



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

VIZUALIZACE ŘÍDICÍHO SYSTÉMU PRO INTELIGENTNÍ DŮM A JEHO OKOLÍ

VISUALIZATION FOR AN INTELLIGENT HOUSE AND ITS ENVIRONMENT CONTROL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ANTONÍN SLOVÁČEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. LUDĚK CHOMÁT

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Automatizační a měřicí technika

Student: Antonín Slováček

ID: 109720

Ročník: 3

Akademický rok: 2009/2010

NÁZEV TÉMATU:

Vizualizace řídicího systému pro inteligentní dům a jeho okolí

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Seznamte se s programovatelným automatem s vestavěným dotykovým panelem od firmy B&R a s řídicími algoritmy v inteligentních domech a jeho okolí. Vytvořte vizualizaci pro model v laboratoři CLG. K ovládání a nastavování parametrů využijte PowerPanel, WebServer, email a sms. Zaznamenávejte historii parametrů. Modelem je rodinný dům a jeho okolí, který je plně automatizován. Na modelu je vytvořena řídicí jednotka pro sekvenční řízení, kterou má student za úkol otestovat a naprogramovat. Výsledkem bakalářské práce je vytvořit plně funkční vizualizaci pro technologický celek a otestování sekvenčního řízení na modelu.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

B&R www.br-automation.com

Termín zadání: 8.2.2010

Termín odevzdání: 31.5.2010

Vedoucí práce: Ing. Luděk Chomát

prof. Ing. Pavel Jura, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá tvorbou vizualizace, k čemu vizualizace slouží a jaké jsou na ni kladeny nároky. Dalšími body práce jsou tvorba modelu zavlažovacího systému, ožívování jeho elektroniky, vývoj a popis funkcí implementovaného programu. Zavlažování je součástí modelu inteligentního domu. Celý zavlažovací systém je řízen pomocí PowerPanelu PP400, kde je zároveň vizualizováno jeho ovládání. Pro vzdálenou komunikaci je využito WebServeru a zasílání e-mailových a SMS zpráv.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vizualizace, inteligentní dům, model zavlažování, PLC - WebServer, PLC - email

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the creation of visualization and it mentions its purpose and usage as well as the demands placed on it. Other items of work are the creation of the model irrigation system, reviving its electronics and the development and function description of the implemented program. Irrigation is part of the model intelligent house. The entire irrigation system is controlled through the use of the PowerPanel PP400, which is visualized. The remote communication is made possible by the use of the WebServer, email or text messages.

KEY WORDS

visualization, intelligent house, irrigation system model, PLC - WebServer, PL C - email

Bibliografická citace:

SLOVÁČEK, A. *Vizualizace řídicího systému pro inteligentní dům a jeho okolí.*

Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií,
2010. 62 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Luděk Chomát.

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma *Vizualizace řídicího systému pro inteligentní dům a jeho okolí* jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne: **31. května 2010**

.....

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Luděku Chomátovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat za rady a konzultace Ing. Martinu Dvořáčkovi.

V Brně dne: **31. května 2010**

.....

podpis autora

OBSAH

OBSAH	6
SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK	10
ÚVOD	11
1. VIZUALIZACE	12
1.1 Využití vizualizace.....	12
1.2 Použití vizualizace v automatizaci.....	12
2. MOŽNOSTI VYUŽITÍ VIZUALIZACE	13
2.1 Průmyslová vizualizace	13
2.1.1 Nároky na zařízení.....	14
2.1.2 Nároky na vizualizaci	14
2.2 Vizualizace v inteligentních domech	15
2.2.1 Inteligentní dům.....	15
2.2.2 Ovládání inteligentního domu	16
2.2.3 Co může inteligentní dům nabídnout.....	16
3. ZPŮSOBY REGULACE VYTÁPĚNÍ BUDOV	18
3.1 Základní rozdělení regulace	18
3.2 Regulace vytápění podle vnitřní teploty vzduchu.....	19
3.3 Regulace vytápění s hodnotou venkovní teploty	19
3.3.1 Jak nastavit otopnou křivku	20
3.4 Regulace teploty otopné vody podle venkovní teploty využitím směšovače .	20
3.5 Ekvitermní regulace se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu	21
3.6 Regulace podle zátěže	21
3.6.1 Řízení zátěží je vhodné použít.....	22
3.7 Ekvitermní regulace s vlivem zátěže	22
4. ZAŘÍZENÍ VYUŽÍVANÁ PRO ŘÍZENÍ	23
4.1 Průmyslová PC.....	23
4.2 PLC	24
5. VYUŽITÝ HARDWARE	25

5.1 PowerPanel 400	25
5.1.1 Technické parametry PowerPanel 400	25
5.1.2 Vstupy a výstupy PP400	26
5.2 ATMega16	27
5.3 Posuvný registr 74HC595	27
5.4 Optočlen PC847	28
6. B&R AUTOMATION STUDIO	29
6.1 Logical View	29
6.2 Configuration View	29
6.3 Physical View	30
7. POPIS FYZICKÉHO MODELU	31
7.1 Zavlažování	31
7.2 Ovládací panel	32
8. ŘÍDICÍ ELEKTRONIKA	34
8.1 Popis konektorů	35
8.2 Oživování a testování elektroniky	37
9. SOFTWARE V ŘÍDICÍ ELEKTRONICE	38
9.1 Popis výsledné funkce modelu	41
10. ŘÍZENÍ MODELU A JEHO VIZUALIZACE	42
10.1 Řídicí programy	42
10.2 Popis vytvořeného uživatelského prostředí	43
10.2.1 Popis jednotlivých stran vizualizace	44
11. WEB SERVER	50
11.1 Tvorba webových stránek a nastavení webserveru pro PLC B&R	50
11.2 Konfigurační soubory	51
11.3 Tvorba webových stránek pro webserver B&R	51
11.3.1 Příklady čtení a zápisu proměnných	52
11.4 Popis webových stránek	53
12. EMAIL A SMS ZPRÁVY	55
12.1 Odesílání emailu z PLC	55
12.2 Odesílání SMS zpráv	56

13. ZÁVĚR.....	57
LITERATURA	58
SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK	59
SEZNAM PŘÍLOH.....	61
A OBSAH PŘILOŽENÉHO CD	62

SEZNAM OBRÁZKŮ

obrázek 1: graf otopné křivky pro $n=1$ a $n=1,3$	20
obrázek 2: průmyslový PC firmy B&R v laboratoři CLG	23
obrázek 3: PLC firmy B&R v laboratoři CLG.....	24
obrázek 4: PowerPanel 400 v laboratoři CLG	25
obrázek 5: vstupní a výstupní moduly	26
obrázek 6: ATMega 16 [5].....	27
obrázek 7: posuvný registr [7]	27
obrázek 8: optočlen PC847 [6].....	28
obrázek 9: model inteligentního domu.....	31
obrázek 10: schéma zavlažovacího systému	32
obrázek 11: čelní panel - ovládání zavlažovacího systému	33
obrázek 12: blokové schéma modelu	34
obrázek 13: elektronika modelu s popisem konektorů.....	34
obrázek 14: blokové schéma programování ATMega16	38
obrázek 15: vývojový diagram programu v ATMega16.....	40
obrázek 16: model inteligentního domu a řídicí PowePanel.....	41
obrázek 17: hlavní menu vizualizace v PLC.....	45
obrázek 18: vizualizace – závlaha trávníku	46
obrázek 19: vizualizace – manuální zavlažování.....	47
obrázek 20: vizualizace – krb.....	48
obrázek 21: blokové schéma funkce web serveru	50
obrázek 22: konfigurační soubor BrWebSvr.cfg	51
obrázek 23: příklad zdrojového kódu – web server	52
obrázek 24: výsledek příkladu zdrojového kódu	52
obrázek 25: web server – přihlášen uživatel	53
obrázek 26: web server – přihlášen správce.....	54
obrázek 27: inicializace emailu.....	55
obrázek 28: PostCast Server – obdrženy email.....	56

SEZNAM TABULEK

tabulka 1: parametry PowerPanelu400.....	25
tabulka 2: konektory DPS řídicí jednotky	35
tabulka 3: zapojení konektoru Prog.....	35
tabulka 4: zapojení konektoru I/O PLC a propojení s PLC	36
tabulka 5: pravdivostní tabulka určení směru zavlažování	38
tabulka 6: intenzita svitu LED Tlak v závislosti na AI	39
tabulka 7: tabulka pro hodnoty AI při kterých budou LED 2 a LED 3 aktivní pro daný směr	39
tabulka 8: popis programů v PLC	42
tabulka 9: web server - login	53

ÚVOD

Snad již do všech lidských činností pronikla nějakým způsobem moderní technika. Tato skutečnost se nevyhnula ani řízení chodu domácnosti. Dům, který umožňuje využívat automatickou regulaci vytápění, zabezpečovací systém, vzdálenou správu budovy a obdobným způsobem řídit další prvky objektu, se nazývá „inteligentní“ dům. Tato práce se zabývá vizualizací procesu, a to jak v obecné rovině, tak i konkrétní vizualizací modelu inteligentního domu. V práci je dále podrobněji rozebrán vývoj modelu zavlažovacího systému, který je jednou ze součástí celku modelu inteligentního domu.

Bakalářskou práci je možné rozdělit do dvou hlavních částí. Kapitoly 1 až 6, tvořící první část práce, představují nezbytný teoretický úvod do problematiky vizualizace obecně. První kapitola je věnována pojmu vizualizace a jeho vysvětlení. V dalším oddílu je vizualizace rozebrána z pohledu využití v průmyslu nebo v řídicím systému inteligentního domu. Kapitola také popisuje, jaké nároky jsou na vizualizační systém kladeny, na co je třeba dbát při výběru vizualizačních zařízení a při tvorbě samotné vizualizace. Součástí práce je i stručné nahlédnutí do problematiky regulace vytápění v inteligentním domě. Následují dvě kapitoly pojednávající o hardwaru využívaném k řízení procesů z obecného pohledu a pak konkrétně o zařízeních, které jsou využita v bakalářské práci. Další část práce představuje stručný úvod do vývojového prostředí Automation Studia.

Druhá část práce, tvořená kapitolami 7 – 12, pojednává o realizaci samotné vizualizace inteligentního domu. Jsou zde popsány hardwarové a softwarové vlastnosti modelu systému zavlažování. Dále je uvedeno, jak je tento model řízen pomocí PLC, jak je proces vizualizován a jaké jsou možnosti vzdálené správy.

Cílem práce je seznámit se se zařízeními, prostředím Automation Studia, vytvořit vizualizaci inteligentního domu, otestování a naprogramování sekvenčního modelu pro řízení závlahy trávníku. Jedním z cílů práce bylo také umožnit vzdálenou správu pomocí WebServeru a také s využitím e-mailu a SMS zpráv.

1. VIZUALIZACE

Zobrazení procesu pro jeho rychlé pochopení a snadné ovládání.

