UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta elektrotechniky a informatiky

VIZUALIZACE PNEUMATICKÉ SOUSTAVY

Jiří Tůma

Bakalářská práce
2017

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: **2016/2017**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Jiří Tůma**
Osobní číslo:	**I14060**
Studijní program:	**B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor:	**Řízení procesů**
Název tématu:	**Vizualizace pneumatické soustavy**
Zadávající katedra:	**Katedra řízení procesů**

Zásady pro vypracování:

Cíl: Vytvořte program v prostředí PROMOTIC, který zobrazovat aktuální hodnoty měřených veličin a stav ovládacího panelu pneumatické soustavy.
Teoretická část:
a) Přehled SCADA systémů dostupných na trhu
b) Možnosti komunikace PROMOTICu
Praktická část:
a) komunikace s řídicí jednotkou pneumatické soustavy
b) volání DLL knihoven z PROMOTICu
c) návrh a realizace vizualizačního programu v prostředí PROMOTIC

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BALÁTĚ, Jaroslav. Automatické řízení. 2., přeprac. vyd. Praha: BEN, 2004, 663 s. ISBN 80-730-0148-9.
Dokumentace PROMOTIC. MICROSYS, spol. s r.o. SCADA/HMI systém PROMOTIC [online]. 2016 [cit. 2016-10-25]. Dostupné z: http://www.promotic.eu/cz/pmdoc/PmDocDefault.htm

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. František Dušek, CSc.**
Katedra řízení procesů

Datum zadání bakalářské práce: **6. prosince 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **12. května 2017**

Univerzita Pardubice Česká republika

L.S.

Ing. Zdeněk Němec, Ph.D.
děkan

Ing. Daniel Honc, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 15. prosince 2016

Prohlášení

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne

Jiří Tůma

Poděkování

Tímto bych velice rád poděkoval vedoucímu mé práce doc. Ing. Františku Duškovi, CSc. za čas věnovaný konzultacím a za ochotu pomoci s řešením problémů, které jsem v souvislosti s prací překonával. Dále bych poděkoval Ing Josefu Čížkovi za rady ohledně SCADA systému PROMOTIC a mojí rodině za trpělivost.

V Pardubicích dne

Jiří Tůma

ANOTACE

Práce je věnována představení SCADA systémů dostupných na trhu, bližšímu seznámení se SCADA/HMI systémem PROMOTIC a vytvoření aplikace pro vizualizaci pneumatického systému. V práci je základní srovnání SCADA systémů včetně informací o možnostech zakoupení licencí a možností komunikace. V části věnované systému PROMOTIC je pak podrobnější popis právě tohoto systému a shrnutí důvodů, proč je praktická část vytvořena právě v tomto softwaru. Praktická část práce obsahuje popis komunikace s vizualizovaným zařízením a postup vytváření samotné aplikace.

KLÍČOVÁ SLOVA

vizualizace, SCADA/HMI, PROMOTIC.

TITLE

VISUALISATION OF PNEUMATIC SYSTEM

ANNOTATION

The work is devoted to the presentation of SCADA systems available on the market, become more familiar with SCADA/HMI PROMOTIC system and creation application for the visualization of the pneumatic system. The work contains basic comparison of SCADA systems, including information on how to purchase licenses, and communication options. In the part of the system PROMOTIC is a detailed description of this particular system, and a summary of the reasons why the practical part was created in the software. The practical part contains a description of communication with the device and the procedure creating the application itself.

KEYWORDS

Visualisation, SCADA/HMI, PROMOTIC.

OBSAH

Seznam zkratek a značek 8
Seznam symbolů proměnných veličin a funkcí 9
Seznam ilustrací 10
Seznam tabulek 11
ÚVOD 12
1 TEORETICKÁ ČÁST 13
1.1 Představení SCADA systémů 13
1.2 Přehled trhu 15
1.2.1 Rozdíly mezi systémy 17
1.2.2 Dostupné SCADA systémy 19
1.3 PROMOTIC 26
1.3.1 Představení prostředí 27
1.3.2 Možnosti komunikace 29
2 PRAKTICKÁ ČÁST 32
2.1 Představení aplikace 32
2.2 Založení základních objektů 33
2.2.1 Zprovoznění komunikace 35
2.2.2 Zpracování dat 35
2.2.3 Grafické prostředí 35
3 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY 38
3.1 Funkčnost aplikace 38
3.2 Další možnosti aplikace 40
4 ZHODNOCENÍ 41
5 ZÁVĚR 43
POUŽITÁ LITERATURA 44
PŘÍLOHY 45

SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ADO	ActiveX Data Objects
AMiT	Active Middleware Technology
ANSI-C	American National Standards Insitiute C
CSV	Comma Separated Values
DDE	Dynamic Data Exchange
DEC VAX	Digital Equipment Corporation
DLL	Dynamic Link Library
FTP	File Transfer Protocol
GSM	Groupe Spécial Mobile
HMI	Human Machine Interface
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
LAN	Local Area Network
MSSQL	Microssoft Structured Query Language
ODBC	Open Database Connectivity
OPC	Open Platform Comunication
PID	Proportional Integral Derivative
PLC	Programmable Logic Controller
RS232	Recommended Standard 232
SAIA	Société Anonyme des Interrupteurs Automatiques
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SMS	Short Message Service
SQL	Structured Query Language
SSH	Secure Shell
TAPI	Telephony Application Programming Interface
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TIA	Totally Integrated Automation
UDP	User Datagram Protocol
USB	Universal Serial Bus
VBA	Visual Basic for Applications
VNC	Virtual Network Computing

VPN	Virtual Private Network
WMS	Web Map Service
XML	eXtensible Markup Language

SEZNAM ILUSTRACÍ

Obr. 1.1 – Prostředí EasyBulilder Pro 17
Obr. 1.2 – SCADA systémy....18
Obr. 1.3 – Editor aplikace....28
Obr. 1.4 – Editor obrazů 29
Obr. 2.1 – Hlavní panel aplikace 34
Obr. 2.2 –Info....35
Obr. 2.3 – Editor s paletou prvků....37
Obr. 3.1 – Trendy výsledné aplikace 39

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.1 – Srovnání licencí SCADA systémů……. 16
Tab. 2.1 – Dokumentace a komunikace…….. 24

ÚVOD

Tato práce je zaměřena na seznámení se s funkcí a uplatněním SCADA/HMI systémů vytvoření programu a vizualizaci. V první části práce se nachází popis, co vlastně SCADA systém umí a k čemu je používán, následuje seznámení s trhem a srovnání jednotlivých SCADA systémů, popsána jsou zde jejich základní parametry s důrazem na možnosti komunikace, dostupnost a distribuci. Pokud bylo možno získat příslušné informace je zde popsána ve zkratce historie vývoje, nejnovější verze k datu sepsání této bakalářské práce a způsob získání softwaru, popřípadě pokud je možnost získat studentskou nebo testovací verzi. Další část práce blíže popisuje systém PROMOTIC a důvody proč byl k vizualizaci vybrán právě tento systém. V teoretické části práce je popsáno rozhraní pro vytváření aplikace v softwaru PROMOTIC, přidávání prvků, nastavování parametrů a editace grafického obsahu.

V praktické části je popsáno vizualizované zařízení včetně komunikace. Je zde podrobný popis zpráv, které je možné od pneumatického systému přijímat a zprávy které je možno vysílat. Na základě tohoto je vysvětlen způsob uchovávání a vyhodnocování přijatých dat v aplikaci a dále je popsáno grafické rozhraní, které bylo vytvořeno za účelem vizualizace pneumatického systému. V závěrečné části je zhodnocení vhodnosti systému PROMOTIC pro vytváření takovéto aplikace. Nakonec je naznačeno jakými směry by se mohlo ubírat následující vylepšení aplikace.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Představení SCADA systémů

Zkratka SCADA znamená v angličtině zkratku ze Supervisory Control And Data Acquisition, což se dá přeložit do českého jazyka jako systém pro dohled, řízení a sběr dat. Na rozdíl od jiných typů softwaru se tyto systémy zaměřují hlavně na sběr dat monitoring a dispečerský dohled, přičemž se částečně dají použít jako řídicí systém, nebo i programování aplikace, ale k tomuto účelu nejsou primárně určeny. SCADA systém funguje na vyšší úrovni nad hardware a obvykle ovládá a komunikuje s podřízenými systémy. Většina těchto systémů uvádí, že se jedná o SCADA/HMI, kde HMI je zkratka z anglického jazyka Human Machine Interface, tedy rozhraní mezi člověkem a strojem. V dalším textu pokud nebude uvedeno jinak, je myšleno slovy „SCADA systém“ nebo jenom „systém“ právě klasický SCADA/HMI systém. HMI zajišťuje pro člověka přehledně zobrazené schéma technologie takovým způsobem, aby člověk nemusel mít podrobné znalosti o jednotlivých prvcích, komunikačním rozhraní a protokolech. S touto pomocí by měl být přesto schopen stroj ovládat a případně zjišťovat závady, archivovat data a alarmy a měl by mít k dispozici jednoduchý export dat a alarmů pro případnou kontrolu, lokalizaci a opravu závad na podřízených systémech. Hlavní motivací je tu jednoduchost, srozumitelnost a efektivita. K tomuto je použito obvykle grafických diagramů, které dostatečně popisují důležité prvky, parametry a ovládací mechanismy stroje.

SCADA systémy obvykle komunikují s okolím prostřednictvím průmyslově používaných rozhraní a sběrnic, obyčejně je podporován velký rozsah počtu vstupů, které může systém zpracovat, v složitějších aplikacích to může být i mnoho tisíc, SCADA systémy ale obvykle nerozlišují vstupy, výstupy a podobně, ale počítají celkový počet proměnných, což mohou být například i řádky v tabulce, stejně tak je obvyklá podpora databází, přičemž výstup může být ukládán i lokálně do textových souborů, souborech tabulkových editorů a podobně. SCADA systémy se také snaží o co největší universálnost, aby v jednom prostředí mohlo být vytvořeno co nejvíce různých programů, které lze aplikovat na co nejvíce odpovídajících zařízení.

Některé zdroje rozdělují SCADA systémy na otevřené a uzavřené podle toho jaké jsou možnosti přidávání komponent od jiných výrobců, nebo i vlastních. Podle mého názoru se takto systémy příliš dělit nedají, protože výrobce často nabízí vytvoření komunikačních modelů na míru a žádný SCADA systém, který srovnávám, není vázán na jeden typ hardware nebo na komunikační protokoly pouze jediné firmy. Na druhou stranu ale některé systémy

opravdu tíhnou k tomu, aby bylo nejjednodušší, nejefektivnější a relativně nejlevnější použití právě jejich komponent. Z těchto důvodů tedy systémy nedělím, ale rozhodl jsem se vyhledávat informace o standardních a nadstandardních možnostech komunikace, což mi přišlo více vypovídající. V posledních letech je jasná tendence těchto systémů integrovat webové technologie a možnosti vzdáleného přístupu, přičemž největší důraz je kladen na přístup přes internetové připojení a využívání cloudových serverů. Využití SCADA systémů je především v oblasti průmyslu, respektive kontrola a monitoring výroby, obsluha elektráren, kontrola rozvodu elektrické energie a podobně, ale stejně tak je možno systém uplatnit u menších aplikací například v rodinných domech na kontrolu a ovládání klimatizace a vytápění, nebo jako rozhraní pro ovládání jednoúčelových zakázkově vyrobených strojů (Inductive Automaton, 2017).

Vznik předchůdců dnešních SCADA systémů se datuje do šedesátých let dvacátého století, v té době byla ještě nejednotnost rozhraní a izolovaná architektura. S tímto souvisela i náročnost systému v ohledu na kvalifikovanost obsluhy a nasazení těchto systémů bylo nákladné. Podle většiny zdrojů se rozlišují čtyři generace systémů (Wikipedia, 2017 PROMOTIC, 2017).

První, tedy nejstarší generací SCADA systémů jsou takzvané monolitické systémy, tyto systémy byly jednoúčelové a izolované, nepropojené s ostatními systémy nebo sítí. Program se vytvářel přímo na míru a psal se v jazyku symbolických adres. Všechny důležité součásti systému pak musely být minimálně zdvojeny, aby v případě poruchy primární součásti systém nehavaroval, příkladem první generace může být například aplikace vytvořené nad real-time operačními systémy RSX-11M fungující na řadě PDP-11, nebo WMS na strojích DEC VAX (Krutz, 2006).

Druhá generace se nazývá distribuovaná, jedná se o propojení většího počtu stanic, zde už existovaly proprietární komunikační protokoly. Každá stanice měla určenu svou funkci v rámci systému. Toto řešení vedlo k redukci ceny a tedy i většímu rozšíření. U této generace bylo ale pořád ještě problémem nutnost kvalifikované obsluhy, v podstatě jak obsluhu, tak i třeba instalaci systému musel provádět někdo s velkou znalostí systému a protokolů.

Třetí generace systémů, takzvané síťové systémy, odstranila některé nevýhody. Například se začalo využívat standardizovaných otevřených protokolů. Jednotlivé součásti systémů už nemusely být v jedné LAN síti a mohly běžet paralelně (Inductive Automaton, 2017).

