

Vyšší odborná škola, Střední škola,
Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí II.,
Budějovická 421



Absolventská práce

-

**Řízení technologie vytápění primární části
plynové kotelny polyfunkčního centra
Soběslavska**

Sezimovo Ústí II.

Milan Duda



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Milan Duda**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Řízení technologie vytápění primární části plynové kotelny společenského centra Soběslavska**

Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte schéma zapojení rozváděčové soupravy a vlastní technologie ústředního topení (dále jen ÚT) objektu.
2. Realizujte prostřednictvím návrhového systému DetStudio řízení ÚT.
3. Realizujte interní PC síť pro 1xPC a 2xAmini2DS, tuto síť vnořte do PC sítě objektu.
4. Odzkoušejte svou práci na reálném objektu polyfunkčního domu v Soběslavi.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

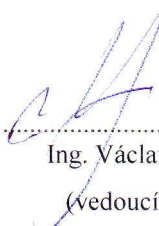
Doporučená literatura:

- [1] ŠMEJKAL, L., A MARTINÁSKOVÁ, M., *PLC a automatizace*, 2007, ISBN 80-86056-58-9.
- [2] ŠMEJKAL, L., *PLC a automatizace 2*, 2005, ISBN 80-7300-087-3.
- [3] AMINI2(D), Návod k obsluze, verze 1.0.
- [4] ŠEDIVÝ, V., *Automatizace v praxi část 1 až 12*, IC COP.

Vedoucí práce: Ing. Václav Šedivý, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce: Ing. Alexej Salzman, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Oponent práce: Ing. Jiří Kroutil, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **1.9.2010**

Datum odevzdání absolventské práce: **6.5.2011**


.....
Ing. Václav Šedivý
(vedoucí práce)



V Sezimově Ústí dne 3.12.2010


.....
Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

Prohlášení:

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě absolventskou práci, zpracovanou na závěr studia na VOŠ,SŠ – COP, Sezimovo Ústí II.

Prohlašuji, že jsem tuto absolventskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, které jsou nedílnou součástí této absolventské práce.

V Sezimově Ústí dne ..5.5.2011.....

Podpis:.....

Poděkování

Dovoluji si poděkovat panu Ing. Václavu Šedivému za odborné vedení a za cenné rady při zpracování projektu, dále si dovoluji poděkovat panu Ing. Pantoflíčkovi za dodaná technická data a technická specifika. Dovoluji si poděkovat vedení města Soběslav jako finančnímu investorovi. Paní Linhartové obsluze Multifunkčního Centra Soběslav. Dále si dovoluji poděkovat také panu Ing. Alexeji Salzmanovi a firmě Amit za cenné odborné konzultace. Za pomoc s cizojazyčnou anotací si dovoluji poděkovat panu Ing. Chalupovi.

Anotace /CZ/

DUDA, M. *Řízení technologie vytápění primární části plynové kotelny polyfunkčního centra Soběslavska.* Sezimovo Ústí: Elektrotechika-mechatronické systémy VOŠ, SŠ, COP 2011. 57s. Absolventská práce,

Vedoucí: Ing. Václav Šedivý.,

Absolventská práce je zaměřena na návrh řízení primární části plynové kotelny multifunkčního centra Soběslav. Popisuje způsob úpravy dříve neřízeného vytápěného systému na samostatně činnou jednotku, která je ovládána pouze pomocí počítače z kanceláře objektu. Dále práce obsahuje zhotovenou výkresovou dokumentaci k elektrickému rozvodu a program instalovaný do řídicího systému AMiNi2DS, pomocí kterého je řízena celá otopná soustava Společenského centra Soběslavska.

Annotation /ENG/

This graduate work is focused on the control of the primary part of the gas boiler design in multifunction center in Soběslav. It describes the way of modifications previously uncontrolled heated system to the self-employed unit that is controlled just by a computer from the office building. Next this work includes some technical drawings for the electric distribution and the program installed to the control system AMiNi2DS, by the help of it is controlled all heating system of the Community Centre in Soběslav.

Obsah

1	Úvod.....	3
1.1	Historie řízení.....	4
1.2	Historie řízení pomocí PLC Modicon 084.....	7
1.3	Historie vývoje spolehlivosti PLC a příslušenství.....	9
1.4	Vývoj a budoucnost řídicích technologií.....	12
2	Popis technologie vytápění.....	13
2.1	Plynová kotelná.....	14
2.2	Větrání plynové kotelny.....	15
2.3	Potrubi rozvod.....	16
2.4	Nátěry a tepelné izolace.....	17
2.5	Otopná tělesa.....	17
2.6	Nutné provedené instalace.....	18
2.7	Bezpečnostní opatření.....	19
3	Návrh elektroinstalace a realizace elektroinstalace.....	20
3.1	Zdroje el. napětí.....	21
3.2	AMiNi2DS.....	23
3.3	DM-RDO12.....	24
3.4	Ni - 1000 – tepelné čidlo.....	25
3.5	Rozvaděčová souprava.....	26
3.6	Čerpadla.....	29
4	Návrh programového vybavení AMiNi2DS.....	31
4.1	Postup při návrhu řízení kotelny.....	32
4.2	PID regulátor.....	35
4.3	DetStudio.....	39
4.4	Komunikační protokol ARION.....	44

4.5	Ethernetová síť a AMiNi2DS.....	45
4.6	Vývojový diagram	46
5	Seznam proměnných.....	47
6	Analýza výsledků a diskuze	51
6.1	Porovnání výsledků s cíly	51
6.2	Diskuze a širší interpretace získaných údajů	51
6.3	Diskuze k filozofii projektu	51
6.4	Diskuze k cíli celého projektu	51
7	Závěr	52
8	Literatura.....	53
9	Internetové odkazy.....	53
10	Seznam obrázků	54
11	Seznam tabulek	55
12	Seznam zkratk	56
13	Seznam příloh	57
14	Obsah CD	58

1 Úvod

Témá své absolventské práce jsem si zvolil řízení vytápění primární části plynové kotelny polyfunkčního centra v Soběslavi. Toto téma jsem si vybral, protože Centrum bylo v roce 2006 zasaženo povodní, která napáchala škody na vybavení. Poté v roce 2007 začaly opravy celé budovy a vznikly požadavky na modernizaci celého objektu a také topení, aby nebylo potřeba přímého lidského zásahu do vytápění této budovy.

První část se zabývá upravami primárního okruhu. Tato kapitola obsahuje základy výroby teplé vody nízkotlakými kotly na zemní plyn, řízení jejího rozvodu po celém areálu. Samozřejmě nezapomínáme se věnovat také bezpečnosti, která je spojena s provozem plynové kotelny a kotelnám všeobecně.

Druhá část je věnována realizaci a návrhu nové elektroinstalace, která byla potřeba kompletně nová. Dříve totiž nebyly plynové kotle řízeny programovatelným automatem, jako to bylo naplánováno po rekonstrukci. Tato kapitola se věnuje všem použitým prvkům v elektrické části.

Třetí část se zabývá návrhem programového vybavení automatu AMiNi2DS. Pro návrh tohoto softwarového vybavení je použit program DetStudio od společnosti AMiT. Samozřejmě si probereme stručný postup při navrhování aplikací pro kotelny. Rozebereme si náročnost programování automatů od firmy AMiT, konkrétně AMiNi2DS. V přílohách potom je celý program primární části kotelny.

Závěrečná část se věnuje zhodnocení celého projektu, jestli je vůbec možné tuto technologii navrhnout a provozovat jí bez problému v tomto prostředí. Pro ještě případné nedostatky práce je provedena diskuze s učiteli odborných předmětů a některými žáky školy.

1.1 Historie řízení

- **Tři počáteční cesty vývoje**

Asi nejvíce se píše o prvních krůčcích vývoje PLC v závodě divize Hydra-matic společnosti GM. Několik techniků zde spolupracovalo na koncepci tehdy označované „standardní řídicí systém strojů“. Své představy konzultovali s technologickými dodavateli společnosti GM, jako byly společnosti DEC a 3I. Technici společnosti GM měli představu o systému, který nahradí poruchové reléové panely a zajistí jednodušší rozhraní mezi počítači a stroji. Mezitím se Bedford Associates, malá firma z Nové Anglie, kterou bychom podle dnešních měřítek označili za integrátora řídicích systémů, vydala druhou cestou. Společnost Bedford Engineers vyvinula řídicí systém, který by nahradil drahé minipočítače a zkrátil dobu programování pro nejrůznější aplikace obráběcích strojů. Třetí cestou šla v tu dobu divize systémů společnosti Struthers-Dunn. (S-D byl výrobcem relé, ve své době proslulý díky své kapesní „Příručce reléové techniky“, která technikům říkala, jak pomocí relé provádět logické operace a další chytré věci). Společnost Struthers-Dunn Systems měla rovněž silné vazby na automobilový průmysl a byla si dobře vědoma nedostatků panelů s relé a časovači v prostředí sériové výroby automobilů. Záměr společnosti byl v mnohém podobný jako u skupiny GM v Ypsilanti, totiž vyvinout produkt, který by nahradil drahé a nespolehlivé panely s relé a časovači.

- **Počátky logických jednotek**

Počátky prvních jednoduchých logických řídicích jednotek lze datovat do 50. let dvacátého století. Skutečně prudký vzestup v této oblasti ovšem nastal až počínaje rokem 1984, když se objevily standardní programovací jazyky a odpovídající hardware s vlastní inteligencí. Každý z uživatelů mohl začít psát programy způsobem, který mu vyhovoval a byl mu blízký. Závodní elektrikář dal pochopitelně přednost postupovému diagramu vycházejícímu ze schématu elektrického obvodu. Řídící technici zabývající se spojitými technologickými procesy požadovali funkční grafy znázorňující řídicí sekvence způsobem nezávislým na konkrétním použitém zařízení, což je metoda standardně zavedená v chemickém průmyslu. A mladí lidé, kteří se již učili programovat s použitím programovacích jazyků, směřovaly k záznamu programů v textové podobě, což je vedlo k používání tzv. seznamů příkazů (*statement lists*), tj. mnemotechnických zkratk programových příkazů a adres. Významnou roli zde hrála také úroveň vzdělání. Uvedené různé pohledy daly vzniknout třem hlavním způsobům zápisu programů (jazykům); v praxi byly zavedeny:

jazyk kontaktních schémat (Ladder Diagram – LD), abstraktní forma obvodového schématu vhodná zejména k zobrazení logických řídicích sekvencí,

jazyk funkčních bloků (Function Block Diagram – FBD), umožňující programovat s použitím symbolů funkcí definovaných současně normami DIN a IEC,

jazyk mnemokódů (Statement List – STL, Instruction List – IL), v němž se programované funkce popisují při použití mnemotechnických zkratk nebo matematických symbolů obvodové algebry.

Technické inovace rychle následovaly jedna za druhou a s nimi začala růst také popularita programovatelných automatů. Řídící jednotky byly stále výkonnější a již se neomezovaly jen na základní sadu binárních instrukcí spjatou s původními programovatelnými automaty. Čím dál tím více rostla také jejich schopnost realizovat velmi složité funkce ve velmi krátkých časových cyklech. Výpočetní moduly vykonávaly potřebné řídicí funkce, zatímco desky I/O pro připojování periferních zařízení byly stále častěji nahrazovány komunikačními deskami umožňujícími přenášet data po digitálních komunikačních sběrnících.

- **PLC, nebo PC**

Na téma náhrady programovatelných automatů technikou založenou na osobních počítačích se v odborných kruzích diskutuje již mnoho let. Že PC může vykonávat funkce programovatelného automatu, zní logicky, zejména je-li jasné, že řídicí program nepotřebuje zdaleka tolik paměťového prostoru, jakým PC běžně disponuje. Zprávy o těchto trendech se objevují v odborném tisku znovu a znovu od začátku 90. let minulého století. V rozporu s prognózami však k této náhradě stále ještě nedošlo. Oba způsoby koexistují bez jakýchkoliv problémů a každý z nich nachází uplatnění tam, kde lze plně využít jeho silné stránky. Je-li pro automatizační úlohu důležité zpracování dat nebo spojení s periferními zařízeními charakteristickými pro PC, např. tiskárnami, má smysl rozhodnout se pro řešení založené na PC. Zajímavé automatizační systémy vytvořené na bázi PC s použitím produktů typu softPLC, slotPLC nebo i vestavných (*embedded*) systémů lze najít v různých odvětvích průmyslu, od automobilového po zpracování dřeva, při balení zboží, v logistice atd.