Již v dávných dobách pravěcí lidé malovali na stěny v jeskyních obrazy aby si vzájemně snadno a rychle porozuměli. To samé platí v dnešní době u strojů či budov, kde je využito vizualizačních prvků. Vizualizace procesu je velice využívaná i proto, že lidské oko je nejsilnější vjemový orgán pro příjem informací.

Vizualizace (již ve smyslu informačních technologií) je transformace dat do obrazu na podpoření popsání a pochopení různých struktur a procesů.

Za posledních několik let vzrostl význam použití vizualizace.

Podrobněji viz[1].

1.1 VYUŽITÍ VIZUALIZACE

- Rychlá orientace stavu procesů
- Monitorování procesů
- Optimální řízení procesů

Z těchto bodů plynou další výhody jako např.: úspora času obsluhy, celkové náklady na provoz a zvýšení kvality.

1.2 POUŽITÍ VIZUALIZACE V AUTOMATIZACI

Vizualizace se stává stále důležitější. V počátcích mohli uživatelé pouze sledovat stav procesu pomocí světelné signalizace a ovládat jen pomocí přepínačů. Nyní vizualizace využívá grafické zobrazení procesu a snaží se ovládání centralizovat na jedno místo.

Od počátečních desek s tlačítky a signalizačními žárovkami vizualizace dospěla až do stavu, kdy jsme schopni proces řídit centrálně jedním průmyslovým počítačem, nebo PLC a vizualizaci zobrazovat na plochých obrazovkách s dotykovou vrstvou, popřípadě dalšími tlačítky.

2. MOŽNOSTI VYUŽITÍ VIZUALIZACE

- Průmyslová vizualizace – řízení technologických procesů
- Vizualizace v inteligentních domech – k usnadnění ovládání bytového zařízení

2.1 PRŮMYSLOVÁ VIZUALIZACE

Jsou rozmanité způsoby využití vizualizace procesu v průmyslu jako například.

Dřevozpracující průmysl:

- vrtání
- sušení
- klížení
- mletí
- lakování
- paletizace
- řezání

Plastikářský průmysl:

- válcování
- řezání a navíjení
- kalibrace a obtahování
- vytlačování a vážení
- tvarování
- modelování a lisování
- vyfukování
- manipulace

Kovoobráběcí průmysl:

- frézování
- soustružení
- broušení
- ohýbání drátů a trubek
- robotika
- odlévání
- svařování

Papírenský průmysl:

- hlubotisk
- potisk produktů
- flexotisk
- ofsetový archový tisk
- balení
- dopravníky
- skládání

Více viz [2]

2.1.1 Nároky na zařízení

Nasazení ovládacích a vizualizačních prvků v průmyslovém prostředí klade důraz na provedení a odolnost zařízení.

Například v potravinářském průmyslu je nutné, aby měla použitá zařízení povrchovou úpravu z nerez oceli, všechny hrany zakulacené a zařízení bylo kompletně umyvateľné vodou. V těžkém průmyslu zase nesmí ovládacím prvkům ublížit nánosy prachu, mechanické nečistoty v podobě pilin a špon, odstříkující olej z obráběcích strojů, vysoká vlhkost či teplota.

Zde vidíme, že při výběru vhodného ovládacího zařízení musíme být pečliví a předem si zjistit jaké nároky budou na zařízení v provozu kladeny a co vše musí splňovat.

Při návrhu ovládacího systému do prostředí, kde obsluha používá při práci ochranný oděv, který může být znečištěn mechanicky (např. kovové špony) nebo chemicky (např. čistící prostředky, oleje) by bylo nemoudré použít k ovládní procesu např. dotykový panel s malou úhlopříčkou zobrazovací plochy. Je nutné si předem zjistit a rozmyslet všechny požadavky a nároky, které budou na systém ovládní kladeny.

2.1.2 Nároky na vizualizaci

Měla by být strohá a zobrazovat pouze využívané prvky, aby neodváděla pozornost od prováděné činnosti. Barevné provedení se upřednostňuje se šedým pozadím. Použití barevných prvků by mělo být omezeno jen na to nejnútnejší, například signalizace poruch atd.

Ovládací prvky jako jsou tlačítka, virtuální klávesnice a veškeré vstupní bloky by měly umožnit obsluze snadné použití. Brát ohled na to, zda-li pracovník nebude při práci s dotykovým panelem používat například ochranné rukavice.

Celá vizualizace by měla být co nejvíce intuitivní, tzn. že při prvním seznámení pracovníka s ovládním by mu mělo být zřejmé, jak proces pracuje a jak jej ovládat.

2.2 VIZUALIZACE V INTELIGENTNÍCH DOMECH

Pojem vizualizace již byl vysvětlen, ale co je to inteligentní dům?

Podrobněji se touto problematikou zabývá [4].

2.2.1 Inteligentní dům

Pojmem inteligentní dům rozumíme propojení elektroniky a výpočetní technologie k dosažení maximálního komfortu obyvatelů domu, energetických úspor, zábavy a zabezpečení.

Inteligentní dům je velmi široký pojem. Může to znamenat, že dům je vybaven pouze bezpečnostním systémem, ale také, že má pohybové senzory pro automatické rozsvěcování světel až po nadčasové ovládání hlasem.

Mezi největší výhody patří sjednocení ovládání a vzájemné propojení funkčních celků. Na rozdíl od klasického domu, který není vybaven inteligentním systémem, můžeme například zajistit, že když opustíme a uzamkneme dům, tak se nám automaticky zavřou garážová vrata a v domě se aktivuje alarm. Toto je jen jedna z mála výhod. Za další výhodu můžeme považovat, že klasické vypínače pro rozsvěcování světel nejsou klasické silové, ale datové. Tzn. z vypínače je veden datový kabel do centrálního počítače a tam je vyhodnocováno zda je vypínač sepnutý nebo ne. Když nám přestane funkčnost daného ovládacího prvku vyhovovat, máme možnost na něj nastavit zcela jinou funkci a to bez nutnosti stavebních úprav v domě.

2.2.2 Ovládání inteligentního domu

V inteligentním domě jsou jednotlivé prvky programovatelné a to nám umožňuje je sjednocovat do skupin a vytvářet tzv. scény. Když jdete večer sledovat televizi stačí zvolit správnou scénu, světla v domě se můžou vypnout a v místnosti s televizí se může zvýšit teplota, aby vám nebyla při dlouhém sezení zima.

Večer jdete spát a z pohodlí postele můžete uzamknout dům a automaticky aktivovat alarm. Odcházíte z domu? Okna v přízemí se mohou automaticky zavřít a zamezit vniknutí zloděje. Veškeré tyto funkce můžeme ovládat pomocí vypínačů umístěných na stěnách či zabudovaných v nábytku. Pro intuitivnější ovládání a nastavování větších funkčních celků se používají dotykové displeje nebo počítač či televize. K nejmodernějším systémům patří ovládání pomocí mobilního telefonu nebo internetu ať už se nacházíte kdekoliv.

Díky sjednocování funkcí ovládání zabere méně času a je celkově příjemnější.

2.2.3 Co může inteligentní dům nabídnout

Úspory energií	<ul style="list-style-type: none">• Monitorování spotřeby energií => lze optimalizovat nastavení.• Vytápění, větrání, ovládání žaluzií, rekuperace• Automatické vypínání světel po odchodu z domu
Pohodlí	<ul style="list-style-type: none">• Sjednocování funkcí• Scény• Široké spektrum možností ovládání
Ovládání	<ul style="list-style-type: none">• Jedna centrální řídicí jednotka• Ovládání z mnoha míst a zařízení•
Audiovizuální vyžití	<ul style="list-style-type: none">• Místnost speciálně vybavená pro domácí kino• Poslech hudby ve všech místnostech v domě.

Zabezpečení

- snímače pohybu
- detektory kouře (požární detektory)
- detektory v oknech a dveřích
- detektory plynu, vody
- kamerový systém
- elektronický vstupní systém

V neposlední řadě sjednocení designu ovládacích prvků pro ucelený vzhled domu.

3. ZPŮSOBY REGULACE VYTÁPĚNÍ BUDOV

Ať už se chystáme vytápět jakýkoliv objekt, pro kvalitní regulaci vytápění je základem kvalitně vybavená kotelna. U velkých budov má vliv na teplotu natočení stran domu ke světovým stranám => je nutné regulovat zónově. Této problematice se do větší hloubky věnuje [3].

3.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ REGULACE

Regulaci vytápění budov můžeme rozdělit dle:

- 1) Výstupní teploty vody
 - zdroje tepla

- 2) Vnitřní teploty
 - přímo – reguluje se zdroj tepla
 - nepřímá – samostatně se reguluje teplota cirkulující vody a teplota vody ve zdroji tepla
 - místně – samostatné regulování jednotlivých radiátorů a samostatné regulování teploty vody ve zdroji tepla

- 3) Vnější teploty, tzv. ekvitermní regulace
 - přímo – reguluje se zdroj tepla
 - nepřímá – samostatně se reguluje teplota cirkulující vody a teplota vody ve zdroji tepla

- 4) Zátěže
 - využitá fuzzy logiky

Při ekvitermní regulaci můžeme dosáhnout úspor tepla až 20%, při současném použití zónové regulace, můžeme dosáhnout úspor až 30%. Vše ale záleží na konkrétním objektu.

3.2 REGULACE VYTÁPĚNÍ PODLE VNITŘNÍ TEPLoty VZDUCHU

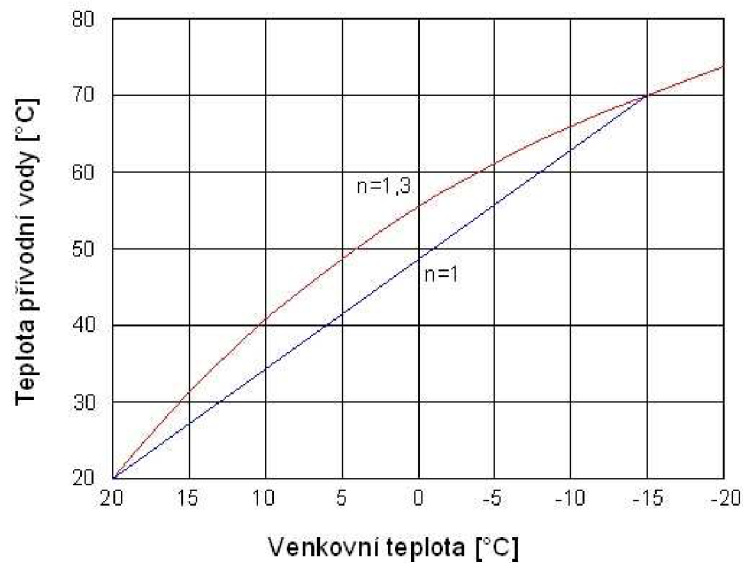
V jedné místnosti, je umístěno čidlo pro snímání teploty vzduchu. Tato hodnota je odesílána do regulátoru. Pokud se teplota v místnosti kde je čidlo (referenční místnost) změní, regulační odchylka způsobí změnu teploty radiátoru ve všech místnostech. Porucha do systému vstupuje před regulátorem. Je zde stále dopravní zpoždění, musí se udržovat co nejmenší, aby nedošlo k rozkmitání systému. Používají se regulátory typu P a PI, je také možné využít dvoupolohové regulace. S výhodou se tento typ regulace dá použít, když potřebujeme vytápět na snížený výkon, např. noční provoz.

