ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra řídící techniky

Návrh koncepce inteligentního řízení skleníků a zimních zahrad

Bakalářská práce

Vedoucí: Ing.Martin Hlinovský, Ph.D.

Student: Martin Mezihorák

2008

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Martin Mezihorák**

Studijní program: Elektrotechnika a informatika (bakalářský), strukturovaný
Obor: Kybernetika a měření

Název tématu: **Návrh koncepce inteligentního řízení skleníků a zimních zahrad**

Pokyny pro vypracování:

Cílem je navrhnout koncepci technického vybavení a inteligentního řízení skleníků, zimních zahrad a podobných objektů.

1. Analyzujte různé třídy skleníků, zimních zahrad a objektů s podobnými nároky na řízení z pohledu možného rozšíření funkčnosti, zvýšení bezpečnosti a kvality, úspor energie, inteligentního řízení, monitorování,
2. Navrhněte realistickou variantu inteligentního řízení, monitorování a zabezpečení, včetně instrumentace vhodné pro existující klimatické podmínky, zvolte typ a uspořádání PLC, vytvořte koncept projektu instalace, odhadněte investiční, provozní náklady a očekávané přínosy,
3. Navrhněte algoritmy pro kombinované řízení, diagnostiku a zabezpečení, a to pro dílčí úlohy a pro celek,
4. Vytvořte koncept programu PLC a popřípadě navrhněte koncepci vizualizačního a ovládacího pracoviště.

Seznam odborné literatury:

Dodá vedoucí práce

Vedoucí: Ing. Martin Hlinovský, Ph.D.

Platnost zadání: do konce zimního semestru 2008/2009

L.S.

prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry

n. z. M. Demlová
doc. Ing. Boris Šimák, CSc.
děkan

V Praze dne 29. 8. 2008

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

Ve Zlaté, dne 13.6.2008

.....

podpis

Abstrakt

Obsahem práce je analýza trhu řídících prvků použitých pro řízení klimatu v objektech typu skleníků a zimních zahrad. Na základě této analýzy je navrženo řešení pro komplexní regulaci menších skleníků a zimních zahrad s použitím řídících prvků PLC (Programovatelné Logické Automaty).

Navrhované řešení analyzuje typy a druhy použitých snímačů. Návrh řešení obsahuje koncepci celého řídícího systému a zapojení jednotlivých snímačů. Návrh řídících algoritmů jednotlivých částí obsahuje prvky inteligentního řízení, které efektivně dokáží regulovat požadované klima a tím sníží energetické náročnosti těchto speciálních objektů. Navržený systém řízení může být použit samostatně nebo může být součástí rozsáhlejšího systému inteligentního řízení budov díky svoji modularitě a univerzálnosti propojení moderními komunikačními prostředky.

Abstract

The content of this thesis deals with an analysis of control elements that are used for climate control in greenhouses and winter gardens. As a result of the analysis a solution is designed for complex control of greenhouses and winter gardens with use of control elements PLC (Programmable Logic Controller).

The designed solution analyzes the types of used sensors. It deals with a conception of the complex system control as well as the individual sensors. The algorithm design of the individual parts contains elements of intelligent control, which are able to efficiently control desired climate and thereby reduce energy consumption. This system control can operate on its own or become a part of a bigger complex of intelligent building control systems because of its modularity and universality of connection to advanced communication technology.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ ..... **VII**

SEZNAM TABULEK ..... **VIII**

1 ÚVOD **1**

2 PŘEHLED TRHU **2**

2.1 HOTOVÉ KOMPLETNÍ PROJEKTY NEJNÁROČNĚJŠÍCH SKLENÍKŮ 2

2.1.1 Výhody a nevýhody *3*

2.1.2 měření každé veličiny pouze jediným čidlem Řídící jednotky *3*

2.1.3 Měřící senzory *5*

2.1.4 Objekty využívající daný regulační systém *7*

2.2 PRŮMYSLOVÉ SKLENÍKY, SKLENÍKY NA PĚSTOVÁNÍ OKRASNÝCH KVĚTIN 9

2.2.1 Výhody a nevýhody *9*

2.2.2 Prvky regulace *9*

2.2.2.1 Zavlažování 9

2.2.2.2 Vytápění 10

2.2.2.3 Větrání 11

2.2.2.4 Stínění 12

2.2.3 Objekty využívající daný typ regulace *12*

2.3 SKLENÍKY MENŠÍCH ROZMĚRŮ, OKRASNÉ ZAHRADY, ZIMNÍ ZAHRADY 13

3 NÁVRH KOMPLETNÍHO CENOVĚ PŘIJATELNÉHO ŘEŠENÍ ŘÍZENÍ KLIMATU **14**

3.1 MAXIMALISTICKÉ ŘEŠENÍ 14

3.1.1 Řídící jednotka PLC FOXTROT *14*

3.1.2 Řízení vytápění *15*

3.1.3 Řízení zavlažování *15*

3.1.4 Řízení stínění *15*

3.1.5 Řízení umělého osvětlení *16*

3.1.6 Diagnostika *16*

3.2 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ PRO STŘEDNÍ KLIMA, PŘEVÁŽNĚ POTŘEBNÉ V MENŠÍCH SKLENÍCÍCH A ZIMNÍCH ZAHRADÁCH 16

3.3 NAVRHOVANÉ ŘEŠENÍ S POUŽITÍM PRVKŮ INELS 18

3.4 MECHANICKÁ KONSTRUKCE 18
3.4.1 Sklon oken 19
3.4.2 Zasklení 19
3.4.3 Ventilace 19
3.5 PRVKY REGULACE 20
3.5.1 Řídící PLC - FOXTROT CP-1005 20
3.5.2 Uživatelské panely 23
3.5.3 Prvky pro připojení k systému Inels 25
3.5.4 Senzory, snímače 26
3.5.5 Řídící prvky 31
4 KONCEPT ZAPOJENÍ 33
4.1 POPIS ZAPOJENÍ ČIDEL A VÝSTUPŮ U PLC FOXTROT 1005 33
4.2 ROZDÍLY V ZAPOJENÍ REGULACE U ZIMNÍCH ZAHRAD, SKLENÍKŮ A DALŠÍCH OBJEKTŮ 34
5 NAVRHOVANÝ SYSTÉM ŘÍZENÍ 35
5.1 POPIS HLAVNÍHO PROGRAMU 35
5.2 KONCEPT JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ PROGRAMU 36
5.2.1 Řízení teploty 36
5.2.2 Řízení zavlažování 38
5.2.3 Řízení mlžení a vlhkosti 39
5.2.4 Kontrola slunečního osvětlení, stínění 39
5.2.5 Řízení umělého osvětlení 39
5.2.6 Ventilace 39
5.2.7 Diagnostika 39
5.2.8 Monitoring a řízení systému 40
6 POROVNÁNÍ FINANČNÍ NÁROČNOSTI 41
7 ZÁVĚR 42
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 43
9 PŘÍLOHY 44
9.1 OBSAH PŘILOŽENÉHO CD 44
9.1.1 Seznam příloh na CD 44

Seznam obrázků

Obrázek 2.1 Ukázka skleníku ČZU Suchdol....7

Obrázek 2.2 Ukázka skleníku VŠZe Brno....7

Obrázek 2.3 Ukázka skleníku “Fata morgana”....8

Obrázek 2.4 Zavlažovací počítač C 1030 plus....10

Obrázek 2.5 Digitální ovládací jednotka 9001 D-F....10

Obrázek 2.6 Termostat VRT 40....11

Obrázek 2.7 Termostat VRT390....11

Obrázek 2.8 Ukázka subtropického skleníku v Sibřině....12

Obrázek 3.1 PLC - FOXTROT....20

Obrázek 3.2 Popis řídící jednotky PLC FOXTROT....21

Obrázek 3.3 Operátorský panel ID-14....23

Obrázek 3.4 Grafický panel ID-15....24

Obrázek 3.5 Jednotka vstupů IM2-80B....25

Obrázek 3.6 Spínací čtyřkanálová jednotka....25

Obrázek 3.7 Senzor teploty SMARTEC SMT 160-30....26

Obrázek 3.8 Senzor vlhkosti DMS 100....28

Obrázek 3.9 Senzor deště RD 12V....29

Obrázek 3.10 Čidlo slunečního záření RS81....30

Obrázek 3.11 Okenní hřebenový pohon - T80....31

Obrázek 3.12 Elektricky ovládaný ventil....32

Obrázek 3.13 Radiální ventilátor VORT MAX S....32

Obrázek 4.1 Koncepce zapojení....33

Seznam tabulek

Tabulka 2.1 Porovnání teplot v částech skleníku “Fata morgana”.....8

Tabulka 3.1 Přehled PLC firmy Teco a.s. 22

Tabulka 6.1 Porovnání pořizovacích nákladů jednotlivých typů regulace.....41

1 Úvod

Komplexní řízení budov s okrasnými a zimními zahradami se stává populárním, zejména díky úsporám energií. Stále se zvyšující ceny energií podněcují i zájem o efektivní regulaci a řízení nejen u průmyslových objektů, ale i u obytných domů. Především pro pohodlí a bezpečí uživatele je předmětem řešení automatická a bezporuchová regulace veškerých rutinních prací.