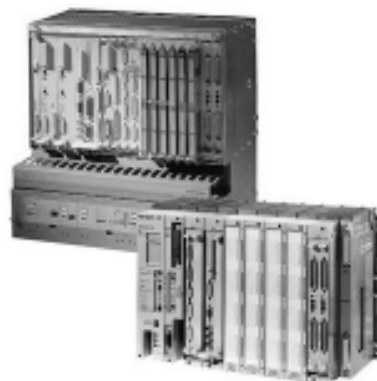
V případě „vestavné automatizace“ jsou kombinovány vlastnosti tradičních, modulárních programovatelných automatů s vlastnostmi otevřených a přizpůsobivých automatizačních systémů založených na PC. Z pohledu uživatele jde o produkty dodávané tzv. na klíč s jednoznačně definovanými vlastnostmi a současně kompatibilní s běžným prostředím PC a automatizační techniky.

Jednotná řada produktů a její vhodná softwarová podpora (tzn. že jak standardní PLC, tak i vestavné systémy anebo systémy založené čistě na PC se programují stejně a využívají stejnou sadu instrukcí a stejné komunikační funkce) umožňuje přistupovat k výběru nejvhodnějšího systému s maximální možnou volností. Uživatelské programy mohou běžet ve standardním programovatelném automatu, na softPLC nebo slotPLC i ve vestavném systému. Není tedy důvod ke vzniku dalších konfliktů. Lze použít nejlepší řešení vybrané podle toho, které konkrétní úlohy jsou v daném případě důležité. Více než 90 % všech uživatelů automatizačních systémů nicméně dává i nadále přednost programovatelným automatům – se všemi jejich přednostmi, jakými jsou např. determinismus, odolnost a informační bezpečnost (odolnost proti virům atd.).

1.2 Historie řízení pomocí PLC Modicon 084

V roce 1967 bylo pro společnost Morley velkým problémem zhruba šestiměsíční období programovacího času, které bylo potřebné pro zprovoznění instalace každého minipočítače běžícího na pracovišti klienta. Mnoho projektů společnosti Bedford vypadalo stejně, a proto bylo velmi frustrující sledovat náklady a čas potřebný pro neustále se opakující programování a ladění. Proto společnost Morley začala uvažovat o tom, jak postavit jednodušší, ale odolnou řídicí jednotku počítačového typu, která by mohla nahradit minipočítače při řízení obráběcích strojů a při související manipulaci s díly. Jak říkal Dick Morley, na procházce po novoroční oslavě 1. ledna 1968 vypracoval 12stránkový koncept, který je považován za vůbec první dokumentace aktivit na vývoji PLC. Společnost Bedford měla již v březnu hotový a funkční prototyp, kterému říkali „Hlupák“ („Stupid“). Byl to 84. projekt této společnosti, tudíž prototyp regulátoru dostal oficiální číslo 084 – podle číslovacího systému projektů spoluzakladatele společnosti Bedford George Schwenka. První předvedení modelu 084 se uskutečnilo ve firmách Bryant Grinders a Landis Machines. V květnu 1968 se obchodní ředitel společnosti Bedford Associates Lee Rousseau zúčastnil fóra Westinghouse Annual Machine Tool Forum ve Philadelphii. Zde zástupce divize Hydra- matic společnosti GM prezentoval seznam přání a specifikací pro standardní řídicí systém strojů. Rousseau se okamžitě rozhodl navštívit Detroit.

Návštěva oblasti Detroitu však zcela převrátila Rousseauovo vnímání trhu a společnosti Bedford bylo navrženo, aby otevřela samostatný výrobní závod. Společnost by zůstala poskytovatelem služeb technického zajištění a byla by vytvořena také výrobní společnost. Čtyři dodavatelé – 3I, DEC, Allen-Bradley a Century Detroit zpočátku obdrželi kopie předběžných specifikací od společnosti GM. Do jednání byly krátce poté začleněny také společnosti Cutler-Hammer, Cincinnati Milling Machine a Bedford Associates. Z této skupiny pouze firmy 3I, DEC a Bedford Associates reagovaly nabídkou produktu. Jako první dodala společnosti GM produkt firma DEC, když v červnu 1969 dodala jednotku



Obr. 1 Modicon 084

PDP-14 a nainstalovala ji na brousicím stroji. O něco později, v létě stejného roku, dodala společnost 3I své zařízení PDQ-II pro řízení segmentu montážního stroje (zkratka PDQ znamenala „převodník programových dat“, z anglického „Program Data Quantizer“). Společnost Bedford Associates, po otevření své nové výrobní společnosti – Modicon, dodala jednotku 084 v listopadu 1969; ta nahrazovala reléové panely stroje na broušení ozubených kol. Po prvním vyhodnocení v provozních podmínkách se společnost Square D dohodla se společností DEC a začala prodávat zařízení PDP-14 a 14L, Modicon 084 pod vlastní značkou GE jakožto GE PC-45 a společnost Struthers-Dunn Systems začala prodávat svou řadu VIP. Ceny těchto prvních PLC se pohybovaly v rozmezí 3 500 až 7 000 dolarů. Protože cena PLC byla přijatelná pro většinu výrobních operací, informace o nových programovatelných automatech se velice rychle rozšířily.

1.3 Historie vývoje spolehlivosti PLC a příslušenství

Důležitou vlastností, která přispěla k úspěchu programovatelných automatů, je jejich robustnost (odolnost). Moderní řídicí systémy lze poměrně snadno vytvářet při použití modulů, které se obejdou bez ventilátorů a přídavného chlazení. Mnohé moduly lze vyjímat i vkládat dokonce bez vypnutí napájecího napětí. Pro současné programovatelné automaty je charakteristická schopnost realizovat početnou a v mnoha ohledech rozšířitelnou množinu funkcí, jako je např. čítání, měření v různých módech, nastavování polohy, regulace nebo řízení na bázi vaček. Díky široké nabídce procesorových modulů – od zařízení pro začátečníky až po nejvýkonnější modely – lze v současnosti vhodně vyřešit téměř jakoukoliv řídicí úlohu.

Přes různá komunikační rozhraní lze programovatelné automaty připojit ke všem hlavním sběrnicevým systémům, ať už jde např. o standardy AS-Interface, Profibus nebo Profinet. Moderní informační technika, jejímž základem je průmyslový Ethernet, umožňuje jednoduše vytvářet místní i globální podnikové sítě. Základem spolehlivého přenosu dat v globálním měřítku je protokol TCP/IP. V důsledku použití webových metod a funkcí elektronické pošty lze nyní v oboru automatizace komunikovat v celosvětovém měřítku.

Co se týče programování a inženýringu, může si každý vybrat nástroje „podle svého gusta“ – od již dříve uvedených základních programovacích jazyků LD, FBD a STL po grafické jazyky pro sekvenční automaty, dále stavové diagramy, sekvenční přechodové diagramy i vyšší programovací jazyky, jako je např. SCL (*Structured Control Language*). Pro usnadnění servisu a údržby jsou veškerá data tvořící automatizační projekt spolu se všemi symboly a poznámkami uložena přímo v procesorové jednotce automatu. Takto jsou neustále k dispozici veškerá data ve své aktuální podobě. Zvláštní pozornost je při návrhu a vývoji řídicích programů věnována uniformitě. Rostoucí složitost automatizačních systémů je naproti tomu třeba zmenšit použitím inženýrských nástrojů. Opakované a rutinní vkládání shodných či podobných dat znamená nejen práci navíc, ale také riziko většího počtu chyb. Oběma uvedeným problémům je třeba se vyhnout patřičnou souhrou moderních inženýrských nástrojů pro tvorbu řídicích programů spolu s využitím operátorských rozhraní (*Human Machine Interface* – HMI) a komunikačních prostředků. Navíc se pro výměnu (import, export) dat např. s nadřazenými projektovými nástroji používají otevřená rozhraní. Současně

jsou zde také simulační metody, které umožňují zkrátit fázi testování a lze je použít i k optimalizaci sekvenčních procesů, aniž je třeba mít k dispozici cílový hardware.

Oblast, v níž se uplatňují programovatelné automaty, se v posledních několika letech rozšířila o obor řízení spojitých technologických procesů. Musí být tudíž možné řídicí systém měnit či doplňovat bez jeho zastavení – bez ohledu na to, zda je třeba instalovat dodatečný snímač nebo akční člen, nebo na desce nově nastavit hodnoty parametrů např. regulátoru. Programovatelné automaty pronikly do oboru spojitých technologických procesů také díky nabídce hardwaru a softwaru umožňujícímu realizovat systémy jiskrově bezpečné, odolné proti výpadku a s vysokou pohotovostí a takové formy inženýrku, které odpovídají zvyklostem v tomto oboru.

V řídicím systému jsou vestavěny výkonné diagnostické funkce, které zvyšují jeho pohotovost a pomáhají při jeho uvádění do chodu. Závady lze rychle odstranit díky hlášením podávaným v podobě srozumitelného textu v místním jazyce a indikujícím typ závady spolu s časovou známkou. Nápravu lze uskutečnit buď přímo na místě v provozu, nebo při použití diagnostiky na dálku. Pro úlohy se zvláště vysokými požadavky na pohotovost řídicího systému jsou nabízeny řídicí jednotky s vysokou mírou pohotovosti, v nichž při poruše právě činné řídicí jednotky okamžitě přebírá řízení druhá jednotka, s ní identická a pracující v režimu tzv. horké zálohy. Tím se zabráňuje zastavení výroby v továrnách s nepřetržitým provozem.

Současné programovatelné automaty mohou řídit i extrémně rychlé děje. Přitom jsou nutné definované a reprodukovatelné doby odezvy zařízení – a to i v případě distribuovaných systémů. Signály z periferních jednotek musí být čteny, popř. do jednotek vysílány ekvidistantně v čase a musí být synchronizovány s příslušným uživatelským programem. S takovouto izochronní vazbou lze při použití moderních sběrníkových komunikačních systémů realizovat i složité úlohy řízení polohy a pohybu.

Od každého vysoce výkonného programovatelného automatu se v současné době vyžaduje také odolnost proti selhání. Všude, kde je třeba zajistit maximální bezpečnost lidí a strojů, popř. šetrnost k životnímu prostředí, jsou nepostradatelné tzv. bezpečnostní řídicí jednotky, vhodné pro diferencované zpracování bezpečnostních signálů a realizaci funkcí spjatých s funkční bezpečností zařízení. Vyskytne-li se porucha, uvedou stroj či zařízení okamžitě do bezpečného stavu. Současné špičkové řídicí jednotky se vyznačují integrovaným pojetím bezpečnosti, což znamená, že bezpečnostní část je kombinována

se standardní automatizační technikou v jeden transparentní celek. Data související s bezpečností se přenášejí po existujících standardních sběrnících, jako je Profinet, Profibus nebo AS-Interface. Současný přenos standardních i bezpečnostních dat po téže sběrnici zjednodušuje zavedení automatizačního systému a snižuje náklady.