Poslední čtvrtá generace se pak popisuje v angličtině jako „internet of things“, do češtiny se tento výraz obyčejně nepřekládá, ale jde o spojitost s cloudovými službami, které

jsou na internetu čím dál dostupnější. Přestože jednotlivé součásti systému se mohou nacházet jak fyzicky, tak co se týče síťového umístění úplně jinde, výsledek může pracovat pod jedním programem vytvořeným ve vývojovém prostředí některého ze SCADA systémů. Vzhledem k decentralizovaným datům systémy SCADA používají jiný přístup k datům než například klasické PLC programy, které ukládají data na jednotlivé vymezené paměťové prostory. Řešení, které používají SCADA systémy je data modeling, koncept který se vyznačuje obdobným přístupem, jaké má objektové programování. Přes své přínosy tento způsob ale například vylučuje samotné řízení procesů, protože odezva systémů není zaručená do konkrétního časového intervalu (Inductive Automaton, 2017).

1.2 Přehled trhu

V tomto přehledu jsem se rozhodl srovnat některé vybrané systémy SCADA, nebo spíše vypsat vybrané parametry těchto systémů, porovnání není jednoduché už kvůli jejich různému zaměření, stejně tak ale výrobci a distributoři podávají různé informace v různé formě. Liší se také množství dostupných informací k jednotlivým systémům a různé systémy jsou k dispozici za různé ceny, respektive cena jejich licencí se často velice výrazně liší a do celkové ceny je nutno započítat jak vývojové prostředí, licence na jednotlivé komunikační protokoly, web klienty a navíc licence k běhu vytvořeného programu. V následujících dvou pododdílech se snažím potencionálnímu uživateli SCADA systému naznačit, podle čeho by měl systém vybírat a na jaké parametry dávat při výběru pozor. V prvním pododdíle je rozdělení systémů a krátký popis proč využívat SCADA systémy. Dále pak je zde popsána alternativa k těmto systémům. V dalším pododdíle jsou srovnávány některé ze systémů dostupných na trhu, výběr těchto systémů proběhl na základě mých subjektivních názorů a dostupnosti informací. Parametry, které jsem zde srovnával, jsou opět vybrány s ohledem na dostupnost informací a s velkým důrazem na zásadní vlastnosti SCADA. Snaha byla v první řadě o přehlednost a nejstručnější srovnání vybraných vlastností, k tomu jsem se také zaměřil spíše na český trh a tedy systémy, kde jsou oficiální distribuce a odpovídající servis dostupný pro české zákazníky. Zařazeno je i srovnání licencí, jejich ceny a možností, přičemž u takovýchto produktů je nutno rozlišovat dva základní druhy licence.

Prvním druhem je tak zvaná runtime licence, která se vztahuje na běh programu, z pohledu zákazníka se může připočítávat k ceně vlastní aplikace vytvořené v konkrétním prostředí, nebo může být součástí ceny. Druhou základní licencí je licence pro vývojové prostředí, kde si zákazník kupuje pouze nástroje pro vytvoření aplikace, k tomuto prostředí se

pak můžou vztahovat různé druhy runtime licencí a v případě volných licencí na vývojové prostředí může být součástí některá z licencí na běh programu, obvykle velmi omezená rozsahem aplikace nebo časem běhu aplikace. Další licence jsou pak na nadstandardní komunikační moduly a webové služby. Do krátkého přehledu byly vybrány následující SCADA systémy: PROMOTIC, TIRS.NET, Control Web, Zenon a WinCC v platformě TIA Portal, přičemž první čtyři jmenované SCADA systémy jsou vyvíjeny a prodávány českými firmami. Přesto jsou hlavně v distribuci, cenové politice a uplatnění systémů poměrně významné odlišnosti. U SCADA systémů jsem se rozhodl srovnat cenu licencí, možnosti zkušební licence, kvalitu dokumentace, jednoduchost vývoje aplikací, nápovědy a tutoriálů k systému, dále pak nadstandardní možnosti komunikace a vhodnost systému pro různou velikost aplikací, přičemž u možností komunikace bylo přihlédnuto i k nadstandardním modulům, za které nejsou příplatky. Ještě jednou bych zde chtěl zdůraznit, že některé parametry systémů se mohou lišit v jednotlivých verzích a stejně tak se může výrazně lišit cena, vlastní uvedené ceny jsou čistě orientační, protože při nákupu musí potencionální zákazník zvážit jakou z mnoha licencí si vybrat na základě jeho specifických požadavků.

Tab 1.1 - Srovnání licencí SCADA systémů

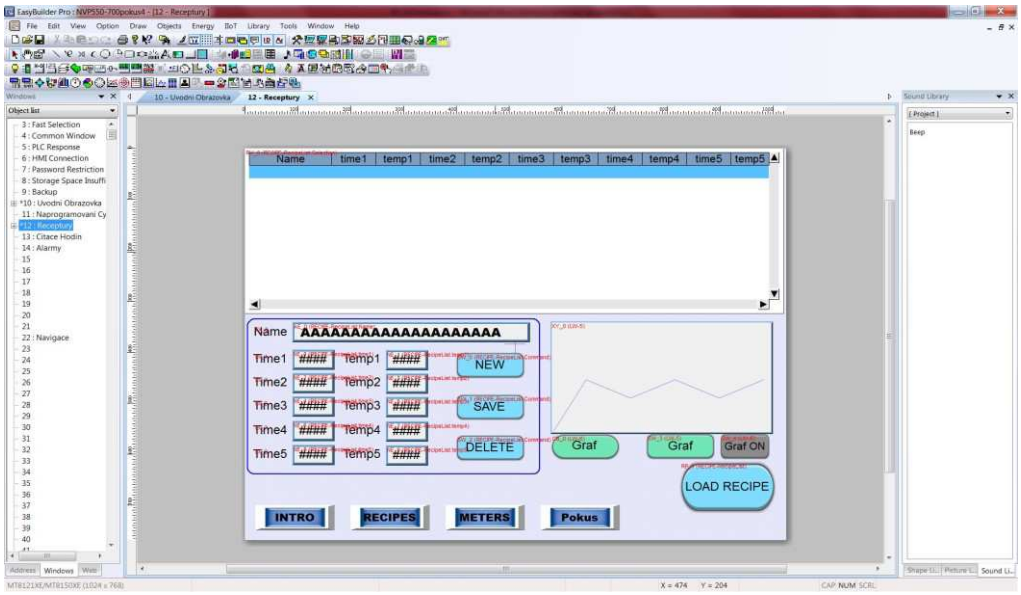
Název	Vývojář	Licence		
		cena výv. prostředí bez DPH v Kč	cena runtime licence bez DPH v Kč	existence zkušební licence (omezení)
PROMOTIC	MICROSYS, s.r.o.	9000-20000	5000-40000	ANO (počtem proměnných a dobou runtime)
TIRS.NET	CORAL, s.r.o.	4600-41600	nabídkou	NE (pouze když koncový zákazník má licenci)
Control Web	Moravské přístroje	2200-24100	7250-13900	ANO (Express verze)
Reliance 4	GEOVAP, s.r.o.	2900-25900	1900-99000	ANO (počtem datových bodů)
SIMATIC WinCC (TIA Portal)	SIEMENS AG	7300-50000	6300-50000	ANO (trial na 21dní nebo basic verze)

Rychlý přehled několika vlastností vybraných SCADA systémů je v tab 1.1. Je zde srovnána cena vývojového prostředí a cena runtime licence a naznačena politika ohledně zkušebních licencí. K tomu to je nutno dodat několik poznámek. Zaprvé ceny jsou čistě orientační vztažené k momentální situaci na trhu a mohou se výrazně lišit od cen zvýhodněných balíčků nebo konkrétních nabídek pro firmy. V případě software Control Web není úplně jasné, jestli v případě potřeby běhu aplikace na dvou zařízeních je nutno kupovat dvě licence a podobně. V případě WinCC je situace ohledně cen velice komplikovaná a

k dispozici je nepřeberné množství licencí, což srovnání komplikuje. Politika zkušebních licencí se podařilo zjistit poměrně přesně, dodat jen mohu, že v případě SCADA systému zenon od distributora COPA-DATA se mi podařilo sehnat zkušební licenci, ale bohužel příliš pozdě pro začlenění do srovnání.

1.2.1 Rozdíly mezi systémy

V přestavení SCADA systémů jsou popsány a vysvětleny zkratky a co vlastně pojem SCADA/HMI znamená, zde bych se chtěl krátce nastínit jak širokou škálu software a nástrojů tento název zaštiťuje. V dalším oddíle budu srovnávat klasické SCADA/HMI systémy, tyto systémy přesně odpovídají výše uvedenému popisu, obsahují obvykle vývojové prostředí pro aplikace, runtime moduly pro běh vytvořené aplikace, komunikační moduly a webové servery, popřípadě pak další prvky jako jsou databáze a podobně. Systémy mají obvykle skriptovací jazyk, který obsahuje funkcionalitu klasických programovacích jazyků, nejčastěji C nebo VBScript či nověji JavaScript. Systémy obvykle nejsou vázané na žádnou platformu, nebo konkrétní hardware a snaží se být co nejuniversálnější nadstavbou pro většinu aplikací. Tyto SCADA systémy mají obvykle prostředí pro vývoj aplikace rozdělené na dvě části, kde



Obr. 1.1 – Prostředí EasyBuilder Pro

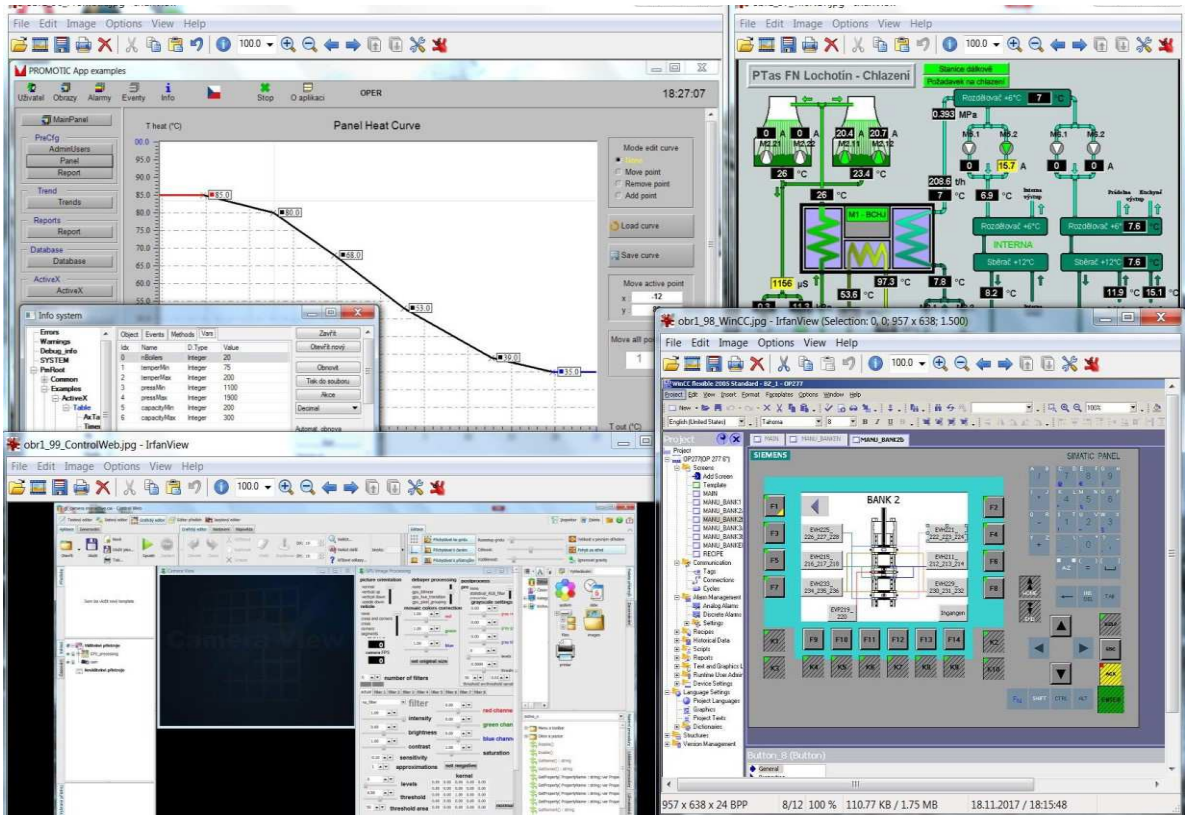
v první části se sestavuje datová struktura, proměnné komunikace a přidávají se další prvky, a druhá část, obvykle po přidání grafického prvku, umožňuje vývoj grafické části aplikace.

Existují ale méně universální systémy, které se obvykle nazývají pouze HMI s dodatkem screen composer, editor nebo podobně. Na obr. 1.1 můžeme vidět jeden z nich.

