

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA STROJNÍ**  
**ÚSTAV PŘÍSTROJOVÉ A ŘÍDICÍ TECHNIKY**



**PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY A**  
**VIZUALIZACE**

**Manipulátor „Pick and place“**

Vypracovali: **Jaroslav Bušek**  
**Marián Zajíček**

Akadem. rok: **2010/2011**

## Obsah

<b>1. Vizualizační systém</b> .....	3
<b>2. OPC server</b> .....	3
<b>3. Sestavení vizualizace</b> .....	5
3.1 Animace technologických prvků .....	7
3.2 Zobrazování hodnot .....	8
3.3 Diagram průběhu.....	10
3.4 Ovládací prvky.....	10
<b>4. Vymezení práv a zabezpečení</b> .....	11
<b>5. Tabulkový výpis poloh</b> .....	12
<b>6. Závěr</b> .....	13
<b>Použitá literatura</b> .....	13

## 1. Vizualizační systém

Reliance 4 je moderní SCADA/HMI systém určený pro monitorování a ovládání průmyslových technologií a automatizaci budov. Data jsou získávána z řídicích systémů (nejčastěji z PLC), ukládána do databází a prezentována koncovým uživatelům grafickou formou – tzv. vizualizace (grafy, tabulky, schémata atd.). SCADA/HMI systém Reliance je vyvíjen na základě dlouholetých zkušeností s budováním rozsáhlých aplikací. Výsledkem je bohatě škálovatelný, bezpečný a robustní systém, optimalizovaný i pro velmi rozsáhlé aplikace. Mezi nejdůležitější vlastnosti systému dále patří podpora skriptů, receptur, alarmů, diagnostika, uživatelské sestavy, postmort, jazyky, přístupová práva, OPC, SMS, emaily a výměny dat s podnikovými informačními systémy. K vizualizaci lze přistupovat i vzdáleně pomocí webového prohlížeče nebo z mobilního zařízení (např. PDA).

Systém Reliance 4 je tvořen těmito SW moduly:

- Vývojové prostředí **Reliance Design** - vývojové prostředí pro tvorbu a úpravu vizualizačního projektu (aplikace). Modul je dodáván ve verzích Desktop a Enterprise.
- **Runtime moduly** - Reliance View, Reliance Control, Reliance Server, Reliance Control Server (programy zajišťující běh vizualizačního projektu na počítači koncového uživatele)
- Webový klient **Reliance Web Client** - program pro spuštění vizualizace u vzdálených uživatelů prostřednictvím sítě Internet
- Mobilní klient **Reliance Mobile Client** - program pro spuštění vizualizace na mobilních zařízeních
- **Komunikační drivery** - zajišťují přenos dat z technologických stanic do vizualizace a přenos povelů opačným směrem takovým způsobem, jakým to vyžaduje komunikační protokol stanic