1.4 Vývoj a budoucnost řídicích technologií

Úspěch výrobních podniků rozhodujícím způsobem závisí na rychlosti a efektivitě, s jakou dokážou reagovat na měnící se požadavky a tržní trendy nabídkou nových produktů. Principiálně důležité je nejen minimalizovat dobu mezi vyprojektováním a uvedením zařízení do chodu, ale i efektivně projektovat a zajistit růst produktivity po celý životní cyklus výrobního zařízení či ještě dále. A toto je třeba realizovat bez ohledu na náklady a tlak ze strany konkurence. Konečným cílem je tzv. digitální továrna (*Digital Factory*), v níž jsou světy návrhu výrobku, výstavby výrobního zařízení a automatizace (společně se svými různými inženýrskými nástroji) provázány způsobem sice většinou standardizovaným, přesto však v maximální možné míře přizpůsobivým. Uvedený způsob umožní efektivněji využívat příležitosti otevírající se na trhu a minimalizovat dobu potřebnou k uvedení nových výrobků na trh. Významnou úlohu v uvedených souvislostech má virtuální uvádění do chodu při použití simulace, které umožňuje zajistit kvalitu inženýrských činností od velmi raného stadia projektu a zkracuje dobu potřebnou ke zprovoznění reálného zařízení. Vytvářený softwarový projekt je nejprve testován v simulačním prostředí na virtuálním datovém modelu výrobního zařízení. Poté software běží v prostředí reálného programovatelného automatu kombinovaného s virtuálním modelem zařízení. Ke včasnému ověření způsobu vizualizace zařízení lze v této fázi použít také reálné řídicí pulty. Virtuální komponenty lze poté krok za krokem nahrazovat reálným hardwarem. Aby bylo možné uskutečnit myšlenku digitální továrny, je ovšem třeba překonat určitá omezení a problémy s rozhraními: relační správa dat a zdokonalený tok informací samy o sobě nestačí.

Další vývoj v oblasti automatizačních systémů tudíž primárně nepůjde cestou individuálního rozvoje jednotlivých komponentů a výrobků. Dominantním úkolem naopak bude integrace všech komponent automatizačních systémů, tj. integrace v pojetí obvyklém v oboru IT. Programovatelný automat přitom i nadále bude klíčovou komponentou moderních automatizačních systémů. Díky svým základním vlastnostem, zejména odolnosti a výkonnosti, a schopnosti integrovaným způsobem realizovat nejrůznější potřebné měřicí, řídicí i bezpečnostní funkce je zkrátka nepostradatelnou součástí automatizační techniky.

2 Popis technologie vytápění

Pro tuto oblast je nutná vysoká znalost technologie, které budeme řídit, proto se tomuto bodu budu krátce věnovat. Úkolem této kapitoly je popsat systém ústředního teplovodního vytápění do objektu rekonstruovaného Společenského centra Soběslavska.

Systém vytápění objektu je navržen jako teplovodní s nucenou cirkulací topné vody. Teplotní spád v primárním okruhu kotelny a v okruhu vzduchotechniky bude 80/60°C. V sekundárních okruzích jednotlivých topných okruhů vytápěných otopnými tělesy bude teplotní spád 70/55°C.

Zdrojem tepla bude stávající plynová teplovodní kotelna umístěná v suterénu, ve které jsou osazeny dva litinové článkové kotle s atmosférickými hořáky na spalování zemního nízkotlakého plynu.

Otopný systém je pojištěn pojistnými ventily s membránou osazenými na jednotlivých výstupních potrubích topné vody z plynových kotlů v pojistných úsecích. Vyrovnávání objemu topné vody v otopném systému způsobené vlivem teplotní roztažnosti je řešeno tlakovou expanzní nádobou s membránou o celkovém objemu 80 l a pracovním přetlaku max. 250 kPa. Doplnění vody do otopného systému bude řešeno z vodovodního řádu ručně obsluhou kotelny v závislosti na tlaku v otopném systému.

Sekundární systém vytápění objektu bude členěn na tři samostatné topné okruhy – otopná tělesa, vzduchotechnika a ohřev TUV.



Obr. 2 Plynový kotel VIADRUS G34-50

2.1 Plynová kotelna

Plynová kotelna je umístěna v suterénu budovy. Jedná se o plynové odběrné zařízení s kotli do 50 kW a s celkovým instalovaným výkonem do 100 kW. Přístupná je kotelna dveřmi z venku přes samostatné schodiště.

V kotelně jsou instalovány dva litinové článkové kotle s atmosférickými hořáky typu VIADRUS G34-50 o instalovaném výkonu 2 x 48 kW. Kotle jsou napojeny samostatně kouřovody kruhového průřezu průměru 150 mm z nerezového plechu na stávající vyvložkovaný komín. Komín je ukončen nad nejvyšší částí střechy. Celková účinná tahová výška komínu je cca 12 m.

Jištění systému proti překročení vnitřního přetlaku nad hodnotu 250 kPa je provedeno pojistnými membránovými ventily osazenými v pojistných úsecích na tělesech jednotlivých plynových kotlů. Pro vyrovnání objemových změn topného media je na systém napojena tlaková expanzní nádoba o objemu 80 l. Doplnění vody do systému bude řešeno přetlakem z vodovodního řádu přes kulový uzávěr a zpětný ventil.

Cirkulace topné vody v systému bude provedena pomocí oběhových čerpadel Grundfos osazených v jednotlivých topných okruzích plynových kotlů a v jednotlivých topných okruzích sekundárního otopného systému a vzduchotechniky. Primární část systému bude od sekundárního rozvodu oddělena rozdělovačem a sběračem.



Obr. 3 Plynová kotelna s dvěma kotly VIADRUS G34-50 v levo je vidět elektro rozvaděč

2.2 Větrání plynové kotelny

Větrání plynové kotelny je řešeno dle ČSN 070703 a ČSN EN 1775. Prostor plynové kotelny je větrán přirozeným větráním. Přívod spalovacího vzduchu je proveden otvorem ve vstupních dveřích do kotelny opatřeným z venku mřížkou nad podlahou kotelny.

Odvod vzduchu z plynové kotelny je proveden pod stropem kotelny z protilehlého rohu, než je vyústěn přívod vzduchu a napojeným do větracího průduchu komínu.

Důvody větrání:

1. Únik plynu

Možnost úniku plynu není vyloučena ani v tom nejlepším systému. Proto je tuto látku, která je výbušná, nutno hlídat, aby nedošlo k její velké koncentraci. Proto jsou tyto prostory vždycky dobře větrány, aby nikdy nedošlo ke kritické koncentraci a následnému výbuchu, kdyby došlo k manipulaci s otevřeným ohněm, nebo jiskření. Kritická koncentrace ve vzduchu je 10%.

2. Spalování kyslíku

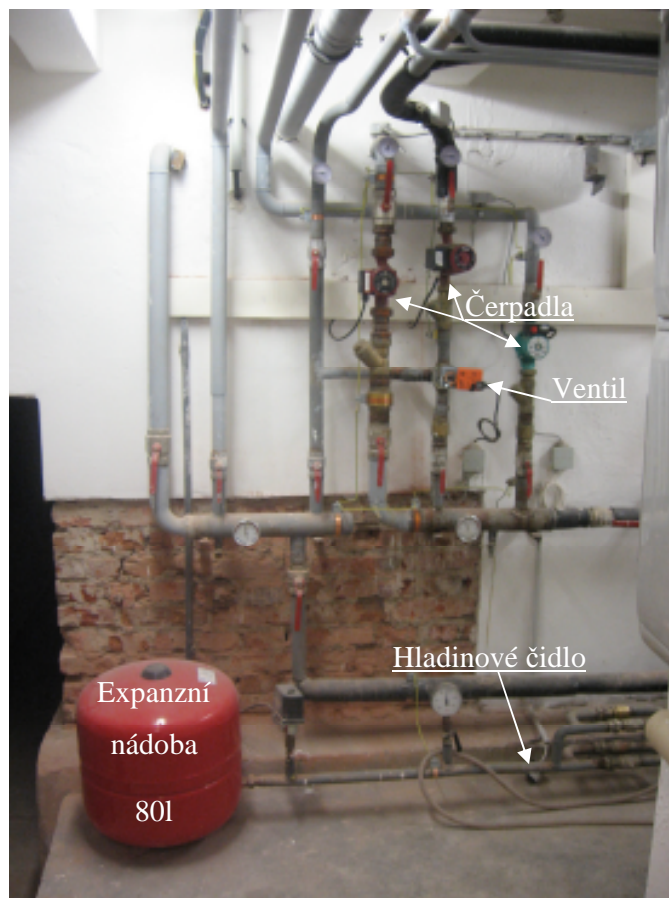
Při hoření je potřeba kyslík, jeho nedostatek má vliv na hoření. Když se kyslík v místnosti vyčerpán zhasne oheň. Nebude-li docházet k hoření, bude docházet k úniku plynu do ovzduší a k jeho koncentraci.

2.3 Potrubní rozvod

Potrubní rozvody primárního okruhu plynových kotlů a sekundárního rozvodu okruhu vzduchotechniky a hlavní ležaté a stoupačkové rozvody jsou provedeny z ocelových závitových bezešvých trubek.

Potrubní sekundární ležaté rozvody k otopným tělesům v jednotlivých místnostech sociálních zařízení a společenských prostor budou vedené podlahou a budou provedeny z měděných trubek pájených na měkko.

Topné okruhy jednotlivých větví budou napojeny z rozdělovače a sběrače umístěného v plynové kotelně. Vedeny budou pod stropem sklepa ocelovým potrubím. Odtud budou provedeny stoupačkové rozvody k jednotlivým zařízením.



Obr. 4 Hlavní tepelné větve s expanzní nádobou a hladinovým čidlem

2.4 Nátěry a tepelné izolace

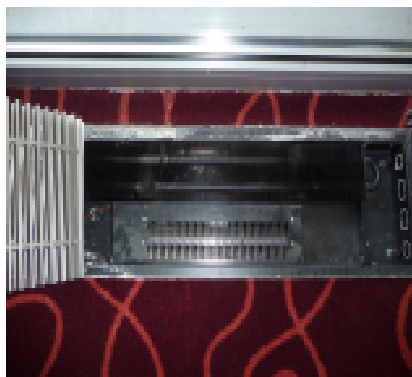
Otopná tělesa jsou konečným nátěrem opatřena již ve výrobě. Volba jeho odstínu je na výběru investora. Ocelové potrubní rozvody v kotelně a jednotlivé stoupačkové ocelové rozvody jsou opatřeny dvojnásobným syntetickým nátěrem.

Potrubní rozvody provedené vně v prostoru kotelny, rozvody pod stropem sklepa a stoupačky do jednotlivých podlaží vedené v instalačních šachtách a v nikách ve zdivu budou opatřeny tepelnou plastovou izolací Tubolit DG minimální tloušťky 20 mm. Rozvody z měděných trubek vedené v betonové podlaze budou opatřeny tepelnou izolací Tubolit S plus tl. 5 mm.

2.5 Otopná tělesa

K vytápění jednotlivých místností prostorů hlediště, sociálních zařízení a společenských prostorů kina jsou tyto prostory osazeny deskovými ocelovými tělesy RADIK stavební výšky 600 a 900 mm v jednořadém a dvouřadém provedení a podlahové konvektory s ventilátory. V prostorech 2. patra budou zachována stávající článková otopná tělesa, která budou nově napojena. Pod okny v sále a vstupní hale budou osazeny podlahové konvektory s ventilátorem.

Jednotlivá otopná tělesa budou napojena z rozvodu vedeného v podlaze jednotlivých podlaží přes dvojitě regulační rohové šroubení Danfoss typu RLV-K nebo pomocí radiátorových ventilů a regulačních šroubení Danfoss. Každé otopné závěsné těleso bude uchyceno pomocí držáků a konzol, které jsou součástí jejich dodávky. Desková tělesa budou osazena termostatickými hlavicemi.



Obr. 5 Konvektor s ventilátorem



Obr. 6 Vytápění pod okny

2.6 Nutné provedené instalace

Vzhledem k tomu, že chceme používat elektrické prvky na ovládání kotlů je potřeba umístit snímací prvky, které by nám dokázaly přeměnit fyzikální veličiny na elektrické, na vedení. Ty může pak dále zpracovávat pomocí technologie, která je může vyhodnocovat a následně podle nich provádět požadované změny.

V našem případě byly umístěny čidla teploty Ni-1000:

1 je instalováno venkovní čidlo

1 je instalováno prostorové čidlo teploty

3 jsou připevněny na vedení teplé vody

2 jsou v plynových kotlech

1 je instalováno v boileru

Na vedení jsou přidány také klasické teploměry, aby bylo vidět jaké hodnoty má kapalina, kterou je rozváděno teplo po budově, bez potřeby diagnostiky pomocí počítače.