Tyto systémy se funkcionalitou podobají klasickému SCADA/HMI, na první pohled je vytvořená aplikace v podstatě nerozpoznatelná, ale HMI editory nabízí obyčejně mnohem menší možnosti a hlavně nejsou tak universální. Nejčastěji se v dnešní době dá setkat s takovýmto software v souvislosti s dotykovými panely. Tendence ovládat jakékoli zařízení přes dotykový display je naprosto zřejmá a proto je nutné zákazníkovi, který kupuje dotykový panel, poskytnout nástroje jak komunikovat se zařízením a vytvořit ovládací rozhraní. Řešení spočívá v jednoúčelovém software pro vývoj a kompilaci programů pro tyto dotykové panely. Pro příklad uvádím například firmu Maple Systems, Inc., která se zabývá vizualizací už od roku 1983 a nabízí prostředí EZwarePlus pro vývoj aplikací pro jejich dotykové panely. Mimochodem Maple Systems nabízí i vlastní SCADA/HMI systém pojmenovaný InduSoft Web Studio, momentálně ve verzi 8.0, tento SCADA systém jsem nezahrnul do srovnání, ale uvádím ho zde, aby bylo vidět, že obyčejně výběr těchto systémů je ovlivněn tím, co konkrétní firma používá za hardware a software. Další příklad je firma Weintek zabývající se taktéž vývojem a prodejem dotykových panelů. Weinek nabízí bezplatně ke stažení vývojové prostředí pro vytváření aplikací pro jejich dotykové panely.

Prostředí se jmenuje EasyBuilder Pro a je integrováno do prostředí Utility Manager. Při srovnání obr. 1.1 s obr. 1.2 je patrné, že rozložení ovládacích prvků je obdobné jako u

Obr 1.2 – SCADA systémy



klasických SCADA systémů, ale při podrobnějším prostudování prostředí uživatel pozná, že HMI EasyBuilder nepřistupuje ke všemu objektově a namísto toho se programují jednotlivé obrazovky a jejich interakce, stejně tak je omezená možnost využití skriptů, můžeme zde psát skripty ve speciálním jazyku a pouze je přiřadit buď ovládacímu prvku, nebo je periodicky vykonávat. EasyBuilder nabízí ale mnoho prvků jako například webové služby a alarmy, které jsou vlastní SCADA/HMI systémům. Obecně se také předpokládá, že programy vytvořené tímto způsobem pro dotykové panely, budou komunikovat s PLC, proto se obvykle nastavuje typ PLC už při vytváření aplikace. Maple Systems ostatně nabízí dotykové panely přímo s integrovaným PLC a zařízení má pak jako vstupy a výstupy vedle ethernetu, USB a sériových portů ještě I/O modul pro PLC. Tyto HMI systémy jsou pro nenáročnější aplikace konkurence pro klasické SCADA systémy a proto je zde uvádím, dalším důvodem je také nejasná hranice mezi těmito dvěma typy systémů. Nejčastějším argumentem v průmyslu a u firem zabývajících se automatizací je cena, řešení s využitím „méně renomovaných“ značek a HMI editorů lze ušetřit poměrně velké množství finančních prostředků na licencích a případně i na hardware.

1.2.2 Dostupné SCADA systémy

První uvedu SCADA/HMI systém PROMOTIC od ostravské firmy MICROSYS, spol. s.r.o. Samotná firma pak nabízí jak software, tak jeho aplikaci v oblasti průmyslové automatizace. Firma rozlišuje samotnou licenci na využívání vývojového prostředí systému PROMOTIC a licenci na jeho runtime, dále jsou pak k dispozici komunikační moduly a webové služby. Toto rozlišení je víceméně standardní u většiny systémů SCADA. Existují tři licence na PROMOTIC a to standardní v ceně 9000 Kč, multilicence pro školy v ceně 1000 Kč a volná licence, která je omezena počtem 100 proměnných, co to znamená je uvedeno v následující části zabývající se už jenom systémem PROMOTIC. Licence na běh systému jsou pak čtyři. První licence je zdarma a je omezena počtem deseti obrazů a třiceti proměnných. Dále je zde takzvaná lite licence omezená velikostí aplikace do 100 proměnných v ceně 5000 Kč. Standardní runtime licence je omezena počtem 50000 proměnných a stojí 20000 Kč. Poslední ničím neomezená runtime licence pak stojí 40000 Kč. Firma pořádá školení a semináře na seznámení se s PROMOTICem, dokumentace k produktu je též dostupná na webu včetně učebnice, která je jakýmsi průvodcem prvním programem vytvořeným v systému PROMOTIC. Dohromady ale dokumentace neposkytuje ucelený pohled na vytvoření složitějších aplikací a dokumentace je místy poměrně nepřehledná, ale to

doplňuji pouze jako subjektivní pocit po prostudování dokumentace a práci v prostředí. Výrobce dále uvádí na webu základní vlastnosti, které by potencionálního zákazníka mohly zajímat včetně možnosti komunikace, což je popsáno v dalších kapitolách. Na webu firmy jsou k dispozici i starší verze systému, ale nejsou prodávány, pokud má zákazník licenci, ta se vztahuje se svými omezeními na všechny verze PROMOTICu, chybí jen informace, zda se bude vztahovat i na budoucí update a pokud ano, tak až do jaké veze. Každá následující verze není kompatibilní s předchozí a vytvořené projekty se převádí vždy ze starší verze do novější při pokusu o spuštění. Velikost instalačního souboru nejnovější verze je 56 MB a je určena pro operační systémy Windows 10/8/7/Vista/XP a 2003 - 2012 Server. Za nadstandardní lze považovat možnost PROMOTICu komunikovat se zařízením pomocí vlastní DLL knihovny, což znamená, že lze vytvořit aplikaci PROMOTIC pro jakékoli zařízení, pokud známe komunikační protokol (PROMOTIC, 2017).

Druhým srovnávaným produktem je SCADA systém TIRS.NET od společnosti CORAL s.r.o. Firma existuje od roku 1992 a zabývá se především vývojem a implementací TIRS.NET a servisem již dodaných řešení, přičemž se specializuje na konkrétní aplikace, jako je například zdravotnictví nebo plynárenský dispečink. Dostupných informací o samotném SCADA systému je poměrně málo, protože firma dodává především hotové aplikace a systém jako takový je dostupný hlavně pro obchodní partnery. Z dostupných informací je možno vyvodit, že systém má podobné možnosti jako ostatní SCADA včetně široké škály možností komunikace, webového rozhraní, správy alarmů a podobně. Zajímavá je ovšem existence 64bitové verze, v případě zájmu o už hotovou aplikaci je pak plusem to, že firma je zároveň i vývojářem. Většina ostatních srovnávaných SCADA systémů nenabízí 64 bitovou verzi, z toho lze předpokládat, že u velkých aplikací je možnost lépe využít výkon počítače a operačního systému, na kterém aplikace vytvořená v TIRS.NET běží. Použití této verze ovšem podmiňuje dostupnost komunikačních modulů a dalších součástí v 64 bitových verzích. Podle informací výrobce jsou rovněž zajímavé možnosti komunikace, konkrétní komunikační moduly jsou dostupné na webu a výrobce rovněž nabízí možnost vytvoření protokolu přímo na přání zákazníka. Mimo tyto možnosti komunikace je také možnost využít vlastní moduly SCADA systému, takzvané komunikační protokoly, ty podporují sériové rozhraní RS-232, MBus, Bluetooth, TCP/IP nebo UDP, TCP/IP server a TAPI. Tyto komunikační protokoly lze využít pro vytvoření vlastní komunikace s jinak nepodporovaným zařízením. Informace o ceně jsou dostupné pouze na žádost a stejným způsobem firma řeší i distribuci volné distribuce TIRS.NET, koncový zákazník ovšem ale musí mít už zakoupenou licenci. Systém je zde ve srovnání zmíněn hlavně kvůli odlišné distribuci s předpokladem, že

některým zákazníků může takováto politika distributorské firmy vyhovovat (CORAL, 2017; SLÁDEK, 2011).

Třetí je uveden systém Control Web, ten vyvíjí akciová společnost Moravské přístroje založená roku 1991, firma distribuuje systém a také přímo aplikace vytvořené v tomto SCADA systému. Kvůli nedostatku a roztříštěnosti informací na webu je poměrně nesnadné shrnout finanční politiku, každopádně cena Control Webu je poměrně výrazně nižší pokud zákazník už vlastní některou předchozí verzi a záleží na tom jak stará je takto verze. Momentální verzí je verze 7, která je distribuována ve verzi pro malé aplikace od ceny 2200 Kč až po vývojovou verzi s více než desetinásobnou cenou. Stejně tak existuje runtime licence v ceně asi 1100 Kč pro malé aplikace. Informace o tom, jak je specifikována malá aplikace, ale není k dispozici. Co se týče oficiální dokumentace a tutoriálů, firma sice nabízí technickou podporu, ale na webu nejsou k dispozici ani tutoriály ani dokumentace. Jedinou nalezenou dokumentací ke Control Webu je komprimovaný soubor nápovědy přímo pro vývojové prostředí. Některé informace jsou obsaženy ve firemních magazínech, které jsou dostupné na webu firmy, ale to se nedá považovat za ucelenou oficiální dokumentaci. Dokumentace je dostupná alespoň k ovladačům. Výhodou systému Control Web je možnost stáhnout bezplatně demonstrační verzi. Firma pořád ještě také nabízí starší verze Control Webu. Další použití tohoto SCADA systému je jako firemní web server, prakticky všechny podobné systémy včetně jednodušších HMI nabízejí webové služby ale podpora pro použití jako www server není úplně standardní. Control Web 7 by měl existovat také v 64bitové verzi, to ale bylo vyvozeno z nápovědy samotného nainstalovaného systému, například v ceníku na webových stránkách není informace, zda se jedná o 64bitovou verzi či nikoli (Moravské Přístroje, 2017).

Jako čtvrtý systém byl vybrán Reliance 4. Tento systém vyvíjí a distribuuje GEOVAP spol. s. r. o., která vznikla v roce 1991. Firma opět poskytuje i hotové aplikace jejich SCADA systému v mnoha průmyslových odvětvích. Samotný Reliance 4 je prodáván v mnoha licencích, které se liší počtem datových bodů. Datové body jsou jakousi reprezentací velikosti výsledné aplikace, tedy obdobné řešení jako u většiny SCADA systémů. Proměnné a malé pole zabírají jeden datový bod, velké pole pak například 8 bodů, což je výhoda oproti jiným systémům, kde se počítá často každý prvek pole. Cena systému s 200 body je 1900 Kč, k vyšším verzím je už dodáván hardwarový klíč. Systém je ve dvou verzích Enterprise a Desktop, přičemž u druhé jmenované verze je k dispozici zkušební verze s omezením do 25 bodů, pro vyzkoušení systému je nutné se na webových stránkách zaregistrovat. Runtime moduly a komunikační komponenty jsou pak na zvláštních cenících a mají vlastní omezení

v bodech, obecně je tu možnost komunikace po sběrnicích v řádu tisíce korun a komunikace s PLC v řádu desetitisíce korun. Firma nabízí i upgrade stávající verze, kde zákazník zaplatí v rozmezí 15 % až 40 % ceny. Zde je ještě nutno dodat, že je možnost za příplatek hardwarová licence namísto softwarové i v případě nižších licencí, softwarová licence je totiž vztažená pouze k práci na jediném počítači, ale hardwarová je přenosná. Firma pořád ještě také prodává starší verze Reliance 3. Systém a vývojové prostředí má poměrně kvalitní dokumentaci a tutoriály, na webu je možno stáhnout nebo prohlížet dokumentaci, která se dělí podle tématu a je zde popsána jak práce se systémem, tak aktivace licence a další potřebné informace. To vše je k dispozici v češtině, angličtině a ruštině. Na webu lze pak nalézt často kladené otázky a příklady vytvořené v systému, které také mohou být dost nápomocné pro pochopení práce v Reliance. Nakonec přímo na webu jsou dostupné i oficiální video tutoriály, takže ohledně množství a kvality informací a dokumentace k systému patří z mého subjektivního hlediska Reliance 4 k těm nejlepším. Z nadstandardních možností komunikace lze zmínit takzvaný Generic driver, což je knihovna zaváděná systémem Reliance a je určen ke komunikaci přes sériové rozhraní nebo ethernet. Komunikace se zařízením je realizována pomocí speciálních proměnných, o které se Generic driver stará. Popis k této možnosti komunikace je opět dostupný na webu včetně ukázkového příkladu. Generic driver není standardní součástí SCADA systému, ale lze ho dokoupit za poměrně nižší částky (2500Kč) než ostatní komunikační drivery (Reliance, 2017; SLÁDEK, 2011).