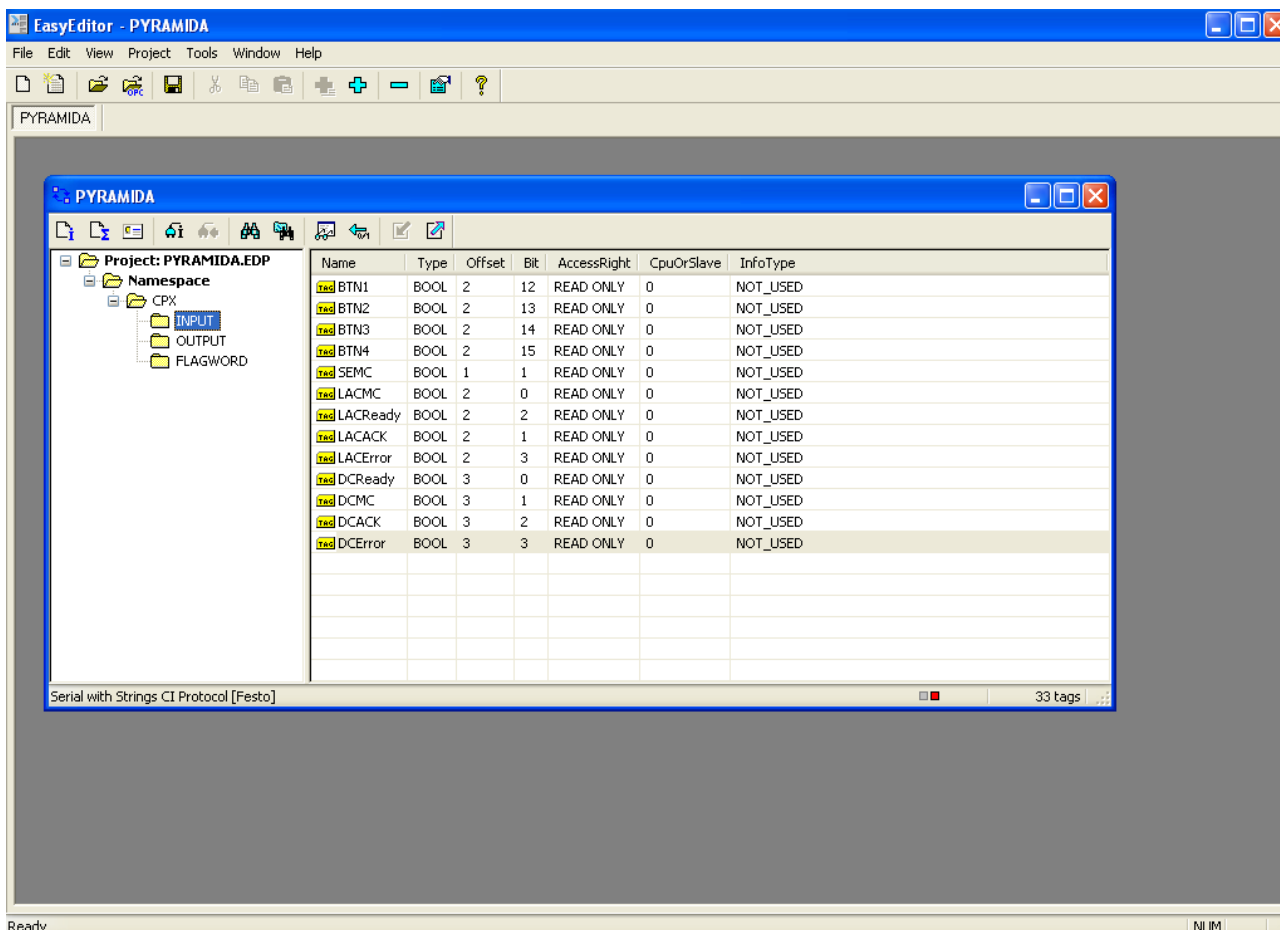
## 2. OPC server

OPC (OLE for Process Control) je standard průmyslové komunikace, vytvořený ve spolupráci mnoha světových dodavatelů automatizačních prostředků, hardwaru a softwaru, v oblasti automatizace a společnosti Microsoft. Je společným rozhraním pro vzájemnou komunikaci mezi různými zařízeními určenými pro monitorování a řízení technologických procesů. Jeho úkolem je zabránit závislosti daného monitorovacího nebo řídicího softwaru na výrobci hardwaru. Standard OPC je založen na metodách OLE/COM/DCOM (Object Linking and Embedding/Common Object Model/Distributed COM) společnosti Microsoft.

Protože reálné zařízení, kterého chod je vizualizován, je kompletně sestavené z prvků firmy Festo, pro jeho propojení se systémem Reliance byl využit OPC EasyServer. Je to kompletní řešení propojující hardware firmy Festo a příslušný program s využitím OPC technologie. Jedná se o modulární software s hlavními moduly „Editor“ a „Server“. Modul Editor slouží k vytvoření projektu, obsahujícího všechny požadované informace pro modul

Server, který je dále vyhodnocuje. Oba tyto moduly zároveň využívají tzv. „plugin“ modul, obsahující informace o mechanismech a technologii umožňující připojení externích zařízení, získávání dat nebo odesílání příkazů.

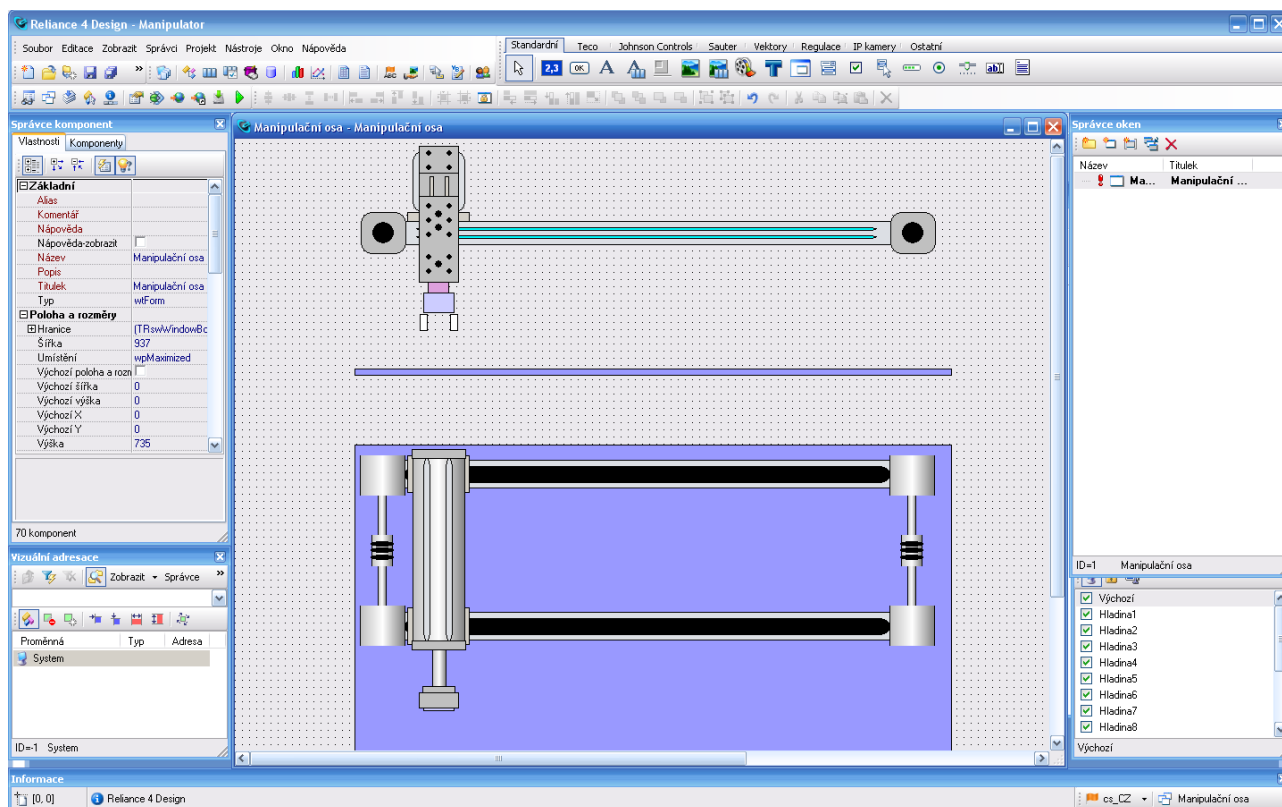
Samotná data dostaneme do OPC Serveru nejnázem vyžitím pomocníka - „wizarda“ importováním z Allocation listu, který je součástí prostředí FST, ve kterém byl program pro samotný manipulátor vytvořen. Po importu dat lze přestavit jejich typ, adresu i přístupová práva, případně vytvořit a dodefinovat proměnné (vstupy, výstupy, flagy), které nebyly importovány.



