

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

## PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ PRO POČÍTAČOVOU PODPORU MĚŘENÍ

PROGRAM EQUIPMNET FOR COMPUTER SUPPORT OF MEASUREMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

JAKUB KRONTORÁD

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. FRANTIŠEK VDOLEČEK, CSc

BRNO 2008



## **ZADÁNÍ ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**



# LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

## 1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Jakub Krontorád

Bytem: Spodní 6, Brno 625 00

Narozen/a (datum a místo): 18.6.1985, Brno-město

(dále jen „autor“)

a

## 2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta strojního inženýrství

se sídlem Technická 2896/2, 616 69 Brno

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

.....

(dále jen „nabyvatel“)

## Čl. 1

### Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
  - ☐ diplomová práce
  - ☐ bakalářská práce
  - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako .....
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: Programové vybavení pro počítačovou podporu měření

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. František Vdoleček, CSc

Ústav: Aplikované informatiky a řízení

Datum obhajoby VŠKP: \_\_\_\_\_

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v \* :

- ☐ tištěné formě                      –              počet exemplářů .....
- ☐ elektronické formě                      –              počet exemplářů .....

---

\*                      hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

## **Článek 2**

### **Udělení licenčního oprávnění**

- [1] Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
- [2] Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
- [3] Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
  - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
  - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
  - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
  - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
  - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
- [4] Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/ 1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

## **Článek 3**

### **Závěrečná ustanovení**

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: .....

doc. RNDr. Ing. Miloš Šeda, Ph.D.  
Nabyvatel

Krontorád Jakub  
Autor

## ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá programovým vybavením, které umožní počítačovou podporu měření. Řeší softwarovou podporu měření jako jednu z variant automatizace měření a zpracování dat a informací. Podrobněji analyzuje vybrané významnější programy, rozšířené v technické praxi a stručně seznamuje s některými dalšími možnostmi, dostupné na našem trhu.

V závěru se pokouší shrnout základní výhody a přínosy měření pomocí počítače a srovnání základních nároků vybraných programů na hardware i obsluhu.

## ABSTRACT

This Bachelor thesis is concerned with the program equipment for computer support of measurement. It treats of the software support of measurement as one of the useful methods of the automatization of measurement and also discusses the date computing as same as the information processing. The Bachelor thesis labours some chosen and more important programs used for the engineering practice and mentions some others opportunities of measurement which are possible and available.

At the close of this work there is summary of advantages of computer measurements and you can also find there a comparison of some programs depending on demands on hardware and application.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Měření, software, hardware, podpora, informace.

## KEYWORDS

Measurement, software, hardware, equipment, date.



**OBSAH:**

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Zadání závěrečné práce</b>                                       | <b>3</b>  |
| <b>Licenční smlouva</b>                                             | <b>5</b>  |
| <b>Abstrakt</b>                                                     | <b>7</b>  |
| <b>1 Proč měřit pomocí počítače?</b>                                | <b>11</b> |
| 1.1 Některé podmínky měření                                         | 11        |
| 1.2 Výhody použití PC                                               | 11        |
| <b>2 LabView</b>                                                    | <b>13</b> |
| 2.1 LabView jako programovací jazyk                                 | 13        |
| 2.2 Import-export knihoven                                          | 14        |
| 2.3 LabView pro průmysl                                             | 15        |
| 2.4 Modelování a simulace                                           | 15        |
| <b>3 ControlWeb</b>                                                 | <b>17</b> |
| 3.1 Control Panel (předchůdce Control webu)                         | 17        |
| 3.2 Control Web                                                     | 18        |
| 3.3 Novinky, které uvádí firma Moravské přístroje pro Control Web 6 | 19        |
| <b>4 TirsNET</b>                                                    | <b>21</b> |
| 4.1 TIRS 32 (předchůdce TIRS.NET)                                   | 21        |
| 4.1.1 Zpracování a vizualizace sledovaných dat                      | 21        |
| 4.1.2 Síťová a víceuživatelská architektura systému TIRS32          | 21        |
| 4.1.3 Připojení řízené a sledované technologie                      | 22        |
| 4.1.4 Získávání a zadávání hodnot mobilními telefony GSM            | 22        |
| 4.1.5 Integrace systému TIRS32 do informačních systémů podniku      | 22        |
| 4.2 TIRS.NET                                                        | 22        |
| <b>5 Ostatní software</b>                                           | <b>25</b> |
| 5.1 DEWEsoft                                                        | 25        |
| 5.2 PROMOTIC                                                        | 25        |
| 5.3 InTouch                                                         | 26        |
| 5.4 Reliance                                                        | 26        |
| 5.5 Fluke View                                                      | 27        |
| 5.6 Firemní software                                                | 27        |
| <b>6 Závěr</b>                                                      | <b>29</b> |
| <b>7 Seznam použité literatury</b>                                  | <b>31</b> |



# 1 PROČ MĚŘIT POMOCÍ POČÍTAČE?

Většina věcí běžné denní potřeby se musí vyrobit. A to vyrobit podle daného výkresu, podle přesně daných norem. Proto, aby je mohl někdo podle těchto výkresů vyrobit, je potřeba změřit. Je potřeba zjistit, jestli materiál, který nám přivezli je v požadovaných rozměrech. Musíme provést kontrolní měření po projití určité části výroby. V neposlední řadě musíme proměřit výrobek před odesláním k dalšímu zpracování či do distribuce. Je jisté, že příjemce našeho, ať už hotového či rozpracovaného výrobku, si jej při přijetí také zkontroluje a to zejména rozměry. Pokud náš produkt nevyhoví, je obvykle vrácen zpět a nám vzniká škoda.

V některých případech u měření nezáleží na metrech či centimetrech. Opačné jsou případy, a těch je asi víc, kde každý milimetr a jeho desetiny, setiny a dokonce tisíciný hrají obrovskou roli. Laikovi se to může zdát zbytečné, kontrolovat nějaké setiny milimetrů nebo dokonce nanometry. Můžeme argumentovat např. továrnou Intel Fab 28 v Izraeli (jen čtyři továrny tohoto typu na světě), která vyrábí nejmodernější počítačové čipy. V jednom procesoru se nachází až 800 miliónů tranzistorů. Jeden tranzistor o velikosti 45 nm. Pro představu, dva tisíce těchto tranzistorů za sebou, tvoří řadu tak dlouhou, jak je široký lidský vlas. V této továrně bude nejspíše hrát roli každý nanometr. Z toho plyne, že každé měření je svým způsobem specifické a každé má jiné nároky na kvalitu.

## 1.1 Některé podmínky měření

Tak např. by se měly zajistit určité podmínky okolního prostředí. Pokud si soustružník bude potřebovat něco narychlo přeměřit, nebude asi nosit „polotovár“ do odvětrávané místnosti a udržovat tam stabilní teplotu a vlhkost (obrázek 1.1). Na rozdíl od již zmiňované továrny Intel Fab 28 (obrázek 1.2), kde mají „laboratorní prostor třídy 1(class 1), což znamená, že na objem vzduchu o velikosti jedné krychlové stopy (0,028m<sup>3</sup>) nepřipadá více než jedna částice o velikosti 0,5 mikronu nebo větší. Pro srovnání – lidský vlas má tloušťku 80 mikronů. Operační sály nemocnic jsou klasifikovány jako čisté prostory třídy 10 000, což znamená, že vzduch uvnitř továrny Intel Fab je stokrát čistší než vzduch na operačním sále. Vzduch ve vnějším prostředí by například spadl do třídy 3 miliony.“[1]



Obr. 1.1 Měření na pracovišti.