Tento způsob regulace se používá v malých bytech. Pro větší prostory je nevhodný.

3.3 REGULACE VYTÁPĚNÍ S HODNOTOU VENKOVNÍ TEPLoty

Spotřeba tepla se reguluje proporcionálně vůči venkovní teplotě. Závislost teploty přívodní na venkovní teplotě je dána otopovou křivkou. Otopová křivka je prohnutá podle toho, jaká je použita otopná plocha a to odpovídá mocninné funkci s exponentem např. $n=1,3$ (viz obrázek 1). Křivku si pro daný systém můžeme přizpůsobit nakláněním nebo posunem.

Regulace je rychlá a má malé dopravní zpoždění. Regulace se používá dvoupolohová, nebo třípolohová.



obrázek 1: graf otopné křivky pro $n=1$ a $n=1,3$

3.3.1 Jak nastavit otopnou křivku

Zjištění polohy otopné křivky se může dělat experimentálně tak, že otevřeme všechny ventily, otopný systém zahřejeme na konstantní teplotu a k tomu odečteme odpovídající venkovní teplotu. Správné nastavení se nedá zjistit pouze určením jednoho bodu. Tato metoda je velmi časově náročná.

Další způsob jak nastavit otopnou křivku je měnit její posuv a sklon. Posuv se doporučuje měnit při vyšších venkovních teplotách a sklon zase při nižších. Často využíváme sklon i posuv, změny regulované veličiny mohou trvat řádově až hodiny.

3.4 REGULACE TEPLoty OTOPNÉ VODY PODLE VENKOVNÍ TEPLoty S VYUŽITÍM SMĚŠOVAČE

Venkovní teplota je geometricky prokládána, aby nebyla regulace náchylná na krátkodobé změny. Teplota otopné vody je nastavována podle otopné křivky. Kotel ohřívá vodu stále na konstantní teplotu. Otopná křivka ale platí pouze pro jednu zvolenou teplotu. Když budeme chtít vytápět na jinou teplotu, křivka se musí paralelně posunout. Ekvitermní regulace je závislá na správné volbě otopné křivky, ale ta nezahrnuje vnitřní zisky tepla v budově.

3.5 EKVITERMNÍ REGULACE SE ZPĚTNOU VAZBOU NA VNITŘNÍ TEPLITU

Regulace je korigována pomocí vnitřní teploty změřené v referenční místnosti.

Vliv teploty může být:

- krátkodobý – na odchylku vnitřní teploty regulátor záměrně mění požadovanou hodnotu regulované veličiny.
- dlouhodobý - na základě zpětné vazby s měřením vnitřní teploty je regulátor schopen odhadovat polohu otopné křivky a měnit její polohu nebo sklon.

Ekvidistantní regulace vyvažuje výrobu a spotřebu tepla => úspory energie.

Při regulaci více okruhů kotel ohřívá vodu na nejvyšší požadovanou teplotu a dále je otopná voda směřována dle potřeby.

3.6 REGULACE PODLE ZÁTĚŽE

Regulace podle zátěže vychází z toho, že v dnešní době jsou tepelně izolační vlastnosti budov na velmi dobré úrovni a tudíž teplota vody je určena potřebou tepla. K regulaci se nevyužívá hodnota venkovní ani vnitřní teploty. Řídí se dle křivky zátěže.

$$q = \frac{\tau_{BR}}{\tau_{BRZ}}$$

rovnice 1: Regulace podle zátěže - aktuální hodnota

q aktuální zátěž [-]

τ_{BR} Doba chodu hořáku ve spínacím intervalu [min]

τ_{BRZ} ... Doba spínacího intervalu [min]

3.6.1 Řízení zátěží je vhodné použít

- Při vytápění v dobře izolované budově
- Kotel má jednostupňový hořák
- Při vhodném použití termoregulačních ventilů
- Neinstalují se vnitřní a venkovní čidla
- Když chceme využít zisků ostatních zdrojů tepla

3.7 EKVITERMNÍ REGULACE S VLIVEM ZÁTĚŽE

Požadovaná teplota otopné vody je v tomto případě získávána z ekvitermního řízení a řízení zátěží. Její výpočet podle vzorce:

$$t_{k,w} = \frac{t_{k,w,ekv} + t_{k,w,zat}}{2}$$

rovnice 2 : Ekvitermní regulace - žádaná teplota otopné vody

$t_{k,w}$... žádaná teplota otopné vody [°C]

$t_{k,w,ekv}$... žádaná teplota otopné vody dle ekvidistantního řízení [°C]

$t_{k,w,zat}$... žádaná teplota otopné vody dle řízení zátěží [°C]

Je velice důležité znát přesně dynamické a statické chování vytápěné budovy. Bez těchto znalostí se nám nepodaří optimálně nastavit regulátor.

4. ZAŘÍZENÍ VYUŽÍVANÁ PRO ŘÍZENÍ

Pro řízení procesů lze použít různá zařízení např. mikrokontroléry, PLC nebo průmyslová PC. Zaměřím se na velmi používaná zařízení a zároveň na ty, s kterými máme možnost přijít do styku ve školní laboratoři.

4.1 PRŮMYSLOVÁ PC

Od klasických PC se liší nejvíce v tom, že jsou hardwarově uzpůsobená pro místo jejich použití. Odolnost vůči prachu. Minimum kabelových propojek, které by se mohly utřepat díky vibracím. Pasivní chlazení. Často bývá implementován real-time operační systém. Obecně mají výkonnější procesor než PLC. Jsou vybaveny standardními vstupy a výstupy. Navíc obsahují nějaký typ průmyslové sběrnice a sloty pro rozšiřovací karty (viz obrázek 2).



obrázek 2: průmyslový PC firmy B&R v laboratoři CLG

4.2 PLC

PLC- Programable Logic Controller (viz obrázek 3).

Používá se v průmyslu pro řízení strojů. Program vykonává v cyklech. PLC jsou přímo přizpůsobeny pro napojení na průmyslové technologie a procesy. Mají analogové a digitální vstupy / výstupy. Pro komunikaci slouží většinou průmyslová sběrnice, kterou používá výrobce daného zařízení, nebo klasický Ethernet. Provedení je buď kompaktní nebo modulární.



obrázek 3: PLC firmy B&R v laboratoři CLG

5. VYUŽITÝ HARDWARE

V této kapitole jsou popsány nejdůležitější prvky hardwaru, které byly použity při realizaci bakalářské práce.

5.1 POWERPANEL 400

Power Panel 400, typ 4PP481.1043-75 je produktem rakouské firmy B&R. Power Panel je firemní označení pro spojení PLC a zobrazovací jednotky. Tento PP byl využit jako hlavní řídicí a vizualizační prvek bakalářské práce.

5.1.1 Technické parametry PowerPanel 400

Technická specifikace PP400	
Procesor	500MHz
Paměť	128MB
	typ DDR SDRAM
Rozhraní	Ethernet, 2xUSB, COM1, CompactFlash slot
Displej	VGA, 640 x 480 pixelů

tabulka 1: parametry PowerPanelu400



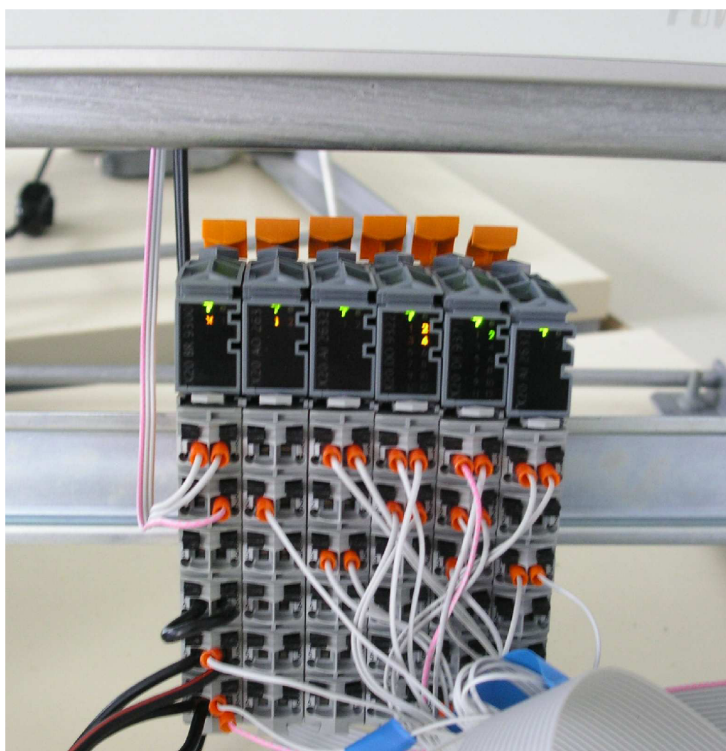
obrázek 4: PowerPanel 400 v laboratoři CLG

5.1.2 Vstupy a výstupy PP400

Vstupní a výstupní moduly jsou k PLC připojeny pomocí tzv. X2Xlinksběrnice a dále pak přiřazeny do projektu ve vývojovém prostředí Automation studia. V bakalářské práci bylo využito následujících přídavných modulů.

- Napájecí zdroj – X20 BR9300
- Analogový výstup – X20 AO2631
- Analogový vstup – X20 AI2632 (v konfiguraci, ale nevyužito)
- Digitální výstup – X20 DO9322
- Digitální vstup – X20 DI9371

Konkrétní zapojení pinů jednotlivých karet se nachází v popisu konektorů viz tabulka 4: zapojení konektoru I/O PLC a propojení s PLC

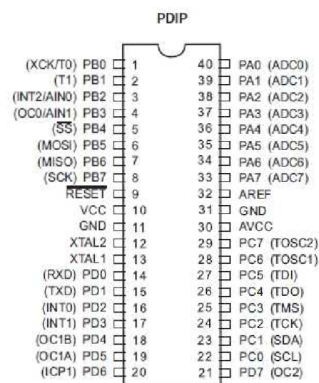


obrázek 5: vstupní a výstupní moduly

5.2 ATMEGA16

Pracuje až na frekvenci 16MHz s externím oscilátorem. V této aplikaci pracuje na frekvenci 1MHz s interním oscilátorem. Instrukce kromě skoků a aritmetických operací trvají jednu periodu hodin =>až 16 MIPS. Čerpáno z [5].