Cílem této práce je shrnout současné varianty řízení a monitorování náročných objektů jakými jsou skleníky a zimní zahrady, analyzovat trh a porovnat různé druhy řízení skleníků a zimních zahrad s konečným cílem navrhnout efektivní a ekonomicky přijatelné řešení pro inteligentní řízení a správu těchto objektů.

Následující text je kompletním rozborem možností stávajícího automatického řízení neobvyklých objektů, kterými jsou skleníky a zimní zahrady. Ty se stávají běžnou součástí rodinných domů, jako moderní doplněk, nebo rozšíření pro vlastní pěstování užitkových rostlin.

2 Přehled trhu

Analýza trhu byla rozdělena do následujících skupin:

a) Komplexní řešení skleníků s velkými nároky na dodržení požadovaných hodnot jako např. tropické a subtropické skleníky v různých botanických zahradách atd.

b) Skleníky určené pro průmyslové pěstování rostlin, nebo pro pěstování okrasných květin.

c) Domácí skleníky, skleníky přímo nebo nepřímo spojené s rodinným domem určené pro pěstování několika málo užitkových rostlin, případně okrasné zahrady tzv. “zimní zahrady”.

2.1 Hotové kompletní projekty nejnáročnějších skleníků

Na trhu existuje jen několik společností zabývajících se touto problematikou. Nejznámější je dánská společnost SENMATIC, která jako jediná na trhu vyrábí kompletní řízení skleníků a dalších podobných objektů.

Systém se skládá z řídící jednotky průmyslového počítače s operačním systémem Linux a přídavných čidel včetně volitelné meteorologické stanice kontrolující hodnoty vně objektu. Celý systém je modulární a je vždy sestaven pro konkrétní typ klimatu a požadavků na pěstování rostlin.

Tento systém dokáže řídit teplotu, zavlažování, mlžení, zatemňování, větrání a obsah CO2 dle předem zadaného časového plánu s přihlédnutím ke klimatickým podmínkám uvnitř a vně objektu. Celý systém lze pomocí programu Superlink od téže firmy kompletně monitorovat a nastavovat prostřednictvím běžného PC. Do programu lze pomocí dalšího programu Weblink přistupovat také vzdáleně přes Internetovou síť. Cena tohoto komplexního řídícího systému se pohybuje v řádech statisíců korun, proto je možné tento systém použít jen pro nejnáročnější projekty.

2.1.1 Výhody a nevýhody

Výhody:

- možnost ovládání a monitoringu všech částí programem Superlink (volitelné)
- možnost vzdáleného ovládání programu Superlink programem WebLink (volitelné)
- efektivní kompletní řízení klimatu
- vhodné pro náročné požadavky na řízení

Nevýhody:

- velice vysoké pořizovací náklady základních částí a následné rozšiřování
- uzavřený systém pouze od jediného výrobce
- nemožnost vlastního rozšiřování, nutná profesionální instalace

2.1.2 měření každé veličiny pouze jediným čidlem Řídící jednotky

LCC900

Počítač pro řízení klimatu od DGT Volmatic řídí všechny klimatické funkce v daném skleníkovém oddělení.

Obsluha počítače je založena na logické skladbě menu. Displej počítače pro řízení klimatu zobrazuje nejčastěji používaná nastavení pěstitele.

Systém může řídit všechny klimatické funkce ve skleníku. Při instalaci je program adaptován na daný skleník. Modulární složení umožňuje snadné rozšíření počítače pro řízení klimatu o více funkcí. Možné je rovněž rozšíření o více skleníků, neboť komunikace probíhá velmi rychle.

Počítač pro řízení klimatu může den rozdělit na 6 časových pásem v závislosti na východu a západu slunce. Takto jsou zabezpečeny správné podmínky pro optimální růst rostlin. Dále lze řídit stínění v závislosti na slunečním záření, tepelné ztrátě a umělém osvětlení. Stínění takto udržuje teplo.

Pomocí efektivního řízení vlhkosti lze předcházet chorobám a plísním. Vlhkost lze řídit pomocí funkce prodlevy otevírání a zavírání oken.

Dále jsou v počítači pro řízení klimatu zabudovány alarmy pro teplotu, vlhkost vzduchu, obsah CO_2, topný systém, přerušení signálu z čidla a příznaky poruch. Při vzniku alarmu se aktivuje výstup alarmů na počítači a okamžitě se na displeji objeví text „alarm.“ Alarm lze na počítači pro řízení klimatu vypnout.

Ze vzdáleného počítače je možné číst a nastavovat všechny ostatní počítače připojené pomocí ARC-net.

Počítač pro řízení klimatu dokáže spolupracovat s počítačem pro řízení kotelny a s počítači pro řízení zavlažování/hnojení. Celý systém lze připojit k programu SuperLink pro centrální řízení a ukládání dat na PC.

LCC Completa

Průmyslový počítač pro řízení klimatu řídí všechny klimatické funkce v jednom až čtyřech odděleních.

LCC Completa je založena na moderní technologii a standardním operačním systému Linux a je snadné ji v případě potřeby aktualizovat nebo rozšířit o více funkcí a větší kapacitu řízených objektů. Systém LCC Completa má distribuovaný I/O pro současné a budoucí instalace.

Flexibilní složení hardwaru umožňuje volbu nejvhodnějšího čidla pro danou výrobu a umožňuje použít několik čidel pro každé oddělení.

Oproti výše uvedenému řídícímu počítači tento model provádí výpočet založený na K-faktoru skleníku, na stínění, vzduchové výměně a energii dodané pomocí umělého osvětlení. Model „zná“ svůj skleník a jeho energetické potřeby a zajišťuje lepší a stabilnější regulaci.

Systém může řídit až čtyři oddělení přičemž každé oddělení lze rozdělit na dvě sekce v závislosti na požadované funkci. Všechny funkce lze nastavit na společně nastavené hodnoty pro každé oddělení. Dále je možné použít pro sekce místní nastavené hodnoty nezávislé nebo závislé na společně nastavených hodnotách. Toto zjednodušuje provoz počítače a zároveň umožňuje individuální podmínky pro různé kultury.

Na rozdíl od modelu staršího modelu LCC Completa umožňuje nový typ ventilace. Nyní je možné otevřít závětrnou stranu a návětrnou stranu zároveň a to tak, že je návětrná strana otevřená na velmi malý rozsah a závětrná strana je otevřená dle

potřeby. Toto kaskádové řízení umožňuje efektivní ventilaci ve skleníku i při malém procentuálním otevření.

2.1.3 Měřící senzory

MS900CW Meteorologická stanice

Meteorologické venkovní stanice měřící intenzitu slunečního záření, směr, intenzitu větru. Obsahuje rovněž dvoupolohové kapacitní čidlo deště.

Technické parametry:

Měřící rozsah venkovní teploty	-25 až +60ºC
Tolerance teploty	±0,3ºC (0-50ºC)
Reakční doba měření teploty	5minut
Směr větru	0-360º
Tolerance směru větru	±10%
Rychlost větru	0-40m/s
Tolerance rychlosti větru	±10% pro 2-30m/s
Intenzita slunečního záření	0-1000W/m2
Spektrální citlivost	400-1100nm
Senzor deště	kapacitní senzor
Měřící rozsah vlhkosti	10 – 100% RH
Tolerance vlhkosti	±3% RH (40-100%)
Reakční doba měření vlhkosti	~15sekund

RTV-5 Kombinovaný senzor teploty a vlhkosti

Technické parametry:

Měřící rozsah teploty	-10 až +60ºC
Tolerance teploty	±0,3ºC (0-50ºC)
Měřící rozsah vlhkosti	10 – 100% RH
Tolerance vlhkosti	±3% RH (40-100%)

RTF-5 Kombinovaný senzor teploty a vlhkosti

Technické parametry:

Měřící rozsah teploty	-10 až +60ºC
Tolerance teploty	±0,3ºC (0-50ºC)
Reakční doba měření teploty	~15sekund
Měřící rozsah vlhkosti	10 – 100% RH
Tolerance vlhkosti	±3% RH (40-100%)
Reakční doba měření vlhkosti	~15sekund

RTFC-5 Kombinovaný senzor teploty,vlhkosti a CO2

Technické parametry:

Měřící rozsah teploty	-10 až +60ºC
Tolerance teploty	±0,3ºC (0-50ºC)
Reakční doba měření teploty	~15sekund
Měřící rozsah vlhkosti	10 – 100% RH
Tolerance vlhkosti	±3% RH (40-100%)
Reakční doba měření vlhkosti	~15sekund
Měřící rozsah CO2	0-2000 ppm
Tolerance CO2	±100 ppm (0-50ºC)
Reakční doba měření CO2	max 300sec

2.1.4 Objekty využívající daný regulační systém

Česká zemědělská univerzita v Praze, Suchdol

Skleník využívá kompletní systém na řízení klimatu LC900.

V tomto objektu je realizováno řízení teploty, vlhkosti a automatického zavlažování.

Obrázek 2.1 Ukázka skleníku ČZU Suchdol

Botanická zahrada Brno - Arboretum – VŠZe

Obrázek 2.2 Ukázka skleníku VŠZe Brno

Skleník v botanické zahradě v Praze "Fata morgana"

Tento skleník byl realizován firmou CLAUHAN s.r.o. a veškeré řízení skleníku je realizováno pomocí systému společnosti SENMATIC.

