

Řízení zkoušky sportovních povrchů s využitím PLC

Management of testing sports surfaces using PLC

Bc. Ondřej Pulkert

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej PULKERT**

Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Řízení zkoušky sportovních povrchů s využitím PLC.**

Zásady pro vypracování:

1. Vytvořte program pro ovládání jednoúčelového zařízení pro zkoušky umělých fotbalových trávníku na odolnost proti opotřebení.
2. Využijte PLC MITSUBISHI FX1N a dotykový displej.
3. Aplikaci vytvořte s možností napojení do PC s využitím rozhraní Control Web.
4. Zkouška je realizována jako cyklické zatížení (přejezdy) trávníku válcem se simulací fotbalových kolíků. Aplikaci vytvořte tak, aby bylo zajištěno ovládání rychlosti a směru, detekování koncových spínačů.
5. Uživatelské rozhraní realizujte přes dotykový displej.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. BÍLÝ, Radek. Control Web 2000. 1. vyd. Praha : Computer Press, 1999. 382 s. ISBN 8072262580.
2. Koncepce kvality FIFA pro fotbalový trávnik: Příručka zkušebních metod pro fotbalový trávnik. 1. vyd. Zlín : [s.n.], 2009. 39 s.
3. Moravské přístroje a.s. [online]. Zlín : 2003 , 1.2.2010 [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <http://www.mii.cz/>.
4. Mitsubishi Electric Europe B.V. [online]. 2000 [cit. 2009-10-22]. Dostupný z WWW: http://www.mitsubishi-automation-cz.com/products/compactplc_FX1N.html.
5. ŠMEJKAL, Ladislav. PLC A AUTOMATIZACE 2. 1. vyd. Praha : Ben, 2005. 207 s. ISBN 80-7300-087-3.
6. KOFRÁNEK, Jiří. Control Web – objektové vývojové prostředí (nejen) pro průmyslové aplikace [online]. Ostrava : Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2000 [cit. 2008-03-27]. Dostupný z WWW: <http://formular-ekf.vsb.cz/formulare/F01/tsw/getfile.php?prispevekid=674>.

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

Datum zadání diplomové práce: **19. února 2010**

Termín odevzdání diplomové práce: **8. června 2010**

Konzultant: **Mgr. Roman Dlabaja, Ph.D.**

Ve Zlíně dne 19. února 2010

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Hlavním cílem této diplomové práce bylo vytvořit program v prostředí GX IEC Developer 7, který bude řídit činnost PLC Mitsubishi řady FX1N pro zkoušky umělých fotbalových trávníků na odolnost proti opotřebení. Zařízení pro testování je vybaveno dvěma válci, na kterém jsou umístěny kolíky. Pod těmito válci je umístěn vzorek umělého trávniku, po kterém kolíky přejíždí, a tím simulují opotřebení. Dalším úkolem této práce bylo vytvoření programu pro displej. Program byl vytvořen tak, aby se činnost PLC dala řídit přímo z displeje. Poslední část této práce zahrnovala aplikaci pro řízení a vizualizaci. Aplikace pro řízení zkoušky, vizualizaci a archivaci dat byla vytvořena v prostředí Control Web 5 od společnosti Moravské přístroje a.s. Výstupem této aplikace je protokol o provedené zátěžové zkoušce.

Klíčová slova: PLC, odolnost proti opotřebení, displej, zátěžové zkoušky, Control Web 5.

ABSTRACT

The main aim of this diploma thesis was to create a program in GX IEC Developer 7 environment which will control operation of PLC Mitsubishi FX1N series for testing of artificial football turfs on resistance against abrasion. The testing machine has two cylinders with pins. Under these cylinders there is the artificial turf specimen. The pins pass this sample and simulate the abrasion. Next task of this thesis was to make a program for a display. The program has been created in a way which enables the PLC operation to be controlled directly from the display. The last part of this thesis includes an application for the control and visualization. The application for operating the test, visualization and data archiving has been made in Control Web 5 environment from Moravské přístroje a.s. company. An output of this application is a protocol of a ballast test that has been made.

Keywords: Programmable Logic Controller, resistance against abrasion, display, ballast tests, Control Web 5.

Na tomto místě bych rád poděkoval doc. Ing. Marku Kubalčíkovi, Ph.D a Mgr. Romanu Dlabajovi, Ph.D za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěli k vypracování této diplomové práce.

Motto

„Vzdělání má hořké kořínky, ale sladké ovoce“.

Demokritos z Abdér

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 AUTOMATIZACE VE VŠECH OBORECH	11
1.1 POČÍTAČE V AUTOMATIZACI.....	11
1.1.1 Personální počítače.....	11
1.1.2 Programovatelné logické automaty	12
1.1.2.1 Řízení PLC.....	13
1.1.2.2 Dělení PLC	15
1.1.3 Programování PLC.....	17
2 FIFA KONCEPCE KVALITY	19
2.1 VZORKY LABORATORNÍCH ZKOUŠEK.....	19
2.1.1 Mezinárodní normy pro měření vlastností materiálu u ploch umělého trávníku	21
2.1.2 Postup simulovaného mechanického oděru během použití (metoda FIFA 9).....	22
2.1.3 Umělé trávníky.....	23
3 GOT 1020	25
4 SOFTWARE	26
4.1 GT DESIGNER2.....	26
4.2 GX IEC DEVELOPER.....	27
5 CONTROL WEB 5	29
5.1 CO JE CONTROL WEB?	29
5.2 PODPORA HARDWARE.....	30
5.3 VIZUÁLNÍ PROGRAMOVÁNÍ A VIRTUÁLNÍ PŘÍSTROJE.....	30
5.4 KOMUNIKACE SE SVĚTEM.....	33
5.5 DRUHY APLIKACÍ	33
5.6 INCALC	34
5.7 SQL V CONTROL WEBU	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	36
6 NÁVRH A POPIS PROGRAMOVÉHO KÓDU	38
6.1 POPIS APLIKACE A STROJE	38
6.2 PROMĚNNÉ A POPIS STROJE	39
6.3 POČÁTEČNÍ STAVY	39
6.4 NAJETÍ DO STARTOVACÍ POZICE	40
6.4.1 Pozice vlevo	40
6.4.2 Pozice vpravo	41
6.4.3 Pozice uprostřed.....	41

6.5	FÁZE CHODU ZAŘÍZENÍ	41
6.5.1	Pohyb zařízení	41
6.5.2	Fáze čekání	42
6.5.3	Pozastavení a pokračování ve zkoušce	42
6.5.4	Ukazatel cyklů v procentech	42
6.5.5	Přepínání obrazovek	43
6.5.6	Reset cyklů	43
6.5.7	Ukazatel rychlosti	43
7	PROGRAM PRO DISPLEJ	44
8	NÁVRH A POPIS ŘÍDÍCÍHO A VIZUALIZAČNÍHO PROGRAMU V CONTROL WEBU	46
8.1	NASTAVENÍ CONTROL WEBU	46
8.1.1	Propojení s PLC	46
8.1.2	Nastavení kanálů	46
8.1.3	Nastavení databáze	47
8.1.4	Nastavení časovačů	48
8.2	PANELY	48
8.2.1	Panel řízení zkoušky	48
8.2.1.1	Panel zapnutí	49
8.2.1.2	Panel cykly	49
8.2.1.3	Panel displej	50
8.2.1.4	Panel doleva	50
8.2.1.5	Panel pravý	51
8.2.1.6	Panel směr zkoušky	51
8.2.1.7	Panel pozastavení a pokračování ve zkoušce	51
8.2.1.8	Panel ukazatel rychlosti a času	52
8.2.2	Panel zápis do databáze	52
8.2.3	Panel výpis z databáze	54
8.2.4	Panel protokol	55
	ZÁVĚR.....	60
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	61
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	62
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	64
	SEZNAM OBRÁZKŮ	65
	SEZNAM TABULEK.....	67
	SEZNAM PŘÍLOH.....	68

ÚVOD

Hlavní náplní této diplomové práce bylo vytvoření programu pro ovládání jednoúčelového zařízení pro zkoušky umělých fotbalových trávníků na odolnost proti opotřebení. K tomuto účelu byl použit programovatelný logický automat Mitsubishi řady FX1N a softwarové prostředí GX IEC Developer 7. Zařízení, které je vybaveno dvěma válci, na kterém jsou umístěny kolíky, cyklicky přejíždí po vzorku umělého trávniku s granulátem a tím simulují opotřebení.

Program je vytvořen tak, aby uživatel mohl kontrolovat směr válců pomocí detekce koncových spínačů. Ovládání rychlosti je zde řešeno pomocí frekvenčního měniče, respektive potenciometru. Dále má uživatel možnost nastavit maximální počet cyklů a vyresetování aktuálního počtu cyklů a k dispozici mu jsou i tlačítka pro pokračování a pozastavení zkoušky. Zkouška je realizována tak, aby při zapnutí zařízení dojelo na startovací pozici a odtud začal test opotřebení.

V další části této práce bylo úkolem vytvořit program pro displej GOT 1020. Program byl zhotoven tak, aby se činnost zařízení dala ovládat přímo z displeje. Pro realizaci programu pro displej byl použit software GT Designer2.

V poslední části diplomové práce byla vytvořena aplikaci pro řízení, vizualizaci a archivaci. Jako programové prostředí byl vybrán software Control Web 5 od společnosti Moravské přístroje a.s. Pro komunikaci mezi PC a PLC byla zvolena sériová linka RS232 a USB redukce. Aplikace je rozdělena do 4 základních částí tzv. panelů.

První panel slouží pro samotné řízení zkoušky, druhý panel pro zápis údajů o zkoušce do databáze MDB (Microsoft Access) a třetí panel pro výpis těchto údajů a kontrolu správnosti údajů. Poslední čtvrtý panel slouží pro vytvoření protokolu, nebo-li záznamu o zkoušce. Tento záznam obsahuje kromě údajů o uživateli, který zkoušku prováděl (jméno a příjmení) i datum, čas a popis zkoušky.

Práce se také zabývá popisem zařízení, normou spojenou s danou zkouškou opotřebení a popisem jednotlivých softwarů použitých v této diplomové práci.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 AUTOMATIZACE VE VŠECH OBORECH

Automatizační technika prošla za poslední desetiletí obrovským rozvojem, jak z pohledu součástek a prostředků, tak z pohledu aplikované teorie a metodiky aplikací. Radikálně se také změnilы prostředky pro vývoj aplikací. Dnes není automatizace ničím výjimečným a běžné se s ní můžeme setkat ve většině oborů. Jejím úkolem je především zvýšení produktivity výroby, snížení výrobních nákladů a omezení vlivu lidského faktoru. Dnes bychom asi těžko hledali obor, kde není automatizační technika využívána.

Automatizace navazuje na mechanizaci (poskytuje lidem k práci zařízení, které jim usnadňuje práci). Automatizace snižuje potřebu přítomnosti člověka při vykonávání určité činnosti. V automatizaci stroj přebírá i většinu kontrolních a řídicích činností. Pomocí automatizace lze dosahovat větší produktivity práce, zmenšovat počty pracovníků a zvětšovat výrobní kapacity. Odstraňuje subjektivní vlivy na výrobní proces (např. nemoc či únava), umožňuje provádět operace, na které člověk svými fyzickými či psychickými schopnostmi nestačí.

Automatizace představuje významný prostředek pro zvýšení produktivity, jakosti a konkurenční schopnosti výroby a služeb. Velkou roli hraje automatizace v prostředí zdraví škodlivé či nebezpečné. [1] [2] [3]

1.1 Počítače v automatizaci

1.1.1 Personální počítače

Nedílnou součástí automatizační techniky je výpočetní technika. PC jsou dnes běžnou součástí našeho života. Personální počítače jsou také styčným zařízením v decentralizovaných systémech při napojení na průmyslové počítačové sítě, standardní vybavení velinů, ale i jako pracoviště pro servis a seřizování, pro monitorování technologického procesu a dokumentování jeho průběhu, pro sledování kvality, spotřeby energie a surovin, pro dokumentování přítomnosti a zásahů obsluhujících.

Jsou nasazovány v kancelářském prostředí pro úlohy individuální sledování vzdálených výrobních i nevýrobních procesů, pro běžné vyhodnocování dat, ekonomických výpočtů, pro standardní zpracování textů, dat, informací. [1] [4]

1.1.2 Programovatelné logické automaty

Asi nejpoužívanějším automatizačním prostředkem je programovatelný logický automat (PLC - Programmable Logic Controller). Jedná se o volně programovatelný řídicí systém přizpůsobený pro řízení průmyslových a technologických procesů, mnohdy specializovaný na úlohy převážně logického typu.

Programovatelné automaty jsou využívány už více než 30 let a především jsou určeny do průmyslového prostředí s tvrdými podmínkami. Tomu odpovídá jejich konstrukce, v první řadě jsou odolné proti rušení i poruchám, vyznačují se robustností a spolehlivostí. PLC bývají vybaveny i vnitřními diagnostickými funkcemi, které průběžně kontrolují činnost systému a včas zjistí případnou závadu, lokalizují ji, bezpečně ji ošetří a usnadní její odstranění.

PLC, jako systémy pro průmyslové aplikace, jsou konstruovány s ohledem na maximální spolehlivost a odolnost proti rušení. Jejich poruchovost bývá zanedbatelná, obvykle pod úrovní poruchovosti běžných prvků (relé, stykačů, konektoru, svorkovnic, mechanických spínačů).

Bezesporu největší výhodou PLC je možnost rychlé realizace systému. Technické vybavení nemusí uživatel vyvíjet. Stačí, aby uživatel navrhl a objednal vhodnou sestavu modulů programovatelného automatu (konfiguraci) pro danou aplikaci, vytvořil projekt, napsal a odladil uživatelský program - a pak to vše realizoval a uvedl do chodu. Jejich vlastností je programovatelnost na úrovni blízké mentalitě konstruktéra nebo projektanta. [1] [4]

„Dobré komunikační schopnosti určují současné programovatelné automaty k úloze podsystému v distribuovaných systémech, vzdálených dispečerských pracovištích a řídicích počítačů, v integrovaných řídicích a informačních systémech. PLC se také uplatňují jako inteligentní komunikační adaptéry pro spojení neslučitelného (nesourodých řídicích systému, modemu, specializovaných přístrojů), někdy slouží jen k realizaci inteligentního operátorského rozhraní a ke komunikaci s obsluhou (inteligentní operátorský systém - IOS). „ [7]

První PLC jazyky disponovaly pouze několika příkazy (typicky 8 nebo 16), které byly ekvivalentní spínacímu a rozpínacímu kontaktu, paralelnímu a sériovému řazení, cívce, obvodům paměti, čítače a časovače. Dnes je pro každý programovatelný automat

k dispozici několik typů jazyků: kromě jazyka kontaktních schémat to je jazyk logických schémat, jazyk mnemokódů nebo jiný textový jazyk, ale i jazyk sekvenčního programování. Všechny programovací jazyky a vývojové systémy sjednocuje mezinárodní norma IEC 1131-3.

Dnes se s PLC a jejich aplikacemi můžeme setkat snad ve všech oborech, mnohdy vytlačují již zavedené specializované přístroje a řídicí systémy (např. regulátory, analyzátoři, komunikační adaptéry apod.).

