

Řízení vzduchotechniky budovy pizzerie pomocí PLC

Control air conditioning in pizzeria building by PLC

Jan Struška

Bakalářská práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Jan STRUŠKA
Osobní číslo: A07098
Studijní program: B 3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Informační a řídicí technologie

Téma práce: Řízení vzduchotechniky budovy pizzerie pomocí PLC

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s produkty společnosti Amit zabývajícími se vývojem řídicích systémů a elektroniky pro průmyslovou automatizaci. Zaměřte se na řídicí minisystémy, dále pak na návrhové a servisní prostředí pro tvorbu aplikací.
2. Analyzujte a sumarizujte všechny nutné vstupy pro řídicí jednotku a rovněž výstupy, které bude nutno ovládat, pro správný chod pizzerie (řízení její vzduchotechniky).
3. Na základě získaných informací navrhnete programovatelný automat, kterým celý systém budete řídit a implementujte do něj řídicí program.
4. Pomocí servisního prostředí vytvořte k programu vizualizaci, pomocí které bude možné program ovládat.
5. Zajistěte podporu vzdálené komunikace pomocí Ethernetu tak, aby bylo možno provádět vzdálené servisní zásahy do programu.
6. Posuďte vhodnost použití vybraného programovatelného automatu, ekonomickou náročnost a zhodnoťte dosažené výsledky.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1998.**
2. **Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty II, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2000.**
3. **Martinásková, M., Šmejkal, L.: PLC a automatizace, Nakladatelství BEN – technická literatura, Praha, 1999.**
4. **Gebauer, G., Rubínová, O., Horká, H.: Vzduchotechnika, Praha : ERA, 2005. 288 s.**
5. **AMiT, spol. s r. o [online]. 8.1.2010 [cit. 2011-02-04]. Dokumentace k produktům AMiT. Dostupné z WWW: <http://www.amit.cz/cz/docs/>.**

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

25. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

7. června 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je analýza a seznámení s produkty společnosti AMiT, včetně návrhového a servisního prostředí pro tvorbu uživatelských aplikací. Je provedena analýza a sumarizace všech vstupů a výstupů pro řídicí jednotku, která bude sloužit pro řízení vzduchotechniky v budově pizzerie. Na základě všech získaných údajů je vybrán nejvhodnější produkt společnosti AMiT. K vybranému řídicímu systému je pomocí návrhového prostředí sestaven program, jenž je do systému implementován. K tomuto programu je pomocí servisního prostředí vytvořena vizualizace sloužící k jeho ovládní a řízení samotného okruhu vzduchotechniky uvnitř budovy. Jsou provedeny všechny kroky pro zajištění vzdálené Ethernetové komunikace s řídicím systémem, posouzena ekonomická náročnost vybraného řešení a zhodnoceny dosažené výsledky.

Klíčová slova: AMiT, řídicí systém, vzduchotechnika, PLC, budova pizzerie, vizualizace

ABSTRACT

The aim of this Bachelors thesis is the analysis of AMiT company products, including design and service environment for creating user applications. There are made the analysis and summarization of all inputs and outputs for the control unit, which is going to act as control air conditioning in pizzeria building. On based of all the facts is selected the most acceptable product of AMiT corporation. For choosen control system is created program by means of design environment, which is implemented in to system. For this program is created visualization by means of service tools for operating and controlling air condition circle inside the building. There are made all steps for ensuring far Ethernet communication with control system, rewied economic heftiness of choosen resolution and evaluated reached results.

Keywords: AMiT control systém, air conditioning, PLC, pizzeria building, visualization

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Tomáši Sysalovy, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi byly pro vytvoření této práce poskytnuty. Poděkovat chci také členům rodiny a přítelkyni, kteří mi byli při tvorbě práce oporou.

Speciální poděkování patří také Janu Pavlíkovy, za možnost spolupráce na projektu vzduchotechniky v budově pizzerie, poskytnutí všech potřebných materiálů, regulačních schémat a podkladů.

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SEZNÁMENÍ S PRODUKTY SPOLEČNOSTI AMIT	11
1.1 ŘÍDICÍ SYSTÉMY	11
1.1.1 Minisystémy, PLC.....	11
1.1.2 Kompaktní řídicí systémy, PLC	14
1.1.3 Řídicí terminály.....	15
1.1.4 Modulární řídicí systémy	17
1.2 MODULY VZDÁLENÝCH V/V	19
1.2.1 S protokolem ARION	19
1.2.2 CANopen.....	20
1.2.3 S protokolem MODBUS	21
1.3 TERMINÁLY A OVLADAČE	21
1.3.1 Textové terminály	21
1.3.2 Grafické terminály	23
1.3.3 Nástěnné ovladače.....	23
1.4 PRŮMYSLOVÁ KOMUNIKACE	25
1.4.1 DB-Net/IP a podpora komunikací.....	25
1.4.2 Převodníky komunikačních linek.....	26
2 NÁVRHOVÉ A SERVISNÍ PROSTŘEDÍ PRO TVORBU APLIKACÍ	27
2.1 DETSTUDIO	27
2.1.1 Zavedení operačního systému NOS	27
2.1.2 Vytvoření aplikačního programu	28
2.1.3 Tvorba uživatelských obrazovek pro terminály	29
2.2 VIEWDET	30
2.2.1 Základní vlastnosti prostředí ViewDet.....	30
2.2.2 Prvky scény pro vytvoření vizualizace.....	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
3 SUMARIZACE VSTUPŮ A VÝSTUPŮ PRO ŘÍDICÍ JEDNOTKU	32
3.1 SNÍMAČE A ZAŘÍZENÍ SLOUŽIT JAKO V/V PRO PLC	33
3.1.1 Snímače teploty a kvality vzduchu	33
3.1.2 Spínače pro vytápění	34
3.1.3 Klapky, informace s filtrů a ventilátorů	34
3.1.4 Frekvenční měnič	34
3.2 PŘÍRAZENÍ VSTUPŮ A VÝSTUPŮ ŘÍDICÍMU SYSTÉMU PLC	35
3.2.1 Grafické znázornění všech čidel a zařízení připojených do AMiNi4DS	35
4 NÁVRH ŘÍDICÍHO PROGRAMU PRO PLC	37
4.1 NÁVRH A SESTAVENÍ ŘÍDICÍHO PROGRAMU	37
4.1.1 Načtení analogových vstupů a zápis na výstupy	38
4.1.2 Načtení digitálních vstupů zápis na výstupy	40
4.1.3 Přřazení hodnot řídicím proměnným, aliasům a ovládání FM.....	42
4.1.4 Regulace teploty v okruhu vzduchotechniky	44

4.2	DOPLNŮJÍCÍ ČÁSTI ŘÍDICÍHO PROGRAMU	46
4.2.1	Archivace hodnot měřených a ovládaných veličin	46
4.2.2	Alarmy v případě poruch	46
4.2.3	Přechod ze zimního na letní čas	49
4.2.4	Procesy prováděné před započítím řízení	49
4.2.5	Uživatelské obrazovky	50
5	NÁVRH VIZUALIZACE PRO OVLÁDÁNÍ PROGRAMU	53
5.1	NÁVRH A ROZBOR VIZUALIZACE	53
5.1.1	Načtení proměnných a aliasů do prostředí	53
5.1.2	Vložení prvků scény, pro zobrazení požadovaných hodnot.....	54
5.1.3	Nastavení speciálních parametrů prvků scény	55
5.1.4	Nastavení komunikace s řídicím systémem	56
5.1.5	Možnosti a funkce vytvořené vizualizace	58
6	VZDÁLENÁ KOMUNIKACE POMOCÍ ETHERNETU.....	59
6.1	NASTAVENÍ ETHERNETOVÉ KOMUNIKACE S ŘÍDICÍM SYSTÉMEM	59
6.1.1	Nastavení IP konfigurace v řídicím systému	59
6.1.2	Nastavení IP konfigurace pro připojení PC	60
6.1.3	Ověření funkce nastavené konfigurace	61
6.2	NASTAVENÍ VZDÁLENÉ ETHERNETOVÉ KOMUNIKACE.....	62
	ZÁVĚR	64
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	66
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	68
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK.....	74

ÚVOD

V současné době se využití vzduchotechniky nezaměřuje pouze na velké průmyslové komplexy, ale stále častěji se využívá i v inteligentních budovách a malých rodinných domech. Jednou z nevýhod vzduchotechnického zařízení, je vyšší finanční náročnost při pořízení a instalaci. Oproti tomu zařízení dokáže finančně kompenzovat kupní náklady z hlediska tepelného ohřevu, který systém vzduchotechniky dokáže vytvořit mnohem rychleji a úsporněji než jiná tepelná zařízení. Vzduchotechnika nabízí svému uživateli široké spektrum možností využití, jako je filtrace a výměna vzduchu z okolního prostředí spojená s regulací vlhkosti nasávaného vzduchu, chlazení, nebo již zmíněný ohřev teploty vzduchu.

Instalované vzduchotechnické zařízení je v první řadě třeba nějakým způsobem řídit a ovládat. Jednou z mnoha firem zabývajících se vývojem a výrobou zařízení, vhodných pro řízení vzduchotechnik, je přední český výrobce řídicích systémů společnost AMiT. Právě produkty této společnosti, včetně distribuovaného návrhového a servisního prostředí pro tvorbu aplikací, jsou popsány v teoretické část této práce.

Většina řídicích systémů je po instalaci pouze kus hardwaru, bez schopnosti samostatně cokoli řídit nebo ovládat. Z tohoto důvodu je třeba vytvořit program, po jehož implementaci se stane s hardwaru plnohodnotný řídicí systém. V první řadě je vybrán řídicí systém z produktů společnosti AMiT, který je pro řízení vzduchotechniky v budově pizzerie ve všech ohledech nejvhodnější a do něhož bude tento program implementován. Především tímto se bude praktická část této práce zabývat. K vytvořenému programu je také sestavena uživatelská vizualizace, která zajistí možnost vytvořený program a tím i celý systém vzduchotechniky uvnitř budovy řídit a ovládat. Rovněž je zajištěna vzdálená Ethernetová komunikace pro případ potřeby servisních zásahů do vytvořeného programu a možnost korekce nastavených hodnot.

V závěru práce je pak posouzena vhodnost vybraného a použitého programovatelného automatu (řídicího systému), ekonomická náročnost celého řešení a zhodnoceny všechny dosažené výsledky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SEZNÁMENÍ S PRODUKTY SPOLEČNOSTI AMIT

Pro řízení vzduchotechniky v budově pizzerie jsou použity prvky průmyslové automatizace společnosti AMiT. V této kapitole jsou proto uvedeny a představeny vybrané produkty této společnosti, které mohou být pro řízení těchto a podobných koncepcí použity.

1.1 Řídicí systémy

Tento druh produktů společnosti se jeví pro řízení vzduchotechniky budovy pizzerie a podobně rozsáhlých celků jako nejvhodnější. Proto se jimi bude tato podkapitola podrobněji zabývat.

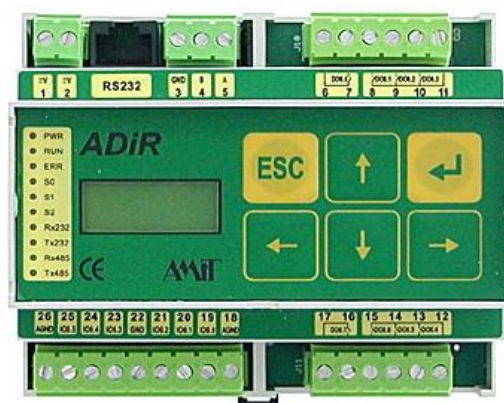
1.1.1 Minisystémy, PLC

Jedná se o malé řídicí systémy PLC (Programovatelné automaty), které splňují ideální poměr cena/výkon. Jejich montáž je snadná díky jejich malým rozměrům a jsou snadno rozšiřitelné o vzdálené V/V (Vstupy/Výstupy) pomocí přídatných modulů (1.2). Podporují všechny standardní komunikační rozhraní včetně komunikaci pomocí Ethernetu. Všechny minisystémy PLC jsou určeny pro montáž na DIN lištu 35 mm.

ADiR

Jde o nejmenší volně programovatelný automat v nabídce společnosti. I když na první pohled spadá spíše do kategorie programovatelných relé, tak je svými komunikačními schopnostmi, aplikačními možnostmi a výkonem srovnatelný s ostatními řídicími systémy.

- 6 analogových vstupů Ni1000
- 8 číslicových výstupů (relé 230 V/1A)
- 1 x RS232, 1x RS485 GO (galvanicky odděleno)
- Podsvícený LCD displej
- 6 ovládacích kláves
- Napájení 24V ss. $\pm 20\%$ nebo 18 V st. $\pm 20\%$
- Pracovní teplota: 0 – 20 °C
- Rozměry: 106 x 95 x 74 mm



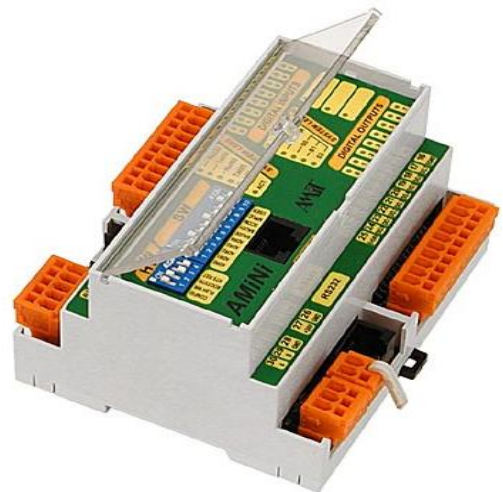
Obrázek 1 - ADiR [3]

Použití: Jako náhrada zapojované reléové logiky, řízení velmi malých technologických systémů, PID regulátorů, řízení vzduchotechnických jednotek, výměníků nebo pro monitorování a archivaci teplot [3].

AMiNi-ES,AMiNiS/I

Pro svou rozsáhlou podporu komunikačních linek, u něho může být využito všech výhod informačního systému DB-Net/IP (1.4.1). Svou rychlostí a schopností archivace v místě měření a řízení, je vhodný pro rozsáhlé distribuované systémy.

- 4 analogové vstupy Ni1000 0 - 5V, 0 - 10V, 0 - 20mA, samostatně nastavitelných
- 8 číslicových vstupů 24V st./ss.
- 8 číslicových výstupů 24V/0,3A ss.
- 1 x RS232, 1x RS485 bez GO, 1 x Ethernet (*AMiNi-ES*)
- Napájení 24V ss. $\pm 20\%$
- Pracovní teplota: 0 – 50°C (*AMiNi-ES*)
-40 – 50°C (*AMiNiS/I*)
- Rozměry: 106 x 95 x 74 mm



Obrázek 2 - AMiNi [3]

Použití: Rozsáhlé systémy pro měření a regulaci jednoduchých strojů, topných větví, vzduchotechnických jednotek, ovládání výměníků nebo monitorování strojů a zařízení [3].

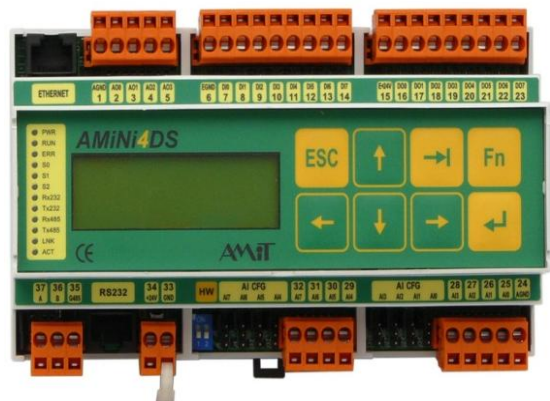
AMiNi2DS (Ukončená výroba)

- Výroba tohoto PLC byla již ukončena a systém nyní plně nahrazuje programovatelný automat AMiNi4DS.

AMiNi4DS

Jde o nejuniverzálnější malý volně programovatelný PLC automat, který splňuje předpoklady pro komplexní autonomní řízení a ovládání malých soustav, strojů nebo zařízení a to za velmi přijatelnou cenu. Systém lze snadno rozšířit o moduly vzdálených V/V s protokolem ARION (1.2.1), které mají shodný design a způsob montáže. Vzhledem ke svému mechanickému provedení je ideální pro montáž do běžných "jističových" rozvaděčů.

- 8 analogových vstupů Ni1000/Pt1000 0 - 5V, 0 - 10V, 0 - 20mA, samostatně nastavitelných
- 4 analogové výstupy
- 8 číslicových vstupů 24V st./ss.
- 8 číslicových výstupů 24V/0,3A ss.
- Grafický, podsvícený LCD displej 122 x 32 pix.
- 8 ovládacích kláves
- 1 x RS232, 1x RS485 GO, 1 x Ethernet
- Napájení 24V ss. $\pm 20\%$
- Pracovní teplota: 0 – 50°C
- Rozměry: 106 x 95 x 74 mm



Obrázek 3 - AMiNi4DS [3]

AI	DI	DO	RO	AO
8	8	8	-	4

Tabulka 1 - V/V AMiNi4DS

Analogové vstupy řídicího systému AMiNi4DS, lze v případě potřeby použít také jako vstupy číslicové (digitální). Analogové výstupy jsou realizovány na principu pulzně-šířkové modulace (dále jen PWM). Digitální vstupy jsou pak galvanicky odděleny MOS spínači 24/230 mA ss. Každý digitální výstup je chráněn proti zkratu, tepelnému přehřátí i proti přepětí v případě spínání prvků s indukční zátěží.

Použití: Pro rozsáhlé systémy měření a regulace, automatizaci budov, řízení jednoduchých strojů a zařízení, inteligentních domů, monitorování a archivaci měřených dat [3].

1.1.2 Kompaktní řídicí systémy, PLC

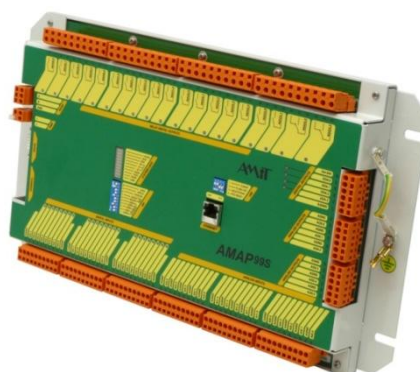
Jedná se o řídicí systémy, vhodné pro měření, regulaci a malé aplikace. Díky své konstrukci jsou vysoce odolné proti okolnímu rušení a snadno rozšiřitelné o vzdálené vstupy a výstupy. Mají velmi rozsáhlé komunikační možnosti a vhodné především v porovnání cena/výkon.

AMiRiS99S, AMiRiS99/I2



Obrázek 4 - AMiRiS99 [3]

AMAP99S, AMAP99S/I2



Obrázek 5 - AMAP99 [3]

➤ Určeny pro menší aplikace měření a regulace

➤ Speciálně navržen pro řízení malých a středně velkých autonomních celků

A	DI	DO	RO	AO
8	16	16	9	4

Tabulka 2 - V/V AMiRiS99

A	DI	DO	RDO	AO
15	24	4	19	6

Tabulka 3 - V/V AMAP99

Oba typy těchto kompaktních řídicích systémů mají celokovové provedení a svými řídicími schopnostmi překračují třídu klasických PLC. Jejich bohatá knihovna programových modulů poskytuje dostatek prostoru pro řešení požadavků na řízení systémů a technologií. Jsou určeny pro montáž na základovou desku rozvaděče a podporují přímé propojení s průmyslovým terminálem APT130 (1.3.1). Systémy lze snadno rozšířit o analogové výstupy a komunikační linky pomocí modulů řady AM-xx. Kompaktní PLC xxxS a xxxS/I2 se liší pouze použitelným teplotním rozsahem.

Použití: Zejména pro řízení strojů a zařízení čistíren odpadních vod, měření a regulace lokálních částí technologie, regulace kotelen, výměníků, řízení vzduchotechnických jednotek a lokálních částí technologie v potravinářském a chemickém průmyslu [3].