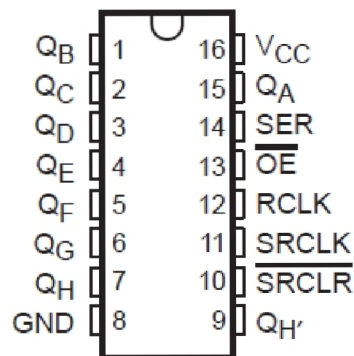
- paměť EEPROM 512 bajtů,
1024bajtů RAM, 16kB flash paměti
- 4 porty PA- PD
- 4x PWM kanál
- čítače, časovače
- pracovní napětí 4,5 – 5,5V



obrázek 6: ATMega 16 [5]

5.3 POSUVNÝ REGISTR 74HC595

- 8bitový seria-in, paralel-posuvný registr
- Velký rozsah operačního napětí 2-6V
- VCC, GND – piny pro připojení napájení
- QA-QH – výstupní piny dat
- QH' - výstup pro kaskádové řazení
- SER – seriový vstup
- OE – povolení/zakázání dat na výstup
- RCLK – ukládací časování
- SRCLK – shiftovací hodiny
- SRCLR – jednorázové vyčištění registru



obrázek 7: posuvný registr

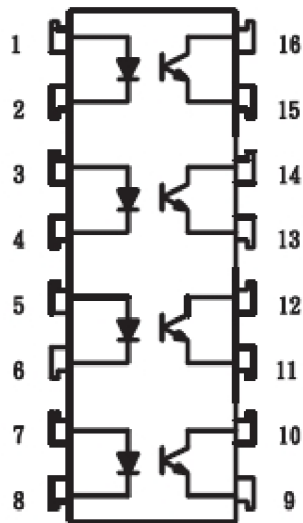
74HC595 [7]

Infomace z [7]

5.4 OPTOČLEN PC847

Je využíván ke galvanickému oddělení vstupů/výstupů a zároveň k napět'ovému přizpůsobení mezi elektronikou modelu a řídicím PLC. Technické parametry z [6].

- Maximální vstupní proud až 60mA, špičkově až 1A
- Maximální závěrné napětí na diodě až 6V
- Maximální napětí kolektor-emitor 60V
- Maximální napětí emitor-kolektor 6V
- Proud kolektorem 50mA



obrázek 8: optočlen PC847 [6]

6. B&R AUTOMATION STUDIO

Automation studio je komplexní nástroj firmy B&R, kterým je možné spravovat veškerý hardware firmy B&R i další kompatibilní zařízení jiných výrobců. Jedná se o software, který umožní vše od prvotního nastavení či naprogramování zařízení, jeho oživení až po jeho správu či řešení krizových situací. K Automation studiu jsou stále on-line dostupné nové aktualizace knihoven pro podporu nově poskytovanému hardwaru či updaty s vyladěním nalezených nedostatků stávajících zařízení.

Vývojové prostředí je logicky rozděleno do tří celků:

6.1 LOGICAL VIEW

Logický pohled, zde se nastavují základní náležitosti založeného projektu. Tento logický celek obsahuje deklaraci proměnných, využívané knihovny, samotný program a dále je zde možnost vytvoření vizualizace, které se ještě budeme dále podrobně věnovat.

6.2 CONFIGURATION VIEW

Konfigurační pohled, zde se nastavuje konkrétní hardwarová konfigurace zařízení, pro které se aplikace vyvíjí. Automation studio umožňuje nakonfigurovat několik zařízení, ale vždy je jako aktivní zvoleno právě jedno z nich. Pro odladování programu není nutné být fyzicky propojen s daným hardwarem. Program nabízí možnost spustit simulační nástroj AR000, který vytvoří virtuální hardware, ke kterému se lze připojit a s Automation studiem pracovat, jako by jsme k fyzickému hardwaru byli připojeni. Této možnosti bylo hojně využíváno. V hardwarových konfiguracích lze nastavit ve kterém tasku bude vytvořený program pracovat, zda-li se má k zařízení připojit vizualizace, nebo mapovací soubory ke klávesám atd.

6.3 PHYSICAL VIEW

Fyzický pohled, závisí na zvoleném aktivním hardwaru. Ukazuje konkrétní zařízení po jeho hardwarové stránce. Je zde možno vidět například USB rozhraní, Monitor do kterého se přidává program vizualizace, přídatní karty a také se zde konfiguruje komunikační protokoly. V mém případě komunikace po Ethernetu a pro účely simulace nastavení simulátoru AR000.

7. POPIS FYZICKÉHO MODELU

V laboratoři CLG byl vytvořen model inteligentního domu se zahradou a garáží (viz obrázek 9). V této práci se budeme věnovat venkovní části, konkrétně zavlažování trávníku.



obrázek 9: model inteligentního domu

7.1 ZAVLAŽOVÁNÍ

Je rozděleno na dvě samostatné části: zavlažovací systém a rozprašování. Rozprašování je umístěno podél domu a netradičně na garáži. Zavlažovací systém je v prostoru mezi domem a garáží - obrázek 10

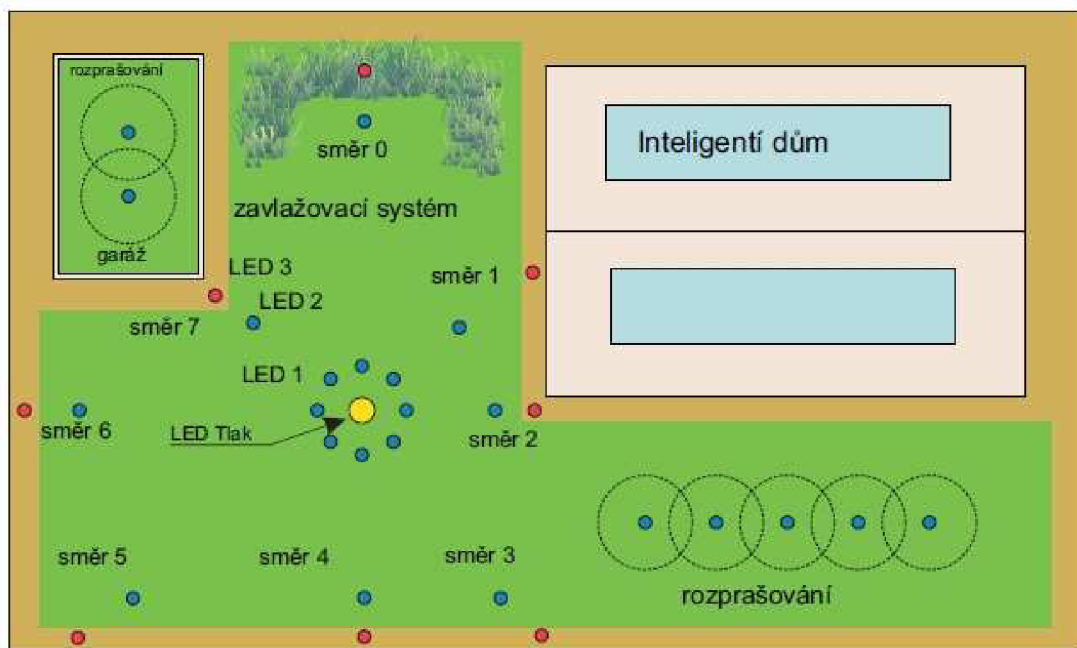
LED Tlak - představuje trysku z které stříká voda. Intenzita svitu znázorňuje jak velký tlak voda má. Když led nesvítí, neprobíhá zavlažování.

LED1 – znázorňuje aktuální směr / chod modelu

LED2 – symbolizuje správně nastavenou hodnotu tlaku

LED3 – znázorňuje příliš velkou hodnotu tlaku vody

Rozprašování - Má pouze dva stavy. Aktivní, LED diody svítí, nebo vypnuto, diody jsou zhasnuty.



obrázek 10: schéma zavlažovacího systému

7.2 OVLÁDACÍ PANEL

Na panelu jsou umístěna ovládací tlačítka Start/Stop, Slunce / Déšť, PLC Hlavní/ PLC Závlaha a jedno rezervní, které nebylo v aplikaci využito. Dále se zde nachází konektor CANON 39 na připojení komunikace s PLC (zapojení viz tabulka 4). Bargraf umístěný na levé straně ovládacího panelu znázorňuje aktuální hodnotu

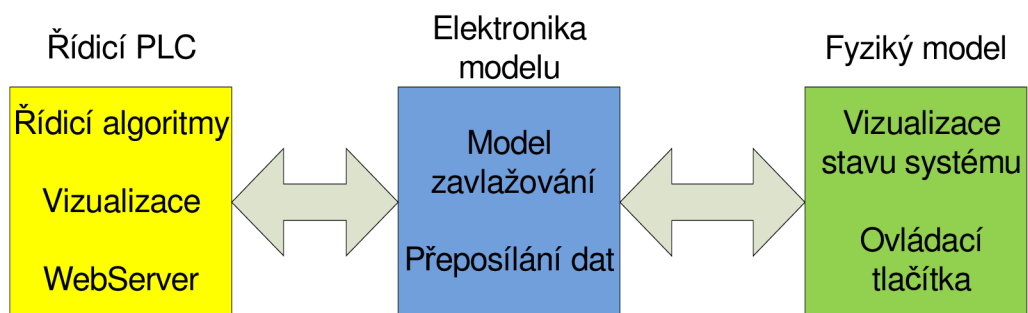
vlhkosti v procentech. Je zde také umístěn stručný popis funkce a parametry modelu pro zběžné pochopení práce modelu a jeho snadné použití.



obrázek 11: čelní panel - ovládání zavlažovacího systému

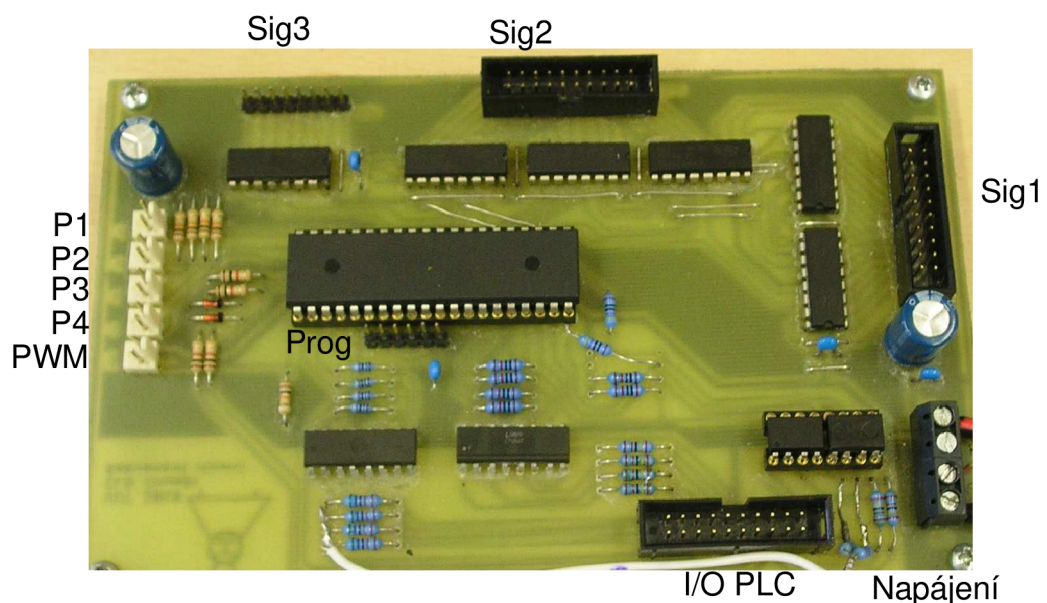
8. ŘÍDICÍ ELEKTRONIKA

Hlavní částí je mikrokontroler ATmega16, který vykonává nejdůležitější úlohu v celém modelu. V něm je implementován model závlahy trávniku. Zpracovává informace z PLC, řídí vizualizaci na fyzickém modelu a odesílá informace o svém stavu a aktuálních nastaveních ovládacích prvků na fyzickém modelu do PLC.