Skleník o rozloze 1750m^2 je rozdělen do tří samostatných částí s rozdílnou teplotou a vlhkostí vzduchu. V první části je nastaveno klima suchých tropů a subtropů. V prostřední (největší části) je nastaveno klima deštného lesa a poslední, chlazená část skleníku udržuje prostředí vysokých hor.

Klima ve skleníku

	Sukulentní část	Nížinná část	Horská část
Denní teplota [°C]	20-30	22-30	18-25
Noční teplota [°C]	16-20	20-26	10-15
Vlhkost vzduchu [%]	35-55	90-95	80-90

Tabulka 2.1 Porovnání teplot v částech skleníku "Fata morgana"

Obrázek 2.3 Ukázka skleníku "Fata morgana"

2.2 Průmyslové skleníky, skleníky na pěstování okrasných květin

V tomto případě se jedná o řízení v průmyslových sklenících větších rozměrů.

Většina těchto skleníků je řízena oddělenými jednoúčelovými prvky, které separátně kontrolují pouze určitou činnost. Toto řízení však není optimální, může zde docházet k větším výkyvům zadaných hodnot.

V těchto sklenících je také nutné podle rozlohy uvažovat nerovnoměrné rozložení teploty, případně vlhkosti. Některé objekty jsou rozděleny na severní a jižní část, kdy každá je řízena samostatně.

2.2.1 Výhody a nevýhody

Výhody:

- jednoduchá instalace uživatelem
- oddělené řízení separátních částí
- relativně levné pořizovací náklady

Nevýhody:

- nemožnost celkového a vzdáleného ovládání
- možná rizika při řízení – otevření oken při dešti
- systém nedokáže regulovat dynamické vlastnosti při topení
- neefektivní řízení z hlediska ekonomické stránky

2.2.2 Prvky regulace

2.2.2.1 Zavlažování

Zavlažování probíhá dvěma způsoby, jedním je zavlažování na list a druhým je zavlažování ke kořenům. Zvolený způsob se preferuje podle druhu rostlin.

Zavlažovací cyklus je pevně dán pomocí denního (týdenního) programu. Některé moderní zavlažovací počítače jsou již schopné připojení čidla vlhkosti, které dokáže před každým zavlažovacím cyklem zkontrolovat vlhkost půdy a následně upravit délku zavlažovacího cyklu.

Zavlažovací počítač C 1030 plus

Obrázek 2.4 Zavlažovací počítač C 1030 plus

Parametry:

Model Comfort s velkým displejem pro snadné programování. Otočný knoflík pro rychlou změnu údajů.

Až tři zavlažování denně.

Délka zavlažování od 1 min. do 7 h 59 min.

Zavlažovací dny lze libovolně zvolit.

Přípojka pro Gardena dešťový senzor nebo čidlo půdní vlhkosti.

Doba provozu s 1 x 9 V alkalickou baterií cca 1 rok.

S ukazatelem stavu baterie.

Pořizovací ceny daného komponentu se pohybují přibližně od 3000 do 3500kč.

Digitální ovládací jednotka 9001 D-F

Obrázek 2.5 Digitální ovládací jednotka 9001 D-F

Parametry:

- možnost ovládání jedné sekce
- použití pro tlak vody nejvýše do 6-ti Barů
- nejvyšší přípustná teplota prostředí 38 st.
- možnost manuálního ovládání ON,OFF
- až 4 startovací časy / den
- týdenní program
- doba závlahy 1 min - 12 hod
- určeno pouze pro venkovní použití
- připojení přes 3/4" závit (převlačná matka)
- vestavěný pojistný filtr

Pořizovací ceny daného komponentu se pohybují od 2000 do 2500kč.

2.2.2.2 Vytápění

Vytápění je regulováno pomocí termostatu umístěného uvnitř objektu a vytápěcí soustavy, která dle hodnoty změřené v objektu vytápění zapíná. K vytápění se nejčastěji používá horkovzdušných plynových kotlů, případně elektrického nebo ústředního topení.

Termostat VRT 40

Základní charakteristika:

Prostorové termostaty podporující regulaci plynu závěsných kotlů s možností nastavení prostorové teploty v rozsahu 5 až 30 °C pro denní režim, resp. 5 až 20 °C pro noční režim.

Obrázek 2.6 Termostat VRT 40

Pořizovací ceny daného komponentu se pohybují od 1000 do 1200kč.

Termostat VRT390

Základní charakteristika:

Prostorové termostaty podporující regulaci plynu regulaci závěsných kotlů s možností nastavení prostorové teploty v rozsahu 5 až 30°C pro denní režim, resp. 5 až 20 °C pro noční režim.

Popis výrobku:

VRT 390 s týdenním programem (digitální spínací hodiny). U typu VRT 390 lze nastavit 3 časové fáze na jednotlivý den v týdnu.

Obrázek 2.7 Termostat VRT390

Pořizovací ceny daného komponentu se pohybují od 3000 do 3500kč.

2.2.2.3 Větrání

Větrání se uskutečňuje pomocí časového plánu. Systém nedokáže určit venkovní hodnoty, proto se dají očekávat nedostatky jako například otevření okenic i při dešti, popřípadě otevření oken při extrémních rozdílech teploty mezi vnitřkem objektu a vnějškem. To má za následek nechtěné oteplování skleníku v horkých dnech, případně ochlazování v zimních obdobích. Dále je větrání někdy využíváno pro umělé snižování teploty místo klimatizace, které v horkých dnech působí spíše negativně.

2.2.2.4 Stínění

Stínění je realizováno v mnoha případech pomocí snímání teploty a dvoupolohového zavírání nebo otevírání rolety, případně oken. Zavření rolet má sice účinek snížení teploty uvnitř objektu, ale zároveň se snížení slunečního záření může projevit zpomalením růstu rostlin.

Je třeba zvážit i umístění rolet. Větší zatemňovací účinek mají rolety umístěné před okenními skly vně objektu, než ty umístěné uvnitř.

2.2.3 Objekty využívající daný typ regulace

Skleník na pěstování tropických kaktusů Sibřina u Prahy

Obrázek 2.8 Ukázka subtropického skleníku v Sibřině

V tomto skleníku je realizováno jednoduché řízení teploty. V případě vysoké teploty je regulace realizována pomocí otvírání větracích otvorů, v případě nízké teploty je objekt vytápěn pomocí plynového kotle. V objektu lze ručně zapínat axiální ventilátory, které dokáží vytvořit kruhovou cirkulaci vzduchu po objektu a tím rovnoměrné rozložení teploty. Poloautomatický zavlažovací systém musí být

kontrolován ručně, neboť řízení neumožňuje kontrolu vlhkosti půdy, vysychání půdy je tedy v tomto skleníku závislé na slunečním záření.

Skleníky Praha Libeň na pěstování okrasných květin

V tomto skleníku se nachází jednoduché části mechanického řízení. Zavlažování je realizováno pomocí časových spínačů, které dle nastaveného plánu zapínají a vypínají elektromagnetické ventily. Systém zavlažování nepotřebuje kontrolovat vlhkost půdy, protože se místo půdy používá keramický substrát, zavlažování tudíž probíhá intenzivněji. Rostliny se až 6x denně zalijí živným roztokem, který následně odteče zpět do zavlažovací nádrže

2.3 Skleníky menších rozměrů, okrasné zahrady, zimní zahrady

Automatické řízení v těchto objektech nebývá příliš časté z důvodu nedostatečné dostupnosti na trhu. Kompletní projekty řízení by byly příliš finančně nákladné ve srovnání s výstavbou celého skleníku nebo zimní zahrady.

Nevytápěné skleníky se využívají pouze sezónně. Vytápěné skleníky, případně zimní zahrady, převážně spojené přímo s obytným domem, se využívají v letních obdobích na pěstování a v zimních na uchovávání rostlin. Těchto objektů v současnosti značně přibývá a zároveň se zvedají nároky na pohodlí spojené s provozem. Jelikož se v dnešní době stále víc zvedají ceny energií, přibývá poptávka po energeticky úsporných systémech i do těchto menších objektů, proto se dá očekávat během několika let přivedení kompletních řídících systémů i na tyto místa. Momentální překážkou však zatím zůstává finanční náročnost těchto systémů. Řešení tohoto problému je mimo jiné předmětem předkládané práce.

3 Návrh kompletního cenově přijatelného řešení řízení klimatu

Navrhovaný systém používá cenově přijatelné a odzkoušené řídící automaty FOXTROT PLC firmy TECO a.s.. Systém umožňuje pomocí přídavných modulů a periferií kontrolovat a řídit veškeré nároky na pěstování, chod a monitoring objektů, kterými jsou například skleníky, zimní zahrady a další speciální jednoúčelové objekty. S použitím průmyslových čidel a senzorů lze utvořit kompletní systém na řízení klimatu v těchto objektech za přijatelnou pořizovací cenu a docílit tak automatické regulace klimatu i u menších skleníkových konstrukcí a zimních zahrad při minimalizaci provozních nákladů.

3.1 Maximalistické řešení

Maximalistické řešení daného problému shrnuje veškeré možné nároky na řízení a udržování správného klimatu. Řešení obsahuje nejmodernější řízení, zabezpečení, možnost simulovat jakékoli klimatické podmínky v kterémkoli ročním období.

