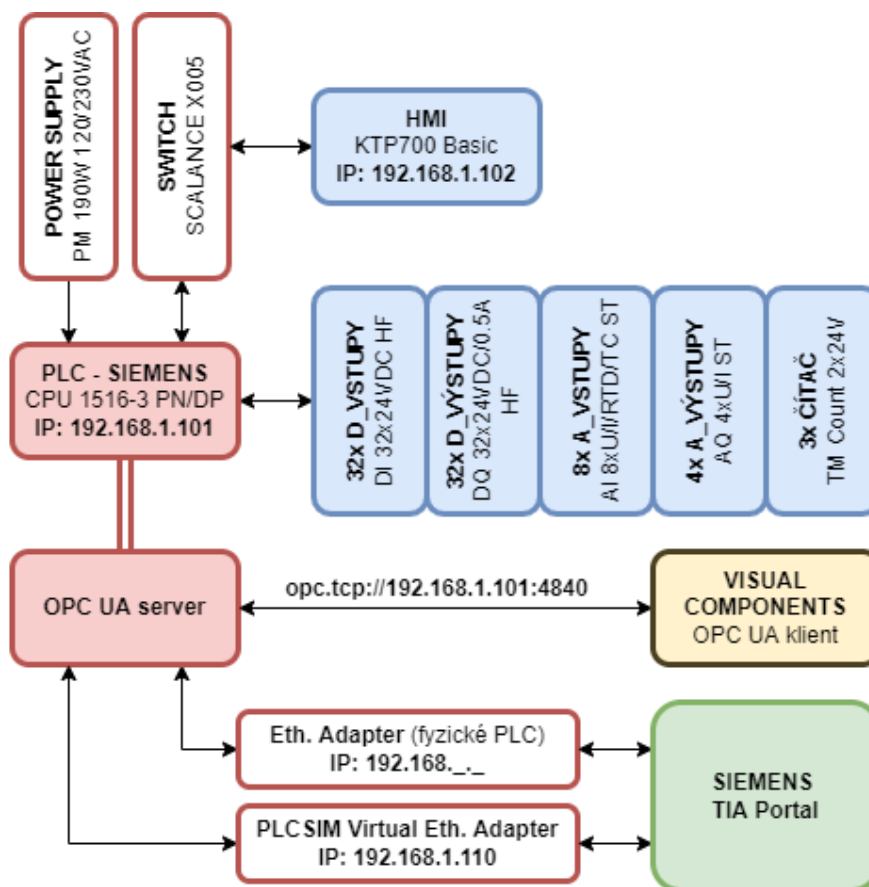
Obr. 1 – Stavebnice FT

V následující tabulce jsou uvedeny vstupy/výstupy (input/output ~ I/O) a názvy proměnných v PLC projektu TIA Portalu:

| Digitální I/O PLC | Popis | Název PLC proměnné |
|-------------------|--------------------------------------|--------------------|
| do_0.0 | Pohon osy Z nahoru | do_osa_z_nahoru |
| do_0.1 | Pohon osy Z dolů | do_osa_z_dolu |
| do_0.2 | Pohon osy Y vzad | do_osa_y_vzad |
| do_0.3 | Pohon osy Y vpřed | do_osa_y_vpřed |
| do_0.4 | Pohon osy X po směru hod. ruč. | do_osa_x_smer |
| do_0.5 | Pohon osy X proti směru hod. ruč. | do_osa_x_protismer |
| do_0.6 | Kompresor | do_kompresor |
| do_0.7 | Vakuová přísavka | do_vacuum |
| di_0.0 | Koncový snímač osy Z ve směru nahoru | di_snimac_osa_z |
| di_0.1 | Koncový snímač osy Y ve směru vzad | di_snimac_osa_y |
| di_0.2 | Koncový snímač osy X v protisměru | di_snimac_osa_x |
| di_1.1 | Tlačítko CENTRAL STOP | di_total_stop |

3. Konfigurace a spuštění PLC – OPC UA server

Komunikace mezi softwary TIA Portal ↔ PLC ↔ Visual Components je zajištěna přes OPC UA. Schéma propojení jednotlivých modulů i s adresami je znázorněno na Obr. 2:

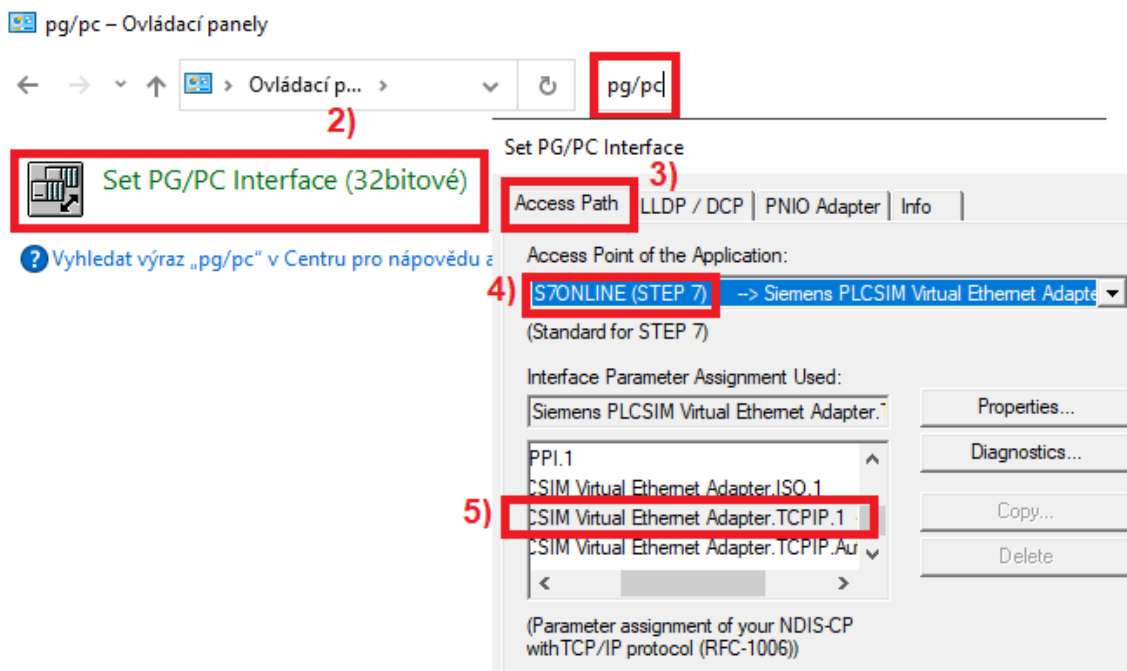


Obr. 2 – Schéma propojení mezi TIA Portal, PLC a Visual Components

3.A. Nastavení ve Windows

Pro možnost komunikace OPC serveru PLCSIM Advanced s Virtual Ethernet Adapter od Siemens, je třeba nejprve změnit přístupový bod aplikace rozhraní PG/PC v ovládacích panelech, viz Obr. 3:

