

Řízení uzavřeného okruhu teplé vody

Control of closed circuit with hot water

Bc. Josef Nakládal

Diplomová práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav aplikované informatiky

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Josef NAKLÁDAL**

Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Řízení uzavřeného okruhu teplé vody**

Zásady pro vypracování:

1. Vytvořte uživatelskou aplikaci pro monitorování teploty a ovládání topení v uzavřeném okruhu teplé vody.
2. Zajistěte hlídání stavu hladiny pomocí analogového kapacitního snímače.
3. Vyřešte zapínání dávkovacího a vratného čerpadla, otevírání ventilů, kontrolu alarmových stavů.
4. Aplikaci realizujte v prostředí Control Web.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. DataLab IO Ionline1. 2.1. Moravské přístroje a.s., 2007 , prosinec 2007 [cit. 2008-01-26]. Dostupný z WWW:<http://www.mii.cz/download?id=188&lang=405>.
2. Bílý, R., P. Čagaš, R. Čagaš, D. Hladovka, M. Kolařík, J. Sobotík, M. Zálešák, Z. Zgarba (1999). Katalog CONTROL WEB 2000, Praha, 1. vydání, s. 382, ISBN 80-7226-258-0.
3. DLABAJA, Roman. Zkoušení vodovodních baterií [online]. 20.8.2007 [cit. 2008-01-27]. Dostupný z WWW:<http://voda.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4303&h=220&pl=37>.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Marek Kubalčík, Ph.D.**

Ústav řízení procesů

Datum zadání diplomové práce: **20. února 2008**

Termín odevzdání diplomové práce: **19. května 2008**

Ve Zlíně dne 20. února 2008



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo vytvořit program pro řízení vodárenského okruhu spolu s vizualizací právě prováděné činnosti. Požadavky na činnost programu byly reprezentovány sedmi zkouškami, jejichž přesné parametry a nároky na ně vycházejí z norem ČSN. Většina zkoušek se týká testování sanitárních zařízení ve smyslu opakujících se cyklů realizujících se střídavě pro teplou a studenou vodu. Důraz byl kladen také na archivaci důležitých dat jednotlivých zkoušek, které tvoří teploty studené a teplé vody spolu s teplotou v laboratoři. Výstupem archivace je protokol, který obsahuje důležité údaje týkající se zkoušky spolu s grafickou reprezentací archivovaných dat. Všechny prvky reálného zařízení, které tvoří čerpadla, ventily, limitní snímače hladiny apod., jsou připojeny k PC přes jednotku DataLab IO/USB, která s PC komunikuje pomocí softwaru Control Web 5, pomocí něhož je také celý program vytvořen.

Klíčová slova: Control Web, 3D vizualizace, normy ČSN, DataLab, certifikace.

ABSTRACT

The purpose of this master thesis was to create the program for drive water supply circle along with visualization just compiling activity. Requirements on program activity were represented by seven examinations, whose exact parameters and exigencies results from ČSN norms. Most of examinations are related to testing sanitary arrangement in terms of regurgitating cycles, implementing in turns for warm and cold water. Emphasis was also placed on archiving important examinations dates that forms temperature of cold and warm water along with temperature in laboratory. Outcome of archiving is a protocol that contains important dates concerning examination in conjunction with graphic representation archived dates. All elements of real arrangement that forms pumps, valves, level limiting sensor etc. are connected to PC via DataLab IO/USB that communicates with PC by the help of software Control Web 5 by virtue of which is the whole program created.

Keywords: Control Web, 3D visualization, standard specification ČSN, DataLab, certification.

Děkuji své ženě za vytvoření zázemí pro psaní této diplomové práce, především však za její obětavost a trpělivost při korektuře textu. Dále děkuji svému novorozenému synovi, že mi umožnil v noci spát a ve dne psát. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Markovi Kubalčíkovi, Ph.D za věcné připomínky a rady při vedení mé diplomové práce.

Motto

„Nejlepší učitel je praxe.“

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně, 28. 5. 2008

.....

Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	7
I TEORETICKÁ ČÁST	8
1 POPIS ZKUŠEBNÍCH PROSTOR PRO REALIZACI ZKOUŠEK	9
1.1 POPIS VODÁRENSKÉHO OKRUHU.....	9
1.1.1 Okruh studené vody	14
1.1.2 Okruh teplé vody.....	15
1.2 PROPOJENÍ PRVKŮ VODÁRENSKÉHO OKRUHU S JEDNOTKOU DATA LAB.....	16
1.2.1 Systém DataLab IO	17
1.2.2 Realizace propojení jednotky DataLab s prvky vodárenského okruhu.....	17
2 TECHNICKÉ NORMY A TECHNICKÁ NORMALIZACE	19
2.1 ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA	19
2.2 SPECIFIKACE JEDNOTLIVÝCH ZKOUŠEK Z HLEDISKA NOREM	20
2.2.1 Zkouška van	22
2.2.2 Zkouška sprchových koutů	23
2.2.3 Zkouška umyvadel	23
2.2.4 Zkouška WC splachovadel.....	23
2.2.5 Zkouška vodovodních baterií.....	23
2.2.6 Zátěžová zkouška sprchových zástěn, dveří apod.....	24
2.2.7 Zkouška přepínání toku vody u sprchové baterie (diverter)	24
3 CONTROL WEB 5	26
3.1 CO JE CONTROL WEB	26
3.2 VIRTUÁLNÍ PŘÍSTROJE	26
3.3 ČASOVÁNÍ.....	28
3.3.1 Datově řízená aplikace	28
3.3.2 Aplikace reálného času	29
3.4 PROPOJENÍ S VNĚJŠÍM SVĚTEM	30
3.5 IN-CALC	31
II PRAKTICKÁ ČÁST	32
4 POPIS ŘÍDÍČÍHO A VIZUALIZAČNÍHO PROGRAMU PRO VODÁRENSKÝ OKRUH	33
4.1 PANEL ARCHIVACE.....	33
4.2 PANEL ZKOUŠKY VAN.....	36
4.2.1 Sekce ruční ovládání	37
4.2.2 Sekce aktuálních teplot a výšky hladiny teplé vody v bojleru	38
4.2.3 Sekce pro nastavení parametrů zkoušky	39
4.2.4 Sekce pro ovládání pohybu kamery ve 3D scéně.....	40
4.2.5 Sekce pro zobrazení 3D animační scény zkoušky	40

4.3	PANEL ZKOUŠKY SPRCH	43
4.4	PANEL ZKOUŠKY UMYVADEL	45
4.5	PANEL ZKOUŠKY WC	46
4.6	PANEL ZKOUŠKY VODOVODNÍCH BATERÍ	47
4.7	PANEL ZKOUŠKA DVEŘÍ SPRCHOVÝCH KOUTŮ	48
4.8	PANEL ZKOUŠKY DIVERTERU.....	50
4.9	KONTROLA ALARMOVÝCH STAVŮ	51
4.9.1	Přístroj terminate	52
4.10	ZÁLOHA DŮLEŽITÝCH DAT APLIKACE A JEJICH OBNOVENÍ ZE ZÁLOHY	53
ZÁVĚR		56
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		58
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		59
SEZNAM OBRÁZKŮ		60

ÚVOD

Vědeckotechnický pokrok a obrovský vzrůst výměny zboží v tomto století velmi zvýraznil nutnost spolupráce na celosvětové úrovni. Proto je tedy nutné jednotně definovat technickou úroveň výrobků, jejich parametry, vlastnosti a také jednotně stanovovat způsoby a metody jejich ověřování. V těchto souvislostech se často vyskytují termíny certifikace a certifikát, což z latinského původu znamená potvrzení, vysvědčení o určitých skutečnostech např. zkoušce, původu zboží, kvalifikaci či existenci závazku proti třetí osobě. Jinými slovy, certifikace je účinným nástrojem v oblastech průmyslové výroby, kde je riziko výskytu nebezpečných či zdraví ohrožujících výrobků nejvyšší, což ostatně konstatuje i Evropská unie. [4]

Certifikace a hodnocení shody byly vždy neoddělitelně spjaty s potřebou experimentálního ověření výrobku a tudíž s potřebou budovat zkušebny a zkušební systémy tuto činnost zajišťující. Jedním takovým systémem je i zkušebna společnosti ITC, jejíž dominantou je vodárenský okruh pro testování sanitárních zařízení. Klíčovým prvkem pro řízení tohoto okruhu a zařízení s ním spojeným je, ostatně jakožto ve většině případů řízení v dnešní době, programové vybavení. Právě řídicí software je tou vrstvou celého systému, která jej činí specifickým dle potřeb potencionálního uživatele.

Hlavní náplní práce bylo vytvoření právě takového programového vybavení pro vodárenský okruh. Požadavky na činnost programu byly reprezentovány sedmi zkouškami, jejichž přesné parametry a nároky na ně vycházejí z norem ČSN. Důraz byl kladen především na přesné ovládání jednotlivých akčních prvků zapojených v soustavě společně s vizualizací právě prováděné činnosti, a to v prostoru 3D. Nedílnou částí programu je možnost archivace důležitých dat jednotlivých zkoušek. Celý program je vytvořen pomocí softwaru Control Web 5. Práce se také zabývá popisem celého zkušebního systému, normami spojenými s jednotlivými zkouškami a částečným popisem vývojového prostředí programu Control Web.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 POPIS ZKUŠEBNÍCH PROSTOR PRO REALIZACI ZKOUŠEK

Zkušební prostory, ve kterých byla prováděna celá práce, slouží pro realizaci hned několika zkoušek, které byly náplní mé práce, jmenovitě:

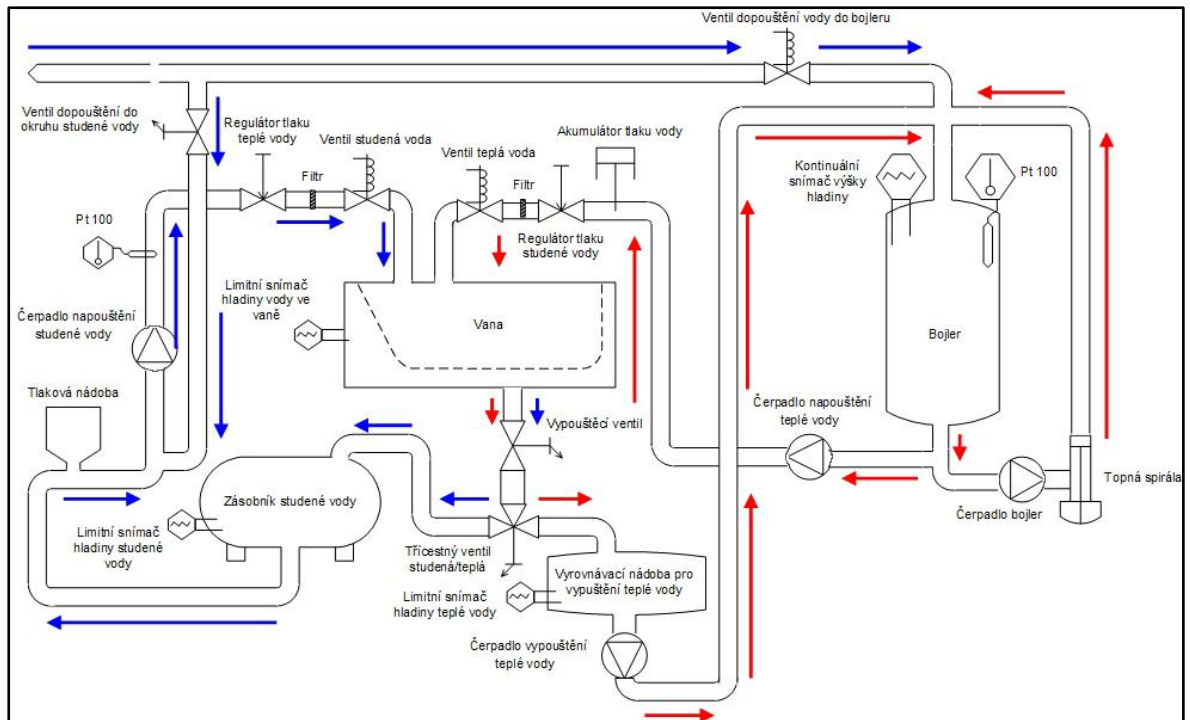
- zkouška vodovodních baterií,
- zkouška sprchových koutů,
- zkouška van,
- zkouška WC splachovadel,
- zkouška umyvadel,
- zkouška diverteru (ventil pro přepínání toku vody u sprchové baterie),
- zátěžová zkouška sprchových zástěn, dveří apod.

Všechny náležitosti zkoušek vychází z norem ČSN. Po jejich zdárném absolvování je danému testovanému zařízení přidělena certifikace, která říká, že dané zařízení vyhovuje příslušné normě. Více k normám, viz (kapitola 2).

Dominantu zkušebních prostor tvoří vodárenský okruh složený z uzavřeného okruhu studené a teplé vody. Ve své podstatě má celé testovací zařízení simulovat při jednotlivých zkouškách běžné používání sanitárních zařízení v praxi. V simulačních podmínkách jsou tyto náležitosti realizovány např. u vodovodní baterie: střídavým pouštěním teplé a studené vody o teplotě a tlaku stanovenými normou. Blíže ke specifikacím jednotlivých zkoušek, viz (kapitola 2).

1.1 Popis vodárenského okruhu

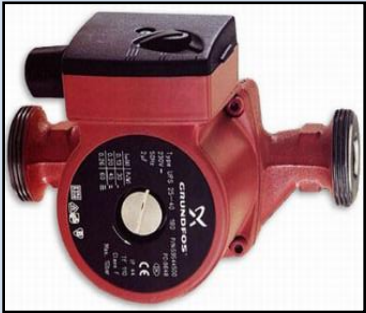
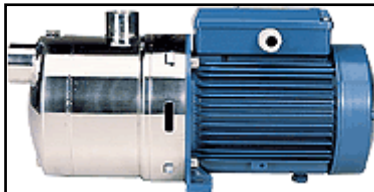


Vodárenský okruh je tvořen přívodem vody z vodovodního řádu, čerpadly pro rozvody vody do všech částí okruhu, ventily umožňující řízení průtoku vody, limitními snímači pro signalizaci dosažení požadované výšky hladiny, kontinuálním snímačem pro signalizaci aktuální výšky hladiny v zásobníku teplé vody, snímačem teploty umožňujícím snímat aktuální teplotu studené a teplé vody spolu s teplotou prostředí laboratoře. Kompletní schéma vodárenského okruhu zobrazuje obrázek (Obr. 1).



Obr. 1. Schéma vodárenského okruhu.



Jak už bylo zmíněno výše, celý vodárenský okruh je složen z uzavřeného okruhu studené a teplé vody. Tento fakt vychází ze samotných koncepcí jednotlivých zkoušek, které jsou definovány normami ČSN. Ve své podstatě jsou zkoušky prováděny v přesně definovaném počtu cyklů. Přičemž jedna iterace samotné zkoušky je tvořena stanoveným časovým intervalem pro teplou či studenou vodu. Podrobný seznam všech součástí tvořící celý vodárenský okruh spolu s výčtem nejdůležitějších parametrů obsahují tabulky: (Tab. 1) pro čerpadla, (Tab. 2) pro snímače, (Tab. 3) pro pneumatické prvky a (Tab. 4) pro ostatní součásti. Všechny tyto prvky jsou propojeny přes jednotku DataLab IO/USB s PC, na kterém běží software Control Web 5, který umožňuje s touto jednotkou komunikovat, viz (kapitola 1.2).

Tab. 1. Parametry čerpadel vodárenského okruhu.