*Obr. 1.2 Laboratorní prostory továrny Intel FAB 28*

Měla by se sledovat vlhkost a teplota vzduchu, tlak v místnosti, atd. Samozřejmě záleží na tom, jakou vypovídací hodnotu požadujeme, aby měření neslo.

Měření by se mělo několikrát opakovat a poté vyhodnotit. Jeho střední hodnotu, chyby (dříve), nejistoty měření (dnes). A z těchto hodnot teprve vyvozovat nějaké závěry. Samozřejmě zase záleží na tom o jaké měření se jedná. Pokud je to náš známý soustružník, který si chce jen ověřit jestli vzal správný vrták, asi to nebude měřit několikrát.

## 1.2 Výhody použití PC

V procesu měření se dá udělat spousta chyb. Jedny z nejzávažnějších a nejčastějších jsou chyby, způsobené člověkem. Např. když se Jarda špatně vyspí nebo jde do práce po náročné oslavě narozenin, pak měření může vypadat značně odlišně ode dne, kdy šéf mluví o zvýšení platů. Jde tady o lidský faktor, který se snažíme nahradit, v tomto neomylným počítačem a příslušným měřicím softwarem. Tím se dá odstranit určitá skupina chyb.

Často potřebujeme zjišťovat nějakou hodnotu v krátkých časových intervalech. Toto se děje především v automatizovaných procesech. S naměřenou hodnotou můžeme dále pracovat, přepočítávat ji podle různých vzorců, kombinovat s dalšími naměřenými hodnotami, archivovat, regulovat nějakou soustavu. Tato regulace bude tím kvalitnější, čím více se mi podaří přiblížit naměřenou hodnotu k hodnotě skutečné, kvalita také poroste se zvyšující se frekvencí měření.

Tyto výhody přináší použití PC či PLC jako měřidla a softwaru pro vyhodnocení měření. Měření se tak výrazně zrychlí, zlevní (relativní, pořizovací náklady na PC a na programové vybavení), zpřesní. Měření se může z části nebo plně automatizovat. Díky dalšímu zpracování měřící veličiny jsem schopen realizovat např. digitální PID regulátor. Simulovat různé druhy procesů. Digitalizovat celé výrobní linky. Tyto softwary mě umožňují vizualizovat např. rozvod tlakové páry po elektrárně. Jsou schopny mě upozornit na nestandardní chování, mohou být nastaveny limity při jejichž překročení se např. uzavře kohout, vypne vypínač, nabízí trendy, archivaci dat. Zjednodušuje předávání směn, jsou dostupné různé sumarizace více či méně důležitých dat.

Dnes je k dispozici celá řada softwarů, které toto umožňují. Většinou nejde o programy obsahující jen měřící resp. regulační dovednosti. Je snaha o to, aby softwary uměly co možná nejvíce. Tedy, pokud máme měřící software, umí zpravidla i regulovat a naopak. Tyto softwary se tak stávají více univerzální, jistě i oblíbenější u konečných uživatelů. Pokud totiž potřebujeme nějaký software pro regulaci, potřebujeme, aby do něj vstupovaly nějaké změřené hodnoty. A zpravidla pokud potřebujeme měřit určité veličiny, tak za nějakým účelem regulace či dalšího zpracování.

Následující kapitoly uvádějí některé zástupce těchto programových nástrojů.

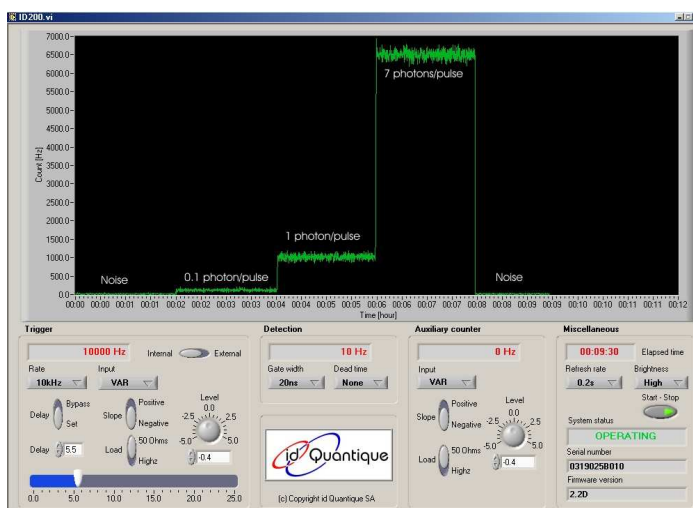
## 2 LABVIEW

Základním záměrem vývojových pracovníků firmy National Instruments, bylo dát do rukou inženýrů nástroj podobné efektivity pružnosti a síly jako je tabulkový procesor v rukou finančního manažera. Myšlenka, na níž stojí efektivita vývojového prostředí LabVIEW I daného na trh v roce 1986 pro platformu počítačů Macintosh, je jednoduchá a vznikla původně na půdě Texaské univerzity ve skupince nadšenců kolem duchovního otce tohoto systému Jeffa Kodovského. Vychází se zde z poznatku, že tím, kdo ví co měřit, jak analyzovat a jak prezentovat data, je technik, který nemusí být sám zkušeným programátorem. Své představy tedy předává programátorovi, obvykle v podobě blokového schématu. Programátor toto schéma potom převádí do syntaxe zvoleného programovacího jazyka, což je činnost poměrně zdlouhavá a náročná na přesnost a nepřináší již do procesu měření obvykle žádné další nové informace.

Cílem vývojového prostředí LabVIEW je, aby blokové schéma bylo koncovým tvarem aplikace, který se již dále nebude převádět do textové podoby. LabVIEW (Laboratory Virtual Instruments Engineering Workbench) je obecným vývojovým prostředím s bohatými knihovnami pro vytváření aplikací zaměřených do oblasti měření ve všech fázích tohoto procesu - tj. sběru, analýzy a prezentace naměřených dat. Podporuje všechny čtyři základní způsoby sběru dat do počítače (z měřicích přístrojů přes rozhraní RS 232 nebo GPIB, ze zásuvných multifunkčních karet a ze systému na bázi VXI sběrnice). Poskytuje uživateli plnohodnotný programovací jazyk se všemi odpovídajícími datovými a programovými strukturami v grafické podobě tzv. G jazyk (Graphical language). LabVIEW je tedy vývojovým prostředím na úrovni např. C jazyka, ale na rozdíl od něj není orientován textově, ale graficky. Výsledný produkt tohoto vývojového prostředí se nazývá virtuálním přístrojem (Virtual Instrument), protože svými projevy a činnostmi připomíná klasický přístroj ve své fyzické podobě.[2]

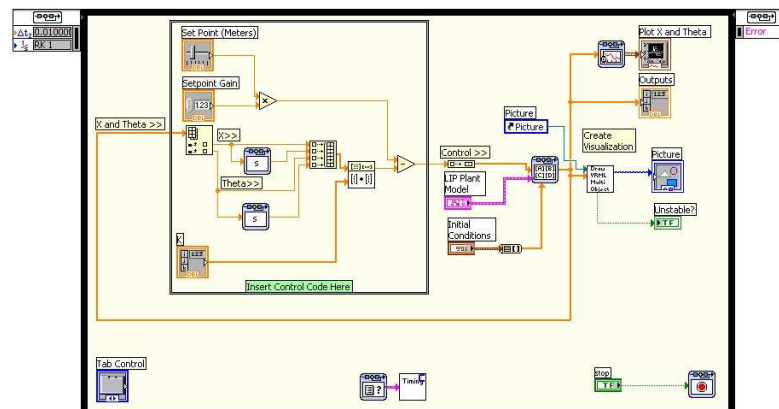
### 2.1 LabView jako programovací jazyk

V prostředí LabView se jedná o programování grafické. Pracuje se zde s virtuálními přístroji. Ty jsou reprezentovány tzv. čelním panelem, který může a většinou i připomíná čelní panel skutečného přístroje (obrázek 2.1). Na tento čelní panel se umísťují z knihoven tlačítka, LED diody, ukazatele (digitální, analogové), knoflíky, grafy, atd.