Obr. 7 Teplotní čidla Ni-1000 pro PLC a klasické bimetallové teploměry

2.7 Bezpečnostní opatření

Vzhledem k tomu že se zůstalo u stávající plynových kotlů Viadrus 48kW tak bylo potřeba nainstalovat také ještě úniková čidla na plyn. Zepní plyn je lehčí než vzduch, proto je potřeba čidla instalovat na místa k tomu určená tedy nad kotle na strop. Z důvodu zajištění větší bezpečnosti bylo čidlo umístěno také nad plynoměrem, který se nachází v té samé místnosti. Na obě tyto pozice byly použity čidla GC 20. Instalace byla provedena podle příslušné normy ČSN EN 50073.



Obr. 8 CG 20 Čidlo úniku plynu

Jeden ochranný prvek je nainstalován také přímo na podlaze a to je hladinové čidlo, kterým je indikován případný unik kapaliny, kterou je rozváděno teplo po budově.



Obr. 9 Hladinové čidlo pro případ úniku kapaliny z otopného systému

Další ochranné nebo spíš bezpečnostní prvky jsou bezkontaktní elektrické spínače, které se umísťují do prostorů s možností výbuchu. Jedná se o označení SNO (resp. dle dřívějšího označení EX).

3 Návrh elektroinstalace a realizace elektroinstalace

V této části budete seznámeni se všemi elektrickým rozvody, které jsou zapojeny a také podrobnosti o použitých prvcích:

- Zdroje el. napětí
- AMiNi2DS
- DM-RDO12
- Čidlo Ni1000
- Rozvaděčová soustava
- Čerpadlo



Obr. 10 Fotografie s instalace softwaru do systému po kontrole zapojení rovaděče.

3.1 Zdroje el. napětí

Pro zajištění potřebných napětí jsou použity dva napájecí zdroje jeden na okruh napájení PLC a druhý na napájení plynového čidla.

- **ABL-7RM24025**

Modulární napájecí zdroj ABL-7RM24025 je jednofázový, primárně spínaný, kompaktní s nízkou hmotností. Zaručuje přesnost výstupního napětí do 3%, nezávisle na velikosti zátěže a velikosti napájecího napětí, jehož dovolený rozsah je 85 až 264V~. Zdroj vyhovuje normám IEC a má certifikaci UL a CSA.

Zdroj je vybaven potenciometrem pro nastavení velikosti výstupního napětí za účelem kompenzace úbytku napětí v napájecím vedení.

Zdroj ABL-7RM24025 je vybaven integrovanou ochranou proti přetížení, zkratu, přepětí a podpětí.

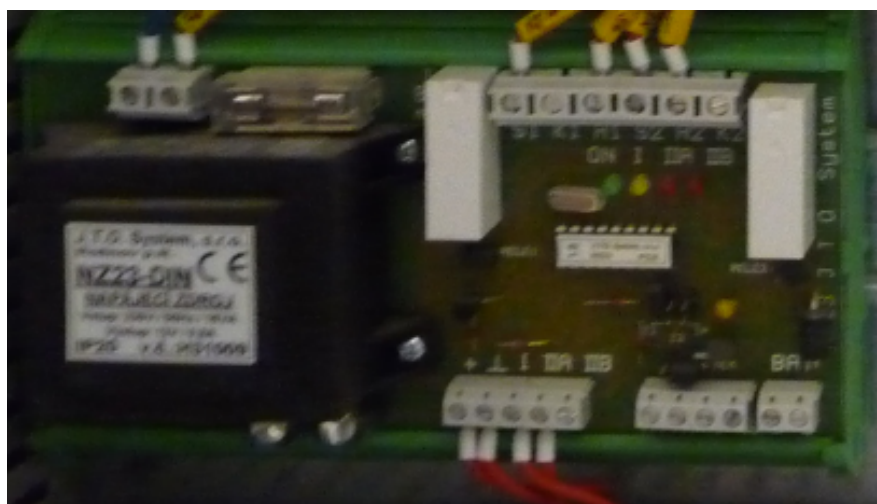
Dva zdroje stejného typu lze zapojit paralelně pro zvýšení výkonu či redundanci. Okolní teplota je faktor, který omezuje výkon dodávaný napájecím zdrojem. Jmenovitá okolní teplota pro napájecí zdroj ABL-7RM24025 je 55°C. Pro teploty nižší lze zvýšit výkon až na 110% jmenovité hodnoty.



Obr. 11 Zdroj napětí pro AmiNi2DS s rozšiřovacím prvkem RM-RDO12

- **NZ23-DIN**

Napájecí zdroj NZ23 slouží k napájení jednoho nebo více kusů detektorů plynu. Zdroj NZ23 umožňuje také zpracovat výstupní signál z detektorů. Relé, která jsou obsažena na desce elektroniky zdroje zajišťují výkonové bezpotenciálové oddělení výstupu detektorů. U obou relé (pro I. i pro II. stupeň) lze volit klidový stav - tj. zda kotva relé je v klidu přitažena nebo ne. Relé I. stupně je ovládáno ze samostatného vstupu, u relé II. stupně jsou k dispozici dva nezávislé vstupy. Ve zdroji je možné uživatelsky zvolit zpožděné zpracování signálu z detektoru. Zpožděná aktivace relé po zapnutí se využívá pro detektory GA při odstranění tzv. studeného startu. Volitelné zpoždění odezvy relé v průběhu činnosti se využije pro odstranění náhodného sepnutí detektorů např. při krátkodobém výronu spalin do kotelny apod. Zdroj umožňuje nastavit paměť pro relé II. stupně. Detektory nemusí mít vlastní paměťovou funkci. Zablokování relé II. stupně ve stavu "Alarm" v tomto případě zajistí elektronika napájecího zdroje. Deblokaci paměti je možné provést externím tlačítkem. Na zdroj je možné připojit až 5 ks detektorů GA nebo GC, popř. až 12 ks detektorů GI3x nebo GIC40(T). Zdroj je realizován v plastické krabici s průhledným krytem. Kabely se přivádí gumovými průchodkami průměru 20 mm. Varianta zdroje NZ23-DIN nemá plastovou krabici. Pomocí vlastního plastového držáku se montuje na DIN lištu do rozvaděče.



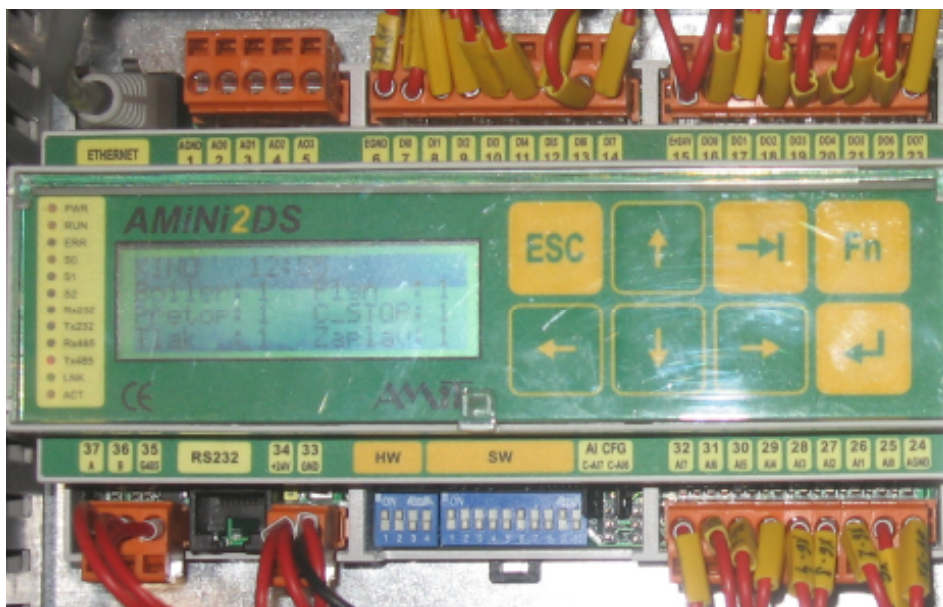
Obr. 12 NZ23-DIN zdroj pro detektory GC-20

3.2 AMiNi2DS

Křížení se využívá programovatelný automat AMiNi2DS, jehož řídicí SW obsahuje řízení a především vyhodnocení chyb provozu. AMiNi2DS jsou malé kompaktní řídicí systémy v plastové krabičce.

Verze AMiNi2DS má displej 4×20 znaků a klávesnici. Systém AMiNi2DS má 8 galvanicky oddělených číslicových vstupů, 8 galvanicky oddělených číslicových výstupů 24 V/0,3 A, 8 analogových vstupů ($6 \times \text{Ni1000}$, $2 \times 0-5 \text{ V} / 0-10 \text{ V} / 0-20 \text{ mA} / \text{Ni1000}$). Sériové rozhraní RS232 umožňuje přímé připojení modemu. Systém má vždy osazenu linku RS485 s galvanickým oddělením a rozhraní Ethernet 10 Mbps.

Chybové stavy jsou dále předávány do RS POR, který bude umístěn v prostoru šaten centra. Na svítivé diodě RS POR se porucha výtopy projevívá jejím rozsvícením. Vlastní porucha je signalizována na display řídicího systému AMiNi2DS. Dále je poruchový stav předáván prostřednictvím GSM brány na vybrané mobilní telefony.



Obr. 13 AMiNi2DS přímo ze zapojeného systému

3.3 DM-RDO12

Tento prvek je potřebný v obvodu, protože dříve uvedené AMiNi2DS nemá dostatek výstupů. Proto je potřeba rozšířit jeho výstupy nějakým rozšiřovacím modulem, které taky dodává výrobce AMiNi2DS, což je firma AMiT. Použit byl rozšiřovací modul DM-RDO12. Jeho počet spínaných výstupů rozšířil AMiNi o dalších 12 relé výstupů, z kterých je využito jen 8 z 12 možných je tedy do budoucna ještě možnost rozšíření o další prvky.

Tento rozšiřující prvek komunikuje po 3 vodičové síti RS485. Tuto síť má v sobě i AMiNi a je tedy bez jakéhokoli převodníku možnost komunikovat s druhým systémem. Jediné co je potřeba nastavit tak je komunikační rychlost a adresa rozšiřovacího prvku. Toto nastavení se nastavuje pomocí přepínačů, které jsou z přední strany modulu. Na obrázku jsou vidět také, jsou to ty modré přepínače.

Výstupy	12
Spínací prvek	relé
Nominální napětí	230 V stř. 24 V ss.
Nominální proud (odporová zátěž)	6A

Tabulka 1 Periferie rozšiřovacího modulu DM-RDO12



Obr. 14 Rozšiřující prvek DM-RDO12 přímo ze zapojeného systému

3.4 Ni - 1000 – tepelné čidlo

Snímací prvek Ni-1000/5000. Tyto odporové snímače jsou určeny pro kontaktní měření teploty plyných látek. Snímače jsou tvořeny kovovým měřicím stonkem a plastovou hlavicí. Stonek snímače je z nerez oceli třídy 17240, délka stonku je 25 mm. Plastová krabice je opatřena kabelovou vývodkou (v hlavici je umístěna svorkovnice) nebo konektorem. Snímače vyhovují stupni ochrany IP 65 dle ČSN EN60 529. Snímače dodávané včetně plastového držáku je možné použít pro měření teploty ve venkovních nebo průmyslových prostorech. Snímače je možné použít pro všechny řídicí systémy, které jsou kompatibilní s čidly nebo aktivními výstupy uvedenými v tabulce typů čidel dle výstupního signálu. Standardní teplotní rozsah použití snímačů je -30 až 100 °C. Snímače jsou určeny pro provoz v chemicky neagresivním prostředí.



