

UNIVERZITA PARDUBICE
Fakulta elektrotechniky a informatiky

ŘÍZENÍ INTELIGENTNÍHO DOMU PLC AUTOMATEM

Dominik Šob

Diplomová práce

2019

Univerzita Pardubice
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Dominik Šob**
Osobní číslo: **I17197**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Řízení procesů**
Název tématu: **Řízení inteligentního domu PLC automatem**
Zadávací katedra: **Katedra řízení procesů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je návrh systému pro automatické řízení inteligentního domu (např. vytápění, vzduchotechniky, zabezpečovacího systému atd.), které bude vytvořeno ve vývojovém prostředí vybraného řídicího PLC automatu. Součástí práce bude provedena rešerše na dané téma - řízení inteligentních budov, se zaměřením na možnost využití moderních technických prostředků pro realizaci řídicího systému. Návrh řídicího systému bude vytvořen ve formě standardní projektové dokumentace. Následně bude vytvořeno vizualizační simulační schéma řízení vybraných technologických veličin a procesů pro ověření funkčnosti vlastního návrhu. Vizualizace uživatelského a operátorského rozhraní bude realizována pomocí vybraného vizualizačního programu skupiny SCADA. Nedílnou součástí práce bude kompletní projektová dokumentace řídicího systému, vizualizační schéma realizace a podrobně zpracovaný uživatelský návod pro obsluhu a údržbu navrženého řídicího systému.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: **40-50 stran**

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

Seznam odborné literatury:

domat.cz. Internetová stránka společnosti Domat Control System s.r.o.

<http://www.domat.cz>

automatizace.hw.cz. Portál zaměřený na automatizaci budov

<http://automatizace.hw.cz/>

ŠMEJKAL, L., KABAN, J. Inteligentní budovy - Luxus nebo nezbytnost, Automatizace, ročník 52, číslo 4.

ŠMEJKAL, L., PLC a automatizace, Praha, BEN, 1999, ISBN 80-86056-58-9

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Libor Havlíček, Ph.D.

Katedra řízení procesů

Datum zadání diplomové práce:

1. listopadu 2018

Termín odevzdání diplomové práce:

17. května 2019



Ing. Zdeněk Němec, Ph.D.
děkan

L.S.

Ing. Daniel Honc, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. listopadu 2018

Prohlášení

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 1. 5. 2019

Dominik Šob

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Liboru Havlíčkovi, Ph.D. za podporu při vytváření mé práce, ať už v odborné či praktické části. Dále pak své rodině, která mi byla oporou po celou dobu studia v Pardubicích.

V Pardubicích dne 1. 5. 2019

Dominik Šob

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá tématem návrhu a realizace řídicího systému pro inteligentní dům. V teoretické části jsou rozebrány obecné a teoretické pojmy spojené s projektováním systému měření a regulace. Praktická část se zabývá realizací systému na rodinný dům. Systém je navržen pro PLC automaty od značky Domat Control systém.

KLÍČOVÁ SLOVA

PLC, automatizace, automatické řízení, inteligentní dům.

TITLE

SMART HOUSE AND CONTROL BY PLC

ANNOTATION

The diploma thesis deals with the design and implementation of the intelligent house control system. In the theoretical part, the general and theoretical concepts related to the design of the system of measurement and regulation are analysed. The practical part deals with the implementation of the system for a family house. The system is designed for PLC automats from the Domat Control system.

KEYWORDS

PLC, Automation, Automatic control, Smart house.

Obsah

	Seznam zkratk.....	9
	Seznam značek (symbolů proměnných a funkcí)	10
	Seznam obrázků.....	11
	Seznam tabulek.....	13
	ÚVOD.....	14
1	AUTOMATIZOVANÉ SYSTÉMY	15
1.1	STRUKTURA ŘÍDICÍHO SYSTÉM	17
1.2	AUTOMATIZACE OBYTNÝCH BUDOV	18
1.3	AUTOMATIZACE PRŮMYSLVÝCH BUDOV	19
1.4	EFEKTIVITA SYSTÉMU MAR	20
2.	ZÁSADY A NORMY PRO MAR	22
2.1	NORMY PRO DOKUMENTACI.....	23
2.2	ROZDĚLENÍ ČSN	25
2.3	TVORBA PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE.....	26
3.	MĚŘENÍ A REGULACE INTELIGENTNÍHO DOMU	29
3.1	IRC REGULACE	29
3.2	HVAC SYSTÉM	30
3.3	REGULACE VYTÁPĚNÍ V RODINNÝCH DOMECH.....	32
3.3.1	Tepelná čerpadla.....	33
3.3.2	Možnosti regulace vytápění.....	35
3.4	SYSTÉM OSVĚTLENÍ	42
3.5	ELEKTRONICKÁ ZABEZPEČOVACÍ SIGNALIZACE	44
3.6	DOPLŇKOVÝ SYSTÉM.....	46
4.	STRUKTURA PLC	47
4.1.	VSTUPNĚ/VÝSTUPNÍ MODULY	48
4.1.1	Analogové vstupy	48
4.1.2	Digitální vstupy	48
4.1.3	Analogové výstupy	49
4.1.4	Digitální výstupy	49
4.1.5	Výrobci řídicích systému.....	50
5.	SBĚRNICE A PROTOKOLY	52
5.1	RS-485, RS-422, RS232.....	52

5.2	MODBUS	53
5.3	M-BUS.....	55
5.4	BACNET	56
5.5	EIB.....	57
5.6	KNX.....	58
5.7	LONWORKS.....	59
6.	KOMPONENTY PRO PLC	60
6.1	AKTORIKA	60
6.1.1	Servopohony	60
6.2	SENZORIKA.....	61
6.2.1	Teploměr.....	61
6.2.2	Pokojový ovladač	61
6.2.3	Dálkové odečty	62
6.3	UPS.....	63
6.4	GSM MODUL.....	64
7	PRAKTICKÁ ČÁST	65
7.1	NÁVRH PROJEKTU MAR.....	66
7.1.1	Cenová kalkulace.....	70
7.1.2	Popis programu.....	70
7.2	MERBON IDE	71
7.3	VIZUALIZACE SYSTÉMU	72
7.3.1	SCADA rozhraní	72
7.3.2	CONTPOINT	75
8	ZHODNOCENÍ.....	77
9	ZÁVĚR.....	78
	LITERATURA	79
	PŘÍLOHY	81

Seznam zkratek

PLC	Programmable Logic Controller (programovatelný logický automat)
MaR	měření a regulace
IRC	Individual Room Control (zónová regulace)
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
TNI	technické normalizační informace
ČSN	Československá norma
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning (topení, větrání a klimatizace)
TČ	tepelné čerpadlo
TRV	termostatické regulační ventily
DALI	Digital Addressable Lighting Interface
EZS	Elektronická zabezpečovací signalizace
MW	micro wave
I/O	vstupně výstupní
PDU	Protocol Data Unit
ADU	Application Data Unit
EIB	European Installation Bus
UPS	Uninterruptible Power Supply/Source (zdroj nepřerušovaného napájení)
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav

Seznam značek (symbolů proměnných a funkcí)

q aktuální zátěž kotle, s

$t_{i,wk}$ korigovaná žádaná teplota v prostoru

Seznam obrázků

Obr. 1.1 – Hierarchie automatizovaného systému	17
Obr. 1.2 – Grafy průzkumu.....	20
Obr. 3.1 – Příklad IRC regulace	30
Obr. 3.2 – Příklad HVAC systému	31
Obr. 3.3 – Porovnání nákladů	32
Obr. 3.4 – Schema kombinace TČ a solárního panelu.....	34
Obr. 3.5 – Regulace podle vnitřní teploty.....	36
Obr. 3.6 – Příklad otopné křivky	37
Obr. 3.7 – Křivky zátěží.....	38
Obr. 3.8 – Systém vytápění.....	41
Obr. 3.9 – Značka stmívače světla	42
Obr. 3.10 – Jablotron	45
Obr. 4.1 – Bloková struktura programovatelného automatu	47
Obr. 4.2 – PLC značky Domat Control System.....	51
Obr. 4.3 – PLC značky Siemens Simatic.....	51
Obr. 5.1 – Komunikace RS485	53
Obr. 5.2 – Modbus protokol.....	53
Obr. 5.3 – Sběrnice M-Bus	55
Obr. 5.4 – EIB sběrnice	57
Obr. 5.5 – KNX sběrnice	58
Obr. 5.6 – LON sběrnice.....	59
Obr. 6.1 – ESBE Servopohon ARA 663.....	60
Obr. 6.2 – RTM1 pokojové čidlo teploty.....	61
Obr. 6.3 – UC011 pokojový ovladač, RS485	62
Obr. 6.4 – UPS zdroj.....	63
Obr. 6.5 – Modul MIRO GSM	64
Obr. 7.1 – Struktura systému	66
Obr. 7.2 – Technologické schéma vytápění.....	67
Obr. 7.3 – Blokové schéma EZS.....	67
Obr. 7.4 – Zapojení KNX	68
Obr. 7.5 – Blokové schéma EZS.....	68
Obr. 7.6 – Merbon IDE.....	71

Obr. 7.7 – Rozcestník vizualizace	72
Obr. 7.8 – Kotelna.....	73
Obr. 7.9 – Topné větve	73
Obr. 7.10 – 1. patro	74
Obr. 7.11 – Pokojové ovladače	74
Obr. 7.12 – Prostředí Contport.....	75
Obr. 7.13 – Prostředí Grafana	76
Obr. 7.14 – Závislost nákladů na výkonnosti	77

Seznam tabulek

Tab. 4.1 – Specifikace přístroje.....	50
Tab. 4.2 – Specifikace přístroje	51
Tab. 4.3 – Specifikace přístroje.....	51
Tab. 7.1 – Seznam komponent	68

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá bližším popisem automatizace pro rodinné domy. Nové moderní průmyslové budovy jsou již projektovány od samotného začátku, tak aby byly co možná nejvíce automatizované. Jednou z nejdůležitějších systémů, které lze řídit je vytápění, které při co možná nejvíce úsporném řešení, snižuje náklady na provoz celé budovy. Tyto systémy mohou být spojeny se vzduchotechnikou, klimatizací atd. Bohužel pro rodinné domy je volba automatizovaných systémů velmi komplikovaná, protože každý majitel rodinného domu má jiné představy a požadavky o tom, co je pro něj výhodné a co naopak zbytečné. Nedílnou součástí je také cena systému MaR, která mnohdy překračuje cenu elektroinstalace rodinného domu několikrát. Proto jsem se rozhodl popsat jednotlivé prvky automatizovaného systému pro rodinný dům.

V teoretické části je podrobněji popsán význam inteligentního řízení, který se často plete s automatizovaným řízením. S ním spojená efektivita systému, kde jsou popsány hlavní výhody a nevýhody inteligentního řízení. V další kapitole jsou popsány normy pro projektovou dokumentaci MaR. Další kapitola se zabývá pojmem inteligentní domy, kde je čtenář seznámen s projektováním systému. Poté je popsán princip PLC a jeho využití s příklady značek jednotlivých automatů. Dále jsou zde blíže popsány programy pro tvorbu a projektování vizualizačních programů pro programovatelný automat. V poslední teoretické části jsou uvedeny příklady toho, co lze řídit v rodinném domě.

Po seznámení s veškerou teoretickou problematikou spojenou s inteligentním řízením jsou další kapitoly věnované praktickému řešení projektování systému MaR. Nejprve je představen návrh projektu MaR pro rodinný dům, dále pak jeho postupná realizace. Poslední kapitola je věnována samotnému vizualizačnímu programu pomocí něhož, lze řídit systém MaR. V závěru popisují celkové zhodnocení této diplomové práce, a to především vlastní projekt pro inteligentní dům, kde popisují výhody a nevýhody celkové regulace.

1 AUTOMATIZOVANÉ SYSTÉMY

Úroveň automatizace v obytných a komerčních budovách se neustále zvyšuje. Nejen kvůli rostoucí poptávce po větším pohodlí a účinnosti, ale také pro výhody, která přináší automatizace budov s ohledem na úspory a řízení energie. Dalším důležitým faktorem je bezpečnost, zejména v obytných budovách. Automatizace budov se vyvinula v samostatný a významný aplikační obor automatizační techniky, která poskytuje zákaznický orientovaná řešení jak provozovatelům, tak uživatelům všech druhů budov. Automatizační prvky, jakými jsou senzory, akční členy a regulátory, řídicí mikropočítače a vizualizace procesů zpravidla fungují v režimu distribuované inteligence. Tato zařízení musí být vybavena komunikačním systémem pro vzájemnou výměnu dat. Pro snazší pochopení dané problematiky je důležité osvojit si pojmy, které jsou úzce spjaty s automatizací.

Automatizace – označuje použití samočinných řídicích systémů k řízení technologických zařízení a procesů. Z pohledu industrializace jde o krok následující po mechanizaci, kdy byla lidská manuální činnost nahrazena stroji. Rozlišujeme automatizaci komplexní, kdy je celkový proces automatizován a člověk přebírá roli obsluhy a plánování a automatizaci dílčí, kdy je automatizován jen určitý proces nebo funkce, zatímco zbylé fáze procesu jsou závislé na lidském faktoru. Podle toho, co chceme řídit, lze automatizaci rozdělit do dvou typů.

První je automatizace výrobních procesů, které jsou zapojeny do výroby určitých produktů, například strojírenský, potravinářský, stavební, automobilový průmysl.

Druhý typ je automatizace nevýrobních procesů, které jsou především z oblasti služeb, například zdravotnictví, vzdělání, telekomunikační procesy.

Dále je důležité rozlišovat pojem nepružná (tvrdá) automatizace, která spočívá v tom, že program automatického řízení, nelze vyměnit nebo je velmi nákladný. Na rozdíl od toho pružná automatizace povoluje výměnu programu při daleko nižších nákladech.