Obr. 2.1 Ukázka čelního panelu.

Ke každému přístroji dále náleží blokové schéma (obrázek 2.2). Dle tohoto schématu přístroj pracuje. Je vytvořeno ikonami reprezentujícími v koncových blocích ovládací a indikační prvky z čelního panelu. Tyto bloky mohou pracovat s daty, která pochází z různých virtuálních přístrojů, skutečných přístrojů nebo jsou zadány uživatelem. Do blokového schématu se mohou vkládat např. matematické bloky, které provádějí s námi vybranou veličinou zvolenou matematickou operaci.



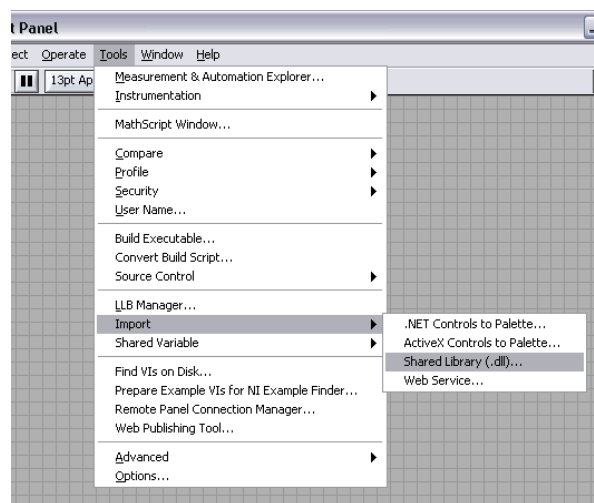
Obr. 2.2 Ukázka blokového schématu.

„Grafický programovací jazyk LabVIEW nabízí unikátní možnosti pro programování paralelních procesů a pro provoz programů v reálném čase. Už od verze LabVIEW 1.0 umožňuje paralelní zpracování několika procesů najednou. Důležitost paralelního zpracování v současnosti stoupá s rozšířením procesorů s více jádry a kontrolérů s poli FPGA.“[3] Od verze LabView 8.20 jsou dostupné i postupy známé z klasického objektového programování. Lze využít např. objekty, třídy, vlastnosti, metody, zapouzdření, dědičnost, atd.

Rychlost zpracování kódu již od verze 2, která byla používána kolem roku 1990, je závislá na grafickém kompilátoru. Ten umožňoval spouštět programy rychlostí srovnatelnou s klasickými kompilovanými jazyky. Co se týká přítomnosti, tak grafický kód je přímo kompilován do strojového kódu počítače, což samozřejmě zaručuje rychlejší zpracování než u interpretovaných jazyků.[3]

## 2.2 Import-export knihoven

LabView umí pracovat i z kódem z tradičních programovacích jazyků. Jedná se zejména o kód převedený do dynamických knihoven DLL a díky tomu importovat externí kód. Od verze 8.20 byl zaveden průvodce na importování knihoven, který celý proces výrazně zjednodušuje. Tento průvodce při práci s knihovnou DLL automatizuje vložení knihovny a sám vygeneruje sadu VI pro použití přímo v grafickém prostředí. Lze také využít možnosti importování webových služeb. Tato funkce pracuje na stejném principu jako importování knihoven. Umožňuje nám tak sdílet a využívat metody, které jsou uloženy jako webové služby. Pokud chceme naopak kód exportovat, můžeme využít průvodce na export a je mi opět vygenerována knihovna DLL. Tuto knihovnu pak můžeme využít v ostatních programovacích jazycích, jako např. C, C++, atd.



Obr. 2.3 Import knihoven dll.

## 2.3 LabView pro průmysl

Pokud se podíváme co znamená zkratka LabView - Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench tedy Laboratorní prostředí pro vývoj virtuálních přístrojů, může se leckomu zdát, že se jedná o software určený především pro výzkumné pracoviště někde do laboratoře. Ze snah na začátku celého projektu lze vyčíst jistou skromnost a touhu ovládnout automatizaci měření. S postupem času a ze stále se zvyšujícím potenciálem a výkonem osobních počítačů, se z LabView stával stále univerzálnější nástroj pro průmyslové měřicí a řídicí aplikace.

V nových verzích se objevuje tzv. sdílená proměnná. Ta umožňuje sdílení dat mezi distribuovanými systémy. Výhoda zejména pro Ethernetové sítě a pro systémy pracující v reálném čase. Ve verzi 8.20 byl představen další z modulů. A to modul pro programování dotykových displejů (Touch panel) obrázek 2.4. Tyto displeje jsou většinou obsluhovány operačním systémem Windows CE. Tento modul tedy zjednoduší vývoj kódu a ten pak lze snadno nahrát do cílového zařízení pomocí průzkumníka.[3]



Obr. 2.4 Touch panel.

## 2.4 Modelování a simulace

Verze 8.20 nabízí zrychlení vývoje algoritmů, vytváření prototypů systémů a samozřejmě i nahrání kódu do hotového zařízení.

Funkce MathScript. Je to matematická struktura, která mírně vybočuje z grafického pojetí LabView. Zapisujete pomocí textu matematické algoritmy. MathScript také umožňuje vkládat skripty m-souborů vytvořené v jiném matematických prostředích, např. Maple, Matlab, do svých aplikací a zde se už graficky propojí se vstupy a výstupy.

Když se podíváme na možnost práce v reálném čase, tak ve verzi 8.20 byla zvýšena rychlost simulačního procesu a to více než desetkrát, což otevírá možnosti pro použití LabView pro komerční řídicí systémy. V této verzi byla také poprvé představena konektivita mezi Modulem pro simulaci a Modulem Microprocessor SDK (dříve LabView Embedded), která umožňuje implementovat řídicí systémy na libovolném 32bitovém procesoru.

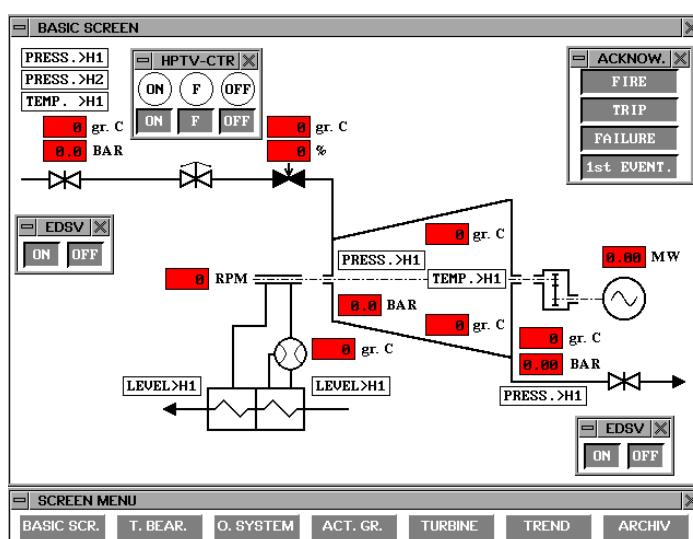
Díky sadě nástrojů Modulation Toolkit, mohou uživatelé sami navrhovat, velice snadno a rychle, vlastní komunikační protokoly. Tato sada nástrojů obsahuje komponenty pro kódování zdroje, kódování kanálu a modulaci. Lze díky tomuto simulovat stávající komunikační protokoly. Grafický jazyk LabView sám přirozeně reprezentuje tok signálů komunikačního vysílače prostřednictvím různých kroků v kódování a modulaci signálů, což umožňuje intuitivní prezentaci systému.