Lze předpokládat, že navrhované řešení bude velice finančně náročné a to jak z hlediska pořizovacích tak i provozních nákladů. Je tedy využitelné pouze pro rozsáhlé skleníky nebo pro rostliny, které potřebují velice přesné klimatické podmínky.

3.1.1 Řídící jednotka PLC FOXTROT

Řídící jednotka může být jediná pro celý objekt spolu s rozšiřujícími vstupy nebo výstupy. Ovšem nesmí být překročena výrobcem udávaná délka přívodního kabelu od čidel. Pokud se jedná o rozsáhlý objekt, může být jednotek PLC použito více, každá pro řízení jedné ze separátních částí, které jsou mezi sebou propojeny sběrnicí. Všechny tyto pobočné jednotky PLC jsou podřízeny jedinému hlavnímu PLC. Ten zajišťuje chod hlavního programu, vyhodnocování řízení a diagnostiku celku.

3.1.2 Řízení vytápění

Pro přesnější řízení teploty systém používá více senzorů teploty a měřenou hodnotou je průměr všech senzorů. Případně vynechá čidlo s maximální a minimální hodnotou a z hodnot naměřených zbylými čidly vytvoří průměr. Navrhovaný systém počítá s rozdílem teplot na jižní a severní straně skleníku. Pro přesnější zjištění teploty jsou čidla rozmístěna do několika výškových úrovní.

Vytápění je realizováno pomocí hlavního a záložního okruhu. Převážně by se objekt měl vytápět pouze hlavním vytápěním. Záložní vytápění se zapne pouze v případě výpadku nebo v případě nedostačujícího hlavního vytápění.

Pokud je objekt rozsáhlejší a je rozdělen do několika částí, pokud to zároveň systém vytápění dovolí, může docházet k vyhodnocení teploty jen v určitých místech a systém reguluje teplotu pouze přitápěním v určitých částech objektu.

Pokud je objekt regulován pouze topením na jednom místě, využívá se axiálního ventilátoru k rovnoměrnému rozložení tepla a vlhkosti po objektu.

3.1.3 Řízení zavlažování

V objektu jsou navrženy dva systémy snímání vlhkosti. První systém kontroluje vlhkost půdy a následně upravuje zalévací cykly. Druhý systém kontroluje vlhkost vzduchu a následně provádí zvyšování vlhkosti vzduchu tzv. mlžení, nebo v případě nadměrné vlhkosti zapíná odvětrávání, popřípadě otvírá větrací otvory.

Řízení zavlažování probíhá v pevně stanovených časových intervalech s přihlédnutím na vlhkost substrátu.

Řízení vzdušné vlhkosti probíhá pomocí předem stanovené požadované hodnoty a na základě údaje z čidla vzdušné vlhkosti. Je realizováno pomocí rozprašovače vody do vzduchu.

3.1.4 Řízení stínění

Systém stínění je navržen tak, že pomocí venkovních čidel kontroluje intenzitu slunečního záření na severní a jižní straně objektu. V případě nadměrné intenzity

následně provádí zastínění půlky nebo celého objektu přes elektronicky ovládané žaluzie. Navrhovaný systém kompenzuje tzv. skleníkový efekt.

3.1.5 Řízení umělého osvětlení

Dle požadavků a typu rostlin je někdy nutné řídit intenzitu slunečního záření, případně délku dne pomocí umělého osvětlení. Zároveň je třeba také kombinovat typy světel a tím dosáhnout určitého světelného spektra, které se hodí pro právě pěstovaný druh rostlin.

3.1.6 Diagnostika

Celý navrhovaný systém obsahuje diagnostiku, která kontroluje měřené hodnoty. Případně snímání hodnoty, která je mimo předpokládaný rozsah, systém upozorní uživatele. Dále je také kontrolováno připojení, dostupnost snímačů a délka a velikost akčních veličin.

Celý systém lze nastavit, řídit a monitorovat pomocí nástěnného panelu přímo v objektu nebo pomocí programu RELIANCE přes síť pomocí integrovaného webového serveru přímo v PLC FOXROT.

Tento navrhovaný maximalistický systém by měl vyhovovat veškerým náročným požadavkům na udržování správného klimatu, diagnostiku a monitorování. Navrhovaný systém je všem značně finančně náročný jak na pořizovací náklady, instalaci, tak na provoz proto je spíše vhodný na unikátní projekty větších rozměrů.

3.2 Navrhované řešení pro střední klima, převážně potřebné v menších sklenících a zimních zahradách

Tento návrh obsahuje řízení klimatu v menších sklenících a zimních zahradách pro střední typ klimatu. Navrhované řešení přináší větší pohodlí pro uživatele i v těchto menších objektech. Pořizovací cena se pohybuje v řádech desítek tisíc korun. Navržený systém inteligentně řídí klima uvnitř objektu a tím i šetří energii, což by se mělo kladně projevit na dlouhodobých provozních nákladech. Zároveň jsou tímto řízením zaručeny ideální podmínky pro pěstování a růst rostlin. Navrhovaný systém řízení je moderní a umožňuje monitoring jak lokálně, tak vzdáleně přes připojení k Internetu.

Navrhované řešení by mělo zabezpečit běžné nároky na řízení a provoz běžných typů skleníků a zimních zahrad.

Systém je řešen jako modulární, což umožňuje systém dle požadavků průběžně rozšiřovat a současně zdokonalovat jednotlivé jeho části.

Základem tohoto řízení je pouze jediná jednotka PLC FOXTROT případně rozšiřující moduly.

Pomocí jediného čidla teploty uvnitř objektu (umístěného tak, aby měřilo co nejpřesněji průměrnou teplotu) bude systém regulovat vytápění a zároveň pomocí jediného venkovního čidla bude inteligentně predikovat změny teploty a reagovat včasným přitápěním, nebo otvíráním ventilace případně odvětráváním. Zároveň navržený systém pomocí dvoupolohového čidla na déšť nedovolí ponechat v případě deště otevřené ventilace.

Navrhovaný systém bude automaticky zavlažovat. Zavlažovací cyklus bude upravován pomocí vlhkostního čidla uvnitř substrátu a na základě odhadu vysoušení substrátu dle teploty uvnitř objektu a intenzity slunečního záření. Kontrola vzdušné vlhkosti u středního klima není potřeba, bude probíhat časové větrání celého objektu dle nastavení.

Intenzita větru nebude brána v potaz, bude záviset na zásahu uživatele.

Takto navrhnutý systém přinese uživateli nezbytné pohodlí a zároveň toto inteligentní řízení bude ekonomicky mnohem lukrativnější v porovnání se separátním řízením jednotlivých částí.

<u>Komponenty systému:</u>

PLC FOXTROT

- Čidlo vnitřní teploty,
- Čidlo venkovní teploty,
- Zapínání vytápění,
- Otevírání větracích otvoru,
- Zapínání odvětrávání,

- Čidlo deště,
- Čidlo vlhkosti půdy,
- Zapínání zavlažování,
- Čidlo intenzity slunečního záření,
- Zapínání umělého osvětlení.

3.3 Navrhované řešení s použitím prvků INELS

Výhodou použití PLC FOXTROT je nově přidaná sběrnice CIB pro komunikaci se systémy INELS. V případě skleníku nebo zimní zahrady přímo spojené s dalším objektem (rodinným domem) je možné pomocí této směrnice připojit PLC FOXTROT do samotného řídicího systému hlavního objektu a tím upravit proces řízení s přihlédnutím k hodnotě regulace v přilehlém objektu.

Největší výhoda v propojení PLC FOXTROT a prvků INELS nastává v případě, kdy použijeme pro komplexní řízení celého objektu (zimní zahrady a rodinného domu) pouze jediné PLC FOXTROT.

PLC FOXTROT bude regulovat veškeré řídící a zabezpečovací prvky a řízení skleníku nebo zimní zahrady bude připojeno jako jedna část komplexního systému pomocí sběrnice CIB, případně pomocí vzdálených TECOMAT I/O modulů, čímž

bude zefektivněno řízení celého propojeného celku.

Takto navržené řešení zároveň sníží pořizovací náklady.

3.4 Mechanická konstrukce

Základem každého správného řízení je co nejpřesněji identifikovatelný model, který se chová pokud možno zcela lineárně. Zároveň je výhodné již během výstavby přihlížet na ekonomickou stránku provozu.

Je důležité si uvědomit, že některým výkyvům hodnot lze předcházet správnou konstrukcí a vhodnými fyzikálními vlastnostmi samotných montážních prvků.

3.4.1 Sklon oken

Pro nejideálnější příjem energie má být skleněná stěna nastavena kolmo k zimním slunečním paprskům. Ty v našich zeměpisných šířkách dopadají pod úhlem asi 20°, zatímco letní paprsky pod úhlem asi 60°. Pro zateplování pomocí slunce je proto optimální sklon stěny asi 80°. Tím dosáhneme toho, že v zimě paprsky budou volně procházet a zahrada tak přijme dostatek tepla. V létě se naopak paprsky odrazí a interiér se tolik neohřívá.

Prosklená střešní plocha má mít sklon nejméně 10°. Tím je zabráněno shromažďování vody a následnému znečištění střechy.

3.4.2 Zasklení

Zasklení v zimní zahradě neplní pouze funkci oddělení prostoru od vnějšího okolí, ale především i funkci izolace. Při zasklení zahrady je proto nutné uvažovat o některém typu izolačního dvojskla, dvojité či trojité komůrkové desky z polykarbonátu, nebo desky z akrylátu (plexisklo).