Systém se dále dělí na 3 stupně automatizace:

Automatické ovládání – soustava, zajišťující ovládání, nemá zprávy o skutečných následcích svého působení, tj. otevřený obvod regulace.

Automatická regulace – je samočinné udržování regulované veličiny podle daných podmínek a hodnot, tj. uzavřený obvod regulace.

Automatické řízení – je realizované samočinným technickým zařízením (regulátorem).

Průmysl 4.0 – jedná se o tzv. 4. průmyslovou revoluci, která zahrnuje kompletní digitalizaci, robotizaci a automatizaci téměř veškeré lidské činnosti pro zajištění větší rychlosti a efektivity výroby přesnějších, odolnějších, spolehlivějších a levnějších produktů. Veškeré automatické prvky jsou propojeny sítí, díky které, mezi sebou komunikují a předávají si informace. V dnešní době je to spíše pojem, který využívají hlavně manažeři velkých firem pro zvýšení poptávky nových moderních technologií, které jsou nezávislé na lidské obsluze (Automatizace.hw.cz, 2019).

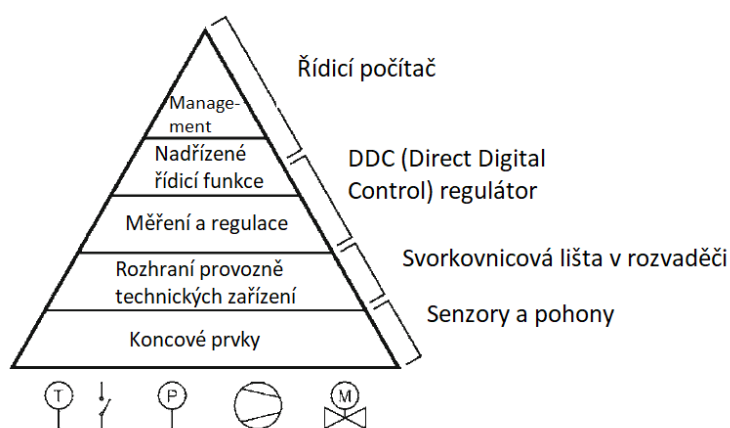
Umělá inteligence – je souhrnný název pro strojové napodobení samostatného myšlení inteligentního jednání člověka. Tyto systémy umí získávat zkušenosti a učit se z nich. Nejčastěji je umělá inteligence řešena pomocí neuronových sítí. Tyto systémy jsou na samotném začátku, a proto nelze spojovat umělou inteligenci s inteligentním domem. Inteligentní dům je jakým si začátkem toho, kam vývoj umělé inteligence spěje. Na druhou stranu je zapotřebí se zamyslet, do jaké míry by byla umělá inteligence přínosná pro rodinné budovy. Důležitým faktorem umělé inteligence v rodinných domech by měla být bezpečnost a soukromí každého obyvatele domu.

Intelligentní řízení budov – má za úkol integrovat veškeré technologické celky, které jsou v dané budově obsaženy. Většinou se jedná o systémy vytápění, vzduchotechniku, klimatizaci, zabezpečovací systémy, světla, žaluzie a rolety. Cílem inteligentního řízení domu je zajistit nejen pohodlí a komfort obyvatelům, ale také snížit náklady na provoz domu a jeho údržbu, zajistit maximální bezpečí a v neposlední řadě také rozptýlení a zábavu (Spel.cz, 2019).

1.1 STRUKTURA ŘÍDICÍHO SYSTÉM

Řídicí systémy lze rozdělit na 3 typy řízení. První je centralizované řízení, které pracuje na principu jediného řídicího počítače pro řízení celého procesu. Dalším řízením je distribuované řízení, kde je více řídicích počítačů umístěno u jednotlivých bloků. Poslední nejrozšířenější je distribuované hierarchické řízení, které řídí nadřazený počítač a pod ním jsou jednotlivé podsystémy.

Aby bylo možné systém řídit, je nezbytnou součástí struktura komponent, potřebných pro automatizaci. Komponenty potřebné pro zpracování řídicích funkcí v automatizovaných systémech jsou organizovány hierarchicky. Typická architektura v automatizovaných budovách je vyobrazena na obr. 1.1 (Merz, 2009).



Obr. 1.1 – Hierarchie automatizovaného systému (Inbudovy.cz, 2012)

Mezi hlavní funkce řídicího systému patří:

- měření technologických veličin,
- logické řízení,
- analýza procesu,
- ukládání dat,
- stabilizace parametrů procesu.

1.2 AUTOMATIZACE OBYTNÝCH BUDOV

V mnoha moderních obytných budovách je samozřejmostí řada automatizovaných funkcí budovy. Jedním z nejznámějších příkladů je použití regulačních systémů pro vytápění, a to zejména pro optimální regulaci spotřeby energie. Dnes všechny nové instalace mají regulaci vytápění a regulátory prostorové teploty (termostaty). Tyto termostaty se obvykle dodávají s vestavěným časovým spínačem, kdy lze automaticky snížit pokojovou teplotu v noci.

Automatické ovládání osvětlení, elektroniky atd. je věc zkoumání, do jaké míry lze považovat řízení za komfortní a do jaké míry za zbytečné. V průmyslových budovách jde především o snížení nákladu a zvýšení zisku, které je poměrně jednoduše realizovatelné. Výsledné podmínky jsou přesně dány. Avšak u rodinného domu, záleží na jednotlivém obyvateli domu, do jaké míry je „líný“ a potřebuje nahradit inteligentním řízením (MERZ, 2009).

Automatizace v soukromých obytných budovách se zaměřuje na:

- efektivita nákladů / úspory energie,
- komfort a pohodlí,
- bezpečnost.

Základem chytrých domácností je kvalitní elektroinstalace, která se skládá ze silnoproudé a slaboproudé varianty. Každý prvek musí mít přiveden napájecí a ovládací kabel. Nejčastěji se používá pro ovládací část kabel J-Y(St)Y 2x2x0,8 mm nebo kroucená dvojlinka UTP. Pro silovou část je nejčastěji zvolen kabel typu CYKY 3×1,5 mm nebo CYKY 3×2,5 mm. Jedním z nejdůležitějších částí projektu je jeho spuštění a odladění softwaru. Při špatně napsaném programu, či špatného projektu může daný systém zhoršovat kvalitu bydlení. Proto by tato činnost měla být nechána na odborníky.

1.3 AUTOMATIZACE PRŮMYSLOVÝCH BUDOV

Průmyslové budovy v rámci automatizace jsou budovy slouží čistě pro specifický účel, například kanceláře, nákupní centra, nemocnice, železniční stanice, pivovary. V moderních budovách existuje řada automatizačních systémů pro vytápění, větrání a klimatizaci. Aby tyto systémy fungovaly ekonomicky úsporněji, jsou vybaveny sofistikovanými řídicími prvky, které jsou propojeny pomocí sběrnic a sítí s programovatelným automatem.

Tyto řídicí systémy optimalizují spotřebu energie a umožňují podporu personálu, aby mohli efektivněji vykonávat svou práci. Studie provedené na pracovišti ukázaly, že výkonnost zaměstnanců a produktivita je na nejvyšší úrovni v komfortním prostředí a výrazně klesá, jestliže například teplota v kanceláři je v létě příliš vysoká. Toto vedlo k instalaci klimatizačních systémů v rostoucím počtu kanceláří v nových komerčních budov. Dokonce i způsob fungování těchto systémů se změnil. Dnes žaluzie a osvětlení lze ovládat z kancelářských počítačů, což zvyšuje pohodlí a použitelnost a tím je optimalizována produktivita a výkon zaměstnanců (Merz, 2009).

Automatizace v průmyslových budovách se zaměřuje na:

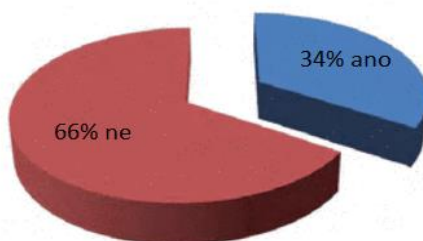
- efektivita nákladů / úspory energie,
- technologický postup dané problematiky,
- bezpečnost,
- komfort a pohodlí.

Automatizované linky jsou velký přínos pro firmy, díky kterým efektivně nahrazují lidské síly. Při realizaci je kladen velký důraz na bezpečnost. Samotné zkoušení se provádí pod přísnou bezpečnostní kontrolou, aby nedošlo k poškození zkoušeného materiálu, či dokonce k úrazu obsluhy.

1.4 EFEKTIVITA SYSTÉMU MAR

Jedním z důležitých faktorů instalace řídicího systému je jeho efektivita. Ta nám přináší určitý komfort a celkové snížení nákladů na provoz. Ovšem to je pouze teorie a reálná praxe je trochu jinde. Internetová stránka inbudovy.cz dělala průzkum, do jaké míry jsou inteligentní budovy využívány a co od nich očekávají. Více než třetina respondentů, kteří se do průzkumu zapojili, ve svém domě využívá některý ze systémů automatizace a 52 procent z nich o jeho pořízení uvažuje. To je jistě dobrá zpráva pro firmy, které se vývojem, výrobou a prodejem systémů pro inteligentní budovy zabývají.

Využíváte systému automatizace ve vašem domě?



Nepoužíváte-li systém, uvažujete o něm?



Obr. 1.2 – Grafy průzkumu (Inbudovy.cz, 2012)

Nejdůležitější se respondentům jeví možnost ovládat prostřednictvím systému automatizace vytápění a větrání v domě. Nejméně hlasů pak dostala v průzkumu možnost řídit domácí elektrospotřebiče (Inbudovy.cz, 2012).

Systémy MaR se vyznačují širokou škálou využití. Systémem je možné ovládat žaluzie, vytápění, osvětlení, tepelná čerpadla, využívat informace ze solárních nebo fotovoltaických systémů, řídit závlahu, zabezpečovací systém, audio a mnoha dalšího, co si jen zákazník přeje, a je možné realizovat. Kromě praktických a každodenních záležitostí je pro uživatele příjemné, pokud si mohou prostřednictvím systémů pro inteligentní domy vytvořit v domácnosti i příjemnou atmosféru. K nejrozšířenějším systémům automatizace budov patří KNX. Další velmi známý řídicí systém je Tecomat Foxtrot, který je nástrojem pro projektové, elektroinstalační a programátorské firmy. Pro průmyslové budovy jsou nejrozšířenější řídicí systémy od společnosti Siemens, Domat Control systém.

Cena Instalace

Výsledná cena instalace se nedá přímo určit. Závisí na rozsahu inteligentního řízení a velikost objektu. Podle průzkumu se dá říci, že hlavním faktorem jsou úspory energie než cena systému. Přibližně se cena pro standartní rodinný dům o ploše 150 m² pohybuje okolo 50 až 70 000 korun za komponenty. Celková cena i s montáží činní 200 000 korun.

Přínos efektivního řízení energie

Energetické náklady spojené s provozem budov, které je možné významně snížit. Nižší provozní výdaje nejen zvýší krátkodobý zisk z provozu, ale projeví se také zrychlením návratnosti investic podnikatelů, zákazník navíc pravidelně získává aktuální informace o spotřebě energie, která tak může být přizpůsobena konkrétním potřebám.

Bezproblémová kompatibilita

Klíčovou vlastností technologií v budovách je právě kompatibilita řídicích systémů. Chceme-li, aby všechna zařízení spolu dokázala bezproblémově komunikovat, musí mít nastaveny stejné komunikační protokoly. Za standardy komunikace se považuje LonWorks, KNX, Ethernet (TCP/IP) a Modbus. Jde o otevřené komunikační protokoly, které umožňují bezproblémovou komunikaci zařízení různých výrobců

2 ZÁSADY A NORMY PRO MAR

Měření a regulace je pojem, který se používá především v elektrotechnickém odvětví, avšak je spojen s celou řadou jiných profesí. Aby bylo možné řídicí systém naprojektovat, je zapotřebí spolupracovat se všemi dodavatelskými a instalačními firmami, jejíž systém chceme řídit. Tyto firmy navzájem spolupracují a realizují požadavky investora, který ve svém zadání určí, jak vysoký standard má systém splňovat.

K tomu, aby mohl být projekt navržen a realizován, musí být provedená analýza budovy, díky které vyplyne zadání a požadavky na efektivní snížení nákladů a zlepšení komfortu budovy. U průmyslových a částečně u rodinných domů se také po analýze vypočítává návratnost investice.

Po analýze se přechází ke konceptu inteligentní budovy, na které by se měl podílet hlavně investor a uživatel, protože jen na nich závisí míra komfortu užívání, zabezpečení a dalších aspektů.

Z hlediska přípravy stavby pak řídicí systémy přinášejí nový prvek. Práce na jednotlivých podsystémech nemohou být prováděny nezávisle, protože bez jejich koordinace může v konečném důsledku dojít ke zvýšení nákladů na jejich pořízení nebo výjimečně i ke znemožnění jejich spolupráce.

Z technického hlediska prostředí staveb je nejdůležitější součástí systém MaR. Každý systém se skládá z řídicí centrály, podružné programovatelné stanice a periferií, tj. čidel, regulačních a uzavíratelných armatur, servopohonů atd. To znamená, že systém musí být schopen regulovat teplotu v jednotlivých místnostech s vazbou na zdroj tepla, a přitom musí komunikovat s dalšími systémy v objektu, popřípadě v celém komplexu objektů (Tzb-info.cz, 2004).