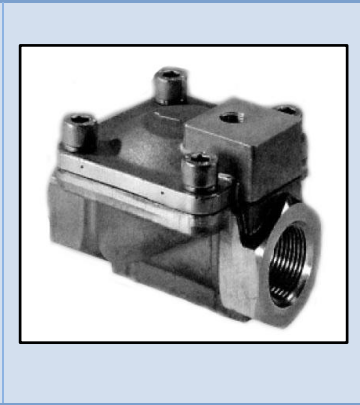

Identifikace/Typ	Obrázek	Parametry
<p>Cirkulace teplé vody vnitřního okruhu bojleru</p> <p><u>Grundfos</u> <u>UPS 25 – 40 180</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • max. tlak systému: 10 bar • teplota média: +2 až +110 °C • elektrické krytí: IP 44 • napájení: 1x230 V • frekvence: 50 Hz • čerpané množství: 0,5 – 3 m³/h • max. dopravní výška: 4 m
<p>Napouštění teplé vody</p> <p><u>Calpeda MXH</u> <u>205E</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • max. tlak systému: 10 bar • teplota média: -15 až +110 °C • elektrické krytí: IP 55 • napájení: 230 V • frekvence: 50 Hz • čerpané množství: 1 – 4,8 m³/h • max. dopravní výška: 19 – 53 m
<p>Vypouštění teplé vody</p> <p><u>Calpeda MXH</u> <u>203E</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • max. tlak systému: 10 bar • teplota média: -15 až +110 °C • elektrické krytí: IP 55 • napájení: 230 V • frekvence: 50 Hz • čerpané množství: 1 – 4,8 m³/h • max. dopravní výška: 8 m
<p>Napouštění studené vody</p> <p><u>Inox JET</u> <u>104</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • max. tlak systému: 2,8 bar • teplota média: max. 50 °C • elektrické krytí: IP 44 • napájení: 230 V • frekvence: 50 Hz • čerpané množství: max. 3 m³/h • max. dopravní výška: 8 m



Tab. 2. Parametry snímačů vodárenského okruhu.

Identifikace/Typ	Obrázek	Parametry
<p>Kontinuální snímač výšky hladiny teplé vody v bojleru</p> <p><u>Kapacitní</u> <u>hladinoměr</u> <u>proudový</u> <u>Dinel CLM – 36N</u> <u>800mm</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • napájecí napětí: 9 – 36 V DC • proudový výstup: 4 ÷ 20 mA • rozsah měření: -40 až +120 °C • elektrické krytí hlavice: IP 67 • elektrické krytí konektoru: IP 65



<p>Snímač teploty studené, teplé vody a prostředí laboratoře</p> <p><u>Průmyslový odporový teploměr Pt100 s litinovou hlavicí</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • průměr sondy: 3,17 mm • délka: 22,8 mm • hodnota odporu: 100 Ω @ 0 °C
<p>Limitní snímač hladiny vany, zásobníku studené vody a mezi nádoby pro vypouštění teplé vody</p> <p><u>Kapacitní hladinový snímač CLS – 18</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • napájecí napětí: 8 - 30 V DC • rozsah měření: -30 až +105 °C • elektrické krytí: IP 67



Tab. 3. Parametry pneumatických prvků vodárenského okruhu.

Identifikace/Typ	Obrázek	Parametry
<p>Ventil pro ovládání výpusti z vany, ventil pro přepínání mezi vypouštěním teplé či studené vody a ventil pro dopouštění do okruhu studené vody</p> <p><u>Pneumaticky ovládaný GSR ventil, přímo řízený, typová řada 60</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • tlak: 0,3 – 20 bar, pracuje s diferenčním tlakem • pracovní teplota: max. 160 °C • diference ovládání vzduchu: +0,5 bar • spínán: REXROTH typ 840
<p>Pneumatický válec pro ovládání splachovadla WC</p>		<ul style="list-style-type: none"> • průměr válce: 25mm • spínán: REXROTH typ 840

Pneu ventil pro spínání pneumatického válce, ventilů pro vypouštění vody a ventilů pro přepínání mezi vypouštěním teplé nebo studené vody <u>REXROTH</u> <u>čtyřcestný, typ 840</u>		<ul style="list-style-type: none"> • pracovní tlak: 1,5 – 10 bar • elektrické krytí: IP 65 • pracovní teplota: -15 až +50 °C • spínací napětí/proud: 24V DC, 68mA
Pneu válec pro zkoušku otevírání a zavírání dveří <u>Pneu válec D50</u>		<ul style="list-style-type: none"> • zdvih pístu: 500mm • spínán: REXROTH typ 840

Tab. 4. Parametry ostatních prvků vodárenského okruhu.

Identifikace/Typ	Obrázek	Parametry
Topné těleso bojleru		<ul style="list-style-type: none"> • příkon tělesa: 2 kW • napětí: 230 V
Přídavné topné těleso vnitřního okruhu bojleru		<ul style="list-style-type: none"> • příkon tělesa: 4 kW • napětí: 230 V
Akumulátor tlaku teplé vody <u>Zilmet 2 Litre,</u> <u>membránový</u>		<ul style="list-style-type: none"> • počáteční tlak: 0,5 bar • max. pracovní teplota: 99 °C • max. pracovní přetlak: 4 bar

<p>Tlaková nádoba pro studenou vodu</p> <p><u>CIMM AFE CE 1001</u> <u>PN 16</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • jmenovitý tlak: 16 bar • typ: s výměnnými membránami
<p>Regulátory tlaku pro teplou a studenou vodu</p> <p><u>Honeywell D06F</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • rozsah nastavení spínacího tlaku: 0 – 10 bar
<p>Filtr nečistot pro teplou a studenou vodu</p> <p><u>Honeywell FF06</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • jemnost sítka: 100 µm
<p>Ventily pro dopouštění vody do bojleru a napouštění teplé či studené vody</p> <p><u>Solenoidový GSR ventil, stavební řada 40, nepřímě řízený</u></p>		<ul style="list-style-type: none"> • rozsah tlaků: 0,3 - 20 bar • pracovní teplota: -10 až +130 °C • elektrické krytí: IP 65 • cívka: 230V/50Hz

Bližší textový popis obou okruhů popisují následující dvě podkapitoly.

1.1.1 Okruh studené vody

Základní částí okruhu studené vody je zásobník, který představuje kád' naplněná vodou. Dostatečná výška hladiny je zabezpečena limitním snímačem hladiny. V případě nízké hladiny lze pomocí přímo řízeného pneumatického ventilu, viz (Tab. 3), připustit do okruhu vodu z vodovodního řádu. Nutno podotknout, že u přímo řízených ventilů je těsnící element spínán přímo prostřednictvím magnetického systému. Přitom je zpravidla

nutné, aby tento element překonal působící provozní tlak média. Za pomoci tlaku média udržuje pružina ventil v uzavřeném stavu.

Dostatečný tlak v okruhu studené vody je zabezpečen malou vodárnou tvořenou čerpadlem, viz (Tab. 1) a tlakovou nádobou, viz (Tab. 4). Při tomto řešení není tedy nutno žádným způsobem se starat o dostatečný tlak v okruhu studené vody, o vše se stará vodárna. V případě poklesu tlaku v okruhu pod stanovenou mez sepne čerpadlo, které začne čerpat vodu ze zásobníku studené vody a to do doby, dokud tlak v tlakové nádobě nedosáhne požadované hodnoty.

Teplota vody je snímána pomocí odporového teploměru Pt 100, viz (Tab. 2). Před výtokem studené vody je umístěn filtr nečistot, viz (Tab. 4), který zamezuje případným nečistotám proniknout do sedla výpustního ventilu a tím zabránit v jeho úplném uzavření. Dalším prvkem je regulátor tlaku neboli redukční ventil, viz (Tab. 4), který umožňuje plynulou regulaci tlaku vody při vypouštění, dle potřeb právě prováděné zkoušky. Poslední prvek před výpustí studené vody je nepřímě řízený solenoidový ventil, viz (Tab. 4). Je třeba poznamenat, že nepřímě řízené ventily potřebují ke svému otevření či uzavření určitou tlakovou diferencí. Pohon, pomocí něhož se uvolní hlavní těsnící element (membrána nebo píst), zde plní pouze pomocnou funkci. Tlak média, případně tlaková diference, která je k dispozici, zvedne těsnění. Tímto způsobem řízení lze pomocí malých magnetů ovládat poměrně velké tlaky u velkých světlostí ventilu.

Vypouštění studené vody z vany, umyvadla atd., dle právě prováděné zkoušky, je řízeno přes pneumaticky ovládaný, nepřímě řízený ventil, viz (Tab. 3), který je spínán prostřednictvím spínacího ventilu REXROTH, viz (Tab. 3). Stejně typy ventilů umožňují přepínat mezi vypouštěním teplé či studené vody. V případě vypouštění studené vody odtéká zpět do kádě se studenou vodou.

1.1.2 Okruh teplé vody

Zásobárnu teplé vody tvoří 150l bojler. O dostatečný ohřev vody na požadovanou hodnotu se stará dvojice topných těles, kde jedno z nich 2kW, viz (Tab. 4), je umístěno v bojleru a druhé 4kW, viz (Tab. 4), mimo bojler v uměle vytvořeném okruhu bojleru, což je patrné na obrázku (Obr. 1). O cirkulaci teplé vody okruhu bojleru se stará čerpadlo Grundfos, viz (Tab. 1), které je spuštěno automaticky při zapnutí topení. V případě výskytu nečekaného stavu je bimetalovou pojistkou zajištěno odpojení topných těles od zdroje elektrické energie. Tímto modifikovaným řešením je zabezpečen dostatečně rychlý ohřev vody

v bojleru, a to v celém jeho objemu. Nutno podotknout, že kdyby ohřev vody v bojleru byl realizován pouze jeho vnitřní spirálou, byla by doba ohřevu na požadovanou hodnotu znatelně delší. Dalším negativem by byl fakt, že teplota vody v bojleru by byla v jeho celém objemu nerovnoměrná, což lze vyvodit z fyzikálních zákonů. V praxi by to znamenalo, že teplota vody v horní části bojleru by byla vyšší než v části spodní. Přitom právě ze spodní části bojleru je při zkoušce voda čerpána. Teplota vody v bojleru je snímána teploměrem Pt 100, viz (Tab. 2), který je umístěn v blízkosti topné spirály. Informace o výšce hladiny teplé vody v bojleru poskytuje kontinuální snímač hladiny o délce 800 mm, viz (Tab. 2), při čemž je měřena výška od vrchní části snímače, z čehož plyne, že minimální výšku hladiny představuje hodnota 800 a maximální 0.

Voda je z bojleru čerpána čerpadlem Calpeda MXH 205E, viz (Tab. 1). Součástí rozvodu vody z bojleru až po výpust' je stejně jako v okruhu studené vody regulátor tlaku, filtr a solenoidový ventil, všechny bližší informace, viz (Tab. 4). Tyto prvky mají stejnou funkčnost jako v okruhu studené vody popsané výše, viz (kapitola 1.1.1). Stejně jako u okruhu studené vody obsahuje i okruh teplé vody akumulátor tlaku vody, viz (Tab. 4). Ten ovšem netvoří tak velkou zásobárnu vody o určitém tlaku jako je tomu v okruhu studené vody, ale má spíše za úkol vyrovnávat změny objemu teplé vody způsobené změnami její teploty a udržet přetlak v soustavě ve stanoveném rozmezí.

Vypouštění vody z vany, umyvadla atd., dle právě prováděné zkoušky, je realizováno přes stejné prvky jako u studené vody. U teplé vody ovšem neodtéká voda do bojleru samovolně, ale přes mezi nádobu, jejíž součástí je limitní snímač hladiny, viz (Tab. 2). Při dosažení limitní hladiny v mezi nádobě dojde ke změně stavu snímače, což vyhodnotí řídicí program běžící na PC a přes jednotku DataLab sepne čerpadlo Calpeda MXH 203E, viz (Tab. 1), které odčerpá vodu z mezi nádoby zpět do bojleru. Více informací o řídicím programu, viz (kapitola 4). Důvod tohoto řešení je ten, že čerpadlo vodu zpět do bojleru odčerpává větší rychlostí, než jakou je voda schopna samovolně vytékat. Vypouštění teplé vody je z důvodu dostatečného zavodnění čerpadla prováděno přes mezi nádobu, odkud je při dosažení požadované hladiny přečerpána zpět do bojleru.

1.2 Propojení prvků vodárenského okruhu s jednotkou DataLab

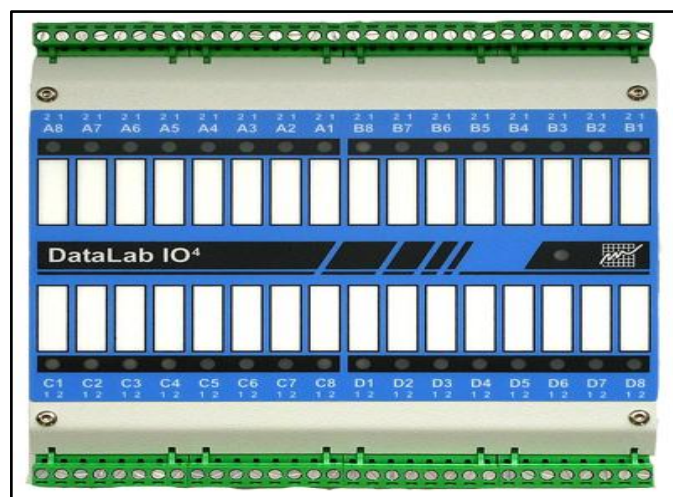
Jak již bylo zmíněno výše, celý vodárenský okruh je propojen s PC pomocí jednotky DataLab IO/USB, která tvoří jakýsi pomyslný most mezi reálnou soustavou a

programovým vybavením. Následující kapitola je věnována bližší specifikaci tohoto zařízení a propojení jednotlivých prvků s příslušnými moduly jednotky DataLab.

1.2.1 Systém DataLab IO

Průmyslové vstupně/výstupní jednotky DataLab IO jsou určeny pro spolupráci s nadřazeným počítačem, pro který zprostředkovávají měření (čtení) i nastavování (zápis) veličin. Jednotky DataLab IO komunikují s počítačem po velmi rychlé standardní sériové sběrnici USB, která ve verzi USB 2.0 umožňuje přenos dat o rychlosti až 480 Mb/s. [7]

Návrh jednotek DataLab IO je důsledně modulární. Námí použitá jednotka má čtyři pozice (typové označení IO4, viz (Obr. 2)), do kterých lze zasunout vstupně/výstupní moduly dle potřeb aplikace. Lze tak libovolně kombinovat moduly, např. pro logické vstupy, s moduly obsahujícími 8 logických výstupů, ať již s relé či výstupními tranzistory s otevřeným kolektorem. Napájení systému DataLab je možné provést dvěma způsoby. Jednou z variant je napájení přímo z USB sběrnice nebo pomocí externího zdroje napětí 10 až 40 V DC. [7] V našem případě jsou použity dva zdroje, první z nich 24 V DC zdroj pro spínání stejnosměrného napětí a druhý 24V AC zdroj pro spínání střídavého napětí. Čerpadla jsou pak spínána přes stykač, stejnosměrný proud pomocí tranzistoru a střídavý pomocí triaku.



Obr. 2. Jednotka DataLab IO4. [7]

1.2.2 Realizace propojení jednotky DataLab s prvky vodárenského okruhu

Jak již bylo zmiňováno, jednotka DataLab IO4, která byla použita na propojení PC s prvky zkušebního zařízení, obsahuje 4 moduly. Pro náš případ použití byla jednotka DataLab IO4 osazena dvěma moduly logických výstupů (DO1 a DO2), jedním modulem vstupů odporových teplotních snímačů (RTD1) a jedním modulem analogových vstupů a

digitálních vstupů/výstupů (AD1). Následující tabulka (Tab. 5) obsahuje informace o zapojení jednotlivých členů vodárenského okruhu k jednotce DataLab IO4, číslo kanálu na kterém jsou připojeny, směr komunikace a datový typ, který reprezentují.

Tab. 5. Přehled zapojení jednotlivých prvků vodárenského okruhu k jednotce DataLab.