Obr. 1: EasyEditor – OPC Server

### 3. Sestavení vizualizace

Vizualizace byla vypracovaná ve vývojovém prostředí Reliance 4 Design. Využitím prvků z palety komponent byl sestaven nejdříve vizualizační model technologického zařízení, ve kterém byly stanoveny vazby mezi jednotlivými prvky.

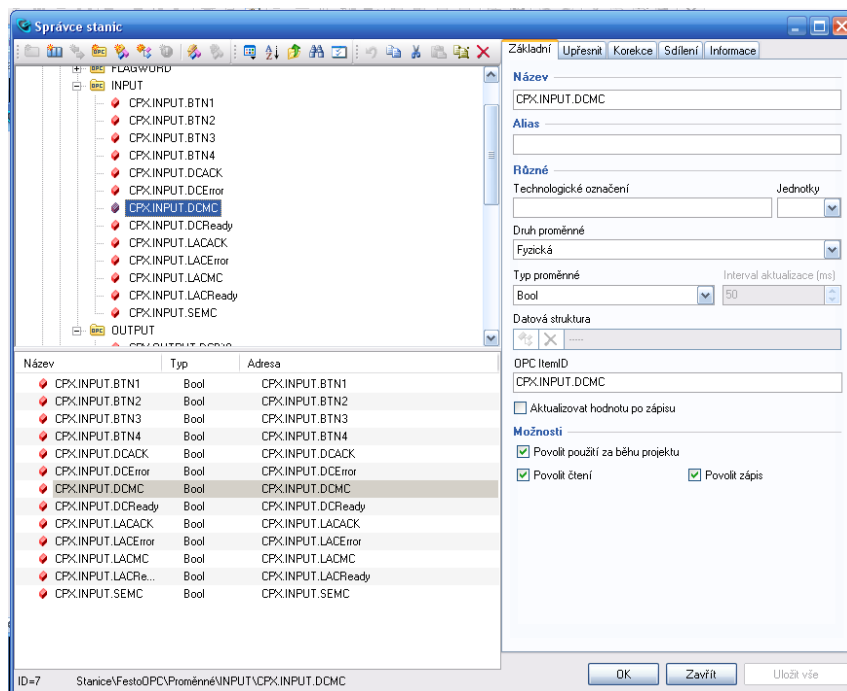


Obr. 2: Reliance 4 Design – vizualizace technologického zařízení

Následně ve Správci stanic, což je nástroj, který slouží k definici stanic, proměnných a alarmů/událostí v těchto stanicích, byly nadefinovány proměnné, které jsou dále v systému využívány i se vstupy a výstupy, načtenými z OPC Serveru.

Fyzickou stanicí se ve skutečnosti rozumí řídicí jednotka typu PLC nebo jiné vstupně-výstupní zařízení. Hodnoty proměnných těchto stanic jsou uloženy přímo v paměti zařízení, v počítači je pouze jejich obraz (kopie). Přenos dat mezi stanicí a runtime moduly systému Reliance je prováděn pomocí komunikačních nebo OPC a DDE serverů. Pro vnitřní proměnné vizualizace jsou určeny tzv. virtuální stanice. Proměnné těchto stanic jsou pouze v paměti počítače a lze s nimi libovolně pracovat.

Z hlediska vizualizačního projektu je stanice definovaná ve Správci stanic určitý celek obsahující seznam proměnných a alarmů/událostí. Některé typy stanic mohou obsahovat i tzv. komunikační zóny, pomocí nichž je možné určit pravidla pro vyčítání dat ze stanice prostřednictvím ucelených bloků.