Obr. 15 Venkovní čidlo Ni-1000 umístěno tak, aby nebola na přímém slunci

3.5 Rozvaděčová souprava

Napájení:	číslo výkresu	MAR10
Napájení celé soustavy	: 230V/50Hz.	
Signalizace napájení soustavy	: H111 18331 Schneider ZELENÁ	
Ochrana celé soustavy - pojistky	: FA111 3/20A	
3 fázový přepínač	: Vario VN-20 Schneider P111	
Bleskojistky před přívodem	: 3xFLP-AP25	
za jističem	: 3xSPL-275	
Přepět'ová ochrana a frekvenční filtr	: DA-275	
k ABL-7RM24025		
Napájení:	MAR01	
Napájení celé soustavy	: 230V/50Hz.	
Signalizace napájení soustavy	: H111 18331 Schneider ZELENÁ	
Ochrana celé soustavy - pojistky	: FA111 3/20A	
3 fázový přepínač	: Vario VN-20 Schneider P111	
Napájení 24V DC PLC	MAR02	
Napájení	: 230V/50Hz	
Ochrana SILNO pojistka	: FA301/1A	
Měnič napětí	: ABL-7RM24025 240V/ 24V DC	
Ochrana MAR pojistka	: FA302/1A	
Připojené PLC	: AMiNi2DS, DM-RDO 12S	

Napájení NZ-12**MAR04**

Napájení	: 230V/50Hz
Ochrana SILNO pojistka	: FA41/1A
Měníč napětí	: NZ-12 DIN
Připojená čidla	: 2x GC20

Analogové vstupy teploty**MAR06**

Svorkovnice	: X6
Vstupy	: AI0-AI7
Analogová zem	: AGND
Připojená čidla	: 7x Ni1000

Digitální vstupy**MAR03**

Svorkovnice	: X3
Vstupy	: DI0-DI7
Digitální zem	: EGND
Připojená čidla	: 6x Spínací čidlo
	: 1x Čidlo zatopení

Digitální výstupy AMiNi2DS**MAR05**

Výstupy	: DO0 - DO07
Digitální +24V	: +24 V
Zapojené výstupy	: 7x Relé se zhášecím obvodem

Digitální výstupy DM-RD012**MAR05**

Výstupy	: DO0 – DO04
Digitální +24V	: +24V
Zapojené výstupy	: 7x Relé se zhášecím obvodem

Okruh ventilů a ovládání EUROPA**MAR07**

Svorkovnice	: X7
Pojistky	: FU71 1A : FU72-6 2A . FU77-8 1A
Regulace průtoku ventilem 1	: K501 – K502
Chod čerpadla 1 (Z/V)	: K503
Chod čerpadla 2 (Z/V)	: K504
Chod čerpadla 3 (Z/V)	: K505
Chod čerpadla 4 (Z/V)	: K506
Chod čerpadla 5 (Z/V)	: K507
Otevírání zavírání ventilu 2	: K508
Otevírání zavírání ventilu 2	: K509

Okruh poruch a ohlašování**MAR08**

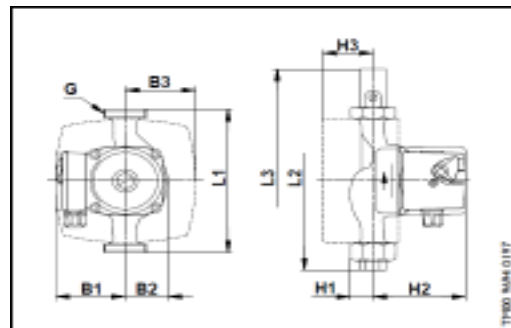
Svorkovnice	: X8
Pojistky	: FA81-2 A2
Zapnutí vypnutí Kotle 1	: K510a-510b
Zapnutí vypnutí Kotle 2	: K511a-511b
Obecná porucha	: K513 s možností vypnutí sirény
Odeslání stavu přes GSM	: K514
Všeobecná porucha	: RS-POR: K515

3.6 Čerpadla

- **Grundfos UPS 32-60**

Čerpadla Grundfos jsou v dnešní době jedny z nejpoužívanějších. Jeho hlavní využití je v těchto oborech vytápění, klimatizačních a průmyslových zařízeních:

- Dvourubkový systém
- Jednotrubkový systém
- Podlahové topení
- Primární nebo kotelní okruh
- Akumulační nabíjecí okruh

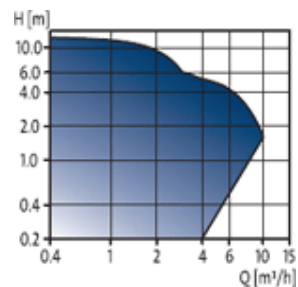


Obr. 16 Půldorysy čerpadla Grundfos

Vlastnosti a výhody těchto čerpadel jsou významná, zejména ta která se týkají spolehlivosti a kvality provedení. Hlavně máme-li zájem o to, aby systém vydržel v chodu bez nějakých větších problémů a hluku dlouhou dobu.

Výhody a vlastnosti:

- nízká spotřeba energie
- energetická třída až B
- bezúdržbový provoz



Obr. 17 Výkonový graf čerpadla Grundfos

ká úroveň hluku

- široký rozsah použití
- nastavení výkonu čerpadla pomocí jedno-, dvou- nebo tříotáčkového provedení
- Průtok, Q: max. 10 m³/h
- Dopravní výška, H: max. 12 m
- Teplota kapaliny: -25°C až +110°C

• n
í
z

- Provozní tlak: max. 10 barů

4 Návrh programového vybavení AMiNi2DS

Vývojové prostředí a použité programové prvky

Řízení celého systému bylo částečně usnadněno, protože některé hodnoty, které jsou potřeba pro dlouhodobé fungování celého řídicího systému, byly dodány od technologa.

Prvky potřebné k programování systému:

- Postup při návrhu řízení kotelny
- PID regulátor
- DetStudio
- Protokol ARION
- Ethernet síť a AMiNi2DS
- Vývojový diagram
- Seznam proměnných

4.1 Postup při návrhu řízení kotelny

- **Výběr řídicího systému**

Nejprve je nutné vybrat řídicí systém odpovídající počtem vstupů a výstupů požadavkům kotelny. V případě, že u vámi vybraného řídicího systému budou chybět nějaké vstupy/výstupy, lze použít externí moduly, se kterými řídicí systém komunikuje protokolem ARION. V tabulce jsou rozepsány nároky jednotlivých částí kotelny.

Část kotelny	Digitalní vstupy	Digitální výstupy	Analogové vstupy	Poznámka
Venkovní čidlo teploty			1x NI1000	
Prostorové čidlo teploty			1x NI1000	
Větev 1			1x NI1000	
Větev 2			1x NI1000	
Větev 3			1x NI1000	
Kotel 1			1x NI1000	
Kotel 2			1x NI1000	
Boiler	1x		1x NI1000	
Přetopení	1x			
Tlak v systému	1x			
Únik plynu	1x			
C-Stop	1x			
Záložní	1x			

Záložní (Rezerva)	1x			
Zaplavení	1x			
Regulace systému Ventil 1		2x		K502 K501
Čerpadlo 1		1x		K503
Čerpadlo 2		1x		K504
Čerpadlo 3		1x		K505
Čerpadlo 4		1x		K506
Čerpadlo 5		1x		K507
Ventil 2		1x		K508
Ventil 3		1x		K509
Zapnutí vypnutí Kotle Kotel 1		1x		K510a K510b
Zapnutí vypnutí Kotle Kotel 2		1x		K511a K511b
Hlášení všeobecné chyby		1x		K513

Tabulka 2 Všechny potřebné části kotelny sepsané v tabulce, pro výběr správného řídicího systému

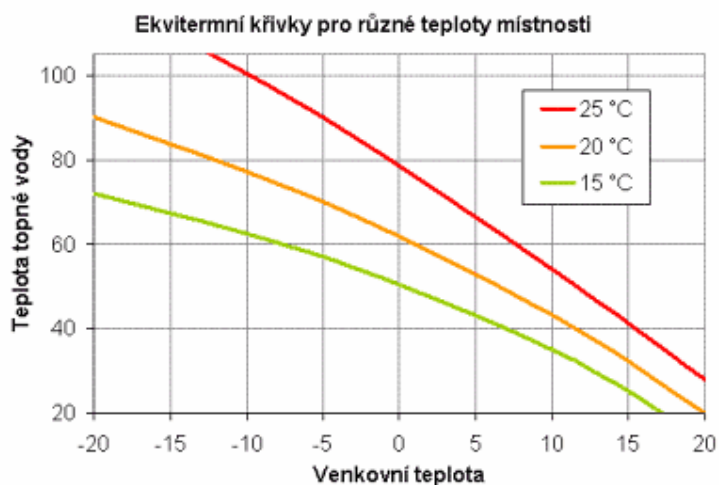
- **Postup při návrhu aplikace**

Řídicí systém s aplikací musí měřit teploty, řídit provoz kotlů, regulovat teplotu vody v topných větvích, pokud se jedná o směřované topné větve nebo teplotu prostoru pokud se jedná o čerpadlové větve a teplotu teplé užitkové vody (TUV). Dále vyhodnocovat poruchové stavy a případně při jejich vzniku činit potřebná opatření.

- **Ekvitermní regulace**

Pro řízení teploty v prostorách a řízení kotlů je použita ekvitermní regulace. Ekvitermní regulace teploty v místnosti spočívá v nastavení teploty topné vody (neboli v regulaci zdroje tepla) v závislosti na venkovní teplotě. Při nižší venkovní teplotě je požadována vyšší teplota dodávané topné vody, aby došlo k rovnováze mezi dodaným teplem a tepelnými ztrátami místnosti a teplota místnosti tak zůstala konstantní.

Při ekvitermní regulaci se žádaná teplota topné vody určuje výpočtem. Nezávislou proměnnou je venkovní teplota, parametry výpočtu jsou žádaná teplota ve vytápěném prostoru a topná (ekvitermní) křivka. Ekvitermní křivka je definována strmostí. Ta udává o kolik se změní teplota topné vody při změně venkovní teploty o 1 °C. V případě změny žádané teploty prostoru se celá ekvitermní křivka posouvá podél svislé osy nahoru nebo dolů a tím mění výslednou žádanou teplotu topné vody.



Obr. 18 Příklad grafu ekvitermní regulace

4.2 PID regulátor

Co vlastně PID Regulator je? Regulátor má za úkol regulovat teplotu. Regulátor bude dodávat výkon, aby věděl, jak velký výkon má dodávat, bude měřit teplotu. Ale ještě jednu důležitou věc regulátor musí vědět, to je teplota, na jakou má zařízení roztopit. To bude tedy požadovaná teplota. Regulátor se skládá ze 3 složek. Hodnoty pro regulátor byly dodány technologem.

- **Propocionální (P) složka**

To je to první písmenko v názvu PID regulátoru. Regulátor odečte změřenou teplotu od požadované a rozdíl - budeme mu říkat odchylka - vynásobí konstantou. Výsledek je výkon, jakým bude páječka topit (třeba v procentech). Takže pokud bude změřená teplota o hodně nižší než požadovaná, bude výkon velký. Čím víc se bude změřená teplota blížit k požadované, tím bude výkon nižší, pokud bude změřená teplota stejná jako požadovaná, výkon bude nulový.

- **Integrační (I) složka**

Je to druhé písmenko v názvu PID regulátoru. Integrační regulátor vezme odchylku, vynásobí ji konstantou a přičte si ji ke své složce. Znamená to, že pokud bude změřená hodnota nižší než požadovaná, integrační složka se bude zvyšovat. Pokud změřená teplota bude vyšší než požadovaná, bude se integrační složka snižovat. Čím bude odchylka vyšší, tím rychleji se integrační složka bude měnit. Pokud bude regulátor pouze integrační, bude topit nejdříve málo, výkon se bude zvyšovat a po dosažení požadované teploty a jejím překročení se bude výkon snižovat. Po ustálení teploty na požadované hodnotě bude integrační složka nastavená na výkon, který je třeba pro udržení ustálené teploty (dodáváme stejný výkon, jakým se zařízení ochlazuje).