2.1 NORMY PRO DOKUMENTACI

Při psaní projektové dokumentace je zapotřebí postupovat podle platných norem pro Českou republiku, popřípadě mezinárodních norem. Projektant by neměl vytvářet vlastní značky, pokud jsou již definované určitou normou. Technické normy jsou zpravidla dokumentované dohody. Dále jsou to pravidla pro všeobecné a opakované použití, charakteristiky činností nebo jejich výsledků. Tyto normy zajišťují, aby výrobky, postupy a služby, vyhovovaly danému účelu. Pro lepší orientaci zákon zavádí tyto pojmy:

Technický předpis – právní předpis obsahující technické požadavky na výrobek (zákony, vyhlášky).

Technická norma ČSN – norma přijata podle zákona č. 22/1997 Sb.

Jiná technická norma – technické normy přijaté v jiných státech nebo nadnárodních institucích.

Technický dokument – dokument obsahující technické požadavky na výrobek, které nejsou technickým předpisem ani technickou normou.

Závaznost technických norem

Dříve byly normy závazným podkladem, avšak nyní jsou kvalifikovány jako doporučené. Dle zákona č. 22/1997 Sb není česká technická norma závazná. Z toho vyplývá, že jejich používání je dobrovolné, ale jejich dodržování je nezbytné pro:

- volný oběh zboží a služeb v rámci trhu Evropské unie, ale i jiných lokalit,
- dodržení kritérií referenční úrovně výrobků a služeb, výsledků zkoušek apod.,
- dodržení kritérií bezpečnosti výrobků, postupů aj.,
- dodržení kritérií konkurenčních podmínek apod.

Povinnost dodržovat normy také může vyplývat z:

- požadavků právních předpisů,
- rozhodnutí správních orgánů,
- ustanovení obchodních smluv,
- podmínek výběrového řízení či realizace veřejných zakázek,
- firemních směrnic nebo pokynů (Pruška, 2011).

Technické normy jsou vyhlašovány, rušeny a měněny prostřednictvím Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Věstník ÚNMZ lze sledovat na internetové stránce www.unmz.cz.

Technické normalizační informace

Technické normalizační informace jsou technické normalizační dokumenty informativního charakteru. Označují se zkratkou TNI a šestimístným číslem podle zásad shodných s tříděním českých technických norem (ČSN).

TNI obsahuje technické požadavky, které nemají předpoklad zpracování na úrovni norem, nebo jsou do nich převzaty některé osvědčené údaje ze zrušených ČSN, jejichž zachování a využití je účelné, případně jsou do nich převzaty některé jiné normativní dokumenty, které nelze vydat jako ČSN. Mohou být tedy komentářem k některým složitějším normám. Doba platnosti TNI se stanoví na 3 roky. Mnohdy pro lepší pochopení norem je zcela nezbytné TNI jako vysvětlující komentář (Pruška, 2011).

Příklad vztahu ČSN a TNI:

TNI 33 2000-6-61 - Elektrické instalace budov – Část 6-61: Revize – Výchozí revize – Komentář k ČSN 33 2000-6-61 ed.2.

Směrnice EU a harmonizované normy EN

Evropská unie vydává řadu směrnic jako Evropské směrnice, z nichž některé mají technický obsah a členské státy musí tyto směrnice zavést do svého právního řádu. Tyto směrnice zavádí Česká republika formou Nařízení vlády. K těmto směrnicím s technickým obsahem jsou v normalizačních orgánech EU zpracovány tzv. harmonizované normy, jejichž účelem je konkretizovat požadavky směrnic technickými parametry apod. Dodržení harmonizovaných norem umožňuje získání prohlášení o shodě a umístění značky CE na výrobek.

Touto značkou výrobce nebo distributor stvrzuje, že výrobek je bezpečný ve smyslu zmíněných Evropských směrnic a lze jej rozšiřovat na evropském trhu, do kterého automaticky patří i náš trh. Za toto prohlášení nese plnou odpovědnost ten, kdo takovou značku na výrobek umístil, a to se všemi právními důsledky. Tyto značky najdeme na většině zboží, od hraček až po elektroniku. Tato značka není značkou stupně kvality, ale pouze značkou bezpečnosti výrobku ve smyslu Evropských směrnic (Pruška, 2011).

2.2 ROZDĚLENÍ ČSN

Přístup k technickým normám není zdarma jako u zákonů a vyhlášek. Normy si musí uživatel koupit a tím financovat proces jejich výroby. Jsou prodávány v papírové a elektronické podobě a podléhají ochraně autorských práv. Pro MaR jsou důležité normy, které se zabývají elektrotechnikou a dokumentací.

Rozdělení ČSN do tříd:

- 33 Elektrotechnika – elektrotechnické předpisy,
- 34–36 Elektrotechnika,
- 37 Elektrotechnika – energetika.

ČSN 34 1390 (341390)

Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro ochranu před bleskem. Norma platí pro projektování, provádění a zřizování hromosvodů i ostatních zařízení, sloužících k ochraně budov a objektů před bleskem a před ostatními škodlivými účinky atmosférické elektřiny (například indukčními). Platí v plném rozsahu pro nová zařízení hromosvodů a pro nové části při doplňování a rozšiřování dosavadních hromosvodů.

ČSN 33 1500 (331500)

Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení. Norma je základní normou pro provádění revizí elektrických zařízení ve smyslu ČSN 33 0010 a zařízení pro ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny.

ČSN EN 61355-1 ED.2 (013721)

Třídění a označování dokumentů pro průmyslové celky, systémy a zařízení. Norma poskytuje pravidla a směrnice pro třídění dokumentů na základě charakteristického obsahu informací v nich obsažených. Spolu s písmenným kódem, udávajícím třídu druhu dokumentu, jsou poskytnuta pravidla a směrnice pro jeho použití v označovacím kódu dokumentu. Je důležitá pro dokumenty, používané ve všech technických oborech (odvětvích) během životního cyklu průmyslového celku, systému nebo zařízení (Pruška, 2011).

ČSN 33 2000-1 ED.2 (332000)

Elektrické instalace nízkého napětí. ČSN 33 2000-1 ed.2 určuje základní pravidla pro návrh, stavbu a revize elektrického zařízení nízkého napětí, která zajišťují bezpečnost osob, užitných zvířat a věcí před úrazem a nebezpečím poškození, které může vzniknout při normálním použití tohoto elektrického zařízení. Norma též obsahuje opatření pro řádné fungování těchto zařízení.

ČSN EN 60529

Stupně ochrany krytem. Norma platí pro ochranu elektrických zařízení krytem, kdy je způsob ochrany vyjádřen pomocí IP kódu.

2.3 TVORBA PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

Začátkem každé dokumentace je poptávka projektu (zakázka). Aby vznikla zakázka je zapotřebí investor, který financuje projekt. Dále je zapotřebí projektant, který navrhuje řešení dané problematiky. Poté nastupuje realizační firma, která zajišťuje realizaci daného projektu.

Pro projektovou činnost je na prvním místě studie dané problematiky. Dále pak vytvoření nabídky, jenž obsahuje odhad ceny projektu, který je poslán do výběrového řízení. Jestliže je zakázka vyhrána, začíná zpracování kompletní dokumentace MaR, která je součástí celkové dokumentace, která se skládá například ze silnoproudé, slaboproudé, stavební, technologické dokumentace. Důležitou součástí dokumentace je vyčíslení jednotlivých položek prací a použitých komponent. Veškeré nabídky jsou konzultovány s investorem. Často dochází ke změně v průběhu projektu, a tudíž je zapotřebí počítat při tvorbě projektu se změnami. Nejčastěji dochází ke změnám při montáži, kdy se zjistí, že dané řešení je expozičně nebo finančně těžko realizovatelné (Pruška, 2011).

Pro lepší orientaci v dané problematice, je důležité rozdělovat určité pojmy a pochopit jejich znění. Přestože je jejich význam definován poměrně jasně, v běžné praxi jsou používány nesprávným způsobem.

Dokument – zaznamenaná informace.

Dokumentace – soubor dokumentů.

Projekt – časově ohraničené úsilí, směřující k vytvoření unikátního produktu nebo služby. Často se tímto pojmem nesprávně označuje technická dokumentace.

Projektová dokumentace – soubor dokumentů nutných pro realizaci Projektu. Její dokumenty se seskupují do různých sestav, dle účelu použití např. technická, technologická, obchodní dokumentace.

Technická dokumentace – zahrnuje poměrně širokou škálu dokumentů nutných pro výrobu technických zařízení, jejich aplikaci, užívání a jejich následnou likvidaci.

Dnešní projekční systémy napomáhají projektantům jak k rychlému vytvoření úvodní dokumentace, tak hlavně k tvorbě následné kompletní detailní dokumentace celého projektovaného zařízení. Z obecného hlediska lze oblast elektrotechniky rozdělit do následujících oblastí:

- oblast průmyslové automatizace a MaR,
- oblast průmyslových silnoproudých instalací,
- oblast elektroinstalací budov,
- oblast elektroinstalace dopravních vozidel,
- oblast distribuce elektrické energie (Pruška, 2011).

Průběh tvorby dokumentace

V průběhu první etapy dochází k tvorbě soupisu okruhů, soupisů motorů apod. Jedná se vlastně o přepsání a utřídění dostupných podkladů do přehledné formy, o volbu typů čidel a ostatních přístrojů a o stanovení jejich požadavků na rozsah řídicího systému, případně požadavků na parametry napájecích zdrojů. Tyto soupisy posléze slouží jako podklad pro vlastní kreslení schémat.

V druhé etapě dochází k tvorbě vlastních schémat, specifikací, dispozičních výkresů. Efektivita projekční práce je zásadním způsobem vázána na opakovatelnost. Pokud se zapojení, nebo jednotlivé motivy dají používat opakovaně a projekční SW a vhodně zvolený systém značení prvků umožní využívání knihoven zapojení, maker nebo i jednoduchého kopírování, tak efektivita tvorby schémat může být opravdu vysoká. Je třeba si ale uvědomit, že tvorba schémat a vlastní technické dokumentace je pouze jednou z činností projektanta. Potom záleží na organizaci práce a možnostech specializace projekčního týmu, zda bude mít tato zvýšená efektivita opravdu vliv na průběh zakázky.

Třetí etapa projekční činnosti se zabývá tzv. zkreslením skutečného stavu realizovaného zařízení. Tato etapa může být dvojího druhu. V tom jednodušším případě se do stávající montážní dokumentace dokreslí jen změny, které byly při realizaci zařízení provedeny odlišně oproti původnímu projektu. V tom druhém případě (hlavně u rozsáhlých zařízení) je potřebné přepracovat od různých dodavatelů vypracovanou montážní (po rozvaděčích a dílčích celcích) dokumentaci do snadněji a jednodušeji čitelných funkčních schémat. V této etapě také dochází k sjednocení a formálním úpravám dokumentace tak, aby dokumentace byla celkově přehledná a umožňovala efektivní servis a údržbu. Dokumentace má být vždy koncipována jako otevřený systém umožňující následné změny a doplnění.

Pro dimenzování zařízení a tvorbu specifikací skládaných sestav je chytrým pomocníkem konfigurátor daného výrobce. Využívají fyzikálních zákonů interpretovaných výpočetními postupy uvedenými v normách. Použití konfigurátorů je výhodné v tom, že hlídají kompletnost sestavy a upozorňují na evidentně chybná zadání či chybějící příslušenství. Další výhodnou funkcí konfigurátorů bývá možnost získat obratem i informaci o ceně a termínu dodání.

3 MĚŘENÍ A REGULACE INTELIGENTNÍHO DOMU

V této kapitole jsou důkladně popsány systémy, které zle řídit v inteligentním domě. Jak moc komplexní systém bude instalován do rodinného domu, závisí především na financích uživatele domu. Proto se často volí pouze ty systémy, které snižují náklady na provoz budovy. Nejčastěji řešená regulace v budově je tzv. IRC regulace, která je blíže popsána v následující kapitole.

3.1 IRC REGULACE

IRC regulace je vhodné řešení pro všechny objekty s libovolnými tepelnými zdroji. Představuje řízení vytápění pro jednotlivé místnosti nezávisle na sobě. V každé řízené místnosti je čidlo, které měří aktuální teplotu a na základě porovnání s nastavenou požadovanou teplotou v časovém režimu pro danou místnost, se zapíná nebo vypíná příslušné topidlo. Podstatou je zohlednění různých podmínek dodávky tepla (nebo chlazení) podle okamžité potřeby např. v souvislosti s orientací ke světovým stranám. Mnohdy jde o zcela protichůdné požadavky, kdy na jedné straně musí být aktivní otopný systém, zatímco na osluněné straně musí být tepelná zátěž eliminována zacloněním oken.

V současné době dokonce mohou řídicí systémy zajišťovat automatizaci údržby, kdy prostřednictvím SMS informují servisní firmu mnohdy dříve, než se o tom doví uživatel. Klíčovou vlastností je pak kompatibilita. Předpokladem pro její zajištění je pečlivá a promyšlená příprava investorem již ve fázi přípravy stavby. Technicky pak kompatibilitu zajistí dodržení komunikačních standardů mezi jednotlivými systémy.

Řešení s centrální řídicí jednotkou, která ovládá z jednoho místa všechny místnosti, je výhodné oproti lokálním termostatům v tom, že není nutné přecházet mezi místnostmi při požadavku na změnu teploty a od určitém počtu čidel jsou i pořizovací náklady nižší. IRC regulace mohou být také pohodlně ovládány z PC nebo mobilních zařízení (Bmr.cz, 2019).



Obr. 3.1 – Příklad IRC regulace (Nbsinvest.cz, 2019)

3.2 HVAC SYSTÉM

HVAC systémy se skládají ze systému topení, větrání a chlazení. Jsou jedním z nejdůležitějších systémů, který lze řídit pomocí PLC. Jedná se o velmi rozsáhlou oblast, řešenou v určitém rozsahu na každé stavbě. Pro udržení tepelné vyváženosti v našich klimatických podmínkách nutno v interiéru instalovat otopný systém, případně chlazení, a obojí dimenzovat na mezní teploty, které nastávají nebo jsou překročeny jen několik dní v roce. Celkový systém je tak co do kapacity předimenzován a většinu roku se musí jeho činnost regulovat, a to především z hlediska výkonu a ekonomičnosti provozu.