### 3 CONTROL WEB

#### 3.1 Control Panel (předchůdce Control webu)

Pokud se podíváme na historii Control webu, tak bychom nejdříve měli zmínit kdy vznikl. Je to více než patnáct let, kdy firma Moravské přístroje začala s vývojem programu zvaného Control panel. Je to předchůdce dnešního Control webu. Tato firma se na počátku devadesátých let snažila zaplnit mezeru na trhu, kterou se nepodařilo vyplnit tradičním produktům SCADA programům (Supervisory Control and Data Acquisition). Počítače standardu PC (osobní počítače), nabízely dostatečný výkon, spolehlivost a byly relativně cenově dostupné, nicméně programové vybavení o něco zaostávalo. Firma Moravské přístroje začala pracovat na produktu, který bude kromě sběru a vizualizací dat nabízet, mimo jiné, řízení strojů v reálném čase, zpracování dat v počítačových sítích, komplexní aplikace v oblasti simulace a modelování. Vznikl tedy produkt z názvem Control Panel. Na svou dobu velice progresivní programový nástroj, jehož komponentová a objektově orientovaná koncepce se do dnešní doby ukazuje jako velmi moudrý tah.



Obr. 3.1 Obrazovka aplikace v prostředí systému Control Panel

V době vzniku Control Panelu zde vládl operační systém DOS se svou nadstavbou Windows 3.1. Ale ani tato nadstavba nepředstavovala, pro trvalý běh řídicích aplikací v reálném čase, zrovna ideální operační systém. Proto byl vyvinut speciálně pro Control Panel vlastní operační systém, který pracoval v chráněném módu procesorů 286 a vyšších. Tento systém vynikal velmi kvalitním grafickým a uživatelským rozhraním. Byl, na tehdejší dobu, velice výkonný a vyjímá se svou stabilitou. Aplikace v tomto prostředí běžně pracovaly několik let bez odstávky na různých pracovištích s nepřetržitým provozem.

Struktura tohoto programu a principy s jakými se tvoří aplikace byly přelomové. Neexistovala žádná pevná programová smyčka periodicky obnovující data v poli tagů. Další přínos tohoto systému byla přítomnost volně definovatelných datových elementů a tzv. virtuálních přístrojů, které pracují právě s datovými elementy. Struktura aplikačního programu je tak tvořena obecným stromem instancí virtuálních přístrojů, které jsou navzájem propojeny do struktury časování a toku událostí a do stromů viditelnosti. Datové elementy pak získávají data z periferních zařízení. K této komunikaci dochází prostřednictvím ovladačů. Při vývoji aplikace je definována struktura instancí všech těchto typů komponent a jejich vzájemných vazeb. Control Panel, tedy pouze ze všech aktuálně přítomných knihoven, dokázal propojit instance komponent do podoby aplikačního programu. Control panel byl tak nesrovnatelně mocnější než tehdy používané SCADA programy a sloužil všude tam, kde možnosti běžných systémů nedosahovaly takové úrovně.[4]

Jakmile však přišly Windows NT, situace se změnila. Ukázalo se, že tento operační systém je již dobře použitelný pro trvalejší běh aplikací a tím pádem se hodí i do průmyslových odvětví. Tímto

byl zpečetěn osud systému Control Panel. Jeho (v té době nejaktuálnější a i poslední) verze 3.1 byla převedena pod operační systém Windows a získala název Control Web 3.1

### 3.2 Control Web

První verze Control Webu, jak jsme se již dočetli, nesla označení Control Web 3.1. Byla to více či méně pouze replika verze Control Panelu 3.1 jenže pro Windows NT.

Dalším krokem byl Control Web 4 nebo také jeho výroční pojmenování Control Web 2000. Jeho kvality, mimo jiné, určitě dokazuje i to, že po několika letech prodeje Control Web 5, mnoho zákazníků stále využívá, kupuje a žádá Control Web 2000. V této verzi jsme se dočkali implementace rozhraní podle standardů OPC, ODBC, SQL, ActiveX, možnosti přímé komunikace virtuálních přístrojů v počítačových sítích. Za největší pokrok bych považoval přidání komponenty http serveru.

Vyždvihnutí na verzi 2000, si také zaslouží možnost běhu Control Webu na operačních systémech Windows CE (operační systém pro mobilní zařízení, PDA, mobilní telefon, průmyslové řídicí systémy, atd.). Vede to dozajista k obrovské výhodě, a to, mít svůj vlastní program v Control Webu třeba v PDA. Aplikace mohou snadno vyvíjet a ladit na klasickém stolním PC a poté mi stačí vygenerovat runtime pro různé zařízení s procesory pracující s operačním systémem Windows CE.[4]

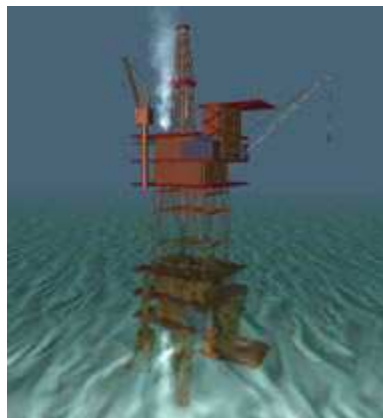


Obr 3.2 WWW prohlížeč zobrazující stránku generovanou HTTP serverem systému ControlWeb prostřednictvím rozhraní GPRS.

Nejrozsáhlejší změny v historii vývoje Control Webu jsme se pravděpodobně dočkali ve verzi Control Web5. A to vytváření redundantních aplikací, bez nutnosti nákladného serverového systému, pouze propojením v jedné počítačové síti. Byly zavedeny tzv. Datové sekce, které v sobě uchovávají množinu datových elementů a výrazně tím zjednodušují sdílení, zálohování v síťovém prostředí.

Co se týká vizualizačních schopností Control Webu, ten zaznamenal asi nejviditelnější změny. Do verze 5. byl implementován trojrozměrný vykreslovací systém, který běží na principu klient-server. Tento vykreslovací systém je schopen v reálném čase vykreslit i velmi složité scény, s mnoha efekty, stíny a to téměř ve fotorealistické kvalitě. Vykreslovací server běží ve vlastním threadu. Dokáže využít nejnovějších technologií v grafice a to včetně shaderů, běžících v procesorech grafických karet. Pokud však nemáme v aplikaci žádný 3D virtuální přístroj, nic z vykreslovacího systému není zavedeno do paměti procesoru. 3D vykreslovací systém tedy není překážkou v použití malých embedded systémů,

které nejsou vybaveny 3D grafikou. Tento 3D systém především zvyšuje přehlednost a působivost vizualizace naší aplikace.[4]



*Obr. 3.3 Obraz vytvořený 3D vykreslovacím systémem.*

Připravovaná verze Control Web 6 se zaměřuje svým vylepšením především na vývoj aplikací. Snaží se tento vývoj ještě více zjednodušit, zpřehlednit a k tomu často stačí jen maličkosti.

