

Řízení vzduchotechniky budovy pizzerie pomocí PLC

Air Conditioning Control of Pizzeria Building through PLC

Bc. Jan Struška

Diplomová práce
2013

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Struška**
Osobní číslo: **A11738**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Integrované systémy v budovách**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Řízení vzduchotechniky budovy pizzerie pomocí PLC**

Zásady pro vypracování:

1. Proveďte přehled produktů společnosti Amit zabývajících se vývojem řídicích systémů a elektroniky pro průmyslovou automatizaci. Zaměřte se na řídicí minisystémy a moduly pro rozšíření omezeného počtu vstupů a výstupů. Dále pak na návrhové a servisní prostředí pro tvorbu aplikací.
2. Analyzujte a sumarizujte všechny nutné vstupy pro výběr nové nebo rozšíření stávající řídicí jednotky a rovněž výstupy, které bude nutno ovládat pro správný chod pizzerie (řízení její vzduchotechniky).
3. Na základě získaných informací navrhnete, příp. rozšířte stávající 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 s možností vzdáleného sledování a možnosti drobných zásahů do řízení pomocí "chytrých" mobilních telefonů.
6. Posuďte vhodnost použití vybraného programovatelného automatu včetně rozšiřujících součástí, ekonomickou náročnost celkového řešení a zhodnoťte dosažené výsledky.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové 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., Rubinová, O., Horká, H.: Vzduchotechnika, Praha : ERA, 2005. 288 s.
5. AMiT , spol. s r.o [online]. 8.1.2010 [cit. 2012-02-04]. Dokumentace k produktům AMiT, Dostupné z WWW: <http://www.amit.cz/cz/docs/>.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky


Datum zadání diplomové práce:

24. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

11. června 2013

Ve Zlíně dne 24. února 2013



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem a realizací řídicího systému vzduchotechniky v budově pizzerie. První část představuje produkty společnosti AMiT - především produkty spadajících mezi řídicí systémy včetně jejich rozšiřujících součástí. Na základě analýzy současného stavu a optimalizovaných nových požadavků byla provedena sumarizace všech nových vstupů a výstupů a vybrán hardware pro řízení. Pro tento řídicí systém byl pomocí návrhového prostředí sestaven řídicí program, jenž je do něj následně implementován. Za pomoci uživatelského prostředí byla vytvořena vizualizace, a to včetně návrhu webového řízení sloužícího ke snadnému ovládání vzduchotechniky uvnitř budovy. Systém umožňuje vzdálenou Ethernetovou komunikaci a možnost řízení pomocí mobilních telefonů. V závěru je vyčíslena ekonomická náročnost tohoto řešení a zhodnoceny dosažené výsledky této práce.

Klíčová slova: Řídicí systém, PLC, AMiT, Pizzerie, vzduchotechnika, Ethernet

ABSTRACT

The diploma thesis deals with draft and realization control system in pizzeria building. First part present products by AMiT company - especially products where include in the midst of control systems, with their expansion components. Was summarized all new input, output and selected hardware for controlling by based on the analysis of the current condition and optimized new requirement. For chosen control system is created program by means of design environment, which is implemented in to the system. Was created visualization, using to users environment include with web design management. The web design management using to simple controlling air condition, inside the building. System allows remote Ethernet communication with possibility controlling by mobile phone. In the conclusion is revised economic heftiness of this resolution and evaluated reached results.

Keywords: Control system, PLC, AMiT, Pizzeria, air conditioning, Ethernet

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

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

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 PŘEHLED SOUČASNÝCH PRODUKTŮ SPOLEČNOSTI AMIT	11
1.1 ŘÍDICÍ SYSTÉMY	11
1.1.1 Malé řídicí systémy	11
1.1.2 Modulární systém.....	14
1.1.3 Řídicí terminály.....	16
1.1.4 Kompaktní řídicí systémy	17
1.1.5 Řídicí systémy pro vytápění.....	18
1.2 ROZŠÍŘUJÍCÍ MODULY V/V	19
1.2.1 ARION	19
1.2.2 MODBUS.....	20
1.2.3 CANopen.....	20
1.3 REGULÁTORY	20
1.3.1 Programovatelné regulátory AMREG.....	20
1.3.2 Programovatelné nástěnné ovladače	22
1.4 NÁSTROJE PRO PRŮMYSLOVOU KOMUNIKACI	23
1.4.1 DB-Net/IP	23
1.4.2 Podpora komunikací.....	25
1.4.3 GSM/GPRS a Ethernetové switche.....	25
1.4.4 Převodníky komunikačních linek.....	26
2 PROSTŘEDÍ PRO TVORBU APLIKACÍ A SERVISNÍ PROGRAMY	28
2.1 DETSTUDIO	28
2.1.1 Zavedení operačního systému	28
2.1.2 Tvorba řídicí aplikace	29
2.1.3 Sestavení uživatelských obrazovek.....	31
2.2 AWDET	32
2.2.1 Návrh webového projektu	32
2.3 VIEWDET	33
2.3.1 Možnosti a hlavní výhody prostředí.....	33
2.3.2 Objekty scény pro tvorbu vizualizace	34
II PRAKTICKÁ ČÁST	35
3 SUMARIZACE VŠECH VSTUPŮ A VÝSTUPŮ PRO AKTUALIZACI STÁVAJÍCÍ ŘÍDICÍ JEDNOTKY	36
3.1 BUDOVA A POŽADAVEK NA NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK	36
3.1.1 Vzduchotechnické jednotky	37
3.1.2 Instalace jednotek uvnitř budovy	39
3.2 ČIDLA A ZAŘÍZENÍ, JIMIŽ JSOU OSAZENY V/V PRO PLC.....	40
3.2.1 Frekvenční měniče	40
3.2.2 Čidla teploty a CO ₂	40
3.2.3 Spínání elektrického vytápění	41
3.2.4 Klapky a jistící prvky ventilátorů a filtrů	42
3.2.5 Souhrn použitých čidel a zařízení	42

3.3	PŘÍRAZENÍ VSTUPŮ A VÝSTUPŮ ŘÍDICÍMU SYSTÉMU	43
3.3.1	Osazení V/V PLC čidly a kontakty ovládaných zařízení.....	43
4	NÁVRH A SESTAVENÍ ŘÍDICÍHO PROGRAMU	46
4.1	REALIZACE HLAVNÍ ČÁSTI ŘÍDICÍHO PROGRAMU	46
4.1.1	Sestavení vývojového diagramu pro realizaci a nastavení komunikace	46
4.1.2	Načtení hodnot analogových vstupů a zápis na výstupy.....	48
4.1.3	Načtení hodnot digitálních vstupů a zápis na výstupy	50
4.1.4	Přiřazení načtených hodnot proměnným, aliasům a ovládání FM.....	53
4.1.5	Regulace teploty v okruzích vzduchotechniky	55
4.2	VEDLEJŠÍ ČÁSTI ŘÍDICÍHO PROGRAMU	57
4.2.1	Signalizace vzniku poruchy	57
4.2.2	Archivace hodnot a událostí.....	60
4.2.3	Přechod zimní / letní čas	60
4.2.4	Procesy předcházející započatím regulační fáze.....	61
4.2.5	Tvorba uživatelských obrazovek.....	61
5	VYTVORENÍ UŽIVATELSKÉ VIZUALIZACE VČETNĚ WEBOVÉ.....	65
5.1	NÁVRH A TVORBA PROSTŘEDÍ VIZUALIZACE	65
5.1.1	Proces načtení proměnných a aliasů	65
5.1.2	Sestavení vizualizace pomocí prvků scény	66
5.1.3	Speciální konfigurace skupiny prvků.....	68
5.1.4	Schopnosti a funkce vytvořené vizualizace	70
5.2	PROPOJENÍ S ŘÍDICÍM SYSTÉMEM.....	71
5.3	VYTVORENÍ WEBOVÉHO ROZHRANÍ.....	73
6	REALIZACE VZDÁLENÉ ETHERNETOVÉ KOMUNIKACE	74
6.1	NASTAVENÍ ETHERNETOVÉ KOMUNIKACE MEZI PC A ŘÍDICÍM SYSTÉMEM.....	74
6.1.1	IP konfigurace řídicího systému pro přímé propojení kabelem	74
6.1.2	Nastavení IP konfigurace pro realizaci Ethernetového připojení.....	75
6.1.3	Ověření probíhajícího spojení	77
6.2	NASTAVENÍ VZDÁLENÉ INTERNETOVÉ KOMUNIKACE	77
6.2.1	IP konfigurace pro připojení vzdálené stanice	78
6.2.2	Nastavení Routeru pro vzdálenou komunikaci	79
	ZÁVĚR	80
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	82
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	84
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ	87
	SEZNAM TABULEK.....	92
	SEZNAM PŘÍLOH.....	94

ÚVOD

V dnešní době, kdy jakákoli zakoupená věc ztrácí již v době svého prodeje svou tržní, ale především technologickou hodnotu, dochází stále častěji k inovacím a obměnám zařízení. Ne jinak je tomu i v oblasti vzduchotechniky, kdy se dříve instalované celky ukáží časem jako nedostatečně výkonné, nebo již funkčně zastaralé na to, aby svému uživateli nabídly celé spektrum možností jejich využití.

Podstatou této práce je navázání na předchozí bakalářskou práci, zabývající se již dříve provedenou instalací vzduchotechnického zařízení uvnitř budovy pizzerie. Šlo pouze o částečný zkušební provoz v prostorách restaurace, omezený pouze na výměnu vzduchu s možností vytápění a nedostatečnými podklady ohledně konstrukce budovy. Možnosti vzdálených servisních zásahů a ovládání pomocí uživatelské vizualizace byly také velmi strohé, z důvodu chybně pracujících komunikačních součástí.

Po uplynutí nějakého času od realizace se ukázalo, že toto řešení již není dostačující a je třeba zefektivnit a rozšířit stávající zařízení. Příslušné společnosti byl zadán požadavek, na základě něhož byl zhotoven návrh a poté dodání další vzduchotechnické jednotky do prostor kuchyně pizzerie. Dochází k novému zpracování podkladů ohledně umístění všech čidel a zařízení. Je proveden průzkum aktuálních produktů společnosti AMiT, jenž je předním českým výrobcem v oblasti řídicích systémů. Na základě průzkumu je aktualizována a rozšířena stávající, již nedostatečně dimenzovaná řídicí jednotka. Pro ni je od základu znovu vytvořen řídicí program se schopností ovládání nově instalovaných rekuperátorů, kondenzačních jednotek a frekvenčních měničů, který je do jednotky následně implementován. Rozšířeny jsou také možnosti ovládání pomocí terminálu jednotky a vytvořena nová, rozsáhlá uživatelská vizualizace pro ovládání a zásahy do nově vzniklého celku. Jsou vybrány a instalovány komunikační prvky místo dříve nesprávně pracujících zařízení a zajištěna bezproblémová vzdálená internetová komunikace s možnostmi sahajícími od drobných nastavení, přes servisní zásahy, až po kompletní modifikace řízení z jakéhokoli dostupného místa. Zpracovány jsou také možnosti řízení tohoto zařízení pomocí „chytrých“ mobilních telefonů.

V závěru práce je posouzena efektivita všech zmíněných modifikací, ekonomická náročnost úpravy a provozu jako celku a zhodnoceny dosažené výsledky.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PŘEHLED SOUČASNÝCH PRODUKTŮ SPOLEČNOSTI AMIT

Z velké škály produktů různých výrobců, byly vybrány pro řízení vzduchotechniky uvnitř budovy pizzerie produkty pro průmyslovou automatizaci společnosti AMiT. Tato kapitola představuje přehled většiny aktuálních produktů společnosti, včetně těch, které jsou v budově pizzerie již instalovány, a jenž bude třeba nahradit, případně rozšířit.

1.1 Řídicí systémy

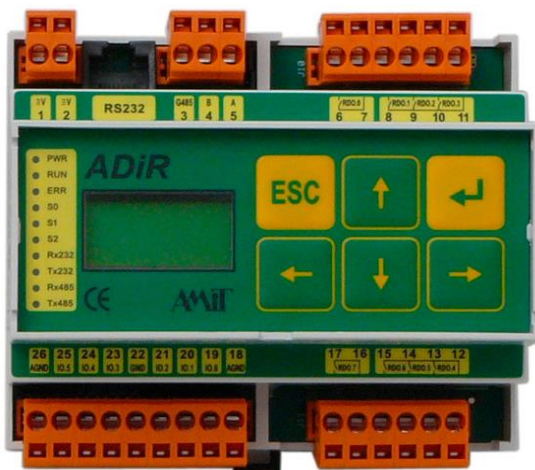
Tato kategorie obsahuje všechny produkty společnosti, které jsou vhodné pro výběr základní řídicí jednotky pro řízení celků, jako je právě tato budova. Stávající řídicí systém AMiNi4DS (13) je pro další použití již nedostatečně výkonný a bude jej třeba nahradit jiným, případně rozšířit příslušným zařízením ze skupiny dále uvedených produktů.

1.1.1 Malé řídicí systémy

Jde o výkonné, volně programovatelné automaty (PLC), které jsou pro svou cenovou dostupnost a kompaktní rozměry velmi vhodné pro malé a střední aplikace. Vzhledem ke snadné rozšiřitelnosti o vzdálené V/V (Vstupy/Výstupy) pomocí rozšiřujících modulů (1.2), je však možné použití i v rozsáhlejších aplikacích. Montáž spočívá ve snadném upnutí na DIN lištu 35 mm. Samozřejmostí je podpora všech standartních komunikačních rozhraní, včetně Ethernetové komunikace.

ADiR

Z hlediska konfigurace nejmenší PLC v nabídce, avšak ohledně aplikačních možností a komunikačních schopností srovnatelný s ostatními řídicími systémy.



Obrázek 1 - ADiR [3]

- 1 x RS232, 1 x RS485(galv. odd)
- Podsvícený LCD 2x8 znaků, 6 kláves
- Rozměry 106 x 96 x 74 mm
- Pracovní teplota 0 ÷ 50 °C
- Napájení 24V ss. (18 V stř.) ± 20%

DI	AI	DO	RO	AO
6	6	-	8	-
Ni1000			230V/1A	

Tabulka 1 - V/V ADiR

Použití: Vhodný tam, kde už nestačí klasické programovatelné relé, nebo jako PID regulátor. Své uplatnění najde ve velmi malých provozech, jako komponent distribuovaných měřících a regulačních systémů, vzduchotechnických jednotek, nebo ovládání malých výměníků [3].

AMiNi-ES

Díky podpoře rozhraní Ethernet, dokáže využít všech výhod informačního systému DB-Net/IP, čímž je vhodný nejen pro řízení malých autonomních soustav, ale především do velmi rozsáhlých distribuovaných soustav s požadavky na rychlost odezvy a archivaci v místě řízení.



Obrázek 2 - AMiNi-ES [3]

- 1 x RS232, 1 x RS485 (bez galv. odd), 1x Ethernet
- Analogové vstupy: 0-5V, 0-10V, 0-20mA, Ni1000 (nastavitelné)
- Rozměry 106 x 95 x 74 mm
- Pracovní teplota 0 ÷ 50 °C
- Napájení 24V ss. ± 20%

DI	AI	DO	RO	AO
8	4	8	-	-
24Vss./stř		24V/0,3A		

Tabulka 2 - V/V AMiNi-ES

Použití: Vhodný především pro rozsáhlé distribuované systémy měření a regulace řízení jednoduchých strojů, ovládání výměníků, topné větve, vzduchotechnické jednotky, monitoring strojů a zařízení, systémy řízení výroby (MES) [3].

AMiNi4DS

Jde o nejuniverzálnější malý, volně programovatelný automat, splňující předpoklady pro komplexní řízení a ovládání malých soustav, strojů nebo zařízení a to vše za velmi příznivou cenu. Tento řídicí systém instalovaný v budově pizzerie je svým rozsahem V/V již nedostačující, avšak je možné jej snadno rozšířit pomocí modulů vzdálených V/V s protokolem ARION, které mají shodný design a způsob montáže, jako tento řídicí systém. Svým provedením se hodí pro montáž do klasických „jistíčových“ rozvaděčů.



Obrázek 3 – AMiNi4DS [3]

DI	AI	DO	RO	AO
8	8	8	-	4
24Vss./stř		24V/0,3A		

Tabulka 3 - V/V AMiNi4DS

- 1 x RS232, 1 x RS485 (galv. odd), 1x Ethernet
- Grafický podsvětlený LCD displej 122x32 bodů, 8 kláves
- Analogové vstupy: 0-5V, 0-10V, 0-20mA, Ni1000/Pt1000 (samostatně nastavitelné)
- Rozměry 106 x 95 x 74 mm
- Pracovní teplota 0 ÷ 50 °C
- Napájení 24V ss. ± 20%
- Paměťová kapacita archivů 1MB
- V případě potřeby možnost použití analogových vstupů, jako vstupy digitální.

Každý digitální výstup zařízení je chráněn proti tepelnému přehřátí, přepětí i zkratu v případě, že dochází ke spínání prvků s indukční zátěží.

Použití: Pro rozsáhlé distribuované systémy regulace a měření, automatizace budov, inteligentní domy, archivace a monitoring měřených dat a řízení jednoduchých strojů [3].

1.1.2 Modulární systém

Systém založený na modulární výstavbě, charakteristický svou flexibilitou, což umožňuje použití systému od malých, po náročné aplikace, s důrazem na komunikační schopnosti. Samozřejmostí je optimalizace V/V podle náročnosti aplikace.

ADiS

- 16 V/V modulů a až 256 signálů
- Rozšíření pomocí V/V modulů nebo sběrnice CAN na několik tisíc signálů na sestavu.
- Rozměry 58 x 104 x 96 mm
- Napájení 24V ss. \pm 20%



Obrázek 4 - Sestava ADiS [3]

	AD-CPU167	ADCPU2W
<i>Paměť</i>	1MB RAM, 512KB FLASH sériová EEPROM 2KB	1MB RAM, 2MB + 256 KB, FLASH, EEPROM, 2KB slot micro SD
<i>Webserver</i>	Ne	Ano
<i>Procesor</i>	C167	ST10F269 (procesní) STM32F207 (komunikační)
<i>Komunikace</i>	1x RS232, 1x RS485 (galv. od.)	1x RS232, 1x RS485 (galv. od.) 1x Ethernet 10/100 Mbps

Tabulka 4 – CPU jednotky ADiS

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


V/V moduly - standartní

AD-DI8(16A)	8(16) číslicových vstupů 24V st./ss., galv. od.	
AD-FDI8	8 fast číslicových vstupů 5-24V ss., galv. od.	
AD-PDO8(16)	8 (16) číslicových tranzistorových výstupů 24 V ss, 500c(300) mA, galv. od.	
AD-RDO5S	5 reléových výstupů 250 V / 6 A	
AD-AI5(8)	5(8) analogových vstupů 0-5 V, 0-20 mA, 10 bit	
AD-NI8	8 vstupů Ni1000, 10 bit	
AD-GAI8	8 analogových vstupů ±10 V, ±20 mA, galv. od. , 15 bit + znaménko	
AD-AO8U(I)	8 analogových výstupů 0-10V(0-20mA), 10 bit	
AD-GAO4U	4 analogové výstupy ±10 V, galv. od. , 12 bit	
AD-GAO4I	4 analogové výstupy ±20 mA, galv. od., 12 bit	

Obrázek 5 - AI-PDO8 [3]

Tabulka 5 - Přehled standardních vstupně/výstupních modulů

Komunikační moduly

AD-UART	2x RS232	
AD-UART4	2x RS485/RS422	
AD-ETH100	Ethernet 10Mbps/100Mbps, galv. od.	
ADC-CAN	CPU rozšíření V/V signálů po CAN	
AD-CAN	sběrnice CAN (DIOCAN)	

Obrázek 6 - AD-UART [3]

Tabulka 6 - Přehled komunikačních modulů

V/V moduly – speciální

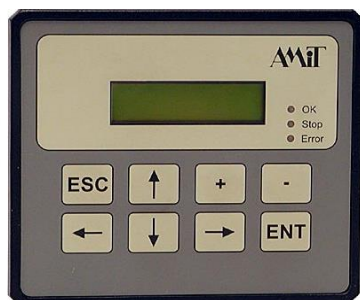
AD-FAI8-A	8 analogových vstupů ±10 V, 1 kHz
AD-TM2	2 tenzometrické vstupy
AD-IRC2	2 IRC vstupy

Tabulka 7 - Přehled speciálních modulů

1.1.3 Řídicí terminály

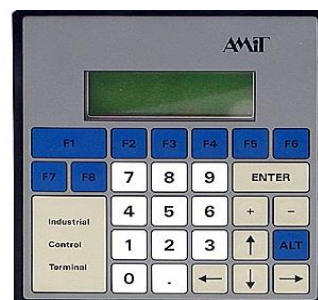
Tyto terminály jsou volně programovatelné a snadno připojitelné k řídicímu systému. Snadno je lze rozšířit o vzdálené V/V a podporují standardní komunikační rozhraní.

ART267A



Obrázek 7 - ART267A [3]

ART4000



Obrázek 8 - ART4000 [3]

- Lokální řízení a ovládání reg. soustavy
- Zapojením do komunikační sítě DB-Net/IP prostřednictvím převodníku DM-232TO485 lze vytvořit rozsáhlý distribuovaný systém.
- Komfortnější obdoba ART267A
- K dispozici sběrnice CAN
- Lze využít jako manažerskou stanici, která v rámci systému DB-Net/IP koordinuje ostatní systémy

DI	AI	DO	RO	AO
8	6	8	-	2
24Vss./stř		24V/0,5A		

Tabulka 8 - V/V ART267A

DI	AI	DO	RO	AO
8	8	8	-	2
24Vss./stř		24V/0,5A		

Tabulka 9 - V/V ART4000

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

MEST110S

- Určen pro automatický sběr dat ve výrobě (MES)
- Lze využít jako řídicí systém
- Komunikace: 3x RS232, RS485 galv.od., Ethernet)
- LCD podsvětlený, 128 x 64 bodů, až 8 x 21znaků
- 25 tlačítková membránová klávesnice
- Napájení 24V ss. ± 20%
- Pro manažerské stanice a síťové aplikace



Obrázek 9 - MEST110S [3]

1.1.4 Kompaktní řídicí systémy

Tyto řídicí systémy jsou vhodné pro měření, regulaci a malé aplikace. Díky své konstrukci v celokovovém provedení, jsou vysoce odolné proti okolnímu rušení a snadno rozšiřitelné o vzdálené vstupy a výstupy. Velmi příznivý je u nich i poměr ceny a výkonu.

AMiRiS99S, AMiRiS99S/I2



Obrázek 10 - AMiRiS99 [3]

DI	AI	DO	RO	AO
16	8	16	9	4
24Vss./stř		24V/0,5A	modul	

Tabulka 10 - V/V AMiRiS99

AMAP99S, AMAP99S/I2



Obrázek 11 - AMAP99 [3]

DI	AI	DO	RDO	AO
24	15	4	19	6
24Vss./stř		24V/0,5A	230V/6A	

Tabulka 11 - V/V AMAP99

Svémi výpočetními schopnostmi překračují třídu klasických PLC. Jsou určeny k montáži přímo na základní desku rozvaděče a podporují přímé propojení s terminálem APT 130. Varianty S/I2 se liší pouze vyšším teplotním rozsahem. Oba systémy obsahují rozhraní RS232, Ethernet a 1 volitelnou linku pomocí - Moduly AM-xx, instalovaných na desku.

Použití: Pro regulaci kotelen, řízení strojů a zařízení čistíren odpadních vod, regulace kotelen, výměníků, řízení vzduchotechnických jednotek a lokálních částí technologie v potravinářském a chemickém průmyslu, monitoring a MES [3].

AM-AO2U	Analogové výstupy 2x 0 - 10 V
AM-RS485	Galv. od. linka RS485
AM-RS232	Rozhraní RS232
AM-CAN	Sběrnice CAN
AM-MBUS	Sběrnice M-Bus



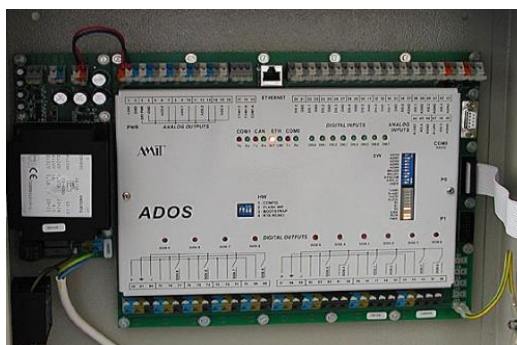
Obrázek 12 -AMR-RS232[3]

Tabulka 12 - Moduly AM-xx

1.1.5 Řídicí systémy pro vytápění

Jde o volně programovatelné řídicí systémy, využívané zejména pro vytápění budov a rodinných domů. Jsou snadno rozšiřitelné o vzdálené vstupy a výstupy a mají bohaté komunikační schopnosti.

ADOS



Obrázek 13 - ADOS [3]

ADOREG



Obrázek 14 - ADOREG[3]

- Určený k řízení tepelných soustav bez nutnosti zabudování do rozvaděče
- Použití pro standardní regulace bez dokonalé znalosti programování (předdefinované algoritmy), nebo pro specifická řešení vytápění budov (možnost volného programování)
- Mimo standardních rozhraní RS232, RS485 a Ethernet lze doplnit o sběrnice CAN nebo M-Bus.
- Velká variabilita při řízení zdrojů a spotřebičů
- Speciálně navržen pro řízení několika různých zdrojů tepla
- Přímé napojení do sítě Ethernet s možností doplnění o GSM modem
- Grafický displej pro komfortní zobrazení provozních stavů
- Dodáván s typovými řešeními řízení s možností volného programování

DI	AI	DO	RO	AO
8	8 2+4Ni	-	10	4

Tabulka 13 - V/V ADOS

DI	AI	DO	RO	AO
4	4 4+8Ni	2 tr	13	4

Tabulka 14 - V/V ADOREG

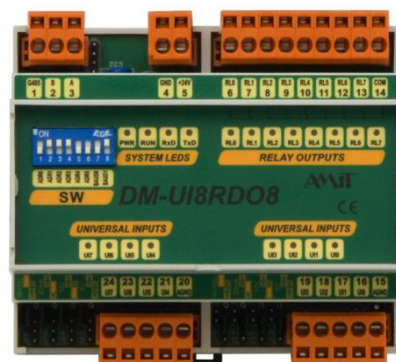
Použití: Zejména pro bezúdržbové řízení a vytápění rodinných domů, řízení zdrojů tepla a spotřebičů v rodinných domech, individuální řízení teploty v místnostech a dálkovou zprávu vytápění rodinných domů a budov [3].

1.2 Rozšiřující moduly V/V

Nabízené řídicí systémy tak, jak jsou v základním provedení distribuovány, nemusí obsahovat dostatečný počet V/V, nebo nejsou schopny pracovat s nejrůznějšími druhy vzdálených signálů. Tato situace nastává i v případě použitého řídicího systému – AMiNi4DS instalovanému v budově pizzerie. A právě výčet těchto potencionálních modulů obsahuje tato kapitola. Moduly jsou navíc v případě analogových signálů mnohem odolnější proti elektromagnetickému rušení.[3] Seznam modulů uvádí Tabulka 15.