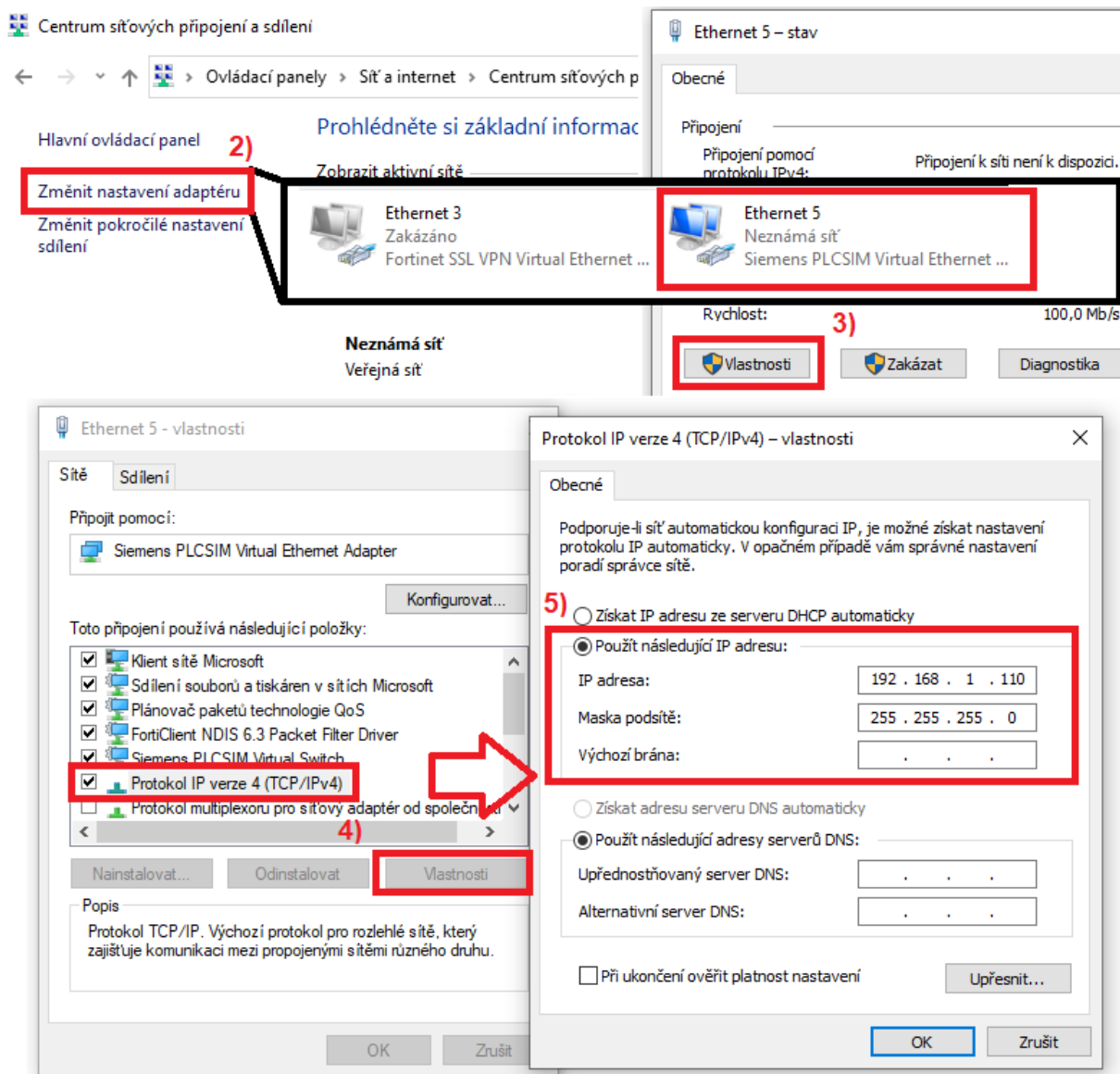
- 1) Otevřít *Ovládací panely*
- 2) Vyhledat a otevřít „PG/PC“
- 3) Vybrat záložku *Access Path*
- 4) Zkontrolovat, že se nastavuje *S7ONLINE (STEP 7)*
- 5) Přepnout na „**Siemens PLCSIM Virtual Ethernet Adapter.TCPIP.1**“



Obr. 3 – Konfigurace rozhraní PG/PC

Další konfigurací v prostředí Windows je nastavení pevné IP adresy právě tohoto virtuálního adaptéru z předchozího kroku. Postup, viz Obr. 4, je následovný:

- 1) Otevřít *Centrum síťových připojení a sdílení*
- 2) Pokud není zobrazena neznámá síť virtuálního adaptéru, je nutno adaptér nejprve přes pravé tl. *Povolit* skrze *Změnit nastavení adaptéru*
- 3) Poté na příslušný ethernetový adaptér (v tomto případě *Ethernet 5*) kliknout a zvolit *Vlastnosti*
- 4) Vybrat *Protokol IP verze 4 (TCP/IPv4)* a opět zvolit *Vlastnosti*
- 5) Zaškrtnout *Použít následující IP adresu* a vyplnit příslušnou pevnou IP adresu (např. „**192.168.1.110**“) a masku podsítě („**255.255.255.0**“) – **!!POZOR!!** IP adresa **MUSÍ** být jiná než adresa našeho virtuálního PLC (viz Obr. 5)

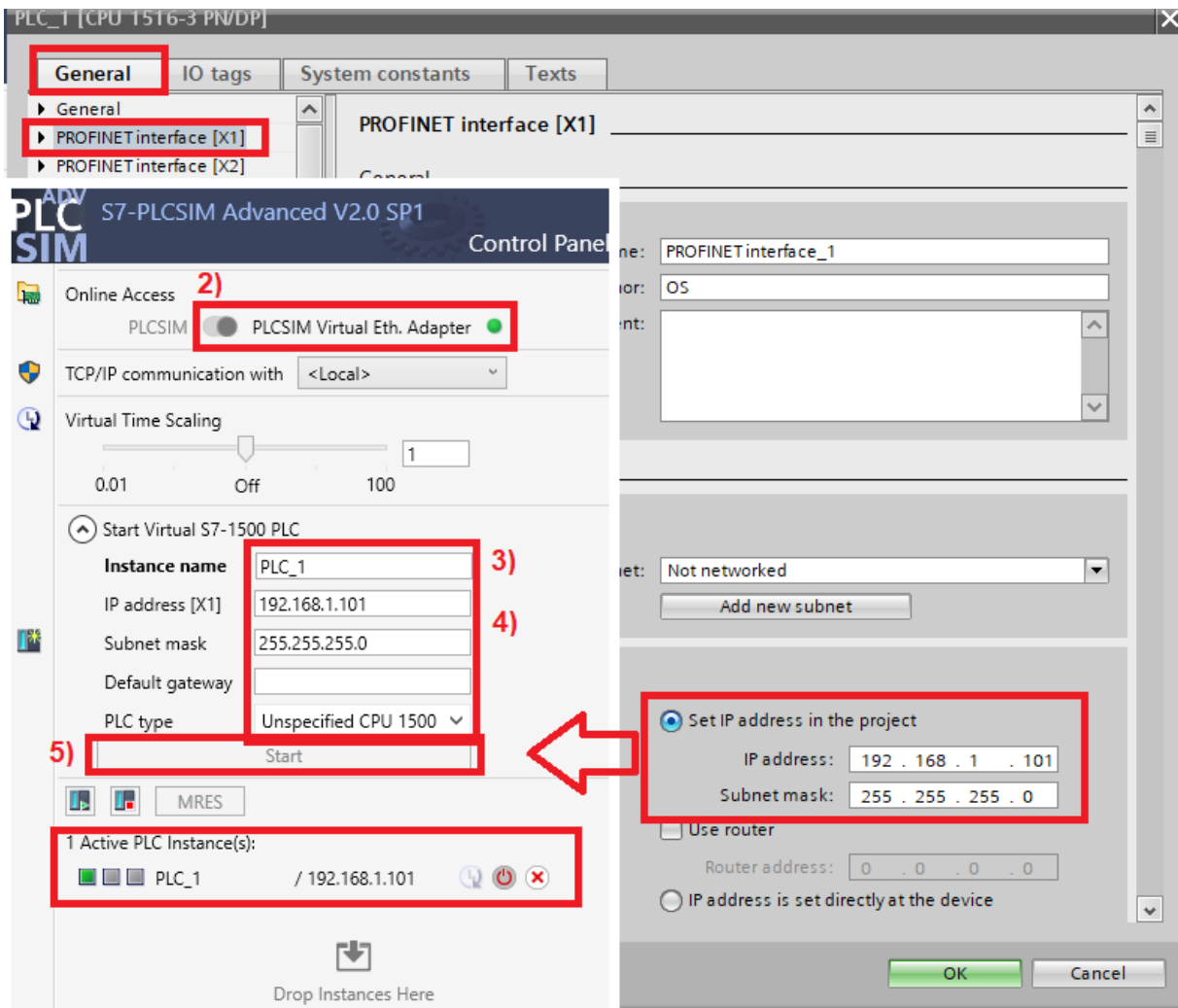


Obr. 4 – Nastavení pevné IP adresy virtuálního adaptéru

3.B. Spuštění simulovaného PLC – OPC UA server

Jako náhrada za fyzické PLC slouží simulované PLC v SW Siemens PLCSIM Advanced. V samotném SW pro simulované PLC od Siemens je třeba provést následující kroky, viz Obr. 5:

- 1) Spustit PLCSIM Advanced V2.0 SP1
- 2) Přepnout *Online Access* na *PLCSIM Virtual Adapter*
- 3) Poté zvolit *jméno Instance* PLC dle pojmenování PLC v TIA („**PLC_1**“)
- 4) Následně napsat *IP adresu Profinet interface X1*, který bude použit („**192.168.1.101**“) a také defaultní masku podsítě („**255.255.255.0**“)
- 5) Spustit virtuální PLC tlačítkem *Start*



Obr. 5 – Spuštění virtuálního PLC v PLCSIM Advanced

4. Tvorba řídicího PLC programu

V této části student sám tvoří řídicí kód do předpřipraveného projektu **Robot_PLC_V15.1.ap15_1** na základě zadání, co má robot vykonávat. Součástí práce by měla být i příprava ovládacího panelu (HMI).