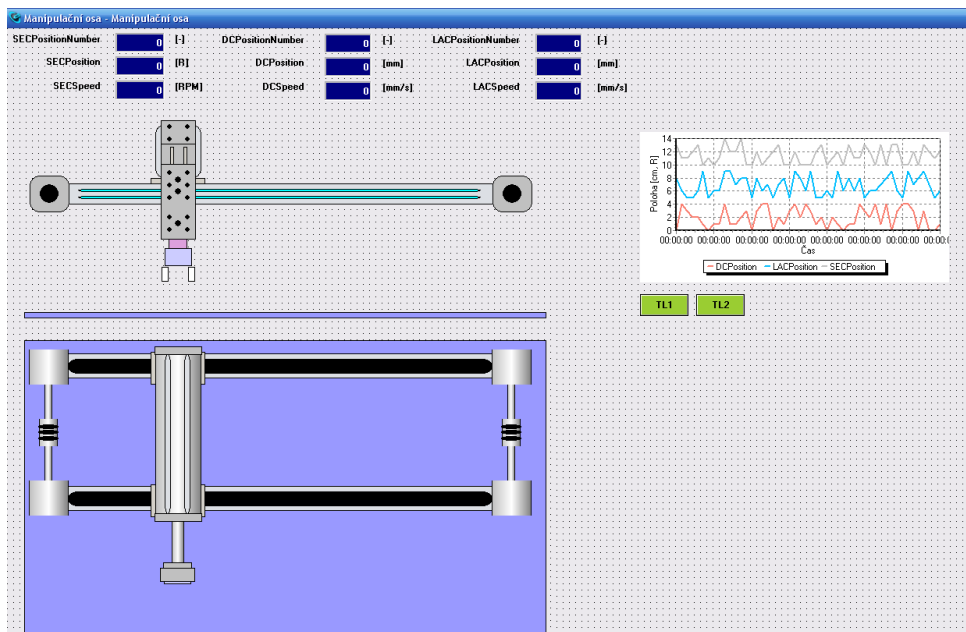


Obr. 3: Správce stanic

Vizualizace je doplněna také o další prvky, indikující aktuální pozici jednotlivých pohonů. Displeje označené SECPositionNumber, DCPositionNumber, LACPositionNumber zobrazují číslo aktuální pozice, ve které se daný pohon nachází. Číslování je identické s číslováním pozic nastavených v prostředí Festo Configuration Tool a Wmemoc V3.3, kterými se nastavují parametry ovladače pohonů. Označení SECPosition, DCPosition a LACPosition označují ukazatele, indikující aktuální polohu manipulátoru – vzdálenost od referenčního bodu. Displeje s označením SECSpeed, DCSpeed a LACSpeed zobrazují aktuální rychlost pohonů.

Z důvodu obrazového záznamu je využitý plovoucí graf, zobrazující závislost polohy pohonu na čase.

Aby byly naplněny podmínky zadání a využity základní možnosti a účel vizualizace, do prostředí jsou přidány také dvě tlačítka. Tlačítko s označením TL1 má shodnou funkci jako stejně označené hardwarové tlačítko, a to přeskládání kostiček z tvaru „pyramidy“ do tvaru „čtyřlístku“. Tlačítko TL2 má také shodnou funkci jako stejně označené hardwarové tlačítko, po kterého stisknutí dojde k přeskládání kostiček v opačném směru, tedy do tvaru „pyramidy“.

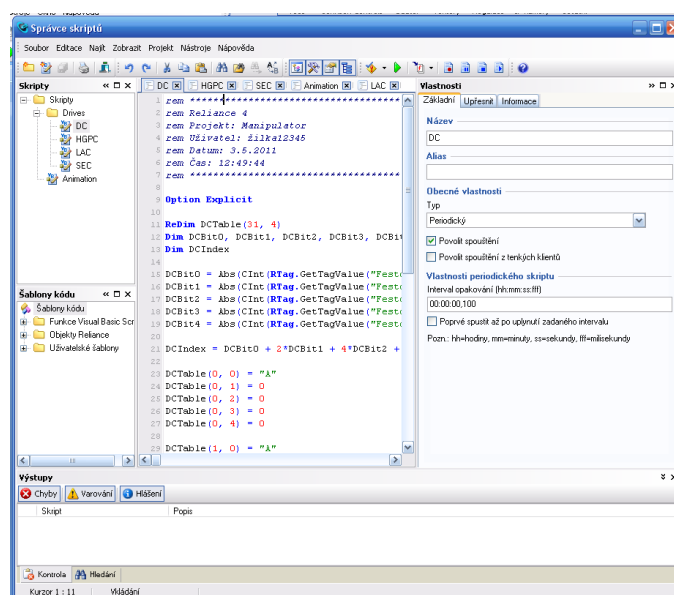


Obr. 4: Manipulační osa – vizualizace s ovládacími prvky a ukazateli

### 3.1 Animace technologických prvků

Rozpohybování prvků dosáhneme vhodným zpracováním skriptů a jejich propojením s adekvátními prvky. Skripty je možné tvořit prostřednictvím Správce skriptů, který slouží k definici a úpravě skriptů jazyka Visual Basic používaných ve vizualizačním projektu.

V systému Reliance je možné většinu vlastností a chování systému ovlivnit nastavením vlastností vizualizačního projektu a jednotlivých komponent přímo v grafické uživatelském rozhraní. Pro speciální chování, které není možné docílit obecnou parametrizací, je Reliance vybavena možností psát speciální programové kódy – tzv. skripty. Skript v systému Reliance je kód napsaný v jazyce MS Visual Basic Script (dále jen VBScript).