Identifikace zařízení	Modul	Číslo kanálu	Směr komunikace	Datový typ
Snímač teploty teplé vody v bojleru	RTD1	30	vstup	Real
Snímač teploty vzduchu v laboratoři	RTD1	31	vstup	Real
Snímač teploty okruhu studené vody	RTD1	32	vstup	Real
Pneumatický ventil pro realizaci otáčení kohoutku vodovodní baterie	DO1	64	výstup	Boolean
Ventil pro dopouštění do okruhu studené vody	DO1	65	výstup	Boolean
Pneumatický ventil pro zkoušku WC	DO1	66	výstup	Boolean
Třicestný vypouštěcí ventil	DO1	67	výstup	Boolean
Hlavní vypínač topení	DO2	100	výstup	Boolean
Vypínač topení bojleru	DO2	101	výstup	Boolean
Ventil pro napouštění teplé vody	DO2	102	výstup	Boolean
Čerpadlo pro vypouštění teplé vody	DO2	103	výstup	Boolean
Ventil pro dopouštění vody do bojleru	DO2	104	výstup	Boolean
Čerpadlo pro napouštění teplé vody	DO2	105	výstup	Boolean
Ventil pro napouštění studené vody	DO2	106	výstup	Boolean
Dvoucestný vypouštěcí ventil	DO2	107	výstup	Boolean
Kontinuální snímač výšky hladiny v bojleru	AD1	123	vstup	Real
Limitní snímač hladiny ve vaně	AD1	129	vstup	Boolean
Limitní snímač hladiny v zásobníku studené vody	AD1	130	vstup	Boolean
Limitní snímač hladiny v mezi nádobě pro vypouštění teplé vody	AD1	131	vstup	Boolean

2 TECHNICKÉ NORMY A TECHNICKÁ NORMALIZACE

Technická normalizace je dle definice Mezinárodní organizace pro normalizaci činností, kterou se zavádějí ustanovení pro všeobecně opakované použití, zaměřené na dosažení optimálního stupně pořádku v souvislosti s ohledem na aktuální nebo potencionální problémy. Tato činnost sestává zejména z vypracování, vydávání a zavádění norem. Důležitým přínosem je zlepšení vhodnosti výrobků, procesů a služeb pro zamýšlené účely proti překážkám v obchodu a usnadnění technické spolupráce. Je to technicky vyjádřené dorozumění, souznění a dokumentovaná dohoda. [3]

Technická norma: [3]

- Je vyjádřením požadavků na to, aby výrobek, proces nebo služba byly za specifických podmínek vhodné pro daný účel.
- Stanoví základní požadavky na kvalitu a bezpečnost, slučitelnost, zaměnitelnost, ochranu zdraví a životního prostředí.
- Usnadňuje volný pohyb zboží v mezinárodním obchodu, snaží se, aby výroba byla racionální, aby se ochrana životního prostředí a konkurenceschopnost vzájemně podporovaly, aby byli na vnitřním trhu spotřebitelé dostatečně chráněni.
- V současné době je technická norma kvalifikované doporučení, není závazná. Její používání je dobrovolné, avšak všestranně výhodné.
- Norma je veřejně dostupný dokument, to znamená, že je přístupná ve všech fázích vzniku a používání v praxi.
- Je to dokument založený na souhlasu všech zúčastněných stran se zásadními otázkami řešení. Tím se norma liší od právních předpisů, které mohou vznikat bez projednání a souhlasu všech, jichž se týkají.
- Druhy norem se liší dle obsahu, který je určující pro účel jejich použití (terminologické, základní, zkušební, normy výrobků, bezpečnostní předpisy, normy postupů/služeb, řízení jakosti, rozhraní, zaměnitelnosti).

2.1 Česká technická norma

Pod pojmem česká technická norma se rozumí každá původní česká norma vytvořená v oblastech, ve kterých neexistují normy evropské nebo mezinárodní. Má značku ČSN (např. ČSN 73 4301) a tvoří pouze cca 10% z celkové roční produkce technických norem v České republice. [3]

Evropské či mezinárodní normy (označené např. EN, ETSI, ISO, IEC), které jsou přejaty do soustavy českých norem, se stávají normami českými, a to buď: [3]

- **překladem** (tzn., že v české normě za národní titulní stranou (stranami) s potřebnými informačními údaji v českém jazyce následuje text v českém jazyce doplněný v případě potřeby o národní přílohu),
- **převzetím originálu** (tzn., že v české normě za národní titulní stranou (stranami) s potřebnými informačními údaji v českém jazyce následuje text anglického (případně i francouzského) originálu doplněný v případě potřeby o národní přílohu),
- **schválením k jejich přímému používání** (tzn., že používání evropské normy je vyhlášeno ve Věstníku ÚNMZ a pokud zákazník normu požaduje, obdrží text anglického originálu vložený v obálce s názvem a označením normy v českém jazyce).

Jejich označení tvoří značka české technické normy a značka přejímané normy (nebo přejímaných norem) např. ČSN EN 115, ČSN ISO 1735, ČSN EN ISO 9001, ČSN IEC 61713, ČSN ETS 300 976. Tvoří cca 90 % z celkové roční produkce technických norem. Současně s jejich převzetím do národní soustavy norem se ruší překonané či konfliktní původní české technické normy, např. převzetím EN 1888 Výrobky pro péči o dítě – Dětské kočárky – Bezpečnostní požadavky a metody zkoušení se zrušila norma ČSN 94 3002 Dětské kočárky a brašny pro přenášení kojenců – Technické požadavky, bezpečnostní požadavky a zkušební metody. [3]

2.2 Specifikace jednotlivých zkoušek z hlediska norem

Všechny zkoušky, jejichž řízení je realizováno pomocí programu, který je součástí praktické části této práce, vycházejí z norem ČSN EN. Jejich výčet a podstatné nároky na parametry vodárenského okruhu jsou vypsány v tabulce (Tab. 6).

Tab. 6. Seznam výchozích norem pro realizaci zkoušek řídicího programu.

ČSN EN	Název normy	Teplota vody [°C]		Tlak [MPa (bar)]		Průtok [l/sec]
		Studené	Teplé	Statický	Dynamický	
200	Zdravotnětechnické armatury - Výtokové ventily a ventilové směšovací baterie	≤ 30	65 ± 2		Typ 1 $0,4 \pm 0,05$ ($4 \pm 0,5$) Typ 2 $0,02 \pm 0,002$ ($0,2 \pm 0,02$)	Do vany 0,066-0,1 Do sprchy Max 0,1
816	Zdravotnětechnické armatury - Samočinné uzavírací armatury (PN 10)	10 – 15	60 - 65			
817	Zdravotnětechnické armatury - Mechanické směšovače (PN 10) - Všeobecné technické podmínky	≤ 30	65 ± 2	$0,4 \pm 0,05$ ($4 \pm 0,5$)	$0,3 \pm 0,05$ ($3 \pm 0,5$)	$0,1 \pm 0,017$
1111	Zdravotnětechnické armatury - Termostatické míchací armatury (PN 10) - Všeobecné technické podmínky	≤ 30	65 ± 2			
1112	Vývody pro sprchy pro zdravotnětechnické armatury (PN 10)	20 ± 2	70 ± 2		$0,3 \pm 0,02$ ($3 \pm 0,2$)	0,1
1113	Sprchové hadice pro zdravotnětechnické armatury (PN 10)	20 ± 2	70 ± 2		$0,3 \pm 0,02$ ($3 \pm 0,2$)	0,1
1287	Zdravotnětechnické armatury - Nízkotlaké termostatické směšovače - Všeobecné technické požadavky	10 - 15	50 - 65			
12266	Průmyslové armatury - Zkoušení armatur - Tlakové zkoušky, postupy zkoušek a přijímací kritéria	5 - 40	5 - 40			

12764	Sanitární potřeby - Požadavky pro vířivé koupací vany		55 – 60			
13310	Kuchyňské dřezy - Provozní požadavky a zkušební metody	15	95			
13407	Pisoárové mísy nástěnné - Funkční požadavky a zkušební metody					Typ 1 (0,3 - 0,6) Typ 2 (0,1 – 0,4) Typ 3 (≤ 0,2) Typ 4 (0,1 – 0,6)
14428	Sprchové zástěny - Provozní požadavky a zkušební metody		Max 38			0,18 ± 1
14516	Koupací vany pro domovní použití	12 ± 3	90 ± 2 75 ± 2			0,32 ± 0,017
14527	Vany pro sprchové kouty pro domovní použití	12 ± 3	75 ± 2			0,15 ± 0,015
14688	Zdravotnětechnické zařizovací předměty - Umyvadla - Funkční požadavky a zkušební metody	15 ± 2	70 ± 2			0,1 ± 0,01

Nutno podotknout, že výše uvedené parametry jednotlivých norem vodárenský okruh splňuje.

Následující podkapitoly jsou věnovány jednotlivým zkouškám realizovaným na vodárenském okruhu zkušebny. Scénáře zkoušek jsou uvedeny z pohledu jejich požadavků na řídicí program. Podkapitoly jsou chronologicky seřazeny v takovém pořadí, v jakém jsou umístěny názvy jednotlivých zkoušek v přepínací liště řídicího programu, viz praktická část práce.

2.2.1 Zkouška van

Podstatou této zkoušky je otestovat odolnost vany, respektive použitých materiálů, proti změnám teploty. V první části zkoušky je, při uzavřené výpusti, do vany napuštěna teplá

voda o stanovené teplotě. Po dosažení normou definované výšky hladiny se výtok teplé vody uzavře a začne odpočítávání doby, po kterou zůstává voda ve vaně stát. Po uplynutí stanového času se otevře výpust' z vany. Tento stav zůstává až do úplného vypuštění. Následně je celý proces opakován pro studenou vodu. Provedení obou procesů je považováno za jeden cyklus. Tyto cykly se opakují, dokud není dosažen stanovený počet cyklů celé zkoušky.

2.2.2 Zkouška sprchových koutů

Podstatou této zkoušky je otestovat schopnost sprchových koutů zadržovat vodu, respektive otestovat jejich těsnost. V prvním kroku zkoušky je po dobu stanovenou příslušnou normou, při otevřené výpusti ze sprchového koutu, puštěna stříkající teplá voda. Tento proces je následně proveden také se studenou vodou. Provedení obou procesů je považováno za jeden cyklus. Tyto cykly se opakují, dokud není dosažen stanovený počet cyklů celé zkoušky.

2.2.3 Zkouška umyvadel

Podstatou této zkoušky je, stejně jako u zkoušky van, otestovat odolnost umyvadla proti teplotním změnám. Princip zkoušky je obdobný jako u sprchových koutů. V první části zkoušky je po dobu 90sec, při otevřené výpusti umyvadla, pouštěná teplá voda. Po uplynutí této pevně stanovené doby následuje 30 sec tzv. vysoušecí pauza, po kterou není do umyvadla pouštěna žádná voda. Následně je celý proces opakován pro studenou vodu. Provedení obou procesů je považováno za jeden cyklus. Tyto cykly se opakují, dokud není dosažen stanovený počet cyklů celé zkoušky.

2.2.4 Zkouška WC splachovadel

Zkouška splachovadel testuje splachovací zařízení toalet. Ve stále se opakujících cyklech napouštění vody do nádržky splachovadla a jeho následným spláchnutím se zjišťuje spolehlivost správného fungování tohoto zařízení. Počet cyklů zkoušky je opět stanoven příslušnou normou.

2.2.5 Zkouška vodovodních baterií

Podstatou zkoušky je simulovat dlouhodobé používání vodovodní baterie a následně zjistit, pomocí tlakového přezkoušení, její správnou funkčnost. Celý proces zkoušky spočívá

ve střídavém pouštění teplé a studené vody, při otevřené výpusti umyvadla, do splnění požadovaného počtu cyklů.

2.2.6 Zátěžová zkouška sprchových zástěn, dveří apod.

Principem této zkoušky je simulovat zavírání a otevírání dveří zástěn, dveří sprchových koutů apod. V první fázi jsou pomocí pneumatického zařízení dveře zavřeny. V této poloze je setrváno po dobu stanovenou normou. Následně jsou dveře stejným způsobem opět otevřeny. Po uplynutí časového intervalu se celý proces znovu opakuje. Zavření a otevření dveří je považováno za jeden cyklus. Tyto cykly se opakují, dokud není dosažen stanovený počet cyklů celé zkoušky.

Pozn. Norma také stanovuje variantu, kdy časy otevírání a zavírání jsou pro lichý a sudý cyklus rozdílné, což je také zohledněno v nastavení parametrů této zkoušky řídicího programu, viz praktická část práce.

2.2.7 Zkouška přepínání toku vody u sprchové baterie (diverter)

Principem této zkoušky je simulovat používání diverteru u sprchové baterie. Diverter plní funkci přepínání mezi vodou tekoucí ze sprchové baterie nebo sprchové hlavice, přičemž existují dva druhy: automatický a manuální. První z nich, automatický diverter, využívá pro udržení stavu zapnuto (tzn. výtok ze sprchové hlavice) vlastního tlaku protékající vody. Při poklesu tlaku se automaticky vrátí zpět do polohy vypnuto (tzn. výtok z vodovodní baterie). Načež manuální diverter zůstává v neměnném stavu do doby, než je jeho poloha změněna ručně.

Samotný cyklus u zkoušky diverteru se skládá z posloupnosti několika časových sekvencí, které se opakují v cyklech po 15 minutách pro teplou a studenou vodu. Následující tabulka (Tab. 7) popisuje postupně jednotlivé kroky časové sekvence pro manuální a automatický diverter zvlášť.

Tab. 7. Popis jednotlivých časových úseků pro zkoušku diverter.

Čas [sec]	Manuální diverter [stav]	Automatický diverter [stav]
0 – 4	Voda vytéká z výtoku vodovodní baterie.	Voda vytéká z výtoku vodovodní baterie.
5	Diverter je mechanicky nadzvednut a voda vytéká z vývodu pro sprchovou hlavici.	Diverter je mechanicky nadzvednut a voda vytéká z vývodu pro sprchovou hlavici.
6	Mechanismus pro nadzvednutí diverteru je odpojen. Diverter drží v poloze otevřeno (tzn. výtok ze sprchové hlavice) pomocí tlaku protékající vody.	Mechanismus pro nadzvednutí diverteru drží nadále diverter v poloze otevřeno (tzn. výtok ze sprchové hlavice) pomocí tlaku protékající vody.
7 – 9	Voda vytéká z výtoku sprchové hlavice.	Voda vytéká z výtoku sprchové hlavice.
10 - 13	Výtok vody je zastaven.	Výtok vody je zastaven.
14	Celý cyklus se znovu opakuje.	Mechanismus vrátí diverter do polohy vypnuto (tzn. výtok z vodovodní baterie) a celý cyklus se znovu opakuje.

3 CONTROL WEB 5

Kompletní program pro řízení a vizualizaci byl pro všechny zkoušky realizován v programu Control Web 5. Následující kapitola je věnována obecnému popisu tohoto vývojového prostředí.

3.1 Co je Control Web

Definovat, co je Control Web nebo vyjmenovat všechny jeho vlastnosti, je na omezeném prostoru prakticky nemožné. Pro někoho je Control Web dostupný nástroj, který umožní levně realizovat řízení např. malé vodní elektrárny. Pro někoho jiného se jedná o prostředek tvorby rozsáhlé podnikově distribuované aplikace s desítkami tisíc měřených bodů a obsahující stovky operátorských obrazovek, pracující na řadě počítačů zapojených do sítě. [1]

Control Web je používán a nasazován v mnoha významných českých průmyslových podnicích a na univerzitách a uplatnil se rovněž i v mnoha aplikacích ve světě. Pro svou schopnost zvládat značné množství dat je často nasazován na velmi rozsáhlé aplikace, které již přesahují možnosti většiny jiných vizualizačních programů. Pro svou výhodnou cenu je často používán i při výuce na středních a vysokých školách. Jako příklad lze uvést monitorovací a řídicí aplikace v jaderných elektrárnách či vědeckých a školních laboratořích. [6]

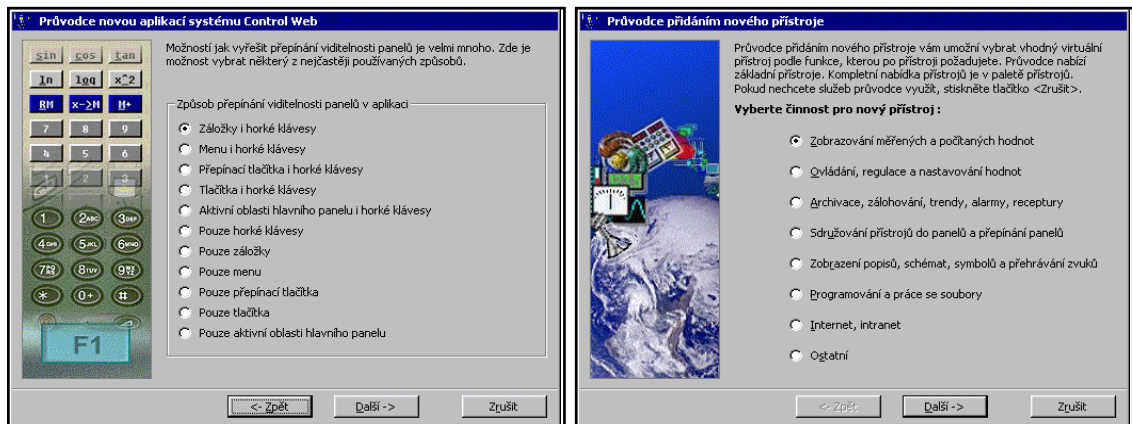
Stručně lze říct, že Control Web je: [6]

- Programový systém rychlého vývoje aplikací pro průmysl, laboratoře, školy,
- Vizualizační a řídicí nástroj technologických procesů v reálném čase.
- Most mezi technologií a informačním systémem podniku.
- Rozhraní člověk-stroj.
- Přímé řízení strojů a technologií.
- Simulace, výzkum, vývoj a výuka (např. FAI UTB).