Kromě tradičního strojírenství (např. při řízení strojů, dopravní a skladová technika) se dnes hojně využívají PLC systémy i v energetice (regulace turbín, vodních a větrných elektráren, kotelny, klimatizační jednotky). Dále PLC nachází uplatnění v zemědělství a potravinářství, v ekologii, v chemii a farmacii, ve školství a kultuře, ale i v procesu měření, dálkového ovládání, monitorování a sledování kvality.[1] [4] [5]



Obr. 1: Ukázka provedení PLC

1.1.2.1 Řízení PLC

Ukázka začlenění PLC do systému řízení je schematicky znázorněno na Obr. 2. Při ručním řízení vykonává všechny operace člověk (Obr. 2a). Při přímém (dopředném) řízení (Obr. 2b) působí řídicí systém (třeba PLC) na řízený objekt jednosměrně, jen jej ovládá

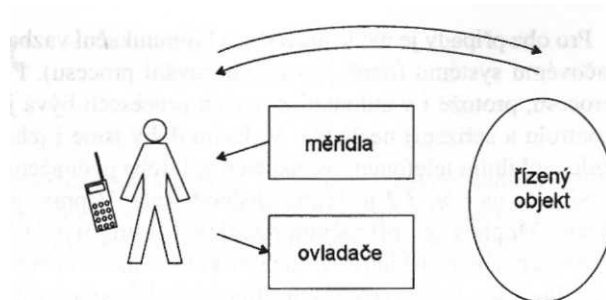
a nekontroluje dosažený stav. Mezi systémem a řízeným objektem jsou zařazeny jen akční členy.

„Při zpětnovazebním řízení (Obr. 2 c) získává řídicí systém zpětnou informaci o stavu řízeného objektu (realizuje zpětnou vazbu, uzavírá zpětnovazební smyčku). Porovnává požadovaný stav se skutečným, a podle zjištěné odchylky upravuje své akční zásahy tak, aby dosáhl požadovaného stavu (nebo se mu alespoň co možná nejvíce přiblížil). Zpětnovazební řízení je typické pro regulační úlohy.

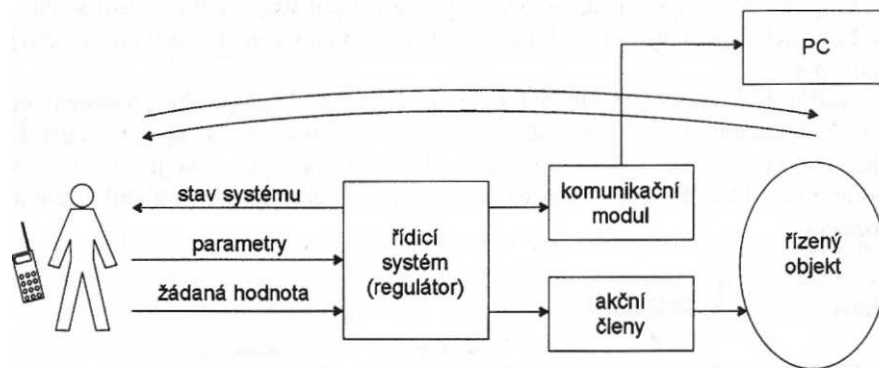
Ponechána je i účast člověka na řízení procesu, protože i v automatizovaných procesech bývá jeho přítomnost (alespoň občasná, pro kontrolu a seřízení) nezbytná.

Situace na Obr. 2 je hrubě zjednodušena. V praxi je běžná kombinace všech tří způsobů řízení. Mnohdy se i při ručním řízení (např. stroje) uplatňuje řídicí systém, nejčastěji PLC. Obvykle je nezbytný už jen k obsluze, ke komunikaci s operátorským panelem, ke zpracování povelů operátora, k vyhodnocení stavů stroje a k jejich zobrazení, jako prostředník mezi povelů operátora a mezi jednotlivými akcemi pro řízení stroje, pro měření a pro zpracování měřené informace, pro logické ochrany stroje apod. Mnohdy je při řízení stroje nutné zajistit složité posloupnosti dílčích akcí, zajistit jejich koordinaci povelů pro pohony s jinými akčními zásahy, jejich a kontrolu apod.“ [1]

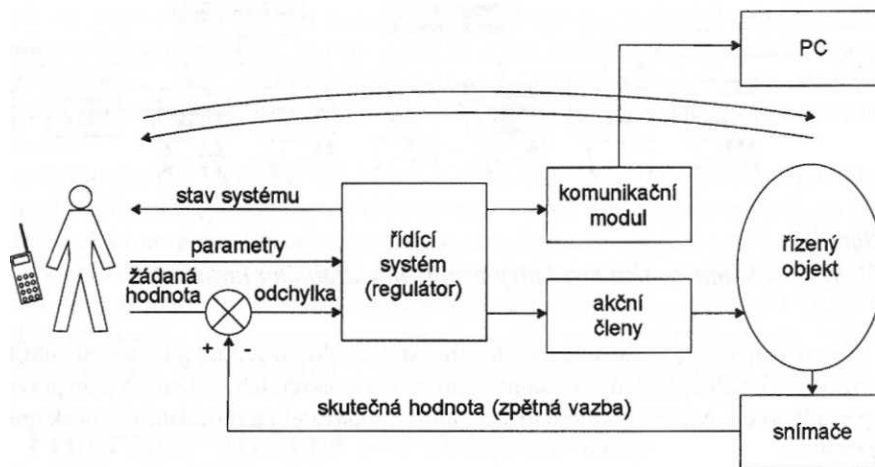
a) ruční



b) přímé (dopředné)



c) zpětnovazební



Obr. 2: Principiální schéma způsobu řízení

1.1.2.2 Dělení PLC

1.1.2.2.1 Mikro PLC

Jedná se o nejmenší a také nejlevnější typ PLC systémů. Mikro PLC nabízí svému uživateli pevnou sestavu vstupů a výstupů (obvykle jen binárních). Jsou určeny pro aplikace s malým počtem vstupů a výstupů (např. 8/4). Mikro PLC jsou vybaveny také LED displejem. Využití tohoto typu PLC je realizace logické výbavy jednoduchých strojů a mechanismů, která se tradičně řešila pevnou reléovou logikou. Programování lze provést přímo z jejich klávesnice nebo z PC. [4] [5]



Obr. 3: Ukázka Mikro PLC

1.1.2.2 Kompaktní PLC

Nejrozšířenější skupinou provedení PLC jsou kompaktní PLC. Mají základní vybavení pro střední počet digitálních stavových vstupů a výstupů (např. 16/8) a pro sekvenční logické úlohy pro složitější procesy. Tento typ se vyznačuje už ve svém základním vybavení množstvím hardwarových a softwarových funkcí a jsou vhodné pro mnoho případů použití z oblastí řízení, regulace a měření. Některé kompaktní systémy se navíc vyznačují ještě vnitřní modulárností, kdy konfiguraci základního modulu lze sestavit osazením základní desky zásuvnými moduly vhodného typu. Pokud integrované funkce nestačí, je možné přístroje lokálně nebo přes síť jednoduše rozšířit. Provedení je odolné vůči interferenčnímu rušení a jsou připojovány přes reléové výstupy i síťové silové zařízení. [5]



Obr. 4: Ukázka Kompaktního PLC

1.1.2.2.3 Modulární PLC

Modulární PLC se vyznačují ve velkých mezích stupňovitě rozšiřitelnou konstrukcí. Uživatelé to umožňuje flexibilitu a možnost vlastního individuálního sestavení automatizačního systému.

Dalším důležitým parametrem je integrace moderní komunikační koncepce. Přístup přes Ethernet je pro četné aplikace nezbytný: na jedné straně pro efektivní komunikaci řízení mezi sebou, na druhé straně pro výměnu dat pomocí komunikačních standardů. Na základní desku vybavenou sběrnici se instalují moduly: centrální jednotky, moduly digitálních vstupů podle projektovaného počtu, moduly analogových vstupů, moduly digitálních výstupů, moduly analogových výstupů, modul komunikace a modul napáječe. U některých variant může být jeden systém tvořen několika rámy (základní a rozšiřovací moduly). Rozšiřovací moduly mohou být připojeny na vzdálenosti stovek metrů. [8]



Obr. 5: Ukázka Modulárního PLC

1.1.3 Programování PLC

Norma IEC 1131-3 se zabývá programováním a programovacími jazyky. Norma sjednocuje syntaxi (formální pravidla, gramatiku) i sémantiku jazyků pro programování řídicích jednotek (PLC). Uživatelé a programátoři PLC zde najdou typy jazyků, které jsou zvyklí používat, které vycházejí z jazyků používaných světovými výrobci, a bez větších problémů jim porozumějí.

Programování PLC se provádí až na výjimky na samostatném PC, které je propojeno s PLC linkou RS 232. Pro programování PLC jsou používány programovací jazyky ve dvou skupinách. Jsou to skupiny textových a grafických programovacích jazyků.

- a) **LD (Ladder Diagram – jazyk kontaktních schémat)** je grafický jazyk. je založen na grafické reprezentaci reléové logiky. Organizační jednotka programu je vyjádřena sítí propojených grafických prvků.
- b) **FUB (Function Block Diagram – jazyk funkčních bloků)** je také grafický jazyk. Základní logické operace se popisují obdélníkovými značkami. Výška značky je přizpůsobena počtu vstupů. Své značky mají i ucelené funkční bloky, např. čítače, časovače, posuvné registry, paměťové členy, ale i aritmetické a paralelní logické instrukce.
- c) **IL (Instruction List – jazyk mnemokódů)** je to obdoba assembleru u PC. Text je přeložen do strojového kódu a poté uložen do paměti PLC.
- d) **SFC (Sequential Function Chart – jazyk sekvenčního programování)** Je obdobou vyšších programovacích jazyků pro PC. Nadstavbou nad popsanými jazyky tvoří grafický jazyk SFC, GRAFCET. Dovoluje stavový popis sekvenčních úloh v symbolice přechodového grafu konečných automatů a určité třídy. Jazyk sekvenčního programování je velmi názorný a podporuje systémový přístup k programování.

Dalším charakteristickým rysem PLC je sériové zpracování programu. Naprogramovaná úloha se plní postupně řešením sériové sekvence instrukcí. [4] [7] [9]

2 FIFA KONCEPCE KVALITY

Fifa koncepce kvality popisuje postupy hodnocení povrchů fotbalových hřišť opatřených umělým trávnikem. I když je tato koncepce napsána tak, aby se stanovilo, jak má být fotbalový trávník (povrchy z umělého trávniku) zkoušen, lze použít též zkoušky míče/povrchu a hráče/povrchu ke zjištění kvalit polí opatřených přírodním trávnikem.

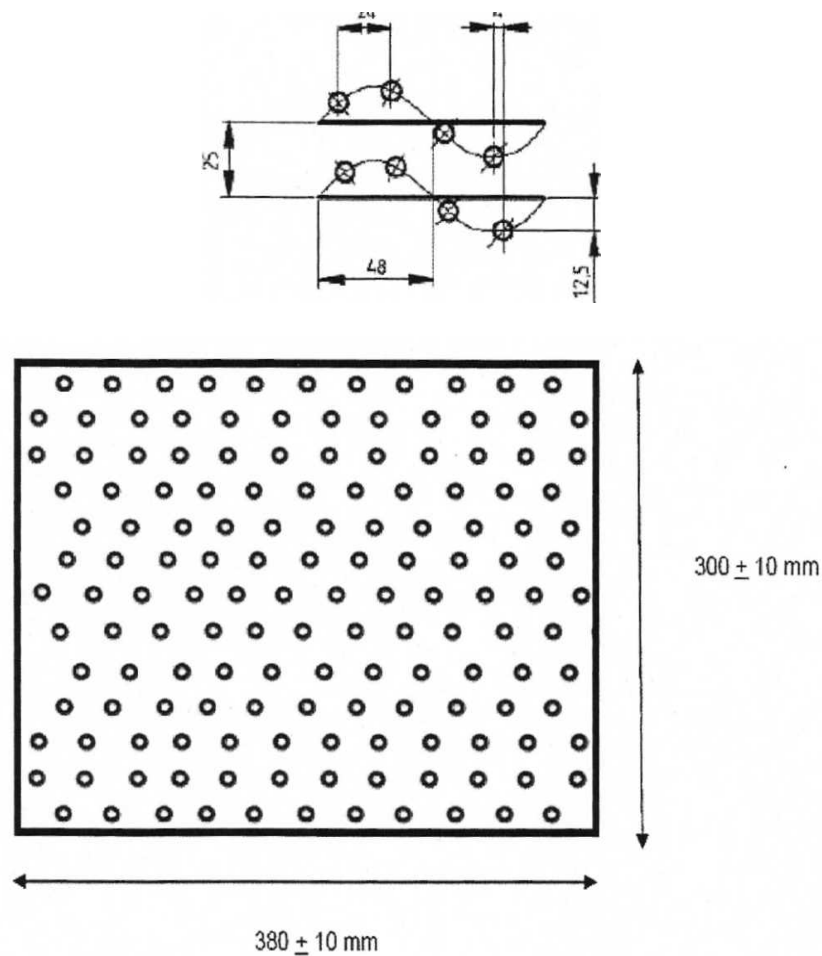
2.1 Vzorky laboratorních zkoušek

Fotbalový trávník je definován jako syntetický povrch a výplň, jakákoliv rázová podložka a všechny nosné vrstvy, jež ovlivňují sportovní výkony nebo biomechanickou responsi povrchu.

Zkouška	Minimální délka zkušebního vzorku	Minimální šířka zkušebního vzorku
Odraz míče	1,0 m	1,0 m
Uhel odrazu míče	1,0 m	1,0 m
Odvalování míče	11,0 m	1,0 m
Tlumení nárazů	1,0 m	1,0 m
Vertikální deformace	1,0 m	1,0 m
Rotační odolnost	1,0 m	1,0 m
Hodnota skluzu kolíku a hodnota zpomalení kolíku	0,5 m	0,5 m
Tření povrchu/ abraze	1,0 m	1,0 m
Vliv prostředí & vyvýšené zkoušky	0,4 m	0,4 m
Simulované opotřebení	0,8 m	0,4 m
Umělé stárnutí: vlákno (a) koberce	5 m délka	

Tab. 1: Zkušební vzorky

Všechny zkušební vzorky (jiné než ty, jež byly připraveny pro simulované použití, zkoušky při subambientních a zvýšených teplotách a pro urychlené stárnutí) jsou upraveny před vyzkoušením tím, že ručně tažený válec přejede přes zkušební vzorek v min. 50 cyklech a max. 250 cyklech (jeden cyklus obsahuje jednu dráhu ven a jednu nazpět u jednoduchého válce, tam, kde se používá dvojitý válec, je nutné počet cyklů nastavit na rotaci). Bubny válce váží $30 \pm 0,5\text{kg}$, a mají průměr $118 + 5\text{mm}$ a plastové kolíky namontované tak, jak je znázorněno na Obr. 6.