1.2.1 ARION

- Komunikační linka RS485
- Pracovní teplota 0 - 50 °C
- Odběr 100 - 150 mA
- Rozměry 105x90x74
- Varianty z rozšířeným tepelným rozsahem
- Napájení 24V ss. ± 20%
- Až 63 modulů, nebo 31 modulů na segment v síti RS485



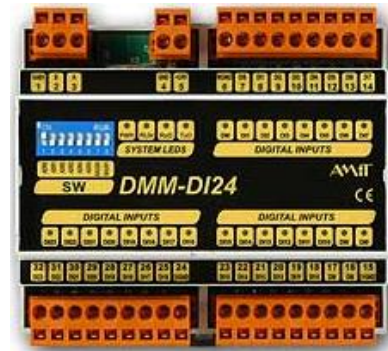
Obrázek 15 - DM-UI8RD08 [3]

<i>DM-DI24</i>	24x číslicový vstup 24 V ss./stř., galv. od.
<i>DM-DO18</i>	18x číslicový výstup 24 V ss., 300mA, galv. od.
<i>DM-RDO12</i>	12x spínací relé 250 V / 6 A
<i>DM-AI12</i>	12x analogový vstup 0 až 5 V, 0 až 10 V, 0 až 20 mA, Ni1000, 12 bitů
<i>DM-A08U</i>	8x analogový výstup 0 až 10 V, rozlišení 12 bitů
<i>DM-A08I</i>	8x analogový výstup 0 až 20 mA, rozlišení 12 bitů
<i>DM-PDO6NI6</i>	6x Ni1000, 6x číslicový výstup 24 V ss., 1 A, galv. od.
<i>DM-UI8DO8</i>	8x univerzální vstup, 8x číslicový výstup 24 V ss., 300 mA, galv. od.
<i>DM-UI8RDO8</i>	8x univerzální vstup, 8x spínací relé 230 V stř. / 24 V ss. / 2 A
<i>DM-UI8A08U</i>	8x univerzální vstup, 8x analogový výstup 0 až 10 V, rozlišení 12 bitů

Tabulka 15 - V/V rozšiřující moduly s protokolem ARION

1.2.2 MODBUS

- Pro komunikaci se zařízeními jiných výrobců
- Komunikační linka RS485
- Pracovní teplota 0 - 50 °C
- Odběr 100 - 150 mA
- Rozměry 105x90x74
- Napájení 24V ss. \pm 20%
- Až 63 modulů, nebo 31 modulů na segment v síti RS485



Obrázek 16 - DMM-DI24 [3]

V/V rozšiřující moduly MODBUS jsou totožné jako ty, které uvádí Tabulka 15. Liší se pouze označením základním označením DMM-XX na místo DM-XX. [3]

1.2.3 CANopen

- Sběrnice CAN vyvinutá firmou Bosch pro řídicí systémy v automobilovém průmyslu
- Flexibilita přenosových rychlostí a dosahu (10kbit/s - několik desítek km)
- Standardizace komunikačních vrstev ISO/OSI jedním z nichž je právě CANopen
- Jednotná koncepce pro nezávislé výrobce zařízení
- Více o koncepci CANopen na [1]



Obrázek 17 - CANopen [3]

1.3 Regulátory

1.3.1 Programovatelné regulátory AMREG

Všechny tyto regulátory umožňují naprogramovat vlastní ovládací algoritmus, včetně návrhu obrazovek. K regulátorům AMREG je vhodné používat AMR-FCT10, které jsou založeny na stejné koncepci programů a komunikaci. Všechny regulátory podporují komunikaci protokolem MODBUS RTU / TCP/IP nebo DB-Net/IP (24). Ke všem regulátorům jsou dostupné typové řešení aplikací [5]. [3]

AMR-OP10 (OP2X)

- Dotykový grafický černobílý LCD (124x58) bodů
- Měření teploty pomocí externího čidla Ni1000/6180
- Pracovní teplota -10 - +50 °C
- *Komunikační linky:* Ethernet, RS485, RS485 (bez galv.od.)
- Rozměry 116x96x48
- Možnost umístění vertikálně nebo horizontálně



Obrázek 18 - AMR-OP10 [3]

Model OP2X se od OP10 liší osazením dvou Ethernetových rozhraní a linkou RS485 [3]

AMR-FCT10



Obrázek 19 - AMR-IRC10 [3]

- Programovatelný regulátor pro ovládání Fan Coil jednotek. Připojením jednoho z ovladačů AMR-OP70 nebo AMR-OP71 (23)po lince RS485 lze zabezpečit regulaci v místnosti s Fan Coil jednotkami.

DI	AI	RO	AO
-	2 Ni1000	3	2 Tranz.

Tabulka 16 - V/V AMR-FCT10

- Pracovní teplota -10 - +50 °C
- *Komunikační linky:* RS485(galv. od).
- Napětí: 230 V stř. ±10 %
- Rozměry 157 x 95 x 45

AMR-DI2RDO2



Obrázek 20 - AMR-DI2RDO2 [3]

- Plnohodnotný programovatelný regulátor s rozsáhlým použitím pro ovládání světel, žaluzií a podobných.

DI	AI	RO	AO
-	2	26	-

Tabulka 17 - V/V AMR-DI2RDO2

- Montáž do krabice pod omítku
- *Komunikační linky:* RS485
- Napětí: 250 V stř. nebo 30V ss./3A
- Rozměry 49 x 49 x x25

AMR-IRC10**AMR-RTV10**

Obrázek 21 - AMR-IRC10 (RTV10) [3]

- Regulátor určený pro řízení vzduchotechnik místnostmi. Kombinace ovladačů jako AMR-IRC10.
- Pro zajištění ovládání tepelného zdroje (plynové, elektro kotle atd...) včetně nabíjení zásobníku teplé vody

DI	AI	DO	AO
1	1 0-10V	2 24V ss.	4 0-10V

Tabulka 18 - V/V AMR-IRC10

- *Komunikační linky:* RS485(galv. od).
- Napětí: 24 V ss. ±20 %
- Rozměry 197 x 133 x 73

DI	AI	RO	DO
-	6 Ni1000	7 6+1	1 230V

Tabulka 19 - V/V AMR-RTV10

- *Komunikační linky:* RS485
- Napětí: 230 V stř. nebo 24V ss./4A
- Rozměry 253 x 203 x x89

1.3.2 Programovatelné nástěnné ovladače

Ovladače nové generace, plně programovatelné prostředím DetStudio (2.1) pro automatizaci budov. V budově pizzerie, by mohlo být použítí takového ovladače vhodné pro korekci teplot určenou obsluhou, bez nutnosti dalšího školení pro ovládání vzduchotechniky přes uživatelské obrazovky, případně prostřednictvím vizualizace. Samozřejmostí je možnost vytvoření vlastního designu jednotlivých obrazovek. Všechny ovladače podporují komunikační protokoly MODBUS RTU, ARION a DB-Net/IP (1.4.1), a umožňují snadnou integraci do sítě. [3]

AMR-OP70(71)

- Ovladač měřící teplotu v místnosti
- Dotykový grafický černobílý display 58x38mm
- Plně programovatelný v prostředí DetStudio
- Měřící rozsah -10 - +50 °C
- *Komunikace* RS485 bez galv.od.
- Rozměry 90x90x32
- Napájení 10-30V ss.
- Typ OP71 se liší pouze v designovém provedení



Obrázek 22 - AMR-OP70(71) [3]

AMR-OP3X

OP30	Měření teploty v prostoru (MTP)
OP31	MTP, korekce teploty, signalizace LED
OP33	MTP, korekce teploty, signalizace LED, indikace stavů pomocí LED
OP35	MTP, režim AUTO, OFF, I, II, III, lokální korekce, indikace stavů a signalizace pomocí LED.



Obrázek 23 - AMR-OP35 [3]

Tabulka 20 - Ovladače AMR - OP3X

1.4 Nástroje pro průmyslovou komunikaci**1.4.1 DB-Net/IP**

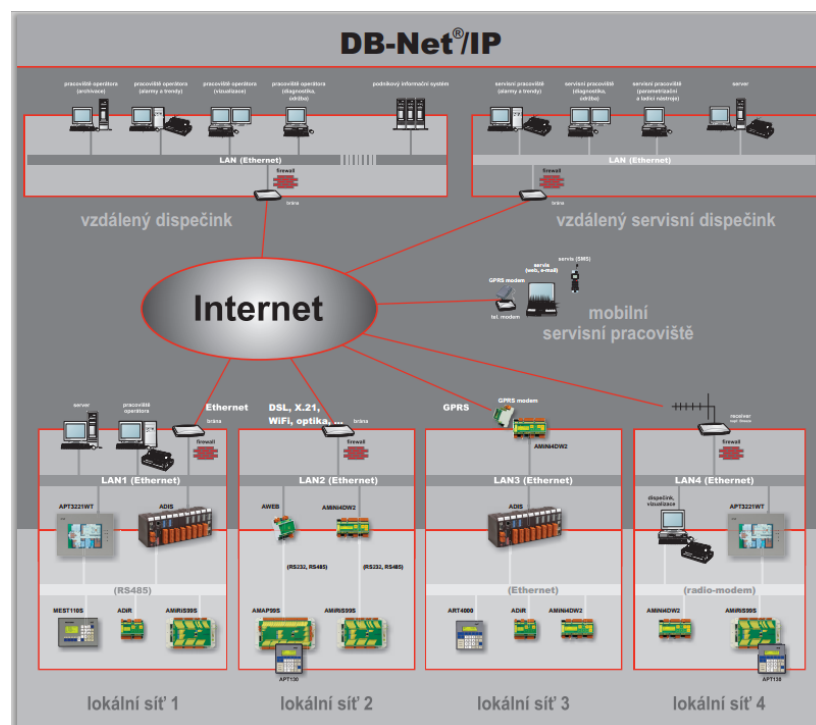
Průmyslový informační systém DB-Net/IP představuje soubor technických a programových prostředků, umožňujících začlenit řídicí systémy přímo do intranetových sítí, souhrnně označovaných jako průmyslový Ethernet, využívající protokolů TCP/IP. Jde o decentralizovaný systém řízení, vysoce odolný proti výpadkům dílčích částí systému. Je možná snadná modifikovatelnost a rozšiřitelnost včetně archivace se zpětným přenosem dat. Do tohoto informačního systému mohou být připojeny všechny produkty společnosti AMiT. Komunikace je zajištěna protokolem typu multimaster-multislave na bázi linky RS485 nebo průmyslového Ethernetu. [3] Princip komunikace uvádí Obrázek 24.

Základní komponenty informačního systému DB-Net/IP

- *Programové funkční moduly* - moduly řešící otázky spojené z definicí vzdálené řídicí stanice na Ethernetu.
- *Komunikační ovladače pro dispečinky* - ovladače zajišťující přenos mezi řídicím systémem a PC, prostřednictvím protokolu UDP
- *Komunikační linka Ethernet v řídicích systémech* - systémy s tímto rozhraním mohou zastávat funkci brány a „routují“ potřebnou komunikaci do nativní komunikační sítě na linkách RS232/485
- *Samostatná komunikační Ethernetová brána (RS232 - Ethernet)* - Pomocí převodníku DM-232TOETH (1.4.4), je umožněn přístup do sítě Ethernet i zařízením se standardním komunikačním rozhraním RS232. [3]

Přednosti a specifické rysy

- *Autentizace* - zabezpečení oprávnění přístupu
- *Ochrana šifrováním* - dodatečná široká škála zabezpečení
- *Download aplikací řídicích systémů, vzdálený servis* - z libovolného místa
- *Informace o stavu stanice* - zjištění stavu a chování
- *Přímá připojitelnost řídicích systémů* - není vyžadován mezičlánek na bázi PC
- *Komunikační ovladač* - Kompletní podpora distribuována zdarma



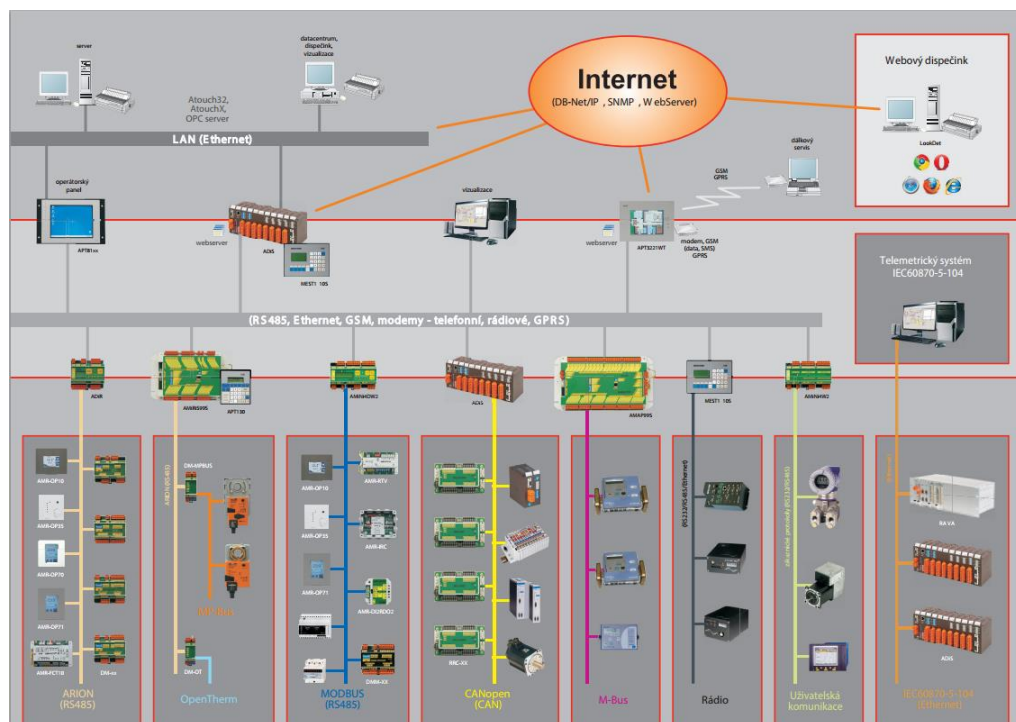
Obrázek 24 - Komunikace v síti DB-Net/IP [3]

1.4.2 Podpora komunikací

Všechny řídicí systémy AMiT, lze mezi sebou propojit následujícími komunikačními způsoby:

- Komunikační linka RS485 - standardní komunikace, až 32 stanice, do 1200m bez opakovače.
- Komunikační linka RS232 (pouze bod-bod)
- Průmyslový Ethernet (DB-Net/IP)
- Modemový přenos (telefon, GSM)

Princip, jakým komunikace mezi řídicími systémy zobrazuje Obrázek 25.



Obrázek 25 - Podpora komunikačních rozhraní [3]

1.4.3 GSM/GPRS a Ethernetové switche

Kromě běžného modemového přenosu, na bázi komunikačních linek, které řídicí systémy AMiT využívají, lze v široké míře využít zasílání SMS zpráv pomocí mobilních operátorů (GSM síť). S nástupem „chytrých“ mobilních telefonů, využívající vysokorychlostní připojení k internetu dochází k pozvolnému ústupu, avšak ve fázi ladění aplikace na dálku a pro snadnou uživatelskou aktivaci alarmů, je tato služba stále hojně využívána. O něco vyšší úrovní je pak využití technologie GPRS. Přenos dat v rámci sítě GSM (GPRS) je realizován pomocí modemů DM-GSM(GPRS). [3]

- GSM modem podporující standardní AT příkazy
- GPRS modem navíc vybaven speciálním komunikačním firmwarem
- Možnost tvorby aplikací v prostředí DetStudio a servisních zásahů v prostředí ViewDet
- Vytvoření sítě řídicích systémů



Obrázek 26 - DM-GSM(GPRS)[3]

Ethernetové switche

Jedná se o 6 a 24 portové switche 10/100Mbps vhodné do extrémních klimatických podmínek (-40 - +70 °C) v robustním provedení. Napájecí napětí je 16,6 - 33,6 V ss.

	ESWO6A	ESWA06	ESWA24
Počet portů	5 s PoE + 1	5 s PeE + 1	4x(5 + 1)
Komunikační rychlost	X1 100Mbps X2-X6 10/100Mbps	X1 100Mbps X2-X6 10/100Mbps	X11(21,31,41) 100Mbps 10/100 - ostatní
Rozměry	65x124x126	33x193x88	98x193x88
Hmotnost	1000g	700g	1300g



Obrázek 27 - ESW06A [3]

Tabulka 21 - Ethernetové switche

1.4.4 Převodníky komunikačních linek

Tyto převodníky, s automatickým přepínáním směru přenosu, slouží k doplnění komunikačních linek řídicích systémů, které tuto schopnost komunikace v základním provedení nemají. Jedním s převodníků, který bude v rámci této práce využit, je AWEB zajišťující možnost ovládní instalované vzduchotechniky v budově pizzerie pomocí webových stránek. Seznam převodníků uvádí Tabulka 22.

<i>DM-232TO485</i>	Převodník linek RS232/RS485. Řízené a automatické přepínání směru. Napájení 24V ss.	
<i>DM-485TO485</i>	Opakovač linky RS485, galv. od.	
<i>232TO485PC(A)</i>	Externí převodník k PC, přepínání směru RTS nebo automaticky, přenosová rychlost 115kBs	
<i>DM-232TOETH</i>	RS232 <-> Ethernet, (38,4kBs<->10Mbps)	Obrázek 28 - 232TO485PC(A) [3]
<i>DM-MB2ET/A</i>	M-Bus <->Ethernet, dálkový odečet údajů se zařízeními komunikujícími po M-bus sběrnici. /A - APE protokol pro zapouzdření rámce M-BUS	 Obrázek 31 - DM232TO485 [3]
<i>DM-DI4MB2ET</i>	Rozšiřuje MB2ET o možnost přímého měření impulzních výstupů z elektroměru atd...	
<i>AWEB</i>	Volně parametrizovaný webový server. Možné napájení PoP nebo 24V ss. Připojení k libovolnému řídicímu systému pomocí RS232/RS485 nebo Ethernetu	
<i>DM-MPBUS</i>	Specifický převodník RS485 s protokolem ARION na MP-BUS firmy Belimo [6]	
<i>DM-OT</i>	Převodník RS485 s protokolem ARION na rozhraní OpenTherm/plus - ovládání některých typů kotlů [7]	

Tabulka 22 - Převodníky komunikačních linek

2 PROSTŘEDÍ PRO TVORBU APLIKACÍ A SERVISNÍ PROGRAMY

Nainstalování jednoho z dříve uvedených řídicích systémů do objektu, včetně jejich součástí, je teprve prvním krokem k řízení samotného vzduchotechnického, nebo jiného zařízení. Pro tento systém je nejprve nutné vytvořit, a následně do něj implementovat řídicí program, načež se z něj teprve stane plnohodnotný řídicí systém. Právě pro tento účel společnost AMiT vyvinula návrhová prostředí pro tvorbu aplikací DetStudio a AWDet, který už spadá spíše do kategorie parametrizačních prostředí. Pro následné ladění a ovládání uživatelské aplikace pak slouží servisní program ViewDet. Právě všemi těmito programy, jež jsou distribuovány zdarma, se bude tato kapitola zabývat.

2.1 DetStudio

Komfortní nástroj pro tvorbu uživatelské aplikace pro všechny řídicí systémy a regulátory společnosti AMiT. Kromě vytvoření samotné aplikace umožňuje navrhnout a simulovat vzhled uživatelských obrazovek, dostupných z ovládacího panelu přístroje, nebo provádět online ladění a úpravy již běžící aplikace. Následující část popisuje, stručný návod obsahující vše od nahrání operačního systému, přes základ tvorby aplikace až po uživatelské obrazovky.

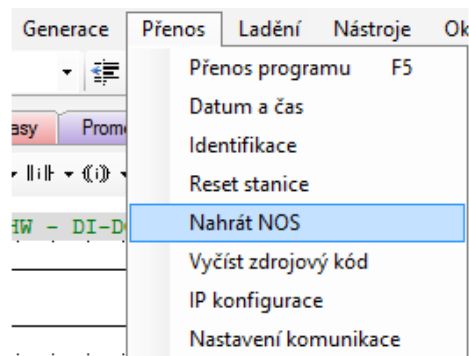


Obrázek 32 - Logo DetStudia [3]

2.1.1 Zavedení operačního systému

Aby mohla být vytvořena a spuštěna uživatelská aplikace, určená k ovládání řídicího systému, je třeba nejprve do zařízení nahrát operační systém. Systémy společnosti AMiT nejsou tímto operačním systémem z výroby vybaveny a je třeba jeho dodatečná instalace.

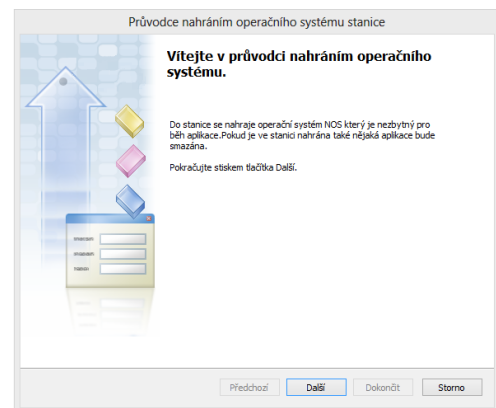
Samotné nahrávání probíhá automaticky spuštěním průvodce, tak jak je zobrazuje Obrázek 33. Obrázek 34 pak uvádí samotného průvodce, pomocí kterého je postupováno do doby, než dojde k přenesení samotného operačního systému do stanice. Spojení mezi řídicím systémem a PC je v tomto případě možné pouze přímo přes rozhraní RS232, nebo USB.



Obrázek 33 - Nahrání NOS

Možnosti operačního systému

- Spuštění aplikací vytvořených v prostředí DetStudio
- Komunikace protokolem DB-Net (RS232, RS485 - až 32 připojených stanic)
- Komunikace protokolem DB-Net/IP 1.4.1 (Ethernet - neomezený počet stanic)
- Rozšiřující moduly V/V s protokolem ARION (- Moduly AM-xx)



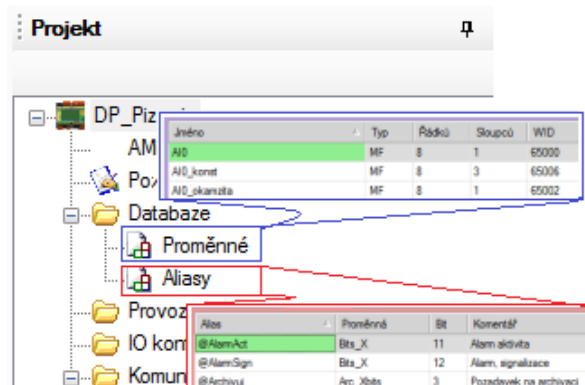
Obrázek 34 - Průvodce nahráním NOS

2.1.2 Tvorba řídicí aplikace

Nastavením a ověřením komunikace se bude zabývat praktická část této práce, proto bude následovat popis prostředků nutných před započítím samotného programování, což tvorba řídicí aplikace bez pochyby je.

Proměnné a aliasy

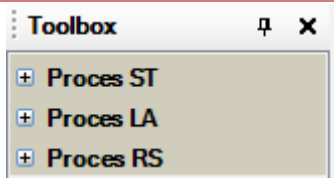
- *Proměnná* - může být typu (Mtx) Integer, (Mtx)Long nebo (Mtx)Float. Max velikost je 32200 B.
- *Alias* - k proměnný typu I(MI),L(ML) lze přistupovat jako k 16(32) hodnotám True/False. Alias pak nahrazuje jmeno.číslo (bitu), kterému předchází @.



Obrázek 35 - Proměnná a Alias

Procesy

Činnost řídicího systému probíhá sekvenčně, což je rozdělení do tzv. procesů. Ty pracují relativně samostatně a nezávisle na ostatních. Do jednoho procesu je vhodné popsat jeden regulační okruh, nebo více okruhů se stejným časováním. Druhy procesů zobrazuje Tabulka 23.

Proces LA	Práce s vrcholem zásobníku, jazykem podobným assembleru	
Proces RS	Programování pomocí reléových schémat	
Proces ST	Klasický strukturovaný text	

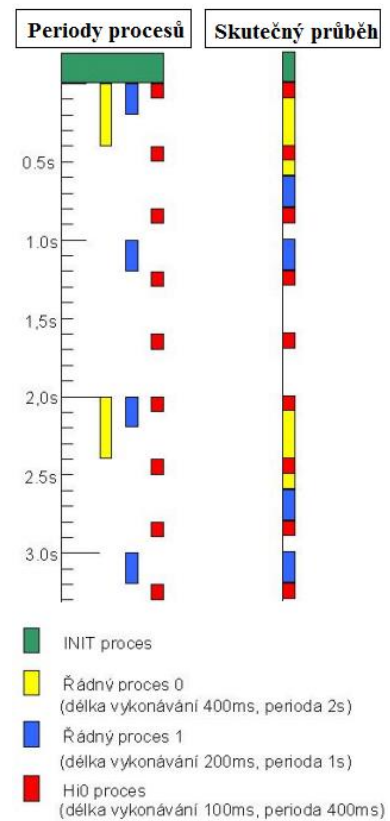
Obrázek 36 - Procesy

Tabulka 23 - Procesy programovacího jazyka

Časové typy procesů

- *Init* - Proces vykonávaný pouze jednou po teplém, nebo studeném startu systému.
- *Interrupt_0 - 15* - Procesy s nejvyšší prioritou. Vzájemně se mohou přerušovat
- *ProcHi_0 - 1* - Velmi rychlé procesy, které umí vyvolat přerušení nižších procesů s nižší prioritou
- *Quick* - Rychlý proces s periodami 2, 10, 20, 50 a 100 ms, který umí přerušit procesy s nižší prioritou
- *Normal_0 - 15* - Řádné procesy, které neumí vyvolat přerušení ostatních procesů
- *Idle* - Prázdný proces, který je spuštěn v okamžiku, kdy žádný jiný proces nenárokuje čas procesoru

Do takto vytvořených procesů, jsou pak umístěny algoritmy napsané pomocí jednoho s níže uvedených programovacích jazyků.



Obrázek 37 - Typy Procesů

Programovací jazyky návrhového prostředí DetStudia

Jazyk ST:

- Od programování např. v jazyce C má výrazně menším stupněm složitosti, ale i míru podpory při vytváření aplikace
- Vytváření programového kódu probíhá pomocí skládání funkčních bloků[4]

```

ce  DI_DO  AI_AO  Aliasy  Proměnné  Provoz_VZT
//Načtení digitální vstupů
Call LibDI
//Zápis na digitální výstupy
Call LibDO
//Načtení digitální vstupů DMUI8RD08
Call LibDI_x1
//Zápis na digitální výstupy DMUI8RD08
Call LibDO_y1
    
```

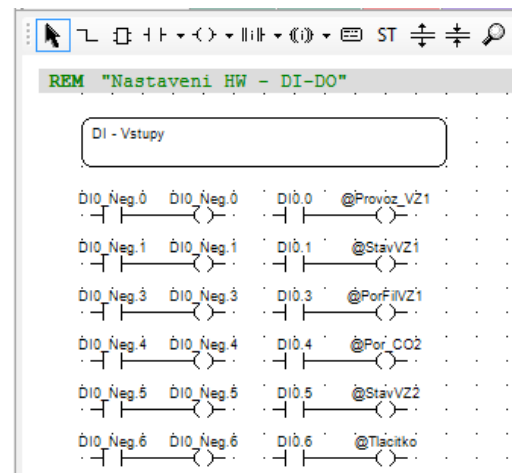
Obrázek 38- Jazyk ST

Jazyk RS:

- Programování probíhá pomocí skládání grafických symbolů, které reprezentují operace a volání programových bloků

Jazyk LA:

- Jsou to speciální moduly, které nevykonávají žádné specializované činnosti jako funkční moduly a pracují pouze prostřednictvím logického zásobníku. Jedná se vlastně o bloky jazyka RS v jejich počáteční podobě. Více o programovacích jazycích v [4] a [3].



Obrázek 40 - Jazyk RS

```

DI_DO  AI_AO  Alias  Proměnné  Provoz_VZT  Startup
ARI_AmrOp :NONE, 1
Boilers NONE, NONE, NONE, NONE, 0x0000, 0
Aeg 0x0030, :NONE, NONE, NONE, 0, 1, 34000, 0, 11
FCxHCreg 0, NONE, NONE.0, NONE.0, NONE, NONE, NOI

```

Obrázek 39 - Jazyk LA

2.1.3 Sestavení uživatelských obrazovek

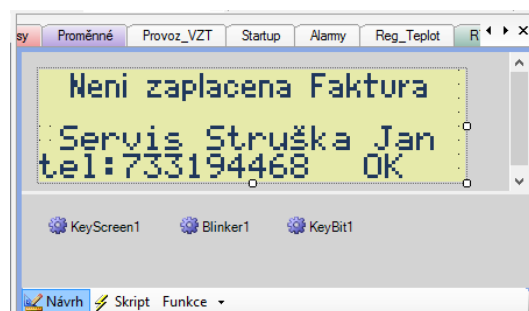
Samotná tvorba obrazovek spočívá v umístění ovládacích prvků na vytvářené obrazovky a v jejich následné parametrizaci. Pro tyto účely je v prostředí DetStudia přímo integrován komfortní editor (WYSIWYG), umožňující simulaci reálného zobrazení obrazovky, ať už na terminálu řídicího systému, nebo na uživatelském display.

*Druhy uživatelských obrazovek**Global:*

- Umísťují se sem neviditelné prvky, které se vykonávají dříve, než prvky na standardní obrazovce.