Poslední podrobněji srovnávaný SCADA systém uvádím SIMATIC WinCC (TIA Portal) od německého koncernu SIEMENS. WinCC je v novějších verzích součástí software Totally Integrated Automaton Portal, toto prostředí může obsahovat velké množství software dodávaného koncernem SIEMENS a tudíž velice usnadňuje propojení hardware, jako jsou HMI panely a PLC se SCADA systémem, pochopitelně pokud je vše od SIEMESu. Systém je na stránkách výrobce dostupný v konfiguraci tak, jak si jí nastaví potencionální zákazník, přičemž možností je opravdu nepřeberné množství a bohužel zákazník musí tušit, co si chce zakoupit, jaké komunikační protokoly a rozhraní bude používat a mnoho dalšího. Samozřejmě to platí prakticky při výběru jakéhokoli SCADA systému, ale Siemens nabízí možných konfigurací pravděpodobně nejvíc a alespoň z mého pohledu je nejsložitější se v nabídce zorientovat. Zakoupit lze ovšem už předpřipravené konfigurace, které jsou k dispozici i u oficiálních distributorů firmy SIEMENS. U tohoto systému je k dispozici trial verze, která je funkční na dobu 21 dní, nutno dodat že i instalační soubor trial verze má velikost 2 GB, takže patří mezi ty úplně největší. SIEMES dodává také Basic verzi, která je neupgradovatelná s možností vytvářet malé aplikace, ale za sníženou cenu cca 2000Kč. Ostatní verze jsou

Comfort, Advanced a Profesional a liší se v maximální velikosti aplikace a počtu panelů. Samotné prostředí je součástí aplikace TIA Portal, který sdružuje software od SIEMENSu, například SIMATIC STEP pro vývoj programů pro PLC od této firmy, ale i nástroje na diagnostiku a management a mnoho dalšího. WinCC využívá relační databázi MY SQL Server, v níž jsou uložena i konfigurační data. Pro vytváření skriptů využívá tento SCADA systém od verze 6 VisualBasic, VBA. Od prvních verzí až po nejnovější verzi 7.4 používá jazyk ANSI-C, což ho odlišuje od ostatních SCADA systémů. Systém standardně zabezpečuje i integritu při využité více operátorských stanic. Dokumentace k systému je dostupná na webu distributora a obsahuje mnoho manuálů, které jsou často aktualizované a jsou k dispozici téměř vždy v angličtině a němčině. Často jsou manuály dostupné i v dalších jazycích, mezi které ale čeština nepatří. Rozsah dokumentace je poměrně dost velký. Samozřejmostí je technická podpora a často kladené dotazy. Oficiální video tutoriály jsem na webu SIEMENS nenašel, ale neoficiálních je vzhledem k rozšířenosti výrobků firmy poměrně dost. Co se týče nadstandardních nebo zajímavých možností komunikace, je poměrně obtížné najít jakékoli obecné informace, obecně jsem nacházel spíše dokumentaci a informace k jednotlivým verzím, z čehož není jednoduché vyvodit výsledky. Pro komunikaci přes sériové rozhraní WinCC potřebuje další software nebo driver a ani skripty v jazyku C nenabízí možnost ve WinCC otevřít sériový port či zapisovat na něj. Pomocí knihovny je teoreticky komunikace možná, alespoň podle informací z fóra na webových stánkách SIEMENSu, jak moc složité je takové řešení a jaké má omezení, nejsem schopný posoudit. Nejvýraznější výhodou je použití WinCC spolu s ostatním hardware a software od firmy SIEMENS, v TIA Portal lze nakonfigurovat a přidat konkrétní zařízení do projektu a propojení například PLC a dotykového panelu je pak téměř bez práce (Siemens, 2017; Jork Shop, 2017; Serial communication between WinCC and any serial interface, 2017)

Výše srovnávané SCADA systémy můžeme vidět v předchozí tab. 1.1, kde jsou informace ohledně licencí a v následující tab. 1.2 jsou přehledy pro dokumentaci a tutoriály. Započítána byla dokumentace pouze přímo od výrobce, nebo distributora. Maximální velikost aplikací je v některých systémech omezena počty grafických oken, jinde vlastní koncepcí, kde se aplikace po přidání příliš mnoho prvků stává prostě příliš nepřehledná. Omezení, co se týče počtu bodů, či proměnných je už spíše historická záležitost, respektive toto se promítne hlavně v ceně. Poznámka v tabulce je výsledná kombinace těchto faktorů s přihlédnutím k osobním zkušenostem s některými SCADA systémy, jedná se tedy z části o můj subjektivní názor. Nadstandardní rozhraní bylo vybráno to nejcharakterističtější pro daný systém, které ale většina konkurence nenabízí, výjimkou je Reliance a Siemens, kde oba podporují poměrně

standardní typy PLC ovšem už v základu bez dalších příplatků. Doporučené požadavky na hardware se většinou nepodařilo najít. Důvodem je podle mě především to, že srovnávám hlavně vývojové prostředí s poměrně malými nároky

Tab 1.2 - Dokumentace a komunikace

Název	Dokumentace a Tutoriály	Maximální velikost aplikací, ideální pro	Nadstandardní rozhraní	Podporovaná operační systémy	Doporučené požadavky na systém
PROMOTIC	ANO (základní učebnice na webu a dokumentace)	Teoreticky neomezeno, spíše menší a střední	Komunikace pomocí vlastní DLL(za 4000Kč)	Windows XP - 10, server 2003 - 12	Nezjištěno, instalace 110MB na disku
TIRS.NET	Nezjištěno	Nezjištěno, vhodné pro střední a větší	Komunikace GSM modem, kryogenni jednotky (doplatek)	Nezjištěno	Nezjištěno
Control Web	NE (pouze možnost stažení nápovědy pro prostředí)	Nezjištěno, Express verze pro malé	Komunikace s výrobky firmy - kamery a monitoring	Nezjištěno	Nezjištěno, instalace 150MB na disku
Reliance 4	ANO (příklady, videotutoriály, dokumentace)	Teoreticky neomezeno, spíše velké	Komunikace s Teco PLC	Nezjištěno	250MB na HDD
SIMATIC WinCC (TIA Portal)	ANO, na webu, materiály ke stažení, tutoriály, forum	Teoreticky neomezeno, vhodné pro velké	Komunikace se zařízeními SIEMENS	Windows 7-8.1, server 2012 (64bit)	Processor i5 3.3GHz, 16GB RAM

a tak už výrobce nepovažuje za důležité tuto informaci uvádět, výjimka je u WinCC, který je součástí platformy TIA Portal je mnohem náročnější než ostatní systémy.

Mezi další SCADA/HMI systémy dostupné na trhu patří například APROL od rakouské firmy Bernecker + Rainer Industrie-Elektronik. Momentálně je dostupná nejnovější verze APROL 4.0-12. APROL je založený na SUSE Linux Enterprise Serveru a oproti ostatním konkurenčním software nabízí například možnost práce několika týmu současně na jednom projektu bez významných omezení. Systém APROL se skládá ze tří základních součástí. Engineering server obsahuje centrální inženýrskou databázi systému, z ní jsou všechny objekty řídicího systému nahrávány do operátorských stanic, runtime serverů a řídících jednotek. Zmíněný runtime server je databáze reálného času, který systém APROL využívá. Obsahuje všechny hodnoty systémových a procesních proměnných a všechny alarmy. Runtime server také koordinuje ukládání proměnných a událostí do archivu. Operátorská stanice se pak stará o zobrazování archivovaných dat a používá se k provozu a sledování dat. V operátorském prostředí lze sestavit menu podle požadavků ovládaného systému a nároků na jeho ovládání. Operátor má předdefinovaný přístup k menu. V závislosti

na nastavených přístupových právech je možno spustit operátorské prostředí přes vzdálenou grafickou plochu VNC pomocí nástroje VNC Viewer nebo prostřednictvím webového prohlížeče, jako je to obvyklé u většiny systémů. Přes web lze aplikaci spouštět, prohlížet alarmy a trendy, zobrazit protokoly a podobně. Tato možnost je zajímavá především z důvodu bezpečnosti, pokud se relace navazuje přes zabezpečený kanál SSH nebo VPN, je připojení považováno za bezpečné (B&R, 2017; SLÁDEK, 2011).

Další systém Wonderware InTouch v česku prodává společnost Pantek, která je dceřinou společností britské firmy Pantek Ltd. Celosvětově je to jeden z vůbec nejrozšířenějších SCADA systémů. Na rozdíl od konkurence tento software deklaruje například i podporu terminálových služeb na systémech Windows Server, součástí SCADA systému InTouch je i správa distribuovaných historických dat umožňující i spolupráci s historizační databází Wonderware Historian Server a správa distribuovaných alarmů, které lze ukládat do databáze MS SQL Server 2008 nebo MS SQL Server 2012. Systém používá vlastní skriptovací jazyk, přičemž je kladen důraz na ošetření událostí. K dispozici jsou také distribuce, které jsou pro prohlížení bez zásahu do samotné technologie. Do srovnání nebyl tento SCADA systém zařazen mimo jiné kvůli tomu, že není možné dohledat ceníky produktů, ty jsou známy jen stávajícím zákazníkům a vypracování ceníku je na požádání. Nejnovější verzí InTouch je 11.1, pro verze vycházejí buď ve formě service pack nebo patch, ale jaká je kompatibilita jednotlivých verzí, se nepodařilo zjistit. Mezi výhody tohoto SCADA systému patří jeho jednoduchost na vytvoření aplikací a snadné přepracování již vytvořených aplikací. Další vlastností je univerzálnost prostředí, tento systém je nasazován napříč většinou průmyslových odvětví. InTouch používá vektorovou objektově orientovanou grafiku a knihovny obsahují velké množství předpřipravených grafických objektů. Rozsáhlost aplikace je podporována od aplikací na jedné samostatné pracovní stanici až po geograficky rozsáhlé aplikace, přičemž jsem nabyl dojmu, že obecně je vhodný právě pro ty opravdu rozsáhlé projekty. Z webových stránek firmy Pantek nebylo zjištěno, zdali je k dispozici demo verze produktu, takže pravděpodobně zkušební verze pro seznámení se se systémem neexistuje (Pantek, 2017; SLÁDEK, 2011).

Následující SCADA/HMI systém od rakouské firmy COPA DATA pro český trh distribuuje firma Prozesstechnik Kropf. Systém se jmenuje zenon a výrobce uvádí mezi přednosti hlavně jednoduchost prostředí a flexibilnost. V zenonu je usnadněno projektování založené na objektech a není vyžadována znalost konkrétního programovacího jazyka, místo toho jsou objektům definovány jejich vlastnosti a parametry. Vytváření vizualizačního

programu se tedy obejde bez znalosti programovacího jazyka, ale nepodařilo se zjistit, jestli toto platí i pro rozsáhlé a složité aplikace. Zenon totiž není dostupný ke stažení s výjimkou registrovaných zákazníků, stejně tak podrobnější informace o systému jsou dostupné po přihlášení na webových stránkách výrobce či distributora (COPA-DATA, 2017; SLÁDEK, 2011).

1.3 PROMOTIC

SCADA/HMI systém PROMOTIC je ve zkratce představen v předcházejících kapitolách. Zde budou uvedeny některé další informace, které by v rychlém přehledu SCADA systémů byly nadbytečné, zároveň zde bude představeno vývojové prostředí, které se principiálně může více či méně podobat ostatním systémům. Momentální verze PROMOTICu je 8.3.18 verze jsou tedy značeny třemi čísly oddělenými tečkami, přičemž ke stažení je většinou jedna z verzí lišících se v posledním čísle, ale verze 8.3.XX nejsou navzájem kompatibilní. Při otevření staršího projektu v novějším PROMOTICU se provede záloha a projekt se převede na novější verzi, v případě novějšího projektu, než je verze PROMOTICu je zobrazena výstraha, ale projekt může být překompilován.

PROMOTIC je vyvíjen jako Systém řízení jakosti dle normy ČSN EN ISO 9001:2009. Systém podporuje velký počet komunikačních rozhraní a protokolů, stejně tak spolupracuje s množstvím databází a podobně, k verzi PROMOTIC 8.3 jsou udávány následující specifikace. Je zde implementováno komunikační rozhraní:

XML,
ActiveX,
ODBC,
ADO,
DLL,
OPC,
DDE,
TCP/IP,
HTTP,
HTTPS, a další.