### **3.3 Novinky, které uvádí firma Moravské přístroje pro Control Web 6.[5]**

1. **Aplikační knihovny** – V programech, které řeší podobnou problematiku se často opakují určité části. Pokud se nám podaří opakovat se část vytvořit natolik obecně, můžeme vygenerovat tuto část do souboru s příponou CWL. Pak již kdykoliv vložíme vygenerovanou knihovnu do našeho projektu a ušetříme tím spoustu práce. Tyto knihovny také usnadňují spolupráci týmu na jednom projektu.
2. **Předlohy virtuálních přístrojů** – Zde jsou přínosem možnosti objektového programování tak, jak je známe z klasických programovacích jazyků. Zejména pak dědičnost, pokud máme v aplikaci mnoho virtuálních přístrojů s podobnými vlastnostmi, vytvoříme jakousi předlohu přístroje, kde definujeme tyto společné vlastnosti. Další přístroje již mohou dědit z této předlohy veškeré vlastnosti. Předloha může obsahovat i procedury, pomocí kterých může modifikovat chování virtuálních přístrojů svých potomků. Pokud bychom chtěli změnit chování dědiců, stačí nám provést změnu na jednom místě (v předloze). Ušetříme tak čas, zkrátíme a zpřehledníme zdrojový text aplikace.
3. **Nástroje pro ladění aplikací** – Jsme schopni sledovat všechny datové proměnné, mechanismy časování, aktivitu virtuálních přístrojů, vstupních a výstupních zařízení. Je nám umožněno aplikaci pozastavit a opětovně spustit. Máme tak možnost najít chybu snadněji než doposud, proniknout hluboko do fungování mechanismů aplikačních programů.
4. **Funkce Undo/Redo v grafickém vývojovém prostředí** – Tato funkce je již dlouhou dobu v textovém módu. Jedná se o klasickou funkci zpět/vpřed. Ve verzi 6 je tato funkce dostupná i v grafickém vývojovém prostředí. Systém si ve vyrovnávací paměti udržuje 250 naposledy provedených akcí. Pokud se nám náhodou stane, že si pohneme nějakou komponentou, změníme omylem její vlastnosti, či ji dokonce smažeme, stačí jednoduše stisknout tlačítko Undo.
5. **Přístroje pro statické řízení výrobních procesů** – Díky této novince se nám podaří udržovat kvalitu výrobního procesu. Tento nástroj nám umožní řízení jakosti, odahluje odchylky procesu od stanovené úrovně. Jsou zde k dispozici dva virtuální přístroje. Přístroj SPCM a přístroj Pareto. Přístroj SPCM nám slouží pro zobrazování Shewhartových regulačních diagramů pro regulaci měření. Přístroj Pareto zobrazuje Paretův diagram, znázorňující četnost výskytu sledovaných vad. Tento diagram je postaven na základě Paretovy analýzy, která se používá pro vyhledávání nejpodstatnějších problémů výrobního procesu, které jsou způsobeny životně důležitou menšinou příčin.
6. **Sada virtuálních přístrojů obecných prvků** – Tato sada přináší spíše maličkosti, jako jsou např. hodiny, číselná klávesnice a další. Tyto prvky stačí jednoduše přetáhnout pomocí myši z palety.



## 4 TIRS.NET

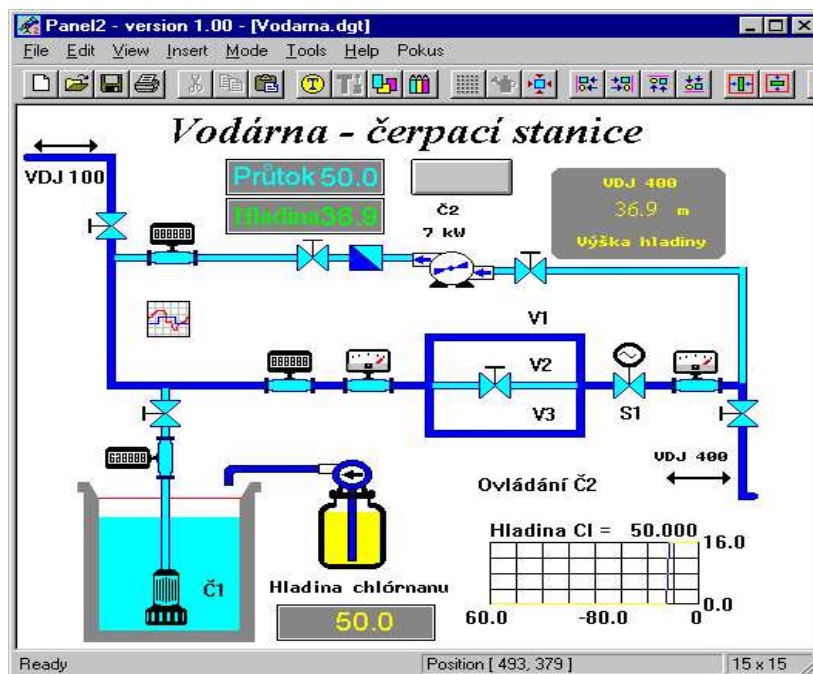
### 4.1 TIRS 32 (předchůdce TIRS.NET)

TIRS32 je programový systém kategorie SCADA/HMI pro tvorbu i provozování informačních a řídicích systémů. Je určen pro hierarchicky členěná dispečerská pracoviště, řídicí a monitorující jak lokální systémy různých technologií (kotelny, klimatizace, výrobní průmyslové linky, čistírny odpadních vod, laboratoře), tak i distribuované systémy a technologické sítě (energetika, plynárenství, teplárenství, doprava, vodohospodářství, meteorologie, životní prostředí). Jeho velkou předností je modulárnost, otevřenost a snadná možnost integrace do nadřazených informačních systémů podniku, které mohou pracovat v OS Windows, DOS i UNIX.[6]

#### 4.1.1 Zpracování a vizualizace sledovaných dat

Data čtená z technologie lze matematicky upravovat, zpracovávat v modulech vytvořených uživatelem a zapisovat do souborů historických dat v libovolném standardizovaném databázovém formátu. Je zde tedy možnost archivace dat. Systém automaticky vytváří provozní deník zásahů obsluhy, vzniku a ukončení poruch a jiných událostí v systému. Pro vizualizaci a ovládání technologie v reálném čase slouží za chodu editovatelné vizualizační panely se širokou paletou vizualizačních přístrojů. Atributy platnosti dat, limit, času přenosu a dalších parametrů U každé proměnné je možné kromě aktuální hodnoty pracovat s limitami, hysterezí, časem přenosu, minulou hodnotou a hlavně s příznakem platnosti dat. Neplatná data se automaticky označí – např. při vizualizaci přeškrtnutím.

Protože systém TIRS32 nečiní rozdíl mezi vývojovou a uživatelskou verzí, umožňuje provádět připojení technologie, editaci projektu aplikace, technologických schémát a dalších modulů za chodu systému. Tato vlastnost dovoluje provádět změny aplikací oprávněnou osobou na pracovišti zákazníka. Servis aplikací lze provádět i na dálku po telefonu z pracoviště tvůrce aplikace. Neprovádí se žádné překlady a sestavování aplikace softwarovým odborníkem.