Obr. 5: Správce skriptů

## Výpis skriptu pro animaci:

```
RTag.SetTagValue "System", "SECX", RTag.GetTagValue("System", "SECPosition")*12
```

```
RTag.SetTagValue "System", "DCY", RTag.GetTagValue("System", "DCPosition")*0.8
```

```
RTag.SetTagValue "System", "LACX", RTag.GetTagValue("System", "LACPosition")*0.6
```

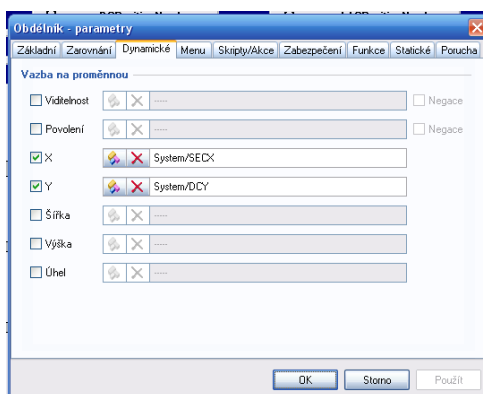
```
RTag.SetTagValue "System", "HGPC LX", 3*RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.HGPC") + RTag.GetTagValue("System", "SECX")
```

```
RTag.SetTagValue "System", "HGPCR X", -3*RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.HGPC") + RTag.GetTagValue("System", "SECX")
```

Skript svou koncepcí propojuje předem definované proměnné a přiděluje jim novou výstupní funkci (výstupy SECX, DCY, LACX, HGPC LX, HGPCR X). Tyto nové proměnné jsou zároveň vstupy pro objekty, kterým byly přiřazeny. Přiřazení je realizováno prostřednictvím výběrového okna a jeho aktivních políček.

Jako příklad přiřazení lze uvést vizualizovaný pohyb elektrických saní (DC) při pohledu na čelní stranu (pohled zepředu – horní obrázek ve vizualizaci), které se pohybují vlastním pohonem ve vertikálním směru (na kartě Dynamické je prvek vázaný s proměnnou DCY) a zároveň je měněna poloha saní v daném pohledu i vertikálně (na kartě Dynamické je prvek vázaný s proměnnou SECX).

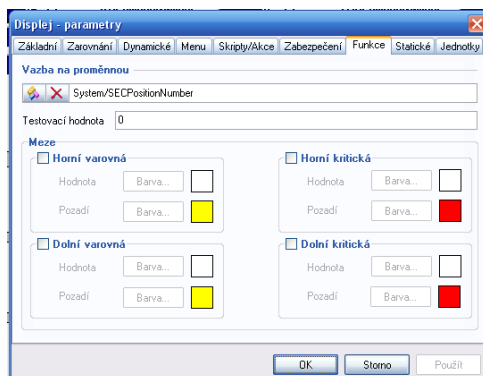
Podobným způsobem jsou přiřazeny proměnné i k dalším prvkům technologické části vizualizačního modelu.



Obr. 6: Výběrové okno: Obdélník - parametry

## 3.2 Zobrazování hodnot

K tomu, aby na display byly zobrazovány požadované hodnoty, musí dojít k jejich správnému přepočtu. Tento je prováděný opět ve skriptech. Výsledné hodnoty jsou jako v předešlém případě prostřednictvím proměnných a výběrového okna načteny a zobrazeny. Ve výběrovém okně odpovídajícího displeje se načtení realizuje výběrem v kartě Funkce.



Obr. 7: Výběrové okno: Displej - parametry



## Výpis skriptu pro zobrazení hodnot „pohonu DC“:

```
ReDim DCTable(31, 4)
Dim DCBit0, DCBit1, DCBit2, DCBit3, DCBit4
Dim DCIndex

DCBit0 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.DCBit0")))
DCBit1 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.DCBit1")))
DCBit2 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.DCBit2")))
DCBit3 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.DCBit3")))
DCBit4 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.DCBit4")))

DCIndex = DCBit0 + 2*DCBit1 + 4*DCBit2 + 8*DCBit3 + 16*DCBit4

DCTable(0, 0) = "A"
DCTable(0, 1) = 0
DCTable(0, 2) = 0
DCTable(0, 3) = 0
DCTable(0, 4) = 0

DCTable(1, 0) = "A"
DCTable(1, 1) = 0
DCTable(1, 2) = 170
DCTable(1, 3) = 2500
DCTable(1, 4) = 2500

DCTable(2, 0) = "A"
DCTable(2, 1) = 8
DCTable(2, 2) = 150
DCTable(2, 3) = 1000
DCTable(2, 4) = 2500

DCTable(3, 0) = "A"
DCTable(3, 1) = 27
DCTable(3, 2) = 170
DCTable(3, 3) = 2500
DCTable(3, 4) = 2500

DCTable(4, 0) = "A"
DCTable(4, 1) = 48
DCTable(4, 2) = 170
DCTable(4, 3) = 2500
DCTable(4, 4) = 2500

RTag.SetTagValue "System", "DCPosition", DCTable(DCIndex, 1)
RTag.SetTagValue "System", "DCSpeed", DCTable(DCIndex, 2)
RTag.SetTagValue "System", "DCPositionNumber", DCIndex
```