Což ukazuje otevřenost PROMOTICu Komunikační ovladače pro PLC Simatic, Allen-Bradley, Mitsubishi, AMiT, Teco, SAIA, Omron, Koyo, ADAM, atd. úplný seznam je k dispozici na webu stejně jako seznam podporovaných rozhraní. PROMOTIC pracuje s

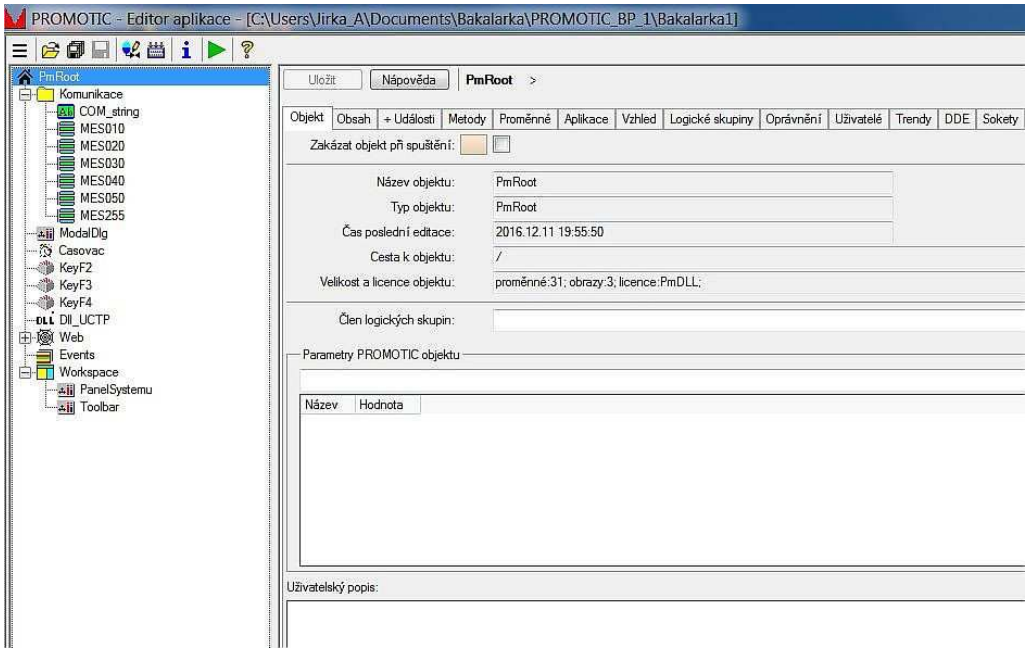
různými typy databází: Access, dBase, MSSQL, MySql, Oracle atd. a také zahrnuje integrovaný Web server. Systém automaticky generuje grafické rozhraní aplikace v podobě dynamických HTML stránek. Všechny přenosy jsou postaveny na HTTP/HTTPS protokolech s využitím technologií XML a AJAX. Nehledě na licenci poskytuje systém PROMOTIC zabudovaný web server takzvaný PmWeb, pro zabezpečenou komunikaci HTTPS je ale už nutná licence a stejně tak je nutná pro komunikaci s výše uvedenými databázemi. Jako většina konkurence PROMOTIC nabízí vzdálené prohlížení aplikace pomocí webového prohlížeče, to je ale do jisté míry omezeno programovacím jazykem použitým pro vytvoření aplikace, respektive její grafické části. Programovací jazyky jsou k dispozici dva a to VBScript a JavaScript. Společnost MICROSYS uvádí VBScript jako zastaralý a preferován je JavaScript, důvodem je funkčnost ve většině prohlížečů. Pro komunikaci je zde objekt *PmDll*, který umožňuje připojit standardní DLL knihovny a volat jejich funkce. K tomuto modulu není nutná speciální licence, je tedy standardní součástí vývojového prostředí. Poslední verze systému PROMOTIC je verze 8.3.18, jedná se o stabilní verzi vyvíjenou od roku 2009, pro kterou je od roku 2015 ukončen vývoj a vycházejí už pouze opravy (PROMOTIC, 2017).

1.3.1 Představení prostředí

Vývojové prostředí PROMOTIC lze stáhnout zdarma z oficiálních stránek firmy MICROSYS, a jak bylo již zmíněno, existuje volná verze. Moje aplikace byla vytvořena ve verzi PROMOTIC 8.3 a k této verzi se také vztahuje přestavení prostředí.

Vývojové prostředí PROMOTIC je rozděleno na dvě základní části a to editor aplikace a editor obrazů. Nejdříve bude popsán editor aplikace.

Při startu programu je v PROMOTICu nutno nejprve vytvořit projekt nebo spustit některý už založený, zde je vhodné poznamenat, že program má při nainstalování již několik ukázkových projektů k dispozici. Editor má horní lištu, ve které je základní menu pro ukládání, otevírání a přeložení obrazů, viditelné na obr 1.3. V levé části okna se nachází panel s přehledem aplikace podle jejích částí, základním objektem je *PmRoot*, základ aplikace, kořen všech dalších objektů v aplikaci. Tento objekt nelze smazat ani přesunovat ve stromu objektů. Objekt ve svých záložkách definuje základní parametry aplikace. Do tohoto objektu vývojář vkládá další objekty, které jsou po přidání vidět v grafickém stromu a kliknutím na ně je lze editovat. Na obr. 1.3 je vidět editor aplikace s otevřenými záložkami pro objekt *PmRoot*, dále je pak možno si všimnout vlevo stromu objektů přidaných pro tuto konkrétní aplikaci. Pod pojmem objekt si můžeme přestavit širokou škálu věcí, v PROMOTICu patří

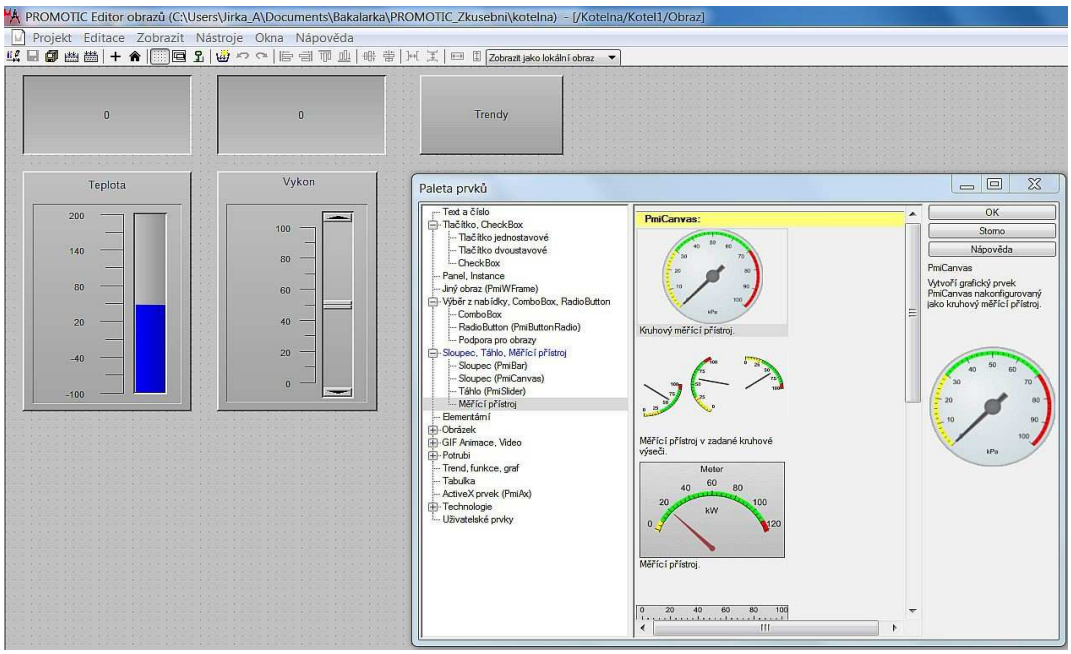


Obr 1.3 – Editor aplikace

k nejpoužívanějším například *PmFolder*, což je objekt spíše pro přehlednost a slučuje do složky ostatní objekty, dále časovač *PmTimer*, který provádí zadaný úkol periodicky v určeném čase, dále tu mohou být reakce na zmáčknutí kláves, komunikační protokoly, datové struktury nebo grafické panely, ke kterým se dostanu později. Zbytek okna editoru aplikace ukazuje parametry a záložky zvoleného objektu, jak to je vidět na obr. 1.3, kde je označen objekt *PmRoot*. Z tohoto plyne na první pohled velice jednoduché přehledné prostředí, na druhou stranu je tu ale u některých objektů velké množství záložek. Obecně je PROMOTIC podstatně přehlednější pokud vývojář ví, co a kam chce umístit či napsat, pro následné hledání logických chyb nebo upravování aplikace bez její kompletní znalosti je komplikovanější.

Druhá část vývojového prostředí je již zmíněný editor grafických obrazů. Nejprve je nutno grafický obraz vytvořit v editoru aplikace a nastavit mu základní parametry, jako je například skriptovací jazyk. V záložkách grafického obrazu je mimo jiné záložka *Obraz*, ve které lze nalézt tlačítko *Editace grafického obsahu*, kterým se spustí vlastní editor grafických obrazů v novém okně. Na obr. 1.4 je vidět příklad grafických prvků v konkrétní aplikaci a otevřené okno s paletou prvků, kde je možno najít a přidat grafický prvek do základního panelu, nebo do jiného grafického objektu. Vlastní okno má podobnou horní lištu jako editor aplikace, má zde ovšem navíc prvky sloužící k zarovnání objektů a podobně. Okno nemá žádné další postranní lišty, celý zbytek obrazovky je pro vytváření grafické části aplikace. Plocha je pro lepší zarovnávání objektů vyplněna tečkovanou mřížkou, kam se umisťují

grafické objekty. Zde je možnost přidat objekty jako jsou tlačítka, panely, obrázky, combo boxy a podobně.



Obr 1.4 – Editor obrazů

Grafických objektů je zde poměrně málo a mnoho grafických objektů je složeno nebo vytvořeno z těch několika základních. K dispozici jsou i speciální objekty jako potrubí, ventily a tak dále. Grafické objekty nemají vlastní okno s vlastnostmi, ale struktura je podobná jako u editoru aplikace, po rozkliknuti objektu se otevře nové okno se záložkami. Záložky popisují objekt, jsou zde podobně jako v editoru aplikace události objektů, do kterých lze psát kód ve zvoleném skriptovacím jazyku. Další záložky jsou pro nastavení pozice a mimo jiné i pro zobrazovanou či akční veličinu, zde PROMOTIC umožňuje nastavit datové vazby, buď ze známé syntaxe, která ale není jednoduchá, nebo se zde zvolí typ vazby, svázaný objekt a veličina závislá na výstupu vazby. Toto je vhodné popsat na příkladu, proto je datové vazbě věnován odstavec v popisu vytvořené aplikace. Po změnách v grafickém editoru vyžaduje PROMOTIC překlad grafických obrazů a uzavření editoru. Z editoru aplikace lze z horní lišty vytvořenou aplikaci spustit. Aplikace se může skládat z více grafických panelů a v objektu *PmRoot* lze nastavit výchozí obraz, který se zobrazí při spuštění aplikace.

1.3.2 Možnosti komunikace

Možnost navázat na aplikaci různá zařízení patří mezi základní vlastnosti SCADA systému, a proto byly ve srovnání zmíněny možnosti komunikace PROMOTICu. Obecně platí, že některé typy komunikace jsou pro SCADA systémy standardní a většina ostatních lze realizovat buď dokoupením již existujícího modulu, nebo požádáním výrobce o implementaci požadovaného rozhraní. Zde tedy budou krátce zmíněny možnosti v základní verzi systému PROMOTIC. Práce s komunikačními rozhraními je tu poměrně jednoduchá, všechny komunikační moduly, které bude aplikace využívat, se přidávají jako objekty do základního objektu *PmRoot*, nebo do objektu v *PmRoot*, například *PmFolder*, nelze ale umístit kamkoli. V nabídce *Nový objekt* je přehled všech možných objektů, které lze na konkrétní místo přidat, v *PmRoot* to mimo jiné zahrnuje i položku *Komunikace*. Zde jsou jednotlivé objekty a po kliknutí na položku PROMOTIC ukáže jednoduchý popis komunikace a jeho varianty. Na webu výrobce je kompletní dokumentace k jednotlivým modulům včetně popisu jak je položka ošetřena pro jednotlivé verze, respektive zda je k dispozici ve volné verzi a jestli je jí nutno dokoupit. Zde budou krátce zmíněny některé z možností.

Hned první v seznamu je *PmChar*, ten je jakýsi konfigurovatelný protokol s možností komunikace přes Ethernet nebo sériový port. Zde se jedná v podstatě o bytovou komunikace vhodnou pro jednoduché protokoly komunikace. Nutno je ovšem znát podrobně komunikační protokol, hodí se tedy také pro zařízení sestavené přímo zákazníkem bez použití průmyslových standardů a podobně (PROMOTIC, 2017).

Dále je tu PmModbusXX s možností zvolit buď TCP/IP Ethernet verzi, RTU sériový binární protokol typu Master/Slave, podobný protokol ASCII, podmnožinu JBus, nebo deterministický MODBUS PLUS. Na těchto protokolech komunikuje mnoho průmyslově používaných zařízení (PROMOTIC, 2017).

Dále je zde několik modulů pro práci s daty a obrazem, zajímavý je i objekt *PmSMS*, který dovoluje pomocí GSM modulu posílat krátké zprávy SMS, stejně tak je k dispozici modul pro komunikaci pomocí FTP a emailu. Další možnost je i export do souborů XML a CSV (PROMOTIC, 2017).

Velkou skupinou komunikačních možností systému PROMOTIC je komunikace s různými PLC, systém podporuje komunikaci s PLC od firem TECO, Siemens, Koyo, Mitsubishi, MicroUNIT a mnoho dalších.

V základních prvcích jsou komunikační protokoly dostupné bez dalších doplatků, mezi tyto základní patří například OPC klient a *PmDll*, který je využit v mém programu. Objekt *PmDll* lze využít ke komunikaci se zařízením, kde známe podrobně komunikační protokol a je k němu vygenerována DLL knihovna na kterou se objekt *PmDll* odkazuje a

může volat její funkce. Pomocí funkcí knihovny pak PROMOTIC komunikuje se zařízením. Výhodou této možnosti je nezávislost na hardware a využití je tedy hlavně v případě, že zařízení nekomunikuje standardně. S tímto druhem komunikace je ale více práce a obtížnější diagnostika, každopádně ale tato možnost rozšiřuje možnosti PROMOTICu.