Moduly AM-xx

Jde o moduly pro rozšíření analogových výstupů a komunikačních linek, které se vkládají přímo do patič řídicích systémů po sejmutí krytu. Vyrábějí se v provedení po dvou výstupech na modul s tím, že jednoho řídicího systému lze umístit i více stejných nebo různých modulů [3].

Moduly analogových výstupů

- **AM-AO2U** - Napěťové analogové výstupy 2x 0 - 10 V
- **AM-RS485** - Galvanicky oddělená linka RS485



Obrázek 6 - AM-AO2U [3]

Komunikační moduly

- **AM-RS232** - Rozhraní RS232
- **AM-CAN** – Sběrnice CAN
- **AM-MBUS**- Sběrnice M-Bus

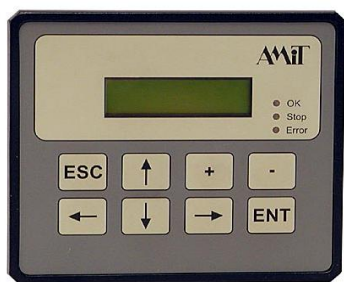


Obrázek 7 - AM-RS232 [3]

1.1.3 Řídicí terminály

Jedná se o volně programovatelné řídicí terminály, které lze snadno připojit k řídicímu systému. Jsou snadno rozšiřitelné o vzdálené V/V a podporují standardní komunikační rozhraní. Jsou určeny pro montáž do dveří rozvaděče. Tyto terminály jsou zároveň volně programovatelnými PLC a terminály v jednom zařízení.

ART267A



Obrázek 8 - ART267A [3]

- Je určen pro řízení a ovládání regulovaných soustav
- Zapojením do komunikační sítě DB-Net/IP 1.4.1 prostřednictvím převodníku DM-232TO485 (1.4.2) lze vytvořit rozsáhlý distribuovaný systém

AI	DI	DO	RO	AO
6	8	8	-	2

Tabulka 4 - V/V ART267A

ART4000



Obrázek 9 - ART4000 [3]

- Komfortnější varianta ART267A
- Podpora sběrnice CAN
- Lze využít jako manažerskou stanici (terminál), který v rámci systému DB-Net/IP (1.4.1) koordinuje ostatní řídicí systémy

AI	DI	DO	RO	AO
8	8	8	-	2

Tabulka 5 - V/V ART4000

Použití: Pro řízení jednoduchých a složitějších strojů, ovládání výměníků, regulace topných větví, vzduchotechnických jednotek a pro jednoduché zadávání údajů [3].

MEST110S

- Je navržen tak, aby vyplnil mezeru mezi procesními signály a databázovými prostředky systému MES (sběr dat ve výrobě)
- Plně využitelný jako řídicí systém po zapojení v síti DB-Net/IP (1.4.1), nebo systému vzdálených V/V s protokolem ARION (1.2.1).
- Komunikace (3x RS232, RS485 a Ethernet)



Obrázek 10 - MEST110S [3]

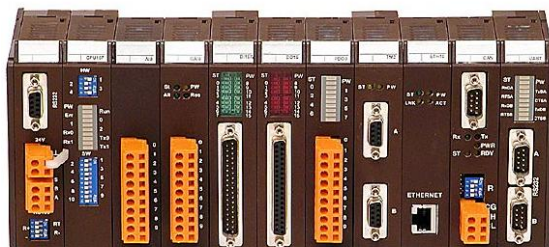
Použití: Pro MES, manažerské stanice síťových aplikací, komplexnější zadávání údajů a široké použití v oblastech měření a regulace [3].

1.1.4 Modulární řídicí systémy

Používají se pro tzv. modulární výstavbu. Je u nich možná optimalizace vstupů a výstupů podle zvolené aplikace a bohatý výběr vstupně výstupních, speciálních a komunikačních modulů. Jsou vhodné zejména pro střední aplikace a mají bohaté komunikační schopnosti. Systém se skládá ze základní jednotky (CPU) a vstupně výstupních modulů.

ADiS

- Maximálně flexibilní pro řešení širokého spektra aplikací
- V jedné sestavě lze použít až 16 modulů a připojit až 256 signálů
- Pomocí modulů vzdálených V/V s protokolem ARION (1.2.1) nebo sběrnice CAN lze rozšířit až na několik tisíc signálů na jednu sestavu
- 16 bitový procesor, 1MB RAM, 512KB FLASH, sériová EEPROM 2KB



Obrázek 11 - Sestava ADiS [3]

Použití: Pro řízení technologických celků, regulace tepelných soustav, řízení strojů a zařízení nebo jako komunikační centrála nebo koncentrátor dat [3].

V/V moduly pro připojení speciálních signálů

<i>AD-FAI8-A</i>	8 analogových vstupů ± 10 V, 1 kHz
<i>AD-TM2</i>	2 tenzometrické vstupy
<i>AD-IRC2</i>	2 IRC vstupy

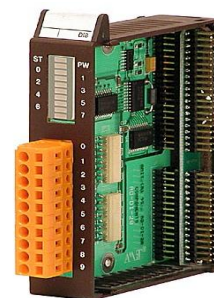


Obrázek 12
- TM2 [3]

Tabulka 6 - Přehled speciálních modulů

V/V moduly pro připojení standardních signálů

AD-DI8A	8 číslicových vstupů 24V st./ss., GO
AD-DI16A	16 číslicových vstupů 24V st./ss., GO
AD-FDI8	8 rychlých číslicových vstupů 5-24V ss. GO
AD-PDO8	8 číslicových tranzistorových výstupů 24 V CD, 500mA
AD-DO16	16 číslicových tranzistorových výstupů 24V ss., 300 mA,
AD-RDO5S	5 reléových výstupů 250 V / 6 A
AD-AI5	5 analogových vstupů 0-5 V, 0-20 mA
AD-NI8	8 vstupů Ni1000
AD-GAI8	8 analogových vstupů ± 10 V, ± 20 mA
AD-AO8U	8 analogových výstupů 0-10V
AD-AO8I	8 analogových výstupů 0-20mA
AD-GAO4U	4 analogové výstupy ± 10 V
AD-GAO4I	4 analogové výstupy ± 20 mA

Obrázek 13 -
DI-8A [3]

Tabulka 7 - Přehled standardních vstupně/výstupních modulů

Komunikační moduly

AD-UART	2x RS232
AD-UART4	2x RS485/RS422
AD-ETH100	Ethernet 10Mbps/100Mbps
ADC-CAN	CPU rozšíření V/V signálů po CAN
AD-CAN	sběrnice CAN

Obrázek 14 -
UART [3]

Tabulka 8 - Přehled komunikačních modulů

1.2 Moduly vzdálených V/V

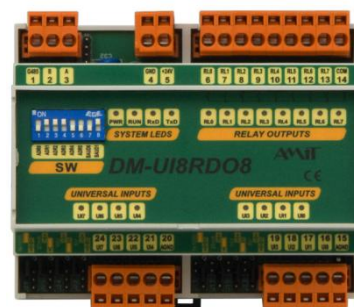
S toho důvodu, že řídicí systémy uvedené v předchozí podkapitole 1.1 obsahují pouze omezený počet vstupů, výstupů a komunikačních rozhraní, je možné, že pro řízení vzduchotechniky v budově pizzerie bude třeba využít některý s rozšiřujících modulů společnosti AMiT k tomuto určených. Proto tato podkapitola uvádí výčet modulů vzdálených V/V, které mohou být v budově pro řízení vzduchotechniky pro tento účel použity.

1.2.1 S protokolem ARION

Jedná se o inteligentní rozšiřující moduly V/V, pracující na bázi protokolu ARION. Těchto modulů může být k řídicímu systému připojeno až 63, s celkovým počtem 1512 digitálních, nebo 756 analogových vstupů. Tabulka 9 uvádí přehled V/V modulů pracujících na bázi protokolu ARION.

DM-XX

DM-DI24	24 číslicových vstupů, 24 V st./ss.
DM-DO18	18 číslicových výstupů 24 V ss.
DM-RDO12	12 spínacích relé
DM-AI12	12 analogových vstupů U/I/Ni1000
DM-AO8	8 analogových výstupů U/I
DM-PDO6Ni6	6 Ni1000, 6 číslicových výstupů 24 V
DM-UI8DO8	8 univerzálních vstupů, 8 číslicových výstupů 24 V
DM-UI8RDO8	8 univerzálních vstupů, 8 reléových výstupů
DM-UI8AO8U	8 univerzálních vstupů, 8 analogových výstupů 0-10 V
AD-AO8U	24 číslicových vstupů, 24 V st./ss.
DM-RFC	Přijímač/vysílač bezdrátového systému 868 MHz
DM-OT	Převodník OpenTherm RS485->OT/+



Obrázek 15 - V/V modul
DM-UI8RDO8 [3]

Tabulka 9 - Rozšiřující V/V moduly na bázi protokolu ARION

DM-FCA, DM-FCT

- Kombinovaný modul pro ovládání FanCoil jednotek, s možností připojení prostorového modulu
- 2 analogové výstupy 0-10V (FCA) nebo 2 triakové výstupy (FCT), 3 reléové výstupy, 1 analogový vstup Ni1000, 230V st.

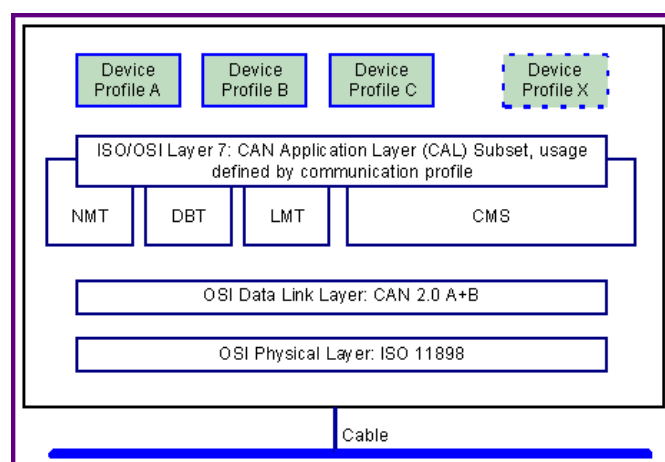


Obrázek 16 - DM-FCA [3]

Do této kategorie spadají ještě nástěnné ovladače řady NOA. Jedná se o nástěnné ovladače komunikující pomocí protokolu AROIN. Podrobnější informace o nástěnných ovladačích jsou uvedeny v kapitole 1.3.3 Nástěnné ovladače [3].

1.2.2 CANopen

Využití této sběrnice je vhodné pro realizaci systémů s větším množstvím vstupů a výstupů. Jedná se o rychlou standardizovanou sběrnici s nízkými pořizovací náklady, velmi malou odezvou a krátkými délkami segmentů. CAN je sériová sběrnice typu fieldbus vyvinutá firmou Robert Bosch GmbH pro úroveň senzorů a akčních členů. Její přesný popis a zároveň i standard je definován mezinárodní normou ISO-11898, kde je uvedena nejen specifikace elektrického rozhraní (fyzická vrstva), ale i specifikace datového protokolu (linková vrstva). Obrázek 17 znázorňuje srovnání sběrnice CANopen s referenčním modelem ISO/OSI [2][3].

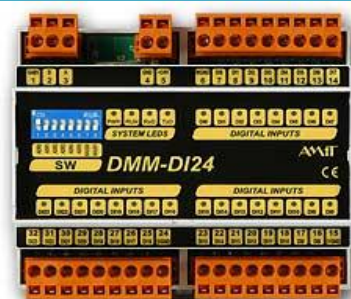


Obrázek 17 - Struktura protokolu CANopen ve srovnání s ISO/OSI modelem [2]

1.2.3 S protokolem MODBUS

Jedná se o rozšiřující moduly V/V, pracující na bázi protokolu MODBUS RTU. Těchto modulů může být k řídicímu systému připojeno až 63, s celkovým počtem 1512 digitálních nebo 756 analogových vstupů. Tabulka 10 uvádí přehled V/V modulů pracujících na bázi protokolu MODBUS RTU.

<i>DMM-DI24</i>	24 číslicových vstupů, 24 V st./ss.
<i>DMM-DO18</i>	18 číslicových výstupů 24 V ss.
<i>DMM-RDO12</i>	12 spínacích relé
<i>DMM-AI12</i>	12 analogových vstupů U/I/Ni1000
<i>DMM-AO8</i>	8 analogových výstupů U/I
<i>DMM-DO6NI6</i>	6 Ni1000, 6 číslicových výstupů 24 V



Obrázek 18 - V/V modul DMM-DI24 [3]

Tabulka 10 - Rozšiřující V/V moduly na bázi protokolu MODBUS RT

Do této kategorie spadají ještě nástěnné ovladače řady NOM. Funkčně a provedením jsou totožné s ovladači NOA. Jediný rozdíl spočívá v podpoře komunikačního protokolu MODBUS RTU. Podrobnější informace jsou uvedeny v kapitole 1.3.3 Nástěnné ovladače [3].

1.3 Terminály a ovladače

Zdaleka ne všechny řídicí systémy uvedené v kapitole 1.1 obsahují uživatelský terminál, kterým může být řídicí systém ovládán. V této podkapitole jsou proto uvedeny terminály a ovladače společnosti AMiT, které by k řídicímu systému, který bude pro ovládání vzduchotechniky v budově pizzerie vybrán, mohly být potenciálně připojeny.

1.3.1 Textové terminály

Terminály vybavené LCD nebo VFD displejem a membránovou klávesnicí s krytím IP55. Mají vestavěnou podpora češtiny a azbuky a vysokou odolnost proti rušení.

APT200(F)

- Nejmenší a nejjednodušší textový terminál
- Zobrazení provozních stavů pomocí 3 dvoubarevných LED po straně displeje
- Podsvícený LCD displej nebo zelený VFD displej ve verzi (F)



Obrázek 19 - APT200 [3]

Displej	Klávesy	Rozhraní
2x16 znaků	8	RS232, RS485

Tabulka 11 - Parametry APT200

APT130

- Textový terminál naprosto shodný s APT1000G, který byl speciálně vyvinut pro řídicí systémy AMiRiS99 a AMAP99 (1.1.2). Rozdíl spočívá v komunikaci, při které tento terminál využívá speciální komunikační linky.

APT1000(F)G

- Možnost připojení k jakémukoli řídicímu systému, který podporuje standardní komunikační rozhraní
- Podsvícený LCD displej nebo zelený VFD displej ve verzi (F), která je čitelnější a vhodná do vyšších teplot [3]

Disple	klávesy	Rozhraní
4x20 znaků	27	RS232,RS485/422

Tabulka 12 - Parametry APT1000G



Obrázek 20 - APT1000G [3]

1.3.2 Grafické terminály

Jedná se o volně programovatelné grafické terminály, vybavené dotykovým grafickým TFT displejem.

APT3221WT

- Vybaven dvoujádrovým procesorem, kdy komunikační a procesní část vykonává samostatný procesor (jádro)
- Možnost využití jako webový serveru
- Lze využít jako řídicí systém bez vlastních V/V
- Informace může získávat prostřednictvím informačního systému DB-Net/IP (1.4.1), připojením modulů vzdálených V/V s protokolem ARION 1.2.1, nebo CANopen 1.2.2 [3]



Obrázek 21 - APT3221WT
(Ilustrační foto) [3]

Displej	Klávesy	Rozhraní
5,7", barevný	Dotyková obrazovka	RS232, RS485, Ethernet, CAN


Tabulka 13 - Parametry APT3221WT

1.3.3 Nástěnné ovladače

Ovladače sloužící pro měření teploty v domácích a firemních prostorách. Mají analogové a bezdrátové komunikační schopnosti, včetně podpory komunikačních protokolů ARION a MODBUS RTU.

Ovladače s protokolem ARION (NOA3x) a MODBUS (NOM3x)

Funkčně a provedením jsou ovladače NOA3x a NOM3x naprosto shodné s tím rozdílem, že řada **NOA3x** podporuje komunikační protokol *ARION* a řada *NOM3x* protokol *MODBUS RTU*. Všechny ovladače slouží primárně pro měření teploty [3].

NOA30	Měření teploty v prostoru	
NOA31	Režim: KOMFORT, lokální korekce točítkem	
NOA33	Režim: KOMFORT, ÚTLUM, lokální korekce točítkem + informační LED	
NOA35	Režim: KOMFORT, AUTO, ČAS. PLÁN, OFF I,II,III, Lokální korekce točítkem	

Obrázek 22 - NOA (NOM)35 [3]

Tabulka 14 - Ovladače řady NOA3x (NOM3x)

Ovladače NOAxx s běžným komunikačním rozhraním

NOA11	Měření teploty, drátové provedení
NOA51	Měření teploty, dotykový displej, bezdrátový 868MHz

Tabulka 15 - Ovladače NOAxx s běžným komunikačním rozhraním

Nástěnný ovladač NOA70

Obrázek 23- NOA70 [3]

Ovladače do panelu NOA170

Obrázek 24 - NOA170 [3]

- Ovladač nové generace, s podporou komunikace po sběrnici ARION a MODBUS RTU
- Možnost tvorby vlastního grafického návrhu a ovládacích algoritmů v prostředí DetStudio 2.1
- Výroba v 7 barevných provedeních
- Vychází s koncepcí ovladače NOA70
- V celokovovém provedení určený pro montáž do dveří rozvaděče
- Komunikace po sériové lince protokolem ARION nebo MODBUS
- Použití spolu s dalšími prvky systému vzdálených V/V (1.2) [3]

1.4 Průmyslová komunikace

1.4.1 DB-Net/IP a podpora komunikací

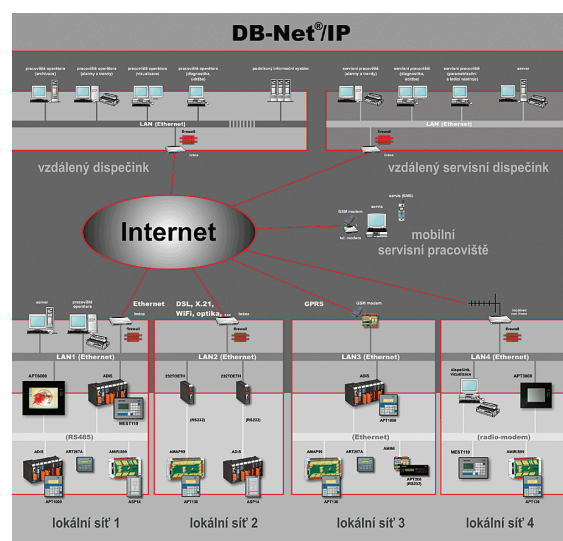
Jedná se o soubor programových a technických prostředků, který umožňuje začlenit řídicí systémy do sítí průmyslového Ethernetu. Je využito komunikačních protokolů ze skupiny TCP/IP. Základní myšlenkou je především využití ověřených technologií veřejné sítě Internet, s důrazem na spolehlivost přenosu dat a možnost spolehlivých servisních zásahů do řídicích systémů. Komunikace řídicích systémů probíhá na bázi linky RS485 nebo průmyslového Ethernetu.

Základní komponenty informačního systému DB-Net/IP

- **Programově funkční moduly** – Speciální moduly návrhového prostředí DetStudio (2.1), sloužící pro definici řídicího systému na Ethernetu, definici statického směrování, zjišťování stavů vzdálených systémů a přenosů databázových proměnných.
- **Komunikační ovladače pro dispečinky** – Ovladač zajišťující přenos prostřednictvím protokolu UDP pro aplikace firmy AMiT a vizualizační systémy cizích společností.
- **Ethernet v řídicích systémech** - Systémy jsou většinou vybaveny Ethernetovým rozhraním 10, nebo 100 Mbps, nebo lze využít převodníku DM-232TOETH (1.4.2). Mohou tak zastávat funkci brány pro přístup segmentu na lince RS485 do Ethernetu.