3.2 Virtuální přístroje

Uživatelské rozhraní vývojového systému Control Web maximálně podporuje vizualizaci všech činností a možností tvorby programu grafickými prostředky. Uživatel nikdy není ponechán svému osudu nad prázdnou pracovní plochou. Tak, jako v moderních

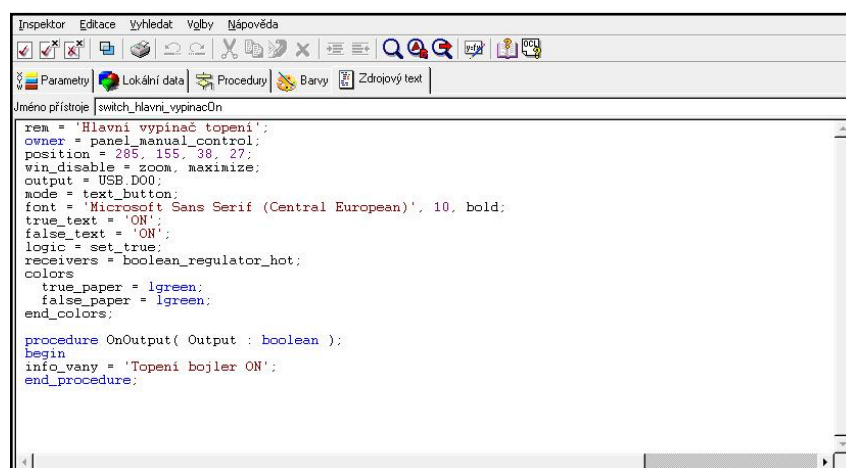
programovacích prostředích, i v Control Webu jsou k dispozici různí průvodci, kteří vytvoří kostru aplikace či poradí nezkušenému programátorovi s výběrem komponent, viz obrázek (Obr. 3). [5]



Obr. 3. Ukázka průvodce pro tvorbu nové aplikace.

V Control Webu je možné vytvářet program v grafickém prostředí, ve kterém pomocí myši vybíráme jednotlivé komponenty a rozmisťujeme je na zobrazitelnou plochu či zařazujeme do stromů časování, čímž definujeme jejich aktivaci v programu z hlediska času. V inspektorech jednotlivých komponent interaktivně definujeme pomocí dialogů příslušné vlastnosti apod. [6], [5]

Zároveň lze také celý systém překloupat z grafické do textové podoby a pokračovat v tvorbě programu v textovém režimu a naopak. Každou aplikaci je tak možno dle potřeby tvořit jak v textovém, tak v grafickém režimu. Obdobně inspektory jednotlivých komponent (které lze vyvolat v grafickém režimu) nabízejí při definici jejich vlastností interaktivní dialog nebo možnost definovat vlastnosti komponenty v textovém editoru obrázek (Obr. 4). [5]



Obr. 4. Textový režim pro nastavení přístroje switch.

3.3 Časování

V Control Webu lze vytvářet aplikace dvojího druhu – a to **datově řízené aplikace**, nebo **aplikace reálného času**.

3.3.1 Datově řízená aplikace

V případě datově řízené aplikace jsou aktivace jednotlivých virtuálních přístrojů řízeny změnou příslušných dat a asynchronními událostmi (stiskem tlačítek uživatelem). Jakmile se např. změní načítaná hodnota některého kanálu, okamžitě se aktivují přístroje, které s ní pracují, např. zobrazují její hodnotu nebo s ní počítají ve svých lokálních procedurách (metodách). [5]

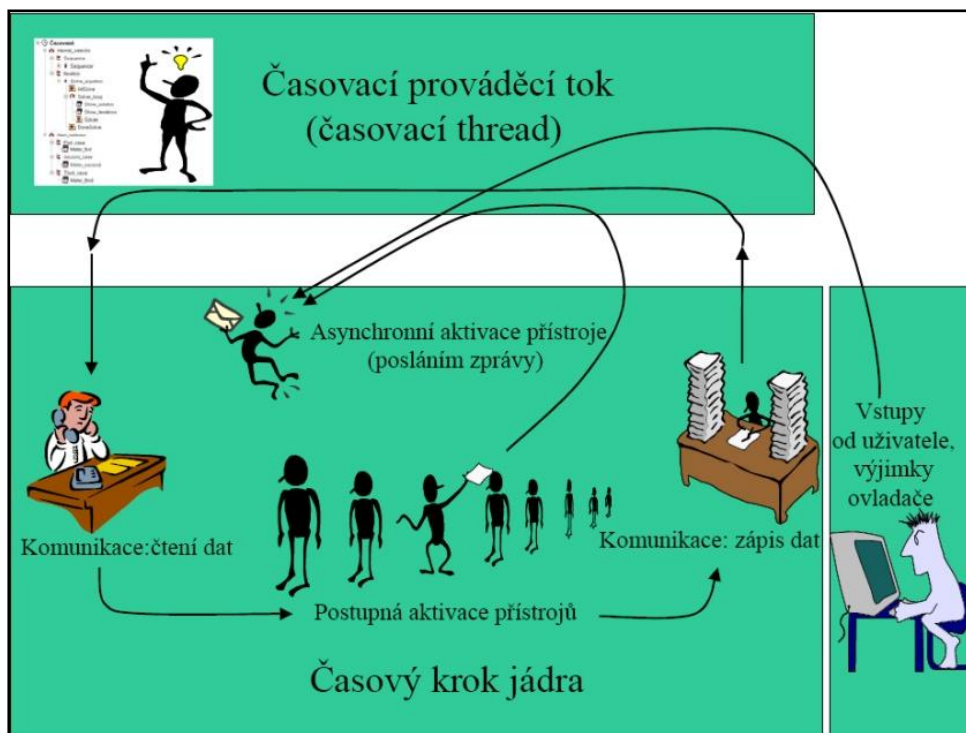
Datově řízená aplikace pracuje cyklicky – maximální možnou rychlostí jsou načítána data z technologie, dle změny načtených dat jsou pak postupně aktivovány jednotlivé přístroje, které s těmito daty pracují. Aktivované komponenty (nebo uživatelské zásahy) mohou aktivovat jiné, na něž je pak přeneseno řízení. V datově řízené aplikaci však mohou být přístroje aktivovány též implicitně: pokud některý z nich svou činností změní globální data (tj. globální proměnné či kanály) s nimiž pracuje jiný přístroj, je tímto sám automaticky aktivován. [6], [5]

K čemu a kdy lze datově řízenou aplikaci využít: [5]

- V případech, kdy chceme data z technologie archivovat a vizualizovat bez potřeby precizně řídit časování těchto dějů.
- Při vizualizaci pomalu se vyvíjejících dějů.
- Všude tam, kde přesné načasování měření dat je méně důležité než jejich přehledná grafická prezentace.
- Pokud potřebujeme rychle vytvořit aplikaci (např. pilotní funkční prototyp budoucí rozsáhlejší aplikace) – využíváme toho, že datově řízená aplikace realizuje mnoho věcí automaticky a návrh aplikace se tak usnadňuje.
- Tam, kde se převážně nejedná o aplikaci komunikující s technologií – v Control Webu je totiž možné pohodlně vytvářet i distribuované kancelářské a manažerské aplikace.

3.3.2 Aplikace reálného času

Hlavní doménou uplatnění Control Webu jsou ovšem aplikace reálného času. Control Web zde poskytuje velké možnosti a prostředky pro optimální vyladění vytvářené aplikace vzhledem k výkonnosti hardwaru, na němž se aplikace provozuje. Na rozdíl od datově řízené aplikace je však náročnější na programátorskou práci. Obecné schéma činnosti systému Control Web v aplikacích reálného času znázorňuje (Obr. 5). [5]



Obr. 5. Schéma časování aplikací reálného času. [5]

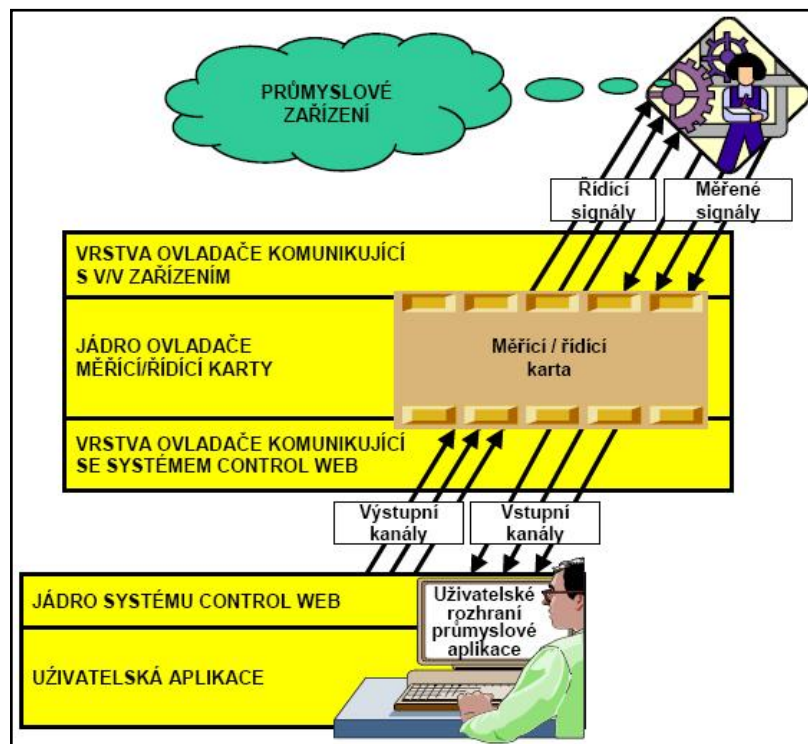
Časovací prováděcí tok (časovací thread): [5]

- zajišťuje periodické časování přístrojů, shromažďuje a rozděljuje všechny asynchronní zprávy od přístrojů, ovladačů, vstupů od uživatele (a v datově řízené aplikaci se stará i o aktivaci komponent řízených změnami dat),
- přesně odměřuje délku komunikačních prodlev,
- neustále sleduje délku běhu jednotlivých přístrojů a ovladačů,
- v případné časové tísni zajišťuje popohnání aplikace vpřed.

Schopnost práce v reálném čase je v současné době nutným a zásadním požadavkem kladeným na moderní programové systémy pro průmyslovou automatizaci. Časové rozlišení aplikací systému Control Web lze zjemňovat až do řádu milisekund. [6]

3.4 Propojení s vnějším světem

Aplikace napsaná v systému Control Web komunikuje s vnějším světem přes ovladač příslušného vstupně-výstupního zařízení prostřednictvím speciálních proměnných - tzv. "vstupních a výstupních kanálů", které se nadefinují pro daný ovladač, viz (Obr. 6). [5]



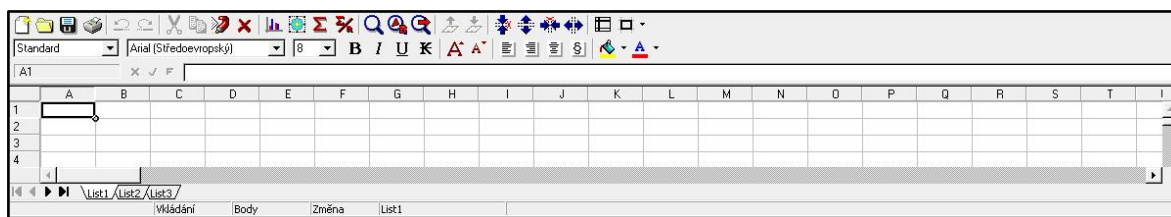
Obr. 6. Schéma propojení aplikace systému Control Web s vnějším světem. [5]

Systém poskytuje prostředky, kterými lze přesně řídit časování, kdy jsou potřebná data čtena či zapisována do jednotlivých kanálů. Pro ladění aplikace je k dispozici speciální inspektor, který "hlídá", zda a jak počítač "stíhá" čtení či zápis v požadovaných intervalech. Pokud počítač "nestíhá", dozvíme se to a musíme buď změnit aplikaci, nebo ji provozovat na silnějším hardwaru, nebo ji rozložit jako distribuovanou aplikaci na více počítačů. Půvab systému Control Web totiž spočívá v tom, že jednotlivé komponenty různých programových modulů běžících na propojených počítačích spolu mohou jednoduše komunikovat. Tato komunikace je samozřejmě šifrovaná, aby byla zajištěna maximální ochrana přenášených dat. [1], [5]

V Control Webu tak máme nástroj, který nám umožní bez velké námahy vytvářet distribuovaná řešení na standardním hardwaru, komunikujícím s vnějším světem přes stovky ba i tisíce vstupních a výstupních kanálů. [5]

3.5 InCalc

InCalc je tabulkový kalkulátor pracující v prostředí průmyslového informačního systému Control Web. Je určen pro zpracovávání číselných dat a jejich zobrazování pomocí grafů. InCalc plně podporuje technologii dvOLE, která umožňuje jednoduché vkládání jakéhokoliv DataView a jeho jednoduchou editaci bez nutnosti přenášet data mezi různými aplikacemi. Tabulka je tvořena buňkami uspořádanými do 256 sloupců označených kombinací písmen a 8192 řádků označenými příslušnými číslicemi. InCalc může pracovat ve dvou režimech: režim 2D (dvourozměrná tabulka) a režim 3D (trojrozměrná tabulka). Trojrozměrná tabulka může mít až 64 vrstev. Na disku se data ukládají do souboru s příponou TBW. [2]



Obr. 7. Okno tabulkového procesoru InCalc.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 POPIS ŘÍDÍCÍHO A VIZUALIZAČNÍHO PROGRAMU PRO VODÁRENSKÝ OKRUH

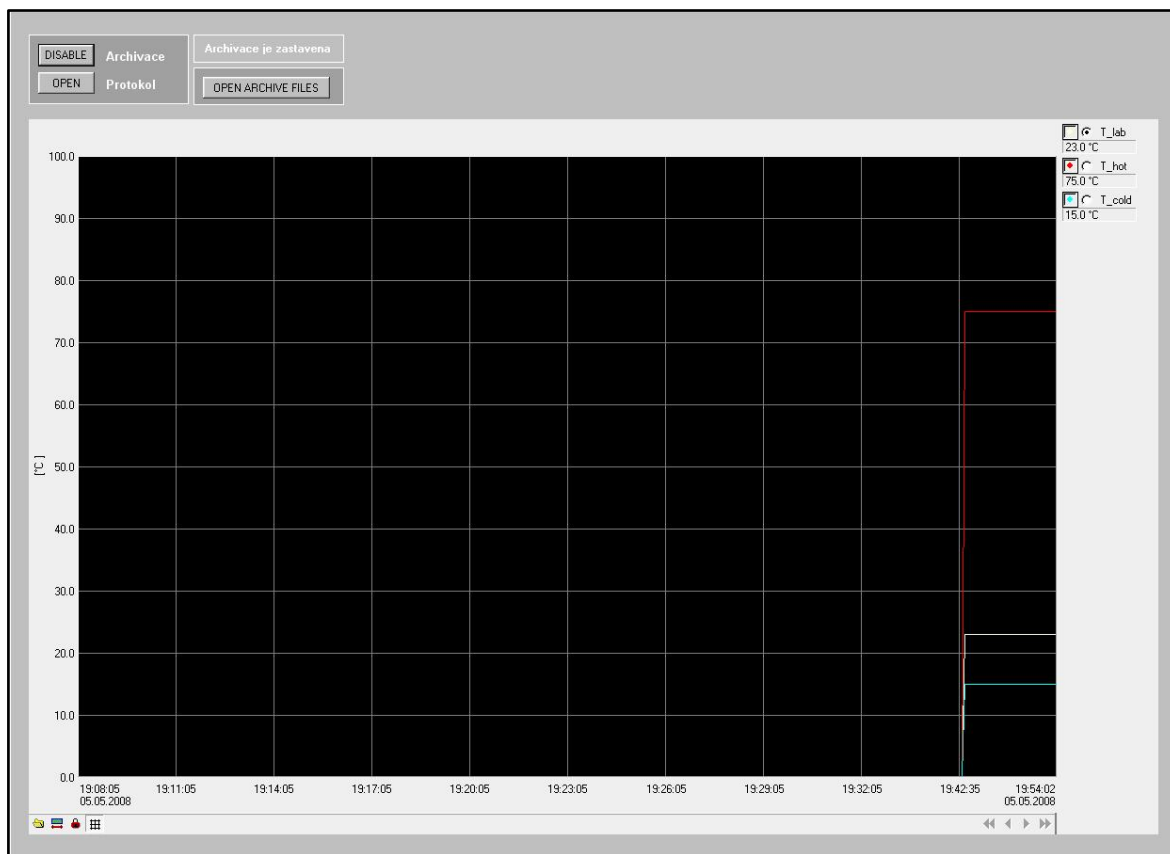
Jak již bylo zmíněno výše, hlavní náplní této práce bylo vytvořit program pro řízení a vizualizaci vodárenského okruhu. Pro tvorbu tohoto programu byl vybrán software Control Web 5 od společnosti Moravské přístroje a.s. Při samotné realizaci byl kladen důraz především na přehlednost a jednoduchost ovládání řídicího programu. Celý program je rozdělen do osmi panelů, které jsou pojmenovány dle jejich funkcí následovně:

- Archivace
- Zkouška van
- Zkouška sprch
- Zkouška umyvadel
- Zkouška WC
- Zkouška vodovodních baterií
- Zkouška dveří sprchových koutů
- Zkouška diverteru

V následujících podkapitolách jsou jednotlivé panely, jejich možnosti a funkce popsány podrobněji.