Standardní obrazovky:

- Ostatní obrazovky zobrazující viditelné prvky. Lze nastavit jednoduché, nebo rozšířené časování. Více v nápovědě 2.1.



Obrázek 41 - WYSIWYG editor

2.2 AWDet

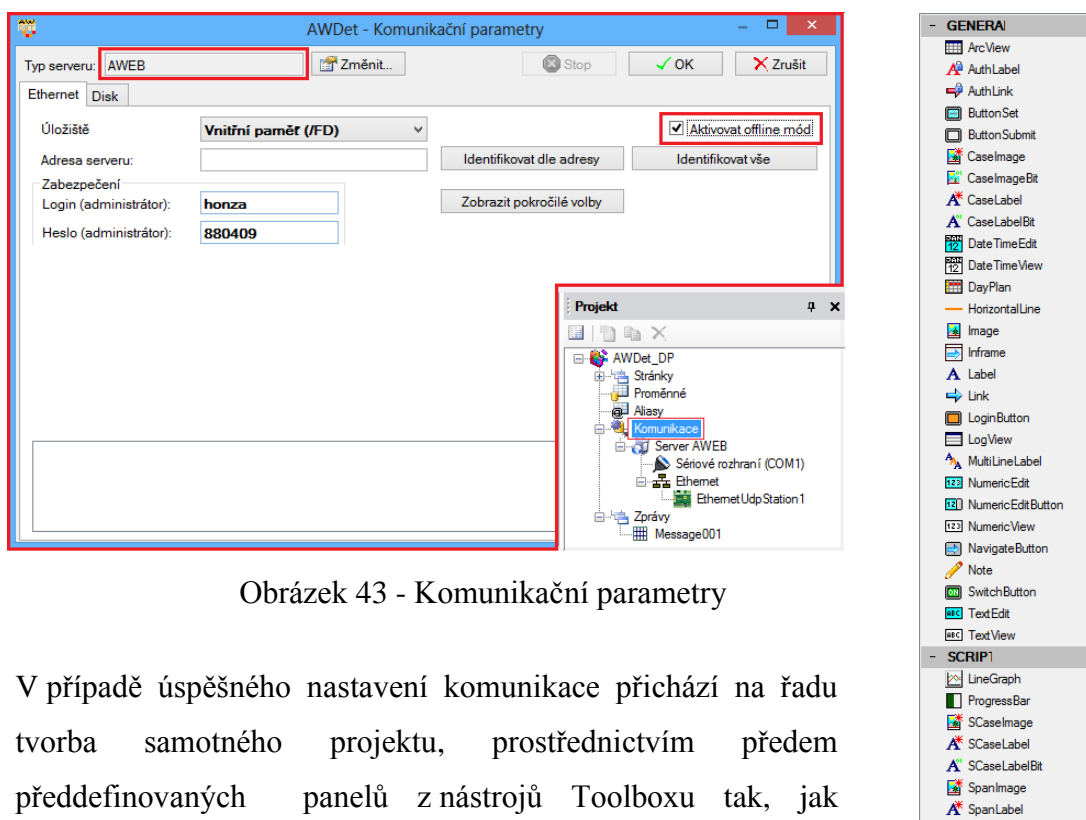
Toto parametrizační prostředí slouží ke snadnému vytváření webových prezentací pro řídicí systémy a jednotky se zabudovaným, nebo dodatečně připojeným, webovým serverem pomocí modulu AWEB 1.4.4. Tak, jako u uživatelských obrazovek, je možné sestavení stránky z předpřipravených komponent systému WYSIWYG. Umožňuje také odesílání e-mailových zpráv na základě hodnoty procesních proměnných (hlášení, archívy apod.)



Obrázek 42 - Logo AWDet [3]

2.2.1 Návrh webového projektu

Před vytvořením samotné webové prezentace je třeba nastavit ať už komunikaci s WEB serverem, nebo vybrat Ethernet-offline komunikaci v případě, že ke spojení během tvorby projektu zatím nemůže dojít, ale v budoucnu se s ní počítá. Typ serveru a typ připojení je definován po otevření záložky komunikace v okně projektu, tak jak uvádí Obrázek 43.



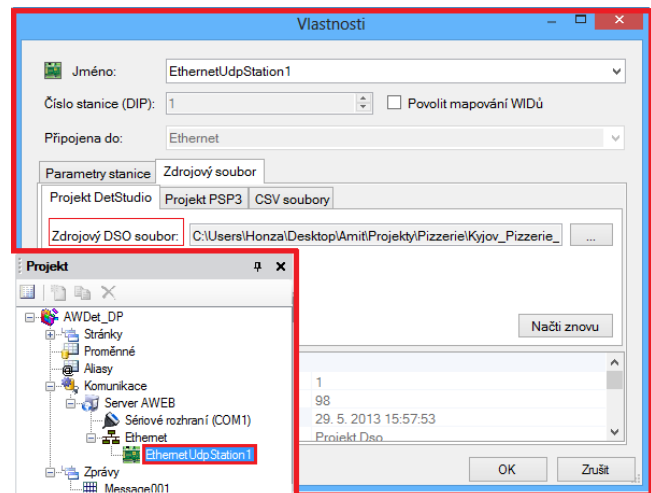
Obrázek 43 - Komunikční parametry

V případě úspěšného nastavení komunikace přichází na řadu tvorba samotného projektu, prostřednictvím předem předdefinovaných panelů z nástrojů Toolboxu tak, jak zobrazuje Obrázek 44. Nastává zde, ale problém absence proměnných a aliasů, ke kterým by mohly být jednotlivé nástroje přiřazeny. Jejich import uvádí Obrázek 45.

Obrázek 44-
Toolbox

Import proměnných a aliasů:

- Pokud je stanice již připojena k webovému serveru, probíhá import automaticky při nastavení komunikace.
- V offline režimu je možný import přímo se zdrojového souboru DetStudia, tak jak je uvedeno na obrázku 45. Importované proměnné a aliasy jsou pak dostupné v záložce projektu.



Obrázek 45 - Import aliasů a proměnných

Samotná tvorba webového ovládacího rozhraní pomocí objektů, dostupných v Toolboxu (Obrázek 44) je poměrně intuitivní, a je popsána v nápovědě prostředí AWDet [3].

2.3 ViewDet

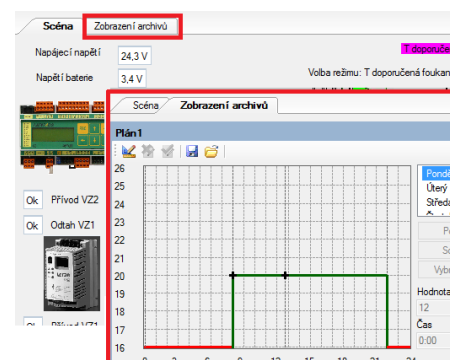
Servisní prostředí doplňující a rozšiřující možnosti návrhového prostředí DetStudio, jak v oblasti vytvoření jednoduché a přesto precizně fungující vizualizace, tak v oblasti sledování, ladění a nastavení aplikace implementované do řídicího systému. Základní vlastností je možnost čtení a zápisu jednotlivých proměnných a aliasů, ale i archivů a provozních deníků, obsažených v aplikačním programu řídicího systému.



Obrázek 46 - Logo ViewDet [3]

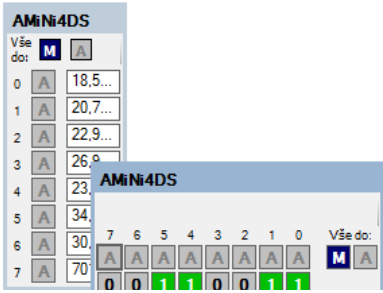
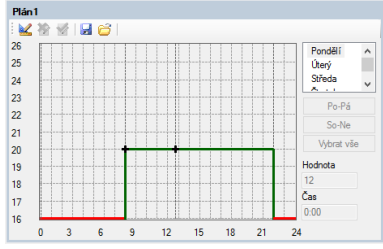
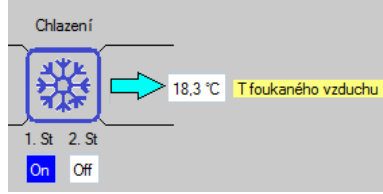
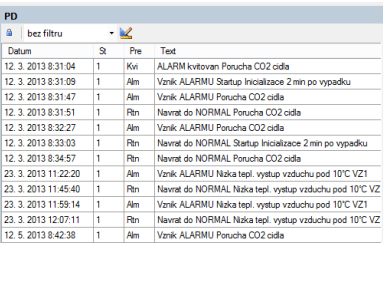
2.3.1 Možnosti a hlavní výhody prostředí

- Seskupení zobrazovaných objektů ve scénách, včetně rychlého přepínání mezi nimi
- Možnost vložení pozadí scény reprezentující vizualizovaný objekt
- Editaci časových plánů grafickou metodou
- Exportování dříve archivovaných dat
- Nastavení individuální periodiky komunikace



Obrázek 47 - Scény ViewDet

2.3.2 Objekty scény pro tvorbu vizualizace

AIO - inspektor	Prvek pro zobrazení a ovládání analogových vstupů a výstupů. Znak i barvy textů jsou volně nastavitelné.	
Archív	Průběžné čtení archivu definovaného ve stanici a jeho zobrazování. Možnost prohlížení a exportu starších dat, bez připojení ke stanici.	<p>Obrázek 48 - AIO, DIO inspektor</p>
Časový plán	Zobrazení časových plánů jako průběhů v grafické podobě, parametrizovaný na 24h cyklus 7 sní v týdnu.	
DIO - inspektor	Zobrazení a ovládání digitálních vstupů a výstupů. Bitům lze přiřadit zobrazovanou hodnotu a barvu textů včetně pozadí.	<p>Obrázek 49 - Časový plán</p>
Inspektor	Zobrazení a editace více proměnných v 1 prvku. (proměnné, buňky matic, aliasy, datum, případně řádek matice jako text)	<p>Obrázek 50 - Proměnná, alias a text</p>
Matice	Zobrazení obsahu matice jako tabulky, případně jako graf.	
PC archiv	Čtení různých archivů uložených v PC, zejména krátkodobé sledování průběhů a změn proměnných	<p>Obrázek 51 - Provozní deník</p>
Proměnná	Zobrazení a editace jedné proměnné s možností nastavení vlastního formátu a filtru zobrazení	
Provozní deník	Archivní prvek průběžně čtoucí záznamy z provozních deníků s možností další archivace a exportu.	<p>Obrázek 51 - Provozní deník</p>
Text	Statický text informativního charakteru	

Tabulka 24 - Objekty scény

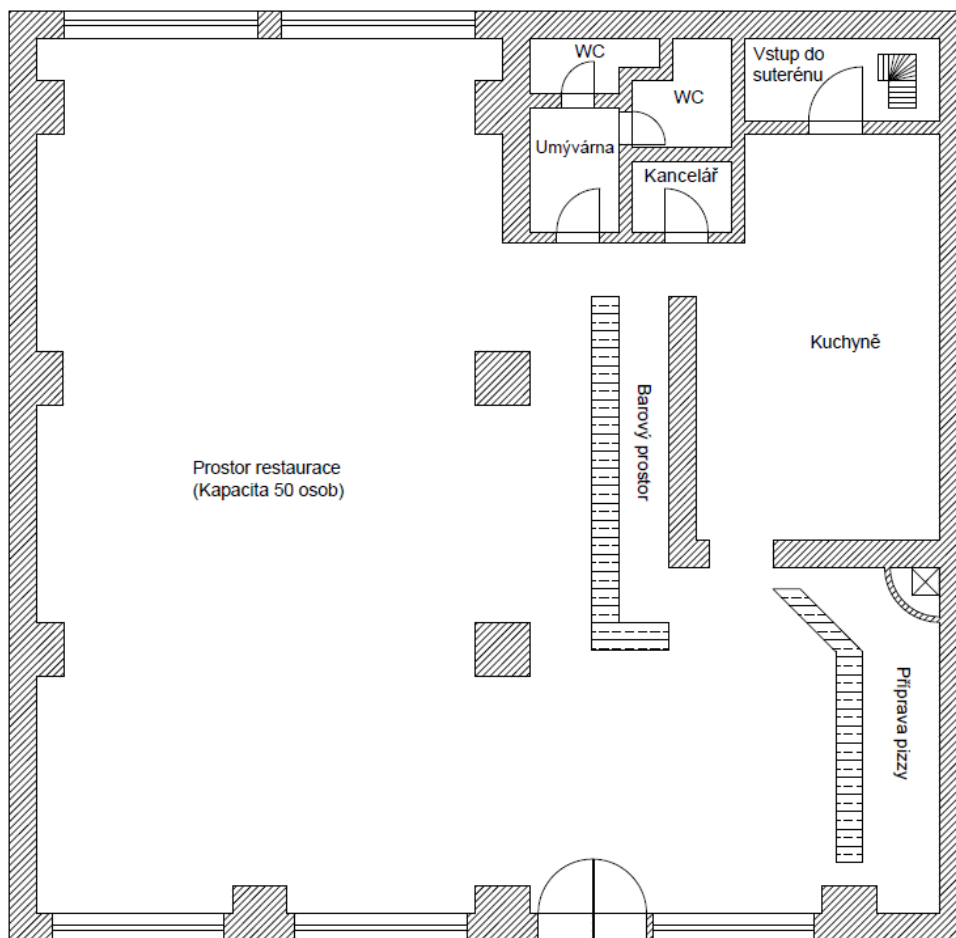
II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 SUMARIZACE VŠECH VSTUPŮ A VÝSTUPŮ PRO AKTUALIZACI STÁVAJÍCÍ ŘÍDICÍ JEDNOTKY

Před samotnou sumarizací vstupů a výstupů, je třeba nejprve přiblížit podobu instalovaného vzduchotechnického zařízení, kterým budou různá čidla a ostatní ovládací prvky osazeny. Tato kapitola bude obsahovat vše od schematického půdorysu budovy, přes instalaci vzduchotechnických jednotek, dle požadovaného návrhu, instalaci potřebných čidel, snímačů a jiných zařízení, až po samotnou sumarizaci získaných vstupů a výstupů pro řídicí jednotku.

3.1 Budova a požadavek na návrh vzduchotechnických jednotek

Základním požadavkem na vzduchotechniku uvnitř budovy pizzerie, jejíž schématický půdorys zobrazuje Obrázek 52, bylo zabezpečit výměnu vzduchu a vytápění v části restaurace, s maximální kapacitou 50 osob a totéž včetně dvoustupňového chlazení, pro prostory kuchyně.



Obrázek 52 - Schéma půdorysu budovy pizzerie

Tyto požadavky včetně ostatních, jako zajištění rekuperace tepla, filtrů na přívod a odtaž vzduchu, montážního provedení zařízení do podhledů, ale i co nejlepší hlukové vlastnosti, byly předány společnosti DOSPEL [8], která na základě nich vytvořila nabídku a později dodala obě vzduchotechnické jednotky.

3.1.1 Vzduchotechnické jednotky

Z široké škály jednotek, nabízených touto společností byla vybrána jednotka řady Deimos, určená privátně pro instalaci do podstropních prostor (stavební výška pouze 395 mm). Již v základním provedení nabízí mnoho požadovaných parametrů, jako je větrání, chlazení a ohřev vzduchu, zvlhčování, odvlhčování, a rekuperaci tepla pomocí deskového výměníku. Konstrukční materiál je aluzinkovaný ocelových plech tloušťky 0,6 mm. Speciálním požadavkem bylo rozdělení 4-řadého chladiče na dva okruhy, v případě kuchyňské jednotky, a dodání včetně škrtících klapek a odpovídajících frekvenčních měničů.



Obrázek 53 - Deimos [8]

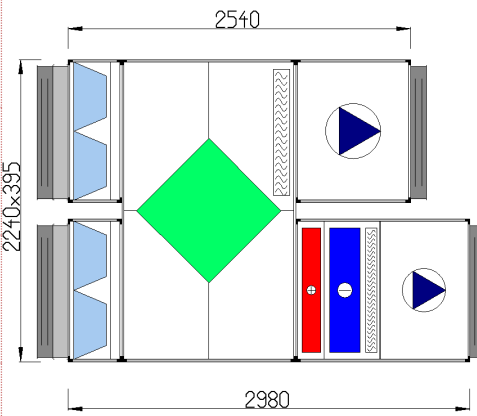
Vzduchotechnická jednotka restaurace

Filtry	Kapsový filtr (syntetická vlákna), EU4 podle [9]. Pokles statického tlaku (dále PST) V/V 93 Pa.	
Rekuperační výměník	PST 157 Pa, Teplotní účinnost 51%, Tepelný zisk 16 kW,	
Elektrický ohřev	Výkon 12 kW, PST 48 Pa, El. napětí 3x400 V	
Ventilátory	VSTUP: statický tlak 548(celkový 582) Pa, Otáčky 3214 1/min, VÝSTUP: 535(569) Pa,3190l/min Účinnost 79%, Jmenovitý výkon motoru 2x0,55 kW, proud motoru 2x2,4A, frekvence 57 Hz	

Obrázek 54 - Vzduchotechnická jednotka - restaurace [8]

Tabulka 25 - Návrh vzduchotechnické jednotky pro restauraci

Vzduchotechnická jednotka kuchyně

Filtr	Kapsový filtr (syntetická vlákna), EU4 podle [9]. Pokles statického tlaku vstup 95(výstup 98) Pa.	
Rekuperační výměník	PST 179 Pa, Teplotní účinnost 51%, Tepelný zisk 17,4 kW, tlaková ztráta na difuzoru 25 Pa	
Elektrický ohřev	Výkon 12 kW, PST 54 Pa, El. napětí 3x400 V	
Freonový chladič	PST 138 Pa, Výparná teplota 6 °C, Typ chladiva R410A,	
Ventilátor	VSTUP: statický tlak 688(celkový 727) Pa, Otáčky 3546 1/min, frekvence 63 Hz. VÝSTUP: 549(594) Pa, 3405l/min, frekvence 61 Hz. Účinnost 79%, Jmenovitý výkon motoru 2x0,55 kW, proud motoru 2x2,4A.	

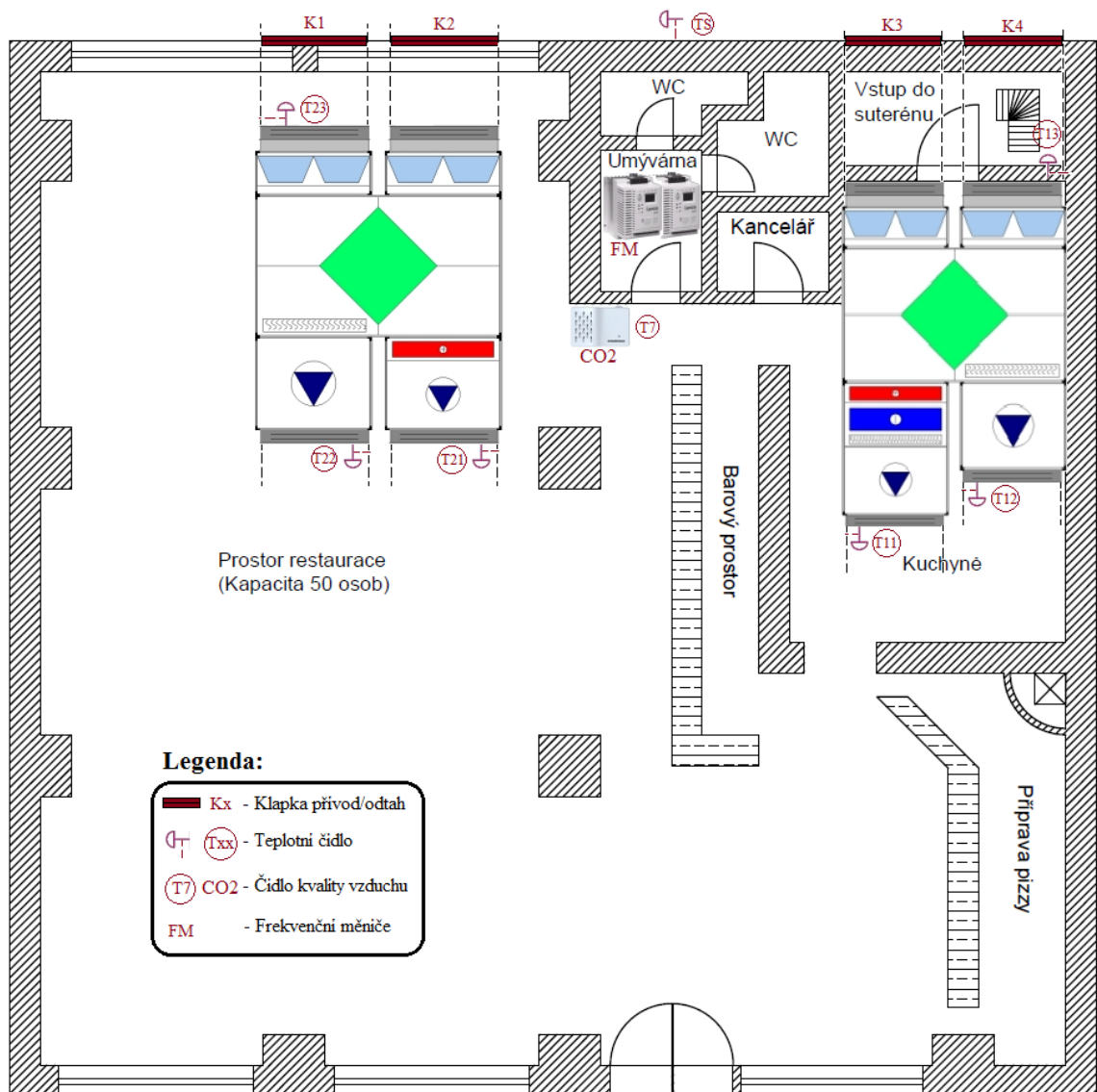
Obrázek 55 - Vzduchotechnická jednotka - kuchyně [8]

Tabulka 26 - Návrh vzduchotechnické jednotky pro kuchyni

Průtok a externí tlak na vstupu a výstupu vzduchotechnické jednotky navrhované pro prostor restaurace je 2700 m³/h a 250 Pa. V případě kuchyňské jednotky se hodnoty průtoku vzduchu liší a to 2900 m³/h na vstupu a 3100 m³/h na výstupu jednotky. Tlak je stejný, a to 250 Pa. Součástí dodávky byly také 4 ks uzavíracích klapek na vstup a výstup obou jednotek a frekvenční měniče (dále jen FM) pro motory ventilátoru. Jejich konkrétní typy jsou podrobně popsány v kapitole 3.2.

3.1.2 Instalace jednotek uvnitř budovy

Obě vzduchotechnické jednotky byly dodány v provedení, jak uvádí Tabulka 25, Tabulka 26 a instalovaný do podhledů stropů budovy pizzerie tak, jak je uvedeno na obrázku 56. Frekvenční měniče, jenž byly dodány společně s jednotkami, byly umístěny do podhledů v prostoru umývárny, s možností jednoduchého přístupu kvůli případným korekcím nastavení. Zároveň byly instalovány teplotní čidla (T11-T23,TS) a čidlo kvality vzduchu (T7), které budou sloužit jako potenciální vstupy pro navrhovanou řídicí jednotku. Instalovány byly také klapky K1-K4. Veškerá elektroinstalace je svedena do suterénu budovy, kde je umístěn rozváděč pro řídicí jednotku a ostatní instalované komponenty.



Obrázek 56 - Osazení prostoru budovy navrhovanými jednotkami

3.2 Čidla a zařízení, jimiž jsou osazeny V/V pro PLC

Všechny snímače a zařízení, instalované v budově pizzerie tak, jak jsou uvedeny v předchozí podkapitole 3.1, budou sloužit jako V/V pro aktualizovanou řídicí jednotku. Proto je v této kapitole uveden popis všech produktů, které byly při realizaci vzduchotechniky v budově použity.

3.2.1 Frekvenční měniče

Jejich specifickou vlastností je, že umožňují regulaci motorů v širokém spektru otáček při zachování maximálního kroutícího momentu. Ovládání FM je realizováno analogovým výstupním signálem řídicí jednotky napětově, nebo proudově, a to v rozmezí 0 - 10V, nebo 0 - 20mA. Se vzduchotechnickými jednotkami byl dodán konkrétní typ FM a to 8200 SMD výrobce [10]. Pomocí digitálních vstupů je možno měnit směr otáčení motoru, řízené spomalování, rozběh na žádanou hodnotu, nebo diagnostika možné poruchy.



Obrázek 57 - SMD [10]

3.2.2 Čidla teploty a CO₂

Pro měření teploty se v oblasti vzduchotechniky se využívají výhradně odporové snímače teploty. Proto jsou řídicí systémy společnosti AMiT a mnoho jiných vybaveny vstupy pro přímé čtení dat s těchto snímačů, bez použití externích převodníků. Tabulka 27 uvádí, jakým způsobem je realizováno propojení snímače se svorkami řídicího systému, včetně typů dostupných snímacích prvků čidel s jejich základními konstrukčními parametry.

<i>Ni1000/5000ppm</i>	Teplotní rozsah -60 °C - +174 °C, materiál čidla Ni	
<i>Ni1000/6180ppm</i>	Proti předchozímu rozšířený teplotní rozsah +200 °C a vyšší citlivost	
<i>Pt100</i>	Teplotní rozsah -50 °C - +250 °C, Platinový snímač s vysokou citlivostí	

Obrázek 58 - Ni1000

Tabulka 27 - Snímací prvky a způsob zapojení teplotních čidel

Ze snímacích prvků, které zobrazuje Tabulka 27, byl pro měření v budově pizzerie vybrán teplotní snímač P12S s prvkem Ni1000/6180ppm společnosti REGMET [11]. Tento druh snímače je určen především pro měření proudícího vzduchu. Provedení je s plastovou hlavicí a nerezovým stonkem o průměru 6mm a délce 360 mm. Zapojení je realizováno dvouvodičově. Instalace je prováděna pomocí rychloupínacího šroubu na stonku snímače.[11]



Obrázek 59 - P12S [11]

Snímač kvality vzduchu

Jedná se o prostorové čidlo, měřící koncentraci oxidu uhličitého ve vzduchu. Měření je prováděno na principu útlumu infračerveného záření, díky čemuž vykazuje vynikající stabilitu bez nutnosti kalibrace během provozu. Měřící rozsah je 0 - 2000ppm který je převáděn na analogový výstup 0 - 10V. Naměřená hodnota CO₂ v prostorách pizzerie by se měla pohybovat v rozmezí 800 - 1000ppm.[13]



Obrázek 60 - Snímač kvality vzduchu [13]

3.2.3 Spínání elektrického vytápění

Elektrický ohřev, který je instalovaný jako součást obou vzduchotechnických jednotek, není volně regulovatelný, ale spínáný skokově. Použitím klasických spínacích relé dochází k jejich nadměrnému opotřebení (v zimním období sepnutí a rozepnutí 360 během hodiny). Proto bylo pro spínání použito inteligentní „relé“ společnosti HONGFA, typ HFS24, u nějž je spínání realizováno pomocí triaků. Maximální spínané napětí a proud je 48 - 530 V a 60A. Pracovní teplota -30 - +80 °C. Počet spínacích cyklů v rámci životnosti, není výrobcem limitován.[14]



Obrázek 61 - HFS24 [14]

3.2.4 Klapky a jistící prvky ventilátorů a filtrů

Řídicí systémy nedisponují mnohdy reléovými spínacími kontakty, nebo jsou nedostatečně dimenzovány. Proto je nutné pro spínání některých klapek, FM, kondenzačních jednotek, El. ohřevu, nebo ventilátorů použít externích spínacích relé. Pro tento účel byly použity relé PT570024 společnosti SCHRACK, disponující spínacími kontakty pro 24V DC a 8A. [11]



Obrázek 62 -
PT570024 [11]

3.2.5 Souhrn použitých čidel a zařízení

Při znalosti počtu a konkrétních typů všech čidel a zařízení, které jsou v budově pizzerie instalovány a které budou složité jako vstupy a výstupy pro potenciální řídicí jednotku, může být konečně provedena jejich sumarizace, na základě které bude rozhodnuto, zda stávající řídicí systém AMiNi4DS(13) bude dále rozšířen, nebo nahrazen pomocí některého z široké škály produktu společnosti AMiT. Sumarizaci všech těchto aktuálních V/V, uvádí Tabulka 28.