## Výpis skriptu pro zobrazení hodnot „pohonu SEC“:

```
ReDim SECTable(15, 1)
Dim SECBit0, SECBit1, SECBit2, SECBit3
Dim SECIndex

SECBit0 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.SECBit0")))
SECBit1 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.SECBit1")))
SECBit2 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.SECBit2")))
SECBit3 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.SECBit3")))

SECIndex = SECBit0 + 2*SECBit1 + 4*SECBit2 + 8*SECBit3

SECTable(0, 0) = 0

SECTable(0, 1) = 800
SECTable(2, 0) = 1.149994
SECTable(2, 1) = 800
SECTable(13, 0) = 10.050003
SECTable(13, 1) = 800
SECTable(14, 0) = 12.050003
SECTable(14, 1) = 800
SECTable(15, 0) = 14.199997
SECTable(15, 1) = 800

RTag.SetTagValue "System", "SECPosition", SECTable(SECIndex, 0)
RTag.SetTagValue "System", "SECSpeed", SECTable(SECIndex, 1)
RTag.SetTagValue "System", "SECPositionNumber", SECIndex
```

## Výpis skriptu pro zobrazení hodnot „pohonu LAC“:

```
ReDim LACTable(31, 5)
Dim LACBit0, LACBit1, LACBit2, LACBit3, LACBit4
Dim LACIndex

LACBit0 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.LACBit0")))
LACBit1 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.LACBit1")))
LACBit2 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.LACBit2")))
LACBit3 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.LACBit3")))
LACBit4 = Abs(CInt(RTag.GetTagValue("FestoOPC", "CPX.OUTPUT.LACBit4")))

LACIndex = LACBit0 + 2*LACBit1 + 4*LACBit2 + 8*LACBit3 + 16*LACBit4

LACTable(0, 0) = "A"
LACTable(0, 1) = 0
LACTable(0, 2) = 0
LACTable(0, 3) = 0
LACTable(0, 4) = 0
LACTable(0, 5) = 0

LACTable(1, 0) = "A"
LACTable(1, 1) = 0
LACTable(1, 2) = 200
LACTable(1, 3) = 7
LACTable(1, 4) = 74
LACTable(1, 5) = 0.5

LACTable(2, 0) = "A"
LACTable(2, 1) = 25
LACTable(2, 2) = 200
LACTable(2, 3) = 7
LACTable(2, 4) = 35
LACTable(2, 5) = 0.5

LACTable(3, 0) = "A"
LACTable(3, 1) = 45
LACTable(3, 2) = 200
LACTable(3, 3) = 7
LACTable(3, 4) = 35
LACTable(3, 5) = 0.5

LACTable(4, 0) = "A"
LACTable(4, 1) = 67
LACTable(4, 2) = 200
LACTable(4, 3) = 7
LACTable(4, 4) = 35
LACTable(4, 5) = 0.5

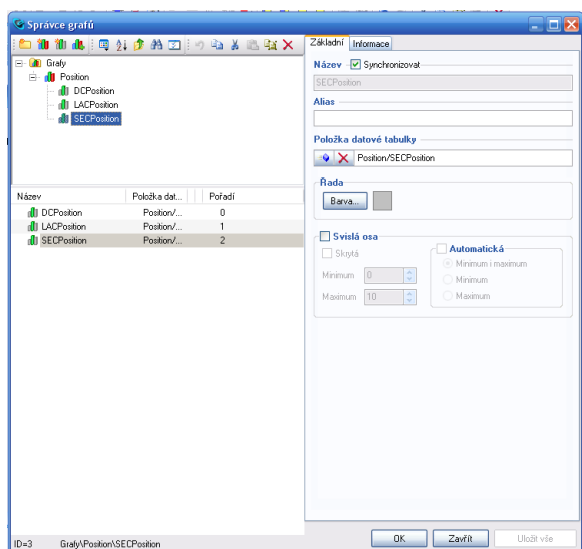
LACTable(5, 0) = "A"
LACTable(5, 1) = 35
LACTable(5, 2) = 200
LACTable(5, 3) = 7
LACTable(5, 4) = 35
LACTable(5, 5) = 0.5

LACTable(6, 0) = "A"
LACTable(6, 1) = 55
LACTable(6, 2) = 200
LACTable(6, 3) = 7
LACTable(6, 4) = 35
LACTable(6, 5) = 0.5

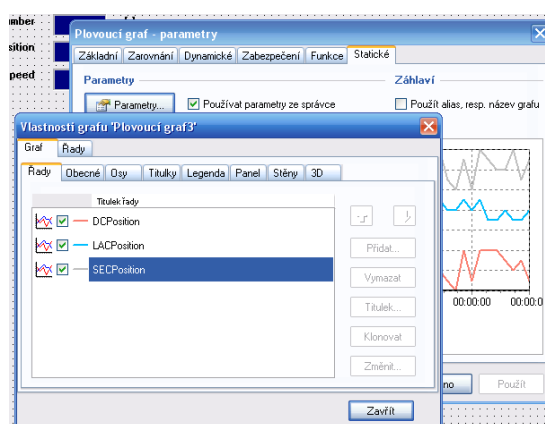
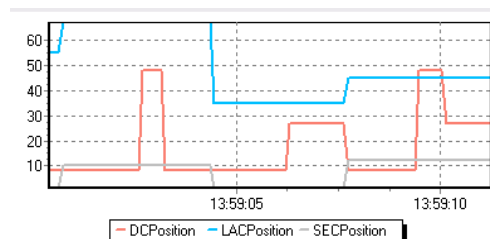
RTag.SetTagValue "System", "LACPosition", LACTable(LACIndex, 1)
RTag.SetTagValue "System", "LACSpeed", LACTable(LACIndex, 2)
RTag.SetTagValue "System", "LACPositionNumber", LACIndex
```

### 3.3 Diagram průběhu

Diagram závislosti polohy pohonu na čase je možné zobrazovat využitím prvku Plovoucí graf. Proměnné, které chceme vykreslovat, nejprve vybereme a nastavíme ve Správci grafů, následně je ve výběrovém okně komponenty grafu, karta Funkce, označíme. Je možné nechat vykreslovat 2D nebo 3D graf, ve školní verzi je jistý nedostatek, pokud chcete uložit vykonané změny, před spuštěním simulace je potřeba graf nechat duplikovat, jinak změny program neukládá.