Obr. 6: Vzor umístění kolíků na úpravném válci

2.1.1 Mezinárodní normy pro měření vlastností materiálu u ploch umělého trávníku

Název	Norma	Popis
Velikost částic u nevázaných podkladů	EN 933: 1997 části	Stanovení velikosti částic; prosévací metoda
Velikost částic výplňových materiálů.	EN 933: 1997 části	Stanovení velikosti částic; prosévací metoda
Objemová hmotnost zásypových materiálů	EN 1097-3: 1998	Test mechanických a hmotných vlastností kameniva - Část 3: určení volné objemové hmotnosti a prázdnoty
Tloušťka rázových podložek a hloubka výplňových vrstev	EN 1969: 2000	Plochy pro sportovní areály: Stanovení tloušťky synte-tických sportovních ploch
Pevnost spoje umělého trávníku	EN 12228:2002	Plochy pro sportovní areály - stanovení pevnosti spoje syntetických ploch
Pevnost v tahu rázových podložek	EN 12230:2003	Plochy pro sportovní areály: stanovení tahových vlastností u synt. sportovních ploch
Propustnost na vodu umělých trávníkových ploch	EN 12616:2002	Plochy pro sportovní areály: Stanov, stupně infiltrace vody - laboratorní zkouška používající jednoduchý kulatý infiltrometr
Pravidelnost plochy	EN 13036:2003 část 7	Měření nepravidelnosti vydlážděných tahů. Zkouška rovnosti okrajů
Ponoření do horké vody	EN 13744:2004	Plochy pro sportovní areály. Postup urychl. stárnutí ponorem v horké vodě
Tlumení nárazů u rázových podložek	EN 14808:2005	Plochy pro sportovní areály Stanovení tlumení nárazů
Masa na jednotku plochy umělého trávníku	ISO 8:543:1998	Textilní pokrytí podlah: Metody stanovení masy
Chomáčky na jednotku plochy u umělých trávníků	ISO 1763:1986	Koberce: stanovení počtu chomáčků a/nebo smyček na jednotku délky a plochy
Délka vlasu u umělých trávníků	ISO 2549:1972	Ručně vázané koberce: Stanovení délky chomáče nad tkaným základem
Masa na jednotku plochy umělého trávníku a váha vlasu	ISO 8543:1998	Textilní pokrytí podlahy: metody stanovení masy
Síla při odstranění chomáče	ISO 4919: 1978	Koberce: stanovení síly na odstranění chomáče
Tvar částice u výplňových materiálů	EN 14955 : 2004	Plochy sportovních areálů: Stanovení složení a velikosti částic u nevázaných minerálních ploch pro venkovní sportovní areály

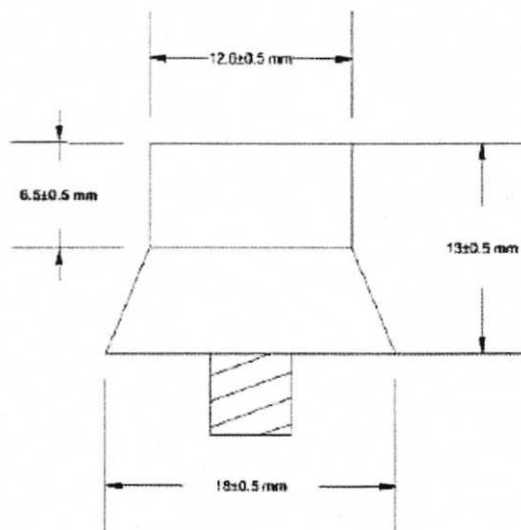
Tab. 2: Seznam mezinárodních norem

2.1.2 Postup simulovaného mechanického oděru během použití (metoda FIFA 9)

Dva válce opatřené kolíky přejíždějí přes zkušební vzorek umělého trávníku pro simulaci mechanického oděru povrchu, k němuž dochází během normálního používání.

Stroj Lisport na zkoušení oděru mající sestavu kolíků, jak je znázorněno na Obr. 6 . Počet kolíků na jeden válec je 145 ± 5 . Lineární rychlost pohybu (sem a tam) nosiče válců je $0.25 \pm 0.05 \text{ ms}^{-1}$ a příčný pohyb $20\text{mm} \pm 1\text{mm}$ při rychlosti $0,015 \pm 0,005 \text{ ms}^{-1}$. Válce s kolíky jsou poháněny tak, aby rotační rychlost válců byla $40 \pm 3 \%$ (poměr 1: 1,75). Design přístroje by měl zajistit to, že kolíky se opakovaně nedopadnou na ten samý bod. Tohoto lze dosáhnout volným pohybem válců na konci každého cyklu.

Zkušební vzorek umělého trávníku měřící $800\text{mm} \times 400\text{mm}$, z něhož bude aspoň $500\text{mm} \times 300\text{mm}$ stejnoměrně obroušeno. [10]



Obr. 7: Profil kopačkového kolíku



Obr. 8: Stroj pro testování umělého trávníku

2.1.3 Umělé trávníky

Umělé trávníky jsou v podstatě koberce ze speciálních vláken, které se lepí k sobě. Umělá tráva představuje ideální řešení sportovního povrchu např. pro fotbalové stadiony, multifunkční hřiště, školní hřiště, nebo pro tenisové kurty. Umělý trávník tvoří povrch, který je vodopropustný a do kterého se zapravuje vsyp tvořený křemičitým pískem (dle typu od 5 do 30kg/m²). Tato vrstva v rádech tun jej zároveň zatěžuje, a tak na podkladu drží vlastní vahou. U speciálních fotbalových trávníků, (tzv. 3. generace) se navíc kombinuje vsyp pískový s gumovým granulátem, zajišťujícím ještě lepší pružnost a odskok míče, než je u kvalitního přírodního trávníku. Navíc umožňuje hráčům i hru v kopačkách nebo turfech. Lajnování je prováděno vlepením pásů trávy, která má jinou barvu (barvu požadovaných hracích čar).

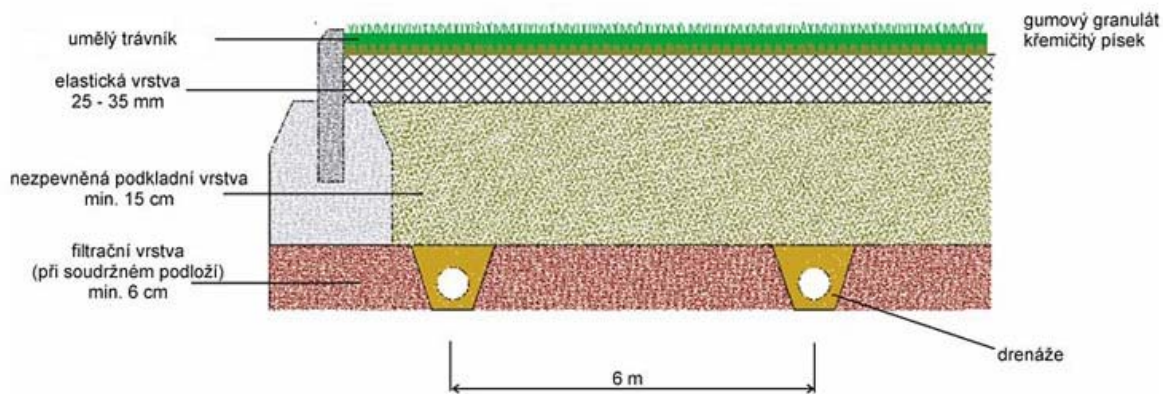
Kvalita umělých trávníků a jejich určení se posuzuje podle chemického složení, typu vláken, jejich délky, hustoty, množství vsypu a kvality podložky, do které se vlákna všívají.

Jako podklad se používá:

- **Štěrková vrstva**
- **Asfaltová vrstva**
- **Elastická podložka** - směs gumového recyklátu, jemného kamene a polyuretanového pojiva zaručuje zvýšení pružnosti povrchu, je stabilní a vodopropustná

Rozlišují se 2 typy umělých trávníků a to trávníky víceúčelové a speciální. Víceúčelové trávníky jsou vhodné pro hru většiny běžných sportů. Speciální umělé trávníky jsou zaměřené na určitý druh sportu (např. fotbal, tenis) a zajišťují optimální herní vlastnosti.

Výhodou umělých trávníků oproti polyuretanovým povrchům (polyuretanové povrchy vhodné zejména na venkovní využití. Používají se na běžecké dráhy, víceúčelová hřiště či tenisové kurty) je cenová dostupnost, dále pak lepší herní vlastnosti a velký výběr různých typů a zaměření. Nevýhodou je však nutnost provádění údržby a nižší trvanlivost.[12] [13]



Obr. 9: Příčný řez umělým trávníkem 3. generace

3 GOT 1020

GOT 1020 jsou vysoce výkonné grafické operátorské terminály (GOT – Graphical Operator Terminals). Tyto terminály spojují vysokou funkčnost a jednoduchý provoz do kompaktního a neobjemného řešení. GOT 1020 jsou vybaveny 3,7“ (160 x 64 body) jasným, monochromatickým displejem z tekutých krystalů s dotykovou obrazovkou a trojbarevně podsvíceným pozadím pro různorodé použití. Podsvícení je realizováno pomocí LED, čímž je dosaženo vysoké spolehlivosti a životnosti.

Tyto displeje mohou podle informace měnit barvu nebo blikat. Displeje disponují kromě barev červené a zelené také barvu oranžovou. Vysoká intenzita jasu zaručuje snadnou čitelnost i za nepříznivých světelných podmínek. Všechny přístroje jsou standardně vybaveny inovativní funkcí zpracování receptur a možnost zpracovávání alarmů.

Z dalších funkcí stojí za zmínku čelní krytí IP67, malé zástavné rozměry, možnost vytváření vícejazyčných projektů, velká kapacita paměti (4000 16bitových datových slov, která slouží k ukládání nebo výměně dat s připojeným PC), dva samostatné komunikační porty. Rozsah funkcí zahrnuje rovněž víceúrovňové zabezpečení přístupu, grafické zobrazení trendů, záznam dat a časování.

Terminály podporují i různé znakové sady a jsou schopné zobrazovat texty v mnoha jazycích. Další výhodou těchto displejů je vysoká rychlost zpracování integrovaným mikroprocesorem (záruka rychlé odezvy při aktivaci dotykové obrazovky). Je zde i zabudovaná Flash ROM paměť (512 kB). Rozhraní PLC se připojuje pomocí sériových linek RS232 nebo RS422. Jako programovací software se používá GT Designer 2.[14] [15]



Obr. 10: GOT 1020

4 SOFTWARE

Pro účely této diplomové práce jsem použil software GT Designer2, který slouží pro tvorbu displeje, dále pak GX IEC Developer (programový kód) a Control Web 5 (řízení a vizualizace).

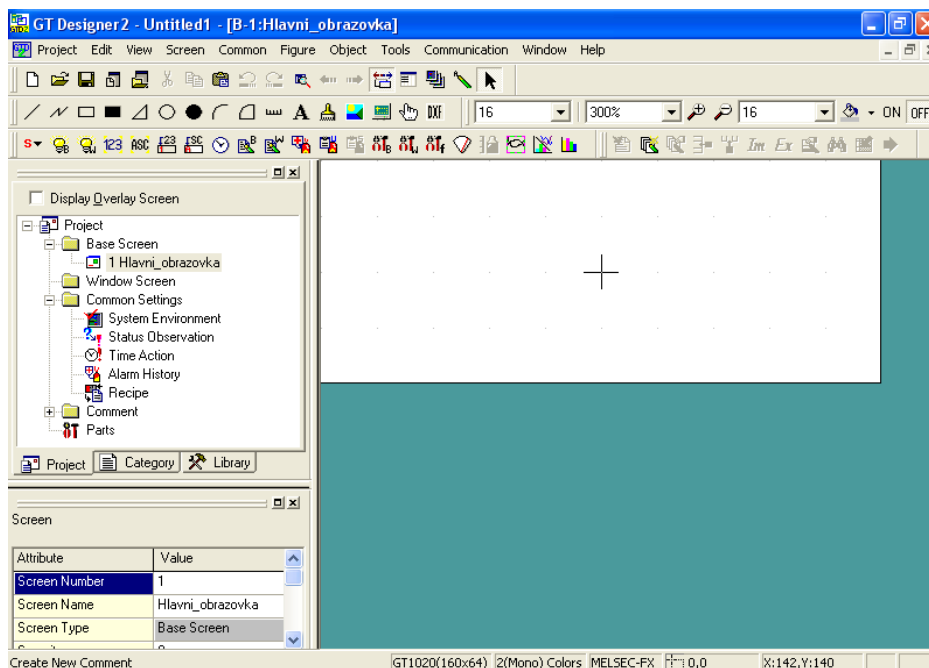
4.1 GT Designer2

GT Designer2, který je částí GTWorks2, je vývojový program určený pro vytváření obrazovek operátorských panelů pro řady GOT900 a GOT1000.

GT Designer poskytuje úplné řízení všech funkcí, což ohromně usnadňuje vytváření výkonných aplikací, zejména za pomoci velké knihovny připravených objektů. Uživatelsky přívětivé prostředí Windows poskytuje uživatelům jednoduché a známé rozhraní, snižuje dobu učení. [16]

Hlavní vlastnosti GT Designeru2: [16]

- Rozsáhlá knihovna grafiky a obrázků, kterou je pomocí editoru možné měnit a přesně přizpůsobit specifikacím.
- Projekt ve formě stromu poskytuje celkový přehled o struktuře projektu. To umožňuje procházet projektem a přidávat, mazat nebo přesouvat programy nebo funkce, vytvářet logicky uspořádanou strukturu menu.
- Kombinace aplikací GT Simulator a GX Simulator umožňuje testovat programový kód HMI a PLC offline na počítači bez nutnosti fyzicky připojit hardware.



Obr. 11: Ukázka programu GT DESIGNER2

4.2 GX IEC Developer

GX IEC Developer je software, který je určený pro všechny automaty MELSEC od kompaktních PLC řady MELSEC FX po modulární PLC včetně MELSEC System Q. Tento software se vyznačuje jednoduchým, intuitivním rozhraním a krátkou dobou osvojení uživateli. Nabízí uživatelsky přívětivé prostředí MS Windows a výběr programovacího jazyka.

Textové editory:

- Seznam instrukcí (Instruction List – IL)
- Strukturovaný text (Structure Text – ST)

Grafické editory:

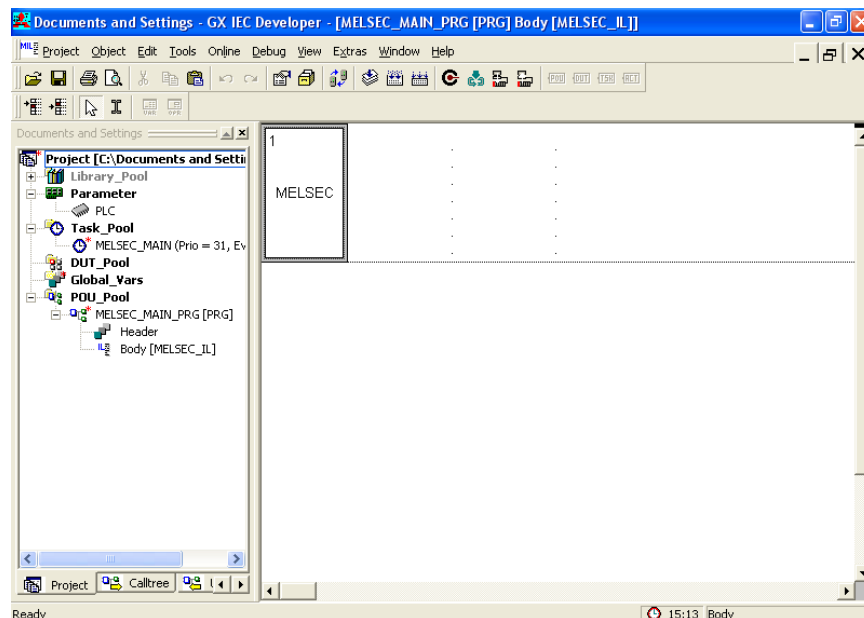
- Kontaktní schéma (Ladder Diagram - LD)
- Diagram funkčních bloků (Function Block Diagram - FBD)
- Sekvenční funkční diagram (Sequential Function Chart - SFC)

Rovněž je možné testovat všechny klíčové programové funkce předtím, než jsou implementovány, pomocí offline simulačního režimu GX Simulator. GX Simulátor rovněž

umožňuje simulovat odezvu všech zařízení a aplikací, čímž je zajištěno realistické testování. [16]

Hlavní vlastnosti GX Developeru: [16]

- Shoda s normou IEC 1131.3 pro programování PLC. To umožňuje vytvářet standardní programové kódy PLC a funkční bloky, které jsou opakovaně využitelné, a ušetří tak významně dobu a náklady na vývoj.
- Prvky řídicího systému mohou být rychle a snadno naprogramovány s využitím tabulek, interaktivních dialogů a grafické podpory.
- Rovněž je zajištěna kompatibilita se starším programovacím softwarem Mitsubishi, jako je například MELSEC MEDOC. Stávající programy a data mohou být importovány do sw GX IEC Developer. Výhodou je minimální narušení stávajících programů a snížená doba technických prací při současném zachování přístupu ke všem novým funkcím sw GX IEC Developer.
- Klíčové funkce mohou být testovány nejprve v aplikaci GX Simulator, která realisticky simuluje jak PLC tak technologii. Uživatelé tak mohou ověřovat svůj aplikační program před jeho implementací.