- **Derivační (D) složka**

Je to třetí písmenko v názvu PID regulátoru. Derivační regulátor vezme rychlost změny odchylky a vynásobí ji konstantou. Když tedy teplota klesá, derivační složka zvyšuje výkon. Čím rychleji teplota klesá, tím vyšším výkonem bude derivační regulátor topit. Pokud bude teplota stoupat, derivační regulátor bude výkon snižovat. To se projeví velmi dobře právě v okamžiku, když začneme s rozeřátou páječkou pájet. Teplota se najednou začne snižovat a derivační složka na to může okamžitě reagovat

zvýšením výkonu. Na druhou stranu, když teplota začne růst příliš rychle, výkon bude snižovat. Pokud bude konstanta pro derivační složku moc velká, bude se teplota dostávat na požadovanou hodnotu celkem pomalu, zato reakce na změnu se projeví velmi prudce na výkonu. Pokud bude konstanta pro derivační složku nízká, bude regulátor pomaleji reagovat na změny teploty.

- **Nastavení PID v programu DetStudio**

DetStudio je velmi dobře navržený program pro programátory automatů od firmy AMiT. A většina prvků, které je potřeba na řízení technologii najdeme už předdefinovanou v blokách. Nastavení PID regulátoru nám pomůže přímo bloček PID.

Tento bloček lze vložit pouze do typu procesu LA a z většiny případů se vkládá rovnou do proc00.

V mém případě je vložen v proc00 s těmito parametry:

PID POZ_PID, TE_BUD_TV, AKCNI_ZASAH, REZIM_TV, PARAM_TV

POZ_PID – SetPoint - Proměnná s žádanou hodnotou, na kterou se reguluje.

TE_BUD_TV – Measuring – Proměnná s měřenou hodnotou, která reguluje

AKCNI_ZASAH – Output – Proměnná, do níž zapisuje regulátor hodnotou akčního zásahu

REZIM_TV – Mode – Proměnná, která obsahuje režim činnosti regulátoru a volby (viz popis). Doporučujeme dosadit za parametr inicializovanou databázovou proměnnou.

Hodnotu proměnné lze sice také nastavovat až v *INIT* procesu (příp. i jindy), ale v tom případě se nesmí zapomenout nastavit bit č. 4 na “1”, jinak se inicializace modulu neprovede správně.

PARAM_TV – Params – Matice o rozměru [8, 1] s parametry regulátoru.

Jaká část matice odpovídá jednotným hodnotám PID si probereme následně:

- **Parametry regulátoru**

Činnost regulátoru lze dále ovlivnit nastavením osmi parametrů. Tyto parametry jsou uloženy v databázové matici typu MF o rozměru 8 řádků a 1 sloupec. Jednotlivé prvky mají tento význam:

[0, 0] hodnota 1

Proporcionální konstanta K

[1, 0] hodnota 120

Integrační konstanta T_i

[2, 0] hodnota 35

derivační konstanta T_d

[3, 0] hodnota -50

Dolní mez akčního zásahu

[4, 0] hodnota 50

Horní mez akčního zásahu

[5, 0] hodnota 50

Neutrální stav akčního zásahu (posunutí nuly, bias). Je to hodnota, která se přičítá k vypočtenému akčnímu zásahu.

[6, 0] hodnota 1

Pásmo necitlivosti regulátoru na regulační odchylku. Je-li absolutní hodnota regulační odchylky menší než zadaná hodnota, neprovádí regulační algoritmus žádné změny akčního zásahu. Tak lze v ustáleném stavu podstatně omezit namáhání akčních členů nepřetržitými drobnými pohyby způsobenými vlivem derivační složky regulátoru.

[7, 0] hodnota 0

Zpoždění derivace. Časová konstanta filtru 1. řádu na odfiltrování šumu, aby se derivační složka nezahlucovala šumem. Hodnota 0 má význam "bez zpoždění". Tento parametr má smysl nastavovat tehdy, když kolísání měřené hodnoty vlivem šumu se projevuje na derivační složce natolik, že značně zkresluje výstup regulátoru.

Vliv šumu lze obecně eliminovat dvěma způsoby:

1) zvětšením periody spouštění modulu (zvětšením periody procesu, ve kterém je definován).

Derivační složka je totiž dána vztahem:

$$D = K \frac{\Delta x}{\Delta T}$$

kde

ΔT je perioda

Δx je diference současné a minulé regulační odchylky.

Zvětšením periody se zmenší velikost derivační složky, tedy i výsledný projev šumu. Zvětšení periody je ovšem možné jen u relativně "pomalých" regulací, v jiných případech se musí použít druhá metoda.

2) zpožděním derivace

Diference regulační odchylky se filtruje filtrem 1. řádu. Časová konstanta filtru by měla být co nejmenší, jinak by se eliminoval nejen vliv šumu ale i vliv derivační složky vůbec. Většinou se zadává časová konstanta řádově několik vteřin.

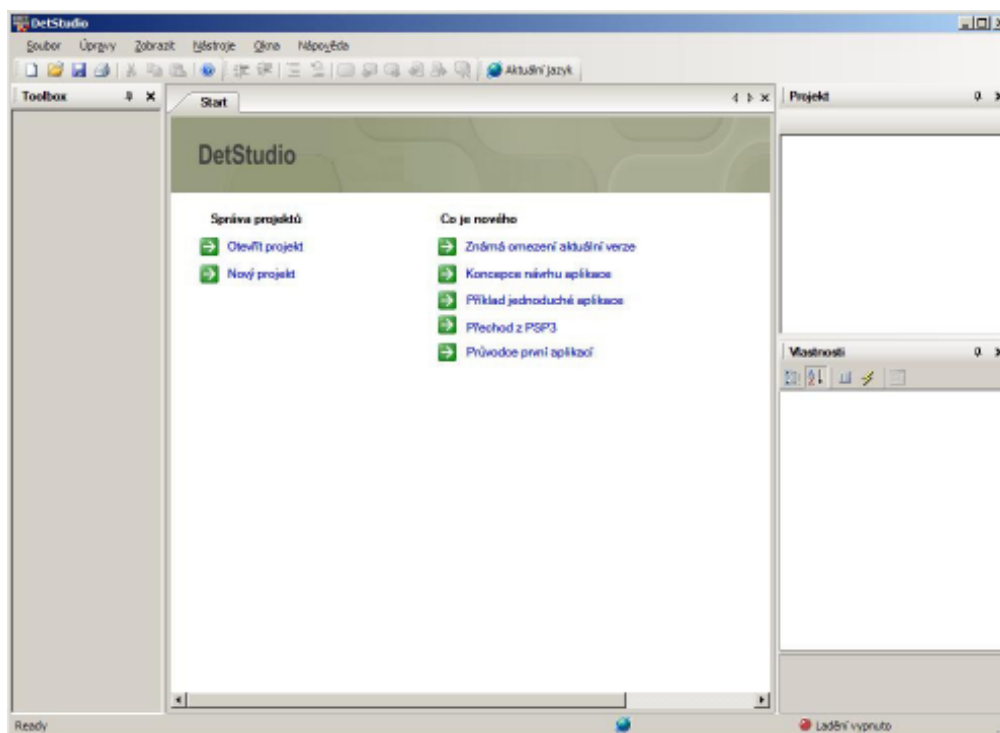
Pokud je hodnota časové konstanty menší než je perioda modulu, případně rovna nule, zpoždění derivace se neuplatní.

4.3 DetStudio

- **Popis prostředí**

Vývojové prostředí pro programování řídicích systémů firmy AMiT, který si firma sama navrhla a dodává tento program ke stažení na svých internetových stránkách. V prostředí je jako hlavní prostředek k programování začleněn Editor procesů, což je nástupce prostředí PSP3 a je s ním také (až na několik malých výjimek) kompatibilní. Znamená to, že uživatelé PSP3 mohou celkem bez problémů přejít na toto návrhové prostředí při respektování několika málo zásad.

PSP3 byl program fungující ještě na rozhraní DOS, oproti tomu je DetStudio koncipován čistě do rozhraní Windows 32bitů a novější verze fungují už spolehlivě i na Windows 64bitů. Tato otázka 64bitů byla do nedávné doby velkým problémem.



Obr. 19 Vývojové prostředí DetStudia – hlavní strana

- **Jak prostředí funguje**

Najdeme zde velice podobné prostředí, které používají třeba vizuální programovací studia.

Hlavní věcí, které se musíte vyhnout hned na začátku je používání české diakritiky. Toto omezení platí pro všechny popisující věci krom komentářů. Do komentáře můžete napsat opravdu vše.

Hlavní části každého programu jsou:

- Databáze-Proměnné
- IO konfigurace
- Procesy
- Obrazovky

- **Databáze-Proměnné**

Ve vývojovém prostředí máme několik druhů proměnných:

Význam	Označení	Rozsah
integer (celé číslo 16 bitů)	I	0-0xFFFF (hexadecimálně) -32768 až 32767 (dekadicky)
long (celé číslo 32 bitů)	L	0-0xFFFFFFFF -2147483648 až 2147483647 (dekadicky)
float (reálné číslo)	F	cca 1.0E-38 až 1.0E38
matice čísel typu integer	MI	
matice čísel typu long	ML	
matice čísel typu float	MF	

Tabulka 3 Typy proměnných s jejich možnými maximálními hodnotami a označení v DetStudios

S těmito proměnnými pracujeme potom dále v celém projektu. Proměnné mají hlavně tu výhodu že s nimi lze libovolně pracovat.

- **Procesy**

Programování v procesech je založeno na sestavování již připravených funkčních modulů (například pro ovládání různých typů ventilů) ve spojitosti s několika jednoduchými konstrukcemi umožňující větvení programu a vytváření smyček. Pro programovací prostředky je používán termín jazyk spíše z důvodu absence nějakého vhodnějšího termínu.

Detstudio nabízí 3 základní programovací prostředky:

Strukturovaný text (ST) - forma podobná zápisu programu v BASICu, či podobném jednoduchém programovacím jazyku, má nejširší možnosti

Jazyk logických adres (LA) - tvorba programu je obdobná programování PLC včetně práce se zásobníkem

Releové schéma (RS) - grafická forma zápisu algoritmu

I když je volba jazyka do jisté míry subjektivní záležitost, je základním typem programovacího nástroje bezesporu jazyk ST, který umožňuje použití nejširší škály možností. Další dva způsoby programování jsou pouze doplňkové a jsou vhodné k řešení především jednodušší kombinatorické logiky, u které je požadavek na rychlejší vykonávání. U procesů s periodou pod 50 ms je vždy na místě zvážit použití RS schémat nebo LA jazyka a případně přesunout část logiky procesu do procesu s jazykem ST s delší periodou.

Každý tento programovací prostředek má i své knihovny. V těchto knihovnách nalezneme již předdefinované funkce. Další funkce si lze případně i vytvořit individuálně, avšak zatím jsem osobně nenašel funkci, která by byla potřeba a v knihovnách se nevyskytovala. Naleznete tam od jednoduchých aritmetických funkcí, přes časovače až k složitým funkcím jako například PID regulátoru a jim podobným.

- **Obrazovky**

Všechny programovatelné automaty od firmy AMiT s označením D mají v sobě zabudovaný display přímo v zařízení. Na tomto display lze zobrazovat hodnoty proměnných, sledovat čas, zobrazovat chybové stavy a dokonce i upravovat hodnoty proměnných v programu.

```
KINO          0
Boiler: 0    Plyn : 0
Přetop: 0    C_STOP: 0
Tlak : 0     Zaplav: 0
```

Obr. 21 Display AMiNi2DS obrazovka 1

V mém případě zobrazujeme na obrazovce chybová hlášení systému. Jednotlivý popis chyb popisují v následující tabulce:

Název chyby	Popis chyby
Boiler	Přetopení boileru
Přetop	Přetopení kotlů
Tlak	Nízký tlak v topném systému
Plyn	Únik plynu detekovaný GC20
C_Stop	Stisknutí tlačítka centrální stop
Zaplav	Detekce úniku plynu z rozvodného systému
Topení zapnuto	Jedná se stav komfortního topení je-li zapnuto nebo ne

Tabulka 4 Seznam všech chybových hlášek zobrazovaných v systému a ukazatel typu topení

Ještě je nadefinovaná druhá obrazovka, aby bylo případně v kotelně bez počítače možno zjistit, zda má kotelná topit, nebo být v útlumu. Mezi těmito obrazovkami lze přepínat šipkou na AMiNi vpravo a zpět vlevo. Pro přepínání obrazovek je použit prvek KeyScreen.

```
Topení zapnuto 0
```

Obr. 22 Display AMiNi2DS obrazovka 2

4.4 Komunikační protokol ARION

ARION je komunikační protokol pro komunikaci řídicích systémů firmy AMiT s rozšiřujícími V/V moduly. Pomocí těchto rozšiřujících V/V modulů lze navýšit počet vstupů/výstupů (jak číslicových tak analogových) řídicího systému. Maximální počet rozšiřujících modulů připojených do jedné komunikační sítě je 63, čímž lze dosáhnout rozšíření řídicího systému např. až o 1512 číslicových ($63 \times \text{DM-DI24}$) nebo až o 756 analogových vstupů ($63 \times \text{DM-AI12}$) a moduly lze libovolně kombinovat.