	Čidlo nebo zařízení	Celkem ks
<i>Analogové vstupy AI</i>	7x čidlo teploty Ni1000/6180 1x čidlo kvality vzduchu	8 ⁽⁵⁾
<i>Analogové výstupy AO</i>	2x Ovládání frekvenčních měničů přívod 2x Ovládání frekvenčních měničů odtah	4 ⁽²⁾
<i>Digitální vstupy DI</i>	2x Signalizace chodu ventilátorů 2x Signalizace zanesení filtrů 3x Ovládací tlačítka na dveřích rozváděče 8x Stav frekvenčních měničů	15 ⁽⁴⁾
<i>Digitální výstupy DO</i>	2x Start frekvenčních měničů VZ1(VZ2), klapek př.od. 2x Start El. ohřevu	4 ⁽²⁾
<i>Reléové výstupy RO</i>	2x Start kondenzační jednotky 4x Změna polohy bypassové klapy rekuperátorů 2x Signalizační kontrolky na dveřích rozváděče	8 ⁽⁰⁾

Tabulka 28 - Sumarizace V/V pro výběr řídicí jednotky

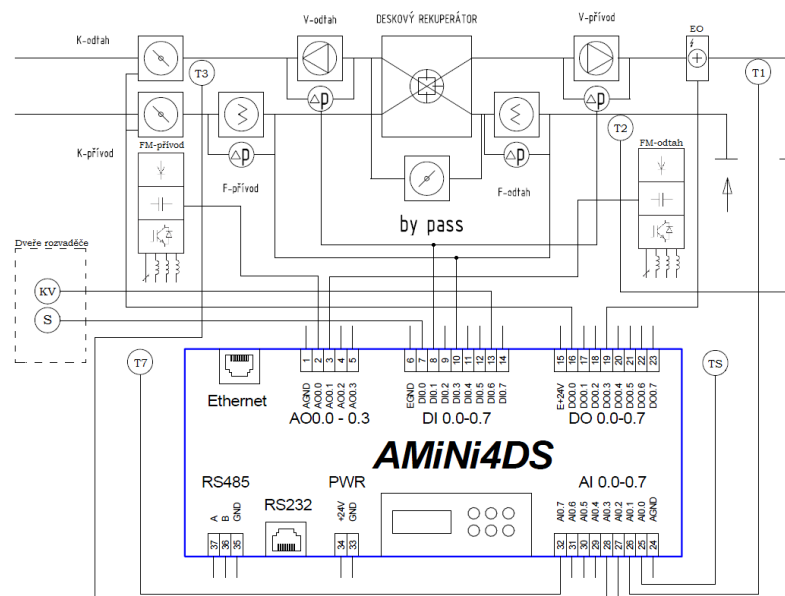
Na základě sumarizace všech V/V, kterou ukazuje Tabulka 28 je jasné, že stávající řídicí systém AMiNi4DS, je pro další aplikaci nedostatečný. U počtu aktuálních V/V udává údaj v závorce (8₍₅₎) počet původních V/V, se kterými se počítalo při realizaci částečného vzduchotechnického zařízení v BP [2], zpracované na toto téma. Na základě nových údajů se ukázalo, že jak s hlediska konstrukčního, tak i ekonomického, je nejvhodnější ponechat stávající řídicí jednotku AMiNi4DS a provést rozšíření základního počtu V/V pomocí jednoho z modulů rozšiřujících V/V s protokolem ARION, a to konkrétně DM-UI8RDO8 (19). Tím dochází k navýšení původních V/V o 8 univerzálních vstupů a 8 reléových výstupů, což je pro ovládání nově instalovaných vzduchotechnických jednotek, vstupních čidel a ostatních zařízení již dostačující.

3.3 Přřazení vstupů a výstupů řídicímu systému

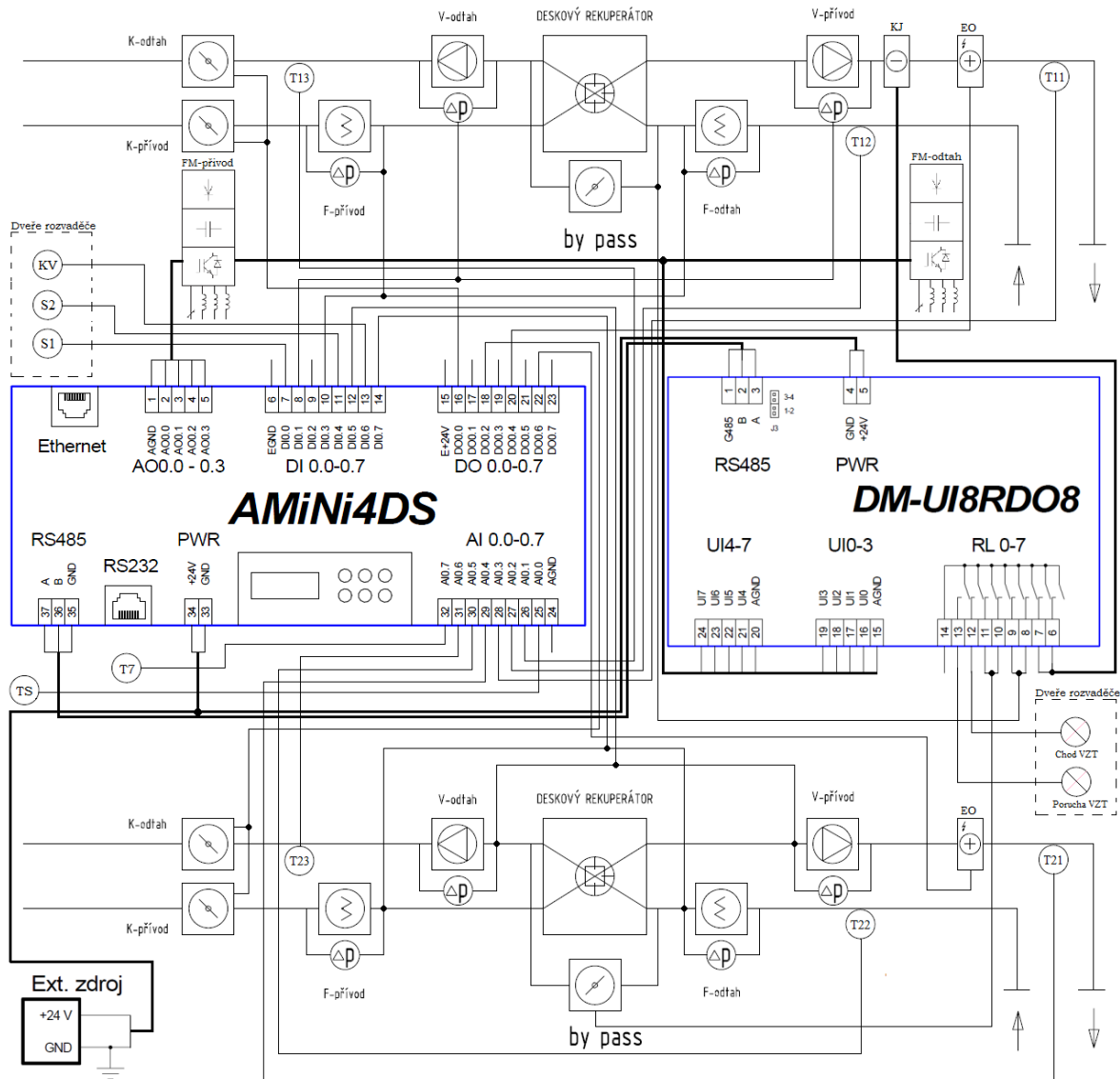
Nyní, když jsou známy všechny informace o V/V, i údaje o nové řídicí jednotce, může dojít jejich reálnému propojení, včetně připojení nově instalovaného rozšiřujícího modulu. Proto tato podkapitola obsahuje vše od porovnání s původním osazením realizovaným v BP [2], až po plnohodnotné schéma osazení a připojení rozšířené řídicí jednotky.

3.3.1 Osazení V/V PLC čidly a kontakty ovládaných zařízení

Obrázek 63 zobrazuje osazení původní jednotky instalované pro částečné řešení vzduchotechniky instalované v budově. Obrázek 64, pak již uvádí nové plnohodnotné zapojení aktualizované jednotky uvnitř budovy pizzerie.



Obrázek 63 - Schéma zapojení původní řídicí jednotky



Obrázek 64 - Schéma osazení vstupů a výstupů řídicí jednotky

Jak je při porovnání obou schémat patrné, je osazení V/V nově optimalizované řídicí jednotky mnohem složitější. Napájení řídicího systému AMiNi4DS a připojeného modulu DM-UI8RD08 je realizováno pomocí standartního zdroje 24V/6A na obrázku 65. Legenda všech V/V pro snazší orientaci a objasnění funkce všech připojených čidel a zařízení je uvedena v tabulce 29 (45). Nadále bude část vzduchotechniky určená pro restauraci označovaná jako vzduchotechnika 1 (VZ1) a pro část kuchyně jako VZ2.



Obrázek 65 - Ext. Zdroj [3]

Pokud jde o signálky, spínače a tlačítka, tak jejich umístění je v suterénu budovy na dveřích rozvaděče tak, jak bylo popsáno v kapitole 3.2.5. Při dostatečném seznámení se vším, co bude nově optimalizovaná řídicí jedna ovládat, může být přistoupeno k návrhu a sestavení řídicího programu a jeho následné implementaci do řídicího systému.

AI		RO	
0.0	Teplota venkovní „sever“	0	Start kondenzační jednotky 1 st.
0.1	Teplota foukaného vzduchu VZ1	1	Start kondenzační jednotky 2 st.
0.2	Teplota odsávaného vzduchu VZ1	2	Klapka bypass VZ1 otevřeno
0.3	Teplota za rekuperací VZ1	3	Klapka bypass VZ1 zavřeno
0.4	Teplota foukaného vzduchu VZ2	4	Klapka bypass VZ2 otevřeno
0.5	Teplota odsávaného vzduchu VZ2	5	Klapka bypass VZ2 zavřeno
0.6	Teplota za rekuperací VZ2	6	Signálka chodu vzduchotechniky
0.7	Čidlo kvality vzduchu	7	Signálka poruchy vzduchotechniky
AO		DO	
0.0	Ovládání FM přívod VZ1	0.0	Start měničů VZ1, otevření klapek
0.1	Ovládání FM odtah VZ1	0.2	Start měničů VZ1, otevření klapek
0.2	Ovládání FM přívod VZ2	0.4	Start El. ohřevu VZ1
0.3	Ovládání FM odtah VZ2	0.6	Start El. ohřevu VZ2
DI			
0.0	Přepínač START VZ1	0.6	Tlačítko kvitace
0.1	Kontrola chodu ventilátorů VZ1	0.7	Indikace stavu filtrů VZ2
0.3	Indikace stavu filtrů VZ1	UI	
0.4	Přepínač START VZ2	0 - 7	Indikace poruchy FM
0.5	Kontrola chodu ventilátorů VZ2		

Tabulka 29 - Legenda V/V připojených k řídicí jednotce

4 NÁVRH A SESTAVENÍ ŘÍDICÍHO PROGRAMU

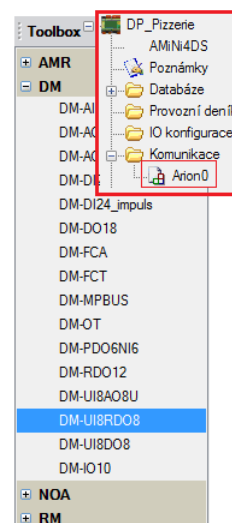
Řídicí systémy samy o sobě nedokáží po instalaci a osazení V/V vykonávat jakoukoli činnost. K tomu je potřeba vytvořit, a následně do něj implementovat řídicí program, který bude příslušné připojené V/V ovládat. Právě návrhem a vytvořením tohoto programu se bude tato kapitola zabývat. Samotný návrh a sestavení programu bude rozdělen na několik hlavních a vedlejších doplňkových částí, které jsou pro řízení vzduchotechnického zařízení uvnitř budovy pizzerie nezbytné. Základ řídicího programu je shodný s programem navrženým pro zkušební řízení jedné vzduchotechnické jednotky v BP [2], avšak ostatní části jsou modifikovány, přidány, nebo jsou zcela odlišné.

4.1 Realizace hlavní části řídicího programu

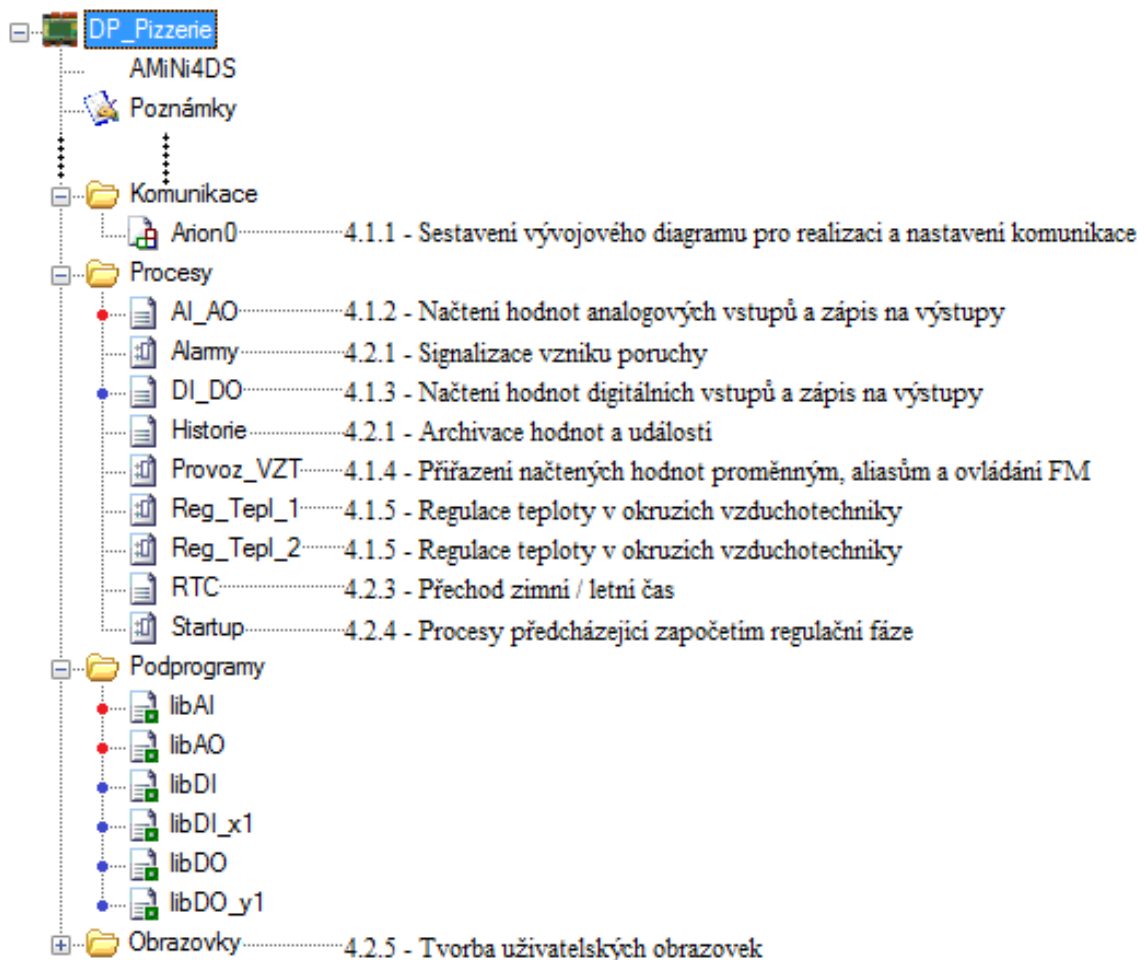
Před vytvořením řídicího programu je např. z důvodu dílčích testování různých částí vhodné, aby bylo možné do řídicího systému tyto části implementovat. K tomu je potřeba, aby byl do řídicí jednotky nejprve nahrán operační systém, který není v řídicích systémech předem standardně předinstalovaný. Zavedení operačního systému společnosti AMiT (NOS), je podrobně popsáno v kapitole 2.1.1 Zavedení operačního systému, a proto se jím nebude tato podkapitola už nadále zabývat. Tvorba samotného programu je realizována pomocí některého (nebo všech), programovacích jazyků, podporovaných prostředím DetStudia 2.1.2.

4.1.1 Sestavení vývojového diagramu pro realizaci a nastavení komunikace

Z důvodu nově instalovaného rozšiřujícího modulu DM-UI8RD08 (19), je nejprve třeba nastavit komunikaci s řídicím systémem AMiNi4DS (13), aby bylo možné s V/V tohoto modulu při tvorbě řídicího programu pracovat. Ten spočívá ve výběru modulu z řady DM okna Toolboxu v záložce komunikace hlavního okna projektu tak, jak je zobrazeno na obrázku 66. Další doplňující nastavení liž nejsou nutná. Nyní bude následovat tvorba samotného kódu programu v krocích, jak je zobrazeno na vývojovém digramu, který uvádí Obrázek 67, včetně zaměření následujících podkapitol na konkrétní hlavní a vedlejší části.



Obrázek 66 -
Výběr modulu

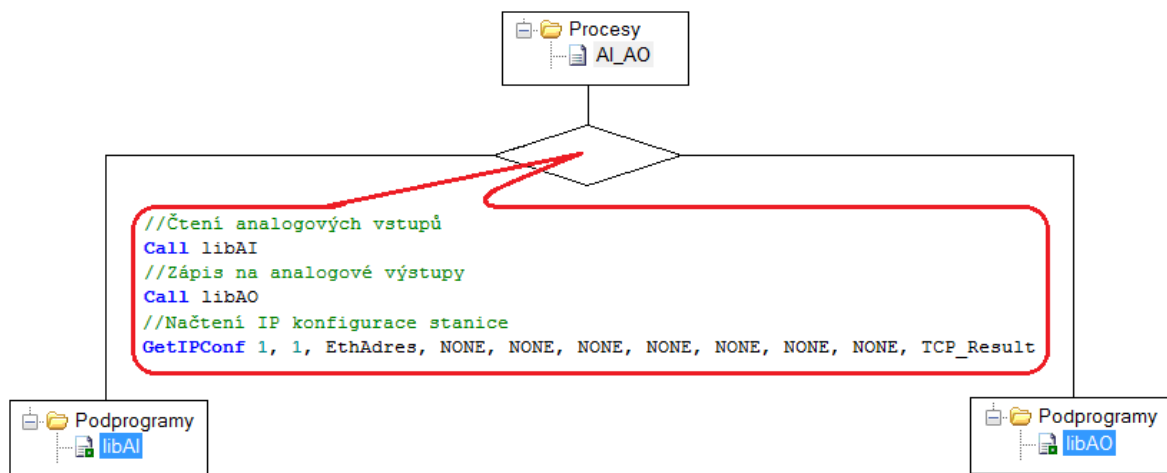


Obrázek 67 - Vývojový diagram realizace řídicího programu

Jak je na diagramu patrné, nejprve je nutné načíst do analogových a digitálních kanálů hodnoty z reálných analogových a digitálních vstupů a výstupů a přiřadit jim příslušné proměnné a aliasy, aby s nimi mohlo být dále pracováno. Ty pak budou použity pro vytvoření kódu pro ovládání frekvenčních měničů (ventilátorů), ohřevu, chlazení, rekuperace a dalších. Samotná implementace programu je podmíněna ještě nastavením vlastní komunikace, ale tou se zabývá podrobně kapitola 6. Pro tvorbu řídicího programu byl použit podklad typového řešení pro vzduchotechniku TV_1_B společnosti AMiT dostupný na [15].

4.1.2 Načtení hodnot analogových vstupů a zápis na výstupy

Nejprve je třeba načíst hodnoty analogových vstupů (proudových a napěťových signálů), se kterými bude dále pracováno. Rovněž dojde k zápisu potenciálních hodnot na analogové výstupy řídicí jednotky. Obě tyto operace jsou realizovány procesem *AI_AO*, pomocí něhož dojde k volání podprogramu *libAI* sloužícího k načtení vstupů, a podprogramu *libAO* sloužícímu k načtení výstupů. Je také načtena IP adresa stanice. Proces i podprogramy jsou vytvořeny pomocí jazyka ST (2.1.2). Volání podprogramů zprostředkovává modul *Call* a získání IP adresy modul *GetIPConf*. Uvedený proces je zobrazen na obrázku 68.



Obrázek 68 - Proces AI-AO pro načtení a zápis analogových V/V

Podprogram *lib_AI*

Na analogové vstupy jsou připojena primárně teplotní čidla Ni1000/6180 (3.2.2). Pro načtení a převod odporové hodnoty na teplotu slouží modul *Ni1000*. V případě potřeby je možno naměřenou hodnotu upravit pomocí korekční konstanty proměnné *AIO_konst*. Následně je hodnota pomocí setrvačného členu *Filtr1R* odfiltrována.

```

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

```

Obrázek 69 - Načtení hodnoty vstupu AIO.0 - teplotní čidlo

Filtrace je realizována s 5s prodlevou dosažení 63% změny parametru vstupní hodnoty. Načtení hodnoty vstupů ostatních teplotních čidel AI0.1 - AI0.6 je totožné.

Jediným dalším analogovým vstupním signálem je proudový/napěťový signál čidla kvality vzduchu (3.2.2), znázorňující Obrázek 70. Načtení analogové hodnoty realizuje modul *AnIn*, s nastavením parametrů pro čtení obsažených v proměnné *AIO_params*, konkrétně elektrický rozsah vstupních hodnot 0 - 10V přepočítán na 0 - 2000ppm. Je opět možná korekce a provedeno odfiltrování výstupní hodnoty. Všechny získané výsledné hodnoty vstupů čidel jsou uloženy do proměnné *AIO[x.0]*.

```
//***** ANALOGOVÝ VSTUP AI0.7 *****
//Na vstup je připojeno PROUDOVÉ NEBO NAPĚŤOVÉ ČIDL0
AnIn #AI00_7, AIO_okamzita[7,0], AIO_params[1,0], AIO_params[1,1], AIO_params[1,2],
      AIO_params[1,3], AIO_params[1,4]
//Naměřenou hodnotu lze (v případě nutnosti) upravit pomocí korekčních konstant
Let fX = AIO_konst[7, 0]*AIO_okamzita[7, 0]+AIO_konst[7, 1]
//Výslednou hodnotu filtrujeme
Filtr1R fX, AIO[7,0], AIO_konst[7,2]
```

Obrázek 70 - Načtení hodnoty vstupu AI0.7 - čidlo kvality vzduchu

Aby nedošlo v případě poruchy některého z čidel k výpadku, nebo nepředvídatelnému chování systému, jsou pro jednotlivá čidla přednastaveny manuální hodnoty, se kterými začne program pracovat. Cyklus procházení vstupů (0 - 7) je realizován modulem *For* a kontrola přepnutí modulem *Let*. Proměnná *AIO_R* pak obsahuje manuální hodnoty (15°C a 900ppm) - Obrázek 71.

```
//Přepnutí kanálu AIO na AUTOMATICKÝ nebo MANUÁLNÍ režim
For Ix, 0.000, 7.000, 1.000
  Let AIO[Ix,0] = IF(AIO_XR.(Ix),AIO_R[Ix,0],AIO[Ix,0]); AIO_R[Ix,0] = AIO[Ix,0]
EndFor
```

Obrázek 71 - Přepnutí kanálu AIO do Aut/Man režimu

Poslední funkcí tohoto podprogramu je kontrola stavu napájení řídicí jednotky (přídavného modulu) a stavu její interní baterie. Načtení hodnot je obdobné jako u čidla kvality vzduchu (Obrázek 70) pomocí modulu *AnIn* a je zobrazeno na obrázku 72.

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

Obrázek 72 - Načtení napájecího napětí

Podprogram *lib_AO*

Stejně jako v případě načítání analogových hodnot, probíhá jejich ukládání, jen v opačném případě a za použití opačných modulů. Nejprve je provedena kontrola případného zápisu manuálně určených hodnot (v tomto případě hodnota pro ovládání frekvenčních měničů, reprezentovaná proměnnou *AO_R*), pokud byl aktivován manuální režim, tak, jak tomu bylo u čtení (49). Navíc je zde zajištěno „beznárazové“ přepnutí z hodnoty řízené jednotkou, pomocí modulu *MtxCcopy* prostou kopií proměnné *AO_R* do *AO*.

```
//*****Přepnutí AUTOMATICKÝ nebo MANUÁLNÍ režim*****
For Ix, 0.000, 3.000, 1.000
  Let AO[Ix,0] = IF(AO_XR.(Ix),AO_R[Ix,0],AO_A[Ix,0])
EndFor
//Beznárazové přepnutí na manuální režim
MtxCcopy AO_R, NONE, NONE, AO, NONE, NONE, NONE, NONE, NONE.0
```

Obrázek 73 - Beznárazové přepnutí Aut/Man analogové výstupní hodnoty

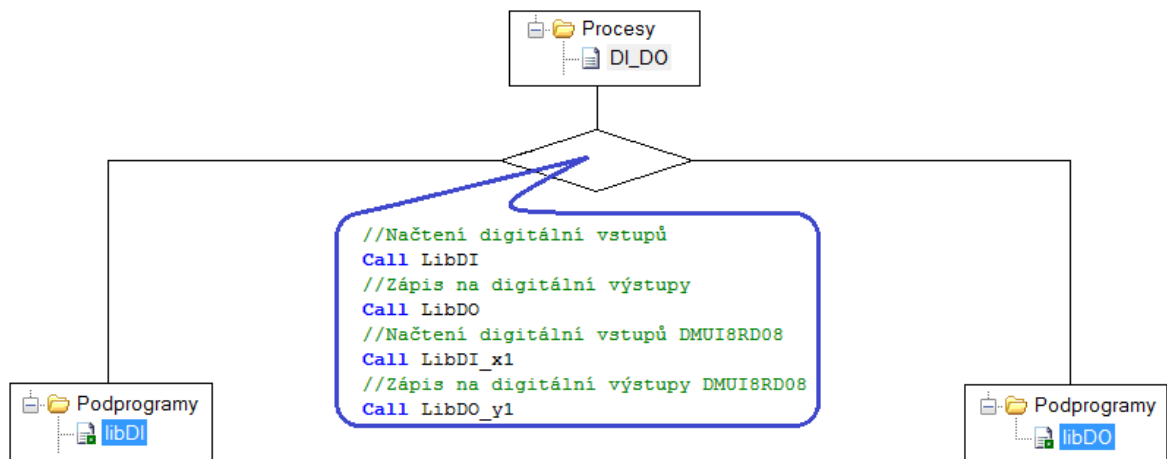
Samotný zápis na analogové výstupy je prováděn obdobně jako načtení analogové hodnoty, jen s použitím modulu *AnOut*. Pomocí proměnné *AO_params* je úroveň 0 - 100% převedena na 0 - 10V pro ovládání FM. Zápis pro ostatní kanály AO0.0 - 4 je totožný. Zápis na výstupy uvádí Obrázek 74.

```
//***** Zápis na analogové výstupy *****
AnOut #AO00_0, AO[0,0], AO_params[0,0], AO_params[0,1], AO_params[0,2],
      AO_params[0,3], AO_params[0,4]
```

Obrázek 74 - Zápis analogových hodnot do výstupního kanálu AO0.0

4.1.3 Načtení hodnot digitálních vstupů a zápis na výstupy

Tak, jako jsou procesem *AI_AO* (4.1.2) načteny a zapsány analogové V/V, tak obdobným procesem *DI_DO* probíhá čtení a zápis digitálních V/V. Je využito opět podprogramu, a to *LibDI* pro načtení, a *LibDO* pro zapsání digitálních V/V. Navíc jsou načteny univerzální vstupy rozšiřujícího modulu DM-UI8RD08 (19), které byly využity jako digitální. Načtení zajišťuje podprogram *LibDI_x1* a zápis na reléové výstupy pak podprogram *LibDO_y1*. Volání podprogramů je realizováno pět modulem *Call*. Vše pak zobrazuje Obrázek 75.