Obr. 12: Ukázka programu GX IEC DEVELOPER

5 CONTROL WEB 5

Celý program pro řízení a vizualizace byl vytvořen v programu Control Web 5. Následující kapitola je věnována obecnému popisu tohoto vývojového prostředí

5.1 Co je Control Web?

Jedná se o vývojové prostředí založené na grafické bázi, které umožňuje vkládání objektů a jejich programování. Slouží pro řízení a indikaci v reálném čase. Mezi jeho základní funkce patří ovládání veličin (spojitých, binárních nebo textových) a zobrazování stavu těchto veličin. Hlavní výhodou CW je fakt, že aplikace může vytvářet velmi rychle i uživatel se základní znalostí programování.

Control Web je používán a nasazován v mnoha významných českých průmyslových podnicích, laboratořích a na univerzitách. 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. [19]

Stručně lze říci, že CW je: [17]

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

5.2 Podpora hardware

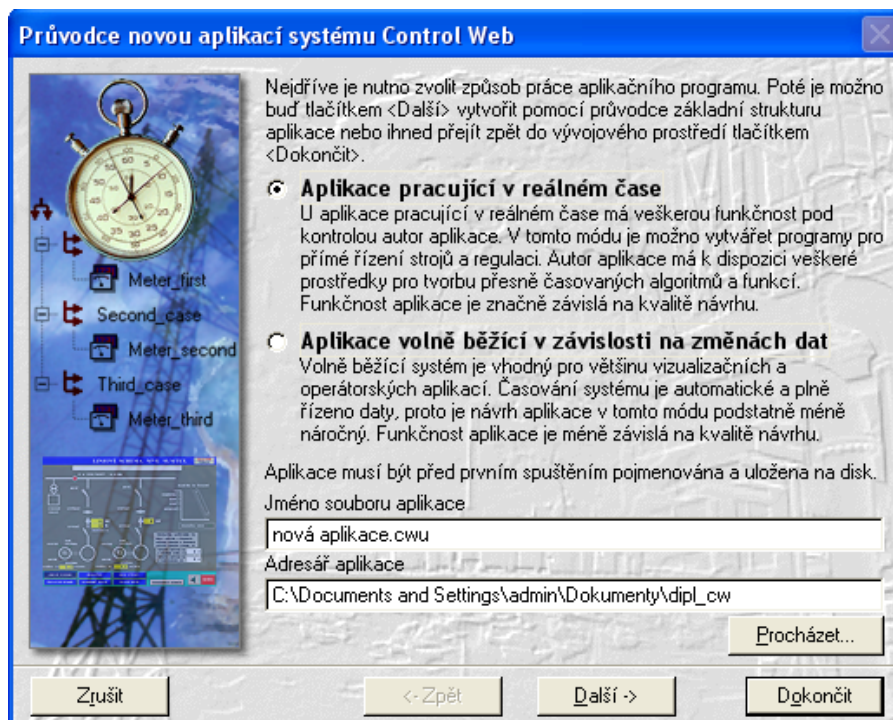
Control Web je systém který je navrhován tak, aby byl nezávislý na hardware. Stačí pouze patřičný ovladač, který komunikuje s jakýmkoli průmyslovým zařízením. PLC (Mitsubishi)

- I/O moduly (DataLabIO)
- Měřicí karty (Advantech)
- Virtuální zařízení (WWW server)

Pro komunikaci je schopný použít i ethernetové spoje, dial-up, gsm sítě, což usnadňuje kontrolu a řízení vzdálených serverů. [17]

5.3 Vizuální programování a virtuální přístroje

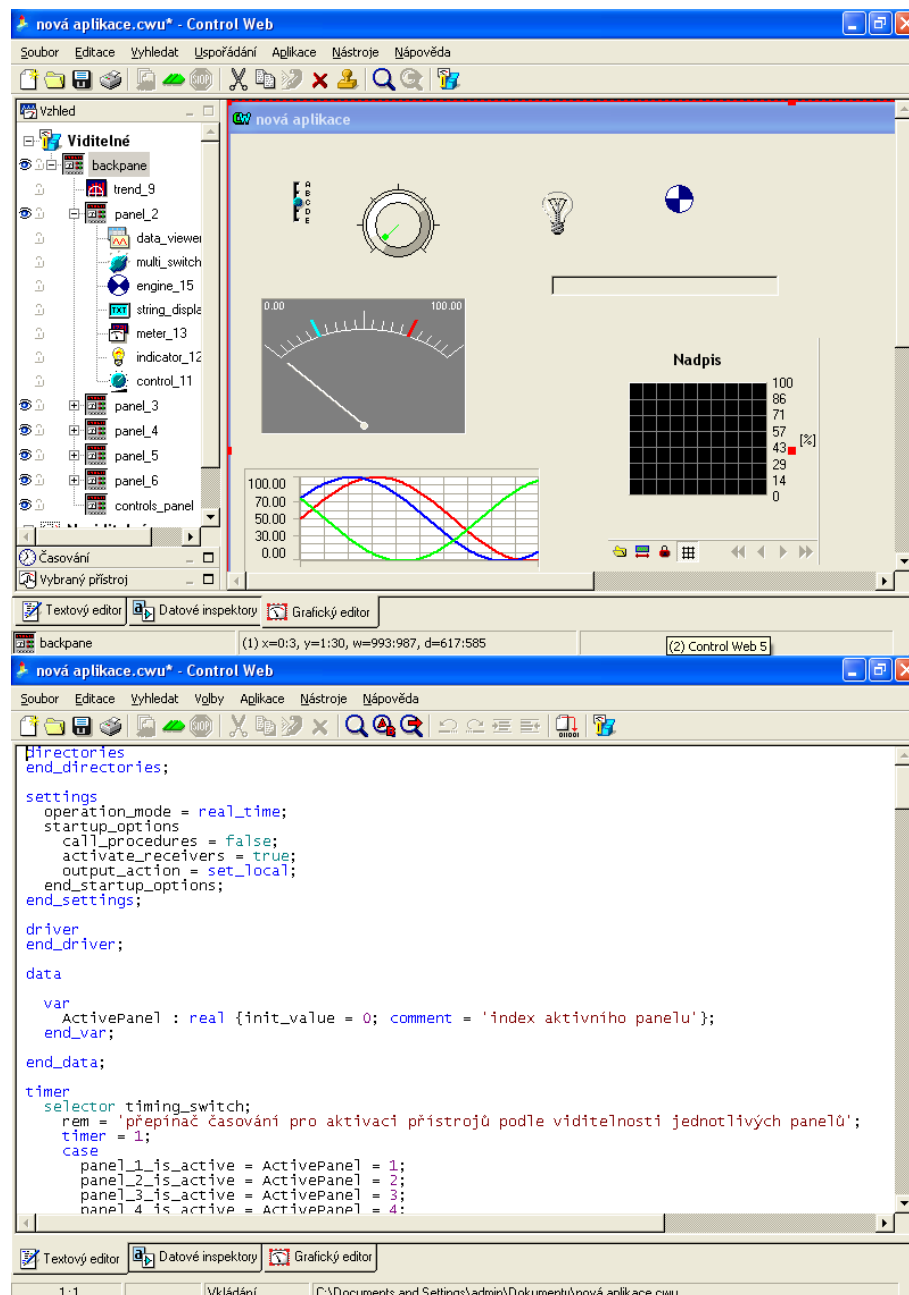
Uživatelské rozhraní Control Webu maximálně podporuje vizualizaci všech činností a umožňuje tvorbu programu grafickými prostředky. Tak jako i v jiných moderních programových prostředcích i Control Web obsahuje různé průvodce, které vytvoří kostru aplikace a pomohou nezkušenému programátorovi s výběrem komponent, které jsou pro danou aplikaci vhodné použít (Obr. 13). [18]



Obr. 13: Ukázka průvodce v CW

V programu Control Web můžeme aplikace vytvářet dvojím způsobem. První způsob je pomocí grafického prostředí, kde pomocí myši vybíráme jednotlivé komponenty a umisťujeme je na zobrazitelnou plochu.

Druhý způsob je, že se uživatel přepne z grafického módu do módu textového a pokračuje v psaní aplikace v textovém režimu. Samozřejmě se může i uživatel přepnout zpátky do grafického režimu. Každou aplikaci je tak možno tvořit chvíli v grafickém a chvíli v textovém režimu (podle potřeby) (Obr. 14). [18]

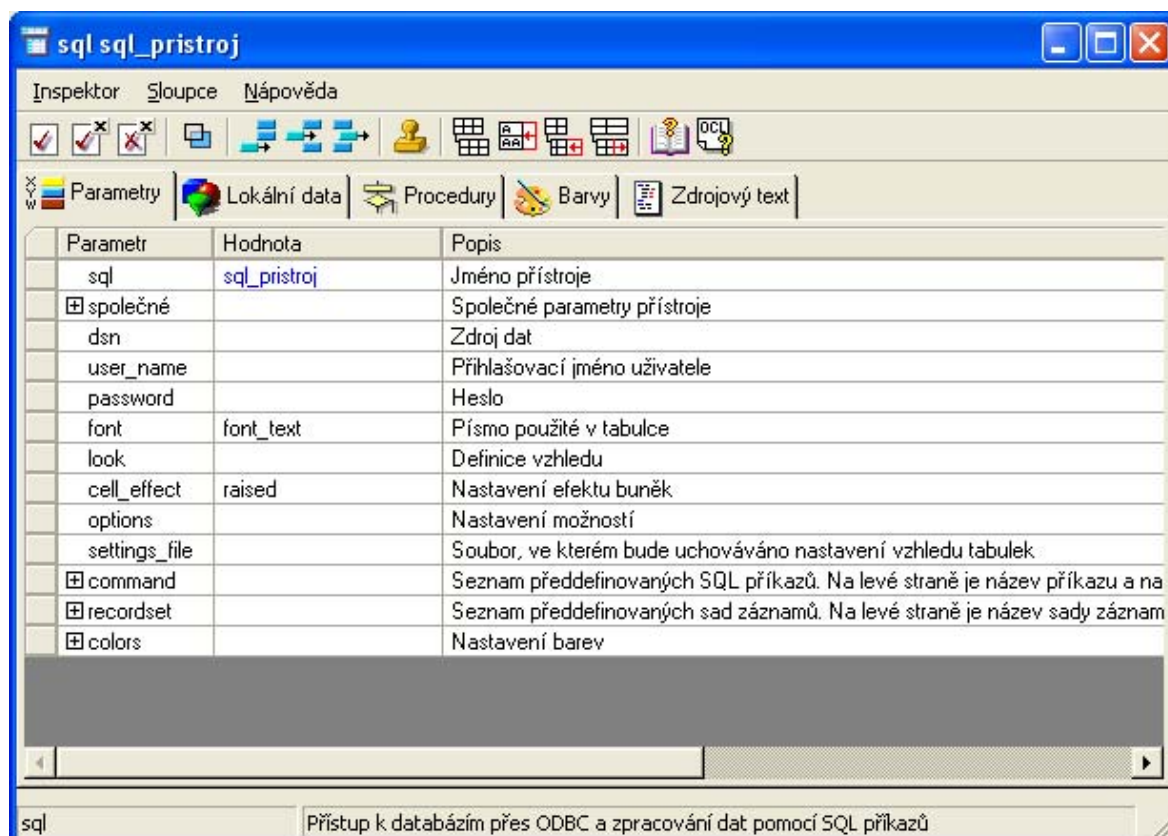


Obr. 14: Ukázka grafického a textového režimu

Každá aplikace v prostředí CW je sestavená z jednotlivých virtuálních přístrojů. Těmito přístroji jsou různé zobrazovací elementy (měřící přístroje, grafy, ikony...), řídicí prvky (přepínače, tlačítka), archivační elementy, prvky pro obsluhu alarmů apod.

Každý přístroj má specifické editovatelné vlastnosti. Zde může uživatel nastavovat různé atributy (jako např. jméno přístroje, výstup z přístroje, písmo atp.) a procedury reagující na nejrůznější události (např. při startu, při aktivaci, při kliknutí myši atd.). Každý přístroj také může posílat zprávy jiným přístrojům. Může je například aktivovat nebo způsobit spuštění jejich procedur.

Mezi další tzv. „neviditelné“ přístroje patří různé integrátory, regulátory a SQL přístroj, který komunikuje s databází pomocí ODBC rozhraní pomocí SQL příkazů. [18]



Obr. 15: Vlastnosti přístroje SQL

5.4 Komunikace se světem

V Control Webu aplikace komunikují s vnějším světem pomocí ovladačů příslušného vstupně-výstupního zařízení prostřednictvím speciálních proměnných (tzv. kanály). Systém poskytuje prostředky, kterými lze přesně řídit časování, kdy jsou potřebná data čtena nebo zapisována do jednotlivých kanálů.

Velkou výhodou Control Webu je i to, že jednotlivé komponenty různých programových modulů běžících na propojených počítačích spolu mohou jednoduše komunikovat. [17]
[19]

5.5 Druhy aplikací

V prostředí Control Web můžeme vytvářet aplikace dvojího druhu. První jednodušší druhé aplikace je **datové řízené**, druhé složitější jsou **aplikace reálného času**.

V prvním případě jsou aktivace jednotlivých virtuálních přístrojů řízeny změnou příslušných dat a asynchronní událostmi (stisknutím tlačítka). Tyto aplikace pracují cyklicky – *„maximální možnou rychlostí jsou načítána data z technologie, podle změny načtených dat jsou pak postupně aktivovány jednotlivé přístroje, které s těmito daty pracují. Aktivované přístroje (nebo uživatelské zásahy) mohou aktivovat jiné přístroje, na něž je pak přeneseno řízení. V datově řízené aplikaci však přístroje mohou být aktivovány též implicitně: pokud některý přístroj svou činností změni některá globální data (tj. globální proměnné či kanály), s nimiž pracuje jiný přístroj, je tento přístroj automaticky aktivován“*.

V případě druhém se jedná o aplikace reálného času, které jsou hlavní doménou uplatnění Control Webu. Tyto aplikace jsou sice náročnější na programování, ale na druhou stranu nabízí možnosti a prostředky pro optimální vyladění vytvářené aplikace vzhledem k výkonnosti hardware.