Protokol ARION je sériový poloduplexní protokol a z toho vyplývají jistá omezení. Při vzrůstajícím počtu připojených zařízení narůstají časové nároky na přenos dat z/do modulů a tomu odpovídá i prodlužující se perioda možné komunikace s připojenými moduly.

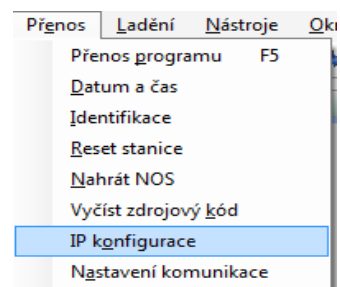
Přenos je osmibitový, příčně zabezpečený sudou paritou, podélně dolními sedmi bity záporně vzaté sumy všech znaků rámce. Datové byty jsou jen sedmibitové, osmý bit mají nastaven jen řídicí znaky na začátku a konci rámce. Rámce se nemusí oddělovat žádnými mezerami. Pokud se nečeká na odpověď po RS485, vysílá se další rámeček hned po skončení předchozího.

Každý slave má adresu 1÷63, nastavenou na DIPu. Adresa 0 je zakázaná. Slave je na sběrnici pasivní do okamžiku, než mu master nastaví režim pomocí rámce MODE.

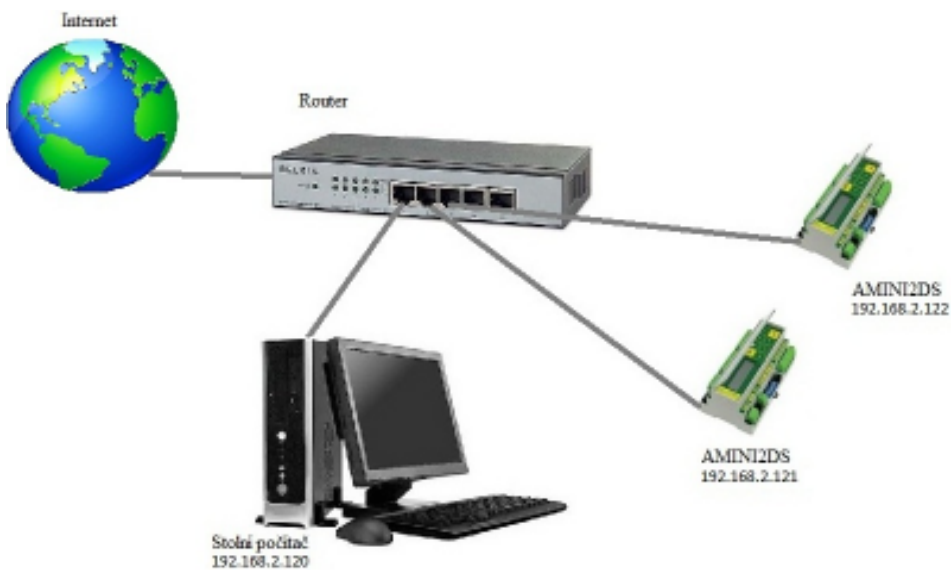
Komunikační rychlost se nastavuje na slavech DIP-switchem, na masterovi parametrem modulu, nastavuje se 9600, 19200, 38400, 57600 Baud. Komunikační rozhraní slave může a nemusí být určeno DIP-přepínačem. Pokud je slave schopen příjmu na všech komunikačních rozhraních současně, nepotřebuje nastavení DIPem, protože master mu v příkazu MODE sdělí, po kterém komunikační rozhraní má vysílat.

4.5 Ethernetová síť a AMiNi2DS

Když máme v úmyslu používat AMiNi2DS v ethernetové síti, je jako první potřeba nastavit síťovou adresu. Síťová adresa není z výroby definována, to je 0.0.0.0. Z tohoto důvodu je potřeba adresu přenastavit tak, aby šlo komunikovat se stanicí pomocí síťového rozhraní. Toto nastavení se nastavuje v Přenos/IP konfigurace.



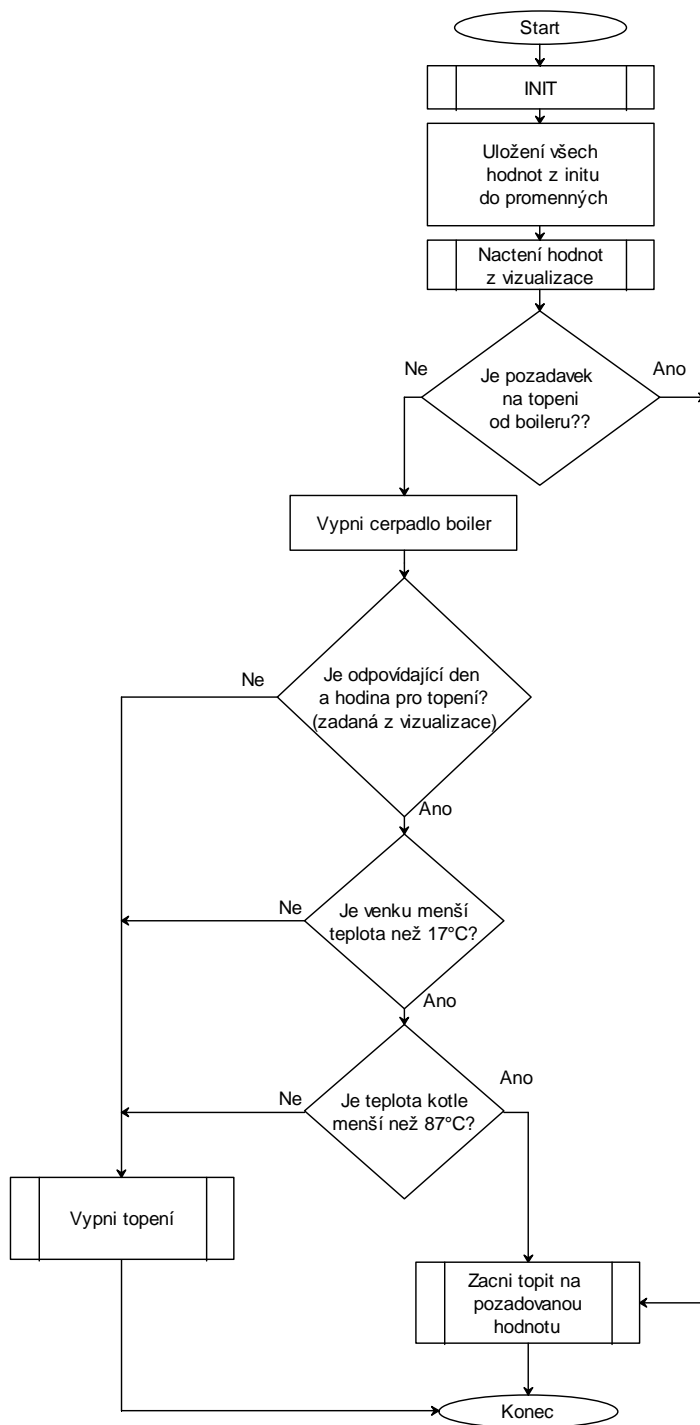
Po tomto kroku se zobrazí tabulka se zařízeníma **Obr. 23 Panel přenosu v DetStudiu** v síti, jednodušší nastavení adres automatu je dobré mít zapojeno vždy jen jedno zařízení, aby nedošlo k nastavení jiné stanice. Adresy se dávají vždy pro vnitřní síť což je rozsah 192.168.2.XXX. Za XXX lze dosadit 1 až 253 z důvodů, že 254 se většinou používá pro brány a 255 pro plošné vysílání (broadcast). Samozřejmě se musí dodržovat zásady konfigurování počítačové sítě (v jedné síti nesmí být 2 stejné IP adresy). Router přiřazuje adresy připojeným počítačům automaticky, ale AMiNi2DS mají nastaveny IP adresy staticky při konfiguraci IP adres z prostředí DetStudia a z tohoto důvodu jsou adresy dále neměnné. Jediné co je třeba nastavit pro správnou komunikaci v síti s AMiNi2DS je podsíť, která je převzata již ze stávající sítě nastavené poskytovatelem internetu.



Obr. 24 Nynější zapojení ethernetové sítě

4.6 Vývojový diagram

Vývojový diagram řešení řízení boileru a topení slouží k základní grafickému znázornění jednotlivých kroků procesu.



5 Seznam proměnných

Název	WID	Typ	Stanice	Init.hodnota	Komentáře
XBit	1088	I	1		pomocný bit
vyst_ceK2	1050	L	1		cas vcerp K2
vyst_ceK1	1038	L	1		cas cerp. K1
VYSL_NAS	1076	F	1		násobení pro výpočet TV
VIZ_T_VZT	1030	F	1		vizualizace TV do VZT
VIZ_T_VNITR	1024	F	1		vizualizace teploty vnitřní
VIZ_T_VENEK	1022	F	1		vizualizace teplota venek
VIZ_T_K2	1034	F	1		vizualizace teploty kotle K2
VIZ_T_K1	1032	F	1		vizualizace teploty K1
VIZ_T_BUD	1028	F	1		vizualizace teploty TV do budovy
VIZ_T_BOILER	1036	F	1		teplota vody v boileru
VIZ_T_BOIL	1026	F	1		vizualizace TV do boileru
UTERY	1056	I	1		topení v úterý
TOPITN_UT	1055	I	1		netopit v úterý
TOPITN_ST	1058	I	1		netopit ve středu
TOPITN_SO	1068	I	1		netopit v sobotu
TOPITN_PO	1052	I	1		netopit pondělí
TOPITN_PA	1065	I	1		netopit v pátek
TOPITN_NE	1071	I	1		netopit v nedeli
TOPITN_CT	1063	I	1		netopit ve čtvrtek
TOPIT_UT	1054	I	1		topit v úterý
TOPIT_ST	1057	I	1		topit ve středu
TOPIT_SO	1067	I	1		topit v sobotu
TOPIT_PO	1051	I	1		topit od pondělí
TOPIT_PA	1064	I	1		topit v pátek
TOPIT_NE	1070	I	1		topit v nedeli
TOPIT_CT	1062	I	1		topit ve čtvrtek
TOP	1073	I	1		komfortní topení

TE_VZT_TV	1029	F	1		teplota TV do VZT
TE_VNITRNI	1023	F	1		teplota vnitřní
TE_VENEK	1021	F	1		teplota venkovní
TE_K2	1033	F	1		teplota kotle K2
TE_K1	1031	F	1		teplota TV z K1
TE_BUD_TV	1027	F	1		teplota topné vody do budovy
TE_BOIL_TV	1025	F	1		teplota topné vody do boileru
TE_BOIL	1035	F	1		teplota vody v boileru
STREDA	1059	I	1		streda
SOBOTA	1066	I	1		sobota
RUCNI_RE	1072	I	1		rucní režim
REZIM_TV	1080	I	1	0b00000000 00000100	Režim TV
RDO12	1074	I	1		Hodnota rozšířeného modulu
PROVOZ_BOIL	1085	I	1		provoz boiler
PPK	1086	I	1		Stav požární klapky
POZ_TOP	1077	F	1		požadavek na topení-65 topit, 55-utlum
POZ_PID	1078	F	1		požadavek na PID topit
POS_VEN	1082	F	1		Pozice ventilu
PORUCHA	1005	I	1		porucha houkacka a svetlo
POR_ZAPL	1011	I	1		porucha zaplavení kotelny
POR_ZAP	1075	I	1		pomocná
POR_UNIK	1009	I	1		únik plynu
POR_TLAK	1007	I	1		není tlak v topném systému
POR_PRETOP	1008	I	1		porucha pretopení kotlu
POR_PPK	1087	I	1		požární klapky spuštěny /nebezpečí požáru
POR_C_STOP	1010	I	1		porucha central stop
POR_BOILER	1006	I	1		pam.pretopení boileru