Obr. 4.1 Ukázka programu TRIS 32.

#### 4.1.2 Síťová a víceuživatelská architektura systému TIRS32

Klientské moduly systému se mohou za chodu libovolně připojovat a odpojovat k serveru systému TIRS. Připojení je možné na stejném PC nebo na jiném PC připojeném lokální sítí, sériovou linkou, po telefonu nebo přes síť Internet. Pro komunikaci se používá protokol TCP/IP, pro spojení

mezi Windows úlohami metody OLE.

V síti Internet lze provádět zobrazení aktuálních dat, grafů historických trendů a práci s databázemi. Tato technologie je vhodná pro rozsáhlé podnikové systémy, protože údržba obrazovek a formulářů probíhá pouze na HTML serveru.

#### 4.1.3 Připojení řízené a sledované technologie

Systém TIRS32 umožňuje současně připojit na jeden dispečink více různých typů PLC automatů a druhů technologií. Připojení může být provedeno přes sériové rozhraní RS232/485/422, modemy, radiomodemy, I/O karty v PC, karty pro řízení technologických sítí, soubory dat na disku, síť Ethernet atd.. Systém TIRS32 obsahuje více než 30 různých komunikačních modulů (konektorů). Nové konektory si může vytvořit sám uživatel pomocí programovacích nástrojů.

#### 4.1.4 Získávání a zadávání hodnot mobilními telefony GSM

Přes HTML server je možné zadávat a číst aktuální data řízené technologie. Dále je možné na GSM telefony zasílat poruchová hlášení, jak se to doposud provádělo na dražší pagery. Tyto služby ocení servisní pracovníci a stálé služby. Integrace i samostatné použití GIS (geografických informačních systémů). Pro aplikace na rozsáhlých územích, zobrazení inženýrských sítí, zobrazení jednotlivých prvků soustavy apod., umí systém TIRS32 integrovat prvky GIS, databázové informace o objektech a aktuální hodnoty objektů. Grafická data mohou být ve vektorovém tvaru (formát Microstation) i rastrovém tvaru (fotografie). Modul GIS lze použít i samostatně.

#### 4.1.5 Integrace systému TIRS32 do informačních systémů podniku

Systém TIRS32 umožňuje integraci do IS podniku pro řízení výroby, skladů, jakosti, expedice a dalších. Vazbou mezi těmito moduly a systémem TIRS lze zajistit parametrování procesních (výrobních) automatů podle požadavků subsystému Řízení výroby a naopak informace o průběhu výroby a naměřených veličinách předávat zpět IS podniku. Sledování parametrů výroby je základní podmínkou pro získání a udržení certifikátů norem jakosti řady ISO 9000.

Využití všech výhod OS systému Windows NT a Windows 95

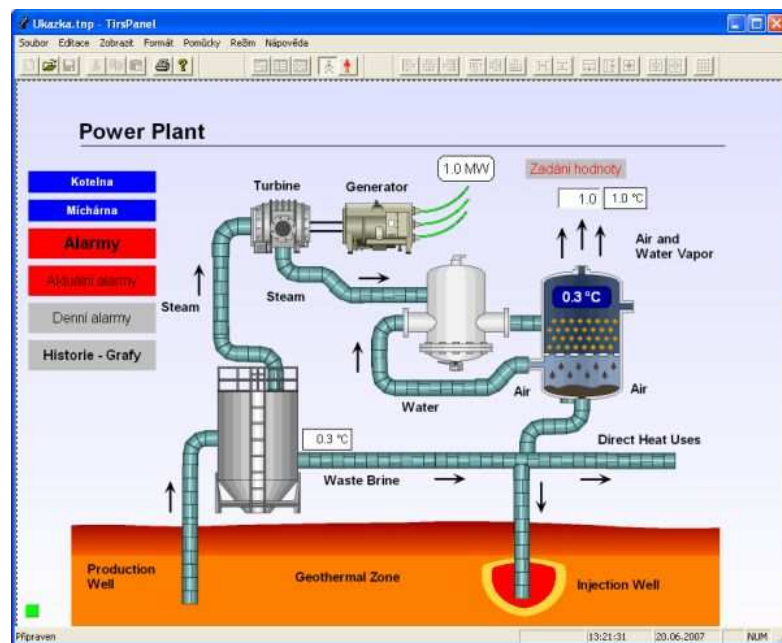
Systém TIRS32 je postaven na 32-bitovém OS Windows a využívá všech jeho předností v oblasti grafiky, multimédií, uživatelského intuitivního ovládání a komunikačních funkcí.

## 4.2 TIRS.NET

Systém TIRS.NET vychází ze svých předchůdců TRIS 32 a TIRSWeb. Tento produkt získal ocenění **Microsoft Industry Awards 2004** – za využití moderních technologií Microsoft, technologickou inovaci a excelenci.

Podívejme se v čem jsou hlavní přednosti tohoto systému:

Firma Coral uvádí jako jednu z hlavních předností, že aplikace nevznikají programováním, ale konfigurací s využitím do systému zabudovaných nástrojů. Systém TIRS.NET také nemá oddělenou vývojovou a uživatelskou verzi. Uživatel má díky tomu možnost, sám provádět opravy a úpravy v běžící dispečerské aplikaci. Jádro systému běží nezávisle na připojených klientech i bez přihlášeného uživatele, což zajišťuje restart aplikace např. při déletrvajícím výpadku síťového napájení. Je zde umožněna obousměrná a současná komunikace s mnoha různými technologiemi (např. Promos, Koyo, Siemens...)



Obr. 4.2 Ukázka aplikace v systému TIRS.NET.



## 5 OSTATNÍ SOFTWARE

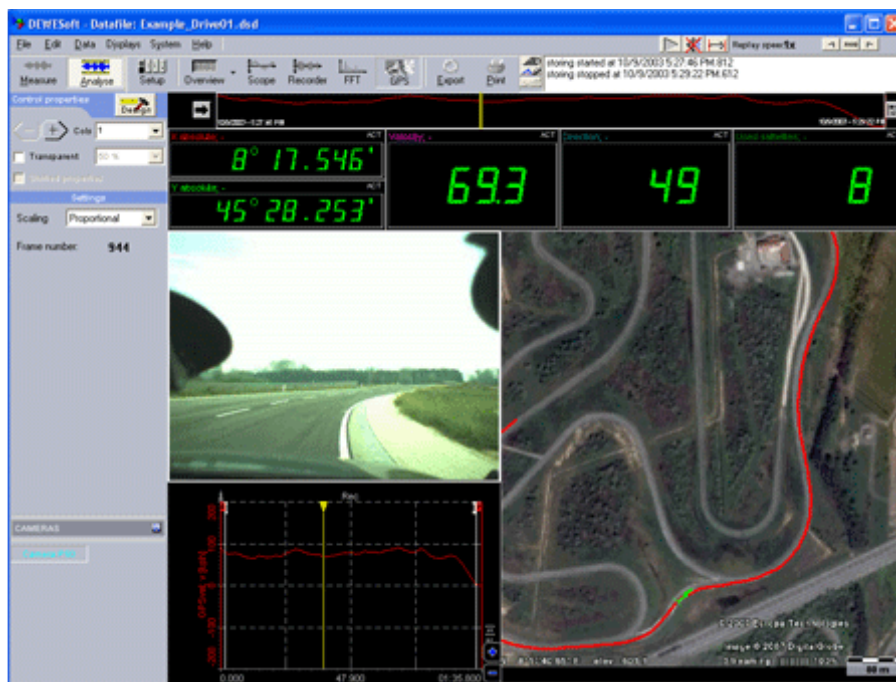
Doposud byly uváděny jedny z nejrozšířenějších programových nástrojů pro podporu měření. Samozřejmě že je jich celá řada. Ať už software od začínajících firem snažících se jím proniknout na trh, nebo programy od renomovaných výrobců u kterých není vývoj softwaru na prvním místě. Existuje ale i celá řada tzv. firemního softwaru. Pár příkladů za všechny. DEWEsoft od firmy DEWETRON, PROMOTIC od firmy Microsys, InTouch od firmy Wonderware, Reliance od firmy Teco, FlukeView Forms od firmy Fluke,

### 5.1. DEWEsoft

Aktuální verze je DEWEsoft 6.4. Podle výrobce nejvíce změn se událo u modulu DSA (dynamický analyzátor signálu) a u NET aplikací.