Obrázek 75 - Proces DI_DO pro načtení a zápis digitálních V/V

Podprogram LibDI (LibDI_x1)

Podprogram zpracovává impulzy (bity) přicházejí se zařízení, nebo tlačítek, převážně informativního charakteru. Proces načtení digitálních vstupů není zdaleka tak složitý, jako u analogových. Čtení probíhá z celého kanálu **DIO (UI0)** současně, prostřednictvím modulu **DigIn (ARI_DigIn)** a zapsání do jednotlivých bitů proměnné **DIO_A (DIO_A_x1)** s možností negace konkrétních bitů. Modul **ARI_DigIn** navíc požaduje zadání adresy modulu v síti ARION 1.4.2. Protože jsou podprogramy pro čtení digitálních vstupů pro řídicí jednotku (Obrázek 76), i pro rozšiřují modul DM-UI8RD08 (19), () téměř totožné, jsou údaje, v nichž se načtení vstupů modulu liší uvedeny v závorkách. Stejným způsobem jsou načteny i údaje kanálu DI1 pro AC i DC složku, a uloženy do **DAIO**.

```

//*****Načtení DIO DM-UI8RD08*****
ARI_DigIn 2, 0, DIO_A_x1, 0x000000FF

```

Obrázek 76- Načtení digitálních vstupů modulu DM-UI8RD08

```

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

```

Obrázek 77 - Načtení digitálních vstupů

Stejně jako v případě čtení analogových vstupů (Obrázek 73) je i zde možnost čtení manuálně zadaných hodnot (0,1) v případě poruchy s možností beznárazového přepnutí. Princip kódu je taktéž stejný, až na přímé přepsání bitu beznárazového přepnutí příkazem **Let**. Tento proces uvádí Obrázek 78 (Obrázek 79).

```
//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 78 - Beznárazové přepnutí Aut/Man kanálu DIO s
možností negace

```
//Přepnutí AUTOMATICKÝ nebo MANUÁLNÍ režim + volba negace
Let DIO_x1 = (~DIO_XR_x1 & (DIO_A_x1^ DIO_Neg_x1)) | (DIO_XR_x1 & DIO_R_x1)
//Beznárazové přepnutí do ručního režimu
Let DIO_R_x1 = DIO_x1
```

Obrázek 79 - Beznárazové přepnutí Aut/Man DIO s možností negace
DM-UI8RD08

Podprogram LibDO (LibDO_y1)

Zápis na digitální výstupy řídicího systému i přídavného modulu probíhá stejně jako v případě zápisu, ale v opačném pořadí s použitím modulu *DigOut* (*ARI_DigOut*). Nejprve je provedena kontrola včetně beznárazového přepnutí Aut/Man režimu a poté proveden samotný zápis tak, jak uvádí Obrázek 80 - Beznárazové přepnutí Aut/Man režimu a zápis na digitální výstupy Obrázek 80 (Obrázek 81).

```
//Přepnutí AUTOMATICKÝ nebo MANUÁLNÍ režim
Let DOO = ((~DOO_XR | DOO_Valve) & DOO_A) | (DOO_XR & ~DOO_Valve & DOO_R)
//Beznárazové přepnutí do ručního režimu
Let DOO_R = DOO
//***** Zápis na digitální výstupy kanálu DOO *****
DigOut DOO, #0, 0x0000
```

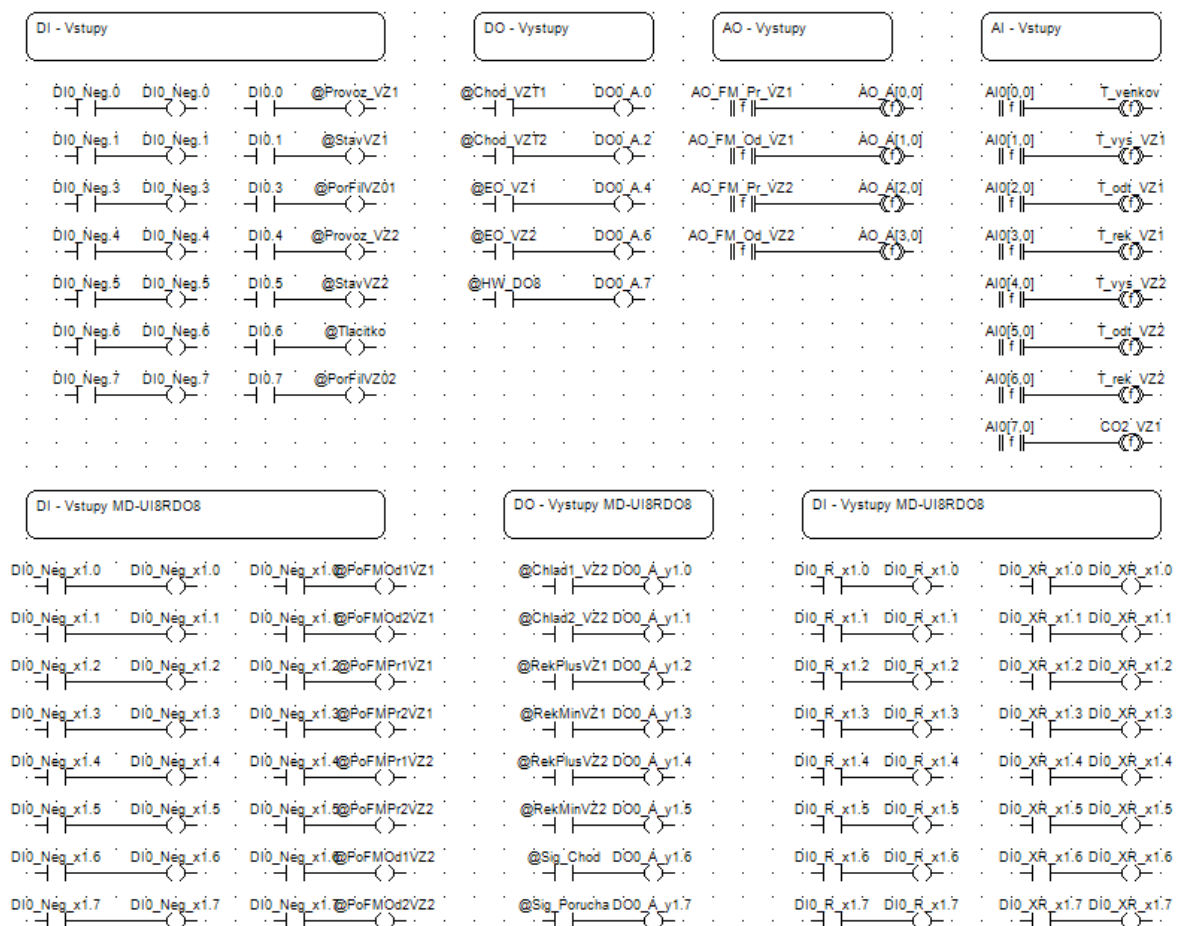
Obrázek 80 - Beznárazové přepnutí Aut/Man režimu a zápis na digitální
výstupy

```
//Přepnutí AUTOMATICKÝ nebo MANUÁLNÍ režim
Let DOO_y1 = ((~DOO_XR_y1 | DOO_Valve_y1) & DOO_A_y1) | (DOO_XR_y1 & ~DOO_Valve_y1 & DOO_R_y1)
//Beznárazové přepnutí do ručního režimu
Let DOO_R_y1 = DOO_y1
//***** Zápis na digitální výstupy kanálu DOO *****
ARI_DigOut 2, 0, 8, DOO_y1, 0x00000000
```

Obrázek 81 - Beznárazové přepnutí Aut/Man a zápis na DIO DM-UI8RD08

4.1.4 Přiřazení načtených hodnot proměnným, aliasům a ovládání FM

Dalším z hlavních procesů, nezbytných pro chod vzduchotechnického zařízení je **Provoz_VZT**. Prostřednictvím něj jsou hodnoty V/V načtené v podkapitolách 4.1.2 a 4.1.3 přiřazeny konkrétním proměnným a aliasům, se kterými bude program dále pracovat. Proces načtení zobrazuje Obrázek 82.



Obrázek 82 - Přiřazení načtených hodnot konkrétním proměnným a aliasům

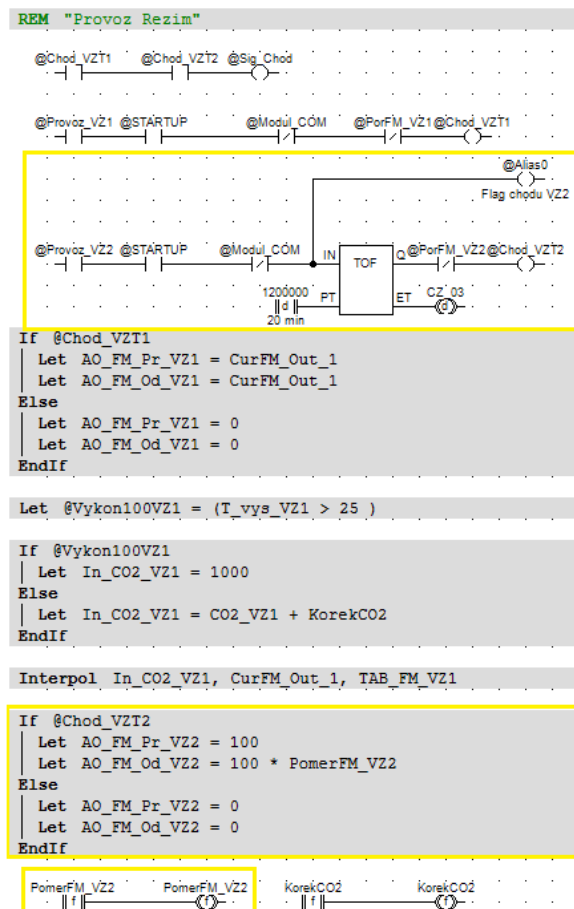
Pro čtení a zápis hodnot jsou použity prvky jazyka RS (2.1.2), a to modul **LD (Ldf)** pro čtení a modul **ST (Stf)** pro zápis do nové proměnné případně aliasu. Takto přiřazenými hodnotami bude pracováno i při vytvoření uživatelské vizualizace programu (5). Pro přehlednost je seznam několika přiřazených aliasů a proměnným od každého V/V uveden v tabulce 30.

Vstupy AMiNi4DS		Výstupy AMiNi4DS	
AIO[0.0]	T_venkov	AO_FM_Pr_VZ1	AO_A[0.0]
AIO[7.0]	CO2_VZ1	AO_FM_Pr_VZ1	AO_A[1.0]
DI[0.0]	@Provoz_VZ1	@Chod_VZ1	DO0_A.0
DI[0.7]	@PorFilVZ2	@EO_VZ2	DO0_A.5
Vstupy DM-UI8RD08		Vstupy DM-UI8RD08	
DIO_Neg_x1.0	@PoFMOd1VZ1	@Chlad1_VZ2	DO0_A_y1.0
DIO_Neg_x1.7	@PoFMOd2VZ2	@Sig_Porucha	DO0_A_y1.7

Tabulka 30 - Přiřazený vybraných V/V proměných novým proměnným a aliasům

Další části procesu jsou realizovány kombinací jazyků RS a ST (2.1.2). Části bez označení slouží jako provozní kód pro VZ1, **žlutě** označené pak pro VZ2.

- Nejprve dochází ke kontrole chodu obou vzduchotechnik a zapsání do **@Sig_Chod**.
- **VZ1**: Poté je provedena kontrola požadavku na provoz, komunikace s V/V modulem a poruchy FM a na základě toho přiveden bit na **@Chod_VZ1** pro spuštění vzduchotechnické jednotky. Poté je již za pomoci jazyka ST podle požadavku na chod provedeno spuštění FM s požadovaným výkonem závislým na hodnotách čidla CO₂ (41) a interpolace podle údajů tabulky **TAB_FM_VZ1** s možností korekce dat.



Obrázek 83 - Provoz_VZT - provozní režim

- **VZ2:** Proces je stejný jako u VZ1 se zápisem na *@Chod_VZ2*, jen se zpožděním ukončení běhu vzduchotechniky modulem *TOF*. Frekvenční měniče jsou v případě požadavku spuštěny pevně na 100 a 70 % výkonu. Celou část popsaného procesu uvádí Obrázek 83.

4.1.5 Regulace teploty v okruzích vzduchotechniky

Posledními z řady hlavních procesů jsou *Reg_Tepl_1* a *Reg_Tepl_2*. Jde o nejdůležitější řídicí procesy z důvodu, že je pomocí nich zajištěna samotná regulace teploty a výměny vzduchu uvnitř budovy pizzerie. Oba regulační procesy se liší krom základních proměnných pouze minimálně (např. část VZ1 nepočítá s kondenzační jednotkou). Proto bude popis základní činnosti proveden pouze u *Reg_Tepl_1* a popsány rozdílné činnosti u *Reg_Tepl_2* (V obrázcích přidány a označeny žlutou barvou).

Regulace teploty může probíhat v primárním nebo sekundárním režimu. Obrázek 84 zobrazuje primární regulaci teploty, zprostředkovanou modulem *PID*, který plní funkci PID regulátoru. Primární režim zobrazuje Obrázek 84. Akční zásah regulátoru je pak modulem *Interpol* upraven z rozsahu 0 - 100 % na teplotu v rozmezí 16 - 30 °C dle tabulky *TABTepInOP_1*.

```

REM "*****"
REM "Primarni regulator teploty" VZT1"
REM "*****"
PID T_zad_VZ1, TdoOdtIn_1, VA_PID1_OP_1, PID01_Model, PID01_Param1
Interpol VA_PID1_OP_1, TdoVyst_1, TABTepInOP_1

```

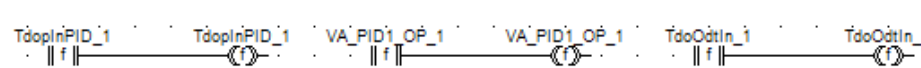
Obrázek 84 - Primární regulace teploty VZ1

Obrázek 85 pak uvádí prostý přepis teploty pro primární regulaci.

```

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

```



Obrázek 85 - Přepínání teplot pro primární regulace

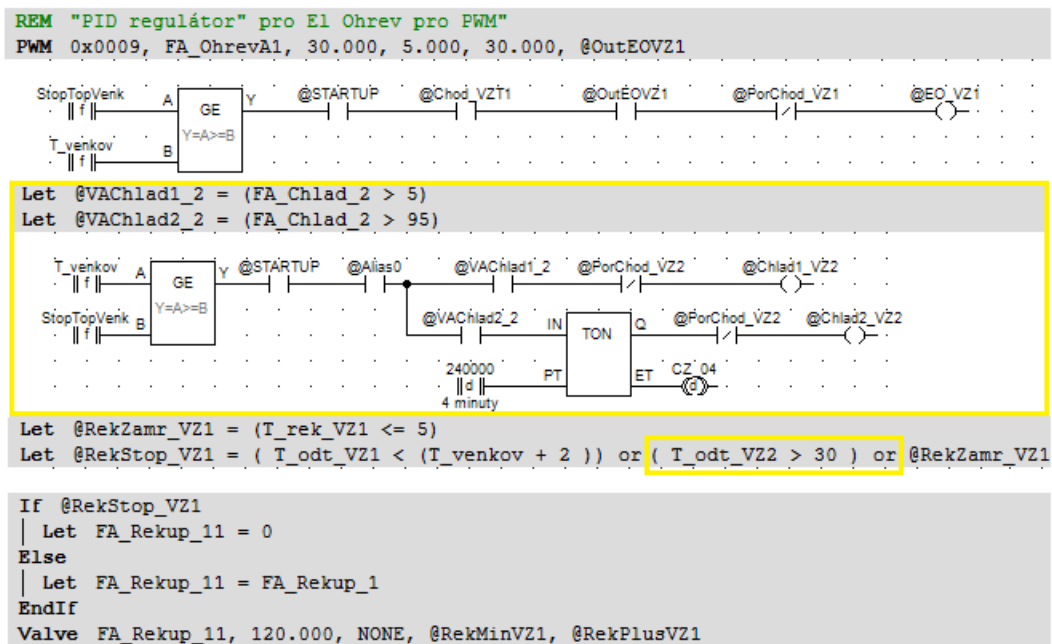
Sekundární regulace teploty pro ohřev, chlazení a rekuperaci je opět tvořena pomocí PID regulátoru. Žádanou hodnotou je doporučená výstupní teplota z primární regulace, nebo teplota manuálně zadaná v závislosti na přepínači realizovaném modulem *IF - EndIf*.

Akční zásah regulátoru 0 - 100 % je pak interpolován na hodnoty ohřevu převodem 66 - 100 % -> 0 - 100 (nad 66% spuštění ohřevu), 40 - 65 % -> 0 - 100 rekuperace a 0 - 39 % -> 0 - 100 chlazení. Sekundární regulace je uvedena na Obrázku 86.

```
REM "*****  
REM "Prepinace Teplot pro regulaci "Zadana Vystupni" / "Odtah" VZT1"  
REM "*****  
REM "Sekundarni regulace pro Ohrev, Chlad Rekuperaci"  
PID TdopInPID_1, T_vys_VZ1, VA_PID2_OP_1, PID02_Model1, PID02_Param1  
Interpol VA_PID2_OP_1, FA_OhrevA1, TAB_OhrevA1  
Interpol VA_PID2_OP_1, FA_Rekup_1, TAB_Rekup_1  
Interpol VA_PID2_OP_2, FA_Chlad_2, TAB_Chlad_2  
IF @ReziVyOd_1  
| Let TdopInPID_1 = TdoVyst_1  
Else  
| Let TdopInPID_1 = T_zad_VZ1  
| Let TdoVyst_1 = T_zad_VZ1  
EndIf
```

Obrázek 86 - Sekundární regulace teploty VZ1

Poslední částí programu je samotné řízení chlazení, ohřevu a rekuperace v závislosti na předchozích krocích procesu. Hodnota pro ohřev (0 - 100) je pomocí modulu *PWM* (pulzně šířkovou modulací) zapsána na výstup v pulzech délky 5 - 30 s v závislosti na předchozí hodnotě zásahu PID regulátoru. Spuštění ohřevu je rovněž limitováno venkovní teplotou do 18°C modulem *GE*. U *VZ2* je v závislosti na akčním zásahu prováděno spuštění 2 stupňů chlazení, které je opět podmíněno venkovní teplotou nad 18 °C. Aktivace druhého stupně chlazení je v případě požadavku odložena o 4 min modulem *TON*. Aby nedošlo k zamrznutí rekuperátoru, je v případech, kdy teplota za rekuperací klesne na 5°C a níže, uzavřena bypassová klapka. To nastane i v případě, že je venkovní teplota o stupeň nižší, nebo dále stoupající, oproti teplotě odtahované. V případě *VZ2*, je uzavření klapky navíc podmíněno překročením odtahované teploty 30 °C. Pokud nedojde k některému s těchto jevů, mající za vliv uzavření klapky rekuperátoru, je tato klapka regulována v závislosti na hodnotě akčního zásahu PID regulátoru. Klapka je pouze dvoupolohová (otevřeno/zavřeno) a její pohyb je řízen modulem *Valve*. Ten vytváří impuls pro otevření a zavření v pevně stanovené délce, v tomto případě 120s. Celý proces uvádí Obrázek 87.



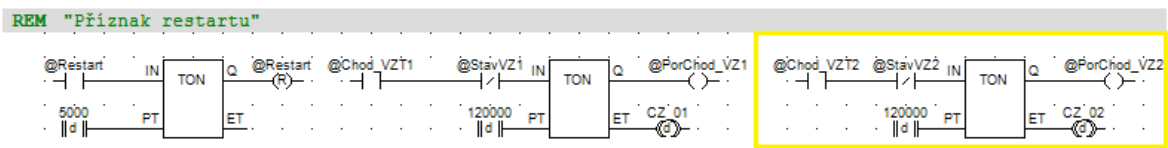
Obrázek 87 - Řízení chlazení, ohřevu a rekuperace VZ1

4.2 Vedlejší části řídicího programu

Procesy uvedené v této kapitole nejsou již tak důležité pro oblast samotného řízení vzduchotechnického zařízení uvnitř budovy pizzerie, ale bez nich by řídicí jednotka nemohla v plném rozsahu pracovat. Jde zejména o vyhodnocení poruch, které se s velkou pravděpodobností mohou vyskytnout, práce s časovými údaji pro řízení, archivace naměřených dat, nebo možnost jednoduchých korekcí přímo na display terminálu.

4.2.1 Signalizace vzniku poruchy

Při provozu zařízení lze předpokládat, že časem dojde ať už z důvodu únavy materiálu, vlivem zaviněného mechanického poškození, nebo prosté poruchy zapříčiněné chybnou konstrukcí k poruše některého s čidel, nebo zařízení. Může se jednat, ale i o prosté překročení hladiny CO₂ v prostorách restaurace. Proto je třeba vzniklou poruchu ihned signalizovat, zastavit chod zařízení, případně nahradit chybnou hodnotu snímače přednastavenou konstantní hodnotou pro částečné zachování chodu. Tyto činnosti jsou zajištěny procesem *Historie*. Obrázek 88 zobrazuje první část procesu, kde dochází k 5s zpoždění realizovaném modulem *TON* při požadavku na restart zařízení do původního stavu po odstranění vzniklé poruchy. Modulem je rovněž provedeno 120s zpoždění v případě ohlášení vzniklé poruchy na obou vzduchotechnických zařízeních.



Obrázek 88 - Příznak restartu systému

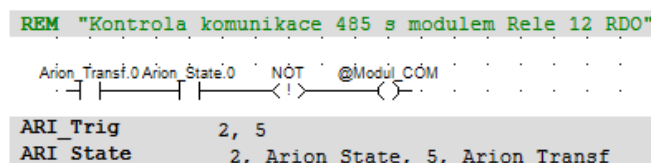
Následující Obrázek 89 uvádí část procesu provádějící kontrolu poruchy analogových snímačů prostou kontrolou pohybu přicházejícího signálu ve stanovených mezích s povolenou hysterezí, stanovených modulem *Limits* (např. limit 5 - 1100ppm u čidla kvality vzduchu s 5ppm hysterezí).

```

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
Limits AIO_okamzita[2,0], @In_03, @In_03, -30.000, 130.000, 5.000, 0x0000
:
Limits AIO_okamzita[7,0], @In_08, @In_08, 3.000, 1100.000, 5.000, 0x0000
    
```

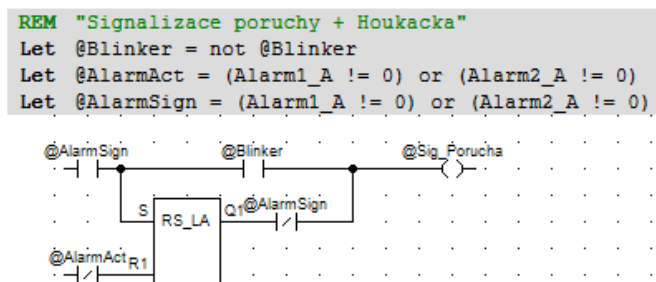
Obrázek 89 - Limitní parametry analogových snímačů

Je provedena také kontrola komunikace s modulem DM-UI8RD08 (19). Modulem *ARI_Trig* je definována adresa modulu a tip čtených hodnot (2, Default), *ARI_State* pak vyhodnocuje stav spojení.



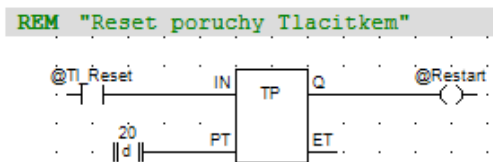
Obrázek 90 - Kontrola komunikace s V/V modulem po 485

Akustické ohlášení je realizováno prostřednictvím aliasu *@Blinker* chodem relé, převzatého s typových řešení [15]. Signalizace alarmu kontrolkou na panelu rozváděče, je pak vyvolána při vzniku alarmu v závislosti na předchozím průběhu procesu.

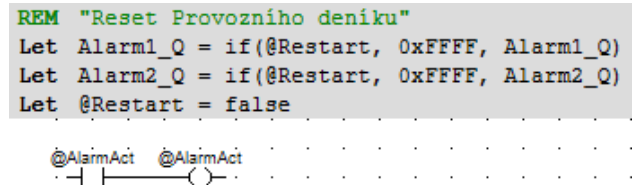


Obrázek 91 - Akustická signalizace poruchy

Reset vzniklé poruchy tlačítkem (Obrázek 92) na panelu rozváděče, je tvořen pomocí modulu **TP**, který při stisknutí tlačítka vyvolá 20 ms měnící hodnotu bitu **@restart**, a vyvolá požadavek na reset poruchy. Obrázek 93 pak zobrazuje kód pro reset hodnot provozního deníku.

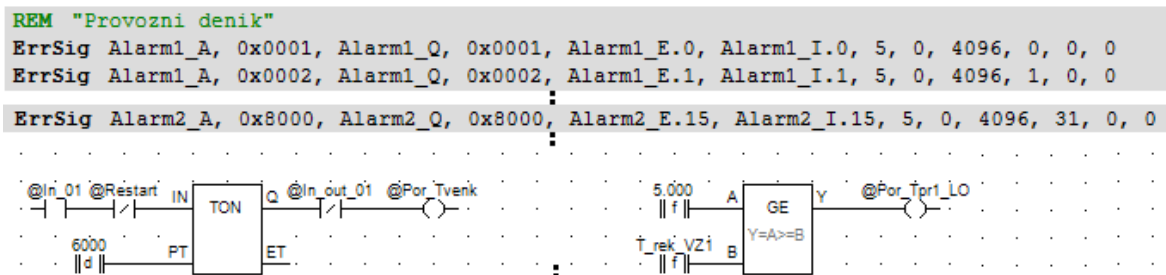


Obrázek 92 - Reset poruchy



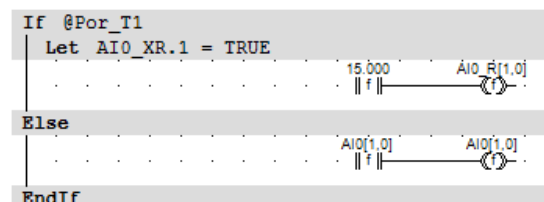
Obrázek 93 - Reset provozního deníku

O vytvoření provozního deníku, při vzniku poruchy se stará modul **ErrSig**. Ten provádí zápis poruchy, ale i kvitaci poruchy do provozního deníku. Pokud dojde k odstranění poruchy do 5s, k zápisu nedochází (ochrana nechtěných vzniků alarmu). Modulem **GE** je pak realizováno ohlášení zastavení rekuperace při poklesu teploty za rekuperací pod 5 °C. Celý zápis do provozního deníku uvádí Obrázek 94.



Obrázek 94 - Vytvoření provozního deníku

Poslední funkci procesu je již mnohokrát zmiňované nahrazení vstupu analogových čidel defaultními hodnotami v případě poruchy čidla. Na obrázku 95 je příklad nahrazení vstupní hodnoty čidla na kanále AIO[1.0] (čidlo foukané teploty VZ1) hodnotou 15 °C. Zápis hodnoty u ostatních čidel je shodný s tímto.



Obrázek 95 - Manuální hodnoty vstupního čidla teploty

4.2.2 Archivace hodnot a událostí

Pro vyhodnocení regulačních schopností, ať už z hlediska optimalizace výkonu, nebo dlouhodobého finančního zhodnocení provozu je potřebné, aby docházelo k archivaci měřených hodnot vstupních čidel. Obrázek 96 uvádí, jak je archivace některých vybraných hodnot realizována. Nejprve dojde prostřednictvím modulu *SyncMark* k vytvoření časové značky (po 10 minutách chodu). Samotnou archivaci pak zajišťuje modul *SyncArch*, pomocí něhož dojde k zápisu do archivní matice *Archiv[(0-9).1000]*.

```
// Časová značka pro modul SyncArch
SyncMark 2, 10, 0, 0, 0, @Archivuj, Arc_NextTime
// Archivace filtrované aktuální teploty
SyncArch T_venkov, 0, Archiv[0,*], Arc_Time, @Archivuj, @Archivuj, 0, Arc_index, 0x0000
SyncArch AO_FM_Pr_VZ2, 0, Archiv[8,*], Arc_Time, @Archivuj, @Archivuj, 0, Arc_index, 0x0000
SyncArch CO2_VZ1, 0, Archiv[9,*], Arc_Time, @Archivuj, @Archivuj, 0, Arc_index, 0x0001
```

Obrázek 96 - Archivace měřených vstupních hodnot

4.2.3 Přechod zimní / letní čas

Protože je přechod mezi zimním a letním časem možný více způsoby, nebyl pro tento proces vytvořen modul, ale řešení bylo ponecháno na uvážení uživatele. Dvě z možných řešení jsou uvedeny v aplikační poznámce AP0022 [16], s nichž bylo první bez modifikací použito, a zobrazuje jej Obrázek 97.