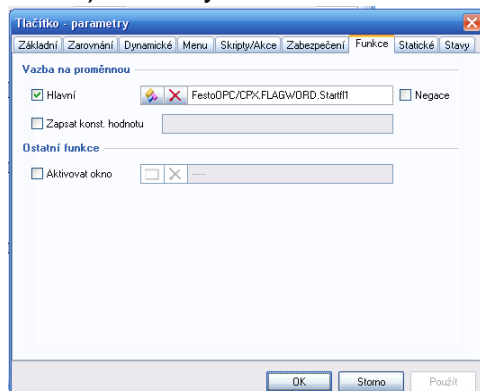
Obr. 8: Správce grafů



Obr. 9: Plovoucí graf – parametry, vlastnosti

### 3.4 Ovládací prvky

Ve vizualizaci jsou využívány dva ovládací prvky, označeny jako TL1 a TL2. Každý z nich má svoji funkci vázanou na stejně označené hardwarové tlačítko a na samotný program pro PLC. Propojovacím signálem je tzv. flag – vnitřní proměnná PLC, která byla za tímto účelem vytvořena a zakomponována i do samotného programu v prostředí FST. Propojení tlačítka a vytvořeného flagu dokončíme opět v otevřeném okně pro tlačítko, kde na kartě Funkce vybereme ze záložky FLAGWORD, definované ve Správci stanic, kde jsou flagy (Startfl1, Startfl2) načteny.



Obr. 10: Výběrové okno: Tlačítko - parametry

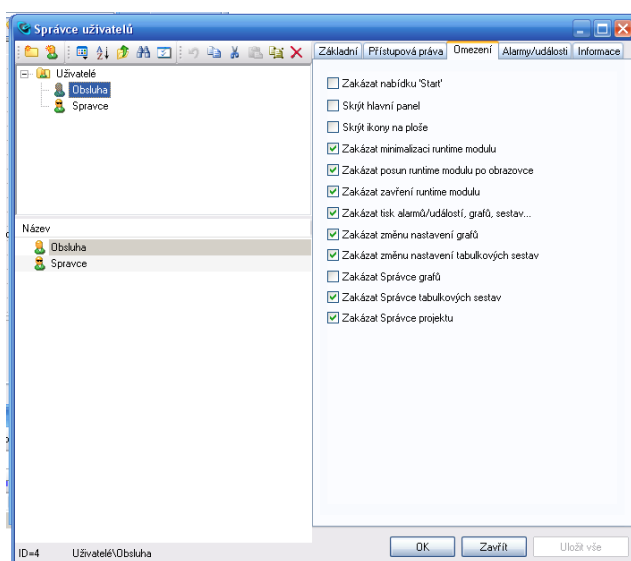
## 4. Vymezení práv a zabezpečení

Je častým požadavkem zajištění a vymezení práv uživatelů. I v prostředí Reiance je možné vytvářet účty a udělovat jim práva. Právě k tomuto slouží Správce uživatelů.

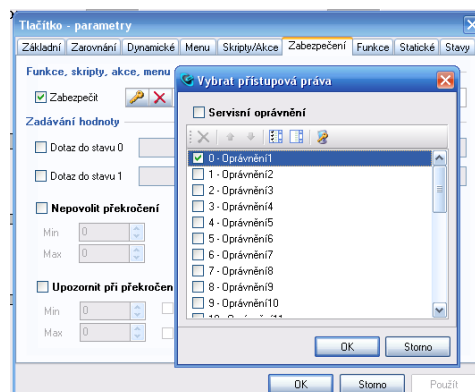
Správce uživatelů je nástroj určený pro definici uživatelů a úpravu jejich vlastností (omezení, přístupových práv atd.). Dialogové okno Správce uživatelů sestává ze čtyř základních částí. Panel nástrojů obsahuje kromě Společných příkazů panelu nástrojů ještě příkaz, který umožňuje založit Nového uživatele.

Správce uživatelů v runtime modulu nabízí stejné možnosti jako Správce uživatelů ve vývojovém prostředí. Po přidání nového uživatele je uživatel dotázán, zda a ke kterým počítačům má být nově vytvořený objekt připojen.

Ve Správci uživatelů byly vytvořeny dva účty, jeden pro správce systému, ve kterém je možné měnit nastavení a využívat ovládací tlačítka grafického prostředí a druhý pro obsluhu, u které je ovládání technologie z grafického prostředí a správa některých funkcí zakázána. Propojení prvků, kterých se omezení dotýkají, se Správcem uživatelů je provedeno opět pomocí výběrového okna, v případě omezení pro tlačítka na kartě Zabezpečení byly označeny a vybrány adekvátní oprávnění.