Hlavní přednosti a rysy informačního systému DB-Net/IP

- Každý komunikační paket je zabezpečen autorizačními údaji a proti odposlechnutí hesla
- Je zabezpečena ochrana dat šifrováním
- Z libovolného místa je možno ladit parametry nebo nahrávat aplikace v prostředí DetStudio (2.1) a využívat servisní program ViewDet (2.2)
- Řídicí systémy mohou navzájem sledovat stav ostatních řídicích systémů (stancí)
- Přímé propojení řídicích systémů [5]



Obrázek 25 - DB-Net/IP [5]

1.4.2 Převodníky komunikačních linek

Převodníky určené pro montáž na DIN lištu 35 mm

<i>DM-232TO485</i>	Převodník RS232 na RS485 GO. Přenos řízený signálem RTS, nebo automaticky
<i>DM-485TO485</i>	Opakovač linky RS485 pro prodloužení komunikační trasy nebo GO.
<i>232TO485PC(A)</i>	Externí převodník RS232, nebo RS485 GO na sériový port RS232 PC. Přepínání směru RTS nebo automaticky (A).
<i>DM-232TOETH</i>	Převodník RS232 na Ethernet. Umožňuje začlenění všech řídicích systémů do informačního systému DB-NET/IP 1.4.1.
<i>DM-MB2ET/A</i>	Převodník sběrnice M-Bus na Ethernet. Umožňuje připojit až 3 zařízení. Varianta /A je schopna komunikovat s nadřazeným systémem pomocí TCP.
<i>DM-DI4MBTET</i>	Rozšiřuje možnosti DM-MB2ET o možnost čítání impulzních výstupů z měřicích a rozúčtovacích zařízení (vodoměr atd..).
<i>AWEB</i>	Volně parametrizovaný webový server v rámci informačního systému DB-Net/IP (1.4.1). Lze připojit na všechny řídicí systémy s rozhraním (RS232, RS485, Ethernet) [3].



Obrázek 26 - DM 232TO485 [3]

Obrázek 27
-
232TO485PC
[3]Obrázek 28 -
AWEB [3]

Tabulka 16 - Převodníky komunikačních linek

2 NÁVRHOVÉ A SERVISNÍ PROSTŘEDÍ PRO TVORBU APLIKACÍ

Většina produktů společnosti AMiT jsou pouze kusy hardwaru bez schopnosti samostatně cokoliv řídit nebo ovládat. S toho důvodu je nutné vytvořit programy, pomocí kterých se po implementaci stanou s hardwaru plnohodnotné řídicí systémy. Pro tyto účely má společnost AMiT vytvořené vlastní zdarma distribuované návrhové prostředí DetStudio, kterým se bude tato kapitola zabývat. Protože je nutné řídicí systém později také uživatelsky ovládat a korigovat, bude se kapitola také zabývat servisním a vizualizačním prostředím ViewDet, taktéž vytvořeným a distribuovaným společností AMiT.

2.1 DetStudio

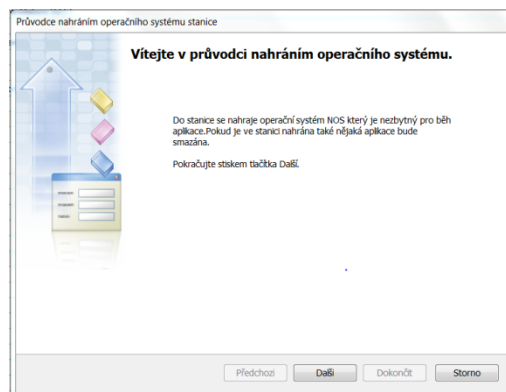
Je to návrhové studio určené pro tvorbu všech uživatelských aplikací standardních řídicích systémů firmy AMiT. V tomto vývojovém prostředí lze vytvořit vlastní aplikaci, navrhnout a simulovat vzhled vytvořených obrazovek zobrazovačů řídicích systémů, definovat chybová hlášení, zavést aplikační program v rámci informačního systému DB-Net/IP, ladit běžící aplikaci on-line a vytvořit obecnou dokumentaci k řídicímu programu.

2.1.1 Zavedení operačního systému NOS

Protože řídicí systémy dodávané společností AMiT neobsahují v dodaném provedení žádný operační systém, je nutné ho do řídicího systému nějakým způsobem zavést. Zavedení operačního systému (NOS) je jednou s funkcí DetStudia. Zavedení NOS musí proběhnout prostřednictvím přímého propojení řídicího systému s PLC (6.1.1).

Operační systém NOS umožňuje

- Spuštění aplikací vytvořených v návrhovém prostředí DetStudia
- Komunikaci protokolem DB-Net (RS232, RS485 až pro 32 stanic)
- Komunikaci protokolem DB-NET/IP (1.4.1) (Ethernet, neomezený počet stanic)



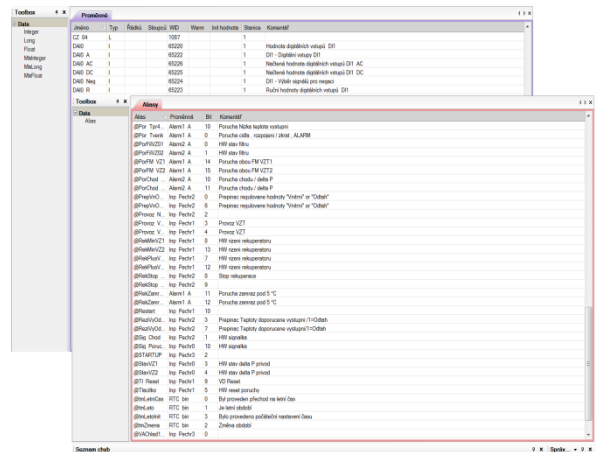
Obrázek 29 - Nahrání NOS v DetStudiosu

Procesní proměnné:

- Datový objekt, umístěný v procesní databázi, pro uchování dat.

Aliases:

- Datové objekty, které mohou nabývat pouze hodnot 0/1.
- Vytvořením aliasu nevznikne nový datový objekt, ale vazba na určitý bit v procesní proměnné.



Obrázek 32 - Procesní proměnné a Aliasy

Více o programovacích jazycích, procesech, procesních aplikacích a aliasech je uvedeno v nápovědě vývojového prostředí DetStudia [3] a v [4].

2.1.3 Tvorba uživatelských obrazovek pro terminály

Servisní prostředí DetStudia obsahuje komfortní WYSIWYG editor, pro tvorbu uživatelských obrazovek pro řídicí systémy, nebo pro různé druhy terminálů (textové, grafické, dotykové) (1.3). Rovněž také simulátor terminálů na PC včetně simulace proměnných.

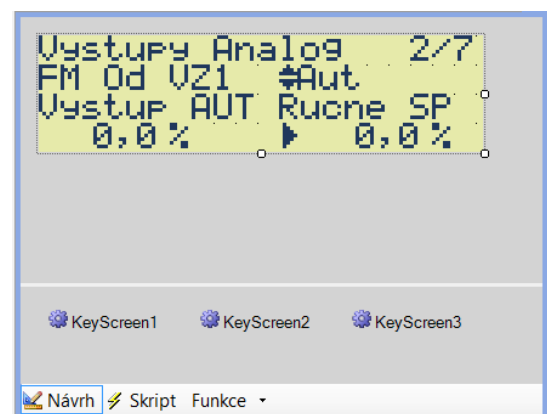
Typy uživatelských obrazovek

Obrazovka Global:

- Obrazovka určená pro umístění neviditelných prvků. Nejdřív se vykonají prvky v této obrazovce a pak v obrazovce zobrazené.

Standardní obrazovky:

- Všechny ostatní obrazovky kromě Global, do kterých mohou být umístěny viditelné a neviditelné prvky.
- Velikost je závislá na zvoleném terminálu.



Obrázek 33 - WYSIWYG editor obrazovek

Více informací o obrazovkách je uvedeno v nápovědě vývojového prostředí DetStudia [3].

2.2 ViewDet

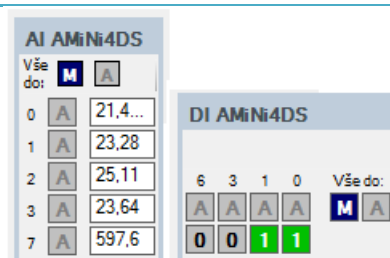
Jedná se o samostatný servisní program společnosti AMiT, který doplňuje a rozšiřuje možnosti návrhového prostředí DetStudia a to zejména v oblasti sledování a ladění aplikace v procesní stanici. V omezené míře lze v programu vytvořit také jednoduchou vizualizaci. Více lze o vývojovém prostředí nalézt v nápovědě programu ViewDet.

2.2.1 Základní vlastnosti prostředí ViewDet

- Čtení a zápis hodnoty databázových proměnných a aliasů (2.1.2).
- Zobrazení, čtení, tisk a export archivů (tabulka nebo graf) pro provozní deník z procesní stanice, včetně uchování jejich historie.
- Zobrazení proměnných kdekoli na scéně s nadefinovaným obrázkem na pozadí, čímž lze vytvořit jednoduchou, ale plně funkční vizualizaci.
- Zabezpečení nechtěné editace proměnných pomocí zámku.
- Kompletní editace IP konfigurace stanic připojených do sítě Ethernet pomocí protokolu DB-net/IP (1.4.1) [3].

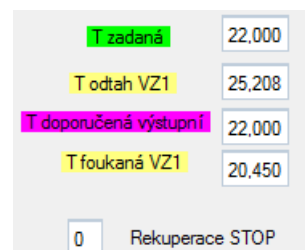
2.2.2 Prvky scény pro vytvoření vizualizace

AIO Inspektor	Ovládání analogových vstupů a výstupů
DIO Inspektor	Ovládání digitálních vstupů a výstupů
Proměnná	Zobrazení a editace proměnné
Provozní deník	Zobrazení a čtení provozního deníku stanice
Text	Statický text
Archiv	Zobrazení a čtení archivu stanice
Inspektor	Zobrazení a editace proměnných
Časový plán	Zobrazení a editace časových plánů
Matic	Zobrazení a editace matice



Obrázek 34 - AIO a DIO

Inspektor



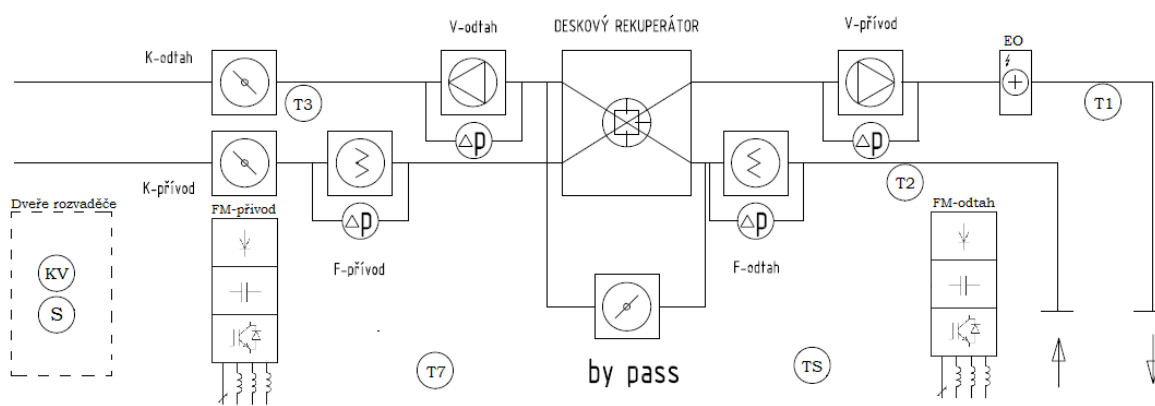
Obrázek 35 -
Proměnná, Alias a text

Tabulka 17 - Prvky scény prostředí ViewDet

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 SUMARIZACE VSTUPŮ A VÝSTUPŮ PRO ŘÍDICÍ JEDNOTKU

Pro získání přehledu o tom, co a čím bude na okruhu vzduchotechniky v budově pizzerie ovládáno, obsahuje tato kapitola nejprve seznámení se vzduchotechnikou uvnitř budovy pomocí obecného blokového schématu. Po získání přehledu o tom, s jakými veličinami se bude pracovat, je v následujících podkapitolách uveden výčet konkrétních snímačů a zařízení, které jsou v okruhu vzduchotechniky použity a jejich sumarizace. Na základě toho pak výběr vhodného řídicího systému a v poslední řadě osazení jeho vstupů a výstupů uvedenými čidly a zařízeními.



Měřenné veličiny

- Teplota v bodech T1,2,3 a TS
- Signály o stavu ventilátorů a filtrů
- Signály z tlačítek na krytu rozvaděče pro ovládání VZT

Ovládání

- Ovládání frekvenčních měničů za pomoci hodnoty napětí nebo proudu
- Signály pro spuštění FM, klapek a elektro ohřevu

Obrázek 36 - Blokové schéma vzduchotechniky s legendou V/V veličin

Legenda

F	Filtr	FM	Frekvenční měnič
V	Ventilátor	S	Tlačítko START VZT
K	Klapka	KV	Tlačítko KVITACE
T _{1-3,S}	Teplotní čidla	EO	Elektrický ohřev
T ₇	Čidlo kvality vzduchu		

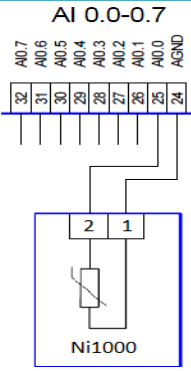
Tabulka 18 - Legenda k blokovému schématu vzduchotechniky

3.1 Snímače a zařízení sloužit jako V/V pro PLC

Tato podkapitola popisuje výčet snímačů a zařízení, sloužící jako vstupy pro řídicí systém a těch, které budou řídicím systémem ovládány. Je uveden obecný popis včetně výběru konkrétního produktu, který byl pro realizaci vzduchotechniky v budově použit.

3.1.1 Snímače teploty a kvality vzduchu

U řídicích systémů společnosti AMiT se pro snímání teploty využívá odporových snímačů. Druhy odporových snímačů s jejich teplotním rozsahem uvádí tabulka 19. Obrázek 37 zobrazuje způsob připojení čidla Ni1000 ke vstupům řídicího systému.

Ni1000/6180ppm	Rozsah teplot -60 °C - +146 °C	
Ni1000/5000ppm	Rozsah teplot -60 °C - +174 °C	
Pt1000	Rozsah teplot -50 °C - +250 °C	
Pt100, Termočlánek	Rozsah tohoto čidla je přímo určen použitým čidlem, převodníkem a parametry analogového vstupu systému.	

Obrázek 37 -
Připojení
Ni1000

Tabulka 19 - Odporové snímače teploty pro řídicí systémy AMiT

Z těchto odporových snímačů byly v budově pizzerie využity odporové snímače společnosti REGMET a to snímače pro vzduchotechniku konkrétně typ P12S obsahující odporové čidlo Ni1000/6180ppm. Jedná se o nejvhodnější čidla pro použití s řídicími systémy AMiT, s dostatečným teplotním rozsahem. Hlavice snímače je vyrobena s plastu s nerezovým měřícím stonkem s rychloupínacím šroubem pro montáž [6][3].



Obrázek 38 - P12S [6]

Pro snímání kvality vzduchu v budově pizzerie je použito standardní čidlo CO₂ pro vzduchotechniku. Naměřená hodnota CO₂ by se měla pohybovat v rozmezí 800 - 1000ppm, což je doporučená úroveň CO₂ ve vnitřních prostorách. Výstupní hodnoty čidla, se pohybují v rozmezí 0 – 10V, nebo 0 – 20mA.

3.1.2 Spínače pro vytápění

Spínání elektrických topných těles v okruhu vzduchotechniky probíhá skokově a to tak, že jedno nebo více topných těles, jsou připínány a odepínány podle předem zvoleného teplotního rozsahu, měřeného na výstupu potrubí. Pro spínání se obvykle využívá relé, která vzhledem k četnosti spínání (řádově několikrát za minutu) po nějaké době odchází. Proto bylo pro tyto účely v budově pizzerie zvoleno „inteligentní“ relé společnosti HONGFA, konkrétně HFS24, u kterého je „spínání“ realizováno bezkontaktně pomocí triaků [7].



Obrázek 39 - HFS24 [7]

3.1.3 Klapky, informace s filtrů a ventilátorů

Tyto zařízení (vstupy/výstupy z nich) nejsou ovládány přímo řídicím systémem, ale pomocí přídavných relé, spínaných pomocí digitálních výstupů PLC. V budově pizzerie jsou použity konkrétně relé společnosti SCHRACK a to typ PT570034 určený pro spínání 24V DC do 6A [8].



Obrázek 40 -
PT570034 [8]

3.1.4 Frekvenční měnič

Umožňuje regulaci otáček motoru v širokém spektru, mnohdy až nad jeho konstrukční otáčky. V případě měničů s vektorovým řízením se zachová krouticího momentu. Frekvenční měniče (dále jen FM) jsou ovládány analogovým výstupním signálem s PLC v rozmezí 0 – 10V, nebo 0 – 20mA. FM použitými v budově pizzerie jsou 8200 smd společnosti Lenze [9].



Obrázek 41 -
8200 smd [9]

Pokud jsou známy všechna čidla, zařízení a jejich počet, který bude na vstupy a výstupy řídicího systému připojen, může být na základě toho sestavena tabulka, v níž je uveden výčet čidel a zařízení, které budou připojeny na vstupy a výstupy řídicího systému. Na základě této tabulky (Tabulka 20) pak může dojít ke zvolení vhodného řídicího systému s nabídky společnosti AMiT.

	AI	A0	DI	DO
Počet	5	2	4	2
Čidlo/ Zařízení	4 x Měření teploty pomocí Ni1000/6180 1 x Čidlo kvality vzduchu	1 x Ovládání frekvenčního měniče přívod 1 x Ovládání FM odtah	1 x Signalizace chodu ventilátorů 1 x Signalizace zanesení filtrů 2 x Pomocné tlač.	1 x START frekvenčního měniče, klapky přívod odtah 1x Ohřev

Tabulka 20 - Sumarizace vstupů a výstupů pro PLC

Po zhodnocení veškeré předchozí analýzy a sumarizace vstupů a výstupů, byl jako nejvhodnější řídicí systém pro ovládání vzduchotechniky v budově pizzerie vybrán Minisystém AMiNi4DS společnosti AMiT (1.1.1). V následující kapitole 3.2 jsou všem čidlům a zařízením přiřazeny konkrétní vstupy a výstupy řídicího minisystému AMiNi4DS, aby mohlo dojít k vytvoření řídicího a vizualizačního programu.