„Pro optimální řízení časového průběhu komunikace s technologií a časování jednotlivých komponent v Control Webu je vyhrazen speciální prováděcí tok - tzv. časovací prováděcí tok který má nastavenou vyšší prioritu, než ostatní prováděcí toky ostatních aplikací systému Windows“. [18]

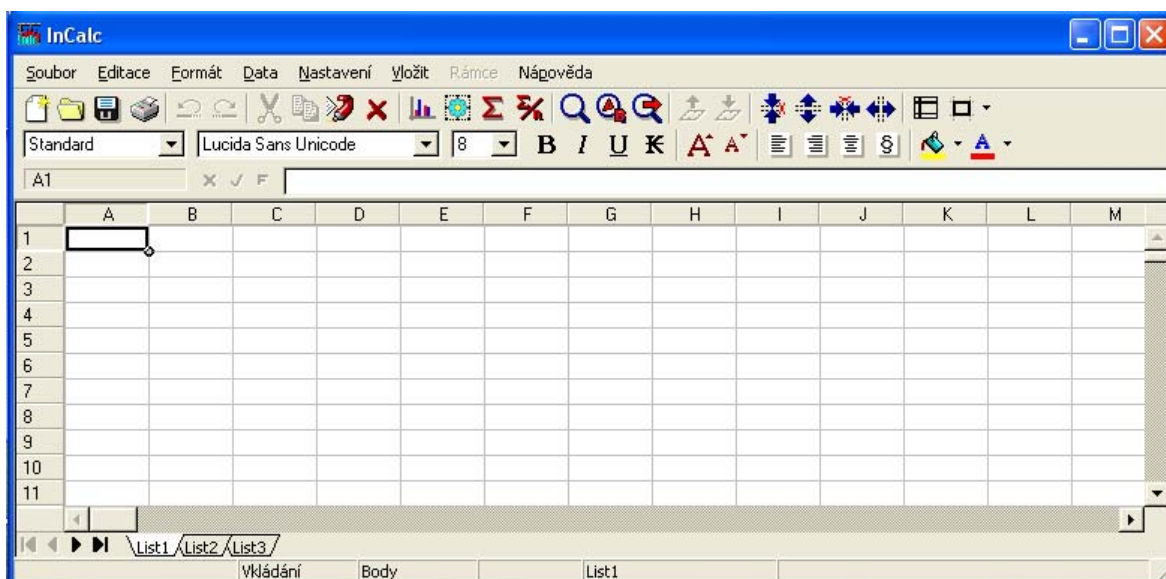
Časovací prováděcí tok:

- Periodicky zajišťuje časování přístrojů
- Rozděluje a shromažďuje asynchronní zprávy od přístrojů, ovladačů a vstupů od uživatele
- Odměřuje délku komunikačních prodlev
- Sleduje délku běhu jednotlivých ovladačů a přístrojů

Zjednodušeně řečeno časovací prováděcí tok se v průběhu aplikace stará o přípravu jednotlivých elementárních běhů (časové kroky jádra systému CW). [17] [18]

5.6 InCalc

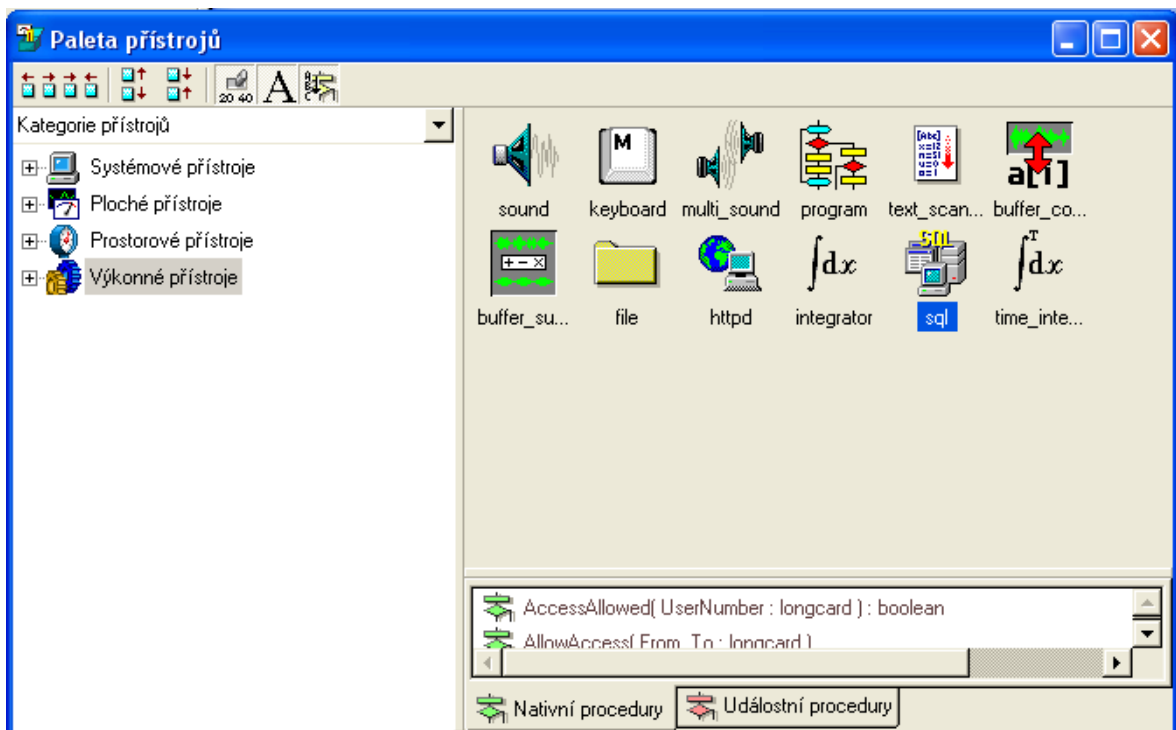
Dalším silným nástrojem programu Control Web je tabulkový editor InCalc. Pomocí tohoto editoru uživatelé mohou ukládat naměřená data do tabulek protokolů grafu. InCalc je velmi podobný programu Excel (pracuje se s ním téměř stejně), který je součástí balíku Microsoft Office. InCalc plně podporuje technologii dvOLE, která umožňuje jednoduché vkládání jakéhokoliv DataView a jeho jednoduchou editaci bez nutnosti přenášet data mezi různými aplikacemi. InCalc může pracovat ve dvou režimech a to ve 2D a 3D. Soubory v počítači jsou poté uloženy pod příponou TBW. [19]



Obr. 16: Tabulkový editor InCalc

5.7 SQL v Control Webu

Velmi silným nástrojem, kterým Control Web disponuje je databázová komponenta SQL (Structured Query Language - strukturovaný dotazovací jazyk). Díky tomuto nástroji může systém pracovat s libovolným datovým formátem přístupným prostřednictvím rozhraní ODBC a využít dotazovacích služeb jazyka SQL pro záznam, zobrazení a vyhledávání údajů. Data mohou být například ukládána do souboru s příponou MDB (Microsoft Access). [19]



Obr. 17: Nástroj SQL

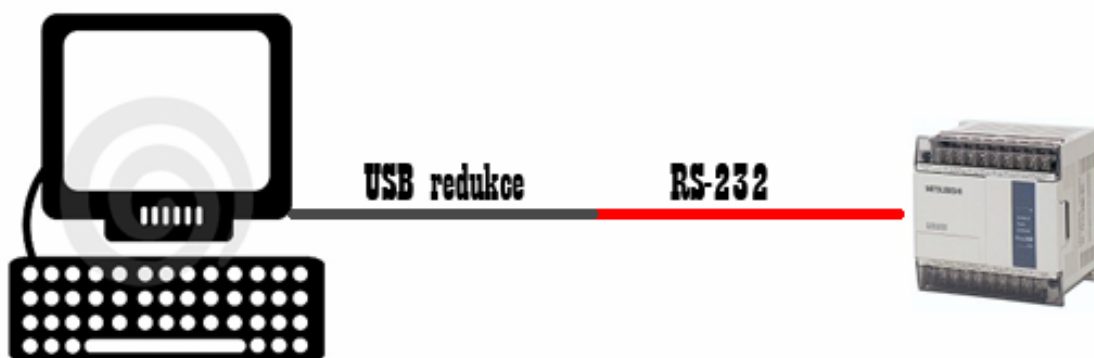
II. PRAKTICKÁ ČÁST

Hlavním cílem této práce bylo naprogramovat v jazyce mnemokódů (Instruction List) program, který bude řídit činnost PLC. Celý programový kód byl napsán a odladěn v programovém prostředí GX IEC Developer 7.

Následně byl vytvořen program pro grafický operátorský terminál GOT 1020 v prostředí GT Designer2.

V poslední části této práce bylo cílem vytvoření aplikace v programovém prostředí Control Web 5 pro řízení a vizualizaci.

Komunikace mezi osobním počítačem a PLC Mitsubishi řady FX1N byla zprostředkována pomocí sériové linky RS-232. Jelikož můj počítač nebyl vybaven sériovým COM portem (RS-232), byla zde použita USB redukce.



Obr. 18: Propojení osobního počítače s PLC

6 NÁVRH A POPIS PROGRAMOVÉHO KÓDU

Jak již bylo zmíněno výše, hlavní náplní této práce bylo vytvořit program pro PLC. Pro tvorbu tohoto programového kódu byl vybrán software GX Developer 7 od společnosti Mitsubishi Electric.

Celý program je rozdělen do několika sekcí:

- Nastavení počátečních stavů
- Najetí do startovací pozice
- Fáze doleva
- Fáze doprava
- Fáze čekání
- Pozastavení zkoušky
- Ukazatel cyklů v procentech
- Přepínání obrazovek
- Reset cyklů
- Ukazatel rychlosti

6.1 Popis aplikace a stroje

Jak už jsem podotknul výše, tento program bude řídit činnost PLC řady FX1N. Přístroj (obdoba komerčně dostupného stroje Lisport) je tvořen dvěma válci, na kterém jsou umístěny kolíky. Pod těmito válci je položen vzorek umělého trávníku s granulátem, po kterém kolíky přejíždí, a tím simulují opotřebení.

Dále je tento přístroj vybaven i indukčním senzorem tzv. balluffem. Indukční senzor polohy (balluff) je senzor, který indikuje průjezd levou a pravou krajní polohou (Obr. 21).

Program je pracuje tak, aby při stisknutí tlačítka od uživatele přístroj najel do startovací pozice a odtud poté prováděl samotné cykly pro testování opotřebení tak, aby bylo možné zjišťovat změny vzhledu a sportovně funkčních vlastností.

Dále bude mít uživatel možnost nastavení maximálního počtu cyklů a vyresetování aktuálního počtu těchto cyklů. K dispozici bude mít i tlačítka pro pozastavení a pokračování ve zkoušce.

6.2 Proměnné a popis stroje

Celý programový kód je tvořen registry, markery, timery, konstantami, jedním vstupem a dvěma výstupy (motor doleva a doprava). Obr. 19 znázorňuje seznam registrů a proměnných.

	Class	Identifier	MIT-Addr.	IEC-Addr.	Type	Initial	Comment
0	VAR_GLOBAL	pocet_cyklu	D208	%MDO.208	DINT	0	aktualni pocet cyklu
1	VAR_GLOBAL	procento	D202	%MDO.202	DINT	0	procento
2	VAR_GLOBAL	maximum	D220	%MDO.220	DINT	0	maximum
3	VAR_GLOBAL_CONSTANT	stovka			DINT	100	stovka
4	VAR_GLOBAL	displej	D215	%MWO.215	INT	0	inkrementace displeje
5	VAR_GLOBAL_CONSTANT	obrazovky			INT	3	pocet obrazovek

Obr. 19: Registry a proměnné

6.3 Počáteční stavy

Na začátku programového kódu se nastaví počáteční stavy výstupů a markerů. Kromě resetu obou motorů (výstupy Y2 a Y3) se nastaví globální proměnná „displej“ na hodnotu 1, čímž je registr zajišťující přepínání mezi jednotlivými obrazovkami na dotykovém displeji nastaven na úvodní obrazovku.

Poté jsou nastaveny jednotlivé markery pro řízení PLC. Jedná se například o markery pro najetí do startovací pozice, marker pro indikaci jestli zkouška běží, pro pozastavení zkoušky, reset cyklů apod.

1	(*	Pocatecni stavy..... *)
	LD	M8002 (* Inicializacni puls *)
Pocatecni :	RST	Y2 (* Reset vystupu Y2 *)
MELSEC	RST	Y3 (* Reset vystupu Y3 *)
	MOV	K1
		displej
	LDP	M300 (* Vzestupna hrana, zmacknuti tlacitka *)
	SET	M301 (* Nastaveni markeru na 1, prvotni nahozeni, plc jede *)
	LD	M301
	SET	M302 (* Zkouska jede *)
	SET	M303 (* Najeti do startovaci pozice *)
	RST	M301
	RST	M310 (* Marker pro rizeni displeje*)
	RST	M306 (* Pozastaveni zkousky*)
	RST	M304 (* Cekani vlevo*)
	RST	M305 (* Cekani vpravo*)
	RST	M311 (* Pokracovani ve zkousce*)
	RST	M307 (* Reset cyklu*)
	LDF	M300
	AND	M302
	RST	M302
	RST	M301
	RST	M303
	RST	M304
	RST	M305
	RST	Y2
	RST	Y3

Obr. 20: Ukázka kódu pro počáteční stavy

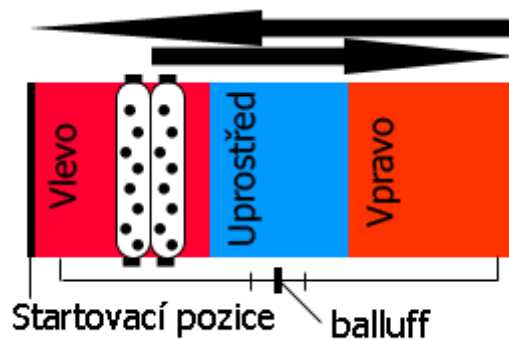
6.4 Najetí do startovací pozice

Jelikož nevíme, na jaké pozici skončila předchozí zkouška (na kterém místě se válce momentálně nachází), musel být do kódu zaveden marker (M303) pro nastavení startovací pozice (pozice vlevo). Válce s kolíky se po skončení zkoušky mohou nacházet ve třech pozicích:

- Pozice vlevo
- Pozice vpravo
- Pozice uprostřed

6.4.1 Pozice vlevo

Jestliže se zařízení nachází někde v pozici vlevo, motor doprava (výstup Y2) se nastaví na hodnotu 1 a válce jedou směrem k pozici vpravo. Jakmile přístroj dojedne na konec této pozice, počká tam 3 sekundy, poté se nastaví motor doleva (výstup Y3) a přístroj dojedne do startovací pozice (pozice vlevo) (Obr. 21). Tento složitý způsob nastavení startovací pozice je dán tím, že je balluff „přepnut“ do pozice vlevo, a tudíž kdybychom přístroj chtěli nastavit okamžitě do úvodní pozice, přístroj by narazil na okraj konstrukce.



Obr. 21: Zařízení v poloze vlevo

6.4.2 Pozice vpravo

U situace, kdy se zařízení nachází v pozici vpravo, je to o něco jednodušší. Pokud se tedy nachází válce s kolíky na pravé straně a marker pro startovací pozici je nastaven na hodnotu 1, jednoduše se motor doleva aktivuje a zařízení dojede do startovací pozice. Poté se vynuluje marker pro nastavení startovací pozice a markeru pro dosažení startovací pozice (M312) se nastaví hodnota 1.

6.4.3 Pozice uprostřed

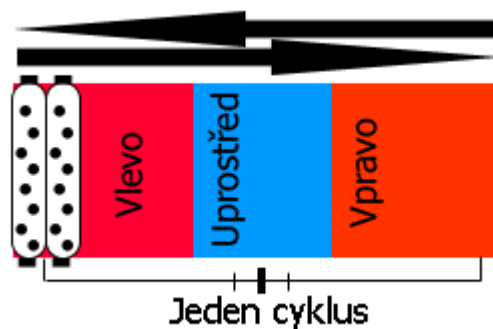
Podobný případ jako u pozice vpravo nastane, když se zařízení nachází uprostřed. Pokud je opět nastaven marker pro startovací pozici na 1, aktivuje se motor doleva a přístroj dojede na úvodní pozici. Následně se opět tento marker vynuluje a markeru pro dosažení pozice se nastaví hodnota 1.

6.5 Fáze chodu zařízení

6.5.1 Pohyb zařízení

V případě, že válce s kolíky dosáhly startovací pozice (to zajišťuje marker M312), může nastat samotná fáze testování opotřebenosti umělého trávníku. Jeden cyklus se počítá jako trasa do pozice vpravo a nazpět (Obr. 22). Jakmile proběhne zmiňovaný cyklus, proměnná *pocet_cyklu* se inkrementuje (přičte se jednička) a my tak můžeme sledovat aktuální počet cyklů, které už proběhly. Důležitou součástí je zde marker s označením M384, který má na starosti pohyb zařízení, to znamená jestli zařízení jede (nebo má jet) doprava nebo doleva.