```
// 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) and
((UTC_slozky[3, 0] + 7) - UTC_slozky[6, 0] > 31)) or (UTC_slozky[4, 0] == 10) and
((UTC_slozky[3, 0] + 7) - UTC_slozky[6, 0] <= 31)
//Po zavedení aplikace se v prvním průchodu procesem tato část neporovede
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 zapišeme 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 97 - Přechod zimního / letního času

4.2.4 Procesy předcházející započítím regulační fáze

Dříve, než dojde k vykonání hlavních řídicích procesů, dochází ještě k několika operacím před započítím samotné regulace a řízení. Při spuštění, nebo restartu systému dojde k 120s prodlevě, jak zobrazuje Obrázek 98 a zápisu potřebných aliasů pro spuštění.

```
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 98 - Prodleva před startem zařízení

Následuje zápis hodnoty uživatelských přepínačů, které jsou v případě AMiNi4DS (13) ovládány softwarově prostřednictvím uživatelského terminálu. Zápis provádí modul **DIP**, jak je zobrazeno na obrázku 99. Bezpečnostní podmínkou provozu vzduchotechniky v budově je, zejména v oblasti dodržení finančních závazků po instalaci vůči zřizovateli zařízení, kontrola platby do předem určeného data. Obrázek 100 zobrazuje realizaci zabezpečení prostřednictvím DIP přepínače, potvrzeného v případě platby zřizovatelem.

```
REM "Prepinace DIP SW 10 monitor"
DIP 1000, DIP
```

Obrázek 99 - Zápis stavu DIP přepínačů

```
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 100 - Podmínka spuštění řídicího programu

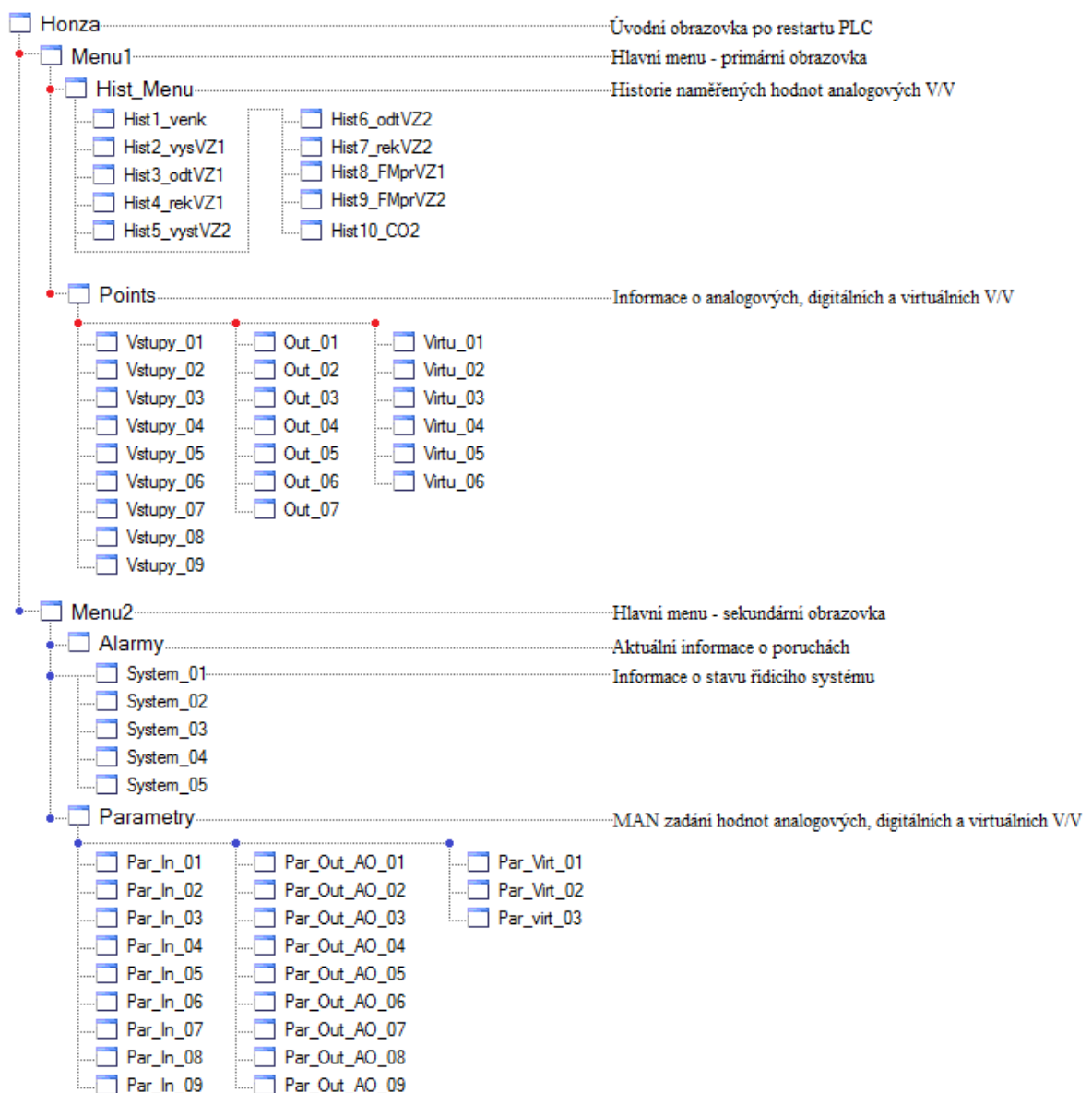
4.2.5 Tvorba uživatelských obrazovek

Nyní, když byly sestaveny všechny procesy řídicího programu, který může být do řídicí jednotky posléze implementován, je třeba zajistit jeho primární ovládání prostřednictvím terminálu, nacházejícím se na těle PLC. Ten obsahuje display společně s programovatelnými tlačítky tak, jak zobrazuje Obrázek 101.



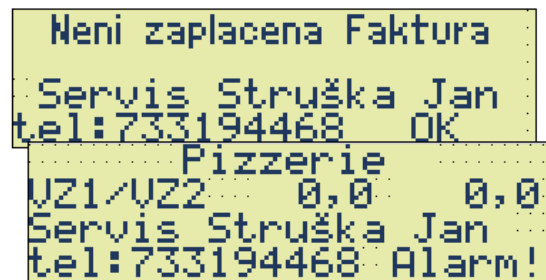
Obrázek 101 - Uživatelský terminál AMiNi4DS

Obrázek 102 zobrazuje strukturu vytvořených uživatelských obrazovek tak, jak jsou vůči sobě vzájemně hierarchicky propojeny. Pro přesun mezi obrazovkami, se používají tlačítka uživatelského terminálu, kde klávesa **Enter** slouží, až na výjimky (editace hodnot), pro vstup do další obrazovky v hierarchické struktuře (*Menu1* -> *Hist1_venk*) a klávesa **Esc** pro návrat. Mezi tabulkami na stejné úrovni se pohybuje pomocí šipek *vpravo/vlevo* (*Vstupy 01* <- *Vstupy_02* -> *Vstupy03*). Na této úrovni jsou obrazovky také kruhově propojeny (*Systém_05* -> *Systém_01*). Popis funkce všech tipů obrazovek, včetně jejich podoby, uvádí Tabulka 31.



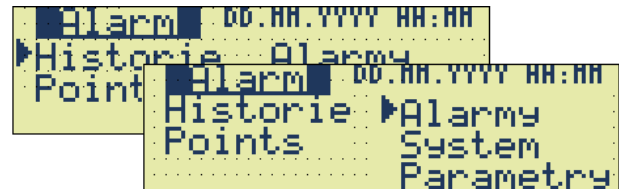
Obrázek 102 - Vývojový diagram struktury uživatelských obrazovek

- Hlavní obrazovka zobrazená po spuštění, nebo restartu řídicí jednotky
- Informace o nezaplacení zobrazena pouze do změny hodnoty DIP přepínače (Obrázek 100), jinak zakázána klávesa *Esc*
- Neviditelné prvky: *NumericView*, *Blinker*, *Label*
- Ostatní prvky: *KeyScreen*, *KeyBit*, *UserName*, *Label*



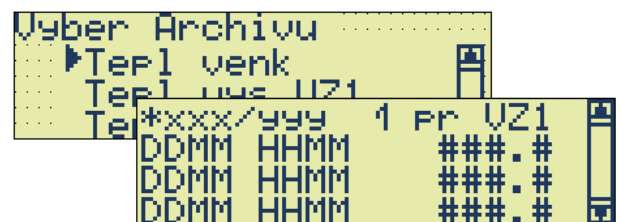
Obrázek 103 - Hlavní obrazovka

- Hlavní menu fyzicky vytvořeno jako 2 obrazovky (přepnutí klávesou *TAB*)
- Vstup do obrazovek podle hierarchické struktury (Obrázek 102) klávesou *Enter*, Návrat *Esc*
- Použité prvky: *KeyScreen*, *Blinker*, *KeyBit*, *Label*, *DateTimeView*, *MenuScreen*, *Shape*



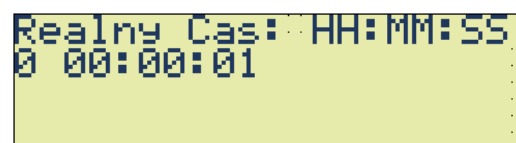
Obrázek 104 - Obrazovky hlavního menu

- Archivované hodnoty V/V
- Vstup prostřednictvím obrazovky *Menu1 -> Historie*
- Pohyb v archívech: *Enter*, *Esc*, *Šipky*
- Použité prvky: *MenuScreen*, *Label*, *ArchiveView*, *KeyScreen*



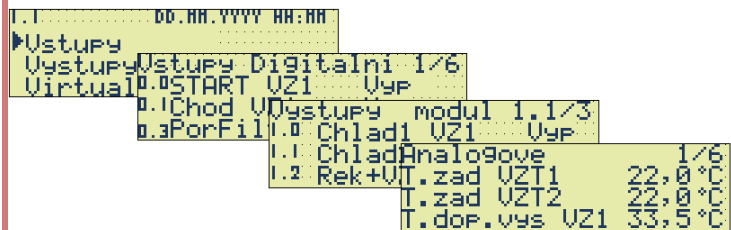
Obrázek 105 - Zobrazení archivu naměřených hodnot

- Zobrazení reálného času, poruchy a času jejího vzniku
- Vstup prostřednictvím *Menu2 -> Alarmy*
- Použité prvky: *DateTimeView*, *Label*, *LogView*, *KeyScreen*



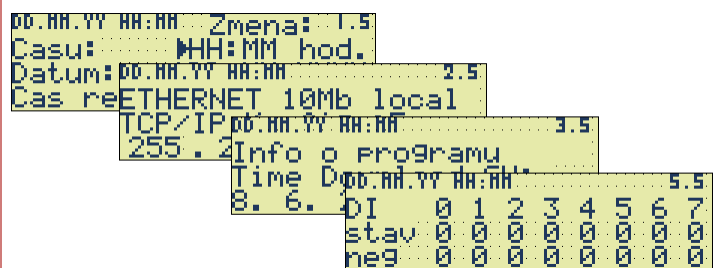
Obrázek 106 - Čas vzniku poruchy

- Aktuální hodnoty stavu všech V/V
- Vstup prostřednictvím *Menu1* -> *Points*
- Prvky: *DateTimeView*, *Label*, *MenuScreen*, *BitSwitchView*, *NumericView*, *KeyScreen*,



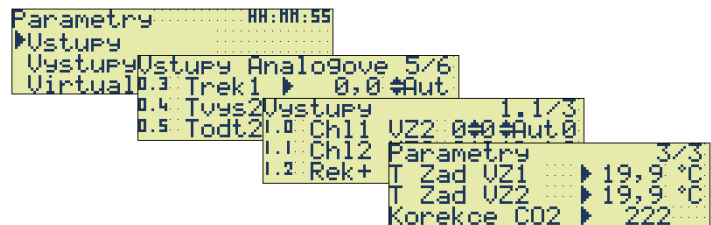
Obrázek 107 - Mapování analogových, digitálních a virtuálních V/V

- Informace o stavu systému jako datum, čas a jeho režim, stav sítě, stav napájení, aktivita na DI, verze programu
- Prvky: *SystemInfo*, *Label*, *DateTimeView*, *NumericView*, *BitSwitchView*, *KeyScreen*



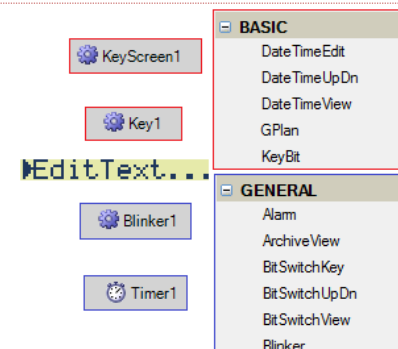
Obrázek 108 - Stav řídicího systému

- Editace a nastavení Man režimu všech podporovaných V/V parametrů
- Prvky: *DateTimeView*, *Label*, *MenuScreen*, *BitSwitchUpDn*, *NumericEdit*, *KeyScreen*,



Obrázek 109 - Manuální zadání V/V hodnot

Všechny prvky, použité při tvorbě uživatelských obrazovek, jsou vkládány prostřednictvím okna Toolboxu, které je uvedeno na obrázku 110, s podobou některých vkládaných prvků. Rozdělení do částí BASIC a GENERAL je z důvodu zjednodušení vyhledávání prvků. Řídicí systém by se dal pomocí vytvořených obrazovek plnohodnotně ovládat, a však z důvodu dostupnosti a kvality řízení bylo přistoupeno k tvorbě vizualizace, kterou popisuje kapitola 5.



Obrázek 110 - Prvky obrazovek

5 VYTVOŘENÍ UŽIVATELSKÉ VIZUALIZACE VČETNĚ WEBOVÉ

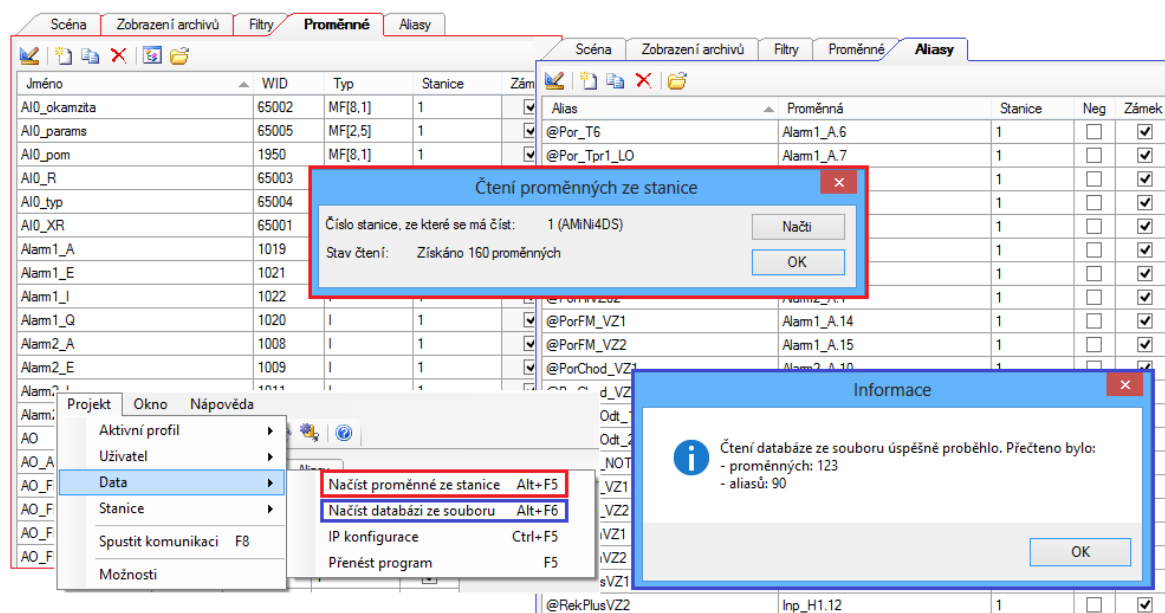
Jak už bylo zmíněno v předchozí kapitole, mnohdy je nevhodné, nebo úplně nemožné ovládání řídicího systému pouze prostřednictvím uživatelských obrazovek (4.2.5), který by samy o sobě byly v nutných případech dostačující. Jedná se například o umístění řídicího systému uvnitř uzavřené rozvaděčové skříně, umístěné mimo dostupné uživatelské prostory tak, jak je tomu v případě budovy pizzerie. Vizualizace může být umístěna přímo na terminálu v uživatelských prostorách budovy, případně tabletu nebo libovolného PC prostřednictvím vzdálené Ethernetové komunikace (6). Při využití webového serveru se nabízí také možnost ovládání pomocí „chytrých“ mobilních telefonů.

5.1 Návrh a tvorba prostředí vizualizace

V této kapitole jsou popsány všechny kroky, potřebné k sestavení vizualizace k vytvořenému uživatelskému programu (4). Pro tvorbu byl použito vizualizační prostředí ViewDet, jenž je popsáno v kapitole 2.3.

5.1.1 Proces načtení proměnných a aliasů

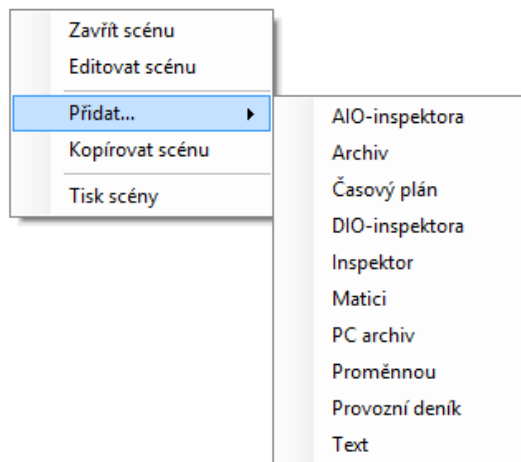
Prvním krokem po spuštění prostředí a založení nového projektu, je načtení proměnných a aliasů vytvořených při tvorbě řídicího programu. V případě, že už byla nastavena Ethernetová komunikace (5.2), mohou být načteny hodnoty přímo ze stanice, nebo prostřednictvím souboru řídicího programu tak, jak zobrazuje Obrázek 111.



Obrázek 111- Čtení proměnných a aliasů ze stanice a souboru

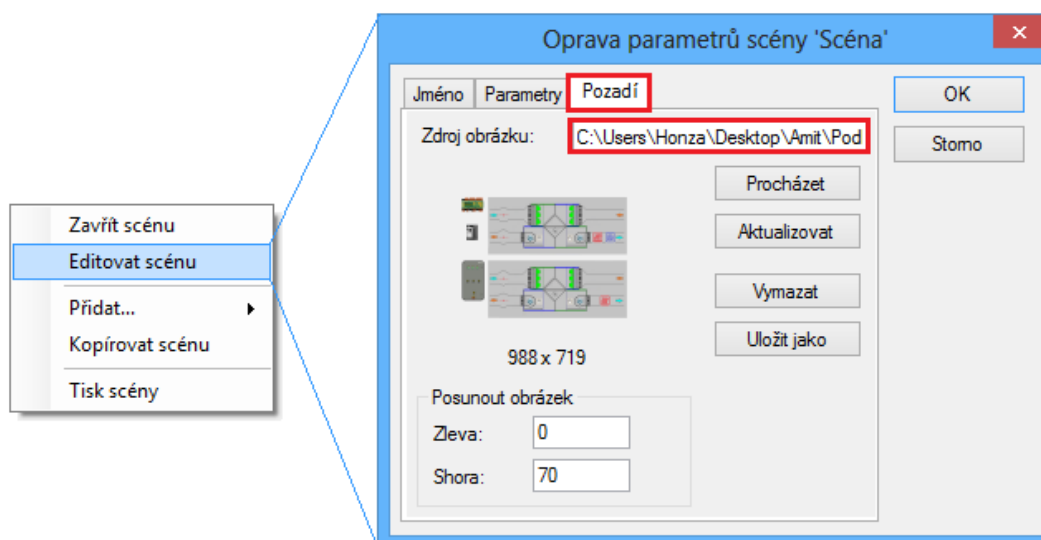
5.1.2 Sestavení vizualizace pomocí prvků scény

Pokud jsou v prostředí načteny všechny potřebné proměnné a aliasy, můžou být na scénu vloženy všechny potřebné prvky, které budou jejich hodnot a stavů využívat. Obrázek 112 uvádí, jak vložení potenciačního prvku do prostředí scény probíhá (kliknutí na scénu pravým tlačítkem). Tabulka 32 zobrazuje seznam všech druhů prvků, které byly při tvorbě vizualizace využity, včetně jejich počtu a činnosti, kterou vykonávají.



Obrázek 112 - Vložení potenciačního prvku scény

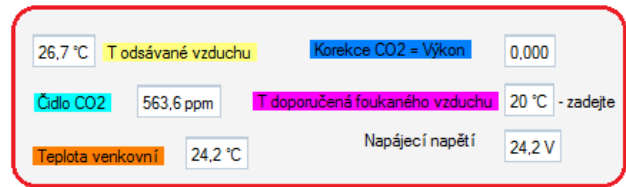
Nezbytnou součástí scény, je také vložení pozadí, které v tomto případě reprezentuje podobu obou vzduchotechnických jednotek, včetně dveří rozváděče osazeného hlavními ovládacími spínači, pro spuštění provozu a signalizaci chodu (případně poruchy) vzduchotechnického zařízení uvnitř budovy. Je přítomno také tlačítko kvitace poruchy. Vložení obrázku na pozadí scény vizualizace zobrazuje Obrázek 113.



Obrázek 113 - Pozadí scény pizzerie

Proměnné a text:

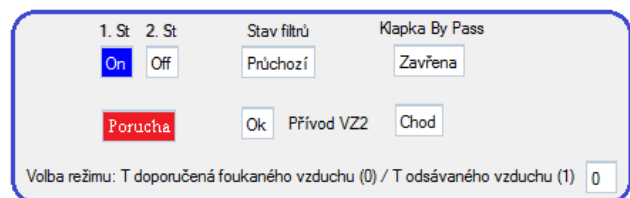
- Různé možnosti zobrazení a editace analogových hodnot, v závislosti na individuálním nastavení prvku (5.1.3)
- Použito 13x, z toho 7x zobrazení teploty, 2x nastavení teploty, 2x zobrazení napětí, 1x nastavení korekce, 1x množství CO₂



Obrázek 114 - Varianty použitých proměnných a textu

Aliases:

- Vkládání prostřednictvím modulu **Proměnná** s výběrem aliasu
- Možnost individuálního nastavení
- Použito 22x, s toho 20x informativní charakter, 2x jako softwarový přepínač změnou hodnoty bitu.



Obrázek 115 - Skupina použitých aliasů

Provozní deník:

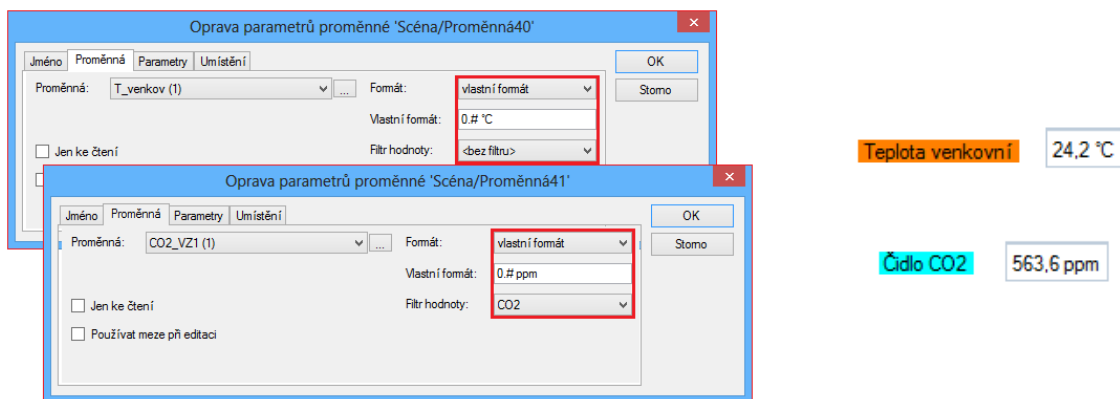
- Výpis a zobrazení provozního deníku, vytvořeného v rámci řídicího programu Obrázek 94.
- Použito 1x v hlavní scéně vizualizace

Datum	St	Pre	Text
12. 3. 2013 8:31:04	1	Kvi	ALARM kvitovan Porucha CO2 cidla
12. 3. 2013 8:31:09	1	Alm	Vznik ALARMU Startup Inicializace 2 min po vypadku
12. 3. 2013 8:31:47	1	Alm	Vznik ALARMU Porucha CO2 cidla
12. 3. 2013 8:31:51	1	Rtn	Navrat do NORMAL Porucha CO2 cidla
12. 3. 2013 8:32:27	1	Alm	Vznik ALARMU Porucha CO2 cidla
12. 3. 2013 8:33:03	1	Rtn	Navrat do NORMAL Startup Inicializace 2 min po vypadku
12. 3. 2013 8:34:57	1	Rtn	Navrat do NORMAL Porucha CO2 cidla
23. 3. 2013 11:22:20	1	Alm	Vznik ALARMU Nizka tepl. vystup vzduchu pod 10°C VZ1
23. 3. 2013 11:45:40	1	Rtn	Navrat do NORMAL Nizka tepl. vystup vzduchu pod 10°C VZ
23. 3. 2013 11:59:14	1	Alm	Vznik ALARMU Nizka tepl. vystup vzduchu pod 10°C VZ1

Obrázek 116 - Provozní deník

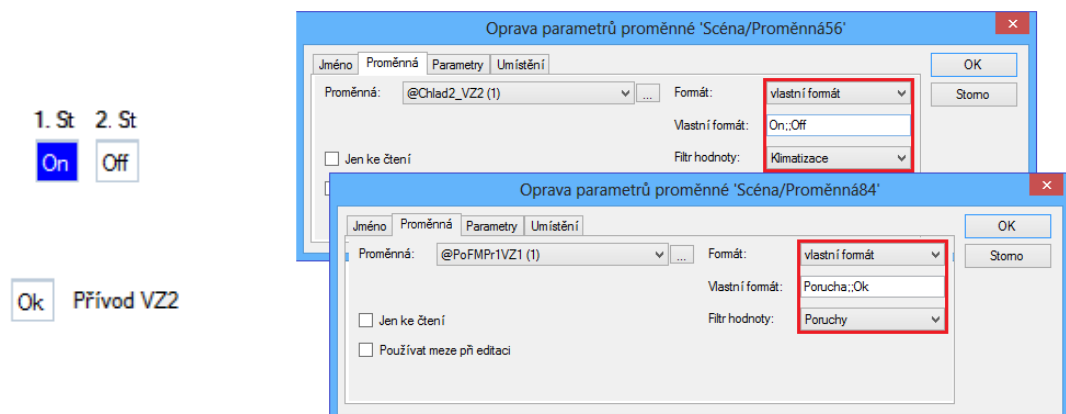
5.1.3 Speciální konfigurace skupiny prvků

U proměnných a aliasů, vkládaných na scénu prostřednictvím modulu **Proměnná**, lze provést řadu individuálních nastavení, které změni údaj ve formě prosté číselné hodnoty na plnohodnotný informační prvek. Nastavení spočívá ve výběru vlastního formátu zobrazení načtené hodnoty a výběru filtru tak, jak uvádí Obrázek 117. U proměnné spočívá vlastní formát v nastavení počtu desetinných míst, a jednotky. V případě [0.#°C] pak # reprezentuje počet desetinných míst a °C (**ppm**) pak zobrazovanou jednotku za hodnotou.. Je také možné nastavení barvy zobrazení údaje a jeho pozadí, a to stále, nebo v předem nastavených mezích, prostřednictvím filtrů (Obrázek 119).