4.1 Panel archivace

Panel archivace, viz (Obr. 8), obsahuje tlačítka pro spuštění archivace, otevření tabulky ve tvaru protokolu spolu s aktuálně archivovanými hodnotami a tlačítka pro otevření archivačních souborů. Dále se v panelu, při zapnuté archivaci, vykreslují v čase hodnoty teplot studené, teplé vody a vzduchu v laboratoři. Jednotlivé grafy teplot lze pomocí voleb vpravo od grafu skrývat či zobrazovat. Dále je také možno měnit velikost zobrazeného časového úseku či se pohybovat na časové ose. Panel také informuje o stavu archivace, a to pomocí textového pole. Při vypnuté archivaci je zobrazen bílý text „Archivace je zastavena“, v opačném případě textové pole obsahuje červený nápis „Archivace je spuštěna“.



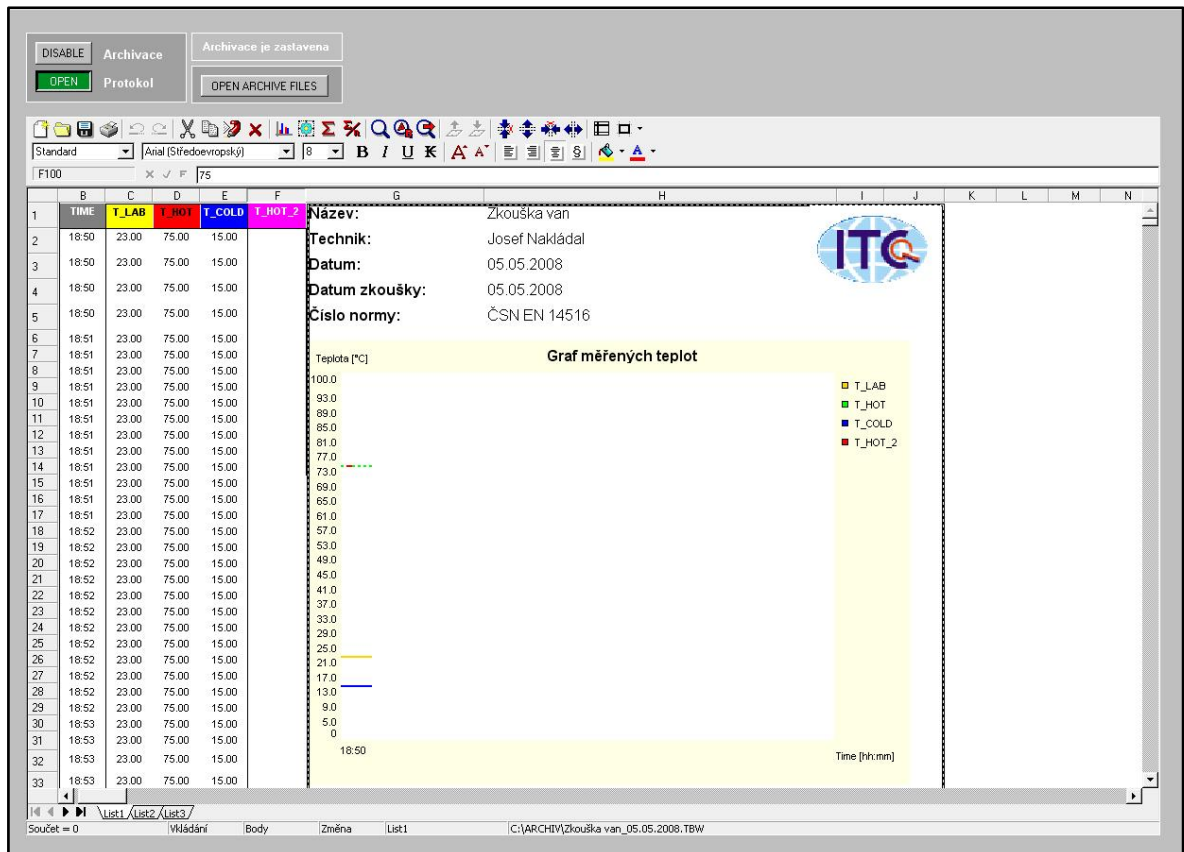
Obr. 8. Panel archivace.

Při stlačení tlačítka archivace „DISABLE“ se zobrazí následující okno (Obr. 9), které vyžaduje od obsluhy zadání několika údajů specifikujících archivaci. Vyplnění všech polí je nutnou podmínkou pro spuštění archivace. Jedná se o název zkoušky, jméno žadatele pro spuštění archivace (jméno obsluhy), číslo normy, podle které daná zkouška bude probíhat a nakonec periodu archivace. Při změně periody archivace, která umožňuje volbu periody v rozmezí 5 – 1800 sec se současně přepočítává hodnota maximálního času archivace v hodinách. Tato hodnota vychází z maximálního počtu řádků archivační tabulky, kterých je 8192. Nutno podotknout, že lze programově umožnit, aby toto číslo nebylo limitující. Ovšem z praktického pohledu je tato hodnota více než dostačující, nehledě na to, že tento fakt nutí obsluhu zvolit optimální čas periody archivace v závislosti na celkovém času archivace (zkoušky). Bylo by asi zbytečné volit čas periody 5 sec pro zkoušku trvající 3 dny.

Obr. 9. Parametry pro nastavení archivace.

Po vyplnění všech polí a stlačení tlačítka „OK“ dojde ke spuštění archivace. Archivační soubory se defaultně ukládají na lokální disk do složky s názvem ARCHIV, a to ve formátu: „název zkoušky_datum.TBW“ (např. Zkouška van_05.05.2008.TBW). Formát TBW je formát tabulkového kalkulátoru InCalc, viz (kapitola 3.5).

Po stlačení tlačítka „OPEN“ se otevře okno s tabulkovým kalkulátorem InCalc, který obsahuje šablonu pro ukládání archivovaných dat, viz obrázek (Obr. 10).



Obr. 10. Ukázka archivačního protokolu.

Tato šablona slouží současně jako výstupní protokol měření, který lze v případě potřeby kdykoli podle názvu archivačního souboru dohledat, popřípadě vytisknout. Obsahuje všechna, při spuštění archivace zadaná, data spolu s hodnotami archivovaných teplot, a to jak v číselné, tak v grafické reprezentaci. V případě tisku jsou již v šabloně vymezeny hranice tisku, pod které spadají pouze řádky 1 až 45 sloupců G až J archivační šablony.

Na obrázku (Obr. 10) si lze všimnout, že legenda v grafu obsahuje čtyři hodnoty namísto výše zmiňovaných tří. Čtvrtá hodnota je pouze variací pro vykreslování teploty teplé vody. Standardně se, pro hodnoty teplé vody (T_HOT), zobrazuje zelený čárkovaný graf. Když je ale během zkoušky puštěna teplá voda zobrazuje se proměnná T_HOT_2, která stejně

jako proměnná T_HOT reprezentuje teplotu teplé vody, je ovšem vykreslována plnou červenou barvou. Protože teplota teplé vody má během zkoušky kolísavé hodnoty (např. když je chladnější voda z vany přečerpávána zpět do bojleru, tak teplota vody v bojleru klesne), dává toto řešení jednoznačnou informaci o tom, jakou teplotu měla teplá voda, když byla napouštěna.

Poslední možností archivačního panelu je po stisknutí tlačítka „OPEN ARCHIVE FILES“ otevření archivačních souborů. Toto řešení umožňuje nahlížet do archivačních souborů a pracovat s nimi, a to i v případě, že jsou v danou chvíli archivována data jiná. Nahlížení do archivačních souborů je, stejně jako samotná archivace, realizováno pomocí tabulkového kalkulátoru InCalc.

4.2 Panel zkoušky van

Jak již název napovídá, po přepnutí na tento panel se zobrazí 3D animační scéna spolu s informačními parametry a parametry nastavení pro zkoušku van, viz (Obr. 11).



Obr. 11. Celkový pohled na panel zkoušky van.

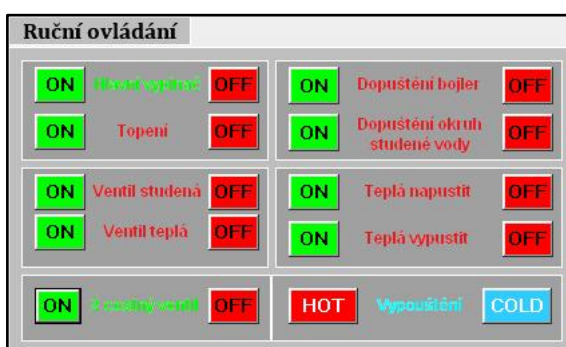
Samotné rozložení v jednotlivých panelech je z důvodu zachování přehlednosti u všech zbývajících panelů stejné. Z uživatelského pohledu lze celkové rozvržení přístrojů v panelu rozdělit do pěti sekcí:

1. Sekce pro ruční ovládání akčních prvků vodárenského okruhu.
2. Sekce aktuálních teplot a výšky hladiny teplé vody v bojleru.
3. Sekce pro nastavení parametrů zkoušky.
4. Sekce ovládání pohybu kamery ve 3D scéně.
5. Sekce pro zobrazení 3D animační scény.

Při přepínání panelů jednotlivých zkoušek se mění pouze animační scéna zkoušky a sekce nastavení parametrů, která je pro každou zkoušku jedinečná. Všechny ostatní sekce zůstávají stejné. V následujících podkapitolách jsou jednotlivé sekce popsány podrobněji.

4.2.1 Sekce ruční ovládání

Sekce ruční ovládání umožňuje ovládat stavy všech akčních prvků vodárenského okruhu, viz (Obr. 12).

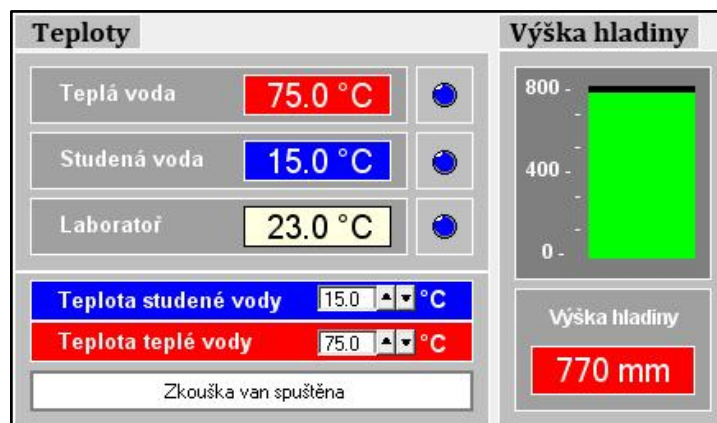


Obr. 12. Sekce ruční ovládání.

Ovládání je realizováno pomocí tlačítek „ON“ a „OFF“, které po stisknutí nastaví svůj výstup na požadovanou hodnotu (*true* nebo *false*). V případě ovládání třicestného ventilu lze přepínat mezi stavy vypouštění horké či studené vody. Aktuální stavy ovládaných prvků reprezentují barvy textu jejich názvů. Programově je tato skutečnost realizováno tak, že textové pole je aktivováno v periodě 1 sec. V proceduře *OnActivate()* textového pole je následně vyhodnocován výraz, který testuje, v jakém stavu se daná proměnná (kanál) nachází a pro ten nastaví příslušnou barvu textu (pro *true* zelenou, pro *false* červenou).

4.2.2 Sekce aktuálních teplot a výšky hladiny teplé vody v bojleru

Tato sekce plní funkci spíše informativní, byť jsou její součástí také dvě pole pro nastavení teplot studené a teplé vody, viz (Obr. 13). K jednotlivým polím pro zobrazování aktuálních teplot přísluší také kontrolky, které pro teplou vodu signalizují stav topení bojleru a pro ostatní teploty stav komunikace s jednotkou DataLab. V případě výpadku komunikace změní kontrolky svou barvu na červenou a hodnoty teplot začnou blikat. Tímto způsobem je obsluha informována, že s komunikací není něco v pořádku. Nutno podotknout, že při absenci této funkce by zůstaly zobrazeny poslední hodnoty teplot a obsluha by nebyla žádným způsobem upozorněna na výskyt problému.



Obr. 13. Sekce teplot a signalizace výšky hladiny teplé vody v bojleru.

Hodnoty teplot jsou aktualizovány prostřednictvím virtuálního přístroje *sequencer*, který zajišťuje, v rámci svého časového kroku, vykonávání v něm zaregistrovaných přístrojů. Časový krok je stanoven na 1 sec. V této periodě jsou načítány hodnoty teplot ze snímačů a zapisovány do proměnných. Hodnoty těchto proměnných jsou zobrazovány prostřednictvím přístrojů *meter*.

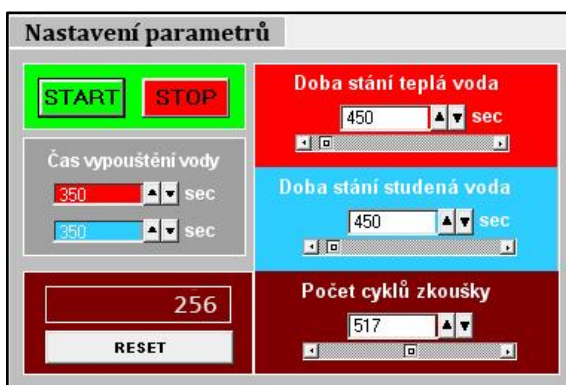
Sekce teplot také umožňuje nastavit teploty teplé a studené vody. Programově je pro tuto činnost použito dvou přístrojů *boolean_regulator*, které představují dvoupolohový regulátor, který podle dvou vstupních numerických výrazů (žádaná a regulovaná hodnota) vypočítává akční zásah (výstup = zapnuto nebo vypnuto). V případě teplé vody je akční zásah zapnutí nebo vypnutí topení bojleru, žádanou hodnotou je nastavená hodnota teplé vody v sekci teplot a regulovanou hodnotou je aktuální teplota teplé vody. U studené vody je, při teplotě vyšší než nastavené, připuštěna studená voda z vodovodního řádu. Do budoucna se počítá s instalací chladicího zařízení do okruhu studené vody.