Pro konkrétní podmínky stavby existuje mnoho různých řešení. Za prvé jsou to dispozice a provedení stavby, dále z hlediska volby typu otopné soustavy, či klimatizace a způsobu samotné regulace teploty. Vhodným řešením je také osazení kvalitní tepelné izolace stěn a oken, situováním větších prosklených ploch k jihu nebo k obloze a jejich zastínění venkovními žaluziemi, lze docílit tepelné pohody s mnohem jednodušším i levnějším systémem HVAC, který se lépe reguluje než u nevhodně situované stavby. V inteligentních budovách je žádoucí, aby systém řízení HVAC s ostatními systémy komunikoval a vhodně reagoval na jejich stav (Inbudovy.cz, 2013).



Obr. 3.2 – Příklad HVAC systému (Servicechampions.net, 2018)

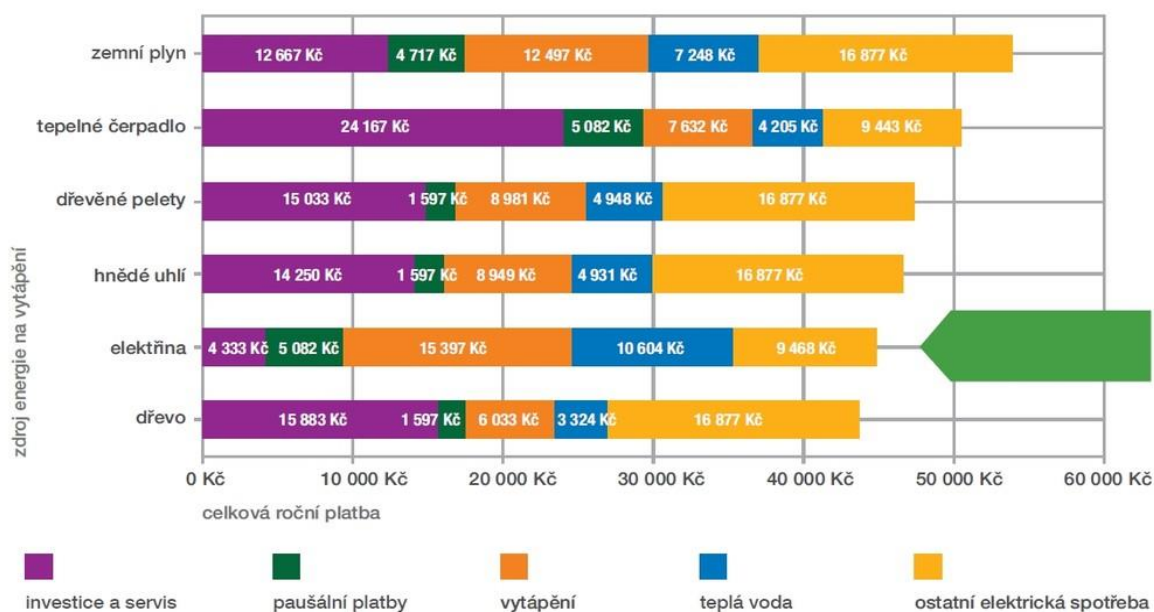
Nároky kladené systémem HVAC na výpočetní výkon řídicích jednotek mohou být někdy poměrně značné, například pro běžný rodinný dům s 20 zónami (cca 40 měřeními teplot nebo vlhkostí) probíhá na sběrnících čtení teplot a výstupů poměrně rušná komunikace. Pro měření teplot s rozlišením $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ v běžném provozu objektu posílá data do řídicí jednotky zhruba každých 400 ms, přitom musí řídicí systém mimo samotné regulace a obsluhy dalších napojených technologií zajistit komunikaci s okolím a permanentně reagovat na povely uživatele. Výhody jednotek značky Crestron podtrhuje velmi nízká energetická náročnost (pouze cca 2–4 W) a absence pohyblivých částí, takže je možno bez komplikací realizovat inteligentní řízení i v úsporných nebo pasivních domech.

Řízení HVAC, osvětlení, komunikace v daném objektu je buď realizováno přímo systémovými prvky Crestron, nebo vazbou na autonomní regulační jednotky dílčích systémů jiných výrobců, jejichž funkcionalitu pak řídicí systém zastřešuje, případně doplňuje a zpřístupňuje jejich možnosti ovládání uživateli přes dotykové panely a další ovladače s jednotným uživatelským rozhraním. Pokud je provedena vhodná stavební příprava, může být řešení topení a ovládání dalších částí domu pomocí komponent Crestron ve výsledku levnější než osazení a následná integrace technologických částí třetích stran.

3.3 REGULACE VYTÁPĚNÍ V RODINNÝCH DOMECH

Nejrozšířenější regulací v rodinných domech je právě vytápění a její co možná nejeфекtivnější regulace. Pro kvalitní regulaci je nejdůležitější samotná budova. A to především její zateplení. Dále je zde na výběr celá řada možností, jak vytápět rodinný dům. Nejprve je důležité rozmyslet, čím bude vytápěna soustava. Na výběr jsou tuhá paliva, která jsou z pohledu automatizace a regulace nejméně efektivní. Dále pak vytápění pomocí plynu, kde účinnost využití energetického obsahu je díky pokrokové technologii a dokonalé regulaci u moderních spotřebičů výrazně vyšší, než u ostatních neobnovitelných i obnovitelných zdrojů.

Využívání elektrické energie k vytápění má navzdory současným legislativním omezením nemalý počet příznivců. Důvodem je skutečnost, že se díky snadné a velice přesné regulaci jedná o bezesporu nejkomfortnější a současně investičně nejméně nákladný způsob vytápění. Nízké pořizovací náklady na otopnou soustavu dostatečně kompenzují vyšší cenu elektřiny, a to zejména v případě vytápění domů s nízkou spotřebou energie. Elektrické vytápění může být realizováno v rámci stavební konstrukce (podlaha, stěna, strop), jako teplovodní otopná soustava s elektrickým kotlem nebo tepelným čerpadlem nebo samostatnými topnými tělesy a prvky (Tzb-info.cz, 2019).



Obr. 3.3 – Porovnání nákladů (Tzb-info.cz, 2019)

3.3.1 Tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla se řadí mezi alternativní zdroje energie, protože umožňují odnímat teplo z okolního prostředí (vody, vzduchu nebo země), převádět ho na vyšší teplotní hladinu a následně účelně využít pro vytápění nebo přípravu teplé vody. Pro přečerpání tepla na vyšší teplotní hladinu je třeba dodat určité množství energie. Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části chladicího okruhu: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Odebrané venkovnímu prostředí se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu) při relativně nízké teplotě. Zahřátím chladiva dojde k jeho odpaření a páry jsou následně stlačeny v kompresoru na vysoký tlak. Stlačené chladivo je přiváděno do kondenzátoru, kde při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo teplo ve výparníku odebráno. V expanzním ventilu se cyklus uzavírá a dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku.

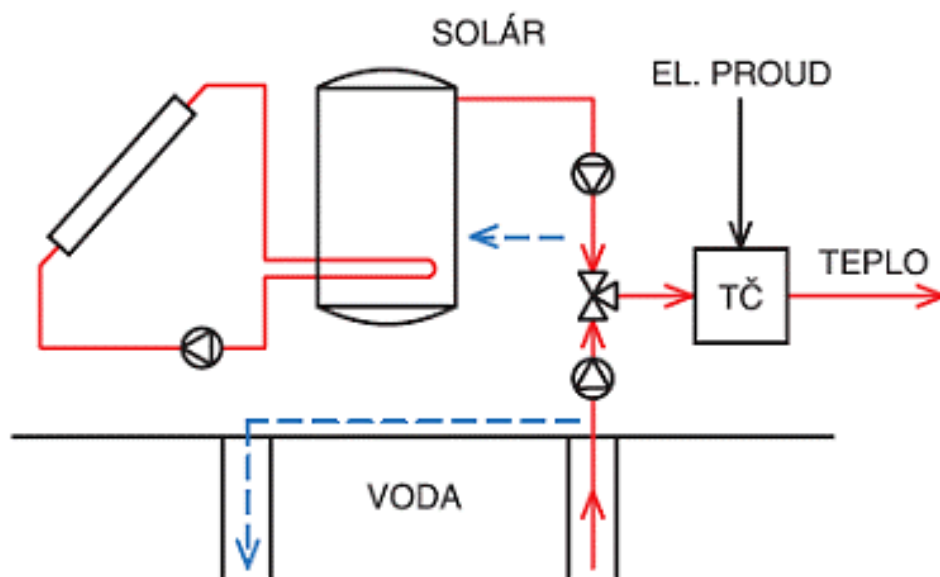
Tepelná čerpadla se hojně instalují v rodinných domech především jako náhrada vytápění elektřinou nebo za zdroje na tuhá a kapalná paliva (uhlí, topný olej, atd.) Výhodou oproti vytápění elektřinou je 2,5 až 4 násobně nižší spotřeba elektrické energie, výhodou proti tuhým palivům je komfort provozu. Velikost úspory závisí na sezónním topném faktoru SPF, který se liší podle typu primárního zdroje (země, vzduch a voda) a také na otopné soustavě (radiátory, konvektory, podlahové a stěnové vytápění). Nejlepšího sezónního topného faktor lze dosáhnout u tepelného čerpadla voda/voda s podlahovým vytápěním bez přípravy teplé vody. Vhodných zdrojů pro tento typ není v České republice mnoho. Daleko častěji se tedy instalují tepelná čerpadla země/voda nebo vzduch/voda. Z ekonomického a technického hlediska je třeba vždy posoudit, jaká instalace je pro daný dům nejvhodnější.

Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části chladicího okruhu: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Odebrané venkovnímu prostředí se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu) při relativně nízké teplotě. Zahřátím chladiva dojde k jeho odpaření a páry jsou následně stlačeny v kompresoru na vysoký tlak. Stlačené chladivo je přiváděno do kondenzátoru, kde při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo teplo ve výparníku odebráno. V expanzním ventilu se cyklus uzavírá a dochází ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku (Tzb-info.cz, 2019).

Solární systém

Solární systém je dodavatelem tepla nestabilním, přerušovaným. Dovede přeměnit nízko potenciální teplo slunečního záření na teplo o vyšším využitelném potenciálu. Roční rozložení zisku tepla věrně kopíruje počet hodin přímého slunečního svitu i teplotu venkovního vzduchu.

Z hlediska časové součinnosti bychom měli mít TČ voda/voda dimenzované na spolehlivý výkon v době, kdy je oblačné počasí a "solární voda" není k dispozici. V době slunečního svitu využití "solární vody" o vyšší teplotě jeho výkon zvyšuje, protože přerušuje odběr tepla o nižší teplotě z okolního prostředí a roste nám topný faktor.



Obr. 3.4 – Schema kombinace TČ a solárního panelu (Tzb-info.cz, 2019)

Velkoplošné vytápění umožňuje sdílet teplo do vytápěného prostoru převážně sáláním. Podíl tepelného toku sáláním u stropního vytápění je zhruba 80 %, u stěnového 65 % a u podlahového 55 %, přičemž konstrukční provedení otopné plochy může být různé – teplovodní nebo elektrické, akumulární nebo přímotopné (Tzb-info.cz, 2019).

3.3.2 Možnosti regulace vytápění

K zajištění hospodárné dodávky tepla pro vytápění staveb je důležitý dokonalý technický stav kotelny a důkladně otestována hospodárná regulace.

V objektech lze obecně uplatnit různou regulaci. Regulovat lze, podle:

- výstupní teploty vody ze zdroje tepla,
- vnitřní teploty vzduchu, a to:
 - přímo (regulace zdroje tepla),
 - nepřímo (regulace vstupní teploty),
 - místně (regulace výkonu),
- venkovní teploty vzduchu, podle venkovních klimatických podmínek (ekvitermně),
 - přímo, kdy je regulován přímo zdroj tepla,
 - nepřímo, kdy je regulována vstupní teplota,
- zátěže či zátěží. Tato regulace je přímá.

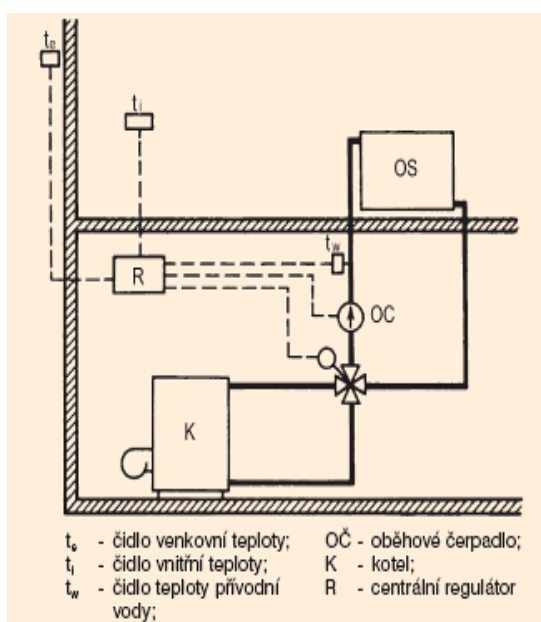
Při použití regulátorů, které regulují teplotu otopné vody v závislosti na venkovní teplotě vzduchu, tedy při použití ekvitermní regulace, dosahujeme úspor tepla vzhledem k původní spotřebě podle druhu objektu 10 až 25 %. Jestliže doplníme tento druh regulace o tzv. zónovou regulaci, úspory tepla se ještě zvýší a dosáhnou hodnot 15 až 30 % (Bašta, 2007).