Tepelně-izolační dvojskla mají mezeru vyplněnou ušlechtilým plynem a obsahují výplň absorbující vlhkost. Speciální skla na vnější nebo vnitřní straně mají nanesenou mikroskopickou vrstvu kovu, která vytváří "tepelné zrcadlo"- záření určitých vlnových délek odráží, dovnitř propouští sluneční energii a brání jejímu úniku ven. Výhodné je rovněž využít komůrkové desky z polykarbonátu, protože snižují nárůst teploty interiéru až o 40 %. Jejich nevýhodou je snížená průhlednosti stěny.

3.4.3 Ventilace

Ventilaci je možné realizovat několika způsoby, čerstvý vzduch může proudit okny a dveřmi, elektrickými ventilátory či větráky, větracími mřížkami nebo automaticky ovládanou posuvnou střechou.

V úzkých a vysokých objektech lze využít i tzv. komínového efektu. Ve spodní části se nasává chladnější vzduch, v prostoru zahrady se ohřeje a větracími mřížkami stoupá nahoru.

3.5 Prvky regulace

3.5.1 Řídící PLC - FOXTROT CP-1005

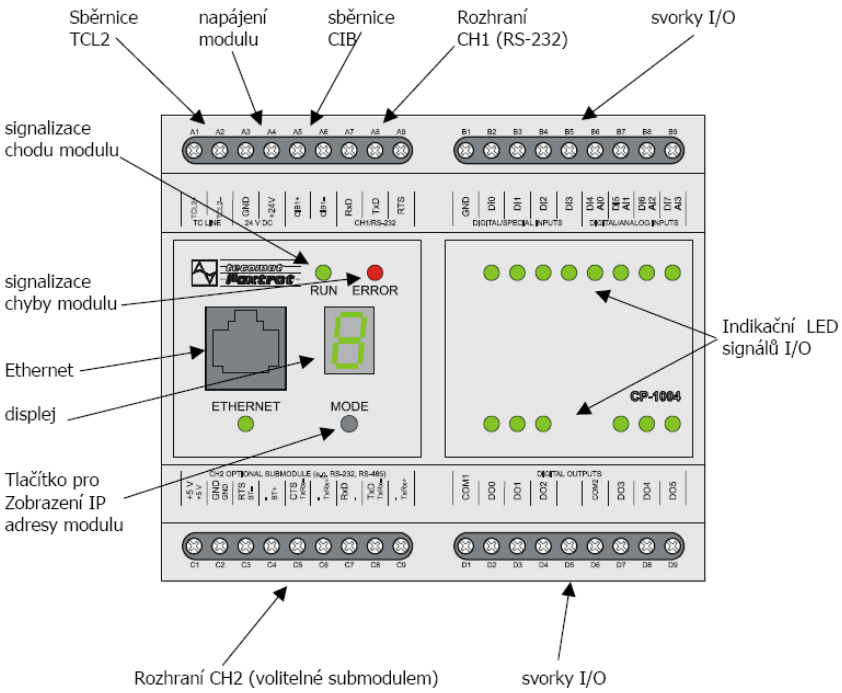
Obrázek 3.1 PLC - FOXTROT

Základní modul systému Foxtrot je samostatný řídicí systém vybavený napájecím zdrojem, komunikačními kanály, vstupy a výstupy. Pro jeho programování se používají standardní prostředky (prostředí Mosaic).

Na čelním panelu je kromě vyvedeného rozhraní Ethernet k dispozici displej, který zobrazuje základní stav modulu.

Zároveň zde jsou k dispozici signalizační LED diody, které zobrazují základní stav modulu a stavy příslušných I/O modulu.

Nespornou výhodou tohoto PLC je, že jako jediné svého druhu podporuje standart rozhraní Ethernet, kterým je možné univerzálně připojovat k mnoha dalším různým zařízením. Zároveň lze toto PLC připojit přímo k síti Internet a pomocí integrovaného Webového serveru kontrolovat a přímo spravovat proces regulace.



Obrázek 3.2 Popis řídící jednotky PLC FOXTROT

Technické parametry:

- nový 32bitový RISC procesor s frekvencí 166MHz
- 192 kB zálohované paměti pro program a 64 kB pro tabulky
- paměť rozšiřitelná kartou standardu miniMMC o velikosti až 2 GB
- integrované rozhraní Ethernet 10/100 Mbit/s na konektoru RJ45
- design rozměrově kompatibilní se standardizovanými moduly jističů
- rozšiřitelnost počtů vstupů/výstupů systémovou sběrnicí označenou TCL2
- kombinované analogové (diskrétní a čítačové) diskrétní vstupy na základním modulu
- integrovaná dvouvodičová instalační sběrnice CIB (Common Installation Bus) s volnou topologií pro připojení inteligentních elektroinstalačních prvků
- možnost spojení s operátorským panelem ID-14 v kompaktní celek

Softwarové parametry:

- integrovaný WEB server
- možnost tvorby programu volným skládáním a propojováním funkčních bloků v novém editoru vývojového prostředí MOSAIC, kompatibilním s normou IEC61131-3

Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje okolo 8500kč.

Typová řada	Binární I/O	Analogové I/O	Komunikační kanály	Displej/ klávesnice	Paměť programu
TC400	6.IV	2/-	2 serial	externí	32 KB
TC500	20/20	4.IV	2 serial	integrovaný	32 KB
TC600	48/44	24.VIII	3 serial	externí	32 KB
TC650	48/44	24.VIII	3 serial, 1 Ethernet	externí	64 + 64 KB
Foxtrot	až 134 DI/DO	až 80AI / 20AO	2× serial, 1×CIB, 1×Ethernet	externí	192 + 64 KB
TC700	přes 6500	až 3300/700	až10 serial, 2 Ethernet, 1 USB	externí	192 + 64 KB

Tabulka 3.1 Přehled PLC firmy
lka 3.1 Přehled PLC firmy Teco

3.5.2 Uživatelské panely

Operátorský panel ID-14

Obrázek 3.3 Operátorský panel ID-14

Operátorské panely umožňují obsluze řízené technologie sledovat a zadávat provozní data. Pro jednodušší aplikace je možné zvolit panely s alfanumerickým displejem a klávesnicí. Umožňují zobrazení textových zpráv, alarmů, zadávání parametrů, časových programů apod. Zobrazení znaků je možné zvolit v jedné ze čtyř kódových stránek, je možné zobrazení českých znaků i azbuky. Panely jsou v zástavbovém provedení a splňují požadavky pro nasazení v průmyslovém prostředí.

<u>Technické parametry:</u>

- operátorský panel ID-14 je určený pro řídicí systémy Foxtrot.
- je osazen podsvíceným LCD displejem 4×20 znaků s klávesnicí s 25 tlačítky.
- k systému je připojen systémovou sběrnicí TCL2 (obsluhuje se jako speciální periferní modul systému Foxtrot).
- připojit lze až 4 panely ID-14. Adresace se provádí přes klávesnici a displej v servisním režimu.
- panel umožňuje zobrazení znaků v kódových stránkách Kamenických, CP852, CP1250, CP1251 (cyrilice).
- panel je osazen pevně rozhraním RS-485 s protokolem TCL2, napájení 24 VDC.
- panel může být spojen s PLC Tecomat Foxtrot v jeden kompaktní celek
- obsluha panelů je v systému Foxtrot podporována speciální instrukcí / funkčním blokem TER a nástrojem PanelMaker v prostředí Mosaic.

Připojení k PLC:

- systémovou sběrnicí TCL2

Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje okolo 5500kč.

Grafický panel ID-15

Obrázek 3.4 Grafický panel ID-15

Tento grafický panel ID-15 je určen pro připojení k centrálním jednotkám systémů INELS a FOXTROT. Panel je osazen TFT LCD displejem 5,7" s rozlišením VGA a dotykovou obrazovkou. K centrální jednotce se připojuje přes rozhraní Ethernet 10/100 Mbit. Napájen je ze zdroje 24 VDC, příkon max. 5W. Volitelně je možné jej vybavit audio výstupem (možnost osazení varianty čelního panelu s reproduktorkem- zvukové signalizace atd.).

Panel je vybaven OS Linux s webovým prohlížečem, který může být připojen k Web serveru v centrálních jednotkách INELS a FOXTROT. Panel lze upevnit na zeď- montáž do upravené instalační krabice KO 110/L (je součástí dodávky panelu, pro montáž do dutých stěn) nebo do standardní instalační krabice KO 100E (montáž pod omítku). Provedení čelního panelu je dřevěný rámeček o rozměrech 180 x 150 mm.

Technické parametry:

Displej	TFT LCD , úhlopříčka 5,7“
Rozlišení displeje	640×480 bodů
Dotykový panel	s odporovou technologií
Komunikace	Ethernet 10/100 Mb/s
Rozhraní	1×RJ-45, 1× audio out
Napájení	24 V DC
Příkon	5 W
Montáž	do instalační krabice KO 110/L nebo KO100E

Připojení k PLC

- rozhraní Ethernet 10/100 Mbit.

Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje okolo 15000kč.