Součástí sekce teplot je také textové pole, které prostřednictvím textových zpráv informuje obsluhu o aktuálně prováděné činnosti či alarmovém stavu.

Poslední informací, kterou podává sekce teplot, je výška hladiny teplé vody v bojleru. Tato hodnota je reprezentována dvěma způsoby. A to jak textově pomocí číselné hodnoty výšky hladiny v mm, tak vizuálně prostřednictvím grafické reprezentace. V obou případech je pro tento účel využito přístrojů *meter*. Aktualizace proměnné pro výšku hladiny je prováděna pomocí přístroje *sequencer*, stejně jako pro teploty.

4.2.3 Sekce pro nastavení parametrů zkoušky

Tato sekce je pro každou zkoušku jedinečná. Umožňuje nastavit parametry zkoušky, spustit či zastavit zkoušku nebo vynulovat počítadlo počtu cyklů pro danou zkoušku, viz obrázek (Obr. 14).



Obr. 14. Sekce nastavení parametrů pro zkoušku van.

O stavu zkoušky informuje barva rámečku kolem tlačítek „START“ a „STOP“. Při spuštěné zkoušce je tento rámeček zelený, viz (Obr. 14), v opačném případě šedý. Pro zkoušku van je potřeba nastavit tyto parametry:

- **Čas vypouštění teplé a studené vody** (Jelikož je doba vypouštění vody u každého typu vany různá, musí obsluha při prvním cyklu změřit čas vypouštění a tuto hodnotu v příslušném parametru nastavit. Tím získá program informaci o tom, jak dlouho má být prováděn proces vypouštění.)
- **Doba stání teplé a studené vody** (Hodnoty časů stání vody se nastavují dle příslušné normy, podle které má být zkouška prováděna.)

- **Počet cyklů zkoušky** (Tento parametr se také nastavuje podle příslušné normy, dle které má být zkouška prováděna.)

4.2.4 Sekce pro ovládání pohybu kamery ve 3D scéně

V této sekci se nastavuje pohled kamery v 3D scéně, viz obrázek (Obr. 15).



Obr. 15. Sekce pro ovládání kamery v 3D scéně.

Funkce jednotlivých tlačítek je následující:

- „RESET KAMERY“ – po stisknutí tlačítka najede kamera ve scéně do výchozí polohy. Tato poloha umožňuje pohled na celou scénu.
- „ANIMACE OFF/ON“ – slouží pro spuštění pohybu kamery dle právě prováděné činnosti. Tato možnost je přístupná pouze ve scéně zkoušky van.
- „NAPOUŠTĚNÍ“ – kamera najede ve scéně do prostoru napouštění vody.
- „MĚŘENÍ ČASU“ – kamera najede ve scéně na panely s měřenými časy.
- „T_LAB“ – kamera najede ve scéně na teploměr měřící teplotu v laboratoři.
- „T_COLD“ – kamera najede ve scéně na teploměr měřící teplotu studené vody.
- „T_HOT“ – kamera najede ve scéně na teploměr měřící teplotu teplé vody.

Pro pohyb ve scéně lze také použít polohovací zařízení (myš). Pro tento způsob pohybu v 3D scéně je ovšem potřeba určitá zkušenost. Proto je součástí panelů tato sekce, která umožňuje rychlé najetí kamery na požadované místo ve scéně.

4.2.5 Sekce pro zobrazení 3D animační scény zkoušky

Tuto sekci tvoří samotná 3D scéna, která slouží k vizualizaci právě prováděné činnosti. Animační scénu van zobrazuje obrázek (Obr. 16). Každý panel zkoušky obsahuje svoji animační scénu. Při přepínání mezi jednotlivými panely zkoušek najíždí automaticky kamera ve scéně do optimální polohy tak, aby byla vidět důležitá část scény.



Obr. 16. Animační scéna pro zkoušku van.

Scéna pro zkoušku van je tvořena především modelem vany. Ve skutečnosti jsou ve scéně umístěny vany dvě, jedna pro napouštění teplé vody a druhá pro napouštění vody studené. Toto řešení bylo použito z toho důvodu, aby bylo podle barvy patrné, jestli se napouští studená či teplá voda. U přístroje *gl_tank*, který reprezentuje oba modely van, totiž nelze měnit za běhu programu hodnoty parametru *material*, které barvu výplně vany definují. Dále je na vaně umístěna dioda, která reprezentuje sepnutí limitního snímače hladiny (dosažení požadované hladiny = svítí).

Samotná animace je programově řešena pomocí procedur jednotlivých přístrojů a příkazu *send*, který zajistí aktivování přístrojů uvedených za tímto příkazem, a to ihned po skončení právě aktuálního časového kroku. Pro názornost použití tohoto programového řešení je níže uvedena realizace animace zapnutí čerpadla pro napouštění teplé vody do vany.

Při animaci zapnutí čerpadla jsou aktivovány následující přístroje:

- čerpadlo pro napouštění teplé vody,
- potrubí vedoucí od bojleru k výpusti teplé vody.

Zapnutí čerpadla na reálné soustavě spolu s animací průtoku teplé vody od bojleru k výpustnému ventilu je programově provedeno následovně:

- Přístroj reprezentující čerpadlo pro napouštění teplé vody (*gl_valve_hotOn*) má vytvořenou vlastní proceduru s názvem *Switch*, jejímž parametrem je lokální proměnná *S* datového typu *boolean*. Kód procedury *Switch* je následující:

```
procedure Switch(S : boolean);
begin
  pumpHotOn = S;
  USB.DO5 = S;
  send self;
end_procedure;
```

- Dále přístroj obsahuje proceduru *OnActivate()* jejíž kód v těle procedury se provede při aktivaci přístroje. Kód obsažený v proceduře je následující:

```
procedure OnActivate();
begin
  send gl_bend_bojler_down;
  send gl_vertical_pipe_hot_napust1;
  send gl_vertical_pipe_hot_napust2;
  send gl_elbow_hot_napust1;
  send gl_vertical_pipehot_napust3;
  send gl_elbow_hot_napust3;
  send gl_vertical_pipehot_napust4;
  send gl_elbow_hot_napust4;
end_procedure;
```

- Výraz, který je přístrojem vyhodnocován je hodnota proměnné *pumpHotOn*, která je typu *boolean*.

Z výše uvedeného tedy plyne, že když je v jakékoliv části programu napsán příkaz *gl_valve_hotOn.Switch(true)*, provede se následující:

- Vykoná se procedura *Switch* s parametrem *true* přístroje s názvem *gl_valve_hotOn*, který představuje v animační scéně čerpadlo pro napouštění teplé vody.
- V proceduře se přes lokální proměnnou *S* typu *boolean* zapíše do proměnné *pumpHotOn* hodnota *true*. Dále se zapíše hodnota *true* i na výstup *USB.DO5*, který reprezentuje reálné čerpadlo pro napouštění teplé vody do vany, díky čemuž se čerpadlo spustí.

- Pomocí příkazu *send self* přístroj *gl_valve_hotOn* aktivuje sám sebe, což znamená, že přístroj vyhodnotí příkaz *pumpHotOn* jako *true* a to jej uvede ve scéně do stavu zapnuto (čerpadlo se začne otáčet).
- Dále se také provede procedura *OnActivate ()* přístroje *gl_valve_hotOn*, která pomocí příkazu *send* a názvu příslušného přístroje (např. *send gl_elbow_hot_napust4*) zaktivuje všechny přístroje takto uvedené ve svém těle. Jednotlivé názvy za příkazem *send* představují názvy přístrojů reprezentující potrubí vedoucí z bojleru k výpustnému ventilu pro teplou vodu.
- Jelikož všechny přístroje aktivované příkazem *send* vyhodnocují stav proměnné *pumpHotOn*, který je v tu chvíli ve stavu *true*, uvedou se tímto do stavu zapnuto, čímž dojde k spuštění animace reprezentující průtok teplé vody potrubím od bojleru přes točící se čerpadlo až k výpustnému ventilu pro teplou vodu.

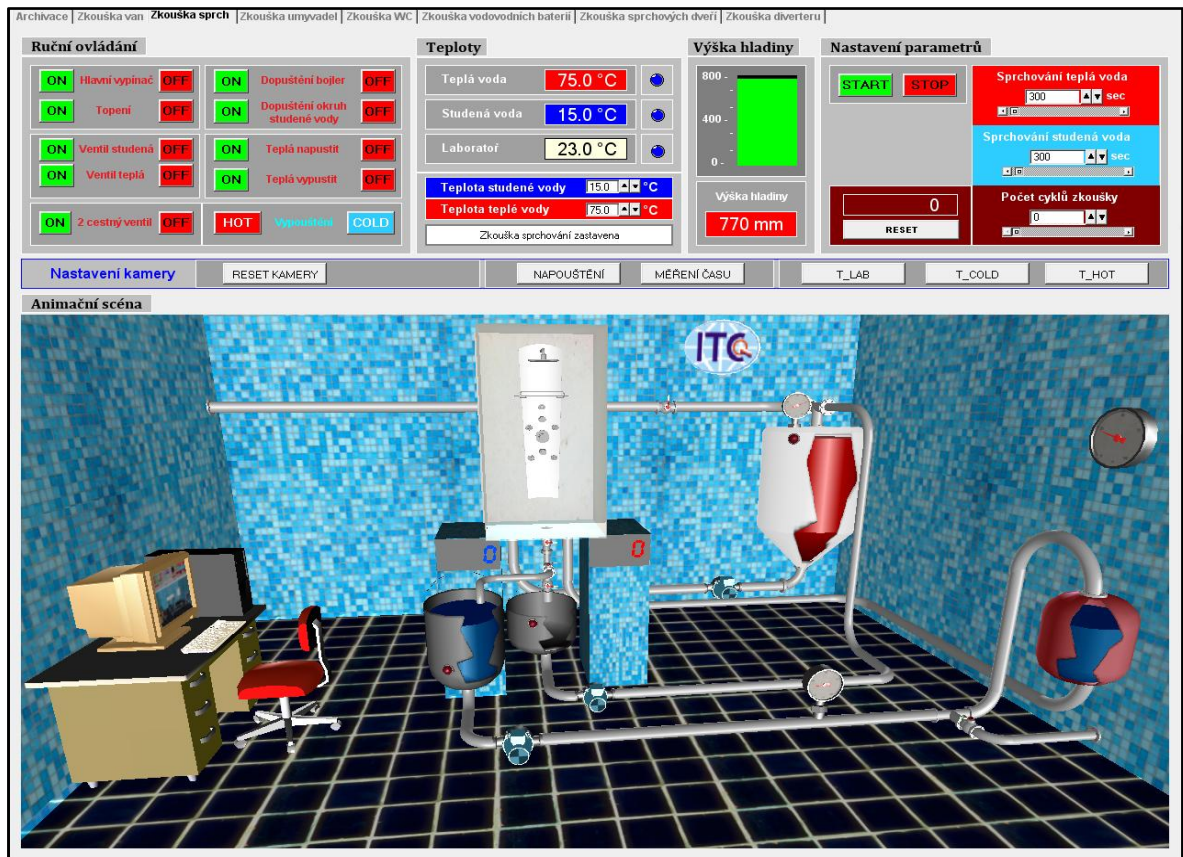
Stejným způsobem je reálné čerpadlo spolu s animací ve 3D scéně vypnuto. Pouze je v parametru procedury *switch* místo hodnoty *true* napsáno *false*. Příkaz má pak tvar *gl_valve_hotOn.Switch(false)*.

Na stejném principu je programově řešeno ovládání reálného zařízení spolu s animací v 3D scéně i u ostatních prvků vodárenského okruhu či přístrojů v animační scéně.

4.3 Panel zkoušky sprch

Při přepnutí do panelu zkoušky sprch jsou kromě sekce pro nastavení parametrů a sekce pro zobrazení 3D animační scény zobrazeny totožné sekce jako u panelu zkoušky van, viz obrázky (Obr. 11) a (Obr. 17). Proto jsou popisy zbývajících panelů věnovány pouze těmto dvěma sekcím.

Scéna pro zkoušku sprch je podobná jako scéna zkoušky van, jen s tím rozdílem, že místo sprchy se ve scéně nachází sprchový kout. Bočnice sprchového koutu jsou vytvořeny pomocí přístroje *gl_poster*. Jedná se o přístroj, který zobrazuje rovinnou texturovanou obdélníkovou či eliptickou plochu. Model sprchy je ve formátu 3DS.



Obr. 17. Celkový pohled na panel zkoušky sprch.

Nutno podotknout, že scéna v programu je reprezentovaná přístrojem *gl_scene* a je pro všechny zkoušky totožná, pouze se mění její obsah. Viditelnost jednotlivých přístrojů ve scéně je realizována pomocí příkazů *Hide()* a *Show()*, které, jak anglické názvy napovídají, umožňují skrývat nebo zobrazovat jednotlivé přístroje ve scéně. Každý panel je v programu identifikován číslem. Při přepínání mezi jednotlivými panely, jsou pomocí příkazu *send* aktivovány přístroje, které mají svou viditelnost závislou na právě zvoleném panelu. Ty mají ve svém těle, v proceduře *OnActivate()*, podmínku, která podle aktuálního čísla panelu rozhoduje, zda má být přístroj viditelný či naopak.

V sekci pro nastavení parametrů se nachází standardní tlačítka pro zapnutí („START“) či zastavení („STOP“) zkoušky, která jsou pro všechny panely totožná. Stejně tak přístroje *meter* pro zobrazení hodnoty aktuálního počtu cyklů a *control* pro nastavení požadovaného počtu cyklů, jsou součástí sekce pro nastavení parametrů i u ostatních níže zmiňovaných zkoušek.

4.4 Panel zkoušky umyvadel

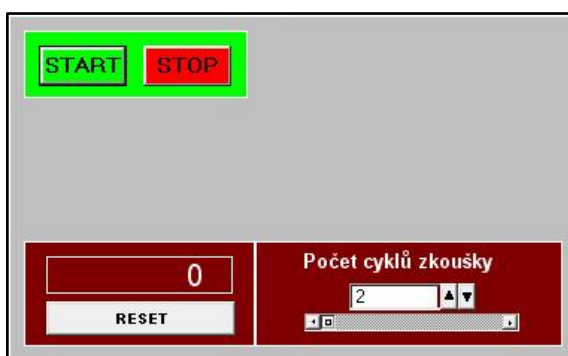
Panel zkoušky umyvadel obsahuje ve scéně umyvadlo, do kterého je střídavě pouštěna teplá a studená voda, viz obrázek (Obr. 18).



Obr. 18. Animační scéna pro zkoušku umyvadel.

Aktuální doba puštění vody je zobrazena na dvou informačních panelech umístěných na pilířích držících umyvadlo. Panel s červenou hodnotou zobrazuje dobu, po kterou je puštěna teplá voda a panel s modrou čas, po který je puštěna voda studená. Tyto panely plní stejnou funkci i pro zkoušku van, sprchových koutů, vodovodních baterií a zkoušky diverteru. Přístroj, který reprezentuje tyto panely v prostředí Control Web se jmenuje *gl_segment_display* a slouží obecně k zobrazení výsledku číselného výrazu s možností přiřazení výsledku do výstupního datového elementu.