Regulace podle vnitřní teploty vzduchu

V této regulaci je snímána teplota vzduchu ve vytápěném prostoru a jako řídicí veličina vysílána do regulátoru. Senzor je montován do referenčních místnosti, podle které jsou ovládány i ostatní místnosti. Vzniklá regulační odchylka v referenční místnosti zapříčiní změnu teploty přívodní vody, čímž se začne "vyrovnávat" teplota i v ostatních místnostech, i když to v některých není nutné. Toto chování působí negativně u relativně velkých a rozlehlých bytů. Tato regulace se proto nepoužívá u vícegeneračních domů.

Tato regulace má stálé dopravní zpoždění, které se musí udržovat co nejmenší, aby se zabránilo rozkmitání regulačního obvodu. Používají se regulátory s P a PI chováním, či dvupolohové se zpětnou vazbou, eventuálně kaskádová regulace viz. obr. 3.5. Čidlo, většinou s ovladačem, musí být umístěno na místě, kde nebude ovlivněno místními zdroji tepla. Regulační systém může být výhodný při osazení termostatických regulačních ventilů. V referenční místnosti samozřejmě bez TRV, jelikož by se oba systémy ovlivňovaly a stávaly se neúčinné.

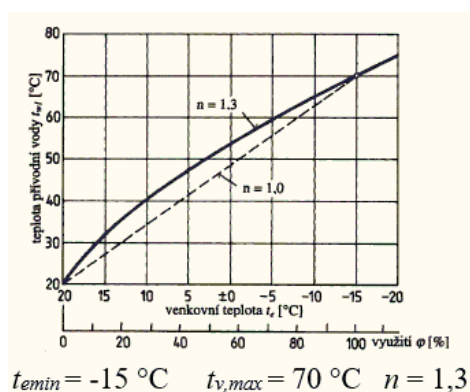
Výhodou regulace podle vnitřní teploty vzduchu je rovněž chování při omezeném provozu otopné soustavy, jako je noční útlum. Teplota vzduchu je čidlem snímána, a i přes den se může při volbě nočního provozu omezit dodávka tepla až na sníženou vnitřní teplotu, jako pro noční provoz. Při dosažení nejnižší hraniční teploty se začne opět vytápět. Tím se zohlední tepelná kapacita budovy a zajistí se hospodárny provoz zařízení (Bašta, 2007).



Obr. 3.5 – Regulace podle vnitřní teploty (Bašta, 2007)

Regulace podle venkovní teploty

V tomto případě je potřeba tepla regulována proporcionálně k venkovní teplotě, je možné na tomto základě regulovat teplotu přívodní vody přímo v závislosti na teplotě venkovní. Závislost obou veličin je dána tzv. otopnou křivkou, která je na obr. 3.6. Křivka a její prohnutí odpovídá použité otopné ploše a ta odpovídá mocninné funkci s exponentem např. $n = 1,3$. Křivku lze přizpůsobit pro danou soustavu a její vlastnosti pomocí jejího naklánění či posunu. Regulace přívodní teploty je rychlá s malým dopravním zpožděním. Tato regulace se dnes používá u většiny soustav s event. přídatnými funkcemi. Teplota přívodní vody se reguluje dvoupolohově (řízení hořáku) nebo třípolohově (spolu s řízením třícestné či čtyřcestné armatury) (Bašta, 2007).



Obr. 3.6 – Příklad otopné křivky (Bašta, 2007)

Ekvitermní regulace je regulace teploty přívodní vody podle venkovní teploty vzduchu. Potřeba tepla ve vytápěném objektu je závislá na venkovní teplotě. Na vnější fasádě umístěné čidlo předává elektronickou formou informaci regulátoru. Regulátor pracuje podle zadané charakteristiky (otopné křivky), která musí být nastavena v souladu se soustavou a objektem. Teplota zpětné vody se mění v závislosti na podmínkách, za kterých pracuje celá soustava. Ve vytápěných prostorách je tedy potřebná ještě místní regulace prostřednictvím TRV (Bašta, 2007).

Regulace podle zátěže

Regulace podle zátěže představuje řízení teploty vody v závislosti na potřebě tepla, a to bez použití venkovního nebo prostorového čidla teploty. S lepšími tepelně-technickými vlastnostmi budov má venkovní teplota na skutečnou potřebu tepla stále menší vliv. Řízení zátěží a řízení podle potřeby tepla jsou koncepčně zcela shodné. Řešení vycházejí z tvorby křivky zátěže či křivky potřeby tepla.

Potřebu tepla regulátor vypočítá přes poměr spínacích časů hořáku jako aktuální zátěž kotle q , které je vyobrazeno na obr. 3.7.

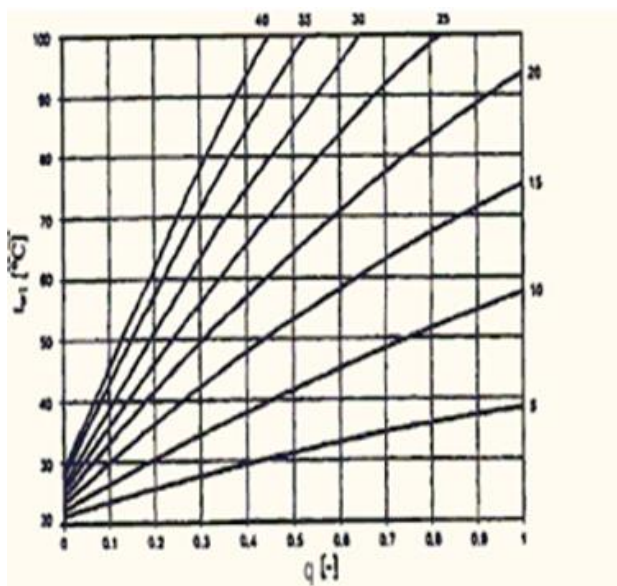
$$q = \frac{\tau_{BR}}{\tau_{BRZ}}, \quad (3.2)$$

Ta je dána vztahem

kde τ_{BR} – doba chodu hořáku ve spínacím intervalu,

τ_{BRZ} – doba spínacího intervalu.

Požadovaná teplota kotlové vody či teplota vody přiváděné do soustavy je řízena podle křivek zátěže vyobrazeno na obr. 3.7. Výhodou tohoto řízení je: rychlá odezva na potřebu tepla u dobře tepelně izolovaných budov, produkce pouze aktuálně potřebného množství tepla a zohlednění cizích zdrojů tepla. Nevýhodou je nutné použití místní regulace TRV (Bašta, 2007).



Obr. 3.7 – Křivky zátěží (Bašta, 2007)

Ekvitermní regulace s vlivem zátěže

Při tomto řízení je teplota přírodní otopné vody tvořena jako kombinace z ekvitermního řízení a řízení zátěží. Požadovaná teplota kotlové vody, resp. teplota vstupní vody do soustavy se počítá jako střední hodnota z otopné a zátěžové křivky.

K zajišťování optimální regulace či řízení je nezbytné znát informace o dynamických a statických vlastnostech regulované či řízené soustavy. Využití informací o dynamice a požadavcích na regulovanou soustavu pak znamená, při návrhu regulačních obvodů, vždy jiné zadání, které vede např. k určení matematického modelu, adaptivního systému řízení, duálního systému či tzv. samoučících se systémů.

Ekvitermní regulace se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu

Regulátor měří aktuální teplotu v referenční místnosti a koriguje systém ekvitermní regulace. Regulovat vliv teploty prostoru můžeme dlouhodobě, to znamená, že regulace na základě zpětné vazby z prostoru dokáže přizpůsobit odhadem zadanou otopnou křivku vlastnostem vytápěného objektu. Jedná se tedy o adaptivní regulaci. Dále pak krátkodobě, kde na základě zjištěné teplotní odchylky v prostoru, regulátor účelově koriguje žádanou prostorovou teplotu podle vzorce

$$t_{i,wk} = t_{i,w} + \frac{K}{2} \cdot (t_{i,w} - t_{i,x}), \quad (3.2)$$

kde $t_{i,w}$ – žádaná teplota v prostoru,
 $t_{i,wk}$ – korigovaná žádaná teplota v prostoru,
 $t_{i,x}$ – aktuální teplota v prostoru,
 K – faktor vlivu prostorové teploty.

Rovnováha mezi výrobou a spotřebou tepla je závislá na určitém předpokladu, který se nazývá vyladěná otopná křivka. Ta má za následek vyšší úspory (Bašta, 2007).

System vytápění

V systémech vytápění se velice často hovoří o pojmu směšovaný a přímý okruh. Součástí obou typů okruhů je otopné těleso nebo jiný systém vytápění. Každé otopné těleso obsahuje dva otvory pro připojení. Do jednoho otvoru je připojeno potrubí s topnou vodou. Toto potrubí se nazývá přívodní. Druhý otvor v otopném tělese slouží pro připojení vratného potrubí. Vratným potrubím se odvádí topná voda, jejíž teplota je snížena o teplo, které bylo prostřednictvím otopného tělesa předáno do prostoru. Může se stát, že pro různé otopné plochy potřebujeme různou teplotu topné vody. Větší teplotu pro radiátory a nižší pro podlahové vytápění. Tento požadavek se dá snadno splnit vytvořením dvou topných větví, z nichž ta, kde vždy bude vyšší teplota, se zapojí přímo a teplota v ní je regulována ovládním zdroje tepla. Směšovaný okruh je přednostně ovládán pomocí směšovaného ventilu, který řídí průtok topné vody ze zdroje tepla do směšovacího okruhu. Směšovací ventil je ovládán dle principu ekvitermní regulace, a to podle teploty topné vody v přívodním potrubí. "Přímý" okruh již směšovací ventil nemá a teplota topné vody je určena zdrojem tepla (Matz, 2010).

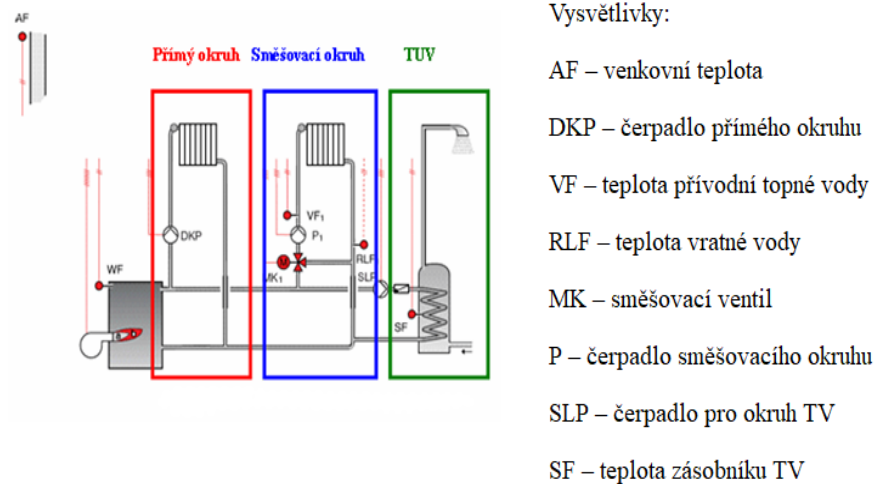
Vytápění může být typu:

- elektrické přímotopné (el. rohože, fólie, infra panely)
- elektrické akumulární
- teplovodní (podlahové vytápění, radiátory, vytápění jednotky Sahara)
- smíšené

Dělení systému regulace:

- programovatelný regulační systém IRC pro teplovodní nebo el. akumulární vytápění,
- regulační systém IRC pro přímotopné elektrické vytápění nebo vytápění infra panely,
- programovatelný regulační systém IRC klimatizačních jednotek (Fancoil),
- programovatelný ekvitermní regulační systém pro řízení topných zdrojů,
- ekvitermní regulační systém pro nabíjení el. akumulárních kamen.

Na obr. 3.8 je znázorněn přímý okruh a směšovací okruh. Přímý okruh neobsahuje žádný ventil, pouze obsahuje čerpadlo, které slouží pro zvýšení průtoku topné vody v přímém okruhu. Pokud je dle ekvitermních křivek vyvolán požadavek na vytápění (dosažení prostorové teploty), čerpadlo přímého okruhu je spuštěno a topná voda je uvedena do otopného tělesa. Samozřejmě otopná tělesa musí obsahovat termostatický ventil a termostatickou hlavici, které zaručují uvedení vhodného množství topné vody do otopného tělesa. Oproti tomu směšovací okruh obsahuje směšovací ventil a čerpadlo. Princip je obdobný jako v případě přímého okruhu, pouze je zde ovládán směšovací ventil. Opět v případě požadavku na vytápění je topná voda uvedena prostřednictvím směšovacího ventilu do směšovacího okruhu. Pro dosažení nastavené prostorové teploty slouží nejčastěji ekvitermní regulátory, které jsou popsány v kapitole 6 (Matz, 2010).



Obr. 3.8 – Systém vytápění (Matz, 2010)

3.4 SYSTÉM OSVĚTLENÍ

Pomineme-li dnes již zastaralé způsoby regulace elektrického osvětlení pomocí odporových reostatů nebo regulačních transformátorů, přinesl širší uplatnění regulace až rozvoj polovodičové techniky. Nové polovodičové výkonové prvky jsou velmi malých rozměrů a umožňují konstruovat malé, cenově dostupné regulátory (stmívače).

Použitím regulace osvětlení je možné regulovat intenzitu osvětlení přesně podle vaší potřeby a také dosáhnout snížení až 20 % nákladů na provoz osvětlovací soustavy. Jednou z dalších možností využití systémů řízení osvětlovacích soustav je možnost automatického spínání osvětlení v době naší nepřítomnosti. Osvětlené byty mnohdy odradí případné nezvané hosty.