4.A. Rozdíly mezi virtuálním a reálným modelem

Načítání hodnot z enkodéru

Pro případ virtuálního PLC a modelu ve Visual Components je v PLC operačním bloku "Main" část kódu, která slouží k načítání hodnot z enkodérů vytvořených ve virtuálním modelu (Obr. 6). V případě řízení reálné stavebnice je nutné tuto část smazat nebo zakomentovat.

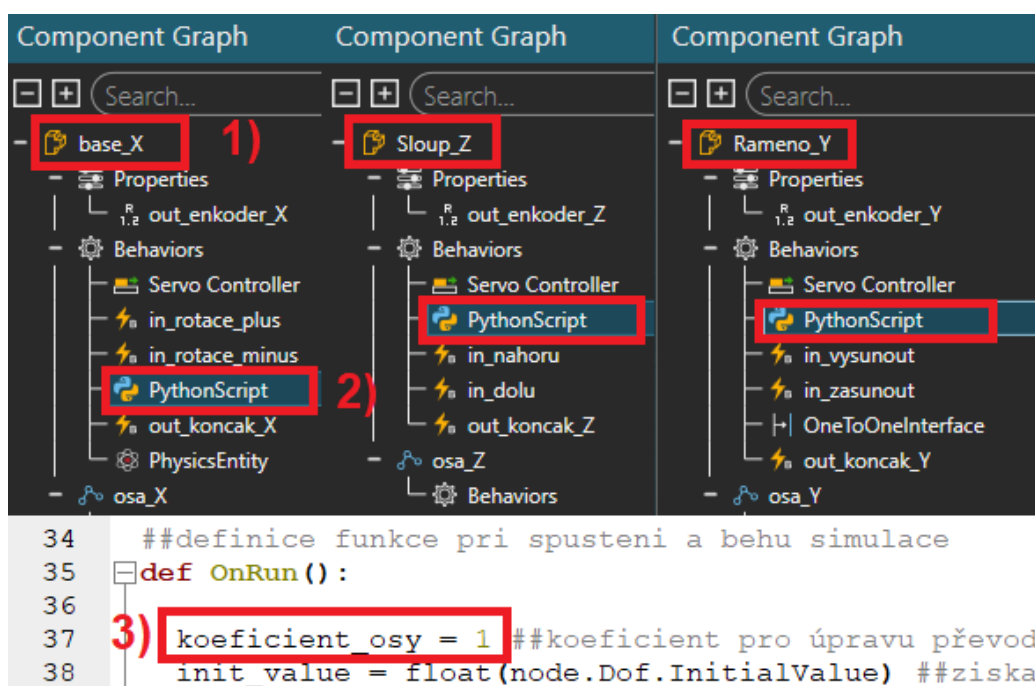
```
(* Tato část kódu slouží pro načítání hodnot z enkodérů virtuálního modelu. V případě řízení reálné stavebnice
tuto část SMAZAT!!!! *)
"High Speed Counter 1".CountValue := "High Speed Counter 1".MeasuredValue;
"High Speed Counter 2".CountValue := "High Speed Counter 2".MeasuredValue;
"High Speed Counter 3".CountValue := "High Speed Counter 3".MeasuredValue;
```

Obr. 6 – Část kódu pro virtuální model

Rozdílné hodnoty z enkodérů

Hodnoty načtené z modelu se mohou lišit od hodnot následně načtenými z reálné stavebnice. Hodnoty enkodéru virtuálního modelu odpovídají posunutí osy v [mm] nebo natočení osy ve [°]. Hodnoty enkodéru fyzické stavebnice se odvíjí od počtu pulzů a konkrétního převodu osy.

Proto je vhodné provést odečtení hodnot z enkodérů u reálné stavebnice pomocí manuálního režimu a následně upravení programu automatického režimu aktualizovanými hodnotami nebo provést jiný způsob kalibrace pro převod hodnot. Zjištěný převodový koeficient mezi virtuálním modelem a stavebnicí je také možné doplnit přímo do Visual Components (Obr. 7).



The image shows three screenshots of the Visual Components software interface. Each screenshot displays a 'Component Graph' for a different part of the robot: 'base_X', 'Sloup_Z', and 'Rameno_Y'. In each graph, a 'PythonScript' component is highlighted with a red box and a number (1, 2, and 3 respectively). Below the graphs, a code editor shows the implementation of the 'OnRun()' function. A red box highlights the line where the variable 'koeficient_osy' is set to 1, with a '3)' next to it.

```
34  ##definice funkce pri spusteni a behu simulace
35  def OnRun () :
36
37  3) koeficient_osy = 1 ##koeficient pro upravu převodu
38     init_value = float(node.Dof.InitialValue) ##ziskai
```

Obr. 7 – Úprava koeficientu enkodérů os

Postup úpravy koeficientu enkodérů ve Visual Components (pro úpravy skriptu je třeba zastavit nebo pozastavit simulaci):

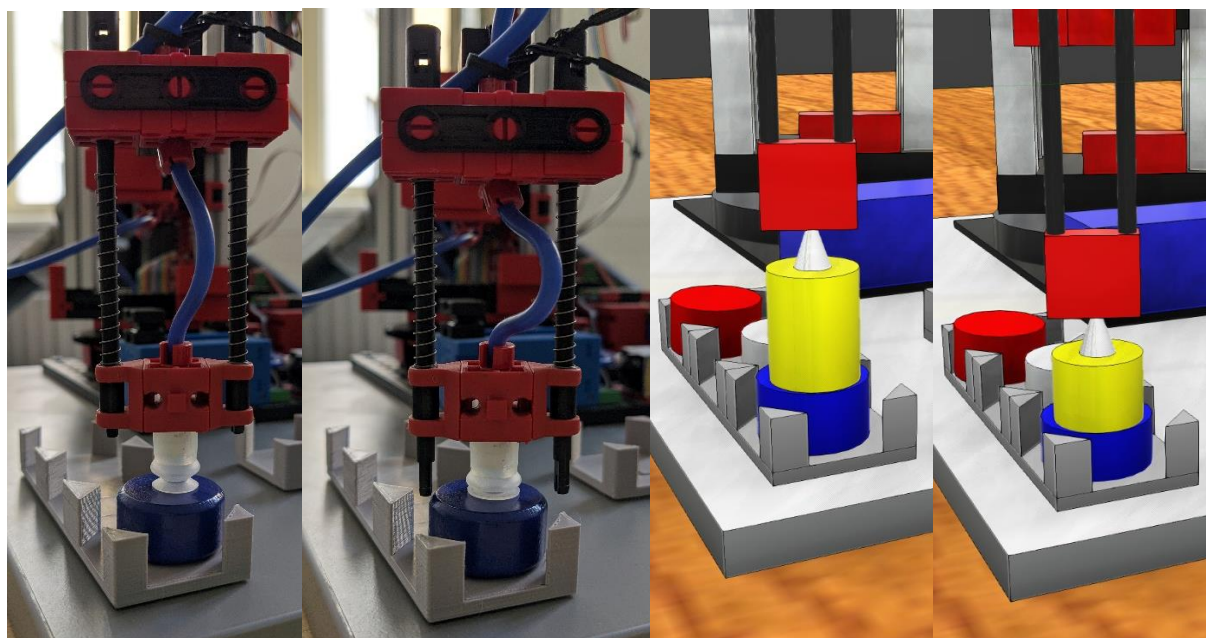
- 1) Vybrat příslušnou osu (kliknout na geometrii nebo *Home* → *Cell Graph* → vybrat)
- 2) U každé osy otevřít *PythonScript*
- 3) Upravit konstantu „*koeficient_osy*“ (první řádek kódu pod „*def OnRun():*“) na zjištěnou hodnotu
- 4) Skript zkompilevat nebo pouze stisknout tl. *Reset* a kompilace se provede automaticky

Funkce přísavky

Přísavka ve virtuálním modelu je okamžitě aktivována aktivací kompresoru zároveň s přísavkou. V případě, že je přísavka nebo kompresor deaktivován, nastane okamžité upuštění.