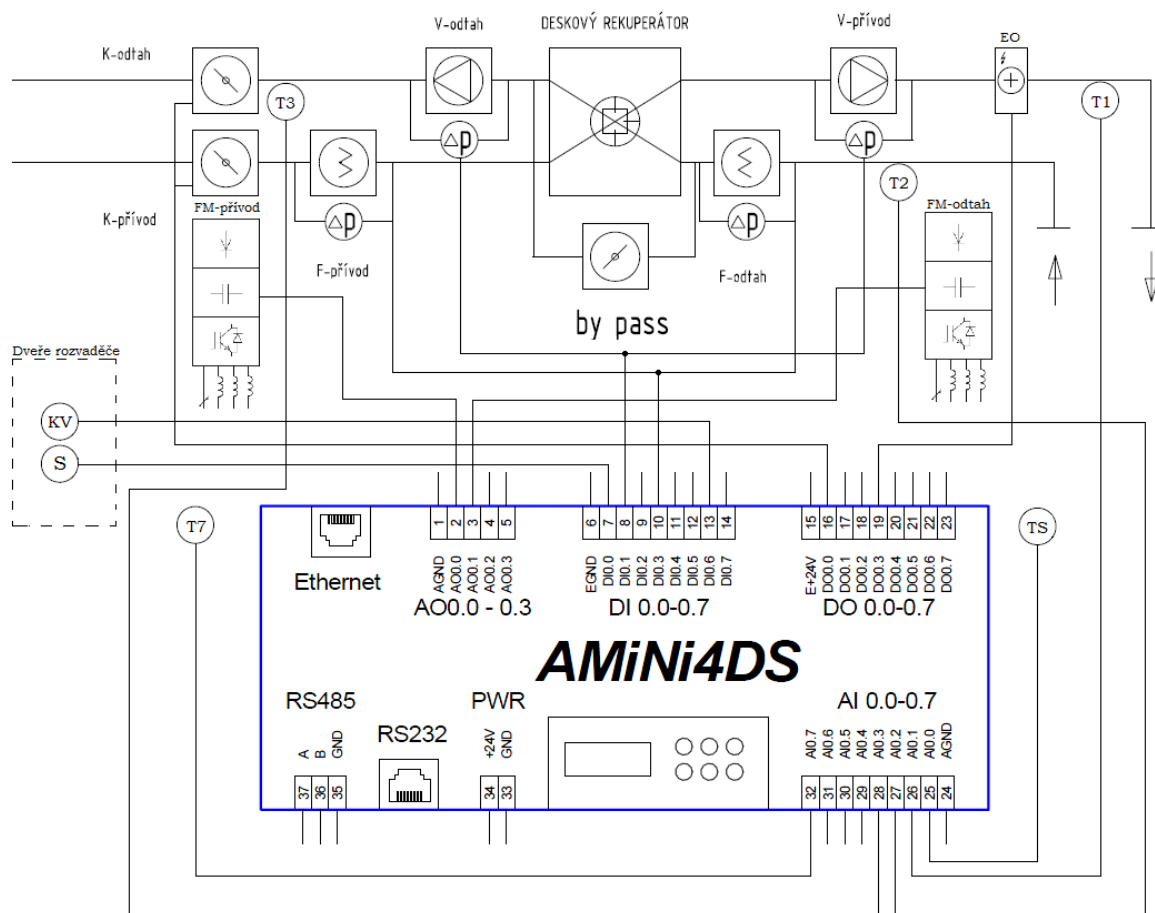
3.2 Přiřazení vstupů a výstupů řídicímu systému PLC

V této podkapitole je uveden soupis a grafické zobrazení všech veličin a signálů, které budou na vstupy řídicího systému AMiNi4DS přivedeny, a které bude ovládat.

3.2.1 Grafické znázornění všech čidel a zařízení připojených do AMiNi4DS

Obrázek 42 zobrazuje obecné blokové schéma vzduchotechniky v budově pizzerie, kterou budeme pomocí programovatelného automatu ovládat. Všechny vstupy a výstupy PLC, které budou využity pro řízení, jsou osazeny. Čidla a zařízení jsou ve schématu rozmístěny

tak, aby bylo co možná nejjednodušší představit si jejich reálné umístění. Tabulka 21 pak znázorňuje osazení jednotlivých digitálních a analogových V/V řídicího systému.



Obrázek 42 - Schema osazení vstupů a výstupů AMiNi4DS

DI.00	START VT1 (tlačítko na panelu)	AO.01	Ovládání FM přívod VZ1
DI.01	Indikace chodu ventilátorů	AI.00	Teplota venkovní "Sever"
DI.03	Indikace zanesení filtrů	AI.01	Teplota foukaná VZ1
DI.06	KVITACE (tlačítko na panelu)	AI.02	Teplota odťahovaná VZ1
DO.00	START měničů a klapek	AI.03	Teplota za rekuperací
DO.03	START elektrického ohřevu	AI.07	Čidlo kvality vzduchu "CO2"
AO.00	Ovládání FM odťah VZ1		

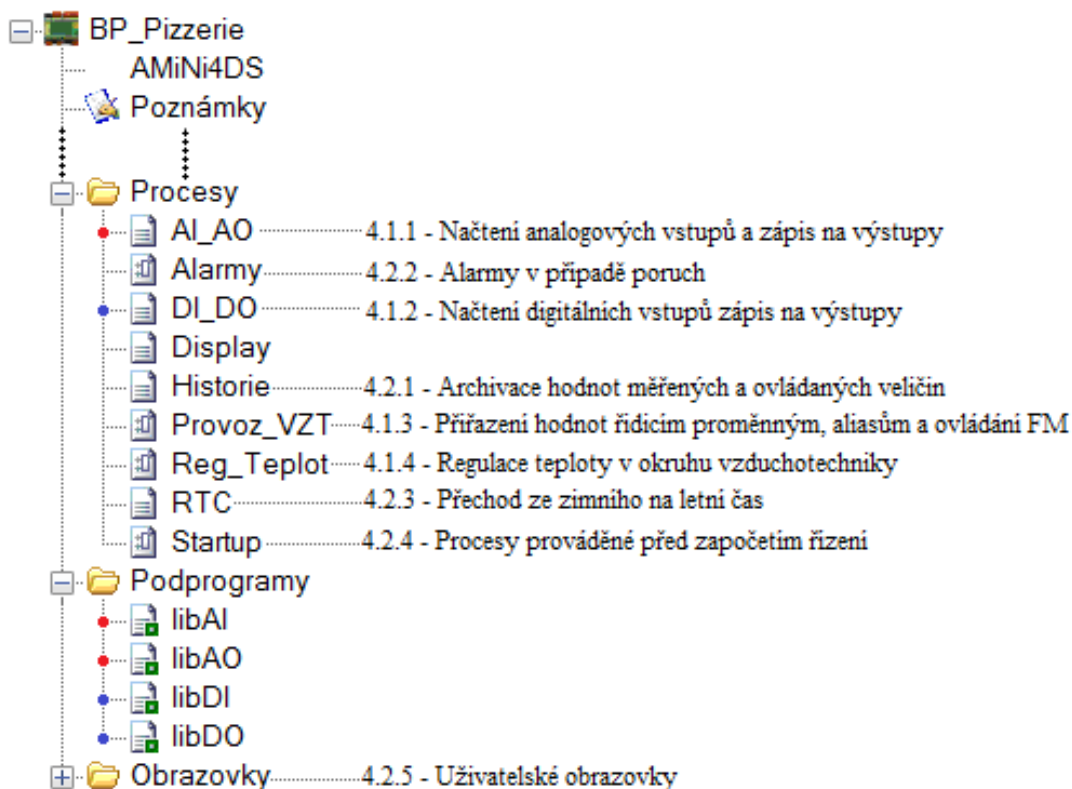
Tabulka 21 - V/V připojené k AMiNi4DS

4 NÁVRH ŘÍDICÍHO PROGRAMU PRO PLC

Řídicí systém sám o sobě nedokáže bez vhodně vytvořeného programu pracovat se vstupy a výstupy k němu připojenými. Proto je nutné vytvořit pro něj řídicí program, pomocí kterého bude okruh vzduchotechniky v budově pizzerie ovládán. S tohoto důvodu se tato kapitola bude zabývat vytvořením řídicího programu pro správný chod vzduchotechniky v budově pizzerie. Sestavení řídicího programu je realizováno prostřednictvím vývojového prostředí DetStudio 2.1 vytvořené společností AMiT.

4.1 Návrh a sestavení řídicího programu

Před započítím samotného programování je vhodné, aby byl do řídicího systému nejprve nahrán operační systém (NOS). V kapitole 2.1.1, nebo v manuálu k prostředí DetStudia [3], je podrobněji popsáno jeho zavedení, nebo k čemu slouží a nebudeme se jím tedy v této podkapitole nadále zabývat. Za pomoci některého (kombinací nebo všech) programovacích jazyků podporujících prostředí DetStudia (2.1.2), může dojít k vytvoření řídicího programu. Obrázek 43 znázorňuje vývojový diagram řídicího programu s označením podkapitol, které budou v následující části popisovat jednotlivé procesy. Graficky je také znázorněno, které podprogramy na hlavní procesy navazují.

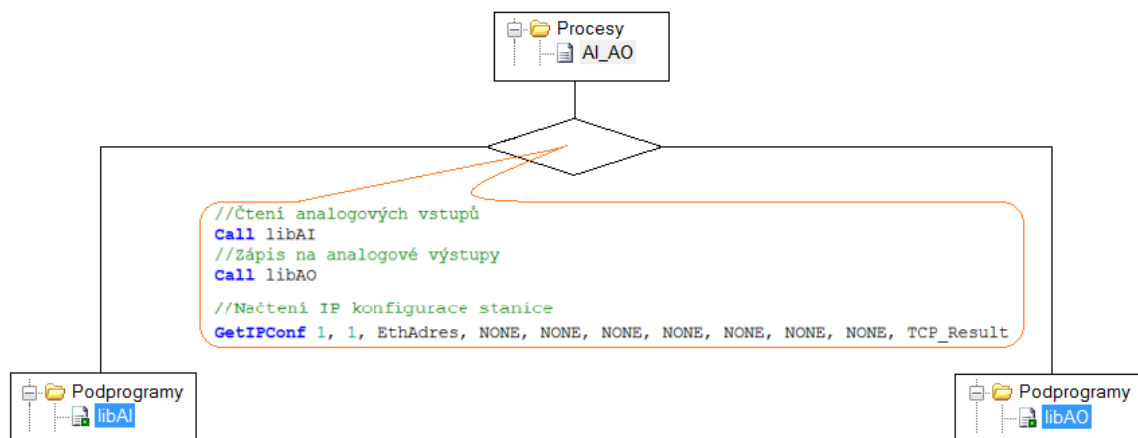


Obrázek 43 - Vývojový diagram

Nejprve je nutné načíst do analogových a digitálních kanálů hodnoty z reálných analogových a digitálních vstupů a výstupů PLC. Načtené analogové hodnoty jsou pak uloženy do proměnných (digitální do aliasů), aby s nimi mohlo být dále pracováno. Pomocí nich je pak vytvořen kód pro řízení okruhu vzduchotechniky (ovládání frekvenčních měničů pro ventilátory, ohřevu, rekuperace atd.). Těmito věcmi se bude tato kapitola zabývat. Je třeba také nastavit IP konfiguraci řídicího systému, aby do něj mohl být řídicí program implementován. Toto nastavení je podrobně popsáno v kapitole 6. Vytvoření programu bylo inspirováno typovým řešením pro vzduchotechniku [11].

4.1.1 Načtení analogových vstupů a zápis na výstupy

Prvním krokem je načtení hodnoty do kanálu AIO (proudů/napětí) s analogových vstupů, aby s nimi mohlo být dále pracováno. Při této příležitosti bude proveden také zápis zatím neurčených hodnot, tj. kanálu AOO na analogové výstupy. Pomocí procesu *AI_AO* dojde k volání podprogramu *libAI* pro načtení vstupů a podprogramu *libAO* pro načtení výstupů. Dojde také k načtení IP adresy řídicí stanice. Proces i podprogramy, které jsou volány, jsou vytvořeny pomocí programovacího jazyka ST (2.1.2). Tyto kroky včetně kódu procesu *AI_AO* zobrazuje obrázek 44. Podprogramy jsou volány pomocí modulu *Call*. Získání IP adresy stanice je realizováno pomocí modulu *GetIPConf*.



Obrázek 44 - Volání podprogramů libAI a libAO procesem AI_AO

Podprogram lib_AI

Protože na analogové vstupy řídicího systému jsou připojeny pouze teplotní čidla s odporovým snímačem Ni1000/6180 (3.1.1) a čidlo kvality vzduchu, podprogram provede

nejprve načtení hodnot s teplotních čidel. Obrázek 45 znázorňuje, jak v programu načtení hodnot s analogového vstup AI0.0 probíhá. Samotné načtení je realizováno pomocí modulu *Ni1000* a tato hodnota může být pomocí korekčních konstant korigována. Nakonec je výsledná hodnota pomocí modulu *Filtr1R* odfiltrována. Načtení ostatních teplot je identické.

```

//***** ANALOGOVÝ VSTUP AI0.0 *****
//Na vstup je připojeno TEPLTNÍ ČIDLO
//Ni1000/6180ppm
    Ni1000 #Ni10001_0, AI0_okamzita[0,0], 6180
//Naměřenou hodnotu lze (v případě nutnosti) upravit pomocí korekčních konstant
Let fx = AI0_konst[0, 0]*AI0_okamzita[0, 0]+AI0_konst[0, 1]
//Výslednou hodnotu filtrujeme
Filtr1R fx, AI0[0,0], AI0_konst[0,2]

```

Obrázek 45 - Načtení vstupu AO0 obsazeného teplotním čidlem

Dalším krokem podprogramu, je načtení proudového nebo napěťového signálu ze snímače kvality vzduchu. Načtení proběhne za pomoci modulu *AnIn*, opět s možností korekce naměřených hodnot a odfiltrováním pomocí modulu *Filtr1R*. Kód zobrazuje obrázek 46.

```

//***** ANALOGOVÝ VSTUP AI0.7 *****
//Na vstup je připojeno PROUDOVÉ NEBO NAPĚŤOVÉ ČIDLO
AnIn #AI00_7, AI0_okamzita[7,0], AI0_params[1,0], AI0_params[1,1], AI0_params[1,2], AI0_params[1,3]
//Naměřenou hodnotu lze (v případě nutnosti) upravit pomocí korekčních konstant
Let fx = AI0_konst[7, 0]*AI0_okamzita[7, 0]+AI0_konst[7, 1]
//Výslednou hodnotu filtrujeme
Filtr1R fx, AI0[7,0], AI0_konst[7,2]

```

Obrázek 46 - Načtení vstupu AO0 obsazeného čidlem CO2

Pokud by z důvodu poruchy některého ze snímačů bylo třeba zachovat správný chod vzduchotechniky i bez načtených údajů, obsahuje podprogram také část kódu, která umožňuje zadání ručně přednastavených hodnot. Obrázek 47 uvádí přepnutí načítání analogových vstupů na načtení ručně zadaných hodnot.

```

//Přepnutí kanálu AO0 na AUTOMATICKÝ nebo MANUÁLNÍ režim
For Ix, 0.000, 7.000, 1.000
    Let AI0[Ix,0] = IF(AI0_XR.(Ix),AI0_R[Ix,0],AI0[Ix,0]); AI0_R[Ix,0] = AI0[Ix,0]
EndFor

```

Obrázek 47 - Výběr mezi AUT/MAN režimem

Ihned po startu řídicího systému vhodné vědět, v jakém stavu se nachází zálohovací baterie a jaký je stav napájecího napětí PLC. Poslední částí tohoto podprogramu je tedy načtení napájecího a zálohovacího napětí. Načtení a zápis napájecího napětí do proměnné, probíhá

obdobně jako u čidla CO2 pomocí modulu *AnIN* a zobrazuje jej obrázek 48. Načtení napětí záložní baterie probíhá obdobně.

```
//Načtení NAPÁJECÍHO NAPĚTÍ
AnIn #PWR2_0, Ux_A[0,0], 55.000, 0.000, 55.000, 0.000, 55.000
```

Obrázek 48 - Načtení napájecího napětí

Podprogram *libAO*

Podobně jako provádí podprogram *libAI* zápis analogových vstupů, tak podprogram *libAO* provádí zápis kanálu A00 na analogové výstupy. Stejně jako u vstupních hodnot, může dojít k zápisu manuálně přednastavených hodnot na výstupy. Při zápisu analogových výstupních hodnot podprogram navíc zabezpečuje bez-nárazové přepnutí pomocí modulu *MtxCopy*. Volbu režimu společně s bez-nárazovým přepnutím zobrazuje obrázek 49.

```
*****Přepnutí AUTOMATICKÝ nebo MANUÁLNÍ režim*****
For Ix, 0.000, 1.000, 1.000
  Let AO[Ix,0] = IF(AO_XR.(Ix),AO_R[Ix,0],AO_A[Ix,0])
EndFor
//Beznárazové přepnutí na manuální režim
MtxCopy AO R, NONE, NONE, AO, NONE, NONE, NONE, NONE, NONE.0
```

Obrázek 49 - Beznárazové přepnutí mezi AUT/MAN režimem

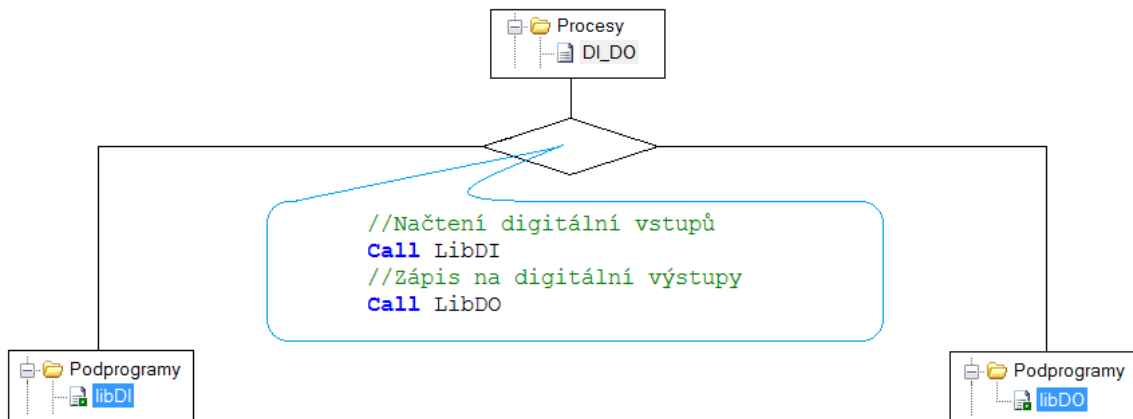
Samotný kód pro zápis na analogové výstupy pro ovládání FM (3.1.4), je pak realizován prostřednictvím modulu *AnOut* a uvádí jej obrázek 50.

```
***** Zápis na analogové výstupy *****
AnOut #A000_0, AO[0,0], AO_params[0,0], AO_params[0,1], AO_params[0,2], AO_params[0,3], AO_params[0,4]
AnOut #A000_1, AO[1,0], AO_params[1,0], AO_params[1,1], AO_params[1,2], AO_params[1,3], AO_params[1,4]
```

Obrázek 50 - Zápis na analogové výstupy

4.1.2 Načtení digitálních vstupů zápis na výstupy

Dalším navazujícím procesem je *DI_DO*, který zajišťuje načtení hodnot z digitálních vstupů do kanálu DI0 a také zápis kanálu DO0 na digitální výstupy. Proces i volané podprogramy jsou opět vytvořeny pomocí jazyka ST (2.1.2). Obrázek 51 znázorňuje volání podprogramů *libDI* (načtení digitálních vstupů) a *libDO* (zápis na výstupy) od procesu *DI_DO* pomocí modulu *Call*.



Obrázek 51 - Volání podprogramů libDI a libAO procesem DI_DO

Podprogram libDI

Na digitální vstupy řídicího systému přicházejí pouze impulsy (bity) ze zařízení, nebo prostřednictvím pomocných relé k tomu určených (3.1.3). Načtení digitálních kanálů není tedy zdaleka tak náročné, jako načtení kanálů analogových. Obrázek 52 znázorňuje kód, pro načtení všech digitálních vstupů, prostřednictvím modulu *DigIn* s možností negace načtených bitů.

```

//***** Načtení DIO *****
DigIn #0, DIO_A, 0x0000

```

Obrázek 52 - Načtení digitálních vstupů

Obrázek 53 pak uvádí kód pro bez-nárazové přepnutí, při manuálním zadání vstupních hodnot, opět s možností negace.

```

//Přepnutí AUTOMATICKÝ nebo MANUÁLNÍ režim + volba negace
Let DIO = (~DIO_XR & (DIO_A^ DIO_neg)) | (DIO_XR & DIO_R)
//Beznárazové přepnutí do ručního režimu
Let DIO_R = DIO

```

Obrázek 53 - Beznárazové přepnutí AUT/MAN režim + negace

Podprogram libDO

Zápis kanálu *DOO* na digitální výstupy probíhá opět mnohem jednodušeji, než v případě zápisu na výstupy analogové. Obrázek 54 zobrazuje kód, který zajišťuje možnost zápisu manuálně zadaných hodnot se zabezpečením bez-nárazového přepnutí.

```
//Přepnutí AUTOMATICKÝ nebo MANUÁLNÍ režim
Let DO0 = ((~DO0_XR | DO0_Valve) & DO0_A) | (DO0_XR & ~DO0_Valve & DO0_R)
//Beznárazové přepnutí do ručního režimu
Let DO0_R = DO0
```

Obrázek 54 - Beznárazové přepnutí AUT/MAN režim kanálu DO0

Samotný zápis kanálu *DO0* na digitální výstupy s možností negace zapisovaných hodnot, je realizován pomocí modulu *DigOut* a zobrazuje ho obrázek 55.