Prvním krokem pro stmívání osvětlení je volba systému a veškeré prvky, které musí být kompatibilní s daným systémem. Zdroje, které jsou stmívateľné, poznáte např. podle uvedení nápisu „dimmerable“ nebo podle značky obr. 3.9.



Obr. 3.9 – Značka stmívače světla (Plch, 2019)

Dále je potřeba určit, na jakém standardu bude stmívání probíhat. Ke stmívání zářivkových a LED svítidel se nejčastěji používají tyto varianty.

Pro změnu svítivosti světelného zdroje musíme dosáhnout změny efektivní hodnoty procházejícího proudu. Existují tři způsoby: změnou amplitudy harmonického proudu, střídavým propouštěním a zadržováním vždy několika půlvln nebo změnou tvaru (deformací) střídavého proudu.

Ve starších stmívačích se používá pro fázové řízení pouze triak. Při spínání na náběžné hraně se polovodičový ventil otevírá v každé půlvlně spínacím impulsem a vypíná při průchodu nulou, zatímco při spínání na sestupné hraně se ventil otevírá při průchodu nulou a vypíná spínacím pulsem. V novějších stmívačích se používají IGBT tranzistory – bipolární tranzistory s izolovaným hradlem nebo MOSFET tranzistory řízené mikroprocesorem. Tyto tranzistory se vyznačují rychlostí otevírání a zavírání. Tato metoda je založena na deformaci sinusového napětí a tím zmenšení výkonu. Můžeme se setkat také s kombinací triak – tranzistor.

Analogové stmívání na standardu 1 V – 10 V

Vhodné pro malé soustavy, kde je řídicí napětí vedeno na relativně krátké vzdálenosti. Tento typ regulace je podmíněn tzv. stmívatelným elektronickým předřadníkem se vstupem pro 1 V – 10 V. Následně se na tento vstup připojí výrobek s výstupem 1 V – 10 V, který umožní regulovat jas v tomto rozsahu. Většinou se jedná o stmívání trubicových zářivek. Výhodou analogového stmívání je jednoduchá aplikace a snadná diagnostika servisu v případě poruchy (Plch, 2019).

Touch Dim

Některé stmívatelné předřadníky umožňují regulaci obyčejným tlačítkem. Systém funguje následovně: svítidlo je vybaveno speciálním elektronickým předřadníkem, řídicí signál běží po silovém rozvodu, takže není potřebná přídatná kabeláž pro ovládání. Ovládání probíhá tak, že krátkým stisknutím tlačítka svítidla rozsvítíte, nebo zhasnete, delším stisknutím uberete, nebo přidáte. Tento systém je oblíbený právě pro svou jednoduchost a schopnost vytvořit regulovanou soustavu bez nutnosti zásahů do instalace.

Digitální stmívání na standardu DALI

Jedná se o nejmodernější způsob regulace a řízení osvětlení využívaný pro moderní instalace i pro začlenění soustavy do systému inteligentního řízení budov. Dnes je nejpoužívanějším systémem. Výhodou komplexnějších systémů, jako je právě tento, je možnost regulace jednotlivých svítidel zapojených v systému. Každé svítidlo má svou adresu, a je tedy možné nastavit každé zvlášť. U těchto systémů je zároveň daleko širší možnost výběru ovládacích prvků. Od nejjednodušších ovládacích panelů s tlačítky až po panely s dotykovým displejem umožňující programování systému, nastavení scén osvětlení a jejich aktivování. Jednotná sběrnice pro řízení světla se nazývá KNX a je popsána v kapitole 5.

Pro zajištění stmívání zářivkových a LED svítidel je třeba mít provedenou přípravu elektroinstalace. Tedy v případě stmívání 1 V – 10 V je potřeba mezi místem ovládání jak napájecí, tak řídicí vedení. V případě DALI je mezi místem ovládání a svítidlem potřebná pouze řídicí sběrnice. Jestliže řídicí a napájecí vedení takto zřízeno není, což je nejčastější překážka v případě bytových aplikací a nepromyšlených rekonstrukcí, lze řízení provádět plnohodnotným způsobem bezdrátově (Plch, 2019).

3.5 ELEKTRONICKÁ ZABEZPEČOVACÍ SIGNALIZACE

EZS je soubor zařízení, tvořící komplexní zabezpečovací řetězec. Patří sem čidla, ústředny, přenosové prostředky, signalizační a ovládací panely, kterými se signalizuje nebezpečná situace z hlediska neoprávněné osoby.

Základem EZS je vyhodnocení nežádoucího pohybu ve střeženém prostoru a informování majitele objektu, popřípadě bezpečnostní služby.

Komunikace mezi detektory a ústřednou může být vedena kabelem, bezdrátově anebo kombinací. Veškeré informace mohou být přenášeny na pult centrální ochrany s nepřetržitou monitorovací službou a výjezdní skupinou nebo lze poplachové a další stavy přenášet přímo na Váš mobil prostřednictvím SMS nebo namluvenou hlasovou zprávou. Tím, že jste okamžitě informováni o poplachu, můžete ihned reagovat a výrazně snížit rizika spojená s napadením objektu.

Komponenty EZS

Magnetický kontakt

Použití v rodinných domech převážně na průchozí prostory např. okna, dveře či šachty. Jednoduchost systému spočívá v relé kontaktu s magnetem, rozpojení signalizuje poplach. Jsou základním prvkem plášťové ochrany objektů v případě narušení. Většina ústředn EZS nabízí režim střežení tzv. STAY režim, po jehož aktivaci jsou uvedeny do střežení pouze zóny naprogramované, jako plášťové (mg. kontakty, akustické detektory rozbití skla) a zóny definované, jako vnitřní (PIR detektory) jsou z hlídání vyřazeny, což umožňuje volitelný pohyb v rámci objektu a vyhlášení poplachu nastane až po narušení plášťové ochrany objektu.

Detektory tříštění skla

Patří spolu s magnetickými snímači k základní plášťové ochraně objektů na principu akustického podnětu. Tyto detektory jsou umístěny v místnostech, kde jsou skleněné výplně, a jsou schopny na základě digitalizování zachyceného zvukového signálu detekovat rozbití skla po porovnání s interní databází zvuků pro různé typy skel následně vyvolat poplach (Avalon.cz, 2019).

Detektory

Jsou základním prvkem EZS. Detektor je zařízení, které reaguje na jevy související s narušením hlídaného prostoru nebo předmětu. Pokud je vyhodnoceno narušení, definuje se, reakce ústředny při narušení konkrétního detektoru. Při spojení s kamerou, lze odeslat signál společně s obrázkem střeženého prostoru.

Detektor pohybu – MW

Aktivní detektor obsahující vysílač a přijímač mikrovlnného signálu. Detektor si zmapuje prostor v klidovém stavu, na základě Dopplerova jevu pak vyhodnocuje vlny odražené od objektů (Avalon.cz, 2019).

Jedním s nejrozšířenějším zabezpečovacím systémem pro rodinné domy je systém od firmy Jablotron. Pro průmyslové budovy je to Galaxy Dimension od firmy Honeywell.



Obr. 3.10 – Jablotron (Credexalarmsystems.eu, 2019)

3.6 DOPLŇKOVÝ SYSTÉM

V rodinných domech je čím dál více možností, co všechno lze řídit. Téměř na vše již dnes máme možnosti, jak danou problematiku automatizovat nebo regulovat. V předchozích kapitolách bylo blíže popsáno, jak se řídí nejběžnější a nejvíce instalované systémy v rodinných domech. V této kapitole jsou vypsány příklady dalších systému, které lze řídit. Jedná se především o komfortní řízení nežli úsporné řízení.

Systém ozvučení

Systém ozvučení nabízí regulaci hlasitosti a poslechu hudby ve vybraných místností. Další možnost je sdílená hudba ve vybraných pokojích. Důležitým prvek je samotná kabeláž. Kabeláž musí být provedena o dostatečném průřezu – min 2.5 mm². Jinak by na vedení vznikaly zbytečné ztráty. Důležité je také vybrat způsob buzení, a to buď pomocí přepínače nebo pomocí vícekanálového zesilovače.

Zahradní systém

Do zahradního systému spadá například zavlažovací systém, regulace bazénu, vířivek. Ale i garážový systém pro automatické otevírání brány, dávkovací režim pro krmení zvířat atd.

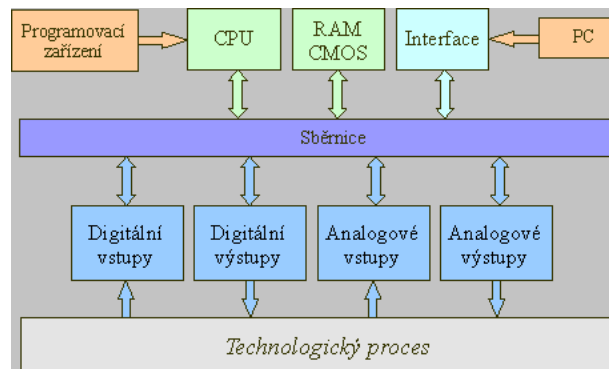
Domácí databáze

Pro komfortní správu dat, videí, audio nahrávek lze instalovat do rodinného domu sdílenou databázi, která je napojena na zařízení jako je například televize, tablet, mobilní telefon, počítač.

Hlavním prvek je domácí serverovna s dostatečným úložným prostorem pro virtuální data. Rack je standardizovaný systém umožňující přehlednou montáž a propojování různých elektrických a elektronických zařízení spolu s vyústěním kabelových rozvodů do sloupců nad sebe v ocelovém rámu, skříně nebo v rozváděči pro IT techniku.

4 STRUKTURA PLC

PLC je nejdůležitějším prvek regulace. Jedná se o řídicí jednotku, na kterou jsou napojeny veškeré komponenty a prvky, které zprostředkovávají, využitím naprogramované řídicí strategie, různé řídicí funkce. Řídicí systémy zpracovávají data zaznamenaná pomocí prvků a na základě naprogramované řídicí strategie provádějí různé akční zásahy.



Obr. 4.1 – Bloková struktura programovatelného automatu

Řídicí program, podle něhož PLC vykonává řídicí operace, je uložen v paměti PLC. Automat proto může pracovat bez nutnosti připojení jiných technologií jako například PC. PLC musí zajistit tři základní úkony. Za prvé je to zpracování informace, následné přečtení a vystavení hodnot pomocí I/O portů. A v poslední řadě je to využití paměti pro zápis obrazů vstupů a výstupů.

U PLC rozlišujeme dvě sběrnice:

- systémová,
- I/O sběrnice.

Na systémovou sběrnici je připojena centrální jednotka CPU, která zajišťuje zpracování informací, tedy provádí logické, popř. numerické operace s údaji vstupních a pomocných proměnných, které jsou uloženy v operační paměti RAM. Jedná se tedy o paměť určenou pro čtení i zápis. V paměti RAM je také uložen řídicí program, podle kterého CPU pracuje. Systémové programy pro činnost automatu jsou uloženy v paměti ROM. Důležitým prvek je také komunikace PLC s okolím, např. po sériové lince, USB nebo ethernetu. Jednotka, která zajišťuje snímání hodnot ze vstupů a jejich konverzi do číslicové podoby, se nazývá jednotka řízení vstupů a výstupů, označovaná I/O. K této jednotce jsou po sběrnici I/O připojeny vstupy a výstupy pro připojení senzorů a ovládacích prvků (Tzb-info.cz, 2019).

4.1 VSTUPNĚ/VÝSTUPNÍ MODULY

Vstupní moduly slouží k záznamu a čtení hodnot z prvků polní instrumentace. Výstupní moduly oproti tomuto slouží k zápisu nebo ovládání vybraných prvků polní instrumentace. Pro snímání analogových hodnot jako napětí, proud, odpor, teplota, tlak apod. nebo tyto moduly umožňují ovládat prvky polní instrumentace, jejichž výstupem je nějaká spojitá veličina (napětí, proud, odpor), jedná se o analogové vstupní nebo výstupní moduly. Pokud moduly zaznamenávají aktuální stav nějakého termostatu nebo ovládají, jedná se o digitální vstupní nebo výstupní moduly. Existují tedy čtyři typy modulů: analogové vstupy, digitální vstupy, analogové výstupy a digitální výstupy. Hlavní charakteristikou modulu je počet vstupů.

4.1.1 Analogové vstupy

Analogové vstupy převádí vnější spojitý elektrický signál na diskrétní číselné vyjádření jeho hodnoty pomocí A/D převodníku. Standardní signály pro měření v regulačních obvodech jsou napětí od 0 V do 10 V nebo $-10\text{ V} \div +10\text{ V}$ a proud $0\text{ mA} \div 20\text{ mA}$, $4\text{ mA} \div 20\text{ mA}$, $-20\text{ mA} \div +20\text{ mA}$, analogové signály jsou buď unipolární nebo bipolární. Vstupní analogové jednotky se vyrábějí i s dalšími měřicími rozsahy, které jsou určeny pro měření teploty (termočlánky, termometry, Pt100) případně pro jiné využití.

4.1.2 Digitální vstupy

Moduly digitálních vstupů se používají pro záznam stavů termostatů, manostatů, koncových spínačů apod.

Dále je důležitý typ digitálních vstupů a to, zda se jedná o typ suchý (bezpotenciálový) kontakt nebo napěťový kontakt. Tímto je označován, přívod informace na vstup po sepnutí nějakého relé z odpovídajícího zařízení. Například výstupem z termostatu je sepnutí relé, které se právě může připojit na vstupní svorku digitálního modulu.

Některé vstupní digitální obvody se mohou využít jako čítače, což umožňuje záznam rychle proměnných výstupů s určitou periodou spínání (nejčastěji 20 Hz) (Tzb-info.cz, 2019).