U fyzické stavebnice jsou náběhy na uchopení a upuštění pomalejší, cca do 1s – při aktivaci přísavky. Při deaktivaci kompresoru navíc zůstane obrobek uchopený vytvořeným podtlakem až do deaktivování přísavky.

Zároveň je **při uchopování třeba o několik milimetrů přejet souřadnici** (osa Z) dotyku přísavky s obrobkem, aby se zajistil úplný kontakt přísavky s povrchem. U stavebnice je hlavice odpružená a je k tomu uzpůsobená, viz Obr. 8. Na Obr. 8 se jedná o cca 10mm, stačí i méně, více už se ale nedoporučuje kvůli kolizi odpružení s obrobkem. U virtuálního modelu lze stejným způsobem souřadnici (osa Z) přejet, nedojde k odpružení, nicméně přísavka vizuálně pouze zajede o několik mm do obrobku – dojde však k úspěšnému uchopení, viz Obr. 8.



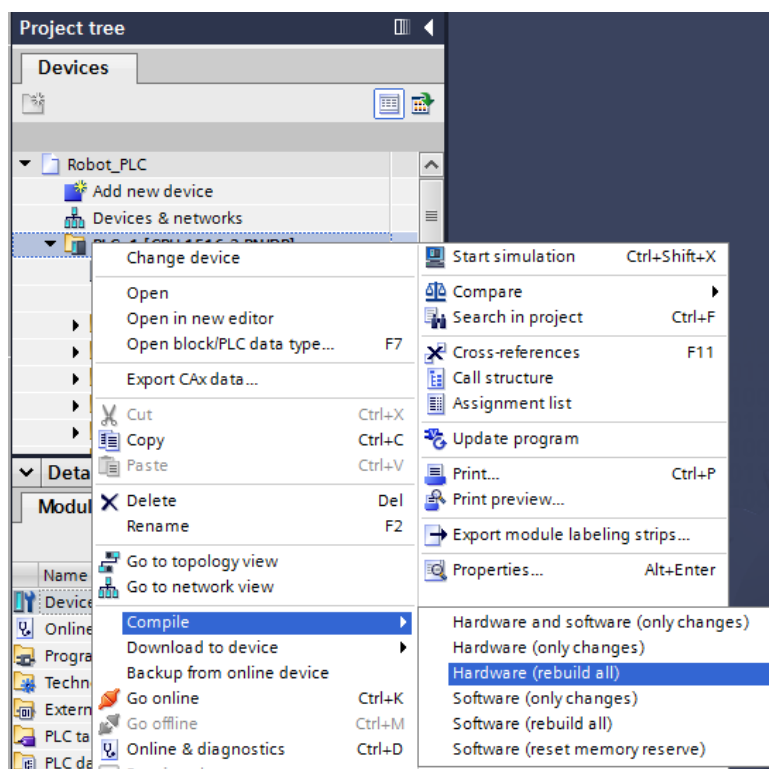
Obr. 8 – Porovnání funkce přísavky

5. Nahrání řídicího PLC programu do PLC

5.A. Simulované PLC

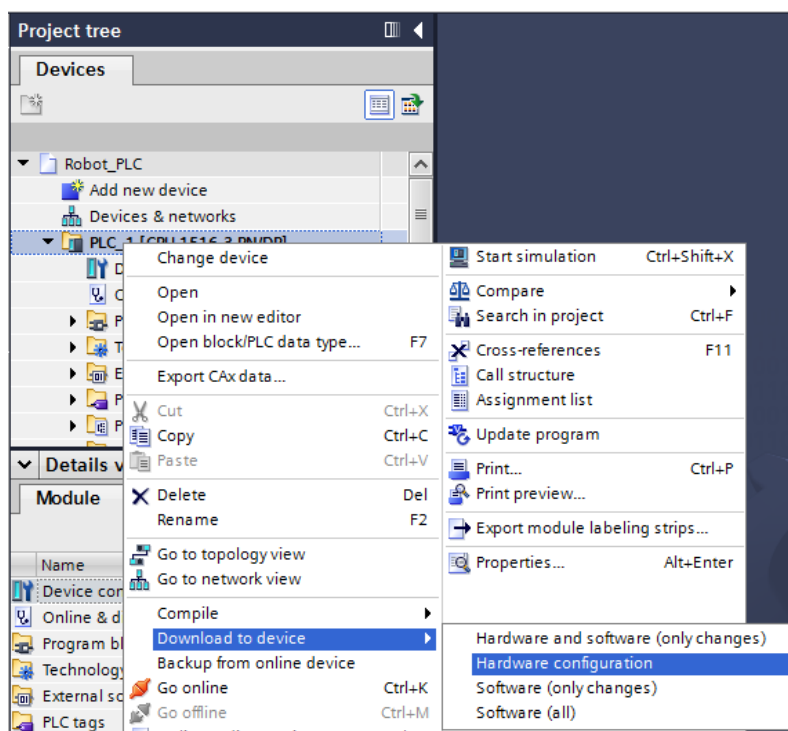
Otevřeme soubor (projekt) s názvem **Robot_PLC_V15.1.ap15_1** v programu TIA Portal. Tento projekt již obsahuje plně konfigurované zařízení, které si lze prohlédnout poklepáním na kartu *Device configuration*. Dále jsou zde již definované vstupy a výstupy dle reálné stavebnice, které jsou následně propojeny s výstupy virtuálního modelu. Proto se s názvy těchto proměnných NESMÍ manipulovat, jinak dojde ke ztrátě propojení mezi virtuálním PLC a modelem. Konfigurace OPC UA v TIA Portalu probíhá skrze vlastnosti (*Properties*) "PLC_1". Dle následujícího Obr. 9:

- 1) Pravým poklikiem na "PLC_1" ve stromě programu vybereme kompletní kompilaci HW, *Hardware (rebuild all)*
- 2) To samé provedeme pro SW pomocí možnosti *Software (rebuild all)*, která se nachází ve stejné nabídce.