3.5.3 Prvky pro připojení k systému Inels

Jednotka vstupů IM2-80B

Obrázek 3.5 Jednotka vstupů IM2-80B

Jednotka vstupů IM2-80B je určena pro připojení až 8 zařízení s bezpotenciálovým kontaktem (jako jsou spínače, přepínače, tlačítka, PIR senzory, požární, plynové detektory a jiné). Vstupy IN1 - IN5 je možné použít i jako vyvážené.

Jednotka generuje napájecí napětí 12V DC/75 mA pro napájení externích prvků. Kontakty externích zařízení, připojených na vstupy jednotky mohou být spínací nebo rozpínací. IM2-80B v provedení MINI je určena pro montáž do instalační krabice.
Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje okolo 1600kč.

Spínací čtyřkanálová jednotka SA2-04M

Obrázek 3.6 Spínací čtyřkanálová jednotka SA2-04M

Spínací čtyřkanálová jednotka SA2-04M je určena pro spínání až čtyř nezávislých spotřebičů. SA2-04M obsahuje čtyři nezávislá relé s přepínacím bezpotenciálovým kontaktem.

Maximální zatížitelnost kontaktu je 16 A/4000 VA/AC1. Každý ze čtyř výstupních kontaktů je samostatně ovladatelný a adresovatelný. LED diody na předním panelu signalizují stav každého výstupu. Pomocí ovládacích tlačítek na předním panelu, lze měnit stav kontaktu jednotlivých relé manuálně a pro každé relé samostatně. SA2-04M v provedení 3-MODUL je určena pro montáž do rozvaděče, na DIN lištu EN60715. Jednotka je vyráběna ve dvou variantách použitého materiálu kontaktu relé AgSn a AgNi.
Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje okolo 2300kč.

Jednotka analogových vstupů

Tato jednotka zatím není v distribuci. Její vývoj byl dokončen a začíná výroba. Očekávaný začátek prodeje 9/2008.

Předběžné technické parametry:

Vstup v rozmezí 0-10V, 2-22mA

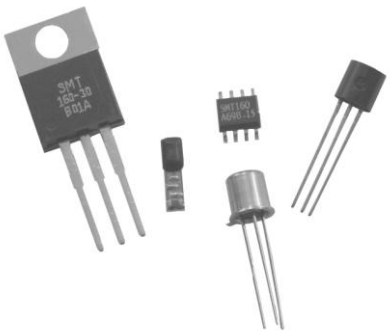
Čtyři nezávislé vstupy.

Odhadovaná pořizovací cena okolo 3000kč.

3.5.4 Senzory, snímače

Na trhu existují nejrůznější průmyslové snímače a čidla. Tyto snímače a čidla jsou zkonstruovány právě do těchto extrémních podmínek. Jelikož jejich ceny jsou značně až extrémně veliké, použití těchto čidel a snímačů by negativně ovlivňovalo cenu celého systému. Proto budou použity běžně prodávané a vyráběné snímače i za cenu toho, že nejsou uzpůsobeny do těchto extrémních podmínek a je nutné je mechanicky upravit pro toto použití.

Senzor teploty SMARTEC SMT 160-30



Obrázek 3.7 Senzor teploty SMARTEC SMT 160-30

Senzor teploty Smartec je integrovaný senzor vyrobený na křemíkovém substrátu s dvouhodnotovým (logickým) výstupním signálem. Výstupní signál senzoru ve tvaru impulsní šířkové modulace (modulace střídy- činitele plnění- impulsního průběhu) je kompatibilní s tvary vstupních signálů mikropočítačů a mikrokontrolorů a lze jej tedy bez nutnosti analogově- číslicového převodu jediným vodičem spojit přímo s některým ze vstupů PLC. Teplotní rozsah senzoru je -45°C až 130°C.Senzor se dodává v různých pouzdrech, jako jsou TO18, TO92, TO220 nebo pro aplikace v hromadné výrobě také v pouzdru SOIC.

Zdroj výstupního signálu má vlastnosti obdobné jako u obvodů typu C-MOS a dovoluje připojení kabelu o délce až 20m. Senzor SMT-160-30 je tedy velni dobře využitelný pro dálkové měření a řízení.

Technické parametry:

Napájecí napětí	4.75-7V
Napájecí proud	max. 200µA
Ochrana proti zkratu napájecího napětí)	bez časového omezení (v rozsahu
Rozsah pracovních teplot	-45 do +130°C
Celková přesnost	0.7 (-30 do +100°C) 1 2 (-45 do +130°C)
Nelinearita	max. 1°C
Vliv změn napájecího napětí	0.1°C/V
Opakovatelnost	0.2°C
Dlouhodobí drift	max. 0.05°C
Skladovací teplota	-50 do + 150°C

Pro navrhované použití je nutné tento snímač mechanicky upravit. Snímač by měl být umístěn v tepelně - vodivém a vodotěsném pouzdře. Mechanické úpravy mírně zhorší parametry tohoto snímače, a proto je nutné úpravy zohledňovat při odečítání měřených hodnot.

Připojení k PLC

- pomocí analogového vstupu

Střída impulsu = 0,320+0,00470*t (t = teplota ve °C)

Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje do 100kč.

Senzor vlhkosti DMS 100

Obrázek 3.8 Senzor vlhkosti DMS 100

Senzory řady DMS 100 jsou určeny pro stálá měření objemové vlhkosti půdy a sypkých látek. Jsou zapojeny v měřících sítích.

Senzor DMS měří na principu reflexní metody TDR objemovou vlhkost porézních materiálu (zemina, písek, suroviny pro keramický a sklářský průmysl, atd.). DMS měří vlhkost materiálu v celém objemu do vzdálenosti cca 100 mm od čidla. Měření téměř není závislé na minerálním složení pevné fáze materiálu. Díky tomu je možné senzor ve výrobě kalibrovat univerzálně na minerální materiál. Tato univerzální kalibrace způsobuje odchylku v určení objemové vlhkosti asi 1% oproti kalibraci na určitý materiál. Pro potřebu přesnějšího měření pro konkrétní materiál je třeba provést příslušnou kalibraci u výrobce. Příměs organické hmoty v množství do 10 % váhových se projevuje odchylkou v určení objemové vlhkosti asi 2 %, je-li senzor kalibrován na minerální materiál. Změna teploty materiálu o 10°C zapříčiňuje odchylku ve stanovení vlhkosti asi 1 % objemové. Senzor neměří vodní páru, led a vodu vázanou na povrchu pevné fáze. Měřící rozsah je 0 až 50% objemové vlhkosti.

Senzor je tvořen tvarovanými kovovými anténami vycházejícími z bloku elektroniky. Konstrukce senzoru dovoluje trvalé umístění v měřeném materiálu bez nároku na údržbu a zajišťuje jeho vysokou mechanickou odolnost.

Použití:

- měření vlhkosti půdy pro hydrologii, půdoznalectví, meteorologii, zemědělství, lesnictví
- monitoring životního prostředí- průsaky z odkališť a skládek odpadu
- . přímé řízení závlah skleníkových a polních kultur

Technické parametry:

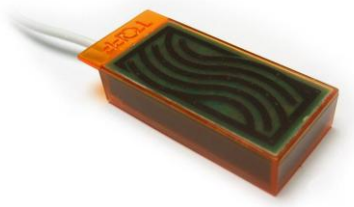
- měřící rozsah 0 - 50 % objemové vlhkosti
- rozlišení 0,1 %
- přesnost 0,2 - 0,5 %
- analogový výstup 4 - 20 mA
- digitální výstup RS232, vlhkost, teplota
- komunikační protokoly AiBus (TEDIA), ADAM (Advantech), ASCII, ev. MODBUS
- napájení 6 - 24 V DC / 0,03 A
- rozměry snímače 45 - 60 - 80 cm

Připojení k PLC

- analogový výstup 4 - 20 mA

Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje okolo 8000kč.

- **Senzor deště RD 12V**



Detektor deště, snímá a informuje řídící jednotku o vzniku deště. Senzor je vyhřívaný, a proto vždy správně zareaguje v případě že přestane pršet. Odolný proti mlze i mrazu.

Obrázek 3.9 Senzor deště RD 12V

Připojení k PLC:

- dvoupolohové spínání

Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje okolo 1000kč.

- **Čidlo slunečního záření RS81**

Obrázek 3.10 Čidlo slunečního záření RS81

Toto čidlo je určeno k měření intenzity slunečního záření. Měření je založeno na principu teplotní diference vzniklé slunečním zářením na černé a bílé ploše. Na připevněných termočláncích vzniká napětí, které je po zesílení přímo závislé na intenzitě slunečního záření. Ve spodní části čidla je umístěna výměnná šroubovací vysoušecí vložka s barevným indikátorem účinnosti. Čidlo se připevňuje na čep o průměru 12 mm a je zajištěno bočním šroubem M4. Elektrické připojení se provádí vodotěsným konektorem.

Technické parametry:

- Připojení dvoudrátové
- Měřící rozsah 0 až 1200 W/m^2
- Spektrální rozsah 0,3 až 3 um
- Napájecí napětí 15 až 24 V DC
- Časová konstanta 50 s pro 95%
- Výstupní proud 4 až 20 mA
- Max. zatěžovací impedance 500 R
- Rozsah pracovních teplot -30 až +60°C

Připojení k PLC

Analogový výstup 4 - 20 mA

Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje okolo 2000 Kč.