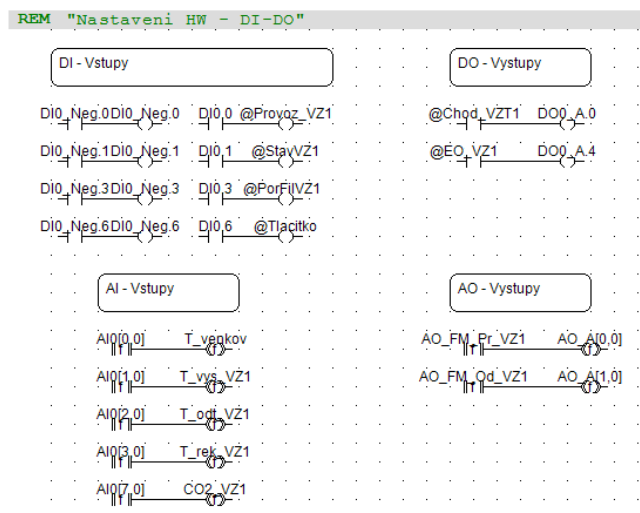
```
//***** Zápis na digitální výstupy kanálu DO0 *****
DigOut DO0, #0, 0x0000
```

Obrázek 55 - Zápis na digitální výstupy

4.1.3 Přiřazení hodnot řídicím proměnným, aliasům a ovládání FM

Dalším z řady procesů nutným pro řízení vzduchotechniky, je proces *Provoz_VZT*. V tomto procesu jsou hodnoty v kanálech, které do nich byly načteny v podkapitolách 4.1.1 a 4.1.2, zapsány do proměnných a aliasů, se kterými se bude dále pracovat (Obrázek 56). Tabulka 22 pak znázorňuje seznam proměnných a aliasů, do kterých byly hodnoty se vstupních/výstupních kanálů zapsány. Tyto hodnoty budou využívány v následujících procesech a při sestavení vizualizace k řídicímu programu (5).

- Zápis je realizován pomocí jazyka RS (2.1.2).
- Načtení informací ze vstupních kanálů zajišťuje modul *LD* (*LDf* pro hodnoty typu float).
- Zápis hodnot do proměnných/aliasů je realizován modulem *ST* (*STf*).
- Načtení z proměnných/aliasů a zápis do výstupních kanálů je realizován obdobně v opačném pořadí.



Obrázek 56 - Přiřazení načtených kanálů proměnným a aliasům

Vstupy		Výstupy	
AIO[0.0]	T_venkov	DI[0.0]	@Provoz_VZ1
AIO[1.0]	T_vys_VZ1	DI[0.1]	@StavVZ1
AIO[2.0]	T_odt_VZ1	DI[0.3]	@PorFilVZ1
AIO[3.0]	T_rek_VZ1	DI[0.6]	@Tlacitko
AIO[7.0]	CO2_VZ1		
A0_FM_Pr_VZ1	AO_A[0.0]	@Chod_VZ1	DO0_A0
A0_FM_Od_VZ1	AO_A[1.0]	@EO_VZ1	DO0_A4

Tabulka 22 - Přiřazení vstupů a výstupů proměnným a aliasům

Proces *Provoz_VZT* také zajišťuje několik dalších úkonů při spuštění systému vzduchotechniky v budově pizzerie. Následující část kódu zobrazující obrázek 57 je vytvořena kombinací programovacích jazyků RS a ST. Těmito úkony jsou:

- Start frekvenčních měničů a klapek pro přívod a odtah v případě, že došlo ke spuštění okruhu vzduchotechniky pomocí tlačítka.
- Nastavení výkonu frekvenčních měničů v závislosti na hodnotě, získané z čidla kvality vzduchu s možností korekce.
- Nastavení plného výkonu FM v případě, že výstupní teplota překročí požadovanou hranici (25 °C).

```

REM "Provoz Rezim"

@Provoz_VZ1 @STARTUP @Chod_VZT1

If @Chod_VZT1
| Let AO_FM_Pr_VZ1 = CurFM_Out_1
| Let AO_FM_Od_VZ1 = CurFM_Out_1
Else
| Let AO_FM_Pr_VZ1 = 0
| Let AO_FM_Od_VZ1 = 0
EndIf

Let @Vykon100VZ1 = (T_vys_VZ1 > 25 )

If @Vykon100VZ1
| Let In_CO2_VZ1 = 1000
Else
| Let In_CO2_VZ1 = CO2_VZ1 + KorekCO2
EndIf

Interpol In CO2 VZ1, CurFM_Out_1, TAB FM VZ1

KorekCO2 KorekCO2

```

Obrázek 57 - Provozní režim

4.1.4 Regulace teploty v okruhu vzduchotechniky

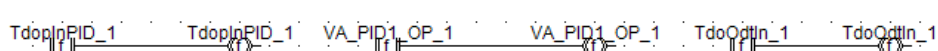
Jedná se o jeden z nejsložitějších procesů řídicího programu, zajišťující samotou regulaci teploty v okruhu vzduchotechniky budovy pizzerie. Pracuje s údaji získanými pomocí předchozích procesů a v závislosti na získaných hodnotách provádí řízení ohřevu a rekuperace pro dosažení požadovaných teplot v okruhu vzduchotechniky. Regulace teplot probíhá v primárním a sekundárním režimu. Obrázek 58 zobrazuje kód pro primární režim, kdy samotnou regulaci zajišťuje modul *PID*, který plní funkci PID regulátoru. Proměnná s měřenou hodnotou je jim regulována na hodnotu teploty žádané a výsledná hodnota akčního zásahu je pomocí modulu *Interpol* (obecný funkční měnič) převedena na hodnotu doporučené výstupní teploty a uložena do pomocné proměnné.

```
REM "*****"
REM "Primarni regulator teploty" VZT1"
REM "*****"
PID T_zad_VZ1, TdoOdtIn_1, VA_PID1_OP_1, PID01_Mode1, PID01_Param1
Interpol VA_PID1_OP_1, TdoVyst_1, TABTepInOP_1
```

Obrázek 58 - Primární PID regulátor teploty

Odtahovaná teplota, naměřená v okruhu vzduchotechniky je pak zapsána, jako měřená teplota pro primární PID regulátor (Obrázek 47). V primárním režimu regulace dochází tedy ke snaze zregulování odtahované teploty dle teploty zadané.

```
REM "Prepinace Teploty odtah / vnitřní pro Primarni regulaci"
Let TdoOdtIn_1 = T_odt_VZ1
```



Obrázek 59 - Zápis odtahované teploty jako doporučené pro PID

Sekundární regulace teploty pak zajišťuje regulaci ohřevu a ovládání rekuperátoru. Samotná regulace je opět zajištěna modulem *PID*, který provádí regulaci výstupní (odtahované) teploty na teplotu zatím neurčenou. Výsledná hodnota akčního zásahu regulátoru je pak pomocí modulů *Interpol* převedena a uložena do pomocných proměnných pro ovládání ohřevu a rekuperace. Kód pro sekundární regulaci pomocí PID regulátoru zobrazuje obrázek 60. Kód také zobrazuje výběr zatím neznámé hodnoty, na niž bude regulace probíhat, v závislosti na stavu softwarového přepínače. V případě hodnoty bitu 0, je jako teplota regulace dosazena získaná doporučená výstupní teplota z primárního

PID regulátoru (16 – 30 °C). Při hodnotě bitu 1 je pak dosazena uživatelem zadaná teplota jako v případě primárního PID regulátoru.

```

REM "*****"
REM "Prepinace Teplot pro regulaci "Zadana Vystupni" / "Odtah" VZT1"
REM "*****"
REM "Sekundarni regulace pro Ohrev,Rekuperaci"
PID TdopInPID_1, T_vys_VZ1, VA_PID2_OP_1, PID02_Model, PID02_Param1
Interpol VA_PID2_OP_1, FA_OhrevA, TAB_OhrevA1
Interpol VA_PID2_OP_1, FA_Rekup_1, TAB_Rekup_1
If @ReziVyOd_1
| Let TdopInPID_1 = TdoVyst_1
Else
| Let TdopInPID_1 = T_zad_VZ1
| Let TdoVyst_1 = T_zad_VZ1
EndIf

```

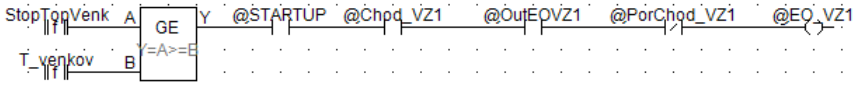
Obrázek 60 - Sekundární PID regulátor teploty s přepínačem

Obrázek 60 zobrazuje kód poslední část procesu, která zajišťuje ovládání spínače teploty pro elektrický ohřev (3.1.2). Samotná regulace ohřevu, je realizována modulem *PWM* (pulzně šířková modulace). Výsledná hodnota akčního zásahu regulátoru, je převedena a uložena do pomocné proměnné, nabývající hodnoty 0 – 100%. Aktuální hodnota, je pomocí modulu převedena na impulsy o délce periody (5 - 30s), které jsou zapisovány pomocí výstupního aliasu na digitální výstup řídicího systému. K odstavení ohřevu dojde, při překročení mezní venkovní teploty (18 °C). Navíc dojde k zastavení rekuperace, pokud teplota za rekuperátorem klesne pod požadovanou hodnotu (5 °C), nebo pokud je naměřená venkovní teplota (navýšená o 2 °C) vyšší, než teplota odtahovaná.

```

REM "PID regulátor" pro El Ohrev pro PWM"
PWM 0x0009, FA_OhrevA, 30.000, 5.000, 30.000, @OutEOVZ1

```



```

Let @RekZamr_VZ1 = (T_rek_VZ1 <= 5)
Let @RekStop_VZ1 = ( T_odt_VZ1 < (T_venkov + 2 ) ) or @RekZamr_VZ1

```

```

If @RekStop_VZ1
| Let FA_Rekup_11 = 0
Else
| Let FA_Rekup_11 = FA_Rekup_1
EndIf

```

Obrázek 61 – Ovládání ohřevu a rekuperace

Poznámka: Samotné řízení rekuperace je v této fázi možné jen částečně, protože na výstupy řídicího systému není připojena „bypassová“ klapka rekuperátoru, která je nyní ovládána externím zařízením a s jejíž implementací do řídicího programu se do budoucna počítá.

4.2 Doplnující části řídicího programu

Takto vytvořený program by sice pro řízení vzduchotechniky v budově fungoval, nicméně by se nedaly dál vyhodnocovat naměřené údaje o teplotách, kontrolovat funkčnost snímačů a zařízení, nebo pracovat s vestavěným časem systému, protože systém sám nepodporuje přechod ze zimního na letní čas a naopak. Proto jsou tyto požadavky řešeny opět softwarově pomocí několika dalších procesů.

4.2.1 Archivace hodnot měřených a ovládaných veličin

Pro vyhodnocování regulačních výsledků okruhu vzduchotechniky je třeba, aby byly vstupní analogové hodnoty ukládány pro další použití. Proto je třeba vytvořit archivy s patřičnou periodou ukládání naměřených hodnot.

- Pomocí modulu *SyncMark* dojde k vytvoření časové značky se zvolenou periodou (Obrázek 62).

```
// Časová značka pro modul SyncArch
SyncMark 2, 10, 0, 0, 0, @Archivuj, Arc_NextTime
```

Obrázek 62 - Časová značka pro archivaci

Samotné vytvoření archivu měřených hodnot, je pak realizováno modulem *SyncArch* a zobrazuje jej obrázek 63.

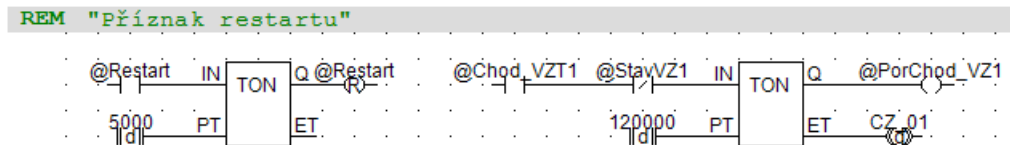
```
// Archivace filtrované aktuální teploty
SyncArch T_venkov, 0, Archiv[0,*], Arc_Time, @Archivuj, @Archivuj, 0, Arc_index, 0x0000
SyncArch T_vys_VZ1, 0, Archiv[1,*], Arc_Time, @Archivuj, @Archivuj, 0, Arc_index, 0x0000
SyncArch T_odt_VZ1, 0, Archiv[2,*], Arc_Time, @Archivuj, @Archivuj, 0, Arc_index, 0x0000
SyncArch T_rek_VZ1, 0, Archiv[3,*], Arc_Time, @Archivuj, @Archivuj, 0, Arc_index, 0x0000
SyncArch AO_FM_Pr_VZ1, 0, Archiv[4,*], Arc_Time, @Archivuj, @Archivuj, 0, Arc_index, 0x0000
SyncArch CO2_VZ1, 0, Archiv[5,*], Arc_Time, @Archivuj, @Archivuj, 0, Arc_index, 0x0001
```

Obrázek 63 - Vytvoření archivů měřených hodnot

4.2.2 Alarmy v případě poruch

Při provozu vzduchotechniky v budově pizzerie je pravděpodobné, že z důvodu mechanické závady, vadného kusu čidla, nebo pouze vlivem únavy materiálu dojde časem k jeho poruše. Proto je nutné, aby v případě vzniku poruchy, došlo ihned jejím ohlášení a v případě výpadku některého, nebo více čidel, došlo k zachování provozu vzduchotechniky. Tato podkapitola popisuje, jakým způsobem dochází ke vzniku alarmu v případě poruchy, dosazení konstantních hodnot za hodnotu vadného čidla a návrat k normálnímu provozu po požadavku na restart po jejím odstranění. Obrázek 64 zobrazuje

část kódu, ve které dojde po požadavku na restart ke zpoždění náběžné hrany výstupu (5s), realizované modulem *TON*, po kterém se do bitu, který vyvolal restart, zapíše 0 a tato hodnota v něm setrvá až do vyvolání dalšího požadavku restartu. Ohlášení poruchy ventilátorů je taktéž realizováno se zpožděním (12s).



Obrázek 64 - Příznak restartu

Obrázek 65 pak zobrazuje část kódu, ve které pomocí modulu *Limits* dochází ke kontrole mezního rozsahu teplotních čidel, připojeným k analogovým vstupům a zápisu do pomocného aliasu při překročení stanovených mezí. Kontrola ostatních analogových vstupů je totožná.

```
REM "Poruchy analogových snímačů"
Limits AIO_okamzita[0,0], @In_01, @In_01, -35.000, 130.000, 5.000, 0x0000
Limits AIO_okamzita[1,0], @In_02, @In_02, -35.000, 130.000, 5.000, 0x0000
```

Obrázek 65 - Limity poruch analogových snímačů

Obrázek 66 ukazuje kód, pro spuštění oznámení poruchy v případě, že došlo ke vzniku alarmu.

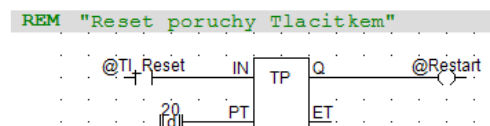
Oznámení je realizováno pomocí prvku *BLINKER*. Jeho použití je popsáno v nápovědě vývojového prostředí DetStudia (2.1).

```
REM "Signalizace poruchy (Houkačka)"
Let @Blinker = not @Blinker
Let @AlarmAct = Alarm1_A != 0
Let @AlarmSign = Alarm1_A != 0
```



Obrázek 66 - Signalizace poruch

Po stisku tlačítka restartu dojde k vygenerování pulzu o zvolené délce (20ms), který vyvolá požadavek na restart (Obrázek 67).



Obrázek 67 - Reset poruchy

4.2.3 Přechod ze zimního na letní čas

Přechodu ze zimního na letní čas a naopak je realizovatelný dvěma způsoby. Z tohoto důvodu společnost AMiT opustila od integrace přechodu časů do samostatného modulu a nechala tento výběr na uvážení uživatele. Aplikační poznámky dodávané společností AMiT [10] (programová typová řešení), konkrétně aplikační poznámka AP0022 představuje obě typová řešení této aplikace, které je možno při sestavení řídicího programu využít. Obrázek 71 zobrazuje první z obou typových řešení, které bylo bez dalších modifikací použito v programu, pro ovládání vzduchotechniky v budově pizzerie. Bližší informace o tomto řešení jsou uvedeny přímo v aplikační poznámce AP0022 [10].

```

// Čas RTC
GetTime RTC_time, RTC_slozky, NONE
// Změna zimní / letní čas
Let UTC_time = if(@tmLetniCas, RTC_time - 10800, RTC_time - 7200)
//Převod časi z formátu DB-Net na složky
ParseTime UTC_time[0,0], NONE, NONE, UTC_slozky
//Na základě jednotlivých složek zjistíme, zda je zimní nebo letní časové období
Let @tmLeto = ((UTC_slozky[4, 0] > 3) and (UTC_slozky[4, 0] < 10) or (UTC_slozky[4, 0] == 3).....
//Po zavedení aplikace se v prvním průchodu procesem tato část neprovede
If @tmLetoInit, :NONE
//Zjištění, zda došlo k přechodu mezi letním / zimním časem
Let @tmZmena = @tmLeto xor @tmLetniCas
If @tmZmena, :NONE
//V případě, že došlo k přechodu, získáme aktuální čas a posuneme jej
GetTime RTC_time, NONE, NONE
Let RTC_time = if(@tmLeto, RTC_time + 3600, RTC_time - 3600)
//posunutý čas zapíšeme zpět do řídicího systému
SetTime RTC_time
EndIf
EndIf
//Pomocná proměnná pro vyhodnocování přechodu mezi letním / zimním časem
Let @tmLetniCas = @tmLeto
//Pomocná proměnná pro detekci prvního průchodu procesem (po zavedení aplikace)
Let @tmLetoInit = true

```

Obrázek 71 - Přechod ze zimního na letní čas

4.2.4 Procesy prováděné před započítáním řízení

Vytvoření a aplikace řídicího programu, je často až posledním krokem při sestavení okruhu vzduchotechniky. Bývá proto požadavkem zajistit, aby byla provedena platba za výsledný projekt. Ta obvykle proběhne až po uplynutí zkušební doby, kdy dojde k ověření plné funkčnosti celého systému. To platí samozřejmě v případě, že v této době nenastaly žádné podstatné provozní problémy, způsobené nedostatky řídicího programu, kvůli kterým by musela být tato doba prodloužena. Nejjednodušším řešením, je vytvořit omezení přímo v řídicím programu tak, že při běhu dochází ke srovnávání systémového času PLC s předem stanoveným časem a datem, kdy musí k zaplacení dojít. Navíc je možné využití kombinace s uživatelsky konfigurovatelnými přepínači (DIP), které řídicí systém obsahuje. Tím je s vysokou pravděpodobností zajištěno, že uživatel nebude moci toto omezení žádným způsobem obejít. Obrázek 72 ukazuje kód zajišťující toto omezení.

- Zápis stavu uživatelských přepínačů, je realizován pomocí modulu *DIP*.
- Zablokování zpuštění okruhu vzduchotechniky, pokud reálný čas překročil stanovený čas pro platbu.

```
REM "Prepinace DIP SW 10 monitor"
    DIP 1000, DIP
REM "STARTUP systemovy chod po 2 min = 120000 ms"
Let @g_ZaplatCAS = G_CAS_PLATBY<=RTC_Time
Let @g_DIP = DIP.0 and DIP.1 or @g_BLOKZapl
```

Obrázek 72 - Podminka pro spuštění

Pokud došlo k požadavku na start systému (nebo po jeho restartu) je start okruhu vzduchotechniky posunut o stanovený čas (12s). Kód zajišťující toto zpoždění po startu uvádí obrázek 73. Samotné zpoždění je realizováno pomocí modulu *TimerOn*.