Obr. 9 – Kompilace HW a SW části programu

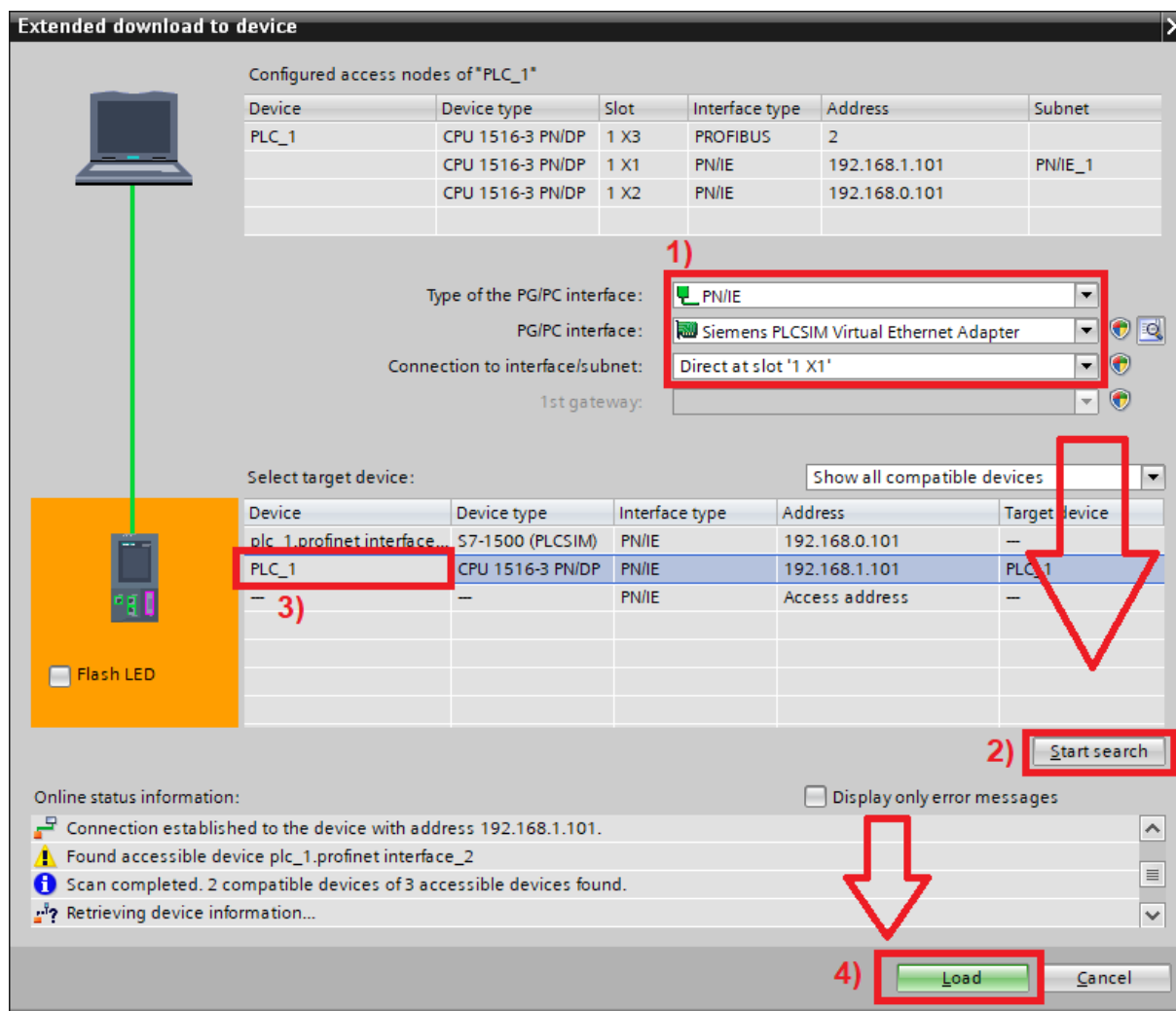
Pro nahrání HW sestavy do virtuálního PLC pravým poklikiem na "PLC_1" ve stromě programu vybereme nejdříve možnost *Hardware configuration*, viz Obr. 10:



Obr. 10 – Nahrání hardwarové části programu do virtuálního PLC

V případě prvního nahrání se objeví nabídka pro vybrání zařízení, do kterého chceme program nahrát. Dle následujícího Obr. 11:

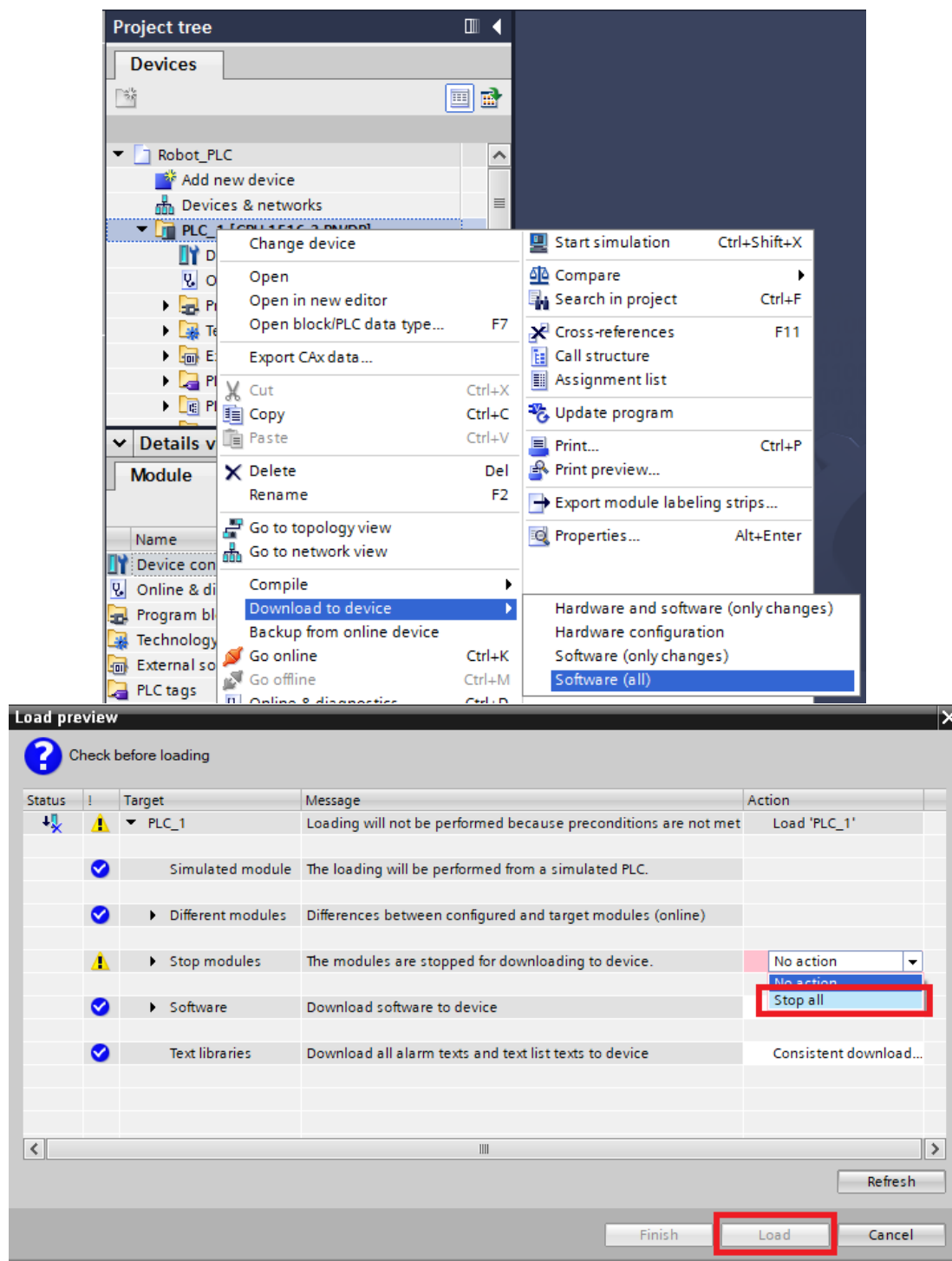
- 1) Vybereme možnosti, které jsou zobrazeny na obrázku
 - a. Typ rozhraní → PN/IE
 - b. Rozhraní → Siemens PLCSIM Virtual Ethernet Adapter
 - c. Připojení k rozhraní → Direct at slot '1 X1'
- 2) Klikneme na *Start search*
- 3) V nabídce se objeví vytvořená instance "PLC_1" a vybereme ji – pokud se neobjeví nebo nepůjde vybrat → stiskneme opět *Start search* a zkusíme znovu
- 4) Klikneme na tl. *Load*, čímž se spustí nahrávání programu do simulovaného PLC
- 5) V dalších dialogových oknech potvrzujeme nejprve opět *Load*, poté *Finish*



Obr. 11 – Nahrání programu do virtuálního PLC

Pro nahrání samotného programu do virtuálního PLC postupujeme:

- 1) Pravým poklikem na "PLC_1" ve stromě programu vybereme možnost *Software (all)*, viz Obr. 12
- 2) V dalším dialogovém okně vybereme z červeně zvýrazněné nabídky *Stop all* a potvrdíme *Load*
- 3) V dalším okně pouze potvrdíme *Finish*



Obr. 12 – Nahrání softwarové části programu do virtuálního PLC

5.B. Reálné PLC

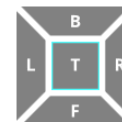
Nahrání se liší tím, že do hry (logicky) vůbec nevstupuje SW pro simulování PLC – PLCSIM Advanced – jinak je postup prakticky identický. Pouze v nabídce na Obr. 11 vybereme z kaskádové nabídky *PG/PC interface* příslušný adaptér, do kterého je fyzicky kabelem zapojeno reálné PLC, namísto *Virtual Ethernet Adapter*.