3.5.5 Řídící prvky

Servomotorů na ovládání oken, rolet je na trhu nepřeberné množství a záleží na konkrétním typu okna. Většina servomechanizmů má již řešeny koncové spínače.

Okenní hřebenový pohon - T80

Obrázek 3.11 Okenní hřebenový pohon - T80

Hřebenový pohon o síle 800N a stavitelný zdvihem až 1000 mm. Elektrický okenní pohon T80 je důmyslný a spolehlivý. Je určen pro velká a těžká okna.

Motor je vsazen do odolné, plastové skříně. Odolná dráha navržena pro zátěž 800N je vybavena hřebenem z antikorozní oceli. Hřeben je odolný proti zatížení (větrem, sněhem). Zátěž 800N představuje u střešního okna váhu cca 145 Kg a u svislého okna váhu cca 175 Kg.

Otočná konzole umožňuje kyvný pohyb pohonu a zabezpečuje spolehlivější funkčnost, menší opotřebení hřebene, převodů a celkově delší životnost celého zařízení. Koncové spínače jsou řešeny mikrospínači na obou stranách. Správným nastavením pohonu je vždy docíleno účinného dotěsnění okenní výplně. Pomocí jednoduché převodovky lze snadno k centrálnímu motoru připojit další dva tlačné body v libovolné vzdálenosti od centrálního pohonu. Díky tomuto řešení lze automatizovat i rozměrná okna bez nutnosti synchronizovat více pohonů.

Připojení k PLC

- dvoupolohový vstup

Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje okolo 2000kč.

Elektricky ovládaný ventil

Obrázek 3.12 Elektricky ovládaný ventil

Elektromagnetický ventil. Optimální geometrie ventilu pro minimální ztrátu tlaku. Připojení na závit 33,3 mm (G1)

Připojení k PLC

- dvoupolohový vstup

Pořizovací cena daného komponentu se pohybuje okolo 1000Kč.

Radiální ventilátor VORT MAX S

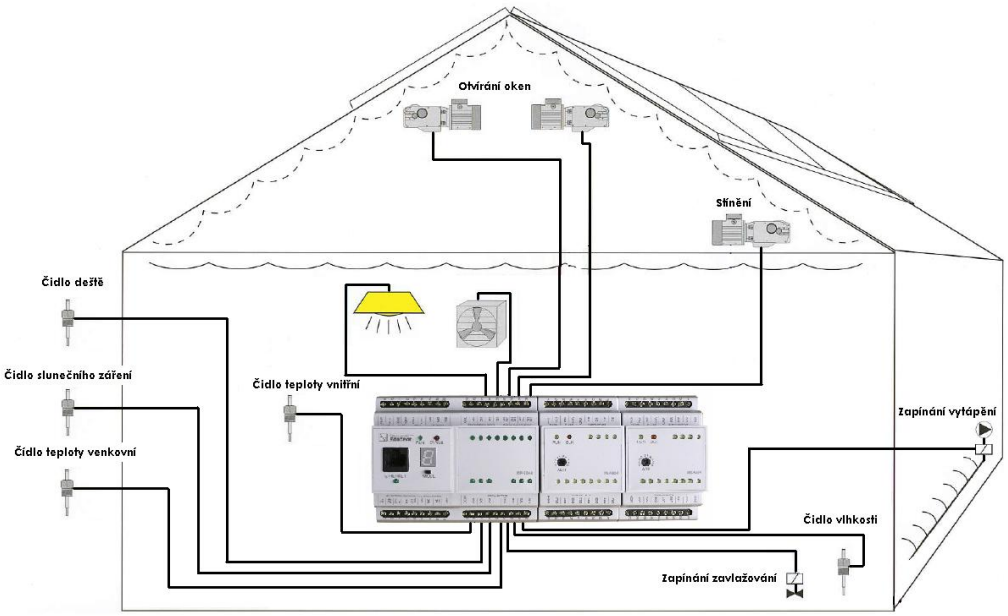
Odsávací radiální ventilátory s vysokým výkonem, výfukem do potrubí a montáží na stěnu nebo strop.

Obrázek 3.13 Radiální ventilátor VORT MAX S

Připojení k PLC

- dvoupolohový vstup

4 Koncept zapojení



Obrázek 4.1 Koncepce zapojení

4.1 Popis zapojení čidel a výstupů u PLC FOXTROT 1005

<u>Počet vstupů:</u>

4 x analog

3x digital

<u>Počet výstupů:</u>

2x analog

6x digital

<u>Seznam zapojení kontaktů:</u>

AI0…. Připojení senzoru teploty SMT 160-30 vnitřní

AI1…. Připojení senzoru teploty SMT 160-30 venkovní

AI2…. Připojení senzoru vlhkosti řady DMS 200

AI3…. Připojení čidla slunečního záření RS81

DI0… Připojení senzoru deště RD 12V

DI1… Připojení senzoru zavření/otevření větrání

DI2… Neobsazeno

DO0…Zapínání topení

DO1…Otvírání větrání

DO2…Zapínání ventilace

DO3…Zapínání zavlažování

DO4…Zapínání osvětlení (volitelné)

DO5…Alarm

AO0… Neobsazeno

AO1… Neobsazeno

4.2 Rozdíly v zapojení regulace u zimních zahrad, skleníků a dalších objektů

Při zapojování regulace je nutné dbát na to, aby řídící jednotka nebyla zbytečně vystavená extrémním podmínkám, jako například nadměrné vlhko a teplo. U zapojení zimní zahrady lze řídící jednotku umístit do suchých prostor domu. V případě skleníků nastává s umístěním jednotky problém, protože převážné druhy skleníků jsou konstruovány přímo ze skleněných desek a neexistuje možnost umístění jednotky do vnitřních prostor. Řídící jednotky se proto umisťují do venkovních vodotěsných rozvaděčových skříní.

5 Navrhovaný systém řízení

5.1 Popis hlavního programu

Hlavní program bude rozdělen do několika částí

a) Odečtení hodnot měřených veličin

b) Porovnání měřených dat s požadovanými a následné provedení akčních zásahů

c) Kontrola systému a diagnostika

d) Zobrazení nových údajů

Odečtení hodnot

Navrhovaný řídicí systém odečte aktuální měřené hodnoty. V případě použití více čidel hodnoty zprůměrňuje, popřípadě provede předem stanovené korektury. Výsledné odečtené hodnoty by měly co nejpřesněji popisovat skutečné hodnoty uvnitř a vně objektu.

Porovnání hodnot a regulace

V tomto kroku se z hlavního programu spouštějí jednotlivé podprogramy, které porovnávají žádané hodnoty s naměřenými a v případě zjištění mimo žádané meze začnou provádět příslušné akční zásahy.

Kontrola a diagnostika

Kontrolováno je připojení a dostupnost všech čidel. U každého čidla se kontroluje rozsah měřených hodnot, zda jsou v dostupných mezích. Následně se vyhodnocuje velikost a délka akčních zásahů v probíhajících regulacích. A dále kontrola celkového klimatu, pokud se některé hodnoty příliš odlišují od požadovaných, systém upozorní uživatele, aby nedošlo k poškození pěstovaných rostlin.

Zobrazení výsledků

Navrhovaný systém v tomto kroku zobrazí nové údaje na ovládacím terminálu. Zároveň se nové údaje zobrazí na webovém ovládacím panelu, případně v programu RELIANCE. Zjištěné chyby jsou systémem zobrazeny na ovládacím panelu. Pokud se jedná o závažnou poruchu, systém spustí alarm.

5.2 Koncept jednotlivých částí programu

5.2.1 Řízení teploty

Jestliže je teplota v objektu nižší než žádaná, zapne se větrák (promíchání vzduchu) a vytápění na dobu T1 (závisle na velikosti objektu a časové konstantě vytápění). Poté se topení vypne a čeká po dobu T2, po kterou se hodnota v objektu ustálí a je znovu odečtena.

Následně je zásah opětovně vyhodnocen:

- pokud je teplota stále nižší zapne se topení na dobu T_1 o určitou konstantu K delší a celý algoritmus se vrátí do bodu zapnutí vytápění (pouze s delším časem vytápění).
- pokud je teplota v mezích nastaví se výchozí hodnota T_1 a program se vrátí do klidu
- pokud je teplota vyšší než požadovaná, systém dá uživateli informaci, že jsou špatně nastavené hodnoty pro objekt a požádá o upravení konstant.

Pro vyšší teplotu než žádanou se zapne odvětrávání a otevřou se okna- podprogram ventilace. Zároveň proběhne kontrola teploty venkovní a vnitřní. Pro teplotu vnitřní nižší než požadovanou a venkovní teplotu vyšší než požadovanou se otevřou okna spolu se zapnutím vytápění - ušetří se tím energie za vytápění.