Obr. 11: Správce uživatelů

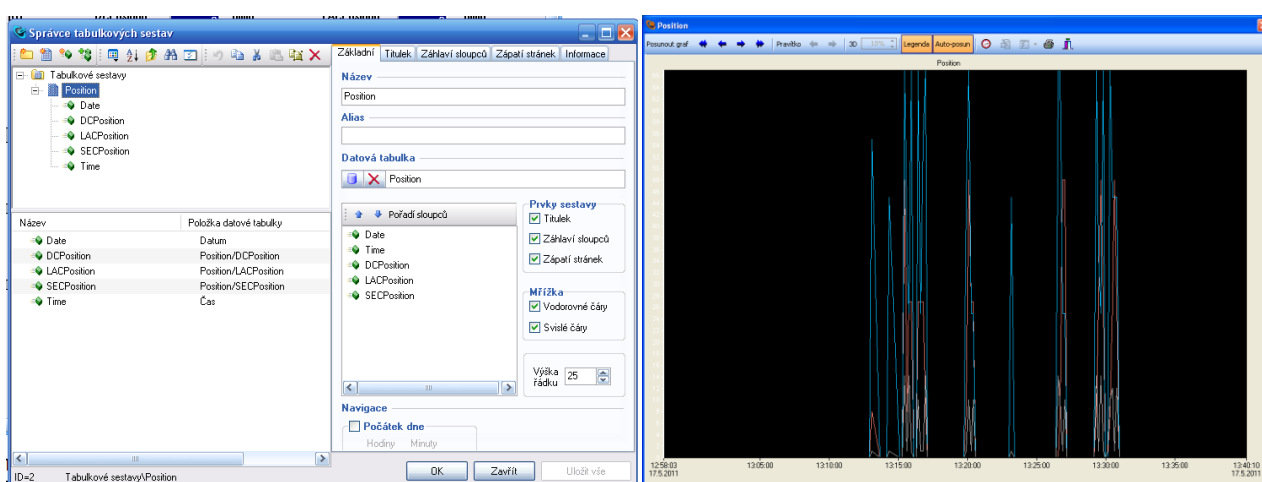


Obr. 12: Výběrové okno: Tlačítka - parametry

## 5. Tabulkový výpis poloh

Vypisování dosažených poloh pohonů v časových okamžicích je možné nastavit ve Správci tabulkových sestav, což je nástroj určený pro definici tabulkových sestav a úpravu jejich vlastností. Tabulkové sestavy umožňují zobrazit historická data ve formě tabulky. Zobrazená data lze také tisknout, exportovat do souborů atd. Historická data jsou data uložená v datových tabulkách (databázích).

Tuto tabulku je následně možné vyvolat v průběhu simulace nebo po ukončení cyklu simulace přímo v runtime modulu Reliance 4 Control spolu s grafem pozic. V tomto modulu je po spuštění nastavený ten uživatel, který je ve správci na prvním místě, v našem případě je to uživatel Obsluha, který podléhá mnoha omezením. Přepnutí na uživatele Správce je možné přihlášením se jako vybraný uživatel, jak je naznačeno na obrázku níže.

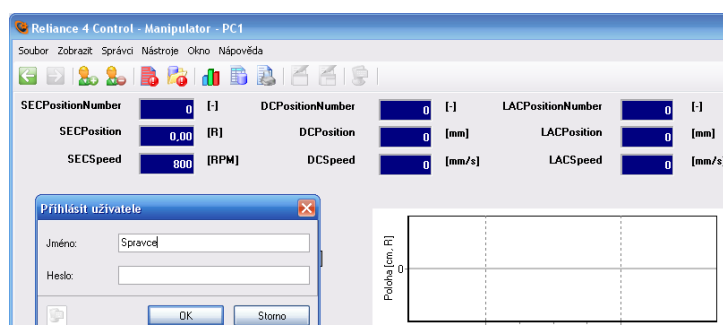


Obr. 13: Správce tabulkových sestav

Obr. 14: Graf pozic

Date	Time	DCPosition	LACPosition	SECPosition
17.5.2011	13:19:25	0	0	0
17.5.2011	13:19:35	0	0	0
17.5.2011	13:19:45	0	0	0
17.5.2011	13:19:55	8	45	1,15
17.5.2011	13:20:05	48	67	10,05
17.5.2011	13:20:15	27	25	1,15
17.5.2011	13:20:25	27	25	10,05
17.5.2011	13:20:35	0	0	0

Obr. 15: Tabulková sestava



Obr. 16: Reliance 4 Control – přihlášení uživatele

## 6. Závěr

Zadáním úlohy bylo vytvořit vizualizační rozhraní, určené pro manipulátor „Pick and Place“ sestavený z prvků firmy Festo. Vizualizace je vytvořena v prostředí Reliance 4, kde je sestavený dynamický model samotného manipulátoru, doplněný o ovládací tlačítka, graf závislosti polohy na čase a displeje zobrazující aktuální parametry pohonů.

Reliance umožňuje také vytvářet účty v rámci jednoho projektu a každému účtu přidělit práva. Po proběhnutí cyklu nebo jeho části lze zobrazit graf pozic nebo tabulkovou sestavu v runtime modulu Reliance 4 Control.

Podrobnější popis vytvořené vizualizace je uveden výše.

## Použitá literatura

[1] Prezentace a učební texty, poskytnuté Ing. Marií Martináskovou, PhD.

[2] [www.reliance.cz](http://www.reliance.cz)