PONDELI	1053	I	1		topení v pondělí
PATEK	1060	I	1		pátek
PARAM_TV	1081	MF[8,1]	1	1,120,35,- 50,50(2),1	parametry PID
P_VE_ZAV	1015	I	1		ventil zavírat
P_VE_OTEV	1014	I	1		ventil otevírat
P_CE_VZT	1018	I	1		chod cerpadla VZT
P_CE_TUV	1016	I	1		chod cerpadla UV
P_CE_BU	1017	I	1		chod cerpadla budovy
NEDELE	1069	I	1		nedele
KOTEL22	1004	I	1		kotel22-rozšířený
KOTEL21	1003	I	1		kotel21-rozšířený
KOTEL12	1002	I	1		kotel12-rozšířený
KOTEL11	1001	I	1		kotel11-rozšířený
Kotel_chod	1012	I	1		chod kotlu-teplota venkovní nízka
CHOD_VZT	1013	I	1		požadavek na topení VZT
DIGITAL	1084	I	1		digit hodnota
CTVRTEK	1061	I	1		ctvrtek
citac	1000	I	1		citac+1
CE2_V2	1020	I	1		chod cerpadla C2 a ventilu V2
CE1_V1	1019	I	1		chod cerpadla CE1 a ventilu V1
CAS_ZMENA	1041	I	1		cas pro zmenu
CAS_Time	1039	L	1		okamžitý cas
CAS_POL	1040	MI[8,1]	1		cas po položkách DMYhms
Cas	1037	L	1		CAS
BOILER	1083	F	1		Value boiler
Arc_Kotel	1090	MF[1,1000]	1		Archivní matice kotlu
Arc_index	1091	I	1		Indx archivu kotle
Arc_DalC	1092	L	1		Další cas kdy se vyvolá požadavek na archivaci
Arc_CAS	1089	ML[1,1000]	1		Archivace casu
AKCNI_ZASAH	1079	F	1		akční zásah PID
A_SEC	1042	I	1		Sekundy

A_ROK	1047	I	1	Rok
A_MIN	1043	I	1	Minuty
A_MESIC	1046	I	1	Mesic
A_DEN_TY	1048	I	1	Den v týdnu
A_DEN_RO	1049	I	1	Den v roce
A_DEN	1045	I	1	Den
A_HOD	1044	I	1	hodiny

Tabulka 5 Seznam všech proměnných použitých při v řídicím programu

6 Analýza výsledků a diskuze

6.1 Porovnání výsledků s cíly

Dle mého názoru byly veškeré cíle splněny a tuto skutečnost dokladuji zkušebním provozem, který v současné době představuje provoz trvalý a to k plné spokojenosti investora.

Současně jsem provedl posouzení s řízením obdobných technologií z praxe se závěrem vyhovující.

6.2 Diskuze a širší interpretace získaných údajů

Základním cílem mé absolventské práce je realizace řízení reálné technologie s využitím špičkové automatizační techniky včetně zpracování dat. V dostupné literatuře i v praktických aplikacích jsem takové řešení našel a plně předchozích zkušeností využil. Dále jsem využil zkušeností a znalostí pracovníků z praxe a v neposlední řadě pedagogů, kteří učí odborné předměty Ing. Roubal Jiří Ph.D., Ing. Salzman Alexej a Ing. Šedivý Václav.

Filozofie mého řešení je tedy plně v souladu s požadavky kladenými na teplotenskou technologii. Těž je splněn směr diagnostikování technologických procesů.

6.3 Diskuze k filozofii projektu

Dne 5.5.2011 proběhla veřejná konzultace mé absolventské práce se svými kolegy a dále se žáky třídy EM2 na půdě VOŠ, SŠ COP – Sezimovo Ústí. Dle položených dotazů si dovoluji posoudit cíle, které jsou na práci kladeny byly splněny a práce včetně její obhajoby je srozumitelná a technicky odpovídá poznatkům vědy a techniky.

6.4 Diskuze k cíli celého projektu

Závěrem této kapitoly považuji za svou povinnost oznámit že je možné rozšíření mé absolventské práce o vizualizaci na webovém rozhraní a to plně v souladu s reálnou technologií polyfunkčního centra prostřednictvím webového systému AWeb

7 Závěr

Jak bylo uvedeno v kapitole 6 veškeré cíle byly splněny a rozšíření další práce je možné. Vlastní řízení řeší složitý teplotní komplex včetně diagnostiky a to co nejjednodušším a nejekonomičtějším způsobem s ohledem na vysokou funkčnost a spolehlivost celého technologického komplexu.

Závěrem si dovoluji sdělit, že absolventská práce měla pro mě i hluboký sociální přínos. V první řadě musím vyzvednout zdokonalení vlastních komunikačních schopností, především s pracovníky ostatních profesí. Před zahájením zpracovávání absolventské práce, jsem pokládal technické dotazy zcela naivně a nesrozumitelně. Právě po konzultacích s odbornými pracovníky, ale i kolegy spolužáky jsem se naučil správné komunikaci a především pokládání dotazů technické odborné obci. Tato znalost pro mne představuje velký přínos do mého dalšího, nejen profesního, života.

Neméně důležitým aspektem ze sociální sféry je pro mne plnění termínů a slibů spolupracovníkům, neboť bez těchto by nebylo možno práci v čas dokončit.

Z ekonomického hlediska jsem se díky ekonomicko-technickým návrhům zdokonalil i v oblasti ekonomiky. Jak pozorný čtenář předpokládá má absolventská práce se musí zabývat aspekty technického a ekonomického směru. Špatná práce by byla, kdyby bylo dílo neprodejně.

V tomto odstavci považuji za svojí povinnost velmi stručně analyzovat i aspekty týmové spolupráce. Musím zde vyzdvihnout práci především s kolegou Martinem Kodušem, který byl přímo vázán na výsledky mého softwaru. Jak je obecně známo v dnešní době je týmová spolupráce nutná a ve své podstatě se velké dílo bez ní neobejde, tak je tomu i v případě mé absolventské práce.

Z předchozího textu tedy vyplívá skutečnost, že absolventská práce představuje pro mne velký přínos informací a to nejen technický, ale i obecných. Téma absolventské práce je velice zajímavé, nepředstavuje žádné rutinní činnosti a jsem rád že jsem si ho vybral a dle mého soudu úspěšně splnil.

8 Literatura

AMINI2(D), Návod k obsluze, verze 1.0.

ŠEDIVÝ, V., Automatizace v praxi část 1 až 12, IC COP.

30 let automatizace – triumfální cesta programovatelného automatu. *AUTOMA*. 5/2008, 5, s. 52-24.

9 Internetové odkazy

1. *Viadrus* [online]. 2010 [cit. 2011-04-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.viadrus.cz/>>.
2. *J.T.O. System, s.r.o.* [online]. 2010, IX 2010 [cit. 2011-04-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.jto.cz/>>.
3. *AMiT - řídicí systémy a elektronika pro průmyslovou automatizaci* [online]. 2000, 20.4.2011 [cit. 2011-05-06]. Dostupné z WWW: <<http://www.amit.cz/> >
4. *NEWTE, s.r.o.* [online]. Rev 2007/11. 2007 [cit. 2011-04-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.newte.cz/katalog/ABL-7RM24025.pdf>>.
5. *Grundfos Czech & Slovak Republic homepage* [online]. 2002 [cit. 2011-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.grundfos.cz>>.
6. *Střední průmyslová škola stavební Hradec Králové : Čerpací technika* [online]. 2010 [cit. 2011-02-25]. ICT - Projektujeme efektivněji. Dostupné z WWW: <http://www.spsstavhk.cz/koc/catalog/OTH/ups_serie100_obeh.pdf>.

10 Seznam obrázků

Obr. 1 Modicon 084.....	7
Obr. 2 Plynový kotel VIADRUS G34-50	13
Obr. 3 Plynová kotelna s dvěma kotly VIADRUS G34-50 v levo je vidět elektro rozvaděč	14
Obr. 4 Hlavní tepelné větve s expanzní nádobou a hladinový čidlem.....	16
Obr. 5 Konvektor s ventilátorem	17
Obr. 6 Vytápění pod okny	17
Obr. 7 Teplotní čidla Ni-1000 pro PLC a klasické bimetalové teploměry	18
Obr. 8 CG 20 Čidlo úniku plynu	19
Obr. 9 Hladinové číslo pro případ úniku kapaliny z otopného systému.....	19
Obr. 10 Fotografie s instalace softwaru do systému po kontrole zapojení rovaděče.	20
Obr. 11 Zdroj napětí pro AMiNi2DS s rozšiřovacím prvkem RM-RDO12.....	21
Obr. 12 NZ23-DIN zdroj pro detektory GC-20.....	22
Obr. 13 AMiNi2DS přímo ze zapojeného systému.....	23
Obr. 14 Rozšiřující prvek DM-RDO12 přímo ze zapojeného systému.....	24
Obr. 15 Venkovní čidlo Ni-1000 umístěno tak, aby nebola na přímém slunci.....	25
Obr. 16 Půldorysy čerpadla Grundfos	29
Obr. 17 Výkonový graf čerpadla Grundfos.....	29
Obr. 18 Příklad grafu ekvitermní regulace.....	34
Obr. 19 Vývojové prostředí DetStudia – hlavní strana.....	39
Obr. 20 Vývojové prostředí DetStudio IO Konfigurace.	41
Obr. 21 Display AMiNi2DS obrazovka 1.....	43
Obr. 22 Display AMiNi2DS obrazovka 2.....	43
Obr. 24 Nynější zapojení ethernetové sítě	45
Obr. 23 Panel přenosu v DetStudios	45

11 Seznam tabulek

Tabulka 1 Periferie rozšiřovacího modulu DM-RDO12	24
Tabulka 2 Všechny potřebné části kotelny sepsané v tabulce, pro výběr správného řídicího systému.....	33
Tabulka 3 Typy proměnných s jejich možnými maximálními hodnotami a označení v DetStudiu.....	40
Tabulka 4 Seznam všech chybových hlášek zobrazovaných v systému a ukazatel typu topení.....	43
Tabulka 5 Seznam všech proměnných použitých při v řídicím programu	50

12 Seznam zkratek

PLC	Programmable Logic Controller/Logické programovatelné řízení
TCP/IP	Síťový (ethernetový) protokol
I/O	Inputs-Outputs/Vstupy-výstupy
PC	Personal Computer/Osobní počítač
°C	Jednotka tepla
V	Volt – jednotka el. napětí
TUV	Teplá užitková voda
W	Wat – základní jednotka výkonu
m	Metr – základní jednotka délky
Pa	Pascal – základní jednotka tlaku
l	Litr – jednotka objemu
A	Amper – jednotka el. proudu
SW	Software – programové vybavení
GSM	Global Systems for Mobile communications/Globální systém mobilní Komunikace
RS MaR	Rozvaděčová Skříň Měření a Regulace
V stř	El napětí střídavé
V ss	El. Napětí stejnosměrné
Te	Snímače Teploty
IP	Internet Protocol/Standardní internetový protokol

13 Seznam příloh

- Výpis programu
- Technicko obchodní specifikace(TOS)
- Kabelový seznam
- Výkresy el.instalace
- Výkresy rozvodu s regulačními prvky
- Výpis norem

14 Obsah CD

- Výpis programu
- Technicko obchodní specifikace(TOS)
- Kabelový seznam
- Výkresy el. instalace
- Výkresy rozvodu s regulačními prvky
- Výpis norem
- Nepoužité fotografie k projektu
- Zadání Absolventské práce