Pro DSA je doplněno několik funkcí, různé digitální filtry, měření hladiny hluku, měření vybraní lidského těla, atd. U NET aplikací je to rozdělení na server (měřící jednotka) x klient (PC zobrazující měřená data). Kde je možno spojení 1:1 (jeden server, jeden klient), x:1 (více serverů, jeden klient – pro mnohokanálový sběr dat), 1:x (jeden server, více klientů – pro pracovní skupiny).

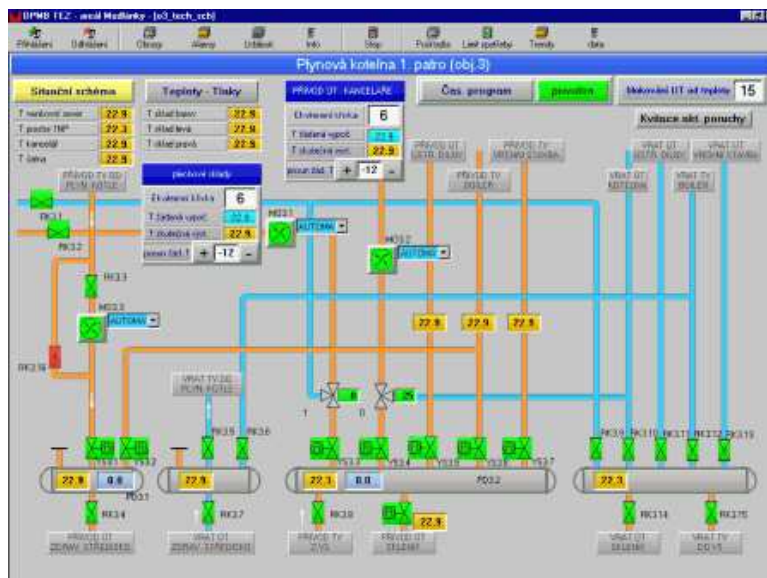
Tento software je hojně využíván v automobilovém průmyslu. [7]



Obr. 5.1 Ukázka aplikace v programu DEWEsoft.

### 5.2 PROMOTIC

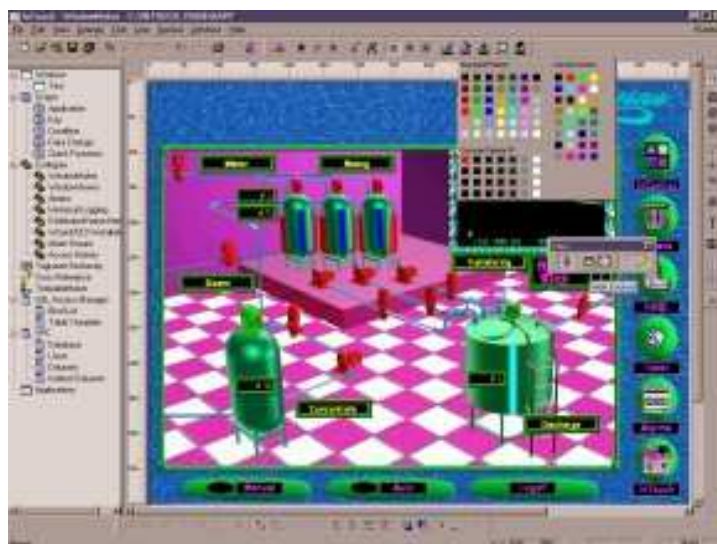
Jedná se o další velmi univerzální software pro tvorbu jednoduchých i rozsáhlých vizualizačních a řídicích systémů. Nabízí všechny standardní prvky, které by měly takový systém obsahovat. Zpracování trendů, nastavování alarmů, podporuje komunikaci přes http protokol, a tím i správu přes webové rozhraní, podporuje různé typy databázových výstupů, jako SQL, ODBC, DAO, komunikační ovladače pro přístup k PLC a mnoho dalších.[8]



Obr. 5.2 Ukázka aplikace v programu PROMOTIC.

### 5.3 InTouch

Jak uvádí sám výrobce, „InTouch je 32bitový objektově orientovaný grafický software pro vytváření aplikací typu HMI (Human-Machine interface, tj. rozhraní člověk-stroj) pro supervizní sledování a řízení procesů v oblasti průmyslové automatizace pracující pod operačními systémy Microsoft Windows“. Tyto aplikace jsou tak určeny pro řízení procesů, sledování výroby, sběr procesních dat, řízení dávkových procesů a poskytování dat do sítě Internet. Pro zajímavost, tento software byl vybrán, aby pomohl razit tunel pod kanálem LaManche a nyní v něm monitoruje provoz.[9]



Obr. 5.3 Ukázka aplikace v programu InTouch.

### 5.4 Reliance

Další z velké rodiny SCADA/HMI systémů. Software se snaží minimalizovat výpadky technologie včasným varováním obsluhy. Spolehlivost aplikací je zvýšena redundancí datových toků, umožňuje přístup k technologickým datům přes Internet, případně přes GSM-SMS. Dále máme možnost získávat reporty pomocí e-mailů.[10]

### 5.5 FlukeView

Tento software je určen pro sběr naměřených dat z různých druhů multimetrů, termometrů, ale pouze od firmy Fluke. Jedná se tak spíše o firemní software. S naměřených dat jdou sestavovat různé grafy, tabulky a tvořit dokumenty na profesionální úrovni.

Propojení přístrojů s počítačem je pomocí infračerveného portu.[11]

### 5.6 Firemní software

Pod tímto názvem si můžeme představit software, který firma nabízí ke svým vlastním produktům. Firma tak bude vyrábět např. snímače, analyzátory (PLC) a bude k těmto produktům nabízet i software, slouží pro ovládání analyzátorů, ale hlavně pro monitorování na operátorských pracovištích. Pomocí těchto softwarů se dají archivovat data, ukládat do různých typů databází, vyhodnocovat dlouhodobé trendy. Většinou jsou tyto softwary jen úzce zaměřeny. Slouží pouze k obsluze produktů od téže firmy. To ale neznamená, že jsou to programy nějakého druhého sledu. Pouze nemají takovou univerzálnost, ale zase díky specializaci mohou být dokonce i lepší než software univerzální. Samozřejmě to neplatí vždy.



## 6 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo poukázat na software podporující měření. Některým jsme se zabývali více do hloubky, některým jen okrajově. V dnešní době, kdy jsou kladeny stále větší nároky na kvalitu a cenu konečného výrobku, je měření pomocí těchto specializovaných programových nástrojů nevyhnutelné.