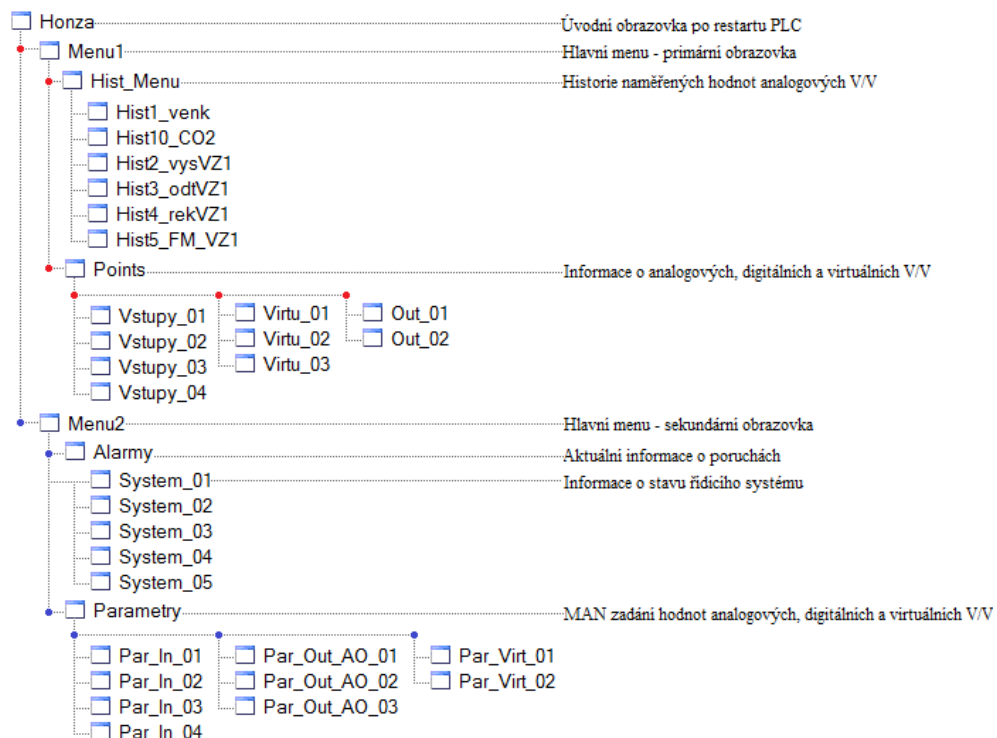
```
REM "STARTUP systemovy chod po 2 min = 120000 ms"
TimerOn @WARM, 120000, @STARTUP, NONE

@g_nezaplace @WARM @STARTUP @STARTUP @Restart @Restart @STARTUP @Neg_Startup
```

Obrázek 73 - Start po časové prodlevě

4.2.5 Uživatelské obrazovky

Tato podkapitola popisuje uživatelské obrazovky vytvořené pro ovládání PLC prostřednictvím integrovaného uživatelského terminálu. Obrázek 74 zobrazuje strukturu vytvořených uživatelských obrazovek, s přehledem jejich návazností.



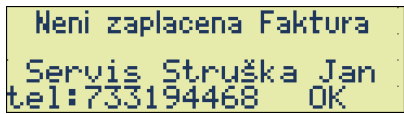
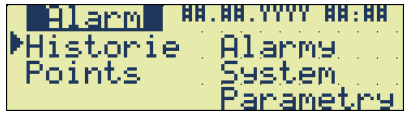
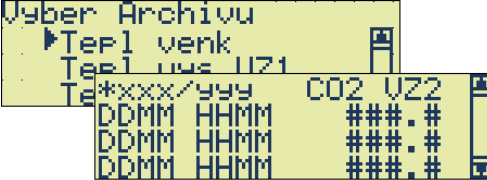
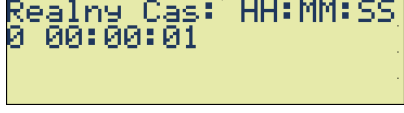
Obrázek 74 - Struktura uživatelských obrazovek

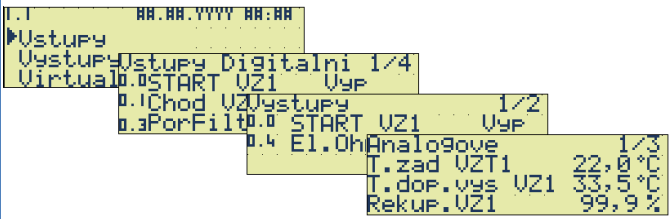
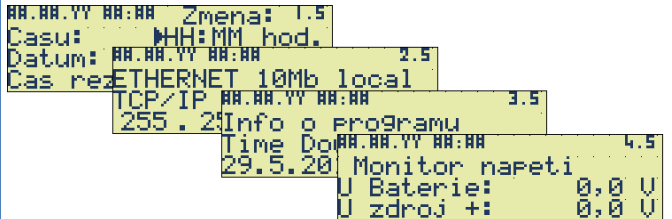
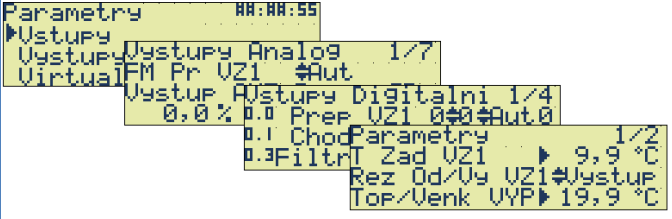
Pro lepší představu o uživatelských obrazovkách a jejich ovládání na PLC, je na obrázku 57 uveden ovládací uživatelský terminál, na kterém budou vytvořené obrazovky zobrazovány. Tabulka 23 pak uvádí informace o uživatelských obrazovkách popisující jejich funkci a využití.



Obrázek 75 - Ovládací terminál

Přepnutí na navazující obrazovku je až na výjimky realizováno klávesou *Enter* a návrat na předchozí klávesou *Esc*. Mezi sousedními obrazovkami lze přepínat šipkami vlevo/vpravo.

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Úvodní obrazovka zobrazená po restartu PCL ➤ Informace o nezaplacení faktury zobrazeno pouze pokud nedošlo k řádnému zaplacení, ve stanoveném termínu (4.2.4) ➤ Zobrazení hlavního menu po stisku klávesy <i>ESC</i> 	 <p>Obrázek 76 – Úvodní obrazovka</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Obrazovka hlavního menu ➤ Přepnutí primárního a sekundárního menu stiskem klávesy <i>TAB</i> ➤ Zobrazení alarmu pomocí funkce <i>Blinker</i>, pokud došlo k jeho vzniku (4.2.2) 	 <p>Obrázek 77 – Hlavní menu</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zobrazení vstupních analogových hodnot, zaznamenávaných do vytvořeného archivu, při požadavku na archivaci (4.2.1) ➤ Přístup k jednotlivým archivům, z obrazovky menu historie 	 <p>Obrázek 78 - Historie naměřených hodnot</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zobrazena hodnota aktuálního reálného času ➤ Zobrazení vzniklé poruchy a času jejího vzniku s možností pokud nedošlo k jejímu smazání pomocí tlačítka 	 <p>Obrázek 79 - Aktuální informace o poruchách</p>

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zobrazení informací o vstupech, výstupech a virtuálních hodnotách, se kterými se pracuje při běhu řídicího programu ➤ Prohlížení zobrazovaných údajů, bez možnosti editace hodnot 	 <p>Obrázek 80 - Informace o digitálních, analogových a virtuálních V/V</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uživatelské obrazovky zobrazující informace o stavu systému ➤ Možnost zobrazení aktuálního data s informací o letním nebo zimním čase ➤ Zobrazení IP adresy PLC, informace o verzi programu, napětí zdroje, baterie a stavech digitálních výstupů 	 <p>Obrázek 81 - Informace o stavu řídicího systému</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zobrazení informací o vstupech, výstupech a virtuálních hodnotách, se kterými se pracuje při běhu řídicího programu ➤ Editace veškerých údajů, u kterých je tato možnost podporována 	 <p>Obrázek 82 - MAN zadání hodnot digitálních, analogových a virtuálních V/V</p>

Tabulka 23 - Vlastnosti uživatelských obrazovek

Vstup do uživatelských obrazovek, spadající strukturou pod sekundární obrazovku hlavního menu, je možný až po zadání vstupního jména a hesla taktéž pomocí jedné s uživatelských obrazovek k tomu určených.

5 NÁVRH VIZUALIZACE PRO OVLÁDÁNÍ PROGRAMU

Většinou je nevhodné, nebo také nemožné (vzhledem k umístění řídicího systému mimo uživatelsky dostupné prostory), ovládat implementovaný program přímo pomocí ovládacího terminálu PLC (pokud ho obsahuje). Proto je třeba vytvořit vizualizované prostředí, pomocí kterého bude možné provádět korekce a jednoduché úpravy v řídicím programu. Vizualizace může být umístěna na uživatelském PC nebo terminálu, odkud bude možná pohodlná obsluha.

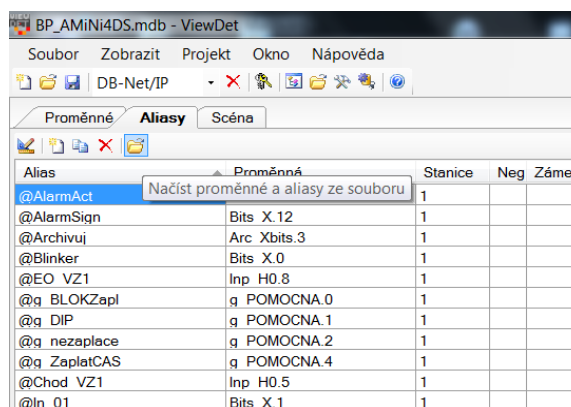
5.1 Návrh a rozbor vizualizace

Tato kapitola obsahuje rozbor vizualizace, vytvořené k řízení programu implementovaného v řídicím systému vytvořeného v kapitole 4, pomocí vizualizačního prostředí ViewDet společnosti AMiT (2.2).

5.1.1 Načtení proměnných a aliasů do prostředí

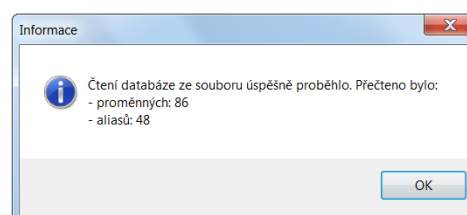
Prvním krokem před vytvořením samotné scény vizualizace, je načtení proměnných a aliasů z řídicího programu pro PLC sestaveného v kapitole 4.

Samotné načtení proměnných a aliasů probíhá současně. Proměnné je navíc možné načíst přímo z řídicí stanice, pokud je nastavena komunikace (5.1.4) a stanice je připojena. Samotný proces je velmi jednoduchý, realizovaný pouze kliknutím na ikonu načtení a výběrem zdrojového kódu řídicího programu.



Obrázek 83 - Načtení proměnných a aliasů

Informace uvedená na obrázku 84 je zobrazena pokud načtení do vizualizačního programu proběhlo úspěšně. Uveden je taktéž počet načtených proměnných a aliasů.

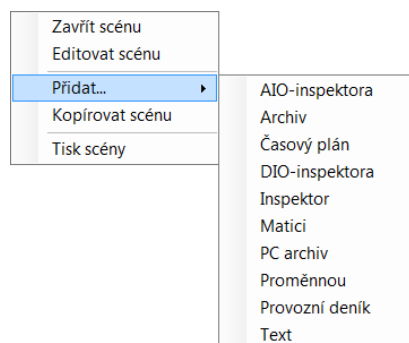


Obrázek 84 - Potvrzení o načtení

5.1.2 Vložení prvků scény, pro zobrazení požadovaných hodnot

Po načtení proměnných a aliasů do prostředí DetStudia můžou být na scénu vloženy prvky, které budou s načtenými hodnotami pracovat.

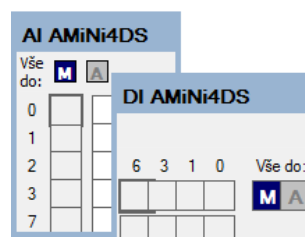
Samotné vložení prvků scény je uživatelsky nenáročný. Po kliknutí pravým tlačítkem myši a volbě záložky *Přidat*, dojde k zobrazení prvků, které je možné vkládat. Tabulka 24 zobrazuje prvky scény, jejich počet a použití, které byly při vytvoření vizualizace použity.



Obrázek 85 - Vložení prvků scény

AIO/DIO Inspektor:

- 1x *AI* a 1x *AO Inspektor*, pro zobrazení informací o analogových vstupech/ výstupech
- 1x *DI* a 1x *DO Inspektor*, pro zobrazení informací o digitálních vstupech/ výstupech



T doporučená výstupní

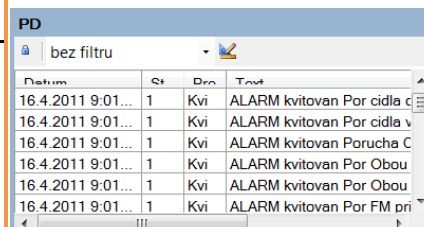
Obrázek 86 - AIO, DIO inspektor, text a proměnná

Proměnné a aliasy:

- 15x proměnná pro zobrazení analogových a virtuálních hodnot s možností korekce hodnot ve vybraných virtuálních proměnných
- 9x alias pro informování o stavech zařízení, nebo využití jako softwarového přepínače

Provozní deník:

- 1x provozní deník pro zobrazení informací o stavech (alarmech) řídicího systému



Obrázek 87 - Provozní deník

Text:

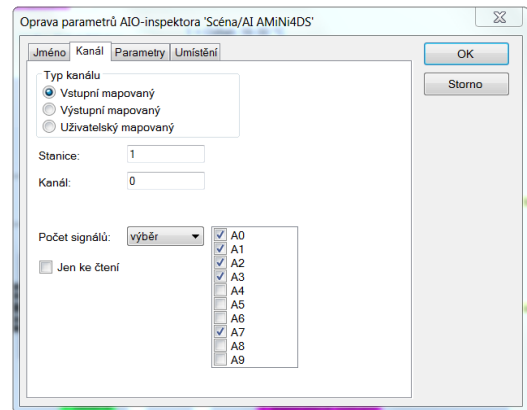
- Statický text pro popis jednotlivých prvků

Tabulka 24 - Prvky scény

5.1.3 Nastavení speciálních parametrů prvků scény

Pokud byly vybrané prvky vloženy na scénu, je třeba nastavit každému prvku zvláštní konfiguraci tak, aby byly zobrazeny požadované údaje. Prvním nastavením je nastavení parametrů AIO a DIO inspektorů, uvedené na obrázku 88.

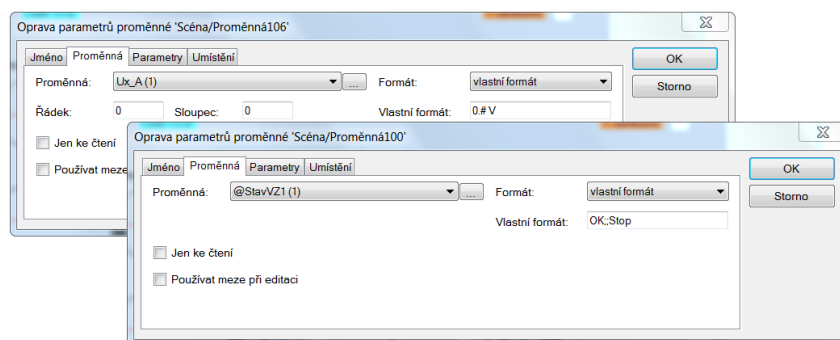
Nastavení AIO a DIO inspektora je totožné s tím, že kromě pojmenování je provedeno pouze nutné nastavení pouze v záložce *Kanál*. Je vybrán vstupní mapovaný kanál pro zobrazení analogových/digitálních vstupů. Pro zobrazení výstupů je vybrán kanál výstupní. Protože všechny V/V PLC nejsou obsazeny, jsou zobrazeny jenom tyto určené signály.



Obrázek 88 - Nastavení parametrů AIO/DIO inspektora

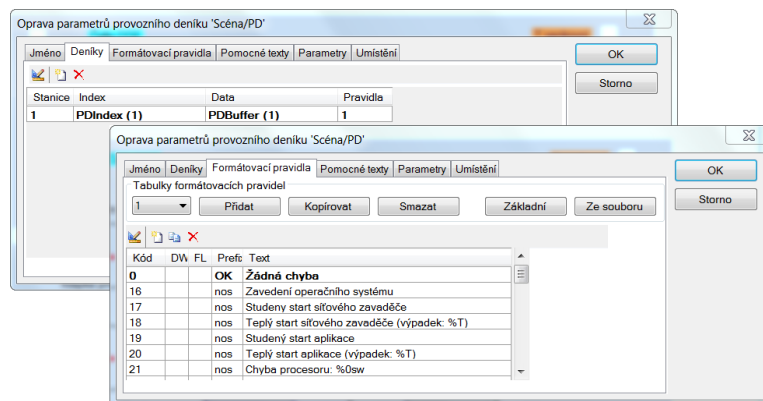
- **AI** - A0, A1, A2, A3, A7, **AO** - A0, A1
- **DI** - D0, D1, D3, D6, **DO** - D0,D4

Dalšími prvky, kterým musí být nastaveny parametry, jsou proměnné a aliasy. Protože k zobrazení obou je využito pouze jednoho prvku scény, liší se nastavení jenom v případě výběru maticové proměnné, kde je možné vybrat konkrétní řádek a sloupec. U proměnných zobrazujících teplotu, byl vybrán vlastní formát zobrazení, ve formě „0,# °C“, kde # symbolizuje počet desetinných míst a °C jednotku, zobrazenou za hodnotou proměnné. Formáty pro zobrazení hodnoty čidla CO2 a stavu rekuperace (vytápění), se liší pouze v zobrazovaných jednotkách (*ppm* pro čidlo CO2 a % pro rekuperaci). Protože zobrazované aliasy nabývají pouze hodnot 0,1, je jejich vlastní formát zobrazení v podobě „OK;;Stop“, kde *OK* reprezentuje hodnotu bitu 1 a *Stop* hodnotu 0. Obrázek 89 zobrazuje uvedená nastavení.



Obrázek 89 - Nastavení parametrů proměnné/aliasu

Posledním prvkem scény, kterému je třeba nastavit parametry, je provozní deník. V záložce deníky je dosazena za index deníku proměnná *PDIndex* a proměnná pro data deníku *PDBuffer* obsahují údaje provozního deníku, vytvořeného v řídicím programu (4.2.2). V záložce formátovací pravidla, jsou pak ze souboru *BP_Pizzeria.dso*, obsahující vytvořený řídicí program (4) importovány pravidla popisující kód a údaje o vzniklé chybě.

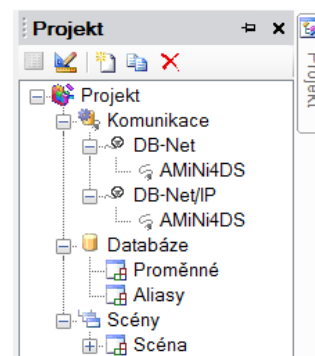


Obrázek 90 - Nastavení parametrů provozního deníku

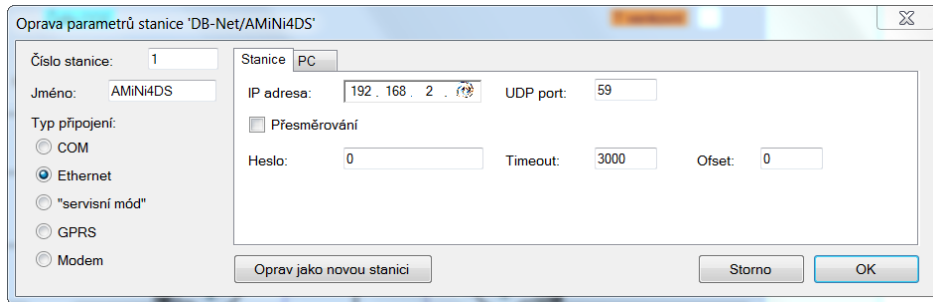
5.1.4 Nastavení komunikace s řídicím systémem

Pokud byly na scénu vloženy, rozmístěny a nastaveny všechny prvky, které by měla scéna obsahovat, je vizualizace téměř hotova. Posledním krokem před spuštěním, je nastavení komunikace s řídicím systémem.