Jedná se o bateriově zálohovaný marker a tudíž se při vypnutí přístroje nebo výpadku proudu informace v markeru uchovává.



Obr. 22: Ukázka jednoho cyklu

6.5.2 Fáze čekání

Pokaždé, když válce s kolíky dojedou na jednu ze dvou krajních pozic (vpravo nebo vlevo), markerům pro čekání se nastaví hodnota 1 (M305 a M304) a zařízení pokaždé počká 3 sekundy, než bude pokračovat v další fázi.

6.5.3 Pozastavení a pokračování ve zkoušce

Pozastavení zkoušky je realizováno pomocí markeru M306. Pokud zkouška běží (kontrolováno markerem M302) a uživatel stiskne tlačítko pro pozastavení zkoušky, zařízení se okamžitě zastaví, vynuluje se marker pro kontrolu běhu zkoušky a vypnou se oba motory (výstupy Y2 a Y3).

V případě, že chce uživatel ve zkoušce pokračovat, je mu k dispozici marker M311, který slouží k tomuto účelu. Po jeho stisknutí válce s kolíky pokračují ve své činnosti z pozice, kde byly pozastaveny. Současně se i marker pro kontrolu běhu zkoušky nastaví na hodnotu 1.

6.5.4 Ukazatel cyklů v procentech

Pro graf, který je zakomponován do programu pro displej, a který zobrazuje poměr aktuálního počtu cyklů k maximálnímu počtu cyklů, byl vytvořen krátký programový kód.

Tento kód nejdříve vynásobí proměnné *pocet_cyklu* a *stovka* (obsahuje hodnotu 100) a uloží do proměnné *procento*. Poté je tato proměnná *procento* vydělena maximem cyklů. Tím je zajištěno, že je v proměnné *procento* uložen poměr cyklů v procentech.

6.5.5 Přepínání obrazovek

I pro přepínání obrazovek na displeji musel být vytvořen krátký kód. Ten je založen na inkrementaci proměnné *displej* a následného porovnání s proměnnou *obrazovky*, ve které je uložena hodnota 3. Pokud je proměnná *displej* menší nebo rovna proměnné *obrazovky*, nastaví se úvodní obrazovka (hodnota 1) do proměnné *displej*. Marker, který se stará o přepínání obrazovek, má označení M310.

6.5.6 Reset cyklů

Pokud je proměnná *pocet_cyklu* rovna maximálnímu počtu cyklů (*maximum*), zařízení se zastaví a čeká na vyresetování počtu cyklů. To zajišťuje marker M307. Aktuální počet cyklů lze také vynulovat v průběhu zkoušky a nejen když se počet cyklů rovná maximu.

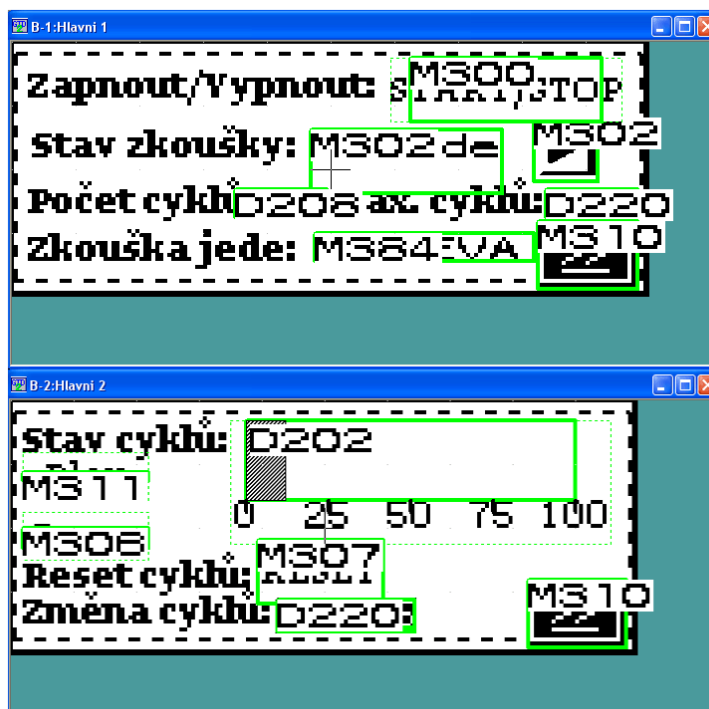
6.5.7 Ukazatel rychlosti

Rychlost zařízení je zde ovládána pomocí potenciometru, který je umístěn na frekvenčním měniči. Byl vytvořen i krátký kód, který zobrazuje rychlost zařízení v km/h a uživatel pak pomocí potenciometru může tuto rychlost zvyšovat nebo snižovat.

7 PROGRAM PRO DISPLEJ

Jak již bylo zmíněno výše, pro potřeby tvorby programu displeje jsem využil vývojového prostředí GT Designer2.

Program se skládá ze dvou obrazovek, Hlavní 1 a Hlavní 2 (Obr. 23). Program je vytvořen tak, aby se činnost PLC dala ovládat přímo z displeje.



Obr. 23: Obrazovky v programu GT Designer2

První obrazovka obsahuje tlačítko pro zapnutí a vypnutí zkoušky (Bit Switch), dále pak nástroje Bit Comment a Bit Lamp, které indikují jestli zkouška jede či nikoli (Stav zkoušky), Numerical Display pro zobrazení počtu cyklů a maximálního počtu cyklů a nástroj Bit Comment, který zobrazuje jestli zkouška jede doprava nebo doleva.

Druhá obrazovka zahrnuje kromě grafu (Bar Graph), který ukazuje poměr cyklů v procentech (viz. Kapitola 6.5.4), také tlačítka pro pozastavení zkoušky a pokračování ve zkoušce, tlačítko pro reset cyklů a také tlačítko (Numerical Input) pro změnu maximálního počtu cyklů.

Obě dvě obrazovky také obsahují tlačítko pro přepínání displeje, které je realizováno pomocí nástroje Bit Switch, řízeno markerem M310 a zapisováno do registru D215 (proměnná *displej*).



Obr. 24: První obrazovka na GOT 1020



Obr. 25: Druhá obrazovka na GOT 1020

8 NÁVRH A POPIS ŘÍDÍCÍHO A VIZUALIZAČNÍHO PROGRAMU V CONTROL WEBU

V poslední části této práce bylo úkolem vytvoření aplikace pro řízení a vizualizaci. K tomuto účelu byl použit software Control Web 5 od společnosti Moravské přístroje a.s. Při tvorbě této aplikace byl kladen důraz především na přehlednost a jednoduchost ovládání řídicího programu.

8.1 Nastavení Control Webu

8.1.1 Propojení s PLC

Do prostředí Control Web 5 byl implementován ovladač pro komunikaci mezi tímto softwarem a PLC Mitsubishi řady FX1N. Tento ovladač se jmenuje Mitsubishi MELSEC-FX v.3.6 a jeho úkolem je propojení aplikace s konkrétními vstupy a výstupy zařízení. Ovladač dostává požadavky na čtení a zápis dat pomocí tzv. kanálů. Dále bylo nutné zavést do prostředí control web mapovací a parametrický soubor ovladače. Parametrický soubor *melsec_f.par* slouží pro zápis konfiguračních parametrů ovladače, mapovací soubor *melsec_f.dmf* obsahuje typy kanálů ovladače.

8.1.2 Nastavení kanálů

Kanály v CW5 byly rozděleny do pěti sekcí a to: *RegistryCteni*, *RegistryZapis*, *MarkeryCteni*, *MarkeryZapis*, *Motory*.

Name	Type	Driver inde	Direction	Comment
D208	real	208	input	pocet cyklu
D220	real	220	input	max.pocet
D215	real	215	input	displej
D202	real	202	input	pomer cyklu
D225	real	225	input	cas
D227	real	227	input	rychlost

Tab. 3: Registry čtení

Name	Type	Driver inde	Direction	Comment	Timeout
D220z	real	1220	output	Zápis max. cyklů	0.2
D215z	real	1215	output	Změna displeje	0.2

Tab. 4: Registry zápis

Name	Type	Driver inde	Direction	Comment
M300	boolean	300	input	Start/Stop
M302	boolean	302	input	Zkouska jede
M384	boolean	384	input	Jede doprava
M304	boolean	304	input	Čekání vlevo
M305	boolean	305	input	Čekánívpravo
M303	boolean	303	input	Start.pozice
M306	boolean	306	input	Zast.zkoušky
M311	boolean	311	input	Pokr.zkoušky

Tab. 5: Markery čtení

Name	Type	Driver inde	Direction	Comment	Timeout
M300z	boolean	1300	output	Start/Stop	0.2
M384z	boolean	1384	output	Jede doprava	0.2
M306z	boolean	1306	output	Zast.zkoušky	0.2
M311z	boolean	1311	output	Pokr.zkoušky	0.2
M307z	boolean	1307	output	Reset cyklu	0.2

Tab. 6: Markery zápis

Name	Type	Driver inde	Direction	Comment	Timeout
Levy	boolean	395	input	Levy motor	0.2
Pravy	boolean	394	input	Pravy motor	0.2
Balluff	boolean	266	input	Balluff	0.2

Tab. 7: Motory

8.1.3 Nastavení databáze

Archivní data jsou uchovávána ve standardní databázi MDB (Microsoft Databáze), tedy databáze, kterou používá program Microsoft Access (*MojeDatabase.mdb*). Pro archivaci dat do databáze bylo využito rozhraní ODBC. Dále byl nadefinován souborový zdroj dat (DSN – Data Source Name), který obsahuje informace o připojení k databázi. Tento soubor byl nazván *Data.dsn* a má následující strukturu:

```
[ODBC]
DRIVER=Driver do Microsoft Access (*.mdb)
UID=admin
UserCommitSync=Yes
Threads=3
SafeTransactions=0
PageTimeout=5
MaxScanRows=8
MaxBufferSize=2048
FIL=MS Access
DriverId=25
DefaultDir=C:\Documents and Settings\admin\Dokumenty\dipl_cw\dipl_cw
DBQ=C:\Documents and Settings\admin\Dokumenty\dipl_cw\MojeDatabase.mdb
```

8.1.4 Nastavení časovačů

V této aplikaci bylo využito třech druhů časovačů: *sequencer_500ms* s časovým krokem 0.5s, *sequencer_1s* s časovým krokem 1s a *sequencer_Hodina* s časovým krokem 3600s. Přístroj časovaný časovačem obsahuje ve svém parametru *timer* jméno příslušného časovače, a případně navíc požadované pořadí časování.

8.2 Panely

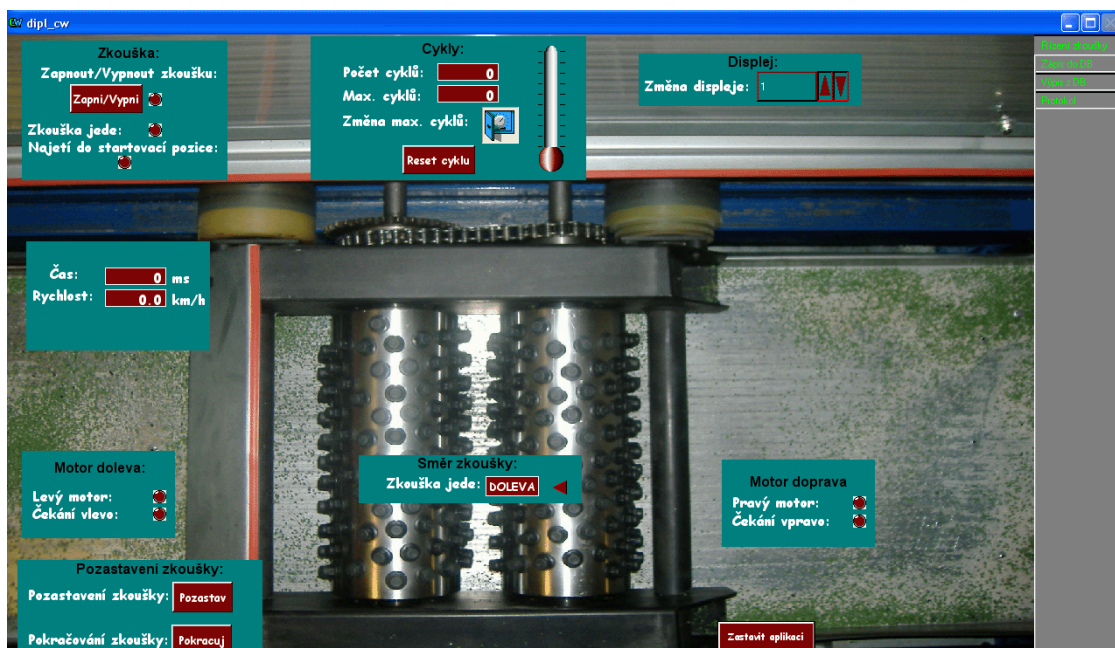
Celý program je rozdělen do 4 základních částí tzv. panelů, kde každý panel obsahuje přístroje, které jsou potřebné pro chod příslušného panelu.

Panely jsou pojmenovány podle jejich funkcí následovně:

- Řízení zkoušky
- Zápis do databáze
- Výpis z databáze
- Protokol

V následujících kapitolách jsou tyto panely popsány podrobněji.

8.2.1 Panel řízení zkoušky



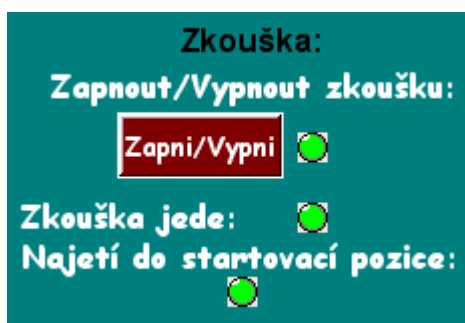
Obr. 26: Hlavní panel aplikace

Panel řízení zkoušky (Obr. 26) by se dal nazvat jako hlavní panel aplikace, který je určený pro ovládání a sledování stavu zkoušky. Tento panel je tvořen menšími panely, které obsahují příslušné přístroje. Jedná se o panely:

- Panel zapnutí
- Panel cykly
- Panel displej
- Panel doleva
- Panel doprava
- Panel směr zkoušky
- Panel pozastavení a pokračování ve zkoušce
- Panel ukazatel rychlosti a času

8.2.1.1 Panel zapnutí

Panel zapnutí zkoušky obsahuje kromě tlačítka pro zapnutí/vypnutí zkoušky a indikátoru, který zobrazuje jestli je zkouška zapnutá či nikoli, i indikátor pro sledování, zdali je zkouška v provozu (jestli zkouška běží) a ukazatel najetí do startovací pozice (Obr. 27). Logika nastavování výstupu je řešena u tlačítka pro zapnutí a vypnutí zkoušky jako „set flip-flop“.



Obr. 27: Panel zapnutí

8.2.1.2 Panel cykly

Tento panel slouží pro zobrazování aktuálního a maximálního počtu cyklů, pro změnu maxima cyklů a vynulování počtu cyklů. Kromě přístroje „meter“, pomocí něhož jsou zobrazeny stavy cyklů, je tento panel tvořen i tlačítkem pro resetování, které má logiku

nastavení výstupu postavenou na tzv. „set true on press“ (při stisknutí nastav hodnotu na true). Dále tento panel obsahuje přístroj „control, který slouží pro záměnu maximálního počtu cyklů (typ přístroje change_box) a přístroj „thermometer“, který také zobrazuje aktuální počet cyklů, avšak tentokrát v podobě teploměru.