6. Obsluha Visual Components

6.A. Ovládání scény – navigace

Navigace probíhá převážně pomocí myši, levé tl. (LT), pravé tl. (PT), prostřední tl. (ST).

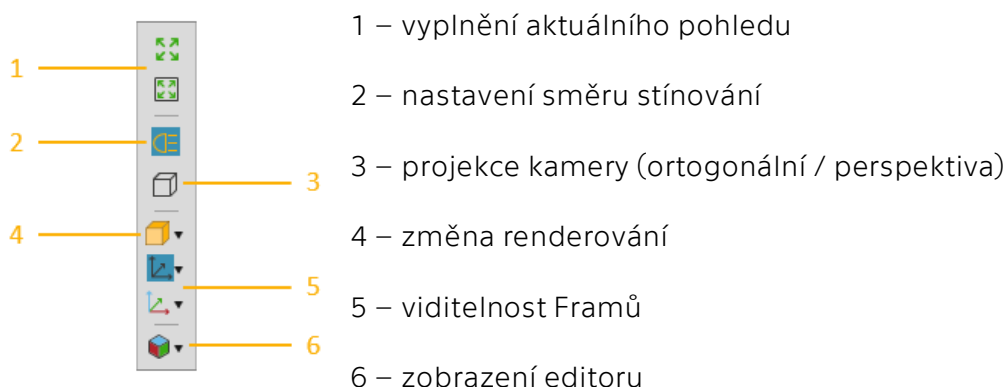
- LT pro výběr komponenty nebo interakci s modelem
- PT pro otáčení scény
- ST pro posouvání scény
- Ctrl+LT pro zrušení výběru
- Kolečko myši pro zoom



Eventuelně lze použít funkci pro přesné napolohování scény v levém dolním rohu

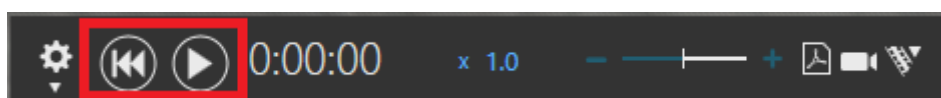
6.B. Nastavení scény

V tomto panelu si můžete vše přizpůsobit dle svých potřeb, např. renderování pro menší zátěž PC apod.



6.C. Ovládání simulace

Asi nejvyužívanější částí bude ovládání simulace, které obsahuje dvě hlavní tl. – *Reset* a *Play/Pause*. Napravo je také zobrazen aktuální čas spuštěné simulace. Další tl. nejsou relevantní pro tuto úlohu.



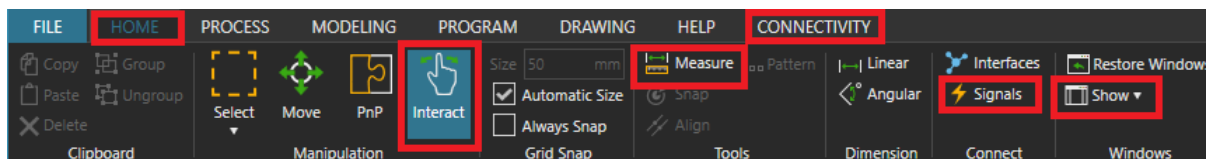
Reset vždy zastaví a vrátí simulaci do počáteční polohy – POZOR, pokud při zastavené simulaci provedete nějakou změnu – manuální posun osy přímo ve VC apod. – a poté spustíte simulaci, tak tl. *Reset* následně vrátí simulaci pouze do pozice před spuštěním simulace, ne do počáteční polohy.

V případě nějakých nenávratných nežádoucích změn a potřeby vše uvést do původního stavu, je nejjednodušší vše smazat a otevřít znovu: File → Clear All → Don't Save → File → znovu otevřít soubor s virtuálním modelem.

Play simulaci spustí, což je potřeba provést pokaždé, když chcete vidět, jak se virtuální model chová při testování PLC programu. Opětovným stiskem tlačítka se simulace pozastaví (*Pause*) a signály vysílané do PLC zůstanou na hodnotách v okamžiku pozastavení. Poté lze simulaci opět spustit (*Play*).

6.D. Části VC potřebné pro virtuální zprovoznění

K virtuálnímu zprovoznění slouží převážně záložka *Connectivity* v horní liště. Nicméně, užitečných je i několik funkcí ze záložky *Home*, viz Obr. 13:

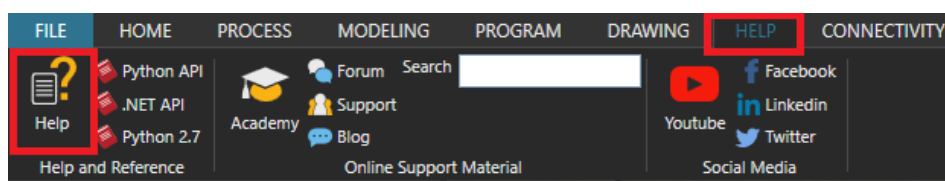


Obr. 13 – Funkce záložky Home

- **Interact** – tato funkce umožňuje, jak název napovídá, interagovat s objekty na scéně. Kurzor myši se většinou změní ze šipky na ručičku v případě, že s objektem lze nějakým způsobem účelně interagovat. Jednak lze při zastavené simulaci jednoduše manuálně pohybovat s osami (pozor, nerespektují se max zdvihy) anebo při spuštěné simulaci stiskem LT aktivovat tlačítka nebo podržením LT přemísťovat obrobky (se simulovanou fyzikou) po scéně, což se může hodit na troubleshooting. **POZOR**, při spuštěné simulaci lze podržením LT přemísťovat všechny ostatní objekty po scéně, což není žádoucí.
- **Measure** – tato funkce umožňuje podobně jako např. v CADu odměřovat vzdálenosti ploch, křivek, bodů atd.
- **Signals** – touto funkcí lze zobrazit a skrýt všechny dostupné signály na scéně a to, jak jsou spolu propojeny. Není to potřeba k virtuálnímu zprovoznění, ale je možné, že to pomůže při troubleshootingu.
- **Show** – tato funkce umožňuje si na každé záložce zobrazit/skrýt okna po stranách a v dolní části obrazovky dle preference

6.E. Další zdroje

Pro další informace k ovládání, používání a mnoho dalšího týkající se VC, je v záložce *Help* stejnojmenný odkaz na rozsáhlý dokument, kde je vše uživatelsky přívětivě vysvětleno.



Obr. 14 – Help dokumentace

Případné další detaily ohledně konkrétního virtuálního modelu jsou k nahlédnutí v DP, která se jejich tvorbou zabývala:

<https://dspace.cvut.cz/handle/10467/3134/browse?type=author&value=Oskar+Lama%C4%8D>