obrázek 12: blokové schéma modelu

O vizualizaci aktuálních hodnot se stará šest serioparalelních posuvných registrů 74HC595. Signály mezi PLC a řídicí deskou jsou galvanicky odděleny pomocí dvanácti optočtenů typu PC847, které jsou ve třech pouzdech DIL16. Kompletní schéma se nachází v příloze A.



obrázek 13: elektronika modelu s popisem konektorů

8.1 POPIS KONEKTORŮ

Konektory	Využití
Sig1	Propojení s LED na fyzickém modelu
Sig2	Propojení s LED na fyzickém modelu
Sig3	Propojení s LED na fyzickém modelu
P1	Tlačítko Start/Stop
P2	Volba řídicího PLC
P3	Rezervní
P4	Slunce / Déšť
PWM	LED dioda, znázornění tlaku vody
Prog	Připojení programátoru
I/O PLC	Propojení s PLC
Napájení	GND; +5V

tabulka 2: konektory DPS řídicí jednotky

Piny konektoru	Piny ATmega16	Signál
1	6	MOSI
2	7	MISO
3	8	SCK
4	9	RESET
5	10	VCC
6	11	GND

tabulka 3: zapojení konektoru Prog

Piny Model	Karta PLC	Piny PLC	Signál	Směr
1	X20 DI9371	1.1	Vlhkost 30%	Model -> PLC
2	X20 DI9371	2.1	Start/Stop	Model -> PLC
3	X20 DI9371	1.2	Slunce/Déšť	Model -> PLC
4	X20 DI9371	2.2	Vlhkost 80%	Model -> PLC
5	X20 BR9300	2.6	GND PLC	PLC->Model
6	X20 BR9300	2.5	+24V PLC	PLC->Model
7	X20 DO9322	1.1	Směr závlahy	PLC->Model
8	X20 DO9322	2.1	Směr závlahy	PLC->Model
9	X20 DO9322	1.2	Směr závlahy	PLC->Model
10	X20 DO9322	2.2	Rozprašování	PLC->Model
11	X20 BR9300	2.6	GND PLC	PLC->Model
12	X20 BR9300	2.6	GND PLC	PLC->Model
13	X20 AO2631	1.2	AI –tlak vody	PLC->Model
14	X20 BR9300	2.6	GND PLC	PLC->Model
15	-	-	Rezerva	PLC->Model
16	-	-	Rezerva	PLC->Model
17	-	-	Rezerva	PLC->Model
18	-	-	Rezerva	Model -> PLC
19	X20 DI9371	1.3	Aktivní PLC	Model -> PLC
20	X20 BR9300	2.6	GND PLC	PLC->Model

tabulka 4: zapojení konektoru I/O PLC a propojení s PLC

Pozn: piny 5,11,12,14,20 jsou propojeny v konektoru na straně modelu, není nutné všechny přímo zapojit do PLC.

Napájení

Na řídicí desce není navržen žádný napájecí zdroj, je nutné připojit stabilizované napětí 5V z externího zdroje.

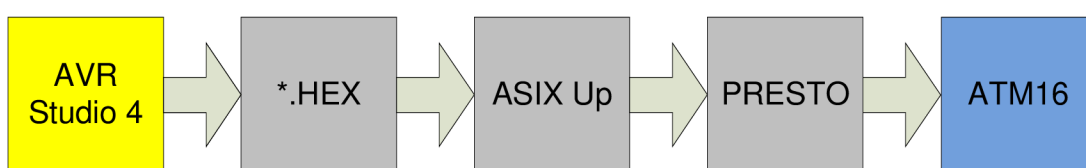
8.2 OŽIVOVÁNÍ A TESTOVÁNÍ ELEKTRONIKY

Mezi cíle bakalářské práce patřilo oživení a otestování řídicí elektroniky modelu zavlažování. Deska plošného spoje se zdála zcela v pořádku, avšak již při prvních pokusech o oživení se ukázalo že tomu tak nebude. Mikrokontroler ATmega16 (viz strana 27) bylo možné úspěšně naprogramovat, ale poté program neplnil svoji funkci. Chybou v programu to nebylo, jelikož v nepájivém poli kontroler fungoval korektně. Ukázalo se, že mezi několika piny patice kontroleru je hodnota elektrického odporu okolo 300ohmů a nižší. Viditelné propojení pinů však nebylo zřejmé. Problém částečně vyřešilo chemické očištění DPS od svrchního laku, který byl evidentně příčinou problémů. Při delším provozu (řádově hodiny), postupně opět model ztrácel svoji funkčnost. Oslabená vrstva laku začala chemicky reagovat, pění, a opět nastal již zmiňovaný problém s el. odporem. Tentokrát nejen na patici procesoru, ale na více místech DPS. Několikanásobné čištění, a mechanické proškrabávání cest plošného spoje po celou dobu vývoje programu zamezil opětovné nefunkčnosti DPS.

Po několikahodinovém testování se jiné problémy na elektronice modelu neprojeví, až na dlouhodobé komplikace s nekvalitním svrchním lakem, které byly úspěšně vyřešeny, byl prototyp DPS zcela v pořádku.

9. SOFTWARE V ŘÍDICÍ ELEKTRONICE

Jako vývojové prostředí byly využity dva programy CodeVisionAVR Evaluation V2.04.6 a AVR Studio 4. Po zkompilování byl *.HEX soubor nahrán do mikrokontroleru ATMega16 pomocí programátoru PRESTO od firmy ASIX. Jako nahrávací software byl použit program ASIX UP od stejnojmenné firmy.



obrázek 14: blokové schéma programování ATMega16

Samotný program s modelem zavlažovacího systému a řízením vizualizace obsahuje několik funkcí. Inicializaci PWM kanálu, inicializaci ADC převodníku, funkci pro AD převod a funkci pro práci s posuvnými registry. Tento program je dostupný v příloze (viz příloha A), pro snadnou orientaci a pochopení programu jsou jednotlivé kroky komentovány.

Hodnoty vstupů jsou interpretovány dle následujících tabulek:

Vstupy do modelu			odpovídající směr
pin 9	pin 8	pin 7	
0	0	0	směr 0
0	0	1	směr 1
0	1	0	směr 2
0	1	1	směr 3
1	0	0	směr 4
1	0	1	směr 5
1	1	0	směr 6
1	1	1	směr 7

tabulka 5: pravdivostní tabulka určení směru zavlažování

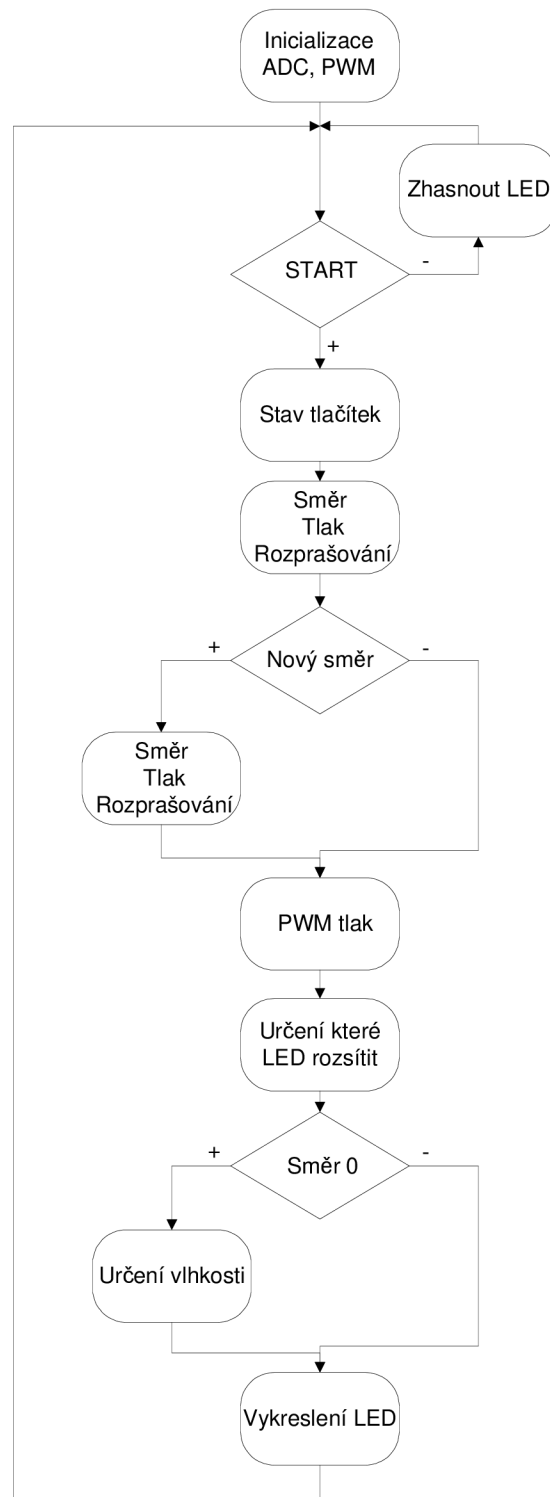
Intenzita svitu LED tlak	Odpovídající velikost napětí(tlaku) na AI
vypnuto	$0V \leq AI < 1V$
stupeň 1	$1V \leq AI < 2V$
stupeň 2	$2V \leq AI < 3V$
stupeň 3	$3V \leq AI < 4V$
stupeň 4	$4V \leq AI < 5V$
stupeň 5	$5V \leq AI < 6V$
stupeň 6	$6V \leq AI < 7V$
stupeň 7	$7V \leq AI < 8V$
stupeň 8	$8V \leq AI < 9V$
maximum	$9V \leq AI < 10V$

tabulka 6: intenzita svitu LED Tlak v závislosti na AI

Směr	LED 2	LED 3
směr 0	$3V \leq AI < 9V$	$9V \leq AI \leq 10V$
směr 1	$3V \leq AI < 6V$	$6V \leq AI \leq 10V$
směr 2	$3V \leq AI < 5V$	$5V \leq AI \leq 10V$
směr 3	$3V \leq AI < 6V$	$6V \leq AI \leq 10V$
směr 4	$3V \leq AI < 5V$	$5V \leq AI \leq 10V$
směr 5	$3V \leq AI < 7V$	$7V \leq AI \leq 10V$
směr 6	$3V \leq AI < 8V$	$8V \leq AI \leq 10V$
směr 7	$3V \leq AI < 6V$	$6V \leq AI \leq 10V$

**tabulka 7: tabulka pro hodnoty AI při kterých budou LED 2 a LED 3 aktivní
pro daný směr**

Pozn. - stav LED 1 závisí pouze na aktuálně zvoleném směru.



obrázek 15: vývojový diagram programu v ATmega16

9.1 POPIS VÝSLEDNÉ FUNKCE MODELU

Pro správný chod modelu zavlažování je nutné postupně měnit směry zavlažování pomocí cyklického programu v PLC. Čidlo vlhkosti je umístěno ve “směr 0” na pozici správného zavlažování (správný tlak). Změna vlhkosti na jeden cyklus při dešti +10%, při slunci -5% a při správném zavlažování (správný tlak) +5%. Do PLC čidlo předává informaci o dosažení vlhkosti 30% a 80%. Po spuštění napájení modelu je vlhkost nastavena na 50%. Hodnota vlhkosti je znázorněna na bargrafu. Dále program přeposílá informace z čelního panelu fyzického modelu, tzn. aktuální polohu přepínačů start/stop, déšť/slunce a PLC Hlavní/ PLC Závlaha. Pro reset modelu (nastavení výchozích hodnot), je nutné provést reset napájení.



obrázek 16: model inteligentního domu a řídicí PowePanel

10. ŘÍZENÍ MODELU A JEHO VIZUALIZACE

Tato kapitola se zabývá jednotlivými řídicími programy, které jsou součástí projektu v Automation studiu, a také popisem vytvořené vizualizace a jejími možnostmi.