Obr. 28: Panel cykly

8.2.1.3 Panel displej

Jak již je z názvu patrné, tento panel má za úkol přepínání displeje (obrazovek) na terminálu GOT 1020. Je vybaven přístrojem control (typ přístroje count_box), který má nastaven začátek rozsahu stupnice na hodnotu 1 a konec rozsahu stupnice na hodnotu 2. Tím je zajištěno, že přepínání je možné pouze mezi dvěma obrazovkami (Obr. 29).

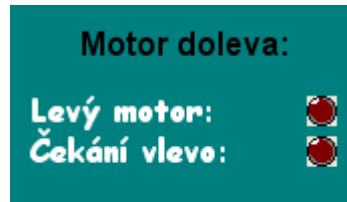
Dále je tomuto přístroji přidána procedura SetValue, která mu hned při startu aplikace nastaví aktuální číslo obrazovky z registru (`control_20.SetValue(D215)`).



Obr. 29: Panel displej

8.2.1.4 Panel doleva

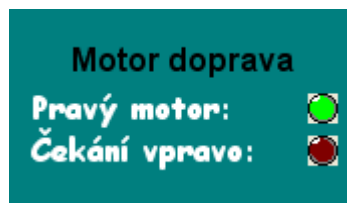
Panel doleva je určený pro zobrazování činnosti levého motoru. Tento panel v sobě zahrnuje indikátory, pomocí nichž se znázorňuje chod motoru. Jedná se o indikátory pro čekání motoru v krajní pozici a aktivitu levého motoru (Obr. 30).



Obr. 30: Panel levý

8.2.1.5 Panel pravý

Stejně jako levý panel i tento obsahuje indikátory pro činnost motoru. Tentokrát se ovšem jedná o motor pravý (Obr. 31). Opět tyto indikátory zobrazují aktivitu pravého motoru a čekání pravého motoru v krajní pozici.



Obr. 31: Panel pravý

8.2.1.6 Panel směr zkoušky

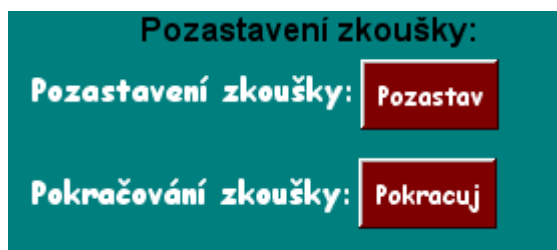
Tento jednoduchý panel má za úkol zobrazovat směr zkoušky. To znamená, že ukazuje, jestli zkouška jede doprava nebo doleva. Panel směr zkoušky je tvořen dvěma indikátory, jedním tzv. „textovým“ a druhým „grafickým“ (Obr. 32).



Obr. 32: Panel směr zkoušky

8.2.1.7 Panel pozastavení a pokračování ve zkoušce

Jak již název napovídá, tento panel je určený pro pozastavení a pokračování v běhu zkoušky. Panel reprezentují dvě tlačítka „Pozastav“ a „Pokračuj“, které mají logiku výstupu nastavenou na „set true on press“. Jak již bylo zmíněno výše (viz. kapitola 6.5.3), po stisknutí tlačítka pro pozastavení zkoušky se válce s kolíky zastaví. Naopak, když chce uživatel ve zkoušce pokračovat, stačí aby stiskl příslušné tlačítko pro pokračování ve zkoušce.



Obr. 33: Panel poz. a pokr. ve zkoušce

8.2.1.8 Panel ukazatel rychlosti a času

Tento panel slouží pro zobrazení rychlosti a času. Podle toho uživatel může pomocí potenciometru podle potřeby zvyšovat či snižovat rychlost zařízení. Čas je zobrazen v ms a rychlost v km/h.

8.2.2 Panel zápis do databáze

Po přepnutí na panel „zápis do databáze“ se nám objeví krátký formulář pro zadání údajů do databáze (Obr. 34).

Obr. 34: Panel zápis do databáze

Tento panel je vybaven kromě „labelů“, které zobrazují text a mají pouze informační a dekorační význam, i přístroj „string_control“, který slouží pro zadávání textu do

výstupního datového elementu prostřednictvím editačního řádku. Jako výstupní parametr je zde uvedena proměnná z archivní datové sekce „mujArchiv“. Jedná se o proměnné typu string, které jsou pojmenovány následovně: Jmeno, Prijmeni, Datum, Popis a Cas. Hodnoty těchto datových elementů, získané vyhodnocením uvedených výrazů, jsou ukládány do databáze. Mimo jiné přístroje „string_control“ pro Datum a Cas obsahují i procedury pro aktuální místní (pásmové) datum a čas. K tomuto účelu je v CW5 k dispozici přístroj „date“, který nabízí procedury pro nastavování data a času a převádění jednotlivých podob data a času mezi sebou.

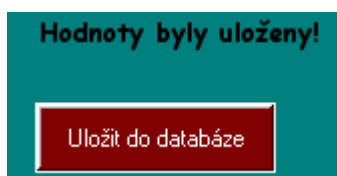
Jedná se o procedury:

- *Datum = date.TodayToString('yyyy-MM-dd');*
- *Cas = date.NowToString();*

Nevýhodou Control Webu 5 je, že neobsahuje přístroj text_edit (umožňuje vkládání a editaci víceřádkového textu), který je k dispozici až od verze 6. Proto byly pro účely popisu zkoušky přidány pod sebe 3 přístroje typu „string_control“ a texty v těchto přístrojích poté spojeny v tlačítku „Uložit do databáze“ pomocí funkce concat.

- *sp=concat(spojene,spojene2);*
- *sp2=concat(sp,spojene3);*
- *Popis=sp2;*

Poté je vše uloženo do databáze pomocí procedury Archive(). Následně jsou jednotlivé texty v přístrojích typu „string_control“ vymazány a přístroj „label“ zobrazí zprávu pro úspěšné uložení do databáze (Obr. 35).

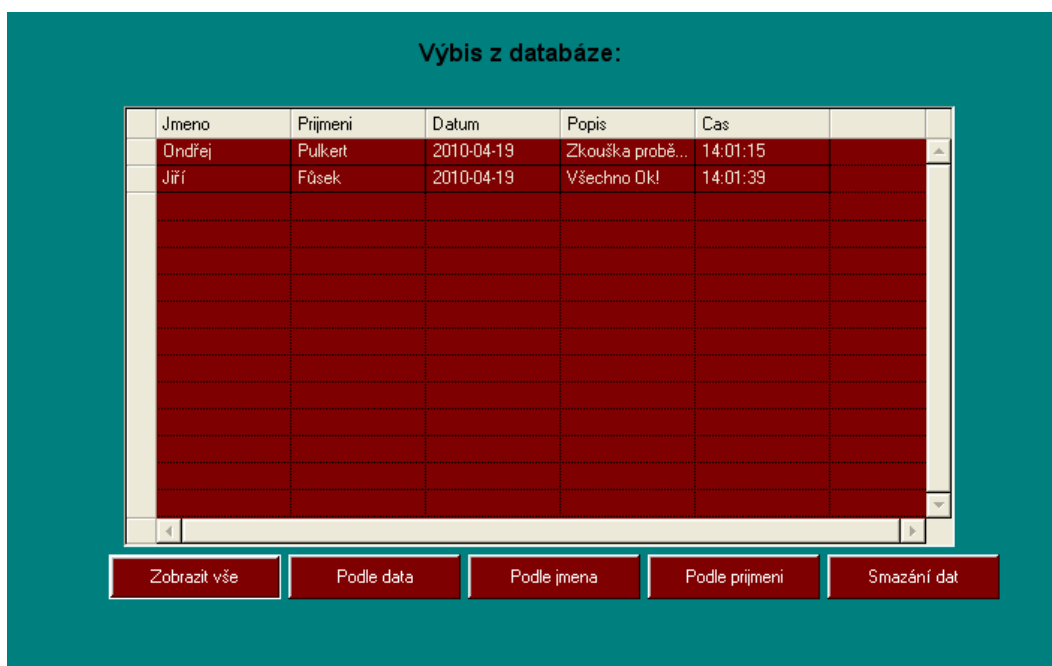


Obr. 35: Úspěšné uložení

8.2.3 Panel výpis z databáze

Jak už je z názvu tohoto panelu patrné, jedná se o panel, který slouží pro výpis údajů uložených v databázi.

Panel pro výpis z databáze obsahuje 4 tlačítka pro zobrazení výsledků dle daných kritérií, tlačítko pro smazání dat a přístroj SQL, který umožňuje pracovat s databázemi a databázovými daty pomocí SQL příkazů. Výsledky dotazů jsou zobrazeny v přehledné tabulce (Obr. 36).



Obr. 36: Panel výpis z databáze

Přístroj „sql“ obsahuje jako jeden z parametrů i tzv. „recordset“. Jedná se o parametr, který pojímá předdefinované výběrové SQL příkazy. Na levé straně je jméno příkazu, na pravé straně je vlastní definice SQL příkazu.

Příklad zápisu parametru recordset v přístroji „sql“ je následující:

recordset

'UkazVse' = 'SELECT Jmeno, Prijmeni, Datum, Popis, Cas FROM armujArchiv';

'PodlePrijmeni' = 'SELECT Jmeno, Prijmeni, Datum, Popis, Cas FROM armujArchiv ORDER BY Prijmeni';

*'Smazani' = 'Delete * from armujArchiv';*

end_recordset;

Jednotlivá tlačítka v panelu jsou pojmenována podle jejich kritérií výpisu (Zobrazit vše, Podle data, Podle jména, Podle příjmení). Poslední tlačítko slouží pro smazání veškerého obsahu v databázi (Smazání dat). Do každého tlačítka byla dále přidána procedura *OnOutput()*. Do této procedury byly přidány ještě dvě nativní procedury *OpenRecordset(RecordsetId)* a *ShowRecordset(Name)*. Nativní procedura *OpenRecordset(RecordsetId)* vytvoří virtuální sadu záznamů, která je identifikovaná jménem RecordsetID, a která je výsledkem SQL příkazu uvedeného u jména RecordsetId v definici přístroje „sql“ v sekci recordset.

Příklad nativní procedury *OpenRecordset* je následující:

- *sql.OpenRecordset('PodlePrijmeni');*

Nativní procedura *ShowRecordset(Name)* má pouze jeden parametr a to jméno sady záznamů. Z názvu je jasné, že tato procedura zobrazí existující sadu záznamů.

Příklad zápisu nativní procedury:

- *sql.ShowRecordset('PodlePrijmeni');*

8.2.4 Panel protokol

Jako poslední panel, který byl v prostředí Control Web 5 vytvořen je Panel protokol. Ten slouží pro tvorbu protokolu nebo-li záznamu o provedení zkoušky.

Nejdříve byla vytvořena pomocí tabulkového kalkulátoru InCalc šablona (Obr. 37) a uložena pod názvem *sablona.TBW*.

ITC^R Institut pro Testování a Certifikaci

Jméno zhotovitele:
Příjmení zhotovitele:
Datum provedení zkoušky:

Popis zkoušky:

Ve Zlíně dne: Podpis:

Obr. 37: Šablona

Poté byl v prostředí CW5 přidán přístroj „table“, pomocí něhož lze přímo zapisovat data do buněk tabulky, vyvolávat přepočítání tabulky a zpětně číst data z buněk do systému. V tomto přístroji byly dále nastaveny parametry, jako je např. vzhled tabulky, cesta k šabloně nebo cesta se jménem pro ukládání tabulky (Obr. 38).

Parametr	Hodnota	Popis
editable	false	vybrání povolí editování tabulky za běhu
table_look	container, menu, tool_bar	vzhled tabulky
cursor_visible	true	nastavení viditelnosti kurzoru v módu needitovatelné tabulky
lock_table	false	zablokování tabulky proti rolování
template_file	'šablona.TBW'	TBW soubor s maskou dokumentu
save_file_name	arch	cesta se jménem souboru pro ukládání tabulky
save_file		výraz pro uložení dat do souboru
print		výraz pro zahájení tisku tabulky
printing		stav tisku tabulky

Obr. 38: Parametry přístroje table

Dalším důležitým parametrem v tomto přístroji je i „item_expr“, který obsahuje výrazy pro vyhodnocení, dále pak číslo vrstvy a čísla řádků a sloupců v tabulce, do kterých se má výraz zapisovat.

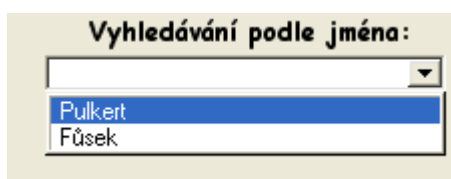
Příklad parametru „item_expr“:

```

item_expr
condition = true;
layer = 1;
row = 10;
column = 2;
recalculate = false;
expression = promenne.prij[n];
end_item_expr;

```

Významným přístrojem v tomto panelu je i tlačítko pro načtení hodnot z databáze. Po stisknutí tohoto tlačítka, se data uložená v databázi vloží do přístroje „string_switch“ (jedná se o rolovací seznam, Obr. 39). Procedura, která zajišťuje načtení dat z databáze, nese název OnOutput().



Obr. 39: Přístroj string_switch

Postup pro načtení dat z databáze je následující:

Nejprve se pomocí funkce *OpenDatabase()* přístroj „sql“ připojí ke zdroji dat. Poté je vytvořen výběrový dotaz, jehož výsledkem je množina odpovídajících záznamů a následně je nastaven kurzor na první záznam. Poté jsou v cyklu *while* načtena data z aktuálního záznamu.

Ukázka procedury OnOutput() v tlačítku pro načtení dat z aktuálního záznamu:

```

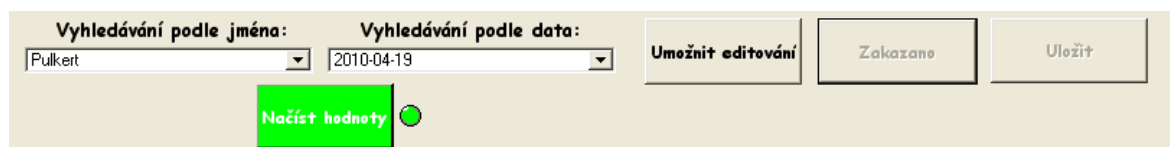
sql2.GetData( 'Vyber', 'Jmeno', jm[n], Null );
sql2.GetData( 'Vyber', 'Prijmeni', prij[n], Null );
sql2.GetData( 'Vyber', 'Datum', dat[n], Null );
sql2.GetData( 'Vyber', 'Popis', popi[n], Null );
sql2.GetData( 'Vyber', 'Cas', ca[n], Null );

```

Následně je kurzor posunut na další záznam. Tento postup je prováděn tak dlouho, dokud přístroj neprojde celou databází s uloženými daty. Poté je přístroj pomocí nativní procedury *CloseDatabase()* odpojen od aktuálního zdroje dat.

Takto načtená data v přístroji „string_switch“ (Obr. 39) jsou dále použita jako výstup z tohoto přístroje a načtena do tabulky, která obsahuje předdefinovanou šablonu. Vyhledávat záznamy lze podle příjmení (kdo zkoušku prováděl), nebo podle data konání zkoušky.

Další přístroj, který je k dispozici v panelu „protokol“, je tlačítko „Uložit“, které slouží pro rychlé ukládání protokolu do souboru a tlačítka, která umožňují nebo zakazují editování přístroje „table“ (Obr. 40). K tomuto účelu byla zavedena proměnná *editovano*, která je typu boolean. Na začátku je tato proměnná nastavena na hodnotu *false* a tudíž je editování tabulky zakázáno. Naopak tlačítko „Umožnit editování“ je aktivní a povoluje editování tabulky. Tlačítka „Zakázat editování“ a „Uložit“ jsou neaktivní.