2 PRAKTICKÁ ČÁST

2.1 Představení aplikace

Cílem práce bylo vytvořit aplikaci v některém ze SCADA/HMI systémů pro vizualizaci dat sebraných ze zařízení. Vizualizované zařízení je pneumatický systém ovládaný mikroprocesorem ATmega128 s možnostmi nastavení regulace ventilátorů integrovaných v zařízení. „Systémem rozumíme obecně soubor prvků, mezi nimiž existují vzájemné vztahy a jako celek má vztahy ke svému okolí. Každý systém je charakterizován dvěma základními vlastnostmi: zaprvé chováním systému, charakterizujícím jeho vnější vztahy k okolí, chování systému je závislost mezi podněty okolí systému působícími na jeho vstup a příslušnými odezvami objevujícími se na jeho výstupu a zadruhé strukturou systému, charakterizující jeho vnitřní funkční vztahy, strukturou systému rozumíme jednak způsob uspořádání (organizace) vzájemných vazeb mezi prvky systému a jednak chování těchto prvků (Balátě, 2004).“ Vizualizace pneumatického systému byla provedena podle této definice z první části textu, kde se hovoří o vztazích systému s okolím. Těmito vztahy je myšlena komunikace systému s okolím. V tomto případě je využit sériový port s převodníkem na USB typu FT232RL.

Vyžadován je systém Windows s virtuálním sériovým portem. Další možností je samozřejmě přítomnost fyzického sériového portu na počítači, ale to už v dnešní době není obvyklé, potom by odpadla nutnost konvertoru. Samotný ovladač by se měl instalovat při prvním připojení systému. Zařízení využívá vlastní kódově transparentní protokol, je tedy možné přenášet binární data. Přenášená data mohou mít libovolnou délku, ale velikost zprávy omezena je, má maximální délku 128 byte. Délka je omezena z důvodu implementace v mikroprocesoru. Pomocí řídících znaků lze rozpoznat začátek a konec různě dlouhého bloku dat, která patří k sobě, tak je vytvářena zpráva. Spolu se zabezpečením podélnou paritou to znamená, že zpráva má minimálně o pět byte víc než je její datový obsah. Příjem a vysílání zpráv zajišťuje na straně počítače knihovna DllUCTP.dll. Komunikace se zařízením je obousměrná a standardně se používá přenosová rychlost 19200Bd.

Datový rámec každé zprávy začíná identifikátorem zprávy, který bude dále značen *IdMes*, respektive číslem 0 až 255, který určuje délku a strukturu zprávy a má velikost jeden byte. Konkrétní význam zprávy je pak určen identifikátorem *Ident*, opět s délkou 1 byte. Pneumatický systém pracuje celkem s šesti základními druhy zpráv. Pro vizualizaci nejdůležitější je zpráva s *IdMes* 255, tato zpráva je periodická a pneumatický systém touto formou předává základní informace o sobě. Obsahem je krom identifikátoru pořadové číslo, informace o stavu a režimu, vstupní a výstupní napětí, příkon a otáčky obou ventilátorů. Už

z této zprávy si lze přibližně představit zařízení, které je vizualizováno. Zpráva s *IdMes* rovné deseti je využívána jako dotaz pro zjištění konkrétních parametrů. Systém odpovídá zprávami s *IdMes* 20, 30,40 a 50. V režimu remote pro zařízení příjem těchto zpráv znamená požadavek na nastavení příslušných parametrů.

2.2 Založení základních objektů

Po založení projektu ve SCADA/HMI systému PROMOTIC bylo nejprve nutné zprovoznit komunikaci s pneumatickým systémem. Vzhledem k tomu, že zařízení používá vlastní komunikační protokol a nespadá tedy do žádných standardních modulů, co SCADA systémy nabízí. V PROMOTICu byla proto zvolena možnost komunikace pomocí výše popsaného objektu *PmDll*. Tento objekt předpokládá přítomnost DLL knihovny v adresáři projektu a přítomnost souboru s koncovkou inc, ve kterém jsou bližší informace o funkcích knihovny. Při zprovozňování komunikace u SCADA systému byla využita možnost použít externí debugger, konkrétně bylo používáno Microsoft Visual Studio. Pro funkční komunikaci je zapotřebí mít knihovnu vygenerovanou nejen pro odpovídající typ systému (32 nebo 64 bitový), ale kompatibilní není ani mezi jednotlivými generacemi systémů Microsoft Windows, konkrétně mezi systémy Microsoft Windows 7 a 10. V případě nekompatibility lze problém poměrně obtížně identifikovat. Pokud je vše v pořádku může PROMOTIC využívat ve skriptech funkce připojené DLL knihovny.

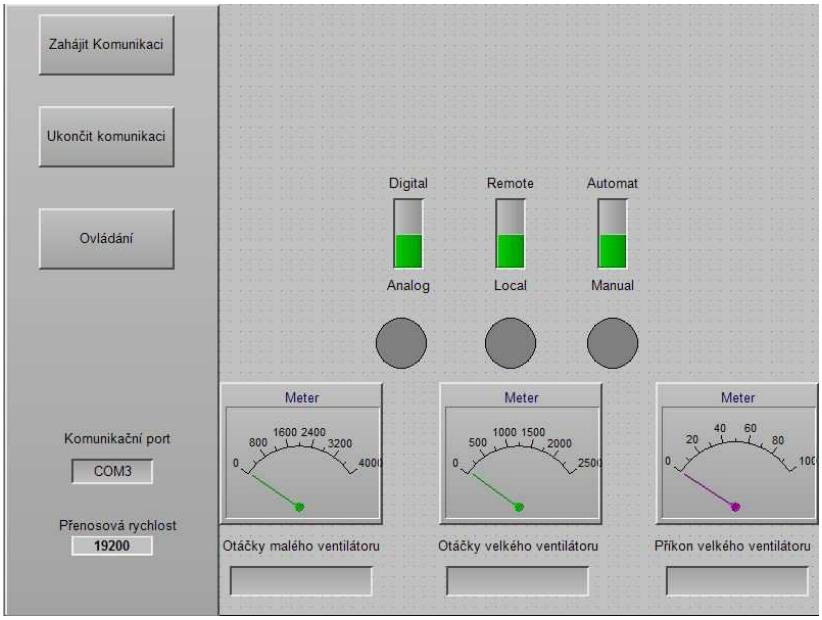
Další objekt vychází z myšlenky samotné vizualizace konkrétního zařízení. To pravidelně vysílá výše zmíněné zprávy, respektive jeden druh zprávy, které DLL ukládá do vyrovnávací paměti. Jako vhodné se tedy jevilo využívat pravidelný interval pro vyčítání i na straně aplikace vytvořené ve SCADA systému. Pro takovýto úkol je vhodný objekt v PROMOTICu *PmTimer*. Tento časovač se velice podobá časovačům ve vyšších programovacích jazycích například .NET pro C#. Časovači lze nastavit periodu při vytvoření, ale tuto vlastnost lze programově měnit. Po uplynutí nastavené doby se spouští událost tick, která je využita pro pravidelné vyčítání vyrovnávací paměti.

Jednotlivé zprávy lze pomocí výše jmenovaných objektů přijmout a vyčíst, dále je tedy žádoucí rozlišit zprávu a nějak jí někam uložit. Obdržíme datový rámec, který vyčítá z vyrovnávací paměti DLL knihovna pomocí svých funkcí. Každý byte tohoto rámce musí dostat konkrétní význam, jinak řečeno příchozí byte je nutno strukturovat. Rozlišení typu zprávy je poměrně jednoduché. Podle prvního byte je možné určit, o jakou zprávu se jedná, respektive zjistit její typ. Pro ukládání zpráv musí být připraven prostor v paměti. Pomocí

objektu *PmData* jsou vytvořeny datové objekty s velikostí odpovídající jednotlivým částem konkrétní zprávy. Jednotlivé části datové struktury jsou pak pojmenovány a chovají se jako proměnné, na které se dá dále odkazovat a to i z grafické části programu. Ošetřeny jsou i stavy kdy zpráva buď ve vyrovnávací paměti není žádná, nebo jich je více.

Na takto vytvořenou strukturu a s tímto způsobem vyčítání dále pracuje grafické část aplikace. Výhodou je zde jedna z důležitých vlastností PROMOTICu a tou je možnost vytváření datové vazby. Program je nápomocný při vytváření a výsledkem je to, že když se data změní na jednom místě programu, jsou tyto změny promítnuty do všech datových vazeb připojených k tomuto objektu. Prakticky to znamená změnu ukazatelů v momentě zpracování příchozí zprávy. Datová vazba ušetří práci při vytváření aplikace a je to i zjednodušení aplikace, kde k propojení objektů je pouze řádek kódu, který navíc umí PROMOTIC generovat sám po kliknutí na příslušné místo v programu, když je spuštěn průvodce. Nevýhodou je nepřehledná aplikace v případě mnoha datových vazeb není možné určit bez znalostí aplikace, kde se tyto propojení nachází.

Další součástí programu je už samotná vizualizace. Pro vizualizaci je v PROMOTICu hlavním nástrojem *PmPanel*, což je objekt s grafikou podobou a možností přidávat grafické ovládací prvky a vizualizační komponenty. Objekt má vlastní grafický editor a v hlavním okně se obvykle v záložkách objektu nic neupravuje snad s výjimkou oprávnění, pokud aplikace vyžaduje bezpečnostní opatření. PROMOTIC využití objektu *PmPanel* předpokládá a už při vytvoření nového projektu je *PmPanel* přidán, ačkoli neobsahuje žádné grafické prvky. V kořenovém objektu lze nastavit po přidání více panelů primární panel, který se



Obr. 2.1 – Hlavní panel aplikace

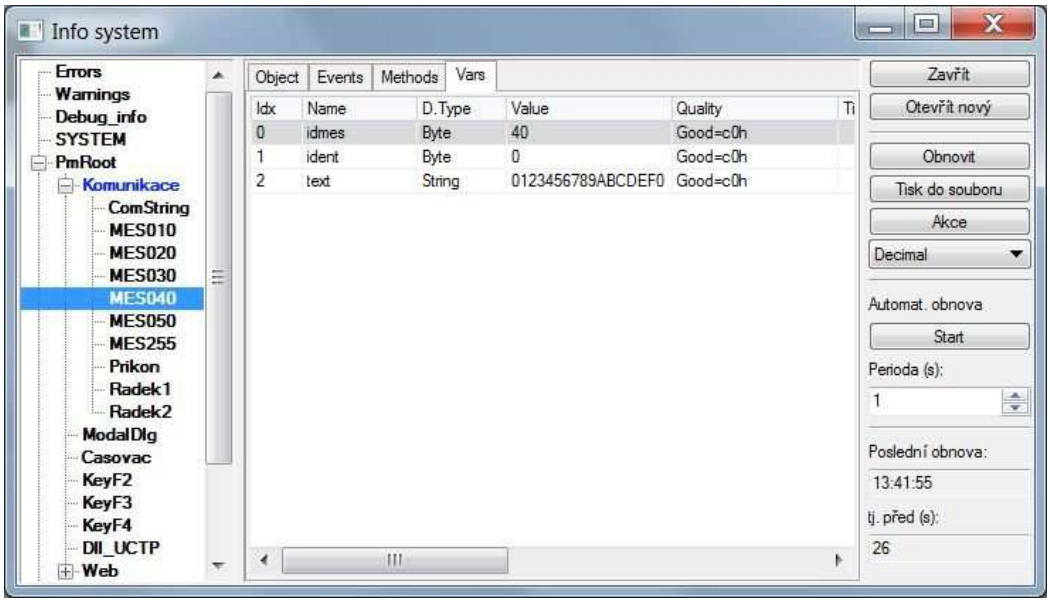
zobrazí po spuštění vytvořené aplikace. Grafický panel mé aplikace bude popsán dále jako samostatný celek. Hlavní panel aplikace je vidět na obr. 2.1, přičemž se jedná o podobu ještě před ukončením práce na aplikaci.

2.2.1 Zprovoznění komunikace

Jak už bylo popsáno v představení aplikace, zařízení komunikuje přes sériový port. Vzhledem k absenci tohoto konektoru u dnešních počítačů má zařízení k dispozici převodník na rozhraní USB. Další potřebná součást pro komunikaci je standardní knihovna, která se propojí s *PmDll*. Počítač určený pro ovládání a vizualizaci systému musí obsahovat sériový port, v mém případě byl doinstalován virtuální sériový port.

S otestováním komunikace a s laděním obecně pomůže v PROMOTICu *Info system*, viditelný na obr. 2.1, jehož ikona je v hoření liště s několika málo dalšími základními ovládacími prvky. Info v PROMOTICu je něco jako debugger přizpůsobený pro použití ve SCADA systémech. Tento debugger dokáže zobrazovat chyby a varování a má v sobě strukturu objektů tak, jak ji uživatel vytvořil s tím, že zobrazuje okamžité hodnoty proměnných nebo stavy objektů. V *Info system* má také možnosti jako je automatická či manuální obnova nebo výběr formátu zobrazovaných proměnných, tedy jestli bude zobrazovat hodnoty hexadecimálně, binárně nebo dekadicky.