10.1 ŘÍDICÍ PROGRAMY

Vytvořený projekt v Automation studiu obsahuje čtyři samostatné programy, které jsou vytvořeny pro řízení zavlažování, vizualize a odesílání e-mailů.

Název	Časový cyklus (task)	Hlavní úkol programu
NewProgram	100ms	Vizualizace
Animace	500ms	Vizualizace
Poloha	1000ms	Řídí zavlažovací systém
SmtplibSend	1000ms	Odesílání emailu

tabulka 8: popis programů v PLC

NewProgram – jsou v něm inicializovány proměnné, dále pak řešení přepínání procesů, podmínky pro ovládání z web serveru, animace pro vizualizaci

Animace – slouží čistě pro účely animace pomocí změny indexu datapointu bitmapové skupiny.

Poloha – tento program zabezpečuje chod modelu změnou směru závlahy, (viz tabulka 5) a dále se stará o přidělování odpovídající hodnoty analogové výstupní veličiny (tlaku vody) pro odpovídající směr, když je aktivní zavlažování (automatické nebo manuální). Pro automatický chod navíc řeší situaci když prší - vypnutí závlahy (vypnutí tlaku). V manuálním režim je to zcela na zodpovědnosti uživatele.

SmtpSend – program obsahuje inicializační a cyklickou část, kde je řešeno odesílání emailu z PLC. Algoritmus je nastaven tak, když hodnota vlhkosti klesne na pod 30% na déle než 5min, odešle se na předem nastavenou adresu e-mail s varovnou zprávou o dlouhodobém poklesu. Více na straně 55.

10.2 POPIS VYTVOŘENÉHO UŽIVATELSKÉHO PROSTŘEDÍ

Na úvodní straně se nachází základní informace o názvu projektu a jméno autora. Tlačítkem Hlavní menu se uživatel dostává na úvodní stranu samotné vizualizace inteligentního domu. Pro ovládání či procházení stranami vizualizace je nutné se přihlásit v pravém dolním rohu. Jsou nastaveny 3 uživatelské úrovně. „nepřihlášen“, přihlášen jako „uživatel“ (heslo: „1“), nebo přihlášen jako „správce“ (heslo: „2“).

Nepřihlášen:

Nemáte žádné možnosti ovládání, pouze návrat na úvodní stranu. Takle situace nastává:

- Při prvním spuštění programu
- Po odhlášení
- Po zadání nesprávného hesla

Uživatel:

Máte možnost procházet základní nabídky a ovládat základní funkce.

- Při zadání hesla „1“

Správce:

Po přihlášení se jako správce můžete procházet veškeré nabídky a měnit veškerá nastavení, jako například hodnoty tlaku vody pro jednotlivé směry zavlažování v manuálním režimu. Navíc se na hlavní straně zobrazí dvě nové možnosti o kterých ostatní uživatelé vůbec „neví“ a to „Kalibrace“, kterou je možné kalibrovat dotykovou vrstvu Power Panelu a dále pak tlačítko „Inicializační hodnoty“, které slouží pro návrat nastavitelných hodnot vizualizace do původního („továrního“) nastavení.

- Při zadání hesla „2“

10.2.1 Popis jednotlivých stran vizualizace

Hlavní menu

Jako všechny ostatní stránky vizualizace inteligentního domu se skládá ze tří vrstev. Hlavičky, Patičky a Defaultní vrstvy.

- Hlavička: Obsahuje logo fakulty, název právě zobrazované strany, datum a čas.
- Patička: Obsahuje navigační tlačítka pro pohyb na stránkách vizualizace a v Hlavním menu navíc komponentu Password pro zadání hesla a ukazatel stavu přihlášení
- Defaultní vrstva: obsahuje navigační tlačítka: Vytápění, Vrata a brána, Závlaha, Solární panel, Krb, Bazén, Užiteková voda. Odkazy na totožné stránky nabízí i ilustrační obrázek vizualizovaného domu, je zde umístěn pro intuitivnější ovládání. Stačí označit symbolické zobrazení požadovaného nastavení. V pravém horním rohu je také symbol aktuálního počasí, které je

určeno polohou přepínače na modelu inteligentního domu. Navíc pro uživatele “správce” jsou zde tlačítka Kalibrace a Inicializační hodnoty



obrázek 17: hlavní menu vizualizace v PLC

Vytápění

Uživatel zde může nastavovat požadovanou vnitřní teplotu a sledovat aktuální vnitřní i venkovní teplotu. Dále je zobrazeno schéma vytápění. Tlačítka pro grafy venkovní a vnitřní teploty. Po kliknutí se zobrazí nová stránka věnovaná konkrétnímu grafu. Hodnoty jsou pouze imaginární, aby byla vyzkoušena funkčnost komponenty.

Vrata a brána

Na stránce je ovládání vrat a brány. Lze ovládat společně či samostatně vrata a bránu. Algoritmus (v programu NewProgram) je napsán tak, aby nešlo ve stejný čas aktivovat tlačítko pro společný pohyb obou dvou prvků a zároveň tlačítka pro samostatný pohyb vrat nebo brány.

Je zde ukazatel aktuálního stavu: zavřeno, otevírání, otevřeno, zavírání

Závlaha

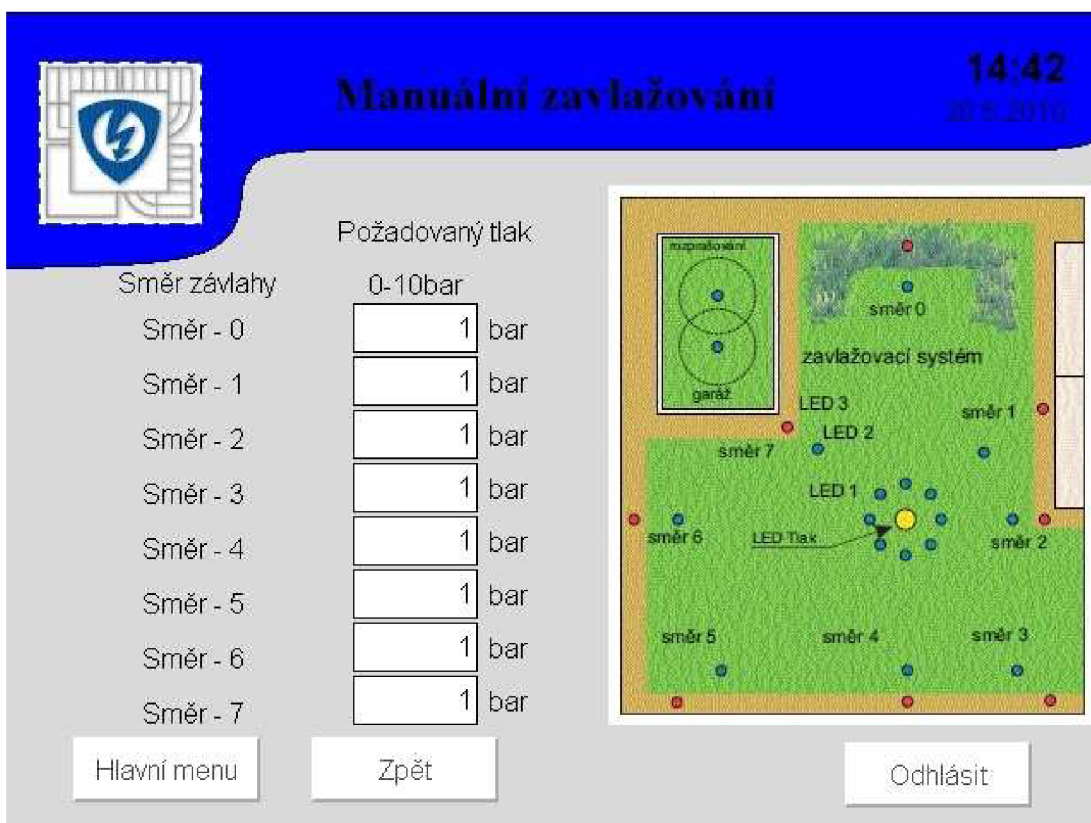
Je zde tlačítko pro manuální a automatické zapnutí a vypnutí zavlažování. Při manuálním režimu je možné samostatně aktivovat rozprašování. Manuální režim má možnost nastavení tlaku v jednotlivých směrech. V pravém horním rohu je zobrazeno aktuální počasí, a informace o tom, které PLC je zvoleno na čelním panelu fyzického modelu (viz Ovládací panel). Pro správnou funkci vizualizace je nutné mít k PLC připojený model a zároveň aby byl model připojen na napájecí napětí.



obrázek 18: vizualizace – závlaha trávniku

Manuální zavlažování-nastavení

Stránka přístupná pouze s přihlášením jako „správce“. Je zde možné nastavovat hodnoty tlaku od 0-10bar (pouze celá čísla) pro jednotlivé směry zavlažování. Hodnota tlaku 0bar znamená, že je zavlažování pro daný směr vypnuté. 10bar znamená maximální tlak. Schematický obrázek modelu zavlažování slouží k ilustraci jednotlivých směrů zavlažování. Správné hodnoty tlaku pro jednotlivé směry viz tabulka 7. V tomto případě platí 1V=1bar z důvodu jednoduchého ovládání pro uživatele.



obrázek 19: vizualizace – manuální zavlažování

Solární panel

Ukazatel teploty vody vstupující a vystupující ze solárního panelu a dále je zde příprava na výpočet hodnoty energie získané ze solárního panelu.