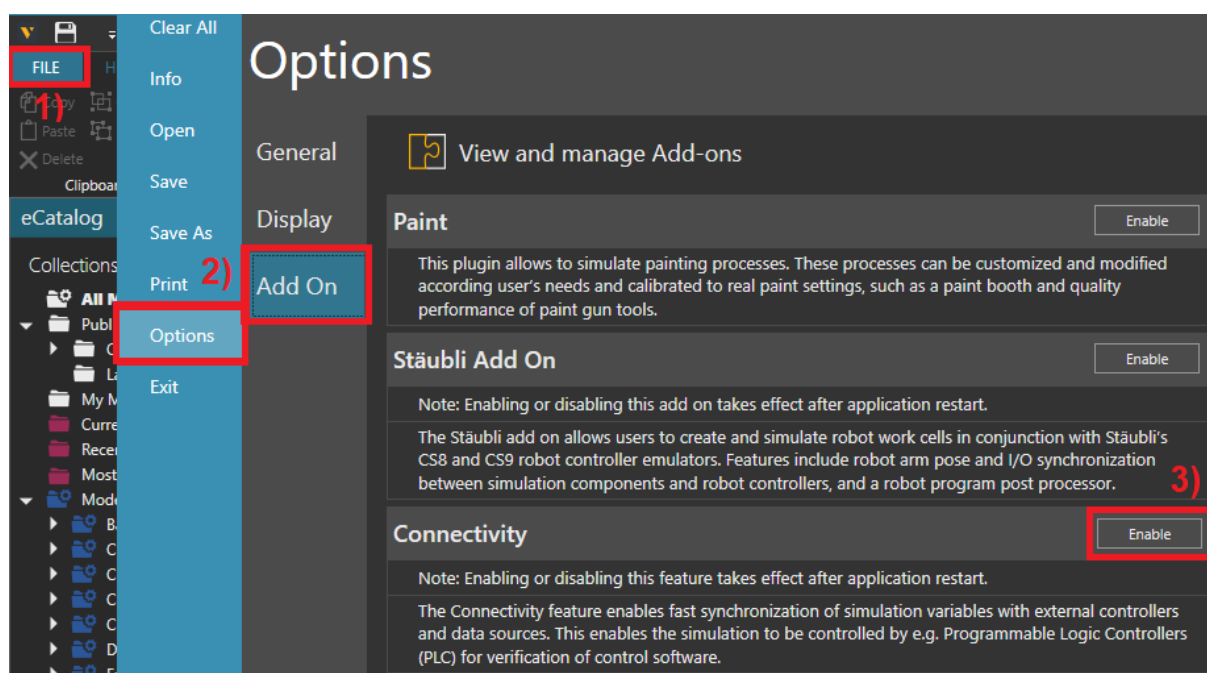
7. Simulace a ovládání virtuálního modelu Robotu

7.A. Připojení Visual Components – OPC UA klient

- 1) Spustíme VC
- 2) Otevřeme soubor **01_FT_Robot.vcmx**

Pokud v horní liště nevidíte záložku *Connectivity*, je třeba ji povolit v nastavení, viz Obr. 15:

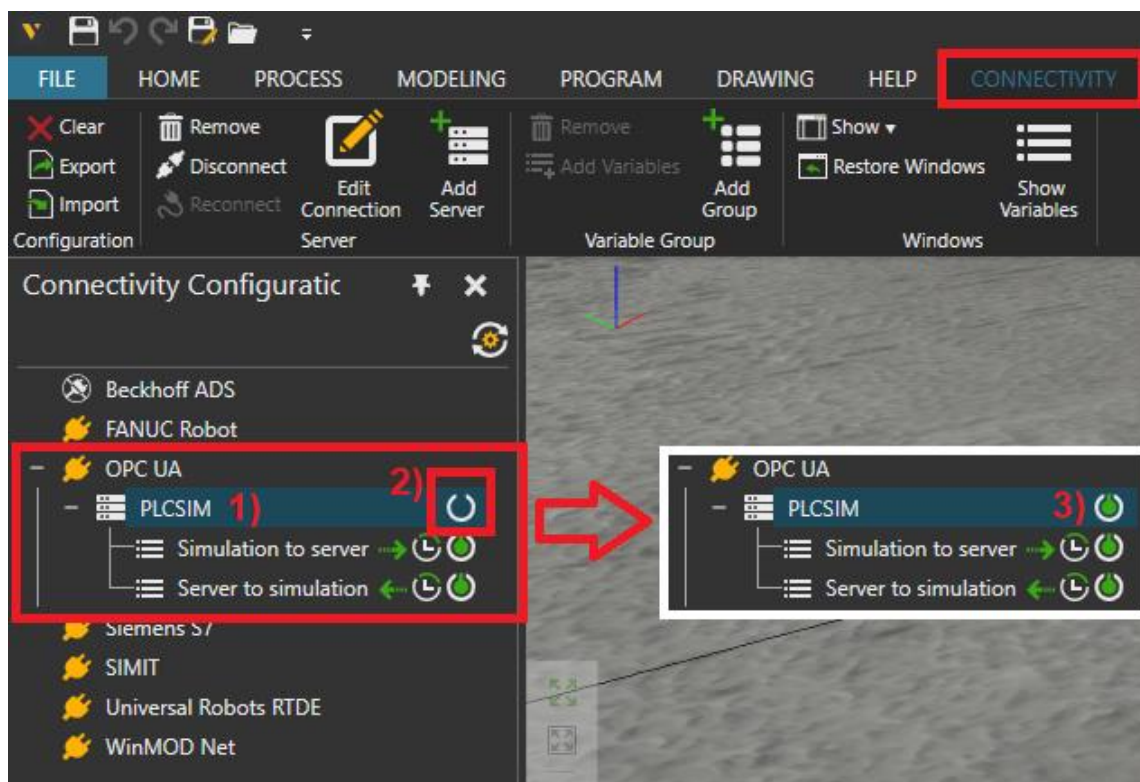
- 1) Záložka *File*
- 2) Zvolit *Options* a následně *Add On*
- 3) Povolit záložku *Connectivity* skrze „**Enable**“
- 4) Restartovat SW Visual Components a znovu otevřít **01_FT_Robot.vcmx**



Obr. 15 – Povolení záložky *Connectivity*

Poté v záložce *Connectivity*:

- 1) Vybrat připravený OPC UA server nazvaný *PLCSIM*, viz Obr. 16
- 2) Stisknout značku pro připojení
- 3) Při úspěšném připojení se vybarví do zelena.
- 4) Je možné, že bude třeba provést pokus o připojení více než jedenkrát

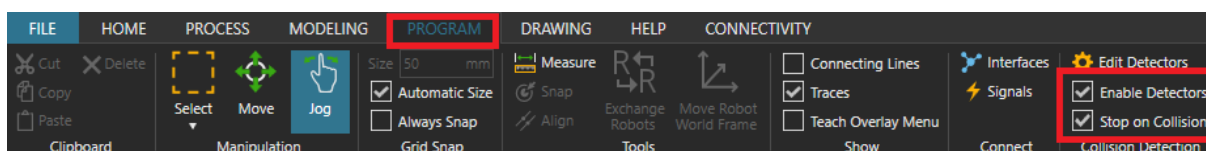


Obr. 16 – Připojení VC k OPC UA

POZOR, po každém novém nahrání PLC programu do PLC je třeba odpojit a znovu připojit VC a stisknout *Reset* pro propojení proměnných z OPC UA serveru!

7.B. Aktivace detektoru kolizí

Jelikož v tomto případě může dojít ke kinematickým kolizím při polohování, byl nakonfigurován detektor kolizí. Ten je ale při každém novém spuštění VC nutné aktivovat v záložce *Program*, viz Obr. 17. Detektor je aktivní i při zastavené simulaci.



Obr. 17 – Aktivace detektoru kolizí

V momentě, kdy dojde ke kolizi, se simulace zastaví, a zůstanou znázorněny kolidující objekty. Hodnoty proměnných zůstanou až do restartu simulace uložené v PLC. Po kolizi je možné buď celou simulaci vrátit do počátečního stavu stiskem *Reset* nebo objekty v kolizi manuálně myší z kolize vytáhnout se zapnutou funkcí *Interact* a poté pozastavenou simulaci opět spustit stiskem *Play*.