Obr. 40: Editování zakázáno

Kód v proceduře *OnOutput()*, který zajišťuje povolení editování:

```

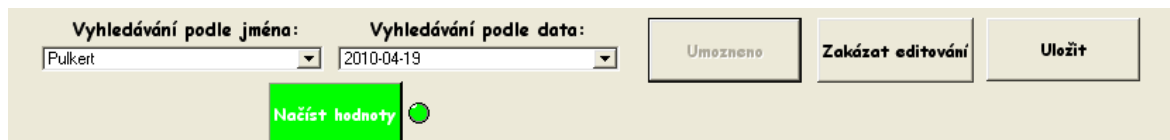
tabulka.SetEditable( true );
editovano=true;
switch_ukladani.Disable();
switch_zakazat.Enable();
switch_ulozit.Enable();
SetTrueText( 'Umozeno' );
switch_zakazat.SetFalseText( 'Zakázat editování' );
switch_zakazat.SetTrueText( 'Zakázat editování' );

```

Pomocí tohoto krátkého kódu bylo docíleno toho, že přístroj „table“ lze libovolně editovat. To znamená, že buňky v tabulce mohou být upravovány, formátovány, mazány, může být

přidáván text, libovolná změna stylu, velikost a barva písma, ale také otevírání či ukládání souboru.

Dále jsou aktivní tlačítka pro zákaz editování a uložení a naopak tlačítko pro umožnění editování se stalo neaktivním (Obr. 41).



Obr. 41: Editování povoleno

Kód pro zákaz editování je skoro totožný jak pro povolení editování s tím rozdílem, že metoda *SetEditable()* nastavuje hodnotu na *false* a proměnné *editováno* je taktéž přiřazena tato hodnota.

Tlačítko „Uložit“ obsahuje proceduru *SaveTable(arch)* pomocí níž se ukládá protokol do souboru s příponou TBW. Název tohoto souboru je tvořen řetězcem „zkouška_“ a datem provádění zkoušky. Pomocí nativní procedury *TodayToString()* přístroje „date“ bylo nejprve zjištěno aktuální datum a poté pomocí funkce *concat* spojeno s řetězcem „zkouška_“. To vše je posléze opět spojeno s proměnnou „arch“, která obsahuje řetězec s názvem složky pro uložení („Archiv“).

Celý řetězec tedy bude vypadat následovně:

- *Archiv\zkouska_2010-04-19.TBW*

Všechny výše zmiňované hlavní panely jsou dále vybaveny tlačítkem pro zastavení aplikace (Obr. 42).



Obr. 42: Tlačítko pro zastavení aplikace

Toto tlačítko obsahuje nativní proceduru *StopApplication()*, která je součástí systémového přístroje „core“, který slouží pro ovlivňování, řízení a podporu běhu aplikace. Po stisknutí tlačítka „Zastavit aplikaci“ se okamžitě přeruší běh aplikace.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce je rozdělena do třech základních částí. V první a nejdůležitější části byl vytvořen program pro řízení jednoúčelového zařízení pro zkoušky umělých fotbalových trávníků na odolnost proti opotřebení. Tento program byl vytvořen v softwaru GX IEC Developer 7, který podporuje implementaci všech typů PLC Mitsubishi.

Jako programovací jazyk byl vybrán seznam instrukcí (IL - Instruction List). Program je rozčleněn do několika částí jako je např. nastavení počátečních stavů, najetí do startovací pozice, samotná fáze opotřebení, fáze čekání zařízení či pozastavení a pokračování ve zkoušce a reset aktuálních cyklů.

Samotný přístroj (obdoba komerčně dostupného stroje Lisport) je tvořen dvěma válci s kolíky, pod kterým je umístěn vzorek umělého trávniku s granulátem. Stroj cyklicky přejíždí po tomto vzorku, a tím simuluje opotřebení. Uživatel pak může zjišťovat změny vzhledu a sportovně funkční vlastnosti umělého trávniku.

V druhé části této diplomové práce byl vytvořen program pro displej. Program byl realizován pro grafický operátorský terminál typu GOT 1020. Jako vývojový program byl vybrán software GT Designer2, který je určený pro vytváření obrazovek operátorských panelů. Samotný program se skládá ze dvou obrazovek (Hlavní 1 a Hlavní 2) a je vytvořen tak, aby se činnost zařízení dala ovládat přímo z displeje.

V poslední části této práce byla vytvořena aplikace pro řízení, vizualizaci a archivaci. Pro tvorbu programu byl vybrán software Control Web 5 od společnosti Moravské přístroje a.s. Tento vývojový software je dostupný v mnoha průmyslových podnicích a univerzitách jako je firma ITC a.s. nebo FAI UTB.

Celá aplikace je rozdělena do čtyř základních panelů. První panel (řízení zkoušky) by se dal nazvat jako hlavní panel aplikace a je určený pro řízení a sledování stavu zkoušky. Panel druhý (zápis do databáze) slouží pro zápis údajů do databáze MDB (Microsoft Access). Třetí panel (výpis z databáze) slouží pro zobrazení dat z databáze podle určitých kritérií (podle příjmení, podle data...). Poslední panel (protokol) umožňuje vytvoření protokolu (záznamu o zkoušce). Tento protokol obsahuje důležité informace týkající se samotné zkoušky, ukládá se na pevný disk a může být také vytisknut. Všechny programy jsou využívány firmou ITC a.s., která se zabývá testováním a certifikací.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

This diploma thesis is divided into three basic parts. In the first and most important one there has been created a program for controlling a special purpose machine for testing of artificial football turfs on resistance against abrasion. This program has been made in GX IEC Developer 7 software which supports an implementation of all PLC Mitsubishi types.

IL - Instruction List has been chosen as a programming language. The program is split into several parts such as e.g. initial state setting, coming to starting position, phase of abrasion, phase when machine waits or stops and continues in tests and reset of current cycles.

The machine itself (analogy of commercially accessible Lisport machine) has two cylinders with pins. Under these cylinders there is the artificial turf specimen with granulate. The machine passes this sample cyclically and simulates the abrasion. A user can find out the changes of appearance and sportingly functional qualities of an artificial turf.

In the second part of this diploma thesis the program for display has been created. The program has been realized for graphic operator terminal GOT 1020. Software GF Designer2 has been chosen as a developing program. This program is used for creating of operator panels screens. The program consists of two screens (Main 1 and Main 2) and has been created in a way which enables the machine to be controlled directly from the display. In the last part of this thesis an application for the control, visualization and archiving has been made. The program has been created in Control Web 5 environment from Moravské přístroje a.s. This developing program is available in many industrial companies and universities e.g. ITC a.s. company or FAI UTB. The whole application is divided into four basic panels. The first one (test control) can be considered as the main panel of the application and is used for controlling and monitoring of the state of the test. The second panel (database entry) serves for a data recording into database MDB (Microsoft Access). The third panel (database statement) serves for the display of the data from database according to certain criteria (surname, date...). The last panel (protocol) enables a creation of a protocol (test record). This record contains important information connected to the test itself, it is saved to hard disc and can be also printed. All the programs are used by ITC a.s. company that deals with testing and certification.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *LADISLAV, Šmejkal. Plc a automatizace 2. 1. vydání Praha : Ben, 2005. 207 s. ISBN 80-7300-087-3.*
- [2] Základní pojmy z automatizace [online]. Lipník nad Bečvou : [s.n.], 2009 [cit. 2010-05-05]. Dostupné z WWW:
<http://www.sse-lipniknb.cz/7ucivo/Automatizace/aut_1ZA%20.pdf>.
- [3] SMÍLEK, Jiří. Systémové pojetí automatizace : skripta 1 [online]. Valašské Meziříčí : [s.n.], 2009 [cit. 2010-05-05]. Dostupné z WWW:
<<http://www.jsmilek.cz/skripta%20pdf/siz%201%20system%20pojeti%20skripta.pdf>>
- [4] KOVÁŘ, Josef; PROKOPOVÁ, Zuzana; ŠMEJKAL, Ladislav. PLC – hardware - STR [online]. Zlín : [s.n.], 2009 [cit. 2010-05-06]. Dostupné z WWW: <http://www.spszl-plc.cz/pdf/PLC_hardware_STR.pdf>
- [5] HRUŠKA, František. Technické prostředky informatiky a automatizace : (úvod, popis funkce, konstrukce a aplikace). 1. vydání. Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2007. 193 s. ISBN 978-80-7318-535-0.
- [6] MIKŠOVSKÝ, Petr. *Automa časopis pro automatizační techniku [online]. Kolín : 2002 [cit. 2010-05-07]. Průmyslové počítače – od monitorů po mobilní přístroje. Dostupné z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28638>.*
- [7] REDL, Daniel; NOVÁK, Radek; TVARDEK, Martin. Střední průmyslová škola, Ostrava - Vítkovice [online]. Ostrava - Vítkovice : 2007 [cit. 2010-05-08]. Programovatelné automaty a jejich začlenění do systému průmyslového řízení. Dostupné z WWW: <www.sps-vitkovice.cz/strojar_09/strojar/kunčice2.ppt>.
- [8] Eaton Elektrotechnika s.r.o. [online]. Praha : 2009 [cit. 2010-05-08]. Modulární PLC. Dostupné z WWW:
<http://www.eatonelektrotechnika.cz/produkty-prumyslove_instalace-rizeni_procesu-modularni_plc>.
- [9] URBAN, Luboš. *Automa časopis pro automatizační techniku [online]. Kolín : 2005 [cit. 2010-05-07]. Programování PLC podle normy IEC EN 61131-3 – víc než jednotné jazyky. Dostupné z WWW:*

- <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30310>
- [10] Koncepce kvality FIFA pro fotbalový trávnik: Příručka zkušebních metod pro fotbalový trávnik. 1. vyd. Zlín : [s.n.], 2009. 39 s.
- [11] BÍLÝ, Radek. Control Web 2000. 1. vyd. Praha : Computer Press, 1999. 382 s. ISBN 8072262580.
- [12] Linhart sport [online]. Stará Boleslav : 2009 [cit. 2010-05-09]. Umělé trávniky. Dostupné z WWW: <<http://www.linhartsport.cz/umele-travniky/>>.
- [13] Vysspa [online]. Plzeň : 2009 [cit. 2010-05-10]. Umělé trávniky pro fotbal. Dostupné z WWW: <<http://vysspa.cz/sportovni-povrchy/umele-travniky-pro-fotbal.html>>.
- [14] DROTH, Thomas. Automatizace [online]. 2004 [cit. 2010-05-13]. Kompaktní řídicí terminály s rozhraním MES. Dostupné z WWW: <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=2137>>.
- [15] Mitsubishi Electric [online]. 2004 [cit. 2010-05-14]. HMI – GT10. Dostupné z WWW: <http://www.mitsubishi-automation-cz.com/products/visualisation_got10xx.html>.
- [16] Elvac [online]. 2007 [cit. 2010-05-14]. Software. Dostupné z WWW: <<http://www.elvac.sk/automation/download/software.pdf>>.
- [17] Moravské přístroje a.s. [online]. 2009 [cit. 2010-05-15]. Control Web 5. Dostupné z WWW: <<http://www.mii.cz/download/doc/cw5cz.pdf>>.
- [18] KOFRÁNEK, Jiří. Control Web - objektové vývojové prostředí (nejen) pro průmyslové aplikace [online]. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2000 [cit. 2008-03-27]. Dostupný z WWW: <<http://formular-ekf.vsb.cz/formulare/F01/tsw/getfile.php?prispevekid=674>>.
- [19] CONTROL WEB 5, Moravské přístroje a.s. *Manuál k programu Control Web 5*.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

dvOLE	Data view object linkink and embedding
FAI	Fakulta Aplikované Informatiky
GOT	Graphical Operator Terminals - grafický operátorský terminál
HMI	Human Machine Interface – rozhraní pro komunikaci mezi člověkem a strojem
I/O	Input/Output – vstupně-výstupní
IEC	International Electrotechnical Commission – Mezinárodní elektrotechnická komise
ISO	International Organization for Standardization – Mezinárodní organizace pro normalizaci
ITC	Institut pro testování a certifikaci
LED	Light emitted diode - světlo vyzařující dioda
ODBC	Open Database Connectivity
PC	Personál Computer – osobní počítač
PLC	Programmable Logic Controller – programovací logický automat
ROM	Read-Only Memory – paměť pouze pro čtení
SCADA	Supervisitory Control and Data Acquisition - systém určený pro monitorování a ovládání průmyslových technologií
SQL	Structured Query Language - strukturovaný dotazovací jazyk
SW	Software
USB	Universal Serial Bus – univerzální sériová sběrnice
UTB	Univerzita Tomáše Bati

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Ukázka provedení PLC.....	13
Obr. 2: Principiální schéma způsobu řízení.....	15
Obr. 3: Ukázka Mikro PLC.....	16
Obr. 4: Ukázka Kompaktního PLC.....	16
Obr. 5: Ukázka Modulárního PLC.....	17
Obr. 6: Vzor umístění kolíků na úpravném válci.....	20
Obr. 7: Profil kopačkového kolíku	22
Obr. 8: Stroj pro testování umělého trávníku	23
Obr. 9: Příčný řez umělým trávníkem 3. generace	24
Obr. 10: GOT 1020	25
Obr. 11: Ukázka programu GT DESIGNER2	27
Obr. 12: Ukázka programu GX IEC DEVELOPER.....	28
Obr. 13: Ukázka průvodce v CW.....	30
Obr. 14: Ukázka grafického a textového režimu	31
Obr. 15: Vlastnosti přístroje SQL	32
Obr. 16: Tabulkový editor InCalc.....	35
Obr. 17: Nástroj SQL.....	35
Obr. 18: Propojení osobního počítače s PLC.....	37
Obr. 19: Registry a proměnné.....	39
Obr. 20: Ukázka kódu pro počáteční stavy.....	40
Obr. 21: Zařízení v poloze vlevo	41
Obr. 23: Obrazovky v programu GT Designer2	44
Obr. 24: První obrazovka na GOT 1020.....	45
Obr. 25: Druhá obrazovka na GOT 1020	45
Obr. 26: Hlavní panel aplikace	48
Obr. 27: Panel zapnutí	49
Obr. 28: Panel cykly	50
Obr. 29: Panel displej	50
Obr. 30: Panel levý	51
Obr. 31: Panel pravý	51
Obr. 32: Panel směr zkoušky	51

Obr. 33: Panel poz. a pokr. ve zkoušce.....	52
Obr. 34: Panel zápis do databáze	52
Obr. 35: Úspěšné uložení.....	53
Obr. 36: Panel výpis z databáze.....	54
Obr. 37: Šablona	56
Obr. 38: Parametry přístroje table	56
Obr. 39: Přístroj string_switch.....	57
Obr. 40: Editování zakázáno.....	58
Obr. 41: Editování povoleno.....	59
Obr. 42: Tlačítko pro zastavení aplikace	59

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Zkušební vzorky	19
Tab. 2: Seznam mezinárodních norem	21
Tab. 3: Registry čtení.....	46
Tab. 4: Registry zápis	46
Tab. 5: Markery čtení	47
Tab. 6: Markery zápis	47
Tab. 7: Motory	47

SEZNAM PŘÍLOH

- P I CD-ROM obsahuje elektronickou verzi této diplomové práce a dále pak vytvořené programy včetně zdrojových kódů

PŘÍLOHA P I: CD-ROM OBSAHUJE ELEKTRONICKOU VERZI TÉTO DIPLOMOVÉ PRÁCE A DÁLE PAK VYTVOŘENÉ PROGRAMY VČETNĚ ZDROJOVÝCH KÓDŮ

Struktura disku:

Adresář **dipl_cw**: kompletní řídicí a vizualizační program i s ovladačem, databází MDB, a souborem DSN.

Adresář **dipl_developer**: obsahuje kompletní zdrojové kódy vytvořené v GX IEC Developeru 7.

Adresář **dipl_displej**: obsahuje program pro displej, vytvořený v GT Designeru 2.

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