Krb

Na stránce ovládání krbu je možné sledovat aktuální teplotu v domácnosti. Je zde pole pro nastavení požadovaného výkonu krbu v procentech. Krb jde zapnout a vypnout, což symbolizuje odpovídající obrázek krbu. Na této kartě je vytvořeno ukládání nastavených hodnot výkonu krbu. Je možné zobrazit historii pěti posledních nastavených výkonů krbu. Hodnota spotřeby plynu je pouze fiktivní z důvodu vyzkoušení práce s indexovým datapointem textové skupiny.



obrázek 20: vizualizace - krb

Bazén

Jsou zde umístěny ukazatelé aktuální teploty bazénu, vody v kolektoru a venkovní teploty (imaginární hodnoty). Je možnost připojit solární panel na okruh bazénu a vyhřívat tak bazénovou vodu. Na této stránce je vyzkoušeno, jak vytvořit animaci za pomoci bitmapových skupin a změny indexu příslušného datapointu.

Užitková voda

Zobrazuje aktuální teplotu vody v zásobníku. Lze nastavit požadovanou teplotu vody v zásobníku a její množství. Bargraph zobrazuje aktuální stav hladiny vody v zásobníku.

Celý projekt včetně vizualizace je dostupný v elektronické příloze(viz příloha A).

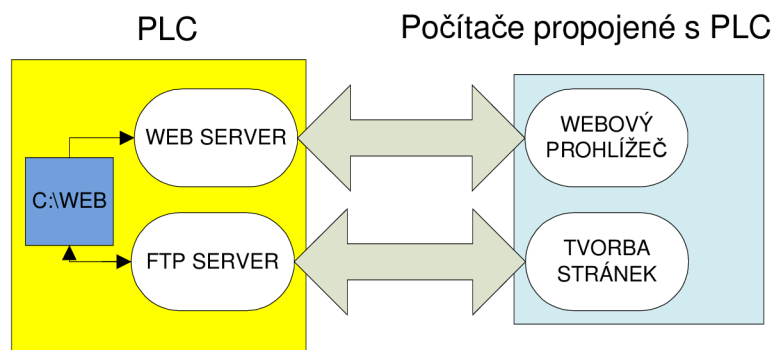
11. WEB SERVER

Jeho cílem je poskytovat klientům webové stránky. To znamená doručovat HTML dokumenty i s celým jejich obsahem.

Po vytvoření a uložení webové stránky na server, je tato stránka dostupná klientům, kteří jsou připojeni na stejné lokální počítačové síti, nebo i přes celosvětovou síť Internet. Takový webový server je možné zprovoznit i na PLC B&R. Této funkce lze velice dobře využít jak v průmyslové, tak v domácí automatizaci. Stránky jsou navrhovány tak, aby umožnili uživateli přístup k ovládní řízeného procesu i ze vzdálených míst. Tudíž inteligentní dům, který umožňuje ovládní pomocí webového serveru, přináší komfort například v situaci, kdy se uživatel chystá ze zaměstnání dříve domů a chce mít doma více vytopeno, přihlásí se pomocí webserveru ke svému ovládacímu systému a zapne si vytápění. Po příjezdu domů už na něj čeká příjemně vytopený byt.

11.1 TVORBA WEBOVÝCH STRÁNEK A NASTAVENÍ WEBSERVERU PRO PLC B&R.

V projektu je nutné do Logical Configuration přidat knihovnu WebServ. Ta nám po zkompilování projektu vytvoří na paměťové kartě PLC složku Web (C:\Web), do které se vytvořené webové rozhraní nahrává pomocí FTP serveru, což znázorňuje obrázek 21.



obrázek 21: blokové schéma funkce web serveru

11.2 KONFIGURAČNÍ SOUBORY

K vytvoření funkčního webového rozhraní je nutné vytvořit dva soubory. BrWebSvr.ini a BrWebSvr.cfg. Soubor BrWebSvr.ini obsahuje informaci, kde se nachází konfigurační soubor BrWebSvr.cfg a je PLC hledán po spuštění řídicí jednotky v kořenovém adresáři C:\.

Obsah souboru BrWebSvr.ini - > Cfg = C:\Web\BrWebSvr.cfg. Soubor BrWebSvr.cfg již obsahuje konkrétní informace nutné pro chod webového serveru (viz obr. 22)

```

Port           = 80           //komunikační port
Retries        = 5           //Počet opakování připojení
Priority        = 78          //Priorita připojení

BaseDir        = C:          //kořenový adresář
webDir         = web         //Adresář s webovými stránkami
startPage      = home.asp    //Úvodní stránka

UserCount      = 2           //Počet uživatelů

NAME[1]        =uživatel     //přihlašovací jméno
PASSWORD[1]    =1            //heslo
RIGHTS[1]       =1           //úroveň přístupových práv

NAME[2]        =správce      //přihlašovací jméno
PASSWORD[2]    =2            //heslo
RIGHTS[2]       =2           //úroveň přístupových práv

```

obrázek 22: konfigurační soubor BrWebSvr.cfg

11.3 TVORBA WEBOVÝCH STRÁNEK PRO WEBSERVER B&R

Webové stránky lze vytvořit v jakémkoliv editoru. Pro zobrazování, či nastavování proměnných obsažených v řídicím programu v PLC je nutné stránky vytvořit jako *.asp, tyto stránky poté mohou obsahovat ASP funkce, které umožňují požadované operace s proměnnými. Důležitou podmínkou pro správnou funkčnost práce s proměnnými je, aby byly v programu definované jako globální.

Webový server v PLC B&R neumožňuje využití CSS, PHP, ani javascriptů, tudíž se musíme při tvorbě webového rozhraní vystačit s čistým HTML a ASP.

11.3.1 Příklady čtení a zápisu proměnných

V příkladu zdrojového kódu je zápis hodnoty „1“ do proměnné „Autozavlahá“ po stisku tlačítka „Tlacitko“ a dále pak zobrazení hodnoty proměnné „Mtlakbar0“ (viz obr. obrázek 23).

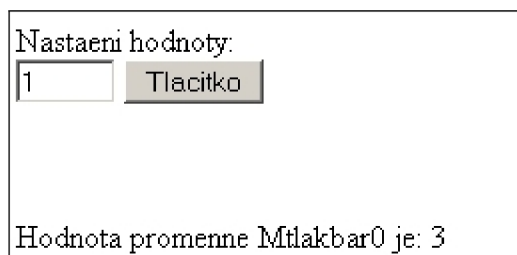
```
<body>
Nastavení hodnoty:
<form method="POST" action="/goform/Readwrite" >
<input type="hidden" name=redirect size=50 value="user.asp" >
<input type="hidden" name="variable" value="Autozavlahá">
<input type="text" name="value" value="1" size="4">
<input type="submit" value=" Tlacitko " name="write">
</form>
<br>
<br>

Hodnota promenne Mtlakbar0 je:
<% ReadPLC ("Mtlakbar0"); %>

</body>
```

obrázek 23: příklad zdrojového kódu – web server

Zobrazení příkladu ve webovém prohlížeči (viz obr. obrázek 24)



Nastavení hodnoty:

1 Tlacitko

Hodnota promenne Mtlakbar0 je: 3

obrázek 24: výsledek příkladu zdrojového kódu

Celý zdrojový kód webových stránek vytvořených pro bakalářskou práci je dostupný v elektronické příloze (viz příloha A).

Po vytvoření požadovaného webového rozhraní se pomocí FTP nahrají stránky na paměťovou kartu PLC (viz kapitola 11.1).

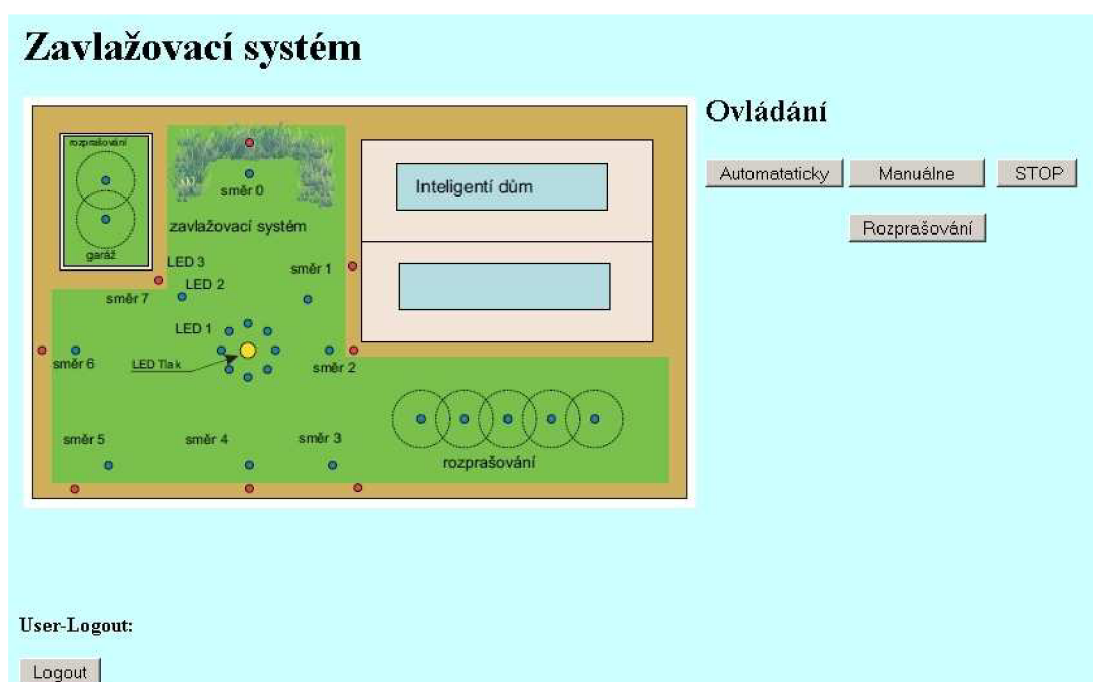
11.4 POPIS WEBOVÝCH STRÁNEK

Po zadání IP adresy do internetového prohlížeče se zobrazí úvodní stránka, na které je nutné zadat uživatelské jméno a heslo. V našem případě jsou dvě úrovně přihlášení.

Login	Password	Přidělená práva
uživatel	1	Ovládání zavlažovacího systému
správce	2	Ovládání zavlažovacího systému + nastavení parametrů pro manuální zavlažování

tabulka 9: web server - login

Po korektním přihlášení se zobrazí webová stránka s ovládacím rozhraním.



obrázek 25: web server - přihlášen uživatel

Stejně jako v případě ovládání modelu zavlažování pomocí vizualizace, je uživatel schopen aktivovat automatické zavlažování či manuální režim. Více v popisu ovládání pomocí vizualizace PLC - kapitola 10.2.1.

Jediným rozdílem od ovládání pomocí vizualizace je tlačítko „STOP“, které slouží k vypnutí zvoleného režimu zavlažování a je ho nutné použít i mezi přepnutím mezi režimy.