Nastavení komunikace probíhá v okně projektu. Byly vytvořeny 2 komunikační profily, kdy první profil *DB-Net* slouží pro komunikaci s terminálem pomocí kříženého Ethernetového kabelu, a profil *DB-Net/IP* pro vzdálenou komunikaci po internetu (6). Tato podkapitola se bude zabývat nastavením konfigurace prvního profilu. Nastavení spočívá ve výběru typu připojení (v tomto případě Ethernet) a zadání IP adresy stanice, získané pomocí řídicího programu (4.1.1) a zobrazené jednou ze systémových, uživatelských obrazovek (4.2.5). Tyto nastavení uvádí obrázek 92.

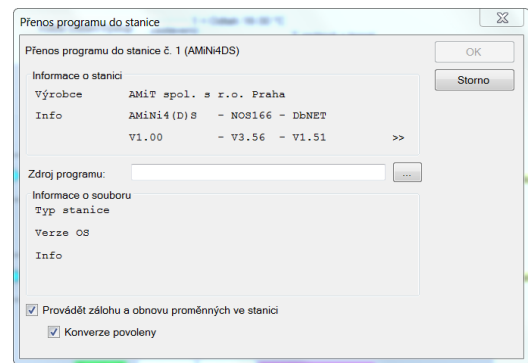


Obrázek 91 - Záložka komunikace

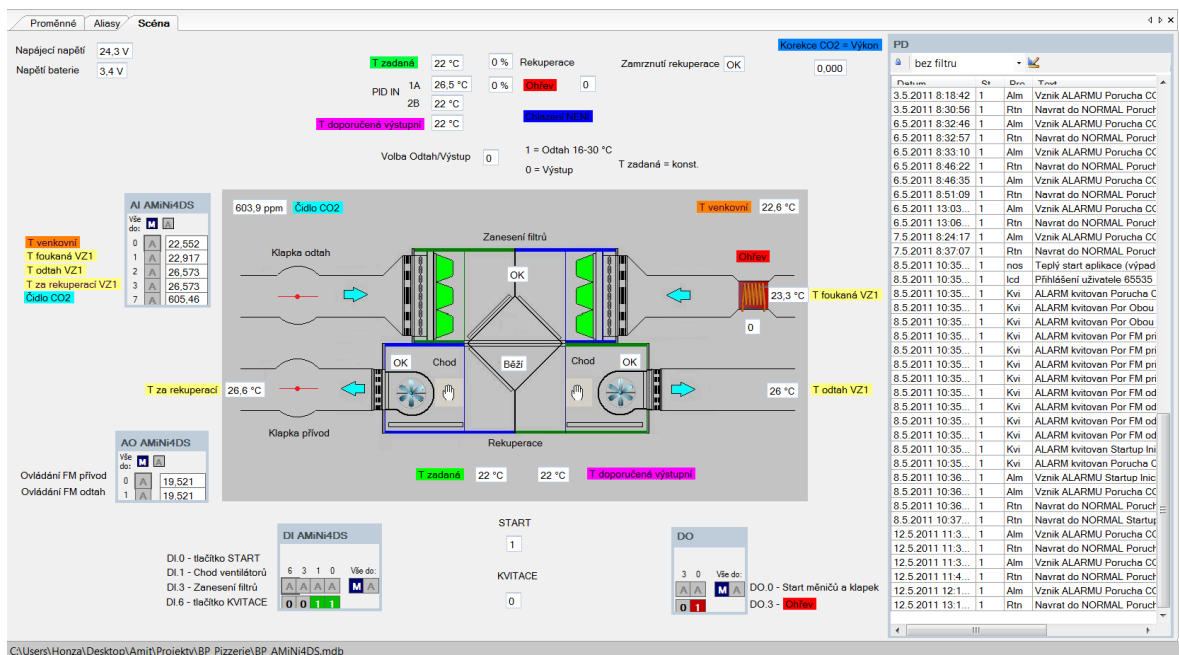


Obrázek 92 - Nastavení parametrů stanice

Ověření, zda byla komunikace nastavena správně, proběhne, pokud se po výběru záložky nabízející možnost přenesení programu do stanice, zobrazí okno s uvedenými údaji o řídicí stanici zobrazená na obrázku 93. Pokud vše proběhlo korektně, může dojít ke spuštění vytvořené vizualizace. Obrázek 94 zobrazuje vytvořenou vizualizaci komunikující s řídicím systémem.



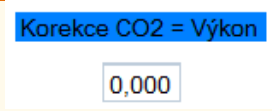
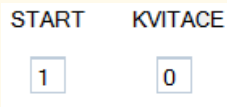
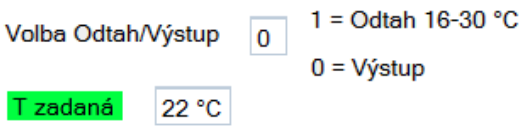
Obrázek 93 - Ověření komunikace



Obrázek 94 - Konečná podoba vizualizace

5.1.5 Možnosti a funkce vytvořené vizualizace

Vytvořená vizualizace zobrazená v podkapitole 5.1.4, umožňuje sledování stavu okruhu vzduchotechniky v budově pizzerie, s možností nastavení a korekce některých údajů. Vytvořený obrázek, umístěný jako podklad vizualizace, reprezentuje umístění jednotlivých zařízení a čidel uvnitř budovy tak, aby uživatel získal celkovou představu o právě probíhající regulaci a aktuálních teplotách v částech budovy. Tabulka 25 uvádí prvky vizualizace s popisem funkce, které mohou být využity pro korekce a úpravy řídicího programu (řízení okruhu vzduchotechniky uvnitř budovy).

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Zvyšováním této hodnoty, lze docílit vyššího výkonu frekvenčních měničů, protože systém počítá s vyšší hodnotou CO₂, než v budově ve skutečnosti je (4.1.3). 	 <p>Obrázek 95 - Korekce CO2</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Změnou hodnoty bitu aliasu START, lze spustit, nebo zastavit chod vzduchotechniky v budově pizzerie. ➤ Změnou hodnoty bitu aliasu KVITACE, může být provedeno odstranění zápisu o vzniklé poruše. 	 <p>Obrázek 96 - Ovládání VZT</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Změnou hodnoty bitu aliasu, označeného jako <i>Volba Odtah/Výstup</i>, lze upravit princip funkce sekundárního PID regulátoru. Plní tedy funkci softwarového přepínače, popsaného v kapitole 4.1.4. ➤ Korekcí hodnoty proměnné <i>T zadaná</i> je prováděna volba teploty, která by měla být uvnitř budovy pizzerie dosažena. 	 <p>Obrázek 97 - Nastavení teploty, přepínač PID</p>

Tabulka 25 - Nastavení a korekce pomocí vizualizace

6 VZDÁLENÁ KOMUNIKACE POMOCÍ ETHERNETU

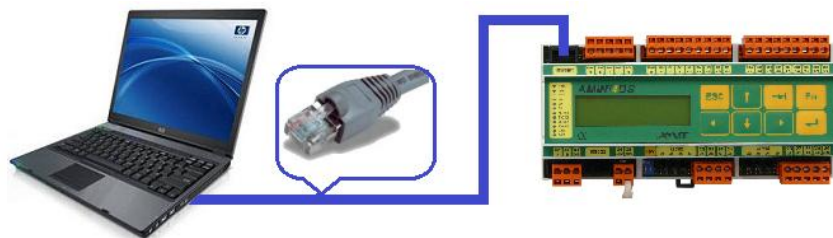
Z hlediska rychlosti úpravy a údržby řídicího programu, nebo korekce nastavených hodnot, je nanejvýš vhodné, aby bylo možné s PLC komunikovat vzdáleně prostřednictvím internetu. Tato kapitola se zabývá kroky nutnými k tomu, aby mohla být tato vzdálená komunikace bez problému realizována.

6.1 Nastavení Ethernetové komunikace s řídicím systémem

Prvním krokem před tím, než budou provedena nastavení potřebná k tomu, aby mohla vzdálená komunikace s PLC probíhat, je samotné nastavení komunikace s řídicím systémem. Nastavení komunikace v prostředích DetStudio a ViewDet je téměř totožné. Proto budou potřebná nastavení v této a dalších podkapitolách uváděny pouze pro návrhové prostředí DetStudia.

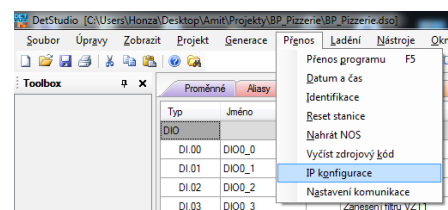
6.1.1 Nastavení IP konfigurace v řídicím systému

Samotná komunikace v síti Ethernet probíhá prostřednictvím systému DB-Net/IP (1.4.1). Prvním krokem je nastavení komunikace řídicího systému. Pro toto nastavení musí být řídicí systém propojen přímo s PC prostřednictvím stíněného, kříženého Ethernetového kabelu, jehož délka, by měly být do 100m. Propojení PLC a PC znázorňuje obrázek 98.

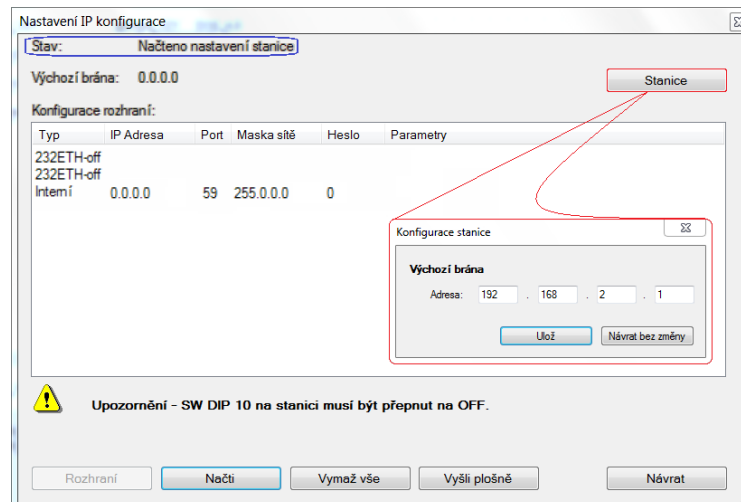


Obrázek 98 - Propojení PLC s PC

Pokud je propojení vytvořeno, může být nastavena IP konfigurace PLC. V záložce *Přenos* hlavního menu prostředí DetStudia je vybrána *IP konfigurace*. Po zobrazení okna (Obrázek 100), je nastavena výchozí brána (adresa routeru v budově pizzerie (6.2)). O správném propojení PLC a PC, informuje položka u popisu *Stav*.



Obrázek 99 - Záložka IP konfigurace



Obrázek 100 - Nastavení IP konfigurace PLC

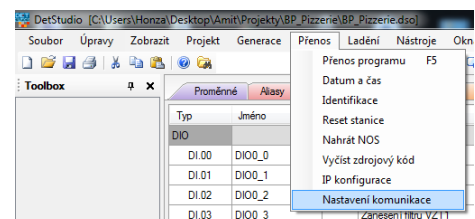
6.1.2 Nastavení IP konfigurace pro připojení PC

Pokud byla nastavena IP konfigurace řídicího systému, je dalším krokem nastavení IP konfigurace na PC v prostředí DetStudia. Při tomto nastavení může být PLC již začleněno do sítě realizované v budově pizzerie. Router zprostředkovávající síť uvnitř budovy, musí být s PLC propojen přímým stíněným Ethernetovým kabelem. Komunikace routeru s PC je pak možná pomocí téhož kabelu, nebo prostřednictvím WIFI sítě tvořené routerem. Tyto propojení jsou zobrazeny na obrázku 101.



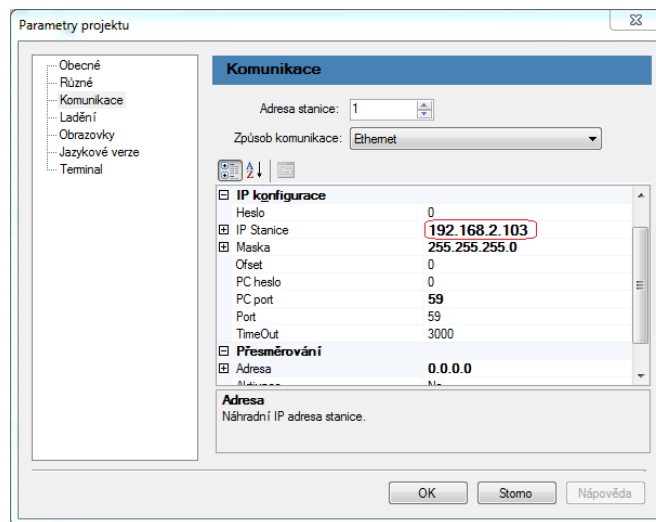
Obrázek 101 - Připojení PLC do sítě Ethernet

Pokud je propojení vytvořeno, může dojít k nastavení komunikace. V záložce *Přenos* hlavního menu prostředí DetStudia je vybráno *Nastavení komunikace* a po zobrazení okna uvedeného na Obrázek 103 je jsou nastaveny potřebné parametry.



Obrázek 102 - Záložka nastavení komunikace s PC

Nastavení komunikace spočívá pouze ve výběru způsobu komunikace, v tomto případě Ethernetu a nastavení IP adresy připojené stanice. Zadaná IP adresa stanice, musí být shodná s bránou, nastavenou v kapitole 6.1.1 s tím, že jako 4 bit IP adresy musí být vybrán jakýkoliv neobsazený bit adresy v rozsahu 2 - 254. Nastavená IP adresa má v tomto případě tvar: 192.168.2.103.

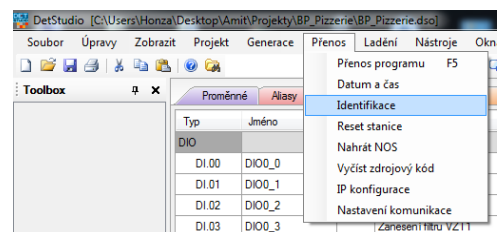


Obrázek 103 - Parametry komunikace

6.1.3 Ověření funkce nastavené konfigurace

Pokud byly všechna nastavení popsáné v předchozích podkapitolách 6.1.1 a 6.1.2 provedeny správně je třeba tato nastavení ověřit zkouškou komunikace PLC.

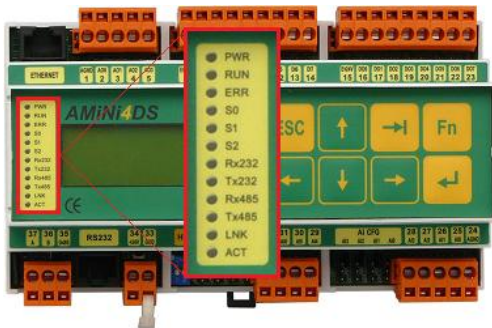
Pro zkoušku komunikace v prostředí DetStudia je třeba jen v hlavním menu vybrat v záložce *Přenos* možnost *Identifikace*. Pokud komunikace probíhá korektně, zobrazí se okno s údaji o připojeném řídicím systému uvádějící obrázek 106.



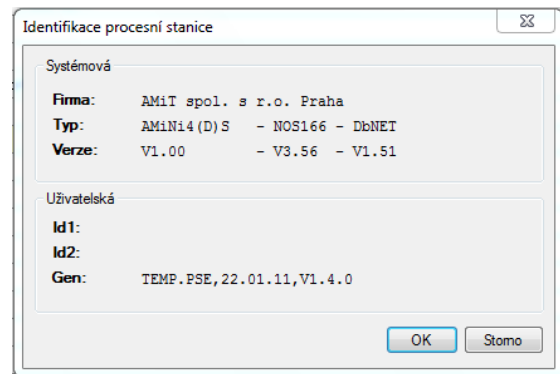
Obrázek 104 - Záložka identifikace

Ověřit probíhající komunikaci je možné také přímo na uživatelském terinálu řídicího systému pomocí indikačních LED. Pro indikaci komunikace prostřednictvím Ethernetu slouží poslední diody LNK a ACT, kdy dioda LNK indikuje připojení řídicího systému do

sítě Ethernet a dioda ACT příjem nebo vysílání dat po síti. LED panel obsahující uživatelský terminál řídicího systému je zobrazen na obrázku 105.



Obrázek 105 - Informační diody
AMiNi4DS



Obrázek 106 - Identifikace stanice

6.2 Nastavení vzdálené Ethernetové komunikace

Nastavení vzdálené komunikace prostřednictvím internetu se příliš neliší od nastavení Ethernetové komunikace, popsané v kapitole 6.1. Všechny prvky potřebné pro vzdálenou Ethernetovou komunikaci jsou zobrazeny na: Obrázek 107

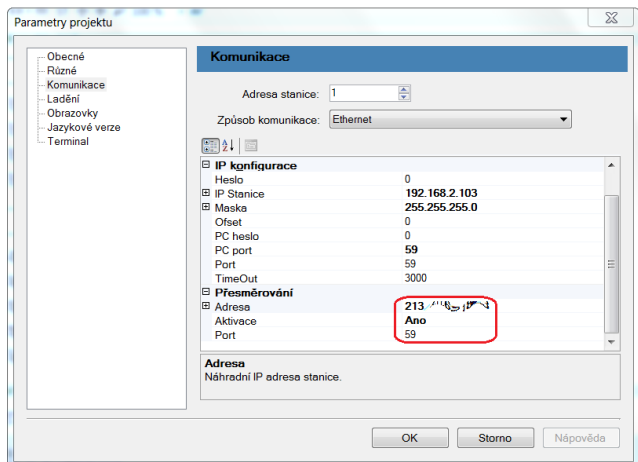


Obrázek 107 – Připojení PLC do Internetové sítě

Nastavené IP konfigurace řídicího systému zůstává ponechané ve stavu nastaveném v kapitole 6.1.1 a není třeba žádných dalších nastavení. Je však třeba upravit nastavení IP konfigurace pro připojení k PC, provedené v kapitole 6.1.2. Změny v nastavení komunikace, které je nutné provést, jsou zobrazeny na Obrázek 108. Prvním krokem, je nastavení veřejné IP adresy přidělené poskytovatelem internetového připojení budově pizzerie (213.xxx.xx.xxx), na místo IP adresy řídicího systému. Je také třeba nastavit volný port, povolený poskytovatelem, po kterém bude vzdálená komunikace po internetu

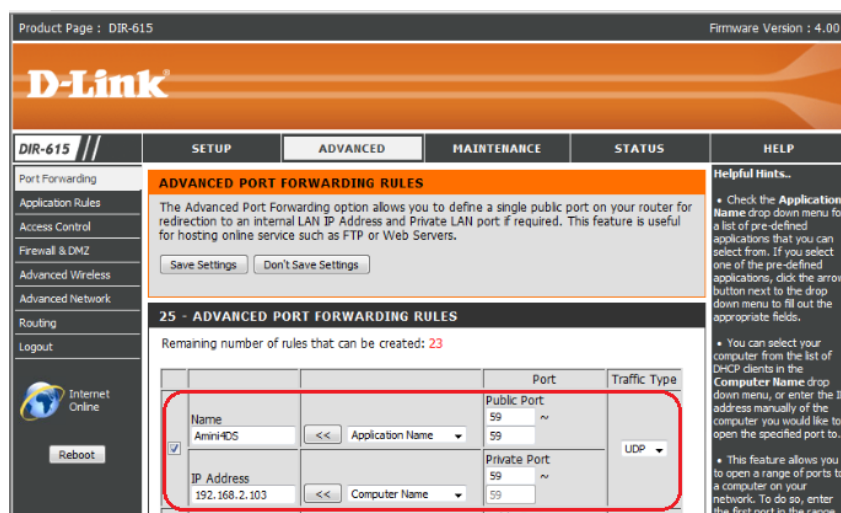
probíhat. V případě budovy pizzerie byl vybrán stejný port, po jakém komunikuje PLC ve vnitřní síti, a to port 59.