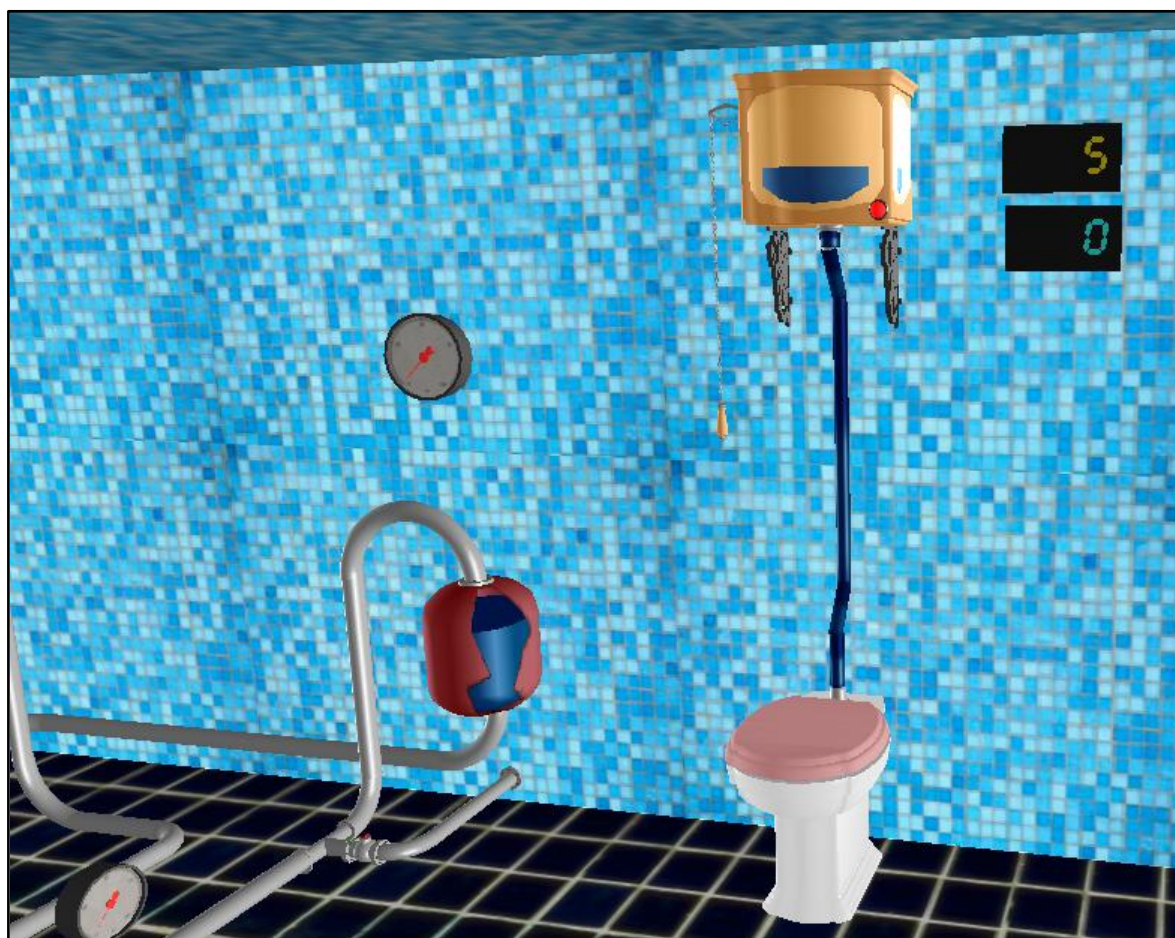
Jelikož u zkoušky umyvadel je pevně stanovená doba, po kterou má být do umyvadla střídavě pouštěna teplá a studená voda, obsahuje sekce pro nastavení parametrů pouze možnost zapnutí či vypnutí zkoušky a nastavení požadovaného počtu cyklů. O aktuálním počtu provedených cyklů informuje přístroj *meter*, viz obrázek (Obr. 19). Tlačítko „RESET“ slouží k vynulování počtu provedených cyklů zkoušky.



Obr. 19. Nastavení parametrů pro zkoušku umyvadel.

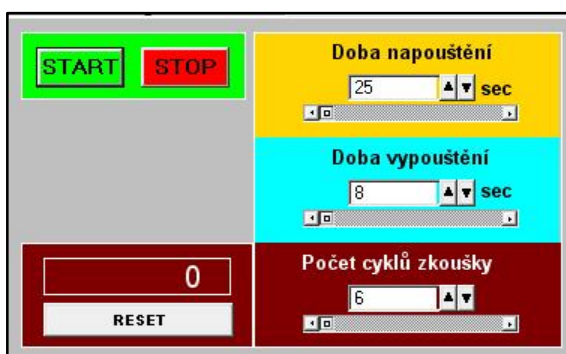
4.5 Panel zkoušky WC

Scéna zkoušky WC obsahuje 3D model reprezentující zásobník vody s potrubím vedoucí do záchodové mísy, viz obrázek (Obr. 20).



Obr. 20. Animační scéna pro zkoušku WC.

Hladina vody v zásobníku je animována podle toho, jestli je voda vypouštěna či napouštěna. Čas pro dosažení dolní či horní úrovně zásobníku při animaci vychází z času zadaného v sekci pro nastavení parametrů, viz obrázek (Obr. 21). Při vypouštění je také animováno potrubí vedoucí ze zásobníku vody do záchodové mísy. Jelikož je v reálu pro stlačení splachovadla použito pneumatického válce, viz (kapitola 1.1), obsahuje scéna diodu umístěnou na zásobníku vody, která informuje o aktuálním stavu tohoto válce (false – svítí, true – nesvítí). Napravo od modelu WC jsou umístěny panely informující o aktuální hodnotě času pro napouštění (žlutá hodnota) a vypouštění (modrá hodnota).

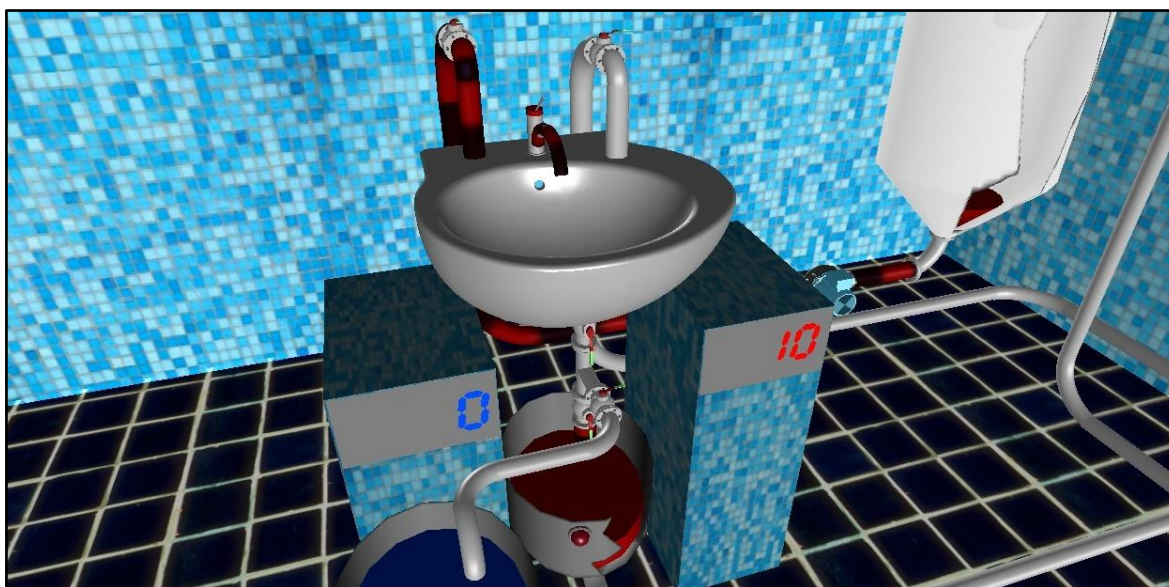


Obr. 21. Nastavení parametrů pro zkoušku WC.

V sekci pro nastavení parametrů se mimo jiné nastavuje především čas napouštění vody do zásobníku WC a čas, za který se při spláchnutí zásobník vyprázdní. Hodnoty těchto časů musí obsluha při prvním cyklu změřit a následně zadat do odpovídajících polí.

4.6 Panel zkoušky vodovodních baterií

Scéna pro panel zkoušky vodovodních baterií obsahuje umyvadlo ze scény zkoušky umyvadel. Voda do něj však vtéká přes vodovodní baterii. Ve scéně je animován tok vody z baterie a také aktuální stav otevření baterie (studená/teplá), který reprezentuje barevný kroužek kolem pákové baterie. Pro studenou vodu má modrou barvu a pro teplou barvu červenou, viz obrázek (Obr. 22).



Obr. 22. Animační scéna pro zkoušku vodovodních baterií.

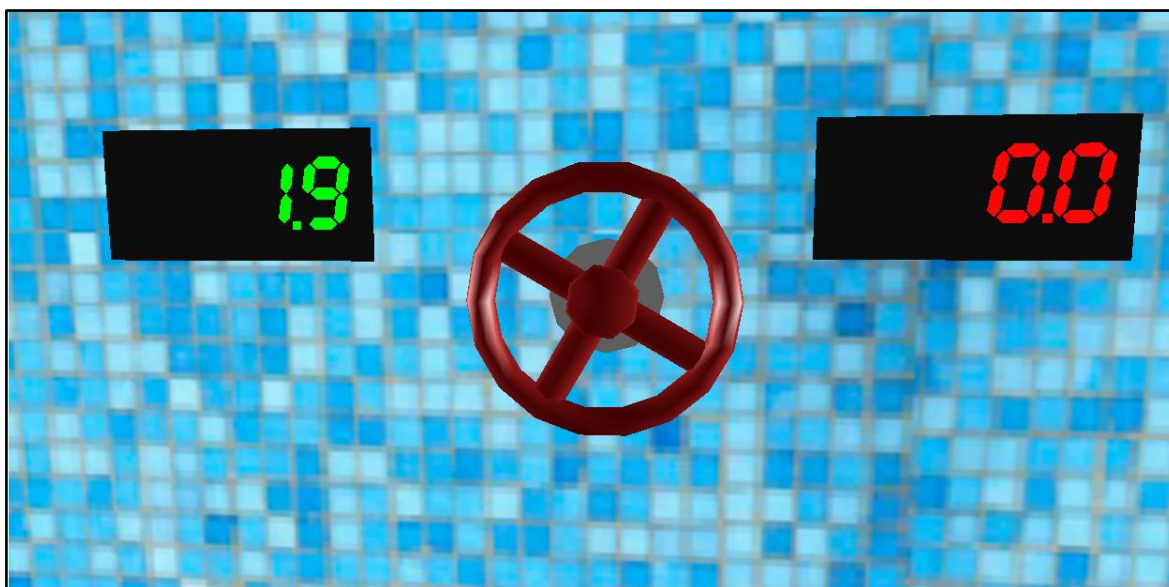
Sekce nastavení parametrů obsahuje standardní přístroje, jako jsou tlačítka pro zapnutí či vypnutí zkoušky, přístroj pro nastavení požadovaného počtu cyklů zkoušky či informační panel informující o aktuálním počtu provedených zkoušek. Parametry specifické pro zkoušku vodovodních baterií jsou doby, po které má být z vodovodní baterie puštěna teplá či studená voda. Hodnoty těchto časů stanovuje příslušná norma, viz (kapitola 2).



Obr. 23. Nastavení parametrů pro zkoušku vodovodních baterií.

4.7 Panel zkouška dveří sprchových koutů

V reálu je tato zkouška prováděna pomocí pneumatického válce, viz (kapitola 1), jehož pístnice je pevně spojena s úchytkou dveří sprchového koutu. Pohyb pístnice simuluje zavírání a otevírání dveří při běžném používání. V animační scéně je tento pohyb, pro zjednodušení celé animace tohoto procesu, realizován otáčející se hřídelí ventilu, viz obrázek (Obr. 24).



Obr. 24. Animační scéna pro zkoušku dveří sprchových koutů.

Při vysunutí pístnice (zavření dveří) se hřídel otáčí doprava, při zasunutí pístnice (otevření dveří) doleva. Čas pro setrvání v aktuálním stavu (zavřeno/otevřeno) se odpočítává na informačních panelech po obou stranách otáčející se hřídele. Napravo pro stav otevřeno, nalevo pro stav zavřeno. Textová reprezentace aktuální polohy pístnice je zobrazena v sekci nastavení parametrů nápisy „CLOSE“ a „OPEN“, viz obrázek (Obr. 25).



Obr. 25. Nastavení parametrů pro zkoušku dveří sprchových koutů.

Sekce nastavení parametrů obsahuje, kromě výše zmíněné textové reprezentace aktuálního stavu pístnice a standardních přístrojů, především přístroje pro nastavení časových period. Jelikož některé normy stanovují různou délku doby zavření a otevření pro lichou a sudou hodnotu cyklu, je potřeba nastavit čtyři hodnoty časů otevření a zavření, jak je patrné na obrázku (Obr. 25). V případě, že norma stanovuje pouze hodnoty časů pro otevření a zavření dveří, vyplní se parametry pro první a druhou periodu cyklů stejně.

4.8 Panel zkoušky diverteru

Scéna pro zkoušku diverteru je, kromě standardních prvků, tvořena sprchovou vodovodní baterií a keramickým umyvadlem, viz obrázek (Obr. 26).



Obr. 26. Animační scéna pro zkoušku diverteru.

Principem zkoušky je otevírání a zavírání diverteru, který plní funkci přepínání mezi vodou tekoucí ze sprchové baterie nebo výtoku z baterie určeného pro sprchovou hlavici. Ve scéně je aktuální poloha diverteru vyobrazena barevným kroužkem o definované poloze a barvě umístěným kolem diverteru modelu 3D sprchové baterie. Zavřený diverter (výtok vody z vodovodní baterie) představuje nízký červený kroužek. Pro otevřený diverter (výtok vody ze sprchové hlavice) to pak je vysoký zelený kroužek. Při výtoku, pro studenou či teplou vodu nebo pro otevřený či zavřený diverter, je z příslušné výpusti vodovodní baterie animována tekoucí voda, viz obrázek (Obr. 26). Při praktické realizaci této zkoušky se o změnu polohy stará pneumatický válec, viz (kapitola 1.1). Aktuální stav tohoto válce zobrazuje dioda umístěná ve scéně na vodovodní baterii, viz obrázek (Obr. 26). Pro stav otevřený diverter (výtok vody z vodovodní baterie) dioda svítí.

V sekci pro nastavení parametrů je, kromě již výše zmiňovaných nastavení, možno zvolit o jaký typ diverteru se jedná, viz obrázek (Obr. 27), čímž dostane aplikace informaci o tom, jaký druh cyklu má provést. Více podrobností o zkoušce diverteru viz (kapitola 2.2.7).



Obr. 27. Nastavení parametrů pro zkoušku diverteru.

4.9 Kontrola alarmových stavů

Zadáním práce bylo ošetřit aplikaci proti alarmovým stavům a upozornit na jejich výskyt obsluhu. V následující tabulce (Tab. 8) jsou jednotlivé alarmové stavy a jejich ošetření v programu popsány podrobněji.

Tab. 8. Tabulka alarmových stavů aplikace a jejich programové ošetření.

Popis alarmového stavu	Programové ošetření alarmového stavu
Vysoká výška hladiny v bojleru	Pokud je hodnota hladiny vody v bojleru nad stanovenou mez, není možno připouštět studenou vodu z vodovodního řádu. Vratné čerpadlo pro teplou vodu je vypnuto a je zabráněno v jeho zapnutí. Celý stav trvá, dokud hladina vody v bojleru neklesne pod stanovenou mez.
Příliš dlouhé dopouštění vody z vodovodního řádu do okruhu studené vody	Při otevřeném ventilu pro dopouštění studené vody z vodovodního řádu se měří doba, po kterou trvá tento stav. Pokud čas otevření ventilu přesáhne hodnotu 300 sec a do té doby nedojde k sepnutí limitního snímače hladiny v nádrži se studenou vodou, který tuto událost vyvolal, je ventil pro dopouštění studené vody uzavřen.

Při dopouštění vody do bojleru se nemění výška hladiny v bojleru	Při otevření ventilu pro dopouštění studené vody do bojleru je uložena do proměnné aktuální hodnota výšky hladiny v bojleru. Ta je po uplynutí časového intervalu porovnána s aktuální hodnotou výšky hladiny. Jsou-li si tyto hodnoty rovny, je ventil pro dopouštění vody do bojleru uzavřen.
Nízká hladina v bojleru	V případě nízké hladiny v bojleru je vypnuto čerpadlo pro napouštění teplé vody a topení bojleru. Do doby trvání tohoto stavu je zabráněno jejich zapnutí.
Puštěné čerpadlo pro napouštění teplé vody při zavřeném výpustném ventilu pro teplou vodu	Je-li puštěno čerpadlo pro napouštění teplé vody a není do stanovené doby také otevřen výpustný ventil pro teplou vodu, je čerpadlo vypnuto.
Teplota teplé vody v bojleru neodpovídá při zpuštěné zkoušce nastavené teplotě	Při každém cyklu u jednotlivých zkoušek jsou testovány teploty teplé a studené vody. Neodpovídá-li teplota nastavené hodnotě, je zkouška pozastavena do doby splnění této podmínky.