Obrázek 117- Individuální nastavení prvku Proměnná

Při výběru aliasu jako vstupní proměnné, je nastavení obdobné. Vlastní formát tvoří 2 číselné, nebo numerické nápisy, reprezentující bity **0**, **1**, jak uvádí Obrázek 118. [0 1] -> [On;;Off], [Porucha;;Ok]



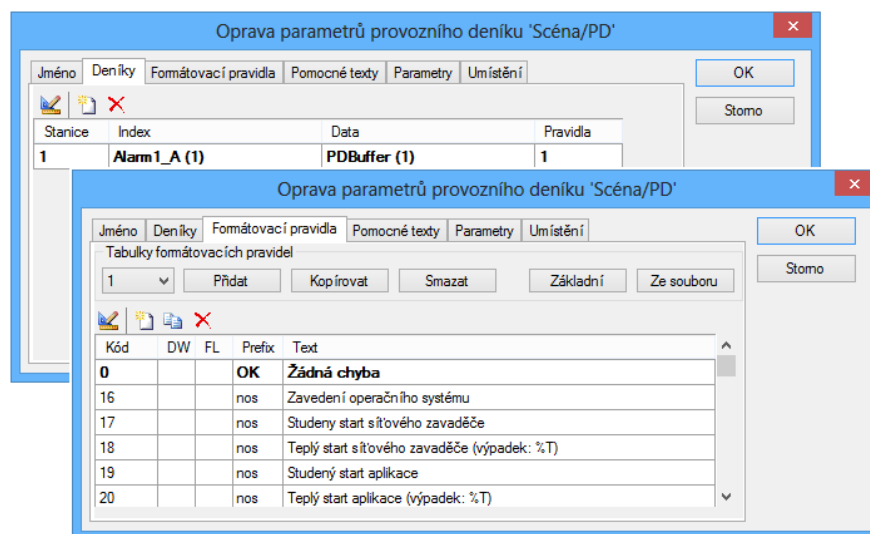
Obrázek 118 - Individuální nastavení prvku proměnná - alias

Pomocí nastavení filtrů lze změnit barvu textu a podkladu, v předem stanovených mezích tak, jak zobrazuje Obrázek 119. Individuální výběr filtru, je pak možný u každého prvku *Proměnná*.

Jméno	Formát	Dolní mez	Dolní formát	Horní mez	Horní formát
CO2	3.14159			900	3.14159
Klimatizace	3.14159	1	3.14159	1	3.14159
Poruchy	3.14159	1	3.14159	1	3.14159
Topení	3.14159	1	3.14159	1	3.14159

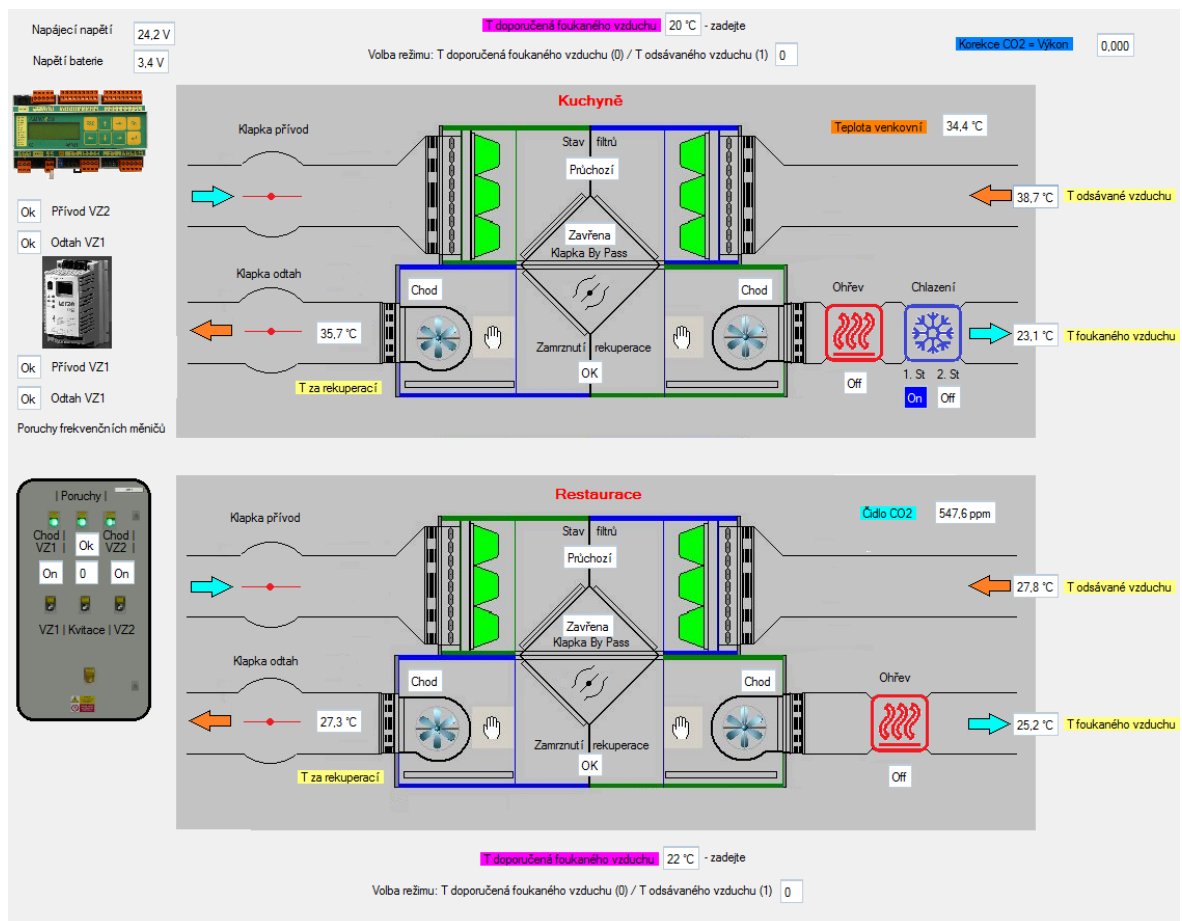
Obrázek 119 - Nastavení filtrů

Posledním prvkem s individuálním nastavením je *Provozní deník*. Nastavení spočívá ve výběru indexu (*Alarm1_A*) a dat (*PDBuffer*) provozního deníku, které byly vytvořeny při tvorbě řídicího programu. Nutné je také načíst nově přidaná formátovací pravidla, jak je uvedeno na Obrázku 120.



Obrázek 120 - Nastavení provozního deníků

Po sestavení všech prvků scény a provedení jejich individuálního nastavení, je vytvořena konečná podoba uživatelské vizualizace, zobrazující Obrázek 121. Provozní deník (Obrázek 116), je umístěn napravo vedle vytvořeného pole scény.

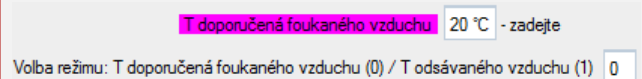


Obrázek 121 - Podoba uživatelské vizualizace

5.1.4 Schopnosti a funkce vytvořené vizualizace

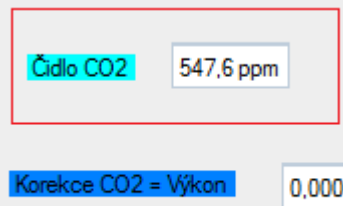
Nově vytvořená scéna uživatelské vizualizace nabízí plnohodnotné ovládání řídicího systému na uživatelské úrovni sledování a ovládání vybraných prvků. Popis funkcí uvádí

- Změnou bitového stavu prvku **Volba režimu** dochází k volbě vstupní hodnoty pro primární PID regulátor (4.1.5). Rovněž je také volena doporučená teplota, která je jednou dvou uvedených vstupních hodnot PID.



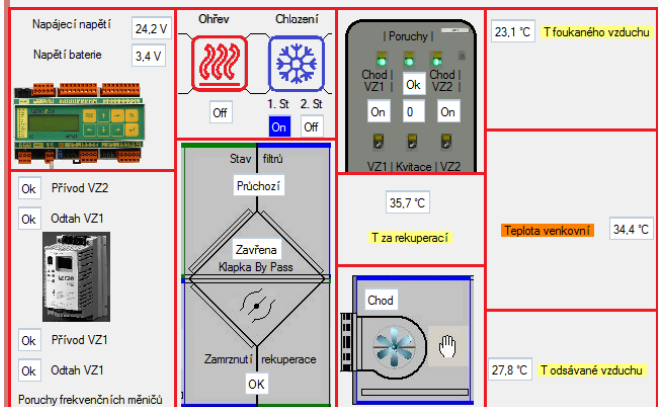
Obrázek 122 - Volba režimu a nastavení teploty pro PID

- Prostřednictvím prvku **Korekce CO₂** lze korigovat výkon frekvenčních měničů a prostřednictvím nich otáček ventilátorů, protože systém počítá s jinou koncentrací CO₂ uvnitř prostor restaurace.



Obrázek 123 - Korekce výkonu

- Ostatní skupina prvků, zobrazená na pozadí scény má kromě tlačítka **Kvitace** na dveřích rozváděče pouze informativní charakter. To slouží pro potvrzení vzniklé poruchy a uvedení systému do normálního stavu, pokud byla porucha odstraněna
- Ostatní prvky informují o napájecím napětí PLC, stavu FM, chodu ohřevů stupňů kondenzační jednotky, stavu rekuperátoru a zanesení filtrů, chodu částí VZ1, VZ2 a teplotách v prostorách a okolí pizzerie.



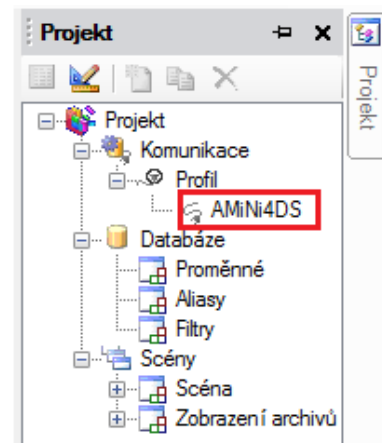
Obrázek 124 - Sledovaná data a hodnoty

Tabulka 33 - Možnosti uživatelské vizualizace

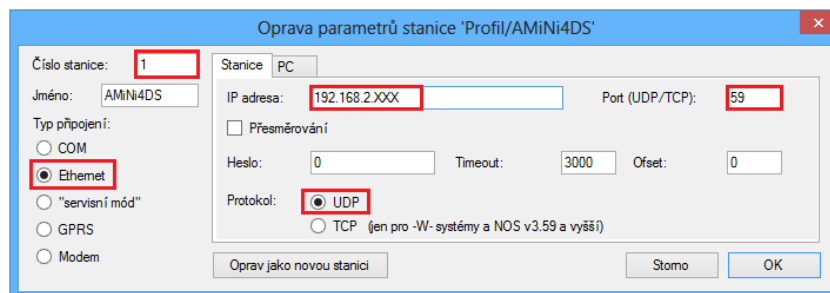
5.2 Propojení s řídicím systémem

Jediným krokem, který při tvorbě uživatelské vizualizace nebyl uskutečněn, je její propojení s řídicím systémem, aby mohlo dojít ke čtení všech potřebných informací v reálném čase.

Nastavení komunikačních parametrů je realizováno vytvořením komunikačního profilu v hlavním okně projektu (v tomto případě profil *AMiNi4DS*), jak uvádí Obrázek 125. Obrázek 126 pak uvádí nastavení komunikačních parametrů stanice. Je třeba vybrat číslo stanice, definováno DIP přepínači při její instalaci, dále typ připojení, v tomto případě Ethernet (komunikace prostřednictvím internetu, nebo přímé propojení kabelem). Nakonec IP adresu stanice, nebo adresu vzdáleného připojení včetně čísla portu a protokol, což podrobněji popisuje kapitola 6.

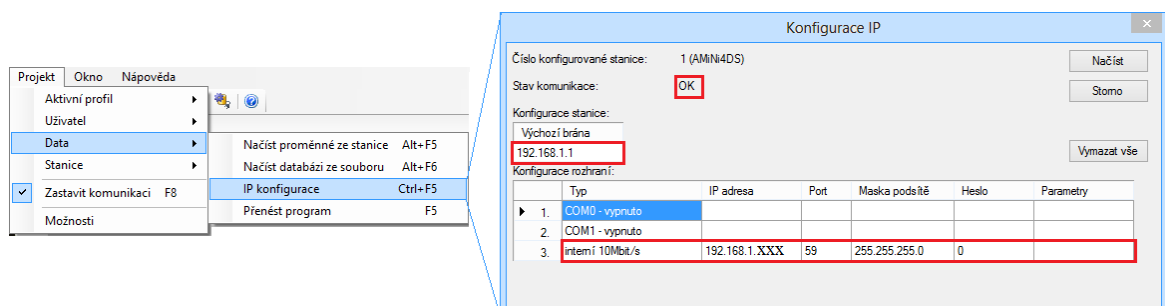


Obrázek 125 - Okno projektu



Obrázek 126 - Komunikační parametry stanice

Posledním krokem je kontrola nastaveného připojení prostřednictvím záložky IP konfigurace. Pokud dojde po načtení k potvrzení stavu komunikace „OK“ a načtení IP adresy včetně výchozí brány. Může být vytvořená uživatelská vizualizace uvedene do chodu.



Obrázek 127 - IP konfigurace ViewDet

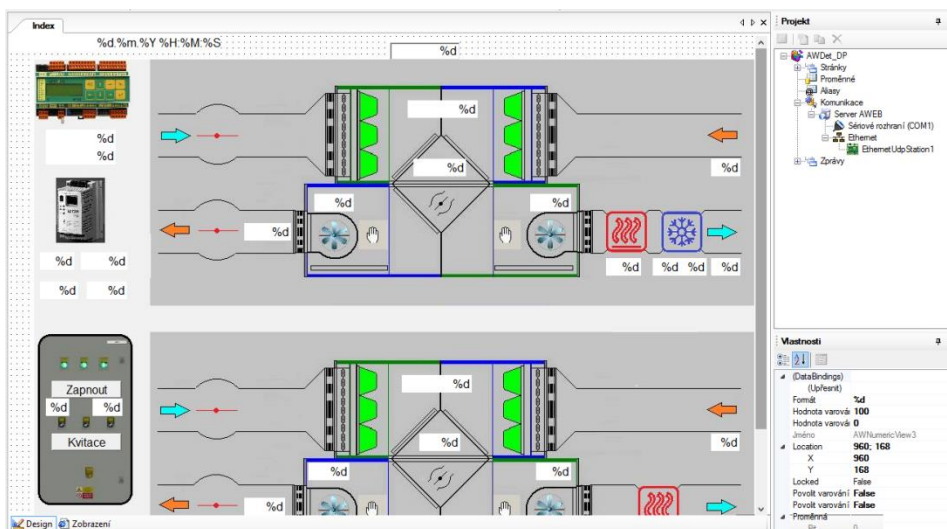
5.3 Vytvoření webového rozhraní

Společnost AMiT nemá zatím vyvinutou potřebnou aplikaci pro Android nebo OS. Proto je jedinou možností ovládání řídicího systému prostřednictvím „chytrých“ mobilních telefonů pomocí webové vizualizace, vytvořené pomocí parametrizačního prostředí AWDet (2.2). Nabízí se samozřejmě možnost ovládání pomocí mobilních operátorů prostřednictvím GSM/GPRS modulů (1.4.3), ale v tomto případě jde spíše o možnost grafického zobrazení a možností editace řídicích a vizualizačních prvků.



Obrázek 128 - Příklad webové vizualizace na mobilním telefonu

Z důvodu poruchy instalovaného webového serveru AWEB (27) v době tvorby práce, nemohl být vývoj webové vizualizace dokončen. Proto zůstal ve fázi, kterou zobrazuje Obrázek 129.



Obrázek 129 - Fáze vývoje webové vizualizace

6 REALIZACE VZDÁLENÉ ETHERNETOVÉ KOMUNIKACE

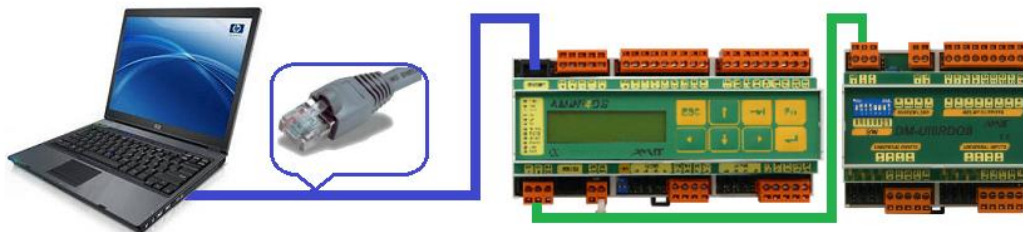
Kvůli modifikacím řídicího programu, nebo pro chod uživatelské vizualizace není nejvhodnější, aby byl řídicí systém propojen s PC pouze prostřednictvím rozhraní RS232, případně přímého Ethernetového kabelu s koncovkami RJ45. Proto je nanejvýše vhodné realizovat nejprve lokální Ethernetovou a pak vzdálenou internetovou komunikaci, čímž se bude tato kapitola zabývat.

6.1 Nastavení Ethernetové komunikace mezi PC a řídicím systémem

Před realizací komunikace vzdálené stanice pomocí internetu, je třeba nastavit základní komunikační parametry řídicího systému. Toto nastavení se v případě vývojového prostředí DetStudio (2.1) a vizualizačního prostředí ViewDet (2.3) liší jen minimálně, proto budou následující podkapitoly uvádět možnosti nastavení pouze ve vývojovém prostředí.

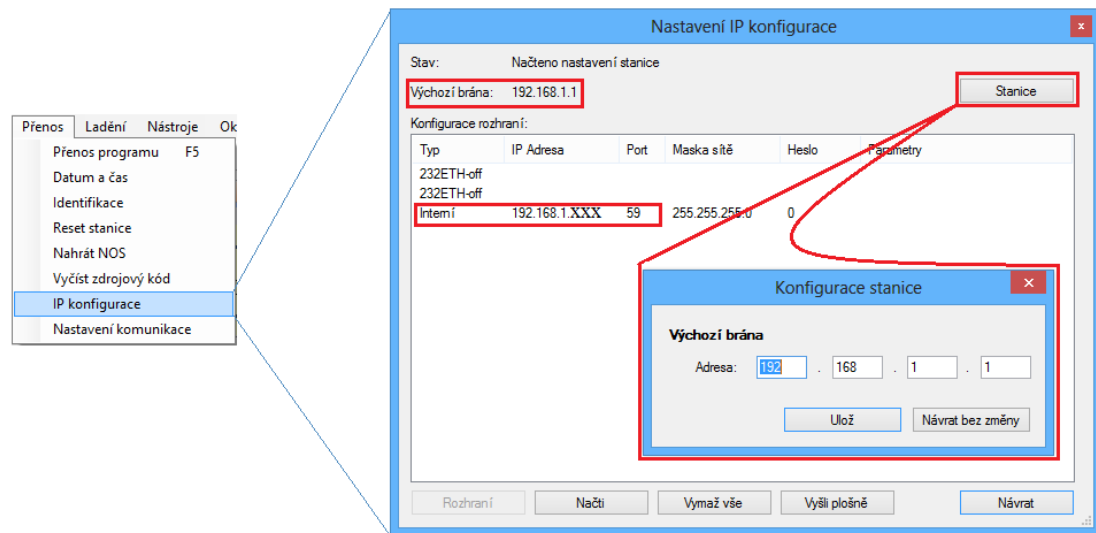
6.1.1 IP konfigurace řídicího systému pro přímé propojení kabelem

Prvním krokem je nastavení komunikačních parametrů řídicího systému. Komunikace probíhá prostřednictvím protokolu DB-Net (1.4.1). Řídicí systém musí být v tomto případě propojen pomocí přímého kabelu, ať už RS232, nebo RJ45 tak, jak zobrazuje Obrázek 130. Propojení řídicího systému a přídatného V/V modulu, je provedeno přímou linkou R485, a nastavení komunikace je součástí řídicího programu (4.1.1).



Obrázek 130 - Přímé propojení řídicího systému a modulu s PC

Po úspěšném propojení řídicí stanice a programovacího PC může být nastavena IP konfigurace stanice. Nastavení výchozí brány je prováděno v závislosti na rozsahu adres routeru, jeho instalace bude dalším krokem k realizaci vzdáleného internetového připojení. Obrázek 131 udává, jak toto nastavení probíhá. Pokud je vše realizováno správně, je vypísána nastavená výchozí brána, a v informacích o stavu úptvrzení „*Načteno nastavení stanice*“.



Obrázek 131 - IP konfigurace stanice

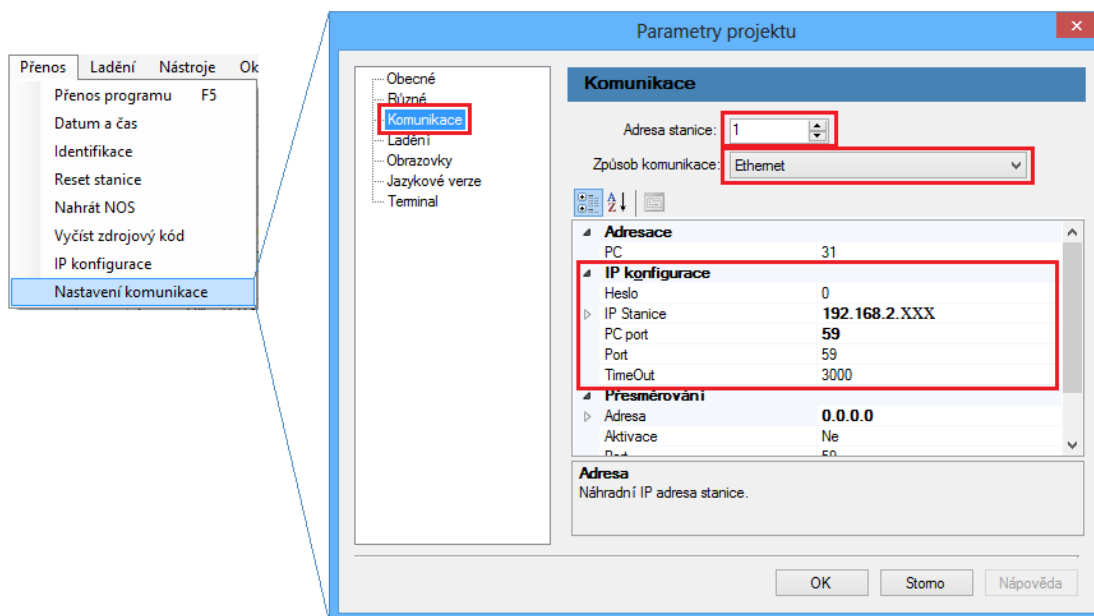
6.1.2 Nastavení IP konfigurace pro realizaci Ethernetového připojení

Po nastavení IP konfigurace (6.1.2) je třeba v prostředí DetStudia (2.1) nastavit komunikační parametry pro spojení s řídicím systémem. Ten však musí být předtím začleněn do vnitřní Ethernetové sítě. Při požadavku na vzdálenou internetovou komunikaci byl do prostředí budovy pizzerie vybrán, a instalován Wifi router WR1043N/TL výrobce TP-LINK, podporující Překlad adres (NAT) a protokol UDP nutný pro nastavení vzdálené komunikace se systémem. Propojení řídicího systému a routeru, tak jak zobrazuje Obrázek 132, je realizováno prostřednictvím přímého Ethernetového kabelu. Propojení s PC je možné stejným způsobem, nebo prostřednictvím WIFI sítě. Zároveň je nainstalován webový server AWEB (27), který bude sloužit ke komunikaci řídicího systému s vytvořeným webovým rozhraním (5.3).



Obrázek 132 - Připojení řídicí jednotky a webového serveru do sítě Ethernet

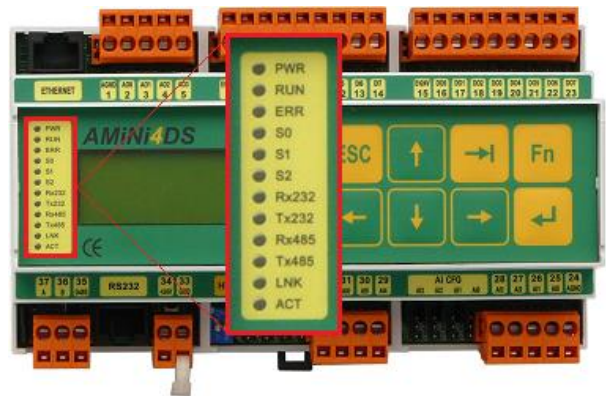
Nyní, když je propojení všech potřebných částí zajištěno, může být nastavena komunikace PC, pro připojení k řídicímu systému. Nastavení je vcelku jednoduché a intuitivní. Spočívá ve výběru adresy stanice (**I**), nastavení způsobu komunikace (**Ethernet**) a nastavení IP adresy stanice, která je sestavena s adresy interní sítě + 4 bitové adresy řídicí stanice. Ta může být zvolena libovolně v celém použitelném rozsahu (2 - 255). Stejná adresa musí být nastavena i na PLC pomocí DIP přepínačů. Uvedené kroky uvádí Obrázek 133. Nastavení komunikace je samozřejmě možné hned při přímém propojení PLC a PC kříženým kabelem, ale z hlediska dalšího využití je tato volba bezpředmětná.



Obrázek 133 - Nastavení komunikačních parametrů

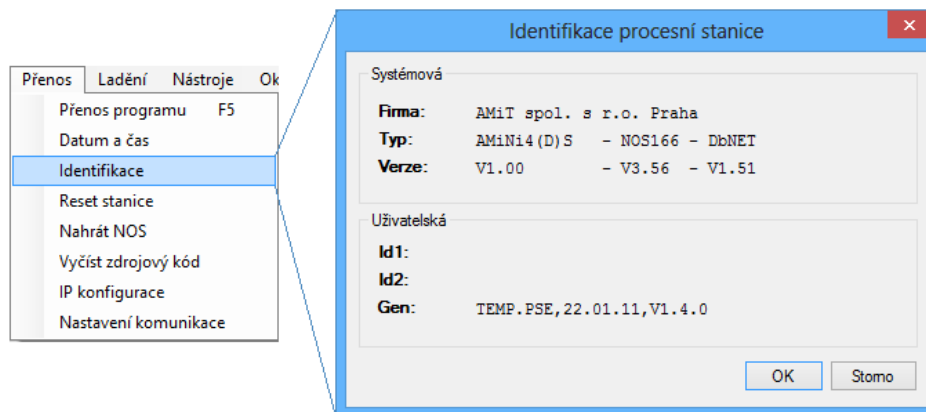
6.1.3 Ověření probíhajícího spojení

Pokud byly všechny předchozí kroky provedeny správně, nastává fáze ověření komunikace. To je možno provést několika způsoby. Prvním z nich, je vizuální ověření prostřednictvím diod na panelu řídicího systému, jak je uvedeno na obrázku 134. Dioda **LINK** signalizuje Ethernetovou komunikaci, a diody **Rx232** a **Tx232** komunikaci V/V modulem (19).



Obrázek 134 - Informační panel AMiNi4DS

Druhou možností, je kontrola komunikace přímo prostřednictvím vývojového prostředí. Obrázek 135 zobrazuje ověření prostřednictvím záložky identifikace, kdy se v případě správné konfigurace zobrazí tabulka s potvrzením ověření procesní stanice.



Obrázek 135 - Identifikace procesní stanice

6.2 Nastavení vzdálené internetové komunikace

Nastavení komunikace v prostředí DetStudia (2.1) se liší oproti nastavení interního Ethernetového připojení pouze minimálně. Hlavní změna spočívá v konfiguraci již zmíněného routeru WR1043N/TL, jenž byl instalován místo původního zařízení D-Link dir 615. Ten se ukázal pro vzdálenou Internetovou komunikaci nevhodný, z důvodu

výskytu chyb při NAT a dlouhodobém udržení internetové komunikace mezi PC a řídicím systémem.

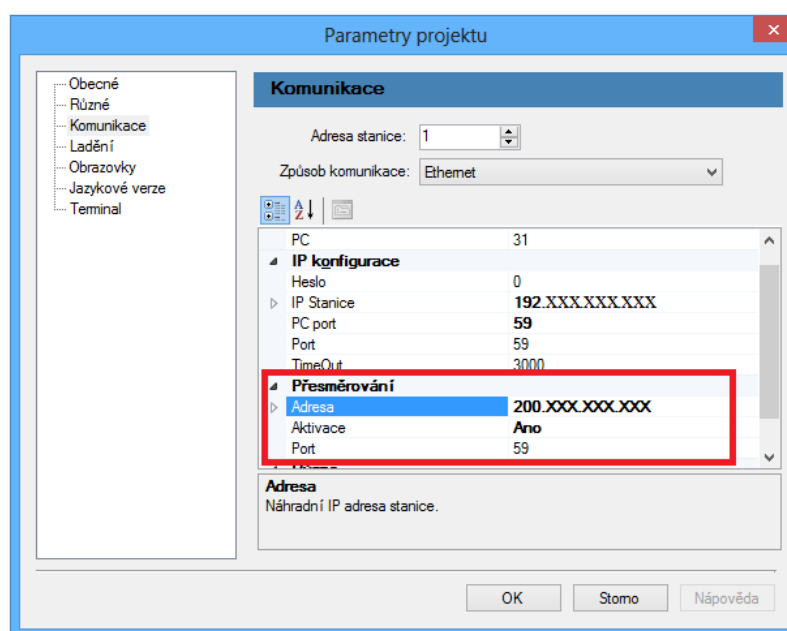
6.2.1 IP konfigurace pro připojení vzdálené stanice

Obrázek 136 uvádí pro dokreslení představy konečnou podobu propojení všech prvků, které byli v budově pizzerie pro zajištění vzdálené internetové komunikace zajistit.