4.1.3 Analogové výstupy

Moduly analogových výstupů se nejčastěji používají pro ovládání různých pohonů. Přivedením příslušného napětí na pohon, který je nasazen na ventilu, pak dochází ke spojitému otevírání nebo uzavírání tohoto ventilu.

Rozsah výstupního napětí z analogového výstupu se nejčastěji pohybuje v rozsahu $0 \div 10$ V, ovšem závisí na konkrétním modulu. Další důležitou charakteristikou je výstupní proud z analogového výstupu a rozlišení. Některé analogové výstupy se dají nakonfigurovat jako digitální výstupy. Výstupní napětí z analogového výstupu pak již není spojité, ale skokové.

4.1.4 Digitální výstupy

Moduly digitálních výstupních obvodů se nejčastěji používají jako spínací výstupy, které ovládají (spínají nebo rozspínají) některá zařízení (např. čerpadla). Výstupem z digitálního výstupu je nejčastěji sepnutí relé nebo triaku. Důležitou informací je, zda digitální výstup obsahuje relé nebo triaky. Dále pak napěťová a výkonová zatížitelnost kontaktu. Uvádí se tedy rozsah napětí a maximální proud, který může skrze sepnutý kontakt relé téci (Tzb-info.cz, 2019).

4.1.5 Výrobci řídicích systému

V této kapitole jsou blíže popsány firmy, které se zabývají výrobou PLC a jejich příslušenství. Výrobci jsou rozděleni podle toho, zda jejich produkt je vhodný pro průmyslové využití nebo spíše pro rodinné objekty.

Schneider Electric

Jedná se o francouzskou společnost, která se řadí již dnes mezi světovou špičku v oblasti automatizace. Jejich automaty nesou název Modicon. Schneider Electric je také jedna z firem, která programovatelné automaty nabízí na trhu pod názvem PAC (Programmable Automation Controller) – jde o obdobné zařízení jako DDC, ale s rozšířenějšími vlastnostmi, zejména zpracováním analogových signálů. Využívá se především pro procesní řízení.

Tab. 4.1 – Specifikace přístroje

Název	Modicon M580–ePAC
počet vzdálených I/O stanic	16 – 2 rámy na vzdálený subsystém
Napájení	24 V DC
Paměť	10 kB
Komunikace	TCP/IP, USB

Programování se provádí pomocí softwaru Unity Pro, který vytváří Schneider Electric. Cena regulátoru v základním provedení začíná od 32 000,- Kč.

Honeywell

Jedná se o americkou společnost s širokou škálou divizí: automatizace a řízení, dopravní systémy, letectví a speciální materiály. PLC jsou určeny pro úlohy diskrétního řízení v procesním průmyslu

Řady EXCEL5000 jsou vhodné pro všechny typy budov. DDC regulátor je možné programovat ve vývojovém prostředí CARE. Regulátor obsahuje vstupy a výstupy Panel-Bus a Lon-Bus. K regulátoru je také možné připojit ovládací panel přes rozhraní RS-232. K regulátoru je možné se připojovat vzdáleně přes vytáčené modemové připojení. Regulátor má tzv. zlatý kondenzátor, který dokáže po dobu 72 hodin od výpadku napájení udržet data v záložní paměti. Regulátor je možné objednat s více vstupy a výstupy. Programování se provádí pomocí softwaru Experion PKS R50. Cena

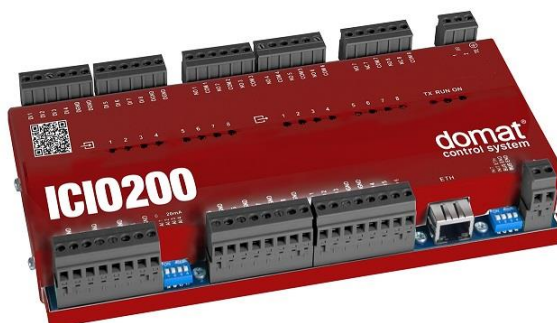
Tab. 4.2 – Specifikace přístroje

Název	Honeywell MasterLogic PLC (ML 200)
I/O	9 Digits, 14 Digits, 16 Digits, 24 Digits
Napájení	12 V DC
Paměť	10 kB
Komunikace	TCP/IP, RS485

Domat control system, s. r. o.

Domat contro system je česká firma sídlící v Pardubicích. Zabývá se měřením a regulací s aplikací především na budovy, hotely, školy, nákupní střediska. Tyto automaty jsou vhodné pro rodinné objekty, díky volnému softwaru na jeho programování a vizualizaci.

Programovatelné logické kontroléry obsahují operační systémy Linux nebo FreeRTOS. Automaty lze programovat ve vývojovém prostředí Merbon IDE. ModComTool (Modbus Communication Tool) slouží ke konfiguraci zařízení. Dalším softwarem od společnosti Domat je RcWare Vision, což je vizualizační systém neboli SCADA.



Obr. 4.2 – PLC značky Domat Control System

Siemens

Siemens patří mezi celosvětově nejrozšířenější značku automatů na světě. Jeho využití je, jak pro výrobní linky, tak pro MaR průmyslových, či rodinných budov. Pro programování automatů slouží prostředí TIA portal v kterém se nachází jak software Simatic Step 7 V11, tak WinCC.

Tab. 4.3 – Specifikace přístroje

Název	SIMATIC S7-1200, CPU 1211C
I/O	6 DI 24 V DC; 4 DO 24 V DC, 2 AI 0 V – 10 V DC
Napájení	20,4 – 28,8 V DC
Paměť	30 kB
Komunikace	TCP/IP, RS485



Obr. 4.3 – PLC značky Siemens Simatic

5 SBĚRNICE A PROTOKOLY

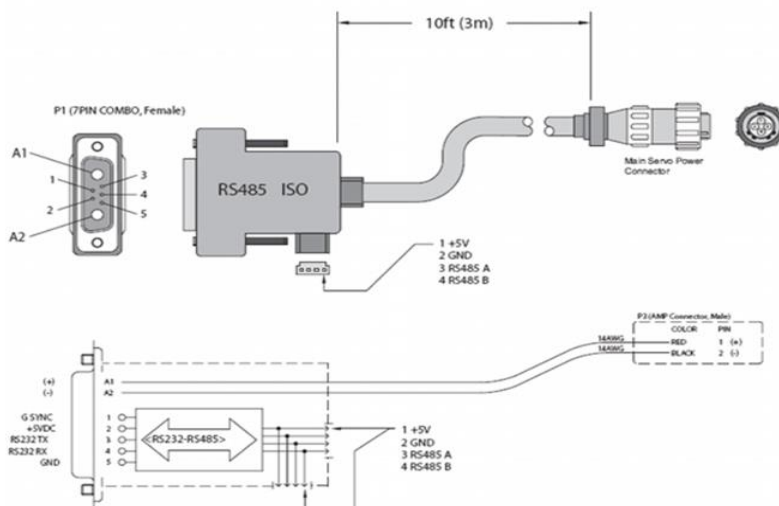
V dnešní době již každá moderní budova obsahuje různé technologie, které zajišťují komplexní řízení a správu celé budovy. Tyto technologické systémy automatizace budov ovšem využívají různých komunikačních protokolů, jenž definují parametry a postupy, které jsou použity při vysílání a přijímání signálu. Každý systém může komunikovat po různých komunikačních sběrnících a taktéž různými protokoly. Proto jsou v této kapitole důkladně popsány nejčastější sběrnice a protokoly využívaných v systémech automatizace budov.

Protokol: soubor pravidel pro komunikaci mezi dvěma nebo více uzly (systémy, regulátory).

Sběrnice: (anglicky: Bus) je skupina signálových vodičů, kterou lze rozdělit na skupiny řídicích, adresových a datových vodičů v případě paralelní sběrnice nebo sdílení dat a řízení na společném vodiči (nebo vodičích) u sériových sběrnic. Sběrnice má za účel zajistit přenos dat a řídicích povelů mezi dvěma a více elektronickými zařízeními. Přenos dat na sběrnici se řídí stanoveným protokolem.

5.1 RS-485, RS-422, RS232

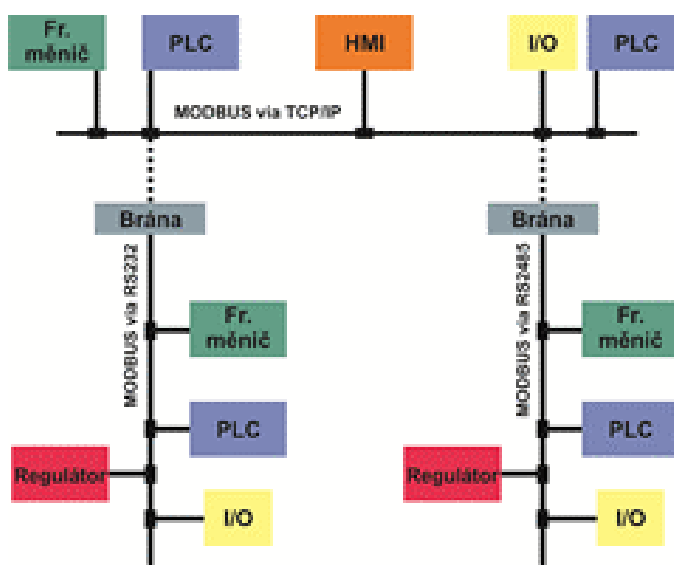
Sběrnice RS485 nachází využití pro sériový přenos dat mezi dvěma zařízeními. RS485 je v základním provedení třívodičová: dva vodiče A a B, jejichž potenciálový rozdíl představuje logické stavy, a společný vodič, zem. Existuje ale i dvouvodičové zapojení, kdy zem se nepoužívá. RS-485 se využívají k přenosu na větší vzdálenost – přibližně do max. 1 600 metrů, linka může být větvená, pokud to hardwarová konstrukce komunikačního obvodu umožňuje. Signály jsou přenášeny po kroucené dvojince. Vodiče jsou vstupním signálem vysílače v protifázi a přijímač vyhodnocuje jejich rozdíl napětí (Matz, 2010).



Obr. 5.1 – Komunikace RS485 (Animatics.com, 2019)

5.2 MODBUS

Modbus je otevřený protokol vhodný pro vzájemnou komunikaci různých zařízení (programovatelné automaty, vstupně/výstupní zařízení), který umožňuje přenášet data po různých sítích a sběrnicích. Tento protokol má hlavní využití v průmyslových aplikacích a automatizacích budov. Komunikace protokolu funguje na principu předávání datových zpráv mezi klientem a serverem (master a slave) (Matz, 2010).



Obr. 5.2 – Modbus protokol (Matz, 2010)

Strukturu zprávy protokol definuje na úrovni protokolu PDU (Protocol Data Unit) nezávisle na typu komunikační vrstvy. V závislosti na typu sítě, na které je protokol použit, je PDU rozšířena o další části a tvoří tak zprávu na aplikační úrovni ADU (Application Data Unit). Serveru udává kód, jaký druh operace má provést. Rozsah kódů je 1 až 255, přičemž kódy 128 až 255 jsou vyhrazeny pro oznámení záporné odpovědi (chyby). Obsahem zprávy může být například adresa a počet vstupů, které má server přečíst nebo hodnota registrů, které má server zapsat. U některých funkcí nejsou pro provedení operace zapotřebí další data a v tom případě může datová část ve zprávě úplně chybět.

Protokol MODBUS definuje dva sériové vysílací režimy, MODBUS RTU a MODBUS ASCII. Režim určuje, v jakém formátu jsou data vysílána a jak dekodována. Každá jednotka musí podporovat režim RTU, režim ASCII je nepovinný. Všechny jednotky na jedné sběrnici musejí pracovat ve stejném vysílacím režimu.

MODBUS RTU

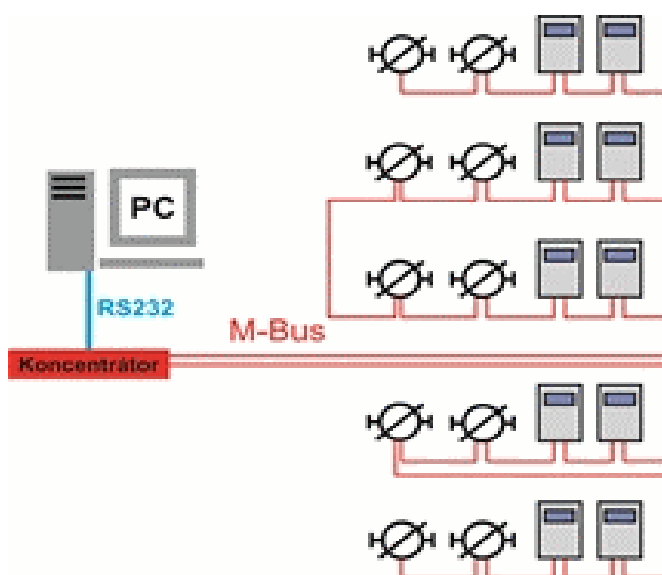
V režimu RTU obsahuje každý 8 - bitový byte zprávy dva 4 - bitové hexadecimální znaky. Vysílání zprávy musí být souvislé, mezery mezi znaky nesmějí být delší než 1,5 znaku. Začátek a konec zprávy je identifikován podle pomlky na sběrnici delší než 3,5 znaku.

MODBUS ASCII

V režimu ASCII je každý 8 - bitový byte posílán jako dvojice ASCII znaků. Oproti režimu RTU je tedy pomalejší, ale umožňuje vysílat znaky s mezerami až 1 s. Začátek a konec zprávy je totiž určen odlišně od RTU módu. Začátek zprávy je indikován znakem ":" a konec zprávy dvojicí řídicích znaků CR, LF. Tato verze protokolu je lépe čitelná (Matz, 2010).