Většina těchto programů se dala cestou spíše tzv. grafického programování. Je zde tak snaha co nejvíce zjednodušit práci s těmito softwary. Motivace je taková, aby se člověk nemusel učit hodiny a hodiny psát nezáživné kusy kódu, ale aby ho práce zaujala neotřelým způsobem jak docílit výsledku. A to je největší výhoda právě grafického programování.

Nejedná se pouze o programy samotné. Musíme mít k dispozici i dostatečně výkonné počítače, vybavené různými druhy měřících karet, více či méně výkonných grafických karet a samozřejmě i dostatečným výpočetním výkonem. Tyto požadavky se samozřejmě velice liší podle toho, zda se jedná o počítač na kterém bude umístěn server, či pouze klient. Závisí na tom, který software si nakonec zvolíme a také jakou pohodu by měl pracovník mít. Na málo výkoném počítači se mu nejspíše nebude dobře pracovat a pravděpodobně výkony nebudou nejlepší. Některé z hardwarových nároků jsou uvedeny v tabulce 1.

|                       | LabView 8                                                                                                                   |                          | Control Web 5                                                                                                                                                               | TIRS.NET                                                                                                                                                    |                                                                                                                                           | Dewesoft                                                                      |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|                       | minimum                                                                                                                     | doporučené               |                                                                                                                                                                             | Server                                                                                                                                                      | Klient                                                                                                                                    |                                                                               |
| operační systém       | Windows, MAC OSX, Linux                                                                                                     | Windows, MAC OSX, Linux  | Windows 98/ME/2000/XP                                                                                                                                                       | MS Windows 2000, XP, 2003 a vyšší                                                                                                                           | Libovolný kancelářský počítač s operačním systémem MS Windows 2000, XP, 2003 a vyšším s prostředím Microsoft .NET Framework 2.0 a vyšším. | Windows 2000/XP/VISTA                                                         |
| procesor              | Pentium III/Celeron 866 MHz nebo podobný                                                                                    | Pentium 4/M nebo podobný | x86(Intel Pentium/Celeron, AMD Athlon/Duron, VIA C3,...) s taktem alespoň 500 MHz                                                                                           | Pentium III 1GHz a vyšší                                                                                                                                    |                                                                                                                                           | Intel Pentium 4 2.4 GHz a vyšší                                               |
| paměť RAM             | 256 MB                                                                                                                      | 512 MB                   | 64 MB pro Windows 98/ME, alespoň 128 MB pro Windows 2000/XP                                                                                                                 | 256 MB(min.)                                                                                                                                                |                                                                                                                                           | 512 MB a vyšší                                                                |
| místo na pevném disku | 900 MB                                                                                                                      | 1.2 GB                   | cca 100 MB                                                                                                                                                                  | TIRS.NET(20MB), MS SQL Server (70MB), MS .NET Framework(30MB)                                                                                               |                                                                                                                                           | 40 MB pro DEWESoft dalších 20 až 200 MB pro ovladače post processing software |
| správa přes internet  | ANO - nutno nainstalovat speciální RunTimeEngine                                                                            |                          | ANO                                                                                                                                                                         | ANO - při pořízení nádstavby                                                                                                                                |                                                                                                                                           | ANO                                                                           |
| další                 | liší se velikost volného místa na pevném disku v závislosti na použitém operačním systému. Pro Linux a MAC je to cca 500 MB |                          | doporučuje se instalace na Windows 2000/XP, pro využití 3D grafiky procesor s min. taktem 1000 MHz a grafická karta podporující 3D zobrazování s min. 32 MB obrazové paměti | v PC musí být nainstalována a funkční síťová karta, nutná instalace MS .NET Framework 2.0 a vyšší a MS SQL Server 2000(obojí je součástí instalace systému) |                                                                                                                                           |                                                                               |

Tabulka 1. Hardwarové nároky

Jsou zde i stále se zvyšující nároky na obsluhu těchto programů. Firmy, zabývající se vývojem takových programových nástrojů, naštěstí v poslední době zauímají rozumnější strategii, než tomu bylo doposud. Umožňují školám i studentům získat, buď zdarma nebo velice levně, licence na jejich

software. Je to pochopitelné, poněvadž se studenti ve školách naučí právě jejich software a pak ho v praxi budou spíše preferovat. Většina výrobců a distributorů těchto programů s oblibou uvádí, že ovládání a používání právě jejich softwaru je velice intuitivní. Je to do jisté míry pravda. Na první pohled a na první seznámení se opravdu zdají být snadné na pochopení. Tím máme však jen zpoloviny vyhráno. V každém programu je nespočet různých cest vedoucích k cíli. Některé jsou jednodušší a některé jsou velice složité a zdlouhavé. Abychom našli tu nejjednodušší cestu je nesmírně důležitá praxe a znalost daného programu se všemi jeho zákoutími a různými triky.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PETR, Tomáš. 400 tranzistorů v červené krvi. *21.století*. březen 2008, č.3. ISSN 1214-1097
- [2] KARPETA, Jan. *Návrh a řešení systému pro dekódování a analýzu stisku klávesy telefonního přístroje*[online]. 2006. [cit. 2008-03-15]. Dostupné z: <<http://www.karpeta.eu/download/BP.pdf>>
- [3] ad. Více než 20 let inovací LabVIEW. *Automatizace*. [online]. 2007, říjen[cit. 5. března 2008] Dostupné na WWW: <http://www.automatizace.cz/article.php?a=1925>
- [4] *Co je Control Web?*[online]. 2006, 28.8.2006[cit. 2008-03-20]. Dostupné z: <<http://www.mii.cz/art?id=380&lang=405&style=4>>
- [5] Moravské přístroje a.s.. *Control Web 6 - neomezený prostor pro vaše aplikace*[online]. [cit. 2008-03-25]. Dostupné z: <<http://www.mii.cz/download/magazine/mag%202007%2001%20screen.pdf>>
- [6] CORAL s.r.o.. *Coral-computers research algorithm* [online]. 2007, [cit. 2008-3-2]. Dostupné z: <<http://www.tirs.cz>>
- [7] Dewetron-Praha spol s.r.o.. *DEWEsoft 6.4*[online]. 30.1.2007 [cit. 2008-05-12]. Dostupné z: <<http://www.dewetron.com/cz/nc/company/news/archive/details-archive/article/dewesoft-64/>>
- [8] Microsys, spol s.r.o.. *Co je PROMOTIC?*[online]. [cit. 2008-05-15]. Dostupné z: <<http://www.microsys.cz/cz/promotic/scada-pm.htm>>
- [9] *Vizualizace InTouch(tm) 7.0*[online]. [cit. 2008-05-10] Dostupné z: [http://www.escad.com/m1\\_212.htm](http://www.escad.com/m1_212.htm)
- [10] *Co je Reliance?*[online]. [cit. 2008-03-05] Dostupné z: <<http://www.reliance.cz/cs/software/what-is-reliance>>
- [11] Fluke Corporation. *FlukeView forms software with cable*[online]. [cit. 2008-05-12]. Dostupné z: <[http://us.fluke.com/usen/products/AccessoryDetail.htm?cs\\_id=17397%28FlukeProducts%29&catalog\\_name=FlukeUnitedStates&category=ACCSOFT\(FlukeProducts\)>](http://us.fluke.com/usen/products/AccessoryDetail.htm?cs_id=17397%28FlukeProducts%29&catalog_name=FlukeUnitedStates&category=ACCSOFT(FlukeProducts)>)>