7.C. Spuštění simulace

Po nakonfigurování veškerého potřebného propojení z kap. 3 a nahrání PLC programu z kap. 5 je virtuální model připraven ke zprovoznění. Po připojení VC k OPC serveru **je třeba nejprve stisknout *Reset simulace*** pro zobrazení propojených signálů VC a proměnných z PLC v dolní části obrazovky (*Connected Variables*) v záložce *Connectivity* tak, jako na Obr. 18:

| Structure | Simulation variable | ... | Simulati... | Latest va... | .. | Server variable | Server type |
|-----------------------------|--|-------------------------|-------------|-----------------------|----|--------------------|-------------|
| PLCSIM | | | | | | | |
| Simulation to server | | | | | | | |
| out_central_stop | Central_stop.out_central_stop | ⚡ _B | TRUE | TRUE | ✓ | di_central_stop | Boolean |
| VALUE | ROBOT_FT_Sloup.Servo Controller.osa_z.VALUE | R _{1.2} | 0 | 0 | ✓ | MeasuredValue | Float |
| VALUE | ROBOT_FT_Rameno.Servo Controller.osa_y.VALUE | R _{1.2} | 0 | 0 | ✓ | MeasuredValue | Float |
| VALUE | ROBOT_FT_base.Servo Controller.osa_x.VALUE | R _{1.2} | 90 | 90 | ✓ | MeasuredValue | Float |
| out_koncak_Y | ROBOT_FT_Rameno.out_koncak_Y | ⚡ _B | TRUE | TRUE | ✓ | di_snimac_osa_y | Boolean |
| out_koncak_Z | ROBOT_FT_Sloup.out_koncak_Z | ⚡ _B | TRUE | TRUE | ✓ | di_snimac_osa_z | Boolean |
| out_koncak_X | ROBOT_FT_base.out_koncak_X | ⚡ _B | FALSE | FALSE | ✓ | di_snimac_osa_x | Boolean |
| Server to simulation | | | | | | | |
| in_nahoru | ROBOT_FT_Sloup.in_nahoru | ⚡ _B | FALSE | FALSE | ✓ | do_osa_z_nahoru | Boolean |
| in_dolu | ROBOT_FT_Sloup.in_dolu | ⚡ _B | FALSE | FALSE | ✓ | do_osa_z_dolu | Boolean |
| in_vysun | ROBOT_FT_Rameno.in_vysun | ⚡ _B | FALSE | FALSE | ✓ | do_osa_y_vpřed | Boolean |
| in_kompresor | Prisavka.in_kompresor | ⚡ _B | FALSE | FALSE | ✓ | do_kompresor | Boolean |
| in_prisavka | Prisavka.in_prisavka | ⚡ _B | FALSE | FALSE | ✓ | do_vacuum | Boolean |
| in_zasun | ROBOT_FT_Rameno.in_zasun | ⚡ _B | FALSE | FALSE | ✓ | do_osa_y_vzad | Boolean |
| in_rotace_minus | ROBOT_FT_base.in_rotace_minus | ⚡ _B | FALSE | FALSE | ✓ | do_osa_x_smer | Boolean |
| in_rotace_plus | ROBOT_FT_base.in_rotace_plus | ⚡ _B | FALSE | FALSE | ✓ | do_osa_x_protismer | Boolean |
| Average update time: 1.3 ms | | Max update time: 1.4 ms | | Pairs with errors: 0 | | | |
| Average plugin time: -- | | Max plugin time: -- | | Errors on this run: 0 | | | |

Obr. 18 – Propojení signálů simulace a proměnných PLC

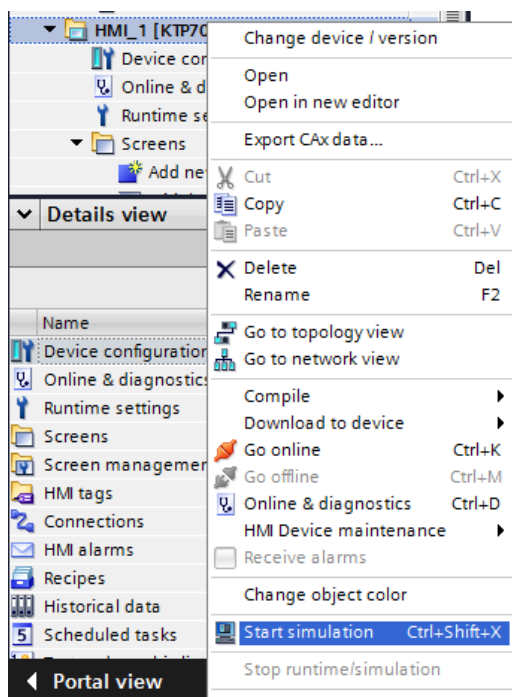
Zároveň je ve spodní liště možné vidět aktuální průměrný *update time* simulace a také maximální *update time*, tj. rychlost komunikace.

Po zkontrolování propojených proměnných, které značí zelená fajfka, lze již spustit simulaci pomocí *Play* a virtuální model bude reagovat na pokyny vysílané z PLC.

Pokud simulace přestane odpovídat na signály z OPC serveru, začne vykazovat jednu chybu (error) za druhou a místo zelených fajfek budou u proměnných červené vykřičníky, je potřeba odpojit a znovu připojit klienta VC k OPC serveru, viz Obr. 16.

7.D. Spuštění HMI ovládacího panelu

Součástí tvorby úlohy v TIA Portal je i tvorba ovládacího panelu, skrze který se řídí PLC program. Panel je možné spustit prakticky kdykoliv, klidně i před nahráním programu do PLC – např. při diagnostice PLC programu bez vizualizace v prostředí VC. Pro spuštění panelu pravým pokliem na "HMI_1" ve stromě programu vybereme možnost *Start simulation*, viz Obr. 19. Automaticky se provede kompilace, která musí pro spuštění panelu proběhnout bez chyb, a poté se spustí HMI ovládací panel.



Obr. 19 – Spuštění virtuální simulace HMI panelu

V případě použití reálného PLC s reálným HMI panelem, probíhá nahrání obrazovek do HMI panelu obdobně jako do reálného PLC skrze *Download to device*.

7.E. Interakce s virtuálním modelem

Virtuální model je ovládán téměř výhradně skrze ovládací HMI panel, který si sami vytvoříte v prostředí TIA Portal. Výjimku tvoří v tomto případě CentralStop tlačítko (Obr. 20), které lze stisknout přímo na virtuálním modelu při zapnuté funkci *Interact*, viz kap.6.D.



Obr. 20 – Ovládací tlačítko Robotu

Se zapnutou funkcí *Interact* lze i manuálně přemísťovat obrobky – ty je možné i přesněji pozicovat pomocí funkce *Move* nebo přepsáním souřadnic v *Component Properties*, ale to by nemělo být při běžném využití třeba.

V krajním případě lze i funkcí *Interact* manuálně pohybovat osami např. pro vyjetí z kolize.

7.F. Objasnění I/O

Směr simulace → PLC:

| Datový typ | Název signálu VC | Název PLC proměnné |
|------------|--------------------|------------------------------------|
| Real | out__enkoder__Z | High_Speed_Counter_1.MeasuredValue |
| Real | out__enkoder__Y | High_Speed_Counter_2.MeasuredValue |
| Real | out__enkoder__X | High_Speed_Counter_3.MeasuredValue |
| Bool | out__koncak__Z | di__snimac__osa__z |
| Bool | out__koncak__Y | di__snimac__osa__y |
| Bool | out__koncak__X | di__snimac__osa__x |
| Bool | out__central__stop | di__total__stop |

- **|Real| Enkodér osy X, Y a Z (enkoder)** – inkrementální odečítání zdvihu v [mm], případně ve [°] – je tudíž jako první potřeba provést referování (najetí na koncové snímače) a vynulování enkodérů (v PLC programu)
- **|Bool| Koncový snímač osy X, Y a Z (koncak)** – při dojetí osy na snímač se hodnota změní na True
- **|Bool| CentralStop** – při spuštění simulace má signál ve výchozím nestisknutém stavu hodnotu True, po stisku se hodnota změní na False – tak jak je tomu i ve skutečnosti (CentralStop rozpojí obvod → dojde k zastavení atd.)

Směr PLC → simulace:

| Datový typ | Název signálu VC | Název PLC proměnné |
|------------|-------------------|-----------------------|
| Bool | in__nahoru | do__osa__z__nahoru |
| Bool | in__dolu | do__osa__z__dolu |
| Bool | in__zasunout | do__osa__y__vzad |
| Bool | in__vysunout | do__osa__y__vpred |
| Bool | in__rotace__minus | do__osa__x__smer |
| Bool | in__rotace__plus | do__osa__x__protismer |
| Bool | in__kompresor | do__kompresor |
| Bool | in__prisavka | do__vacuum |

- **|Bool| Osa X, Y a Z** – pohyb osy v daném směru při přivedení signálu True; v případě přivedení False signálu se osa zastaví
- **|Bool| Kompresor a Přísavka** – pro uchopení obrobku je třeba na oba signály přivést hodnotu True; pokud jeden (kompresor) nebo druhý (přísavka) signál je False, tak se předmět neuchopí