S pomocí tohoto debuggeru lze v mém případě vyzkoušet, zda program přijímá a ukládá data a podobně. Pro využití DLL knihovny je nutno znát její funkce a předávané parametry. V mé



Obr. 2.1 – Info

aplikaci je využito funkcí na nastavení komunikace, dotaz na existenci zprávy čtení a uzavření komunikace v příslušné syntaxi.

2.2.2 Zpracování dat

Vyčítání všech zpráv v paměti lze docílit jednoduchým cyklem a přetečení je vyřešeno v mé aplikaci dostatečně častým spouštěním vyčítání, což v této koncepci znamená nastavení časovače na řádově menší čas než je očekávaný interval příchozích zpráv. V objektu typu časovač je kód ve skriptovacím jazyku VBSkript na vyčítání zpráv z vyrovnávací paměti. O zbytek se už stará výše popsaná datová struktura. Z roztříděných zpráv a uložených dat lze už provést vlastní vizualizaci poměrně pohodlně.

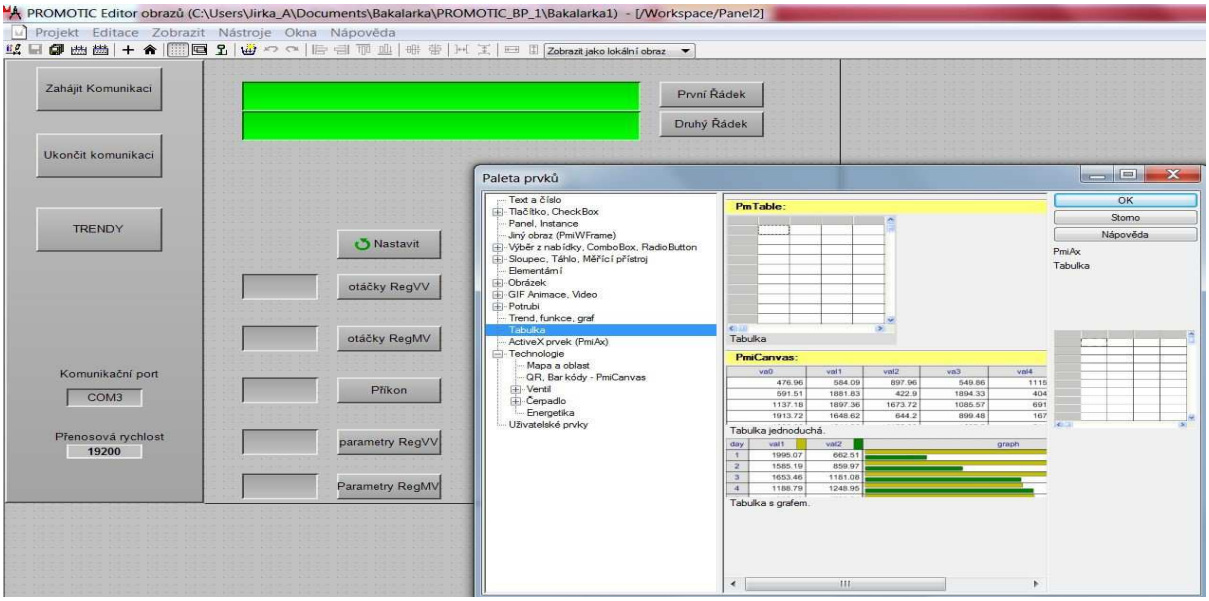
2.2.3 Grafické prostředí

K vizualizaci je ve SCADA systému PROMOTIC oddělené prostředí pro vývoj grafické části aplikace. Samotný grafický objekt je založen v druhé části vývojového prostředí a grafické vývojové prostředí umožňuje jeho editaci. Stejně jako v Editoru aplikace je možnost odkazovat se na grafické prvky dvojím způsobem. První možnost je absolutní adresace v souvislosti s objektem *PmRoot*, jakožto kořenovým objektem pro adresaci. Druhý způsob je odkazovat se relativně a to vzhledem k objektu, ze kterého se odkazujeme. Propojení objektů z grafických na ty v Editoru aplikace a naopak je možno z obou stran, respektive je možno, aby byl například kód v prvku grafickém a proměnná, na kterou se kód odkazuje, byla definována v objektu vytvořeném v Editoru aplikace. Stejně to funguje i naopak, což poměrně dost znesnadňuje orientaci v aplikaci pro někoho, kdo jí chce upravovat.

Grafické prostředí obsahuje poměrně málo základních grafických objektů, ale pro moji aplikaci je jejich počet dostatečný, problémy mohou nastat u speciálních aplikací, kde je požadováno, aby grafika odpovídala skutečnosti. Samotná vizualizace je otázka sama pro sebe, co a jak zobrazovat záleží na tom, kde aplikace bude provozována, zdali jí bude ovládat operátor nebo bude testovací a chceme co nejpodrobnější a nejkomplexnější data o vizualizovaném zařízení. Zde se také nabízí další otázka a to je zabezpečení a práva uživatelů. Tyto problémy vizualizace jsem v mé aplikaci z větší části pominul a to hlavně z důvodu využití aplikace jako zkušební. Jako základní prvek, který by měla aplikace vizualizovat, jsem vybral přední panel zařízení.

Grafický *PmPanel* s prvky předního panelu přístroje je tedy výchozí grafický prvek, který se zobrazí po zapnutí aplikace. Většina proměnných a parametrů pro panel obsahuje

periodická zpráva, proto jsou grafické zobrazovací prvky propojené s odpovídajícími místy v datové struktuře. Základní zobrazované prvky jsou otáčky a příkon, které jsem se rozhodl zobrazovat dvakrát. Tyto tři parametry jsem zobrazil pro rychlý přehled na *PmiPanelMeter*, což je ukazatel se stupnicí a ručičkou, podruhé pro přesnější odečtení jsou parametry v textovém, respektive číselném zobrazovači. Další zobrazované prvky na této obrazovce jsou indikátory režimů a signalizační diody. Popsané prvky odpovídají rozložení na ovládacím panelu vizualizovaného přístroje, po straně těchto prvků jsou ale přidány další prvky, především tlačítka, které jsou k navázání komunikace. Další obrazovky by měly být dostupné z této základní obrazovky. Vzhledem k jednoduchosti vizualizovaného zařízení, které je v podstatě jediný přístroj a ne složitá technologie, by případných dalších obrazovek nemělo být moc. Druhá obrazovka je na obr. 2.2 a jedná se o prostředí pro nastavení a zjištění dalších parametrů a stavů přístroje. Obrázek opět nastiňuje ideu, co by měla obrazovka obsahovat, nejedná se o finální dokončenou verzi.



Obr. 2.2 – Okno s Paletou prvků

Další otázkou pak bylo, jak zpracovat a kam umístit dostupné trendy. Poslední věcí jsou alarmy, které ale nejsou výrazněji odděleny, jako je tomu u jiných SCADA systémů, ale jdou nastavit přímo na proměnných. Alarmy jsou vzhledem k určení aplikace málo významné, ale v aplikacích pro použití v průmyslu poměrně důležitou součástí, z tohoto důvodů jsou zmíněny a v aplikaci zařazeny.

3 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

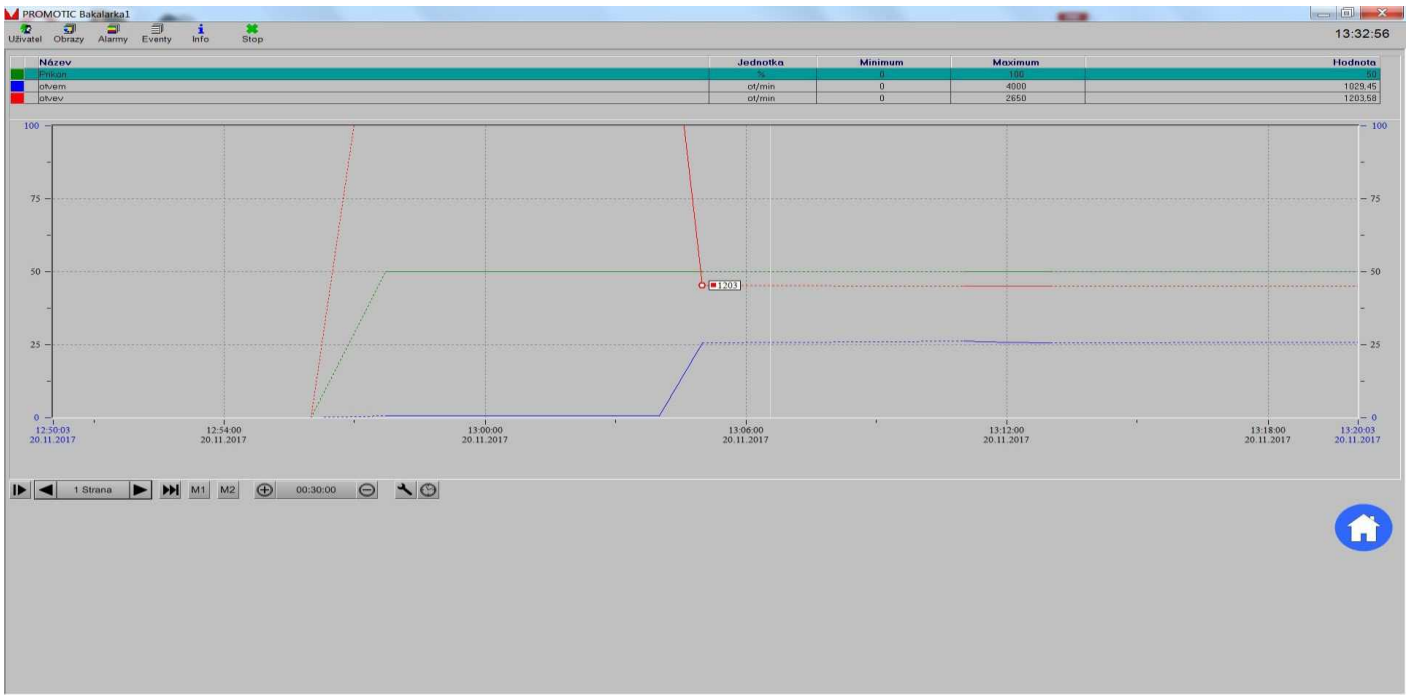
V následujících dvou oddílech jsem nezařadil podrobný popis vytvořené aplikace ve smyslu manuálu, ale spíše jsem se snažil popsat některé součásti. Obecně jsem se snažil popsat věci ve spojitosti s popsanými objekty z předchozí kapitoly a s ohledem na samotnou ideu co a jakým způsobem vizualizovat. Zaměřil jsem se i na myšlenky, které nebyly snadno realizovatelné v PROMOTICu a i možnosti jak aplikaci vylepšit a rozšířit.

3.1 Funkčnost aplikace

Aplikace je schopná z hlavního panelu navázat komunikaci se zařízením. Předpokladem pro úspěšné navázání komunikace je samozřejmě připojení zařízení k počítači s aplikací, další podmínkou je DLL knihovna ve složce s aplikací. V aplikaci lze přenastavit číslo sériového portu, na kterém je připojen pneumatický systém a lze nastavit i přenosová rychlost. Z hlavního vizualizačního panelu lze odečíst otáčky velkého a malého ventilátoru a příkon. Hlavní panel také zobrazuje barevné LED diody a stav přepínačů z předního panelu přístroje. Toto vše se děje v reálném čase, tak jak systém zasílá periodickou zprávu do počítače a aplikace tyto zprávy zpracovává.

Z hlavní obrazovky se lze přepnout do sekundární obrazovky, která je určena pro vyčtení či nastavení ostatních parametrů, se kterými systém pracuje a které lze nastavit, lze také vyslat dotaz na textový řetězec, který odpovídá znaků, co jsou na displeji panelu přístroje. Ze sekundární obrazovky se lze vrátit zpět, anebo přepnout do poslední obrazovky, která se zobrazuje trendy.

Obrazovka s trendy je v základním nastavení bez hodnot, v aplikaci je připraven jeden trend, který má přidány tři veličiny: otáčky velkého ventilátoru, otáčky malého ventilátoru a příkon. V obrazovce trendu lze v nastavení nalézt tento předpřipravený trend a přidat některou z veličin, případně i všechny. Samotná obrazovka trendu má všechny základní funkce tak, jak je SCADA systém PROMOTIC nabízí, lze přibližovat, posouvat v čase a podobně, doplněny jsou pouze detaily. Na obr. 3.1 je vidět obrazovka s trendy aplikace, nahoře jsou v tabulce zobrazované veličiny a lze přepínat svislou osu, respektive její jednotky v závislosti na zvolené veličině. Na první pohled je z obrázku patrné, že trendy nejsou příliš vhodné bez úprav pro grafickou prezentaci, ale jsou tu především pro kontrolu a potřeby operátora. Data z trendů lze vyexportovat ve formátu odpovídajícímu nastavení v objektu *PmTrend*, v mém případě tedy ve formátu dBase a PROMOTIC v základní instalaci obsahuje prohlížeč, ve kterém lze takto uložená data otevřít.