Obrázek 136 - Připojení kompletní architektury do Internetové sítě

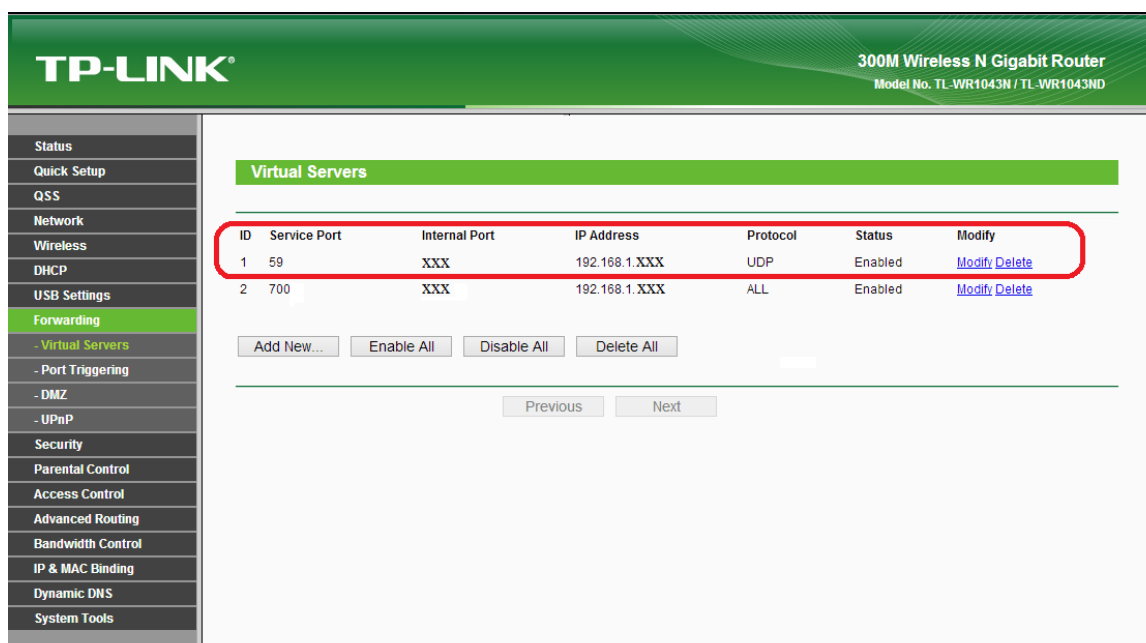
Dříve nastavenou Ethernetovou komunikaci (6.1.2) není bezpodmínečně nutné nijak upravovat. Stačí ji doplnit o nastavení veřejné adresy budovy pizzerie (200.xxx.xxx.xxx) v záložce **Přesměrování**, a toto přesměrování posléze aktivovat. Pokud bude spojení realizováno nadále pouze tímto způsobem, je vhodné změnit adresu IP adresy konfigurace hlavního nastavení. Port pro PC a přesměrování (59) může až na výjimky zůstat zachován.



Obrázek 137 - Nastavení internetové komunikace

6.2.2 Nastavení Routeru pro vzdálenou komunikaci

Již zmiňovaná hlavní změna oproti interní Ethernetové komunikaci, spočívá v nastavení instalovaného routeru. Je třeba natavit interní adresu stanice, na kterou se budou data z vnější veřejné IP adresy překládat (*192.168.1.xxx* -> *200.xxx.xxx.xxx*). Dále musí být přeměřován interní nastavený port řídicí stanice (*59*), na externí port, prostřednictvím něhož bude PC se vzdálenou internetovou stanicí komunikovat. Poslední nastavení spočívá ve výběru UDP protokolu, nutného pro komunikaci ze stanicí. Obrázek 138 uvádí zmíněné nastavení, nazývané jako již zmíněný překlad adres NAT.



Obrázek 138 - Nastavení routeru pro překlad adres

Pokud došlo správnému nastavení a zapojení všech součástí, uvedených v této kapitole, může být využito všech výhod systému informačního systému DB-Net/IP (1.4.1), včetně vzdáleného internetového připojení. Je možno číst a modifikovat implementovaný řídicí program (4), spustit vytvořenou uživatelskou vizualizaci (5) a provádět servisní zásahy a pozorování ve stanovených možnostech.

ZÁVĚR

Oproti Bakalářské práci, zpracované na toto téma, je ekonomické zhodnocení daného projektu mnohem přesnější. Přínosem je především schematické znázornění budovy se sumarizací všech vstupů a výstupů, čímž jsou známy druhy a umístění všech automatizačních prvků, a také jejich hodnota uvnitř budovy pizzerie. Celková cena projektu byla vypočtena na 147 747 Kč bez DPH. Rozšířená řídicí jednotka zahrnuje 22 050 Kč z této hodnoty (15300 + 6750) Kč. Instalované vzduchotechnické jednotky, dodané na základě požadavku společností DOSPEL (3.1.1) mají hodnotu 95000 Kč. Výběr (rozšíření) řídicí jednotky, bylo provedeno na základě průzkumu řídicích systémů společnosti AMiT. Vhodnou variantou pro tento výběr, se jeví sestavení modulárního bloku z kategorie modulárních řídicích systémů (1.1.2). Cena vytvořeného kompletu, skládajícího se z hlavní jednotky ADiS (14) a V/V modulů (15) AD-DI16, AD-DI8, AD-AI8, AD-AO88, AD-RD05S 2x, AD-PD08 se však vyšplhala na částku 33 850 Kč (12 600 + 21250) Kč, což o 11 800 Kč překračuje hodnotu výsledně zvoleného kompletu. Další možností bylo použití kompaktního řídicího systému AMAP99S (1.1.4) jenž by svým rozsahem V/V disponoval ještě dostatečnou rezervou. I cena 21 900 Kč byla velmi příznivá, a však z důvodu již dříve zakoupené a instalované řídicí jednotky AMiNi4DS (13), bylo zvoleno jiné řešení. Tím je rozšíření jednotky o V/V modul DM-UI8RDO8 (19), čímž došlo k navýšení ceny pouze o hodnotu modulu, tím pádem o 6750 Kč. Dříve uvedená výsledná cena projektu, včetně všech snímačů, frekvenčních měničů, ale i nově instalovaného Routeru pro zajištění komunikace, tvoří pouze cenu produktů. Částka nezahrnuje instalační materiál, vzduchotechnická potrubí, elektroinstalační materiál, ale i částku za instalaci zařízení a realizaci řídicího programu. V konečném součtu je proto celková cena projektu dvojnásobná, na hranici částky 300 000 Kč bez DPH. Ceny produktů společnosti AMiT byli získány na základě ceníku, přístupného všem registrovaným uživatelům prostřednictvím internetových stránek [3]. Vývojové (2.1), vizualizační (2.3) a parametrizační (2.2) prostředí, je distribuováno zdarma ke všem produktům a není třeba ani žádných speciálních propojovacích kabelů. Proto lze cenu v tomto ohledu označit za konečnou.

Kvůli inovacím, které byly provedeny na vzduchotechnickém zařízení uvnitř budovy pizzerie a tím pádem i odlišné sumarizaci V/V (3), byl od základu nově sestaven a následně do jednotky implementován, řídicí program (4). Jeho specifickou vlastností, je řízení vzduchotechniky prostřednictvím dvou virtuálních PID regulátorů (55), nezávisle

pro každou větev. V prostorách kuchyně probíhá řízení na základě dosažení předem stanovené teploty, nebo v závislosti na odtahované teplotě z prostor kuchyně, prostřednictvím volby uživatele. Řízení ohřevu, kondenzačních jednotek i frekvenčních měničů, je prováděno na základě proporcionálního zásahu již zmíněného PID regulátoru pro dosažení této teploty. V prostorách restaurace je toto řízení ještě mnohem sofistikovanější a to využitím čidla kvality vzduchu (3.2.2). Základní regulace probíhá stejně, jako v prostorách kuchyně. Díky čidlu, měřícímu obsah CO_2 ve vzduchu, lze dynamicky regulovat výkon frekvenčních měničů v závislosti na obsazení restaurace. Tím je dosaženo značné energetické úspory omezením otáček ventilátorů (spotřeba při plné zátěži 2 x 2,1 kW) ale i kvůli elektrickému ohřevu (12kW). Při omezení výměny vzduchu totiž nedochází k tak velkým energetickým ztrátám vlivem přestupu tepla. Prostřednictvím vytvořených uživatelských obrazovek, lze z panelu PLC (4.2.5) provádět všechna nastavení od manuálního zadávání hodnot v případě poruchy čidel, přes zobrazení vytvořených archivů V/V až po informace o stavu systému, V/V a komunikačních linek.

Výměnou chybně fungujícího routeru, umístěného uvnitř budovy a následným kompletním překonfigurování Ethernetové sítě, byla zajištěna fungující vzdálená Internetová komunikace, využitelná především pro nově sestavenou uživatelskou vizualizaci. Jedinou možností řízení, pomocí „chytrých“ mobilních telefonů, se ukázalo ovládání prostřednictvím webového serveru AWEB (27), který byl do budovy také dodatečně instalován. Z důvodu výrobní chyby instalovaného prvku, vzniklé v době tvorby tvorbě této práce, nemohlo dojít k vytvoření funkční webové prezentace, a proto tato část zůstala zatím ve fázi vývoje.

Uživatelská vizualizace nabízí, pro omezené možnosti vizualizačního prostředí ViewDet (2.3), možnost úpravy výkonu frekvenčních měničů, volbu primární hodnoty řízení pro PID regulátor (55), čtení kompletního provozního deníku, nebo kvitaci vzniklých poruch a upozornění. Budoucím záměrem je doplnění o možnost sledování archivů teplot, pro optimalizaci řízení.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

In contrast with Bachelors thesis, processed on this theme, is economic valorization this project more accurate. Benefit is especially schematic building with summarization all new input and output. Therefore know kinds and site all automation components with their price in to pizzeria building. Total cost of this project was calculates on CZK 147 747 without VAT. Expanded control unit include CZK 22 050 from this price CZK (15300 + 6750). Installed air condition units, which were supplied by DOSPEL company (3.1.1) on request, have a price CZK 95 000. Select (expansion) control unit was implemented on the basis survey control units by AMiT company. A suitable alternative for select was complete modular block from modular control systems category (1.1.2). Price created set with ADiS unit (14) and In/Out modules (15) AD-DI16, AD-DI8, AD-AI8, AD-AO88, AD-RD05S 2x, AD-PD08 ended price CZK 33 850 (CZK 12 600 + 21250). This price is CZK 11 800 more, that selected set at the end of. Next possibility was compact control system AMAP99S (1.1.4) using, that has sufficient reserved In/Out. The price CZK 21 900 was very as well. But was selected other solving because control unit AMiNi4DS (13) was buy and installed previously. This solved is expansion control unit on In/Out module DM-UI8RDO8 (19). Price was increase by value module only, about CZK 6750. Previously mentioned price complete including sensors, frequency converters and new installed Router for communication security is price by products only. In price aren't installation materials, air condition pipelines, electro installation material and price by installation device with realization control program including. Total price by project is doubled therefore on threshold price CZK 300 000 without VAT. Prices by products was getting from the price list by AMiT company. The price list is accessible for all register users by web side [3]. Developer (2.1), visualization (2.3) and parameterization (2.2) environment, are distributed free to every product. Aren't need special communication cables, therefore, the price in this direction final.

The control program (4) was new created from the Ground Up and implemented, because was made modification on air condition device into the pizzeria building and was other summarization In/Out (3). Specific characteristics of the program, is controlling air condition through twice virtual PID regulators (55) for both parts independently. Controlling in the kitchen is on reaching set temperature before, or towing temperature in the kitchen through user select. Heating control, conditioning unit and frequency converter also, is performed by said proportional PID regulator for that temperature attainment.

Controlling in restaurant places is more sophisticated with air quality sensor (3.2.2). Basic regulation is same how kitchen places. Can be dynamically regulated frequency control output depending on occupancy restaurants for the sake of sensor measuring CO₂ concentration on air. Therefore is achieved high energetic saving through fan speed limit (full power 2 x 2,1 kW) but also electric heating (12kW). When air exchange is limited, aren't so great energetic loss through heat transfer. From panel PLC (4.2.5) can do all setting as manual input values when sensors faults, view created archive In/Out, information about system status, In/Out and communication line through users screen.

Was ensure function remote Ethernet communication especially useful for new created users visualization for exchange worse function router, located into building and complete new configuration Ethernet network. Only possible found options controlling using "clever" mobile phones was through web server AWEB (27), additionally installed in to the building. Functional web presentation remain in the development phase because installed device was wrong at the time of making this diploma thesis.

Users visualization offers for the limited visualization environment ViewDet (2.3) these options: possibility of modification output frequency converter, chose primary value for PID regulator controlling (55), read full operational log or negation create failure and warring. Future plane is addition options monitoring temperatures archives to optimize management.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CiA [online]. 2001 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: <http://www.can-cia.org/>
- [2] STRUŠKA, Jan. *Řízení vzduchotechniky budovy pizzerie pomocí PLC*. Zlín, 2011. Bakalářská práce. Universita Tomáše Bati.
- [3] AMiT automation. *AMiT - řídicí systémy a elektronika pro průmyslovou automatizaci* [online]. 2002 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.amit.cz/inet_dir/cz/currently.htm
- [4] Martinásková, M., Šmejkal, L.: *Řízení programovatelnými automaty II*, Vydavatelství CVUT, Praha, 2000.
- [5] Typová řešení pro regulátory. *AMiT - řídicí systémy a elektronika pro průmyslovou automatizaci* [online]. 2002 [cit. 2013-05-24]. Dostupné z: http://www.amit.cz/cz/products/type_amreg.htm
- [6] Belimo MP-Bus. *Belimo* [online]. 2003 [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.belimo.cz/mp-bus/>
- [7] *The Open Therm*. 2003. Dostupné z: <http://blog.hekkers.net/wp-content/uploads/2012/02/OT-Protocol-Specification-v2-2.pdf>
- [8] *Dospelczech s.r.o.* [online]. 2000 [cit. 2013-06-01]. Dostupné z: <http://www.dospelczech.cz/>
- [9] ČSN EN 779: Filtry atmosférického vzduchu pro odlučování částic pro všeobecné větrání. *TZB-info* [online]. [cit. 2013-06-02]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/normy/csn-en-779-2012-10>
- [10] *Lenze.com* [online]. 2004 [cit. 2013-06-02]. Lenze Inventers. Dostupné z WWW: <<http://www.lenze.com/en>>.
- [11] Relé PT AP/6A,24VDC. *SCHRACK Technik* [online]. 2012 [cit. 2013-06-02]. Dostupné z: http://www.schrack.cz/eshop/rele-merici-a-casova-do-plosnych-spojupaticova/paticova-rele/rele-pt-4p-6a-24vdc.html?q=PT570024&cat=Shop_Global
- [12] Odporové snímače - snímače teploty s odporovým výstupem. *REGMET* [online]. [cit. 2013-06-03]. Dostupné z: <http://www.regmet.cz/Snimace%20teploty%20odporove.htm>

- [13] Čidla kvality vzduchu. *PROTRONIX zakázkový vývoj a výroba elektroniky* [online]. 2012 [cit. 2013-06-03]. Dostupné z: <http://www.protronix.cz/cz/produkty/katalog.php?prod=as-co2-gr>
- [14] *HONGFA.com* [online]. 2010 [cit. 2013-06-03]. THREE-PHASE SOLID STATE RELAY. Dostupné z WWW: <http://www.hongfa.com/pro/HFS24_en.html>.
- [15] *AMiT.cz* [online]. 2008 [cit. 2013-06-04]. Typová řešení - vzduchotechnika. Dostupné z WWW: <http://www.amit.cz/cz/products/type_aircond.htm>.
- [16] *Aplikační poznámky firmy AMiT* [online]. 2009 [cit. 2013-06-05]. Aplikační poznámky. Dostupné z WWW: <<http://www.amit.cz/cz/support/appnotes.htm>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FM	Frekvenční měnič
LCD	Liquid Crystal Display (displej z tekutých krystalů)
LED	Light Emitting Diode (svítivá dioda)
MES	Manufacturing Execution Systems (Sběr dat ve výrobě)
Mtx	Maticе [x, y] kde x a y určují rozměry matice
NAT	Network address translation (překlad adres)
NOS	Operační systém společnosti AMiT
PLC	Programmable Logic Controller (programovatelný automat)
PoE	Power over Ethernet (napájení po datovém síťovém kabelu)
ppm	Parts per million (částic na milion)
UDP	User Datagram Protocol (Uživatelský datagramový protokol)
V/V	Vstupy a výstupy (Vstupně v
VZ1	Vzduchotechnika v prostorách restaurace
VZ2	Vzduchotechnika v prostorách kuchyně
WYSIWYG	what you see is what you get (co vidíš, to dostaneš)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - ADiR [3]	11
Obrázek 2 - AMiNi-ES [3]	12
Obrázek 3 – AMiNi4DS [3].....	13
Obrázek 4 - Sestava ADiS [3].....	14
Obrázek 5 - AI-PDO8 [3]	15
Obrázek 6 - AD-UART [3].....	15
Obrázek 7 - ART267A [3].....	16
Obrázek 8 - ART4000 [3].....	16
Obrázek 9 - MEST110S [3].....	16
Obrázek 10 - AMiRiS99 [3]	17
Obrázek 11 - AMAP99 [3]	17
Obrázek 12 -AMR-RS232[3].....	17
Obrázek 13 - ADOS [3].....	18
Obrázek 14 - ADOREG[3]	18
Obrázek 15 - DM-UI8RD08 [3]	19
Obrázek 16 - DMM-DI24 [3]	20
Obrázek 17 - CANopen [3].....	20
Obrázek 18 - AMR-OP10 [3]	21
Obrázek 19 - AMR-IRC10 [3].....	21
Obrázek 20 - AMR-DI2RDO2 [3].....	21
Obrázek 21 - AMR-IRC10 (RTV10) [3]	22
Obrázek 22 - AMR-OP70(71) [3].....	23
Obrázek 23 - AMR-OP35 [3]	23
Obrázek 24 - Komunikace v síti DB-Net/IP [3]	24
Obrázek 25 - Podpora komunikačních rozhraní [3].....	25
Obrázek 26 - DM-GSM(GPRS)[3].....	26
Obrázek 27 - ESW06A [3].....	26
Obrázek 28 - 232TO485PC(A) [3]	27
Obrázek 29 - AWEB[3]	27
Obrázek 30 - DM-DI4MB2ET [3].....	27
Obrázek 31 - DM232TO485 [3]	27
Obrázek 32 - Logo DetStudia [3]	28

Obrázek 33 - Nahrání NOS.....	28
Obrázek 34 - Průvodce nahráním NOS	29
Obrázek 35 - Proměnná a Alias	29
Obrázek 36 - Procesy	30
Obrázek 37 - Typy Procesů	30
Obrázek 38- Jazyk ST.....	30
Obrázek 39 - Jazyk LA	31
Obrázek 40 - Jazyk RS.....	31
Obrázek 41 - WYSIWYG editor	31
Obrázek 42 - Logo AWDet [3]	32
Obrázek 43 - Komunikační parametry.....	32
Obrázek 44- Toolbox	32
Obrázek 45 - Import aliasů a proměnných.....	33
Obrázek 46 - Logo ViewDet [3]	33
Obrázek 47 - Scény ViewDet	33
Obrázek 48 - AIO, DIO inspektor	34
Obrázek 49 - Časový plán.....	34
Obrázek 50 - Proměnná, alias a text	34
Obrázek 51 - Provozní deník	34
Obrázek 52 - Schéma půdorysu budovy pizzerie	36
Obrázek 53 - Deimos [8]	37
Obrázek 54 - Vzduchotechnická jednotka - restaurace [8].....	37
Obrázek 55 - Vzduchotechnická jednotka - kuchyně [8]	38
Obrázek 56 - Osazení prostoru budovy navrhovanými jednotkami	39
Obrázek 57 - SMD [10]	40
Obrázek 58 - Ni1000.....	40
Obrázek 59 - P12S [11]	41
Obrázek 60 - Snímač kvality vzduchu [13]	41
Obrázek 61 - HFS24 [14].....	41
Obrázek 62 - PT570024 [11]	42
Obrázek 63 - Schéma zapojení původní řídicí jednotky	43
Obrázek 64 - Schéma osazení vstupů a výstupů řídicí jednotky	44
Obrázek 65 - Ext. Zdroj [3]	44

Obrázek 66 - Výběr modulu	46
Obrázek 67 - Vývojový diagram realizace řídicího programu	47
Obrázek 68 - Proces AI-AO pro načtení a zápis analogových V/V	48
Obrázek 69 - Načtení hodnoty vstupu AI0.0 - teplotní čidlo.....	48
Obrázek 70 - Načtení hodnoty vstupu AI0.7 - čidlo kvality vzduchu	49
Obrázek 71 - Přepnutí kanálu AI0 do Aut/Man režimu.....	49
Obrázek 72 - Načtení napájecího napětí	49
Obrázek 73 - Beznárazové přepnutí Aut/Man analogové výstupní hodnoty.....	50
Obrázek 74 - Zápis analogových hodnot do výstupního kanálu AO0.0.....	50
Obrázek 75 - Proces DI_DO pro načtení a zápis digitálních V/V	51
Obrázek 76- Načtení digitálních vstupů modulu DM-UI8RD08.....	51
Obrázek 77 - Načtení digitálních vstupů	51
Obrázek 78 - Beznárazové přepnutí Aut/Man kanálu DI0 s možností negace	52
Obrázek 79 - Beznárazové přepnutí Aut/Man DI0 s možností negace DM-UI8RD08	52
Obrázek 80 - Beznárazové přepnutí Aut/Man režimu a zápis na digitální výstupy	52
Obrázek 81 - Beznárazové přepnutí Aut/Man a zápis na DIO DM-UI8RD08.....	52
Obrázek 82 - Přiřazení načtených hodnot konkrétním proměným a aliasům.....	53
Obrázek 83 - Provoz_VZT - provozní režim.....	54
Obrázek 84 - Primární regulace teploty VZ1.....	55
Obrázek 85 - Přepínání teplot pro primární regulace	55
Obrázek 86 - Sekundární regulace teploty VZ1	56
Obrázek 87 - Řízení chlazení, ohřevu a rekuperace VZ1	57
Obrázek 88 - Příznak restartu systému	58
Obrázek 89 - Limitní parametry analogových snímačů.....	58
Obrázek 90 - Kontrola komunikace s V/V modulem po 485	58
Obrázek 91 - Akustická signalizace poruchy	58
Obrázek 92 - Reset poruchy.....	59
Obrázek 93 - Reset provozního deníku.....	59
Obrázek 94 - Vytvoření provozního deníku	59
Obrázek 95 - Manuální hodnoty vstupního čidla teploty	59
Obrázek 96 - Archivace měřených vstupních hodnot.....	60
Obrázek 97 - Přechod zimního / letního času	60
Obrázek 98 - Prodleva před startem zařízení.....	61

Obrázek 99 - Zápis stavu DIP přepínačů	61
Obrázek 100 - Podmínka spuštění řídicího programu	61
Obrázek 101 - Uživatelský terminál AMiNi4DS	61
Obrázek 102 - Vývojový diagram struktury uživatelských obrazovek	62
Obrázek 103 - Hlavní obrazovka	63
Obrázek 104 - Obrazovky hlavního menu	63
Obrázek 105 - Zobrazení archivu naměřených hodnot.....	63
Obrázek 106 - Čas vzniku poruchy	63
Obrázek 107 - Mapování analogových, digitálních a virtuálních V/V.....	64
Obrázek 108 - Stav řídicího systému	64
Obrázek 109 - Manuální zadání V/V hodnot.....	64
Obrázek 110 - Prvky obrazovek	64
Obrázek 111- Čtení proměnných a aliasů ze stanice a souboru	65
Obrázek 112 - Vložení potencionálního prvku scény.....	66
Obrázek 113 - Pozadí scény pizzerie	66
Obrázek 114 - Varianty použitých proměnných a textu	67
Obrázek 115 - Skupina použitých aliasů	67
Obrázek 116 - Provozní deník	67
Obrázek 117- Individuální nastavení prvku Proměnná	68
Obrázek 118 - Individuální nastavení prvku proměnná - alias	68
Obrázek 119 - Nastavení filtrů.....	69
Obrázek 120 - Nastavení provozního deníků	69
Obrázek 121 - Podoba uživatelské vizualizace.....	70
Obrázek 122 - Volba režimu a nastavení teploty pro PID	70
Obrázek 123 - Korekce výkonu	71
Obrázek 124 - Sledovaná data a hodnoty	71
Obrázek 125 - Okno projektu	72
Obrázek 126 - Komunikační parametry stanice	72
Obrázek 127 - IP konfigurace ViewDet	72
Obrázek 128 - Příklad webové vizualizace na mobilním telefonu	73
Obrázek 129 - Fáze vývoje webové vizualizace.....	73
Obrázek 130 - Přímé propojení řídicího systému a modulu s PC.....	74
Obrázek 131 - IP konfigurace stanice	75

Obrázek 132 - Připojení řídicí jednotky a webového serveru do sítě Ethernet	76
Obrázek 133 - Nastavení komunikačních parametrů.....	76
Obrázek 134 - Informační panel AMiNi4DS	77
Obrázek 135 - Identifikace procesní stanice.....	77
Obrázek 136 - Připojení kompletní architektury do Internetové sítě.....	78
Obrázek 137 - Nastavení internetové komunikace	78
Obrázek 138 - Nastavení routeru pro překlad adres	79

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - V/V ADiR.....	11
Tabulka 2 - V/V AMiNi-ES.....	12
Tabulka 3 - V/V AMiNi4DS	13
Tabulka 4 – CPU jednotky ADiS	14
Tabulka 5 - Přehled standardních vstupně/výstupních modulů	15
Tabulka 6 - Přehled komunikačních modulů.....	15
Tabulka 7 - Přehled speciálních modulů.....	15
Tabulka 8 - V/V ART267A	16
Tabulka 9 - V/V ART4000	16
Tabulka 10 - V/V AMiRiS99.....	17
Tabulka 11 - V/V AMAP99.....	17
Tabulka 12 - Moduly AM-xx.....	17
Tabulka 13 - V/V ADOS	18
Tabulka 14 - V/V ADOREG	18
Tabulka 15 - V/V rozšiřující moduly s protokolem ARION	19
Tabulka 16 - V/V AMR-FCT10	21
Tabulka 17 - V/V AMR-DI2RDO2	21
Tabulka 18 - V/V AMR-IRC10	22
Tabulka 19 - V/V AMR-RTV10.....	22
Tabulka 20 - Ovladače AMR - OP3X	23
Tabulka 21 - Ethernetové switche	26
Tabulka 22 - Převodníky komunikačních linek.....	27
Tabulka 23 - Procesy programovacího jazyka.....	30
Tabulka 24 - Objekty scény	34
Tabulka 25 - Návrh vzduchotechnické jednotky pro restauraci	37
Tabulka 26 - Návrh vzduchotechnické jednotky pro kuchyni	38
Tabulka 27 - Snímací prvky a způsob zapojení teplotních čidel	40
Tabulka 28 - Sumarizace V/V pro výběr řídicí jednotky.....	42
Tabulka 29 - Legenda V/V připojených k řídicí jednotce	45
Tabulka 30 - Přiřazený vybraných V/V proměných novým proměným a aliasům	54
Tabulka 31 - Uživatelské obrazovky	64
Tabulka 32 - Prvky scény použity při tvorbě vizualizace.....	67

Tabulka 33 - Možnosti uživatelské vizualizace 71

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI: CD obsahující vytvořený řídicí program a uživatelskou vizualizaci