Pod přihlášením „správce“ se zobrazí možnost změny požadovaného tlaku pro jednotlivé směry obdobně jako ve vizualizaci v PLC. Hodnoty tlaku akceptované v PLC jsou celá čísla v rozsahu 0-10bar. S tím že 0bar znamená vypnuté zavlažování pro daný směr závlahy.

Zavlažovací systém

Směr závlahy	Požadovaný tlak [bar]	Nová hodnota (0-10bar)
Směr -0	3	<input type="text"/> <input type="button" value="Nastav"/>
Směr -1	3	<input type="text"/> <input type="button" value="Nastav"/>
Směr -2	3	<input type="text"/> <input type="button" value="Nastav"/>
Směr -3	3	<input type="text"/> <input type="button" value="Nastav"/>
Směr -4	3	<input type="text"/> <input type="button" value="Nastav"/>
Směr -5	3	<input type="text"/> <input type="button" value="Nastav"/>
Směr -6	3	<input type="text"/> <input type="button" value="Nastav"/>
Směr -7	3	<input type="text"/> <input type="button" value="Nastav"/>

User-Logout:

Ovládání

obrázek 26: web server – přihlášen správce

12. EMAIL A SMS ZPRÁVY

Email a SMS dnes patří mezi běžně dostupné a velmi využívané komunikační služby a jejich výhod se hojně začíná využívat i v automatizaci. Když nastane předem definovaná situace, například havarijní stav, je systém schopen informovat správce zodpovědného za chod systému o stavu zařízení i v případě, že není přítomen u operátorského stanoviště. To může přispět k menším případným škodám a rychlejšímu odstranění problému.

12.1 ODESÍLÁNÍ EMAILU Z PLC

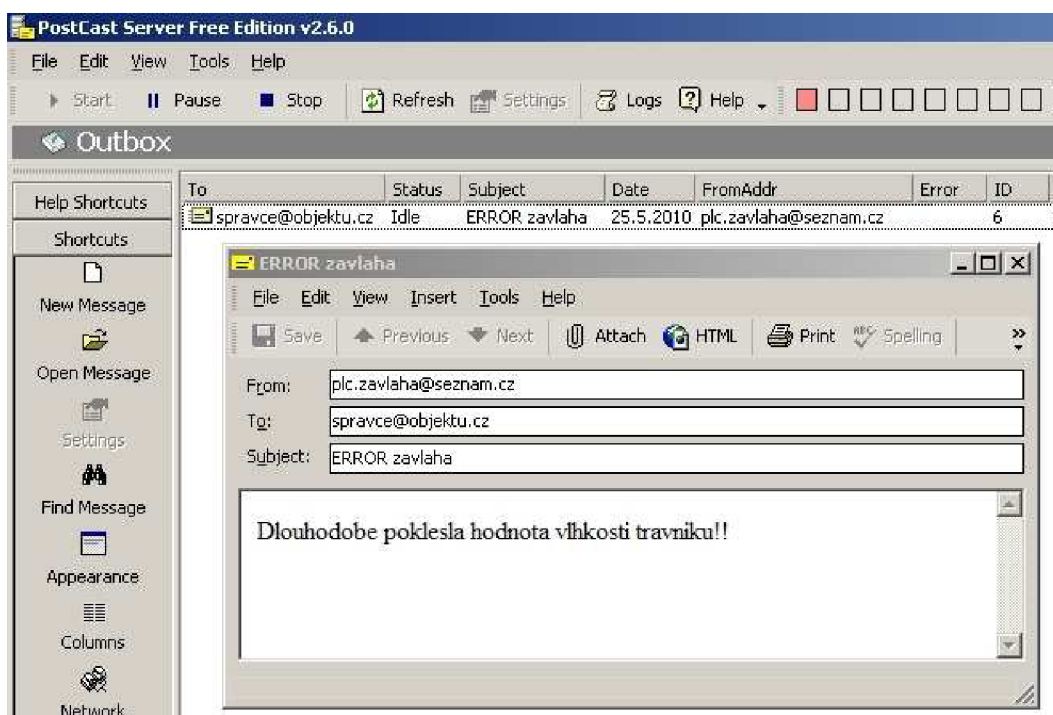
PLC firmy B&R umožňují odesílat emaily pomocí knihovny AsSMTP, která se implementuje do Logical configuration řídicí aplikace. Dále se vytvoří nový program pro chod emailu, který obsahuje deklaraci proměnných potřebných pro odesílání zpráv. Dále pak cyklický program, který řeší samotné odesílání emailu, jeho parametry a událost při které je email odeslán. V tomto případě při dlouhodobém vysychání trávníku. Bližší popis v kapitole 10.1.

```
PROGRAM _INIT
(*nastavení emailu*)
SmtPsend_0.pHost := ADR('147.229.76.198'); (*IP adresa SMTP serveru*)
SmtPsend_0.pSender := ADR('plc.zavlaha@seznam.cz'); (*email odesilatele*)
SmtPsend_0.pReceiver := ADR('spravce@objektu.cz'); (*email prijemce*)
SmtPsend_0.pSubject := ADR('ERROR zavlaha'); (*predmet zpravy*)
SmtPsend_0.pText := ADR('Dlouhodobě poklesla hodnota vlhkosti trávníku!!');
SmtPsend_0.port := 25; (*komunikační port*)
SmtPsend_0.enable := TRUE; (*povoleni odesilani*)

END_PROGRAM
```

obrázek 27: inicializace emailu

Při testování funkčnosti knihovny asSMTPsend, bylo využito programu PosctCast Server (verze 2.6.0), který plnil funkci lokálního SMTP serveru a byla na něm úspěšně otestována funkčnost odesílání emailu z PLC (viz obr.obrázek 28)



obrázek 28: PostCast Server – obdržení email

12.2 ODESÍLÁNÍ SMS ZPRÁV

Pro odeslání SMS se v praxi využívá nejčastěji GSM modemu, který lze připojit přímo na řídicí PLC. Takový GSM model nebyl v laboratoři k dispozici. V úmyslu bylo využít již funkčního odesílání emailu, a to tak, že by se externí službou na emailovém serveru přeposílaly doručené emaily s hlášením o stavu zavlažování jako SMS zprávy na mobilní telefon. Tato varianta by neměla takovou spolehlivost jako přímé odesílání z GSM modemu, již z toho důvodu, že by bylo využito více služeb k dosažení stejného cíle. Avšak pro účely informování o vysychajícím trávníku by tento způsob byl zcela dostatečný.

Problém nastal v odesílání emailů mimo školní síť. Jako student jsem neměl právo přistupovat na potřebné komunikační porty (např. port 25). Z tohoto důvodu se nepodařilo přeposlat email přímo z PLC na mobilní telefon. Služba přeposílání SMS zpráv z emailu byla vyzkoušena samostatně a byla plně funkční.

13. ZÁVĚR

Výsledkem bakalářské práce je plně funkční vizualizace inteligentního domu, která pomocí PowerPanelu umožní ovládání a kontrolu stavu vytápění, vrat, brány, zavlažování, solárního panelu, krbu, bazénu a užitkové vody. Do PLC byl implementován webový server umožňující uživateli vzdálenou správu pomocí webového rozhraní. Pomocí webového serveru je možné ovládat model závlahy trávníku inteligentního domu. Popis odesílání e-mailů a možnosti rozesílání SMS zpráv z PLC se podrobně věnuje kapitola 12. Ve vizualizaci ovládání krbu je realizováno ukládání nastavovaných parametrů a jejich následné zobrazování.

Vizualizace nebyla jediným předmětem této bakalářské práce. V rámci práce byla dále úspěšně oživena, naprogramována, otestována a popsána řídicí jednotka pro model zavlažovacího systému.

Model inteligentního domu sestává ze tří samostatných modelů procesů. Jedná se o modely zavlažování, ovládání brány a vrat a model vytápění. Každý z nich je samostatně řízen pomocí jednoho PLC. Možným rozšířením práce by mohlo být vytvoření nadřazeného, hlavního PLC, pomocí něhož by bylo možné ovládat všechny tři modely současně.

LITERATURA

- [1] *Firemní dokumentace – vizualizace*. B&R, Aktualizováno 2009.
- [2] B&R: Bernecker and Rainer [online], [cit 2010-05-20]
URL <http://www.br-automation.com>
- [3] BAŠTA, JIŘÍ. Možnosti moderních způsobů regulace. ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí. Poslední úpravy 17.9.2007
[cit 2010-05-15]
URL <http://vytapani.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4360>
- [4] VALEŠ, MIROSLAV. Inteligentní dům. 2. vydání. ERA group spol. s.r.o., Brno 2008. 123 s. ISBN: 978-80-7366-137-3.
- [5] Atmel: ATMega16 datasheet. [online], [cit 2010-05-23]
URL http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc2466.pdf
- [6] GMELECTRONIC: PC847 dokumentace. [online], [cit 2010-05-23]
URL http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/523/523-060/dsh.523-060.1.pdf
- [7] GMELECTRONIC: 74H595 dokumentace. [online], [cit 2010-05-23]
URL http://www.gme.cz/_dokumentace/dokumenty/425/425-118/dsh.425-118.1.pdf

SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

PLC	programmable logic controller
B&R	Bernecker and Rainer
P	proporcionální (regulátor)
PI	proporcionálně integrační (regulátor)
°C	stupeň Celsia
q	aktuální zátěž
τ_{BR}	doba chodu hořáku ve spínacím intervalu
τ_{BRZ}	doba spínacího intervalu
min	minuta
$t_{k,w}$	žádaná teplota otopné vody
$t_{k,w,ekv}$	žádaná teplota otopné vody dle ekvidistantního řízení
$t_{k,w,zat}$	žádaná teplota otopné vody dle řízení zátěží
PC	personal computer
PP	PowerPanel
SMS	short message service
X2Xlink	sběrnice PLC
M	mega
Hz	hertz
B	bajt
DDR	double data rate
USB	universal serial bus
VGA	video graphics array
AO	analog output
AI	analog input
DO	digital output
DI	digital input
MIPS	million instructions per second
EEPROM	electrically erasable programmable read-only memory

DPS	deska plošného spoje
PWM	pulse width modulation
U	napětí
V	volt
A	ampér
m	mili
HTML	hyper text markup language
FTP	file transfer protokol
ASP	active server pages
IP	internet protokol
s	sekunda
SMTP	simple mail transfer protocol
GSM	global system for mobile communications
CSS	cascading style sheets
PHP	hypertext pre-procesor

SEZNAM PŘÍLOH

A OBSAH PŘILOŽENÉHO CD

62

A OBSAH PŘILOŽENÉHO CD

CD obsahuje

- AS projekt projekt v Automation studiu *.zip
 projekt v Automation studiu *.apj
 soubory projektu – PIL
- program modelu zavlažování (pro ATMega16)
- soubory Webového serveru
- elektronický text bakalářské práce
- schémata k DPS zavlažování
- katalogové listy použitých součástek na DPS
- textový dokument s konfigurací použitých zařízení