Obr. 3.1 – Trendy výsledné aplikace

Aplikace pro vizualizaci pneumatického systému byla vytvořena ve SCADA systému PROMOTIC, důvody jsou naznačeny už v části, kde jsou srovnávány tyto systémy, více jsou důvody rozepsány ve zhodnocení. Další možností pro srovnání SCADA systémů by bylo vytvořit aplikaci se stejnou, nebo obdobnou funkčností v dalších SCADA systémech, které jsou schopny komunikovat přes dané rozhraní uživatelsky definovaným protokolem a poté porovnat tyto aplikace a náročnost na jejich vytvoření.

3.2 Další možnosti aplikace

Aplikace používá ve všech grafických objektech jako skriptovací jazyk VBScipt, který je nevhodný v případě použití aplikace přes webové rozhraní. Většina internetových prohlížečů je schopna používat druhý skriptovací jazyk, který je k dispozici ve SCADA systému PROMOTIC, a to je JavaScript. Ve zkušební verzi má PROMOTIC dva webové klienty, takže by bylo možno aplikaci rozšířit právě o tuto položku, problémy mohou ale nastat v koncepci programu. Aplikace totiž využívá možnosti VB skriptu zadávat globální proměnné a bez podrobné znalosti nemohu říci, zda by šlo toto implementovat v JavaScriptu.

Do Aplikace by bylo možné doplnit další možnosti, jako je prohlížení alarmů a použití uživatelských práv, což se často používá v aplikacích pro průmyslové využití. Rozšíření je možné i v mnoha dalších směrech, jako je například vytvoření PID regulace pro otáčky ventilátorů a její zobrazování, a pro ni například databázi regulačních konstant, které by šly

pojmenovat, uložit, vyčítat a posílat pneumatickému systému. Vzhledem k možnostem SCADA systémů, lze vymyslet a realizovat opravdu mnoho rozšíření a doplnění pro takovouto aplikaci.

4 ZHODNOCENÍ

Srovnávání SCADA systémů a jejich parametrů se ukázalo komplikovanější a složitější, než by se mohlo na začátku jevit. Každý výrobce si nastavil finanční politiku a primární využití systému trochu jinak a je poměrně složité dohledat srovnatelné informace.

Základními parametry pro výběr SCADA systému v průmyslu je cena a kompatibilita s používanými zařízeními, což ušetří čas a tím pádem i peníze. Tady se systémy porovnat dají, ovšem cena software se skládá z mnoha součástek a šla by vypočítat pro konkrétní projekt, obyčejně se ale dá dohodnout cena s distributorem i individuálně, takže jednoznačný závěr učinit nelze. Každopádně přítomností zmíněné zkušební licence a celkově cenou se PROMOTIC řadí k těm nejlevnějším a nejdostupnějším na trhu.

Z pohledu vývojového pracovníka jsou požadavky na SCADA systém jiné. Oproti software typu HMI má SCADA/HMI velkou výhodu v nezávislosti na hardware, tedy alespoň částečné a obvykle je k dispozici mnohem více nástrojů k vytváření aplikace. Vývojář má také zájem na co nejjednodušším prostředí a snadné editaci. Srovnávat lze například úroveň a dostupnost dokumentace, což je pro práci v prostředí a vývoj aplikací poměrně důležité. Tady je PROMOTIC někde uprostřed, k některým dalším SCADA systémům existuje lepší a komplexnější dokumentace, ale u některých chybí téměř úplně. Výhodou PROMOTICU je dále otevřenost, která umožňuje například v mé aplikaci využitý způsob komunikace pomocí vlastní DLL knihovny, na druhou stranu to ale komplikuje samotný vývoj aplikace. Celkově lze říci, že téměř všechny SCADA systémy mají možnost komunikovat s nejrozšířenějšími systémy a přístroji na trhu. Nejčastěji to bývají PLC, kde většinu světových výrobců podporují všechny srovnávané SCADA.

Jak už bylo zmíněno, pro vizualizaci pneumatického systému byl využit systém PROMOTIC, ten byl vybrán už od začátku a je součástí zadání, ale bylo zvažováno vytvořit paralelně i další aplikaci v některém z jiných SCADA systémů. Důvodů pro výběr tohoto SCADA systému bylo více. Prvním z důvodů je už samotná licence, kde PROMOTIC nabízí zkušební licence *PmRtFree*, které obsahují licenci na vývojové prostředí do deseti obrazů a 100 proměnných, dvě webové licence *PmWebClient* a licence komunikační včetně komunikace s externí DLL knihovnou, která byla využita v mé aplikaci. Dále pak licece obsahuje runtime licenci, která je ale omezena dobou běhu aplikace. Licence je zdarma a není třeba žádné registrace. Dalším důvodem vybrání PROMOTICu je už mnohokrát zmíněná možnost komunikace pomocí DLL knihovny, přičemž tuto, nebo podobnou možnost

neobsahuje každý SCADA systém. Důvod byl i to, že software je českého původu, podporuje češtinu a lze se s ním v českém průmyslu, ale i na školách setkat.

Při srovnání grafických možností aplikace a celkově vzhledu, je PROMOTIC poměrně jednoduchý a když pominu možnosti vytvoření a použití vlastních grafických prvků a obrázků, poměrně strohý. Spousta konkurenčních systémů nabízí na první pohled líbivější prostředí a více různých grafických prvků, to ale u aplikací zaměřených hlavně na funkčnost nevadí.

Použití skriptovacího jazyka v PROMOTICu je poměrně elegantní. Skripty lze psát do různých objektů včetně kořenového objektu, který se dá pak minimálně ve VBScriptu využít pro definici globálních proměnných. Napsat skript lze do mnoha událostí navázaných na grafické objekty a pomoci dokáže jakýsi průvodce skriptů, který lze nejlépe využít při adresování a nastavování PROMOTIC objektů. Nevýhodu lze spatřit v jakési nepřehlednosti celé aplikace, která se už z principu dělí na dvě části, které zobrazují dva různé editory. Kód aplikace se pak může tříštit nejen mezi jednotlivé objekty, ale i mezi tyto dvě prostředí a zorientovat se v takto napsané aplikaci, respektive v jejích skriptech je velice obtížné a časově náročné. Stejně tak provázání objektů může být jak z grafiky do objektů editoru aplikace i obráceně. Z těchto důvodů je vhodné si rozmyslet co nejlogičtější přístup ke psaní aplikace a zvážit koncentraci do co nejmenšího počtu skriptů. Toto jsem zjišťoval až v průběhu práce, proto moje aplikace není zářným příkladem této filozofie.

V editoru aplikace PROMOTIC poskytne velice jednoduché a přehledné prostředí pro vytváření objektů. Přidávání je intuitivní a ke každému objektu je popis. Objekty lze třídit do složek a uzavírat jednotlivé větve stromové hierarchie, což hodnotím kladně. Objekty mají k dispozici nápovědu a mají záložky, které jsou u všech objektů, které tu konkrétní záložku mají, stejné. Celkově je prostředí editoru aplikace strohé, ale přehledné a to mi vyhovovalo. Editor grafických obrazů je sice také strohý, ale zde je už několik věcí, které mi působily potíže. Editor grafických obrazů rozlišuje dva druhy aktivních objektů, zaprvé ten, na který ukazuje uživatel ukazatelem myši a zadruhé objekt, na který naposled kliknul, některé akce se pak vztahují k jednomu a jiné akce k druhému. Ve výsledku musí být uživatel velice ostražitý, obzvlášť při mazání. Druhou věcí je integrace prvků do panelu, čímž se stanou podprvky tohoto panelu. Lze nastavit, jestli po kliknutí na panel bude vybrán vždy pouze panel samotný anebo přímo podprvek na který uživatel klikne. Toto vede k dalším problémům, které komplikují editaci objektů v panelu a je více než prozíravé si prvky logicky a na první pohled rozlišitelně pojmenovávat. Celkový dojem z editoru grafických obrazů mám takový, že je vhodné se s ním podrobněji seznámit a že je jednodušší aplikaci vytvářet, než upravovat.

ZÁVĚR

Srovnání SCADA/HMI systémů dostupných na českém trhu nemá jednoznačného vítěze, nebo pořadí: Konkrétnější výsledky by přinesl podrobnější průzkum a minimálně jedna aplikace vytvořená ve všech SCADA systémech. Otázka nejvhodnějšího systému ale stejně vždy bude záviset na rozsáhlosti aplikace a financích, nelze ale ani opomenout hardware, nad kterým bude aplikace fungovat. Ve srovnání jsem se snažil psát, na jaké další parametry je vhodné se dívat při výběru. Některé SCADA systémy jsou primárně určeny na poměrně konkrétní aplikace anebo na snadné použití s určitým hardware, což je například WinCC a jeho spolupráce s produkty koncernu SIEMENS, nebo Control Web a jeho použití v souvislosti s monitoringem. Dále jsem také naznačil, že na trhu je mnoho dalšího software, který je často vztažen jen k jednomu výrobci hardware, nejčastěji jsou to dotykové panely. Tyto HMI jsou pak v jednodušších aplikacích konkurencí klasickým SCADA/HMI systémům. Celkově považuji SCADA systémy za rozvíjející se odvětví a počítám s tím, že se budou rozšiřovat do dalších míst a oblastí, například v souvislosti čím dal častějšími debatami ohledně čtvrté průmyslové revoluce a nahrazováním lidské pracovní síly roboty. V takovýchto robotizovaných linkách pak bude třeba nadřízeného systému pro sběr dat a dohled a přesně pro tyto účely jsou SCADA systémy navrženy.

Ve vlastní aplikaci jsem narazil na několik problémů, které byly spojeny nejčastěji spojeny s výběrem vlastní komunikace, kde bylo třeba řešit například kompatibilitu operačních systémů. Během práce jsem se také naučil přistupovat k aplikaci jako celku, kde je třeba znalostí programování, důležitá byla ale i práce s grafickou částí a v průmyslové aplikaci i nutnost vcítit se do role operátora a v aplikaci ošetřit k čemu všemu a kde bude přístup, které prvky budou využívány nejčastěji a které by měly být k dispozici až například po přihlášení.

POUŽITÁ LITERATURA

BALÁTĚ, Jaroslav. 2004. *Automatické řízení*. 2., přeprac. vyd. Praha: BEN, ISBN 9788073001483.

B&R: Perfection in Automation. 2017. [online]. B&R, [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: https://www.br-automation.com

COPA-DATA. 2017. *HMI/SCADA software zenon*. [online]. Ing. Punzenberger COPA-DATA, [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: https://www.copadata.com/en/

CORAL. 2017. *Řešení pro komunikaci, monitorování a řízení technologií.* [online]. CORAL s.r.o.,[cit. 2017-11-26]. Dostupné z: https://www.br-automation.com

INDUCTIVE AUTOMATON. 2017. *What is SCADA* [online]. © 2017 Inductive Automation, [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: https://inductiveautomation.com/what-is-scada

JORK SHOP. 2015. *Jork spol. s.r.o.* [online]. © Keloc NET, spol. s r.o., [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: http://www.jork.shop/kategorie/automatizacni-systemy/ridici-system-simatic-s7-1200/software/

KRUTZ, Ronald L. 2006. *Securing SCADA systems*. Indianapolis, IN: Wiley Pub., ISBN 978-0764597879.

MORAVSKÉ PŘÍSTROJE. 2017. *Moravské Přístroje*. [online]. Masarykova 1148, Zlín-Malenovice, 76302: Moravské přístroje, [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: http://www.mii.cz

PANTEK. 2017. *Software pro moderní průmyslový svět* [online]. Pantek (CS), [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: http://www.pantek.cz

PROMOTIC. 2017. *SCADA visualisation software* [online]. MICROSYS spol. s.r.o., [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: https://www.promotic.eu/cz/

REILIANCE. 2017. *Industrial SCADA/HMI systém* [online]. GEOVAP s.r.o., [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: https://www.reliance.cz/cs/main

Serial communication between WinCC and any serial interface. 2017. [online]. © Siemens AG, 1996 – 2017, [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: https://support.industry.siemens.com/tf/ww/en/posts/serial-communication-between-wincc-and-any-serial-interface/9222/?page=0&pageSize=10

SIEMENS. 2017. Simatic WinCC. [online]. © Siemens AG, 1996 – 2017, [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: http://w3.siemens.com/mcms/automation-software/en/tia-portal-software/wincc-tia-portal/Pages/default.aspx

SLÁDEK, Otto. 2011. Přehled trhu softwaru SCADA. *AUTOMA: časopis pro automatizační techniku*. 6(2011), 16-19. [online] [cit. 2017-12-12]. Dostupné z: http://www.automa.cz/Aton/FileRepository/pdf_articles/43729.pdf

WIKIPEDIA. 2017. *SCADA* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, [cit. 2017-11-26]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/SCADA

PŘÍLOHY

A – CD

Příloha k bakalářské práci

Vizualizace pneumatické soustavy

Jiří Tůma

CD

Obsah

1 Text bakalářské ve formátu PDF
2 Úplný zdrojový kód aplikace vytvořené v prostředí