Nástin řídícího algoritmu (vlastní informativní popis):

T_1	Doba vytápění
$TEPLOTA1	Teplota vnitřní
$TEPLOTA2	Teplota venkovní
$T_{ventilace}$	Doba zapnutí ventilace
$T1_{výchozí}$	Doba prvního vytápění

IF $TEPLOTA1 < ŽÁDANÁ

TOPENI= ON

A:

Čekej dobu T_1

IF $TEPLOTA1 < ŽÁDANÁ

$T_1 = T_1 + K_{onstanta}$

Odskok zpět na A

ELSEIF $TEPLOTA1 = ŽÁDANÁ

$T_1 = T_{1výchozí}$

TOPENI = OFF

ELSEIF $TEPLOTA1 > ŽÁDANÁ

ERROR příliš dlouhý čas vytápění

ELSE IF $TEPLOTA1 > ŽÁDANÁ a zároveň $TEPLOTA2<= ŽÁDANÁ

VENTILACE = ON

OTEVRENI_OKEN = ON

B:

Čekej dobu $T_{ventilace}$

IF $TEPLOTA1 < ŽÁDANÁ

Odskok zpět na B

ELSEIF TEPLOTA = ŽÁDANÁ

VENTILACE = OFF

OTEVRENI_OKEN = OFF

ELSEIF TEPLOTA > ŽÁDANÁ

ERROR

5.2.2 Řízení zavlažování

Zavlažování je prováděno dle předem nastaveného denního cyklu. Doba zavlažování je předem stanovená dle objektu na dobu $T_{zavlažování}$. Před zavlažovacím cyklem je zkontrolována vlhkost půdy pomocí čidla a podle hodnot vlhkosti půdy se doba zavlažování prodlouží/zkrátí o +- 20% z doby $T_{zavlažování}$.

<u>Nástin řídícího algoritmu (vlastní informativní popis):</u>

$T_{zavlažování}$ = Uživatelem definovaná doba zavlažování (dle velikosti objektu a nároků)

$VLHKOST = Hodnota aktuální vlhkosti půdy

IF $VLHKOST > NORMAL

$T_{zavlažování} = T_{zavlažování} – 20\%$ z $T_{zavlažování}$

SPUSTIT Zavlažování

ELSEIF $VLHKOST < NORMAL

$T_{zavlažování} = T_{zavlažování} + 20\%$ z $T_{zavlažování}$

SPUSTIT Zavlažování

ELSE

SPUSTIT Zavlažování

5.2.3 Řízení mlžení a vlhkosti

Jestliže při kontrole vlhkosti je vlhkost vzduchu menší spustí se mlžení spolu s horizontálním ventilátorem. V případě vyšší hodnoty je spuštěno odvětrávání, popřípadě ventilace.

5.2.4 Kontrola slunečního osvětlení, stínění

Pomocí venkovního čidla osvětlení a s přihlédnutím k teplotě uvnitř objektu je objekt v případě velkého osvětlení zatemněn a otevírají se větrací otvory spolu se zapnutím ventilace.

5.2.5 Řízení umělého osvětlení

Program pomocí venkovního čidla kontroluje a zobrazuje průměrnou délku dne. Případně pomocí převodní tabulky určí roční období.

Pomocí přídavného osvětlení lze upravovat délku denního osvětlení pomocí dřívějšího zapnutí umělého osvětlení (konec slunečního dne zůstává stejný, den se prodlužuje zkrácením noci – tj. před rozedněním). Umělé osvětlení zůstává zapnuté po určitou dobu spolu s přirozeným osvětlením, aby byli co nejmenší výkyvy v osvětlení vegetace.

5.2.6 Ventilace

Ventilace je spouštěna z ostatních podprogramů v případě vysoké/nízké teploty a v případě vysoké vlhkosti vzduchu.

Samotná ventilace je provedena spuštěním ventilátoru a otevřením ventilace.

5.2.7 Diagnostika

V navrhovaném systému probíhá několik typů kontrol. První kontrola je propojení a příjem signálu z čidel. Následně systém kontroluje hodnoty měřených veličin, zda se pohybují v přípustných rozsazích a zda za určitý časový úsek se nezměnily o příliš velký skok.

Další systém provádí kontrolu délky a množství akčních veličin a povelů, aby se zabránilo například mechanickému opotřebování řídících prvků jako například otvírání a zavírání žaluzií atd.

Pokud nastane některá z neočekávaných událostí, systém podle vážnosti této události buď pouze na tuto událost upozorní, nebo v případě vážné chyby zastaví regulaci a spustí alarm.

5.2.8 Monitoring a řízení systému

Celý navrhovaný systém je možné řídit přímo pomocí nástěnného panelu, na kterém se průběžně zobrazují informace o regulaci. Další možností řízení je monitorovací a řídící program zobrazený přes Webový server. Systém je případně možné připojit k programu SCADA/HMI Reliance, který je určený pro monitorování a ovládání průmyslových technologií.

6 Porovnání finanční náročnosti

Shrnutí pořizovacích nákladů na jednotlivé typy řízení:

SENMATIC		
Řídící jednotka LCC Completa	70 000 Kč	
MS900CW Meteorologická stanice	60 000 Kč	
RTF-5 Kombinovaný senzor teploty a vlhkosti	20 000 Kč	
Přibližná pořizovací cena		150 000 Kč
Jednoúčelové prvky		
Řídící počítač zavlažování C 1030 plus	3500 Kč	
Termostat VRT390	3 500 Kč	
Termostat pro řízení větrání a stínění	1 500 Kč	
Přibližná pořizovací cena		8 500 Kč
Navrhované řešení		
PLC FOXTROT	9 200 Kč	
Operátorský panel ID-14	5 500 Kč	
Senzor teploty SMARTEC SMT 160-30	100 Kč	
Senzor vlhkosti DMS 100	8 000 Kč	
Senzor deště RD 12V	1 000 Kč	
Čidlo slunečního záření RS81	2 000 Kč	
Přibližná pořizovací cena		25 800 Kč
Navrhované řešení s použitím systému INELS		
Jednotka vstupů IM2-80B	1 600 Kč	
2x Spínací čtyřkanálová jednotka SA2-04M	4 600 Kč	
Jednotka analogových vstupů	3 000 Kč	
Senzor teploty SMARTEC SMT 160-30	100 Kč	
Senzor vlhkosti DMS 100	8 000 Kč	
Senzor deště RD 12V	1 000 Kč	
Čidlo slunečního záření RS81	2 000 Kč	
Přibližná pořizovací cena		20 300 Kč

Tabulka 6.1 Porovnání pořizovacích nákladů jednotlivých typů regulace

7 Závěr

V předkládané práci je nastíněna problematika řízení klimatu v nestandardních objektech, jakými jsou skleníky a zimní zahrady.

Provedená analýza současných typů řízení klimatu v těchto objektech a porovnání různých druhů těchto objektů, určuje požadavky na řízení a kontrolování těchto procesů. Navržený systém řešení inteligentního řízení menších skleníků a zimních zahrad dává možnost řídit, spravovat a diagnostikovat klimatizaci objektů za použití moderních informačních a zobrazovacích technologií.

Navržený systém se může připojit, případně se stát jednou ze součástí základních regulačních procesů v rodinném domě, čímž se sníží pořizovací náklady na další řídící jednotku a zvýší kvalita komplexní regulace, což se kladně projeví v pořizovacích i provozních nákladech při zabezpečení požadované kvality regulace.

8 Seznam použité literatury

[1] Materiály dodané společností Teco a.s.
http://www.tecomat.cz

[2] INELS® inteligentní elektroinstalace
http://www.inels.com

[3] Katalogové listy a manuály společnosti Senmatic A/S
http://www.senmatic.com

[4] Firemní literatura společnosti ADICOM Praha s.r.o.
http://www.aditech.cz

[5] Webové stránky společnosti TECHNOPARK ©
http://www.technopark.cz

[6] Chlazení a vzduchotechnika eVector.cz
http://www.evector.cz

[7] Materiály poskytnuté společností CLAUHAN s.r.o.
http://www.clauhan.cz

[8] Wikipedie
http://cs.wikipedia.org

[9] Monitorovací systémy životního prostředí společnosti ENVItech Bohemia s.r.o.
http://www.envitech-bohemia.cz

[10] Webové stránky společnosti Growman Plains s.r.o.
http://www.growshop.cz

[11] Propagační materiály společnosti Vaillant Group Czech s.r.o.
http://www.vaillant.cz

[12] Webový portál
http://www.zimnizahrady.net

9 Přílohy

9.1 Obsah přiloženého CD

bakalarska_prace.pdf	Text bakalářské práce ve formátu PDF.
prilohy	Adresář s přílohami

9.1.1 Seznam příloh na CD

INELS2.pdf	Katalog společnosti INELS.
Katalog-foxtrot-inels.pdf	Katalog FOXTROT+INELS.
SENMATIC_LCC900.pdf	SENMATIC: Řídící jednotka LCC900.
SENMATIC_LCCCompleta.pdf	SENMATIC: Řídící jednotka LCCCompleta.
SENMATIC_MS900.pdf	SENMATIC: MS900CW Meteorologická stanice.
SENMATIC_RTV-5.pdf	SENMATIC: Senzory teploty a vlhkosti.
Katalog_dms100.pdf	Katalogový list: Čidlo DMS100.
Katalog_smt160-30.pdf	Katalogový list: Senzor teploty SMT 160-30.
Katalog_rs-81.pdf	Katalogový list: Čidlo RS-81.
Tecomat_foxtrot.pdf	Tecomat Foxtrot – brožura.
Tecomat_txv00410.pdf	Tecomat Foxtrot (příručka).
Tecomat_txv00411.pdf	Příručka projektanta systémů Foxtrot.
Tecomat_txv00233.pdf	Tecomat: Operátorský panel ID-14.
brozura-inels.pdf	Brožura prvků INELS.
Prospekt_vrt_390.pdf	Prospekt termostatu vrt 390.