5.3 M-BUS

Sběrnice je určena pro aplikace sběru dat z měřičů odběru energie (například voda, plyn, elektřina). Sběrnice musí zajistit propojení relativně velkého počtu zařízení (řádově několika set) na vzdálenost až několika kilometrů. Přenos dat musí být kvalitně zabezpečen proti chybám. Na druhé straně typickou vlastností aplikace je nepříliš časté odečítání naměřených hodnot s nízkými nároky na odezvy v reálném čase. To spolu s přenosovými rychlostmi do 9600 Bd a obvykle nízkými požadavky měřičů na výpočetní výkon procesoru umožňuje implementovat všechny protokolové vrstvy ISO-OSI modelu programově, a to včetně programové emulace sériového řadiče (UARTu).



Obr. 5.3 – Sběrnice M-Bus (Matz, 2010)

Data na sběrnici M-bus jsou přenášena asynchronně s délkou 8 bitů a sudou paritou. Mezi jednotlivými znaky nesmí být časové mezery. Přenos dat na sběrnici odpovídá komunikaci Master-Slave. Přenos bitů mezi řídicí jednotkou a účastnickou stanicí odpovídá hodnotám log. 0 a log. 1, přičemž tyto logické úrovně jsou odlišeny hodnotami napětí a proudu. Maximální počet stanic, které mohou komunikovat na sběrnici je 250. Přenosová rychlost je úzce svázána s délkou kabelového segmentu a může se pohybovat v rozsahu od 300 Bd do 9600 Bd. Maximální délka kabelového segmentu nesmí překročit 1000. Pro rozsáhlejší systémy je nezbytné přejít ke složitějším konfiguracím, kdy je celý systém rozdělen na tzv. zóny. Jednotlivé zóny se skládají ze segmentů připojených prostřednictvím vzdálených opakovaců a jsou řízeny tzv. řadiči zóny (Matz, 2010)

5.4 BACNET

Komunikační protokol BACnet je celosvětovou normou, výkonným standardem automatizace budov. BACnet je především určený pro automatizační a operátorskou úroveň automatizace budov. Podstatou protokolu BACnet je formulace univerzálního popisu všech možných funkcí zařízení.

Přenos zpráv protokolem BACnet lze realizovat prostřednictvím sítě Ethernet (BACnet/IP). V současnosti je tato komunikace v systémech automatizace budov nejvyužívanější. Přenos dat se na tomto přenosovém médiu pohybuje rychlostí 10 MBps a 100 MBps.

Nebo také prostřednictvím sítě RS-485 pomocí protokolu Master-Slave/Token-Passing (MS/TP). MS/TP má jeden nebo více uzlů (MASTER), kteří spolupracují v logickém kruhu. Sběrnice může mít i účastnické uzly (SLAVE), které ovšem nemohou vysílat zprávy bez jejich vyžádání MASTERem.

Protokol BACnet specifikuje tři hlavní části:

- objekty jako datové body, požadované hodnoty, časové programy, kalendáře,
- služby jako sdílení dat, alarmy a správu událostí, časování, trendy, správu sítě,
- standardy komunikačních médií BACnet přes: Ethernet, LonTalk, RS232.

Využití protokolu BACnet je především v aplikacích, kde se využívá komunikace po Ethernetu (Matz, 2010).

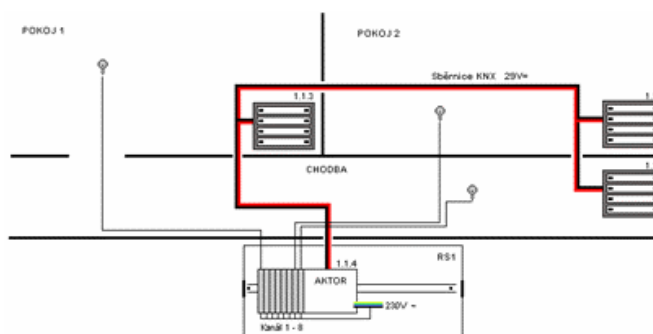
5.5 EIB

Evropská instalační sběrnice EIB vznikla z elektroinstalační sběrnice Instabus firmy Siemens. Sběrnice EIB má decentralizovanou strukturu s liniovou, kruhovou nebo větvenou topologií. Maximální délka jedné větve/linky je 1000 m a může k ní být připojeno maximálně 64 zařízení. Informace po sběrnici jsou předávány v tzv. telegramech (zprávách). Pomocí liniových spojek lze k páteřní síti připojit až 12 větví. Liniové spojky pak zajišťují, aby telegram putoval jen do té větve, pro kterou je určen. Důležitým signálům může být přidělena vyšší priorita a tyto jsou pak upřednostňovány. To zajišťuje rychlejší postup celou sítí a kratší odezvu. Systém EIB je primárně určen pro elektroinstalaci, avšak je otevřený pro všechny další obory. Pomocí signálových vodičů jsou jednotlivá zařízení propojena a také napájena.

Programování jednotlivých účastníků a celého systému EIB se provádí počítačem pomocí programu ETS (EIB Tool Software). Jako základní přenosové médium je použito krouceného páru vodičů. Dále může být použito síťové vedení nebo přenos signálů rádiem. Výhodou sběrnice je ta, že mohou být bez problému propojovány zařízení různých výrobců.

V procesu nastavování parametrů systému se zadáním příslušných adres určí, který snímač má dané akční členy ovládat. Přiřazení snímačů lze jednoduchým přeprogramováním kdykoliv změnit, a tedy je možné elektroinstalaci přizpůsobit změnám dispozic bez jakéhokoliv fyzického zásahu do elektrické instalace.

Z praktického hlediska, při využití sběrnice EIB například u osvětlovací soustavy regulované v závislosti na denním světle, mohou být dosaženy úspory elektrické energie až 60 % (Matz, 2010).



Obr. 5.4 – EIB sběrnice (Matz, 2010)

5.6 KNX

Veškeré výrobky a zařízení určené pro sběrnici EIB vyhovují automaticky mezinárodnímu standardu KNX. Systém je realizován v podobě decentralizovaného sběrnicevého systému. Každé zařízení v systému může po sběrnici přijímat i vysílat telegramy.

Zařízení si jsou na sběrnici navzájem rovna a označují se jako „multimaster systém“. V případě výpadku jednoho ze zařízení na sběrnici nedochází k výpadku všech zařízení. KNX přístroje se rozdělují na dva typy, a to na pasivní a aktivní. Pasivní přístroje nezasahují do komunikace systému, ale přesto mají nezbytnou funkci v systému, kdy činností může být například napájení zařízení. Aktivní zdroje se rozdělují na snímače (předání informací sběrnici), akční členy (propojení elektrických spotřebičů se sběrnicevým systémem), snímač (optimalizace komunikace na sběrnici) a rozhraní (propojení počítače se sběrnici). Systém umožňuje ovládat vytápění, větrání, klimatizaci, osvětlení, domácí spotřebiče, žaluzie, rolety, okna, a dveře.

Struktura sítě

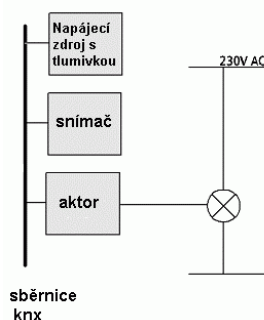
Síť se skládá ze tří úrovní, kde nejvyšší úroveň je nazývána páteří (backbone line) s 15 středními liniemi, na které je možné napojit dalších 15 nižších linií.

Výhody

- Zkrácení kabeláže oproti konvenčnímu řešení bez sběrnice.
- Možnost komunikace mezi všemi zařízeními na sběrnici a dalšími systémy.
- Maximální délka sběrnice může být 1 000 metrů.

Nevýhody

- Hledání závady v systému je složitější, nákladnější servis.



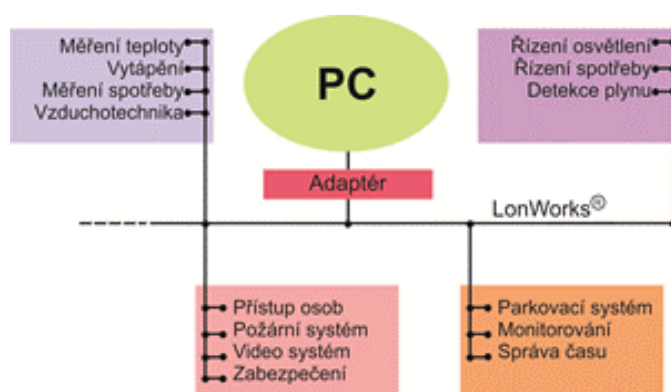
Obr. 5.5 – KNX sběrnice (Michalec, 2013)

5.7 LONWORKS

Sběrnice LON je otevřený decentralizovaný sběrniceový systém využívající sériového přenosu dat (zpráv). Skládá se z uzlů (řídící systémy, regulátory), které si mezi sebou vyměňují informace. Každý regulátor obsahuje univerzální čip, obsahující neuronový čip a připojení na sběrnici. Neuronový čip obsahuje tři osmibitové procesory, paměti, časovací jednotku, vstupní/výstupní část a komunikační sběrnici.

Digitální signál sběrnice LON je přenášen sériově ve tvaru zpráv (telegramů) na různých přenosových mediích: kroucené páry vodičů, elektrorozvodná síť, vysokofrekvenční rádiové vlny, infračervené spojení, koaxiální kabel a skleněná vlákna. Přenosová rychlost se pohybuje mezi 600 b/s až 1,25 Mb/s podle použitého média a délky spojení. U kroucených párů vodičů se na vzdálenost 2700 m dosahuje rychlosti 10 kb/s, zatímco na vzdálenost 1500 m až 78 kb/s a na 130 m až 1250 kb/s.

V praxi se sběrnice LON využívá v aplikacích, kde je kladen nárok na délku sběrnice, nikoliv na rychlost přenosu dat. Základní využití sběrnice je v případě propojování různých systémů (vytápění, CCTV, přístupové systémy, řízení spotřeby energií apod.). Pro připojení sběrnice LON do PC je nutné využít vhodného adaptéru (více lze nalézt na www.echelon.com). Adaptérem jsou data transformována ze sběrnice do příslušného vizualizačního systému, který umožňuje data zobrazit (Matz, 2010).



Obr. 5.6 – LON sběrnice (Matz, 2010)

6 KOMPONENTY PRO PLC

V této kapitole jsou blíže popsány nejčastější komponenty, které se připojí do PLC. Obecně rozlišujeme dva druhy: aktorika, do které patří všechny možné akční členy, kterými se řídí systém a sensorika, díky které získává systém informace o stavu.

6.1 AKTORIKA

6.1.1 Servopohony

Servopohon má operační úhel 90° a ventil může být v případě potřeby ovládán manuálně, díky vytahovacímu knoflíku na čelní straně servopohonu. Servopohon je vybaven kabelem o délce 1,5m.



Obr. 6.1 – ESBE Servopohon ARA 663 (Topenilevne.cz, 2019)

Technické parametry:

- napájení 24 V,
- ovládání: 3 - bodové,
- doba běhu: 120 s,
- kroutící moment 6 Nm,
- teplota prostředí max. $+55^\circ\text{C}$,
- krytí IP 41.

Cena činí 2 968 Kč

6.2 SENZORIKA

Základem měření a regulace jsou data. Tyto data je možno získávat pomocí snímačů. Nejčastěji je snímán tlak, hladina, teplota, ovzduší atd. Pro regulaci vytápění je však nejdůležitější teplota.

6.2.1 Teploměr

Čidla RTM1 jsou elektronická interiérová čidla teploty pro univerzální použití. Poskytují výstupní signál 0 V – 10 V nebo 4 – 20 mA.

Čidlo používá snímací prvek Pt1000, jehož signál je upraven a převeden na napěťový nebo proudový signál, který je vyveden na svorky. Měřený teplotní rozsah je od - 30 až 70 °C.



Obr. 6.2 – RTM1 pokojové čidlo teploty (Products.domat-int.com, 2019)

6.2.2 Pokojový ovladač

Ovladač UC011 je komunikativní pokojový ovladač s galvanicky oddělenou komunikací pro regulátor fancoilů FC010. Ovladač snímá teplotu v místnosti, korekci teploty otočným knoflíkem a požadovaný provozní stav, který se nastavuje stiskem tlačítka nebo v menu. Nasnímané a zadané hodnoty jsou odesílány na sběrnici, kde je odečítá regulátor. Z regulátoru jsou čteny další hodnoty (mód topení / chlazení, stupeň ventilátoru, provozní stav zadaný z centrály apod.), které se zobrazují na přehledném LCD displeji.



Obr. 6.3 – UC011 pokojový ovladač, RS485 (Products.domat-int.com, 2019)

6.2.3 Dálkové odečty

Smart Metering – ucelený systém automatického sběru dat z měřičů spotřeby a jejich následného zpracování. Nejmodernější indikátory umožňují vysílat údaje o naměřených spotřebách k vybranému datu, v předem daných intervalech po celý rok a odečet tedy není vázaný na konkrétní datum odečtu. Dálkové odečty jsou realizované pomocí sběrnice M-Bus.

Mobilní odečtový systém je řešení pro těžko přístupná měřidla (sklepení, suterény více vchodových panelových domů, vodoměrné šachty apod.

Systém odečtu v pevné síti umožňuje připojení například až 250 vodoměrů zapojených s jednou řídicí jednotkou v rozsahu několika kilometrů. Větší počet vodoměrů lze připojit pomocí dalších řídicích jednotek nebo posilujících prvků.

Systém radiového odečtu je spolehlivým řešením zejména pro odečty obtížně přístupných nebo často odečítaných měřidel. Nasazení systému přináší výrazné zlepšení produktivity a bezpečnosti práce, umožňuje zkrácení finančního