Uvedené nastavení je možné změnit přímo v záložce *IP konfigurace*, nebo provést tato nastavení v záložce *Přesměrování*. Druhé nastavení je výhodnější, pokud bude třeba komunikovat s řídicím systémem jak prostřednictvím lokální sítě Ethernet, tak vzdáleně prostřednictvím internetu. Pokud dojde ke změně komunikační sítě, stačí aktivovat/deaktivovat přesměrování pomocí záložky *Aktivace*.



Obrázek 108 - Parametry komunikace (Internet)

Druhým a posledním krokem nutným proto, aby mohla komunikace prostřednictvím sítě internet probíhat, je nastavení interního routeru. V budově pizzerie je instalovaný router DIR-615 společnosti D-Link. Pomocí dodaného uživatelského manuálu je třeba nastavit překlad adres (NAT) na předem definovaný UDP port (59) s IP adresou (IP adresa řídicího systému 192.168.2.103), která bude pro vnější internetovou síť překládána. V routeru je třeba také povolit UDP pakety. Obrázek 109 zobrazuje popsání nastavení přímo na routeru DIR 615. Pokud vše proběhlo úspěšně, je možné ověřit komunikaci opět pomocí identifikace, popsané v kapitole 6.1.3.



Obrázek 109 - Překlad adres v routeru

ZÁVĚR

Cena za vzduchotechnické zařízení instalované v budově pizzerie, včetně veškerých použitých elektrotechnických a automatizačních prvků (čidla, frekvenční měnič, PLC atd.), začíná částkou 90 000 Kč. Použitý programovatelný automat AMiNi4DS tvoří asi 13,5% této ceny. Při výběru vhodného řídicího systému byla brána v potaz celá kategorie řídicích systémů společnosti AMiT (1.1), ze které mohl být vhodný programovatelný automat vybrán. První zkoumanou kategorií byly Modulární řídicí systémy (1.1.4). Ty jsou však vhodné spíše pro rozsáhlejší aplikace a cena vhodné sestavy modulů převyšovala o téměř 12 000 Kč cenu vybraného PLC. Druhou kategorií byly Řídicí terminály (1.1.3). Některé z produktů by splňovali požadavky na V/V i přijatelnou cenu, ale není zde nabízena možnost rozšíření o další V/V pro případ, že by do budoucna došlo na okruhu vzduchotechniky k dalšímu rozšíření a modifikacím. Další kategorie Kompaktních řídicích systémů, PLC (1.1.2) se jevila opět jako velmi nadějný kandidát pro výběr, ovšem k těmto PLC je třeba pro plnou funkčnost přikoupit ještě V/V a komunikační moduly. Cena vhodného kompletu opět přesáhla o 5 000 Kč cenu konečného řídicího systému. Čtvrtou a poslední kategorií byly Minisystémy, PLC (1.1.1). Právě z této kategorie byl konečný řídicí systém AMiNi4DS vybrán, protože jako jediný splňoval požadavky na V/V, možnost rozšíření pomocí přídatných modulů (1.2) i přijatelnou cenu. Protože k řídicím systémům společnosti AMiT není třeba dokupovat žádné další speciální komunikační kabely, jak je tomu u některých konkurenčních společností, je cena programovatelného automatu při koupi brána jako konečná. Navíc je vývojové (2.1) a základní vizualizační/servisní prostředí (2.2) pro zákazníky distribuováno také zdarma. Aktuální ceník produktů je dostupný na webových stránkách společnosti AMiT [3] pro registrované zákazníky.

Vzduchotechnika realizovaná v budově pizzerie má proti jiným některé specifické rysy. Největší předností vybrané konfigurace vzduchotechnického zařízení, je využití čidla CO₂, jehož použití v podobných konfiguracích je zatím spíše výjimkou než standardem. Největšími odběrateli elektrické energie jsou v tomto případě motory ventilátorů o výkonu 2 x 2,1 kW a elektrický ohřev o výkonu 12 kW. V programu implementovaném do PLC pak nemusí být výkon frekvenčních měničů přednastaven na hodnoty, které by teoreticky mohly požadavkům vyhovovat, ale je zde přímá závislost na hodnotách čidla CO₂, tedy na aktuálním obsazení budovy. Zde dochází k značným úsporám, pokud není pizzerie plně obsazena. Přímou souvislost s pomalejší výměnou vzduchu (snížením otáček ventilátorů

pomocí frekvenčního měniče) má právě elektrický ohřev. Při pomalejší výměně vzduchu nedochází k takovým tepleným ztrátám, a tudíž není třeba tak častého přitápění.

Nevýhodou vytvořené vizualizace (5) by mohlo být to, že samotný program přímo neobsahuje vizualizační grafické prvky, zobrazující procesy v okruhu vzduchotechniky. Tyto grafické prvky však mnohdy přispívají spíše ke snížení orientace ve vizualizaci a zhoršují možnost program, a celý systém vzduchotechniky ovládat. Proto je absence těchto prvků v určitých aspektech spíš výhodou. Samotnou práci s vytvořenou vizualizací značně zjednodušuje zajištěná vzdálená Ethernetová komunikace (6). Drobné, ale i rozsáhlé požadavky na úpravu programu, nebo korekci nastavených hodnot, je možné provádět odkudkoli. Podmínkou je samozřejmě stabilní internetové připojení. To značně snižuje náklady a hlavně čas potřebný pro provedení změn.

Při vytvoření řídicího programu i výběru vhodného PLC bylo počítáno s tím, že vzduchotechnika v budově pizzerie by do budoucna mohla být rozšířena o další části. Je to zejména již v programu zmiňovaná (4.1.4) klimatizační a kondenzační jednotka, jejíž pořízení bylo při realizaci projektu už příliš finančně náročné. Do budoucna se také počítá s výstavbou další podobné nezávislé větve vzduchotechniky pro kuchyni pizzerie, která by měla být vybraným programovatelným automatem rovněž ovládána.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

Price of air condition system installed in pizzeria building, including all used electro technical and automation components (sensor, frequency inverter, PLC etc.), starts on price CZK 90 000. Used programmable automat AMiNi4DS makes about 13,5% from this price. By choosing the best control system was taken into account all category of control systems form AMiT company (1.1), from which can be chose the most available automat. The first category was Modular control systems (1.1.4). These are more appropriate for more extensive applications and the price of suitable assembly was amounted to almost CZK 12 000 price of the selected PLC. The second category was Control terminals (1.1.3). Some of products passed I/O tasks and acceptable price, too. But there's not offered a choice of additional I/O for the case in future, where can be next extension and modification in air condition circuit. Next category named Compact control systems, PLC (1.1.2) seemed like very hopeful candidate for choice, however for full functionality you need to buy more I/O and communication modules. Price of the most available complete again exceeded CZK 5 000 price of the final control system. Fourth and last category was Small Control Systems, PLC (1.1.1). From this category was chosen ending control system AmiNi4DS, because only this passed tasks for I/O, possibility of extending with additional modules (1.2) and the reasonable price. Because the control systems of AMIT not need to purchase any other special communication cables, as is the case with some competitors, the price of a PLC to purchase treated as final. In addition, development (2.1) and basic visualization/service environment (2.2) also distributed to customers free of charge. The current price list of products is available on the web site AMIT [3] for registered customers only.

Air condition realization in pizzeria building have some specifically traits compare to other. The most preference selected configuration air condition system, is usage CO₂ sensor, whose used is exception than standard in similar configuration yet. The best current consumers this configuration are ventilators about power 2 x 2,1 kW a electric heating about power 12 kW. In the program implemented to PLC isn't power by frequency inverter set on value, which could by suit, but is direct context with CO₂ sensor value, so seizure of the building. Here things are appreciably saving when the pizzeria isn't full. Direct link with slowly exchange air (cut down fan rpm by means of frequency inverter) had just the electric heading. While slowly exchange air isn't happened at such heating waste and isn't want so often heating.

Disadvantage of created visualisation (5) could be that program doesn't contain visualisation graphics elements, showing processes in the air condition circuit. However these graphics elements often contribute to a decrease in the orientation of the visualization and render the program, and the ventilation system control. Therefore, the absence of these elements in some respects is more advantageous. The work with created visualization makes easier secured remote Ethernet communication (6). Little but big tasks for editing program or correction set values, you can make form anywhere. The condition is of course stability of internet connection. This greatly reduces the cost and time required to make changes.

The creation of a program and choosing the appropriate PLC was calculated with the air conditioning in the building of a pizzeria in the future could be extended of other parts. Its mainly mentioned in program (4.1.4) air condition and condensation unit, hers bought was too expensive. For future is counting with construction of next independent branch of ventilation for kitchen in pizzeria, which should be selected also, controlled by programmable automat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Rekuperace.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-05-04]. Rekuperace tepla. Dostupné z WWW: <<http://www.rekuperace.cz/>>.
- [2] *Electric.cz* [online]. 2007 [cit. 2011-05-09]. Digital Electric. Dostupné z WWW: <http://www.electric.cz/canopen_cz.htm>.
- [3] *AMiT.cz* [online]. 2002 [cit. 2011-05-10]. AMiT - řídicí systémy a elektronika pro průmyslovou automatizaci. Dostupné z WWW: <<http://www.amit.cz/cz/products/index.htm>>.
- [4] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty II, Vydavatelství CVUT, Praha, 2000.
- [5] *AMiT.cz* [online]. 2002 [cit. 2011-05-15]. DB-Net/IP. Dostupné z WWW: <<http://www.amit.cz/cz/products/db-net-ip.htm>>.
- [6] *Regmet.cz* [online]. 2005 [cit. 2011-05-16]. Měřicí a regulační technika. Dostupné z WWW: <<http://www.regmet.cz/vyrobky/vyrobky.htm>>.
- [7] *HONGFA.com* [online]. 2010 [cit. 2011-05-17]. THREE-PHASE SOLID STATE RELAY. Dostupné z WWW: <http://www.hongfa.com/pro/HFS24_en.html>.
- [8] *Schrack.com* [online]. 2002 [cit. 2011-05-17]. SCHRACK TECHNIK INTERNATIONAL. Dostupné z WWW: <<http://www.schrack.com/>>.
- [9] *Lenze.com* [online]. 2004 [cit. 2011-05-17]. Lenze Inventers. Dostupné z WWW: <<http://www.lenze.com/en>>.
- [10] *Aplikační poznámky firmy AMiT* [online]. 2009 [cit. 2011-05-24]. Aplikační poznámky. Dostupné z WWW: <<http://www.amit.cz/cz/support/appnotes.htm>>.
- [11] *AMiT.cz* [online]. 2008 [cit. 2011-05-27]. Typová řešení - vzduchotechnika. Dostupné z WWW: <http://www.amit.cz/cz/products/type_aircond.htm>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MES	Manufacturing Execution Systems (sběr dat ve výrobě)
V/V	Vstupy/Výstupy (Vstupně/Výstupních)
NAT	Network address translation (překlad adres)
PLC	Programmable Logic Controller (programovatelný automat)
GO	Galvanické oddělení
CPU	Central processing unit (základní výpočetní jednotka)
LCD	Liquid Crystal Display (displej z tekutých krystalů)
VFD	Vacuum Fluorescent Display (vakuový fluorescenční displej)
LED	Light Emitting Diode (svítivá dioda)
FM	Frekvenční měnič
NOS	Operační systém vytvořený společností AMiT
UDP	User Datagram Protocol (Uživatelský datagramový protokol)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - ADiR [3]	11
Obrázek 2 - AMiNi [3]	12
Obrázek 3 - AMiNi4DS [3]	13
Obrázek 4 - AMiRiS99 [3]	14
Obrázek 5 - AMAP99 [3]	14
Obrázek 6 - AM-AO2U [3]	15
Obrázek 7 - AM-RS232 [3]	15
Obrázek 8 - ART267A [3].....	16
Obrázek 9 - ART4000 [3].....	16
Obrázek 10 - MEST110S [3].....	16
Obrázek 11 - Sestava ADiS [3].....	17
Obrázek 12 - TM2 [3].....	17
Obrázek 13 - DI-8A [3]	18
Obrázek 14 - UART [3]	18
Obrázek 15 - V/V modul DM-UI8RDO8 [3]	19
Obrázek 16 - DM-FCA [3]	20
Obrázek 17 - Struktura protokolu CANopen ve srovnání s ISO/OSI modelem [2]	20
Obrázek 18 - V/V modul DMM-DI24 [3]	21
Obrázek 19 - APT200 [3]	22
Obrázek 20 - APT1000G [3]	22
Obrázek 21 - APT3221WT (Ilustrační foto) [3].....	23
Obrázek 22 - NOA (NOM)35 [3]	24
Obrázek 23- NOA70 [3]	24
Obrázek 24 - NOA170 [3]	24
Obrázek 25 - DB-Net/IP [5].....	25
Obrázek 26 - DM 232TO485 [3]	26
Obrázek 27 - 232TO485PC [3].....	26
Obrázek 28 - AWEB [3]	26
Obrázek 29 - Nahrání NOS v DetStudiu	27
Obrázek 30 - Jazyky ST a LA.....	28
Obrázek 31 - Jazyk RS.....	28
Obrázek 32 - Procesní proměnné a Aliasy.....	29

Obrázek 33 - WYSIWYG editor obrazovek.....	29
Obrázek 34 - AIO a DIO Inspektor	30
Obrázek 35 - Proměnná, Alias a text.....	30
Obrázek 36 - Blokové schéma vzduchotechniky s legendou V/V veličin.....	32
Obrázek 37 - Připojení Ni1000.....	33
Obrázek 38 - P12S [6]	33
Obrázek 39 - HFS24 [7].....	34
Obrázek 40 - PT570034 [8]	34
Obrázek 41 - 8200 smd [9]	34
Obrázek 42 - Schema osazení vstupů a výstupů AMiNi4DS	36
Obrázek 43 - Vývojový diagram	37
Obrázek 44 - Volání podprogramů libAI a libAO procesem AI_AO.....	38
Obrázek 45 - Načtení vstupu AO0 obsazeného teplotním čidlem.....	39
Obrázek 46 - Načtení vstupu AO0 obsazeného čidlem CO2.....	39
Obrázek 47 - Výběr mezi AUT/MAN režimem	39
Obrázek 48 - Načtení napájecího napětí	40
Obrázek 49 - Beznárazové přepnutí mezi AUT/MAN režimem	40
Obrázek 50 - Zápis na analogové výstupy.....	40
Obrázek 51 - Volání podprogramů libDI a libAO procesem DI_DO.....	41
Obrázek 52 - Načtení digitálních vstupů	41
Obrázek 53 - Beznárazové přepnutí AUT/MAN režim + negace	41
Obrázek 54 - Beznárazové přepnutí AUT/MAN režim kanálu DO0	42
Obrázek 55 - Zápis na digitální výstupy.....	42
Obrázek 56 - Přiřazení načtených kanálů proměným a aliasům.....	42
Obrázek 57 - Provozní režim	43
Obrázek 58 - Primární PID regulátor teploty.....	44
Obrázek 59 - Zápis odtahované teploty jako doporučené pro PID.....	44
Obrázek 60 - Sekundární PID regulátor teploty s přepínačem	45
Obrázek 61 – Ovládání ohřevu a rekuperace.....	45
Obrázek 62 - Časová značka pro archivaci.....	46
Obrázek 63 - Vytvoření archivů měřených hodnot	46
Obrázek 64 - Příznak restartu	47
Obrázek 65 - Limity poruch analogových snímačů.....	47

Obrázek 66 - Signalizace poruch	47
Obrázek 67 - Reset poruchy.....	47
Obrázek 68 - Reset PD.....	48
Obrázek 69 - Sumarizace poruch pro PD	48
Obrázek 70 - Ruční hodnoty vstupních čidel.....	48
Obrázek 71 - Přejít ze zimního na letní čas.....	49
Obrázek 72 - Podmínka pro spuštění	50
Obrázek 73 - Start po časové prodlevě	50
Obrázek 74 - Struktura uživatelských obrazovek	50
Obrázek 75 - Ovládací terminál.....	51
Obrázek 76 – Úvodní obrazovka	51
Obrázek 77 – Hlavní menu	51
Obrázek 78 - Historie naměřených hodnot	51
Obrázek 79 - Aktuální informace o poruchách.....	51
Obrázek 80 - Informace o digitálních, analogových a virtuálních V/V.....	52
Obrázek 81 - Informace o stavu řídicího systému	52
Obrázek 82 - MAN zadání hodnot digitálních , analogových a virtuálních V/V	52
Obrázek 83 - Načtení proměnných a aliasů	53
Obrázek 84 - Potvrzení o načtení.....	53
Obrázek 85 - Vložení prvků scény	54
Obrázek 86 - AIO, DIO inspektor, text a proměnná.....	54
Obrázek 87 - Provozní deník	54
Obrázek 88 - Nastavení parametrů AIO/DIO inspektora	55
Obrázek 89 - Nastavení parametrů proměnné/aliasu	55
Obrázek 90 - Nastavení parametrů provozního deníku	56
Obrázek 91 - Záložka komunikace	56
Obrázek 92 - Nastavení parametrů stanice	57
Obrázek 93 - Ověření komunikace	57
Obrázek 94 - Konečná podoba vizualizace.....	57
Obrázek 95 - Korekce CO2	58
Obrázek 96 - Ovládání VZT	58
Obrázek 97 - Nastavení teploty, přepínač PID	58
Obrázek 98 - Propojení PLC s PC	59

Obrázek 99 - Záložka IP konfigurace	59
Obrázek 100 - Nastavení IP konfigurace PLC.....	60
Obrázek 101 - Připojení PLC do sítě Ethernet	60
Obrázek 102 - Záložka nastavení komunikace s PC.....	60
Obrázek 103 - Parametry komunikace.....	61
Obrázek 104 - Záložka identifikace.....	61
Obrázek 105 - Informační diody AMiNi4DS	62
Obrázek 106 - Identifikace stanice	62
Obrázek 107 – Připojení PLC do Internetové sítě	62
Obrázek 108 - Parametry komunikace (Internet)	63
Obrázek 109 - Překlad adres v routeru	63

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - V/V AMiNi4DS	13
Tabulka 2 - V/V AMiRiS99.....	14
Tabulka 3 - V/V AMAP99.....	14
Tabulka 4 - V/V ART267A	16
Tabulka 5 - V/V ART4000	16
Tabulka 6 - Přehled speciálních modulů.....	17
Tabulka 7 - Přehled standardních vstupně/výstupních modulů	18
Tabulka 8 - Přehled komunikačních modulů	18
Tabulka 9 - Rozšiřující V/V moduly na bázi protokolu ARION.....	19
Tabulka 10 - Rozšiřující V/V moduly na bázi protokolu MODBUS RT	21
Tabulka 11 - Parametry APT200	22
Tabulka 12 - Parametry APT1000G	22
Tabulka 13 - Parametry APT3221WT	23
Tabulka 14 - Ovladače řady NOA3x (NOM3x)	24
Tabulka 15 - Ovladače NOAxx s běžným komunikačním rozhraním.....	24
Tabulka 16 - Převodníky komunikačních linek	26
Tabulka 17 - Prvky scény prostředí ViewDet.....	30
Tabulka 18 - Legenda k blokovému schématu vzduchotechniky.....	32
Tabulka 19 - Odporové snímače teploty pro řídicí systémy AMiT	33
Tabulka 20 - Sumarizace vstupů a výstupů pro PLC.....	35
Tabulka 21 - V/V připojené k AMiNi4DS	36
Tabulka 22 - Přiřazení vstupů a výstupů proměnným a aliasům	43
Tabulka 23 - Vlastnosti uživatelských obrazovek	52
Tabulka 24 - Prvky scény	54
Tabulka 25 - Nastavení a korekce pomocí vizualizace.....	58

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: CD obsahující vytvořený řídicí program a vizualizaci