Při výskytu kteréhokoliv z výše uvedeného stavu je obsluha informována vypsáním alarmového textu o vzniklé události a je nucena vznik alarmového stavu řešit. Varovný text je vypsán v sekci aktuálních teplot, viz (kapitola 4.2.2).

4.9.1 Přístroj terminate

Jako poslední část této kapitoly je uvedeno ošetření proti případnému neočekávanému zastavení běhu aplikace. Pro tento účel bylo využito přístroje terminate, který se spouští na konci aplikace v okamžiku kdy je již jasné, že aplikace má být zastavena. Terminate je přístroj, který je v programu pojmenován *terminate*. Tvar názvu je nutný pro jednoznačnou identifikaci v systému. V aplikaci může být pouze jeden přístroj tohoto názvu.

Tento přístroj v programu zabezpečuje nastavení všech výstupů programu na hodnotu *false*. V praxi to znamená, že dojde-li k nestandardnímu ukončení aplikace, zastaví se veškerá činnost na reálné soustavě (vypnou se čerpadla, uzavřou se ventily, vypne se topení bojleru), což zabrání vzniku případné havárie. Bez tohoto ošetření programu by při nestandardním ukončení aplikace zůstaly všechny výstupy nastaveny na jejich poslední hodnoty. To by v praxi znamenalo několik hodin běžící čerpadlo či nepřetržitě zapnuté topení bojleru, následky těchto stavů snad není potřeba dále uvádět.

4.10 Záloha důležitých dat aplikace a jejich obnovení ze zálohy

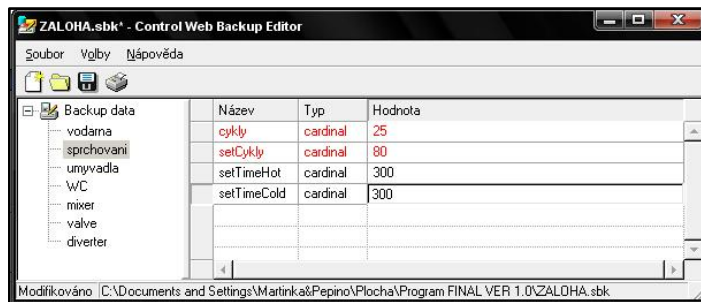
Jelikož při uzavření aplikace, ať už standardně či případným pádem aplikace, by došlo k vymazání všech přednastavených hodnot (časů, teplot, počtu cyklů zkoušek apod.), bylo potřeba tuto skutečnost v programu ošetřit.

Každý datový element definovaný v datových sekcích má svou výchozí hodnotu, na kterou je nastaven při startu aplikace. V některých případech je ale nutné, aby aplikace nabíhala s naposledy nastavenými hodnotami na datových elementech. Tento požadavek je v systému Control Web řešen přímo na úrovni datových elementů. Každý datový element a i datová sekce má atribut *backupid*, jehož hodnota určuje, zda má být datový element zálohován (hodnota *true*) nebo ne (hodnota *false*), viz ukázka zdrojového kódu níže. [2]

```
var sprchovani;  
cykly : cardinal {comment = 'Aktuální počet cyklů zkoušky sprchování'; backuped =  
true};  
setCykly : cardinal {comment = 'Počet cyklů zkoušky sprchování'; backuped = true};  
setTimeHot : cardinal {comment = 'Čas sprchování teplé vody'; backuped = true};  
setTimeCold : cardinal {comment = 'Čas sprchování studené vody'; backuped = true};  
START : boolean {comment = 'Spuštění zkoušky sprchování'; backuped = false};  
end_var;
```

Parametry systémové zálohy dat se definují v datovém inspektoru *Nastavení aplikace* a ve zdrojovém textu aplikace mohou být definovány v podsekcí *backup* sekce *settings*. Pro aplikaci je nastaven periodický způsob zálohy dat s periodou zálohování 30 sec. Archivované parametry jsou ukládány do kořenové složky programu pod názvem: „ZALOHA.sbk“.

Pro modifikaci a prohlížení obsahu souborů záloh slouží *backup editor*, který je rozdělen na dvě části. V levé části se nachází seznam datových sekcí, ze kterých jsou v souboru zapsaná data a v pravé části je tabulka obsahující název, typ a hodnotu datového elementu. Upravené hodnoty datových elementů, které mají odlišnou hodnotu od původní hodnoty v souboru, jsou zobrazeny červeně. Ukázka editoru viz obrázek (Obr. 28).



Obr. 28. Control Web backup editor.

Přístroje, které mají být při startu aplikace nastaveny na hodnotu obsaženou v záloze, musí mít nastaveny své parametry v sekci *startup_options* následovně:

```
startup_options
call_procedures = false;
activate_receivers = true;
output_action = init_self;
end_startup_options;
```

Prvotní inicializace elementů (včetně obnovení záloh) probíhá při jejich čtení. Od toho okamžiku jsou elementy k dispozici přístrojům, které je jednak mohou číst a jednak do nich mohou zapisovat. Aplikace ještě neběží a nejedná se tedy o běžné výkonné čtení a zápisy – přístroje pouze v rámci své inicializace upravují datové elementy, které jsou jejich výstupem, na svou inicializační hodnotu. Například přístroj *control* запиše při své inicializaci do svého výstupu hodnotu, která je určena jeho parametrem *init_value*. Po inicializaci kanálů a proměnných jejich počátečními hodnotami jsou tedy přístroje druhé v pořadí, kdo ovlivňuje hodnotu datových elementů. [2]

Význam jednotlivých parametrů obsažených v sekci *startup_options* je následující:

- *call_procedures* (*false*) – přístroj během inicializace nezavolá žádnou událostní proceduru
- *activate_receivers* (*true*) – přístroj během inicializace aktivuje všechny své příjemce spojené s jeho výstupní akcí
- *output_action* (*init_self*) – přístroj přečte hodnotu svého výstupu a upraví svůj vnitřní stav a vzhled podle tohoto výstupu. Do výstupu přitom přístroj nic nezapiše

Tímto způsobem je zabezpečeno, že při startu aplikace se hodnoty u vybraných přístrojů nastaví na hodnoty, které jsou uloženy v záložním souboru s názvem „ZALOHA.sbk“.

ZÁVĚR

Hlavním cílem této diplomové práce bylo vytvořit uživatelský program umožňující řízení a vizualizaci zkušebního systému sloužícímu k testování sanitárních zařízení. Jak se tento záměr povedl, je nejlépe vidět na vytvořeném programu, který splňuje všechny požadavky, které byly zadány pro jeho realizaci.

Zkušební systém je v reálu tvořen vodárenským okruhem s akčními členy (čerpadla, ventily) a snímacími členy (limitní snímače hladiny, kontinuální snímač hladiny, snímače teploty). Propojení mezi PC a zkušebním systémem je realizován přes jednotku DataLab IO/USB, ke které se programově přistupuje přes software Control Web 5, pomocí něhož je také celý program vytvořen.

Pro tvorbu programu byl vybrán software Control Web 5 hned z několika důvodů. Jedná se o dostupný vývojový software používaný ve většině českých významných průmyslových podnicích a univerzitách, firmy ITC, a. s. a FAI UTB nevyjímaje. Umožňuje vizualizaci a řízení technologických procesů v reálném čase.

Program je pro větší přehlednost rozdělen do osmi podskupin, z čehož sedm tvoří samotné zkoušky, jejichž požadavky na funkčnost vycházely především z platných norem ČSN, týkajících se té dané zkoušky. Poslední část programu zabezpečuje archivaci důležitých dat při testování, kterou tvoří teploty studené a teplé vody společně s teplotou vzduchu v laboratoři. Výstup archivace tvoří protokol, který obsahuje důležité informace týkající se samotné zkoušky spolu s grafickou reprezentací naměřených dat. Archivační soubory jsou ukládány na lokální disk počítače pod specifickým názvem, přesně identifikující danou zkoušku, pro možnost zpětného dohledání již provedených zkoušek.

Pro větší názornost při vizualizaci aktuálně prováděné činnosti zkušebního zařízení bylo využito 3D modelovací scény a 3D virtuálních přístrojů, které jsou součástí softwaru Control Web 5. Ve výsledku byla vytvořena 3D scéna reprezentující skutečnou testovací soustavu. Ovšem již při prvním spuštění aplikace na hardwarovém vybavení zkušební laboratoře bylo zjištěno, že toto vybavení je pro náročnost vykreslování 3D scény v reálném čase nedostačující. Následovalo tedy navýšení grafického výkonu počítačové sestavy, které v samotném závěru skončilo kompletní výměnou původní HW konfigurace za novou. Tato nemalá finanční investice podmíněná správnou funkcí programu je ovšem kompenzována přehlednou 3D animací právě prováděné činnosti reálné testovací soustavy a nejen tou.

LAST WORDS

The purpose of this study was to create user's program susceptible drive along with visualization test system which serves testing sanitary arrangement. How this intention turned out is well seen on created program which satisfies all the requirements engaged for its realization.

The testing system is in real formed by water supply circle with action components (pumps, valves) and forcing - off components (level limiting sensors, continual level sensor, temperature sensors). Connection between PC and testing system is realized through DataLab IO/USB to which programmatic is approached over software Control Web 5 by virtue of which is the whole program created.

Software Control Web 5 was chosen for several reasons. It is accessible developmental software used in most Czech significant industrial firms and universities, firms ITC, a. s. and FAI UTB without any exception. It allows observing visualization and driving technological processes in real time.

For the purpose of better lucidity - the program is divided into eight subsets, thereout seven of them form the exams, whose requirements on functionality resulted from significant ČSN norms concerning the specific exam. The last part of the program guaranties the archivation of important testing dates, which forms temperatures of warm and cold water along with air temperature in laboratory. The outcome of archivation creates a protocol including important information concerning the exam along with graphic representation of measured dates. Archiving files are deposited on local computer disc under a specific name which exactly identifies the particular exam with the possibility of backward search of already made exams.

For the purpose of better plasticity of visualization of actually performed activity test arrangement was used 3D model scenes and its virtual instruments, which are parts of software Control Web 5. In result we created 3D scene representing the real sense system. But after the first initiation on hardware equipment in testing laboratory we learned that this equipment is deficient in real time for its severity of 3D scenes. Than the graphic achievement of computer arrangement had to be increased and this resulted in complete exchange of original HW configuration for the new one at the end. This no small financial investment caused by correct program function is well compensated by well-arranged 3D animation just practicing activity of real testing system and not only that.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Control Web 5* [online]. 2005, 1. 7. 2005 [cit. 2008-04-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.mii.cz/download/doc/cw5cz.pdf>>.
- [2] CONTROL WEB 5, Moravské přístroje a.s. *Manuál k programu Control Web 5*.
- [3] *Český normalizační institut* [online]. 2004 [cit. 2008-05-02]. Dostupný z WWW: <<http://domino.cni.cz>>.
- [4] DRAHODRAD, Jiří a kol. *Hodnocení, certifikace a prokazování shody*. Ostrava: MONTANEX, 1997. 266 s. ISBN 80-85780-57-7.
- [5] KOFRÁNEK, Jiří. *Control Web - objektové vývojové prostředí (nejen) pro průmyslové aplikace* [online]. 2004 [cit. 2008-03-27]. Dostupný z WWW: <<http://honor.fi.muni.cz/tsw/2000/044.pdf>>.
- [6] *Moravské přístroje a.s.* [online]. 2006, 28. 8. 2006 [cit. 2008-02-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.mii.cz>>.
- [7] Moravské přístroje a.s. *DataLab PC/IO* [online]. 2004, prosinec 2007 [cit. 2008-04-28]. Dostupný z WWW: <[http://www.mii.cz/download?id=189\(=405\)](http://www.mii.cz/download?id=189(=405))>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AC	Amplitude Current – střídavý proud
ČSN	Písmenné označení české technické normy
ČSN EN	Česká technická norma přejímající evropskou normu
DC	Direct Current – stejnosměrný proud
dvOLE	Data view object linking and embedding
ETS	Education Testing Service – Služba testování znalostí
ETSI	European Telecommunications Standards Institute – Evropský ústav pro telekomunikační normy
FAI	Fakulta Aplikované Informatiky
HW	Hardware – veškeré hmotné počítačové vybavení a součástky
IEC	International Electrotechnical Commission – Mezinárodní elektrotechnická komise
IO	Input/Output – Vstup/Výstup
ISO	International Organization for Standardization – Mezinárodní organizace pro normalizaci
ITC	Institut pro testování a certifikaci
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
USB	Universal Serial Bus – Univerzální sériová sběrnice
UTB	Univerzita Tomáše Bati

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Schéma vodárenského okruhu.	10
Obr. 2. Jednotka DataLab IO4. [7]	17
Obr. 3. Ukázka průvodce pro tvorbu nové aplikace.	27
Obr. 4. Textový režim pro nastavení přístroje switch.....	27
Obr. 5. Schéma časování aplikací reálného času. [5]	29
Obr. 6. Schéma propojení aplikace systému Control Web s vnějším světem. [5].....	30
Obr. 7. Okno tabulkového procesoru InCalc.	31
Obr. 8. Panel archivace.	34
Obr. 9. Parametry pro nastavení archivace.	34
Obr. 10. Ukázka archivačního protokolu.	35
Obr. 11. Celkový pohled na panel zkoušky van.	36
Obr. 12. Sekce ruční ovládání.....	37
Obr. 13. Sekce teplot a signalizace výšky hladiny teplé vody v bojleru.	38
Obr. 14. Sekce nastavení parametrů pro zkoušku van.	39
Obr. 15. Sekce pro ovládání kamery v 3D scéně.....	40
Obr. 16. Animační scéna pro zkoušku van.	41
Obr. 17. Celkový pohled na panel zkoušky sprch.	44
Obr. 18. Animační scéna pro zkoušku umyvadel.	45
Obr. 19. Nastavení parametrů pro zkoušku umyvadel.....	46
Obr. 20. Animační scéna pro zkoušku WC.	46
Obr. 21. Nastavení parametrů pro zkoušku WC.....	47
Obr. 22. Animační scéna pro zkoušku vodovodních baterií.....	48
Obr. 23. Nastavení parametrů pro zkoušku vodovodních baterií.	48
Obr. 24. Animační scéna pro zkoušku dveří sprchových koutů.	49
Obr. 25. Nastavení parametrů pro zkoušku dveří sprchových koutů.....	49
Obr. 26. Animační scéna pro zkoušku diverteru.	50
Obr. 27. Nastavení parametrů pro zkoušku diverteru.	51
Obr. 28. Control Web backup editor.....	54

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Parametry čerpadel vodárenského okruhu.....	11
Tab. 2. Parametry snímačů vodárenského okruhu.....	11
Tab. 3. Parametry pneumatických prvků vodárenského okruhu.	12
Tab. 4. Parametry ostatních prvků vodárenského okruhu.	13
Tab. 5. Přehled zapojení jednotlivých prvků vodárenského okruhu k jednotce DataLab.	18
Tab. 6. Seznam výchozích norem pro realizaci zkoušek řídicího programu.....	21
Tab. 7. Popis jednotlivých časových úseků pro zkoušku diverter.....	25
Tab. 8. Tabulka alarmových stavů aplikace a jejich programové ošetření.....	51

Seznam Příloh

- P I CD-ROM s vytvořeným řídicím a vizualizačním programem spolu s ostatním softwarem použitým při tvorbě programu.

PŘÍLOHA P I: CD-ROM S VYTVOŘENÝM ŘÍDÍCÍM A VIZUALIZAČNÍM PROGRAMEM SPOLU S OSTATNÍM SOFTWAREM POTŘEBNÝM KE SPUŠTĚNÍ PROGRAMU.

Struktura disku:

Adresář **program**: kompletní řídicí a vizualizační program a to jak ve verzi ukázkové, tak v plné verzi fungující na reálné soustavě.

Adresář **DataLab**: obsahuje aktuální verzi ovladačů DataLab IO/USB (v 2.3) pro Control Web 5.

Adresář **Control Web 5**: obsahuje plnou instalaci vývojového softwaru Control Web 5 UNICODE, verze SP14. Bez zadání licenčního čísla, funguje aplikace pouze v DEMO módu, ve kterém nelze spouštět aplikace vázající se na reálné zařízení. V tomto módu funguje pouze ukázková verze programu.

Adresář **text diplomové práce**: obsahuje textovou část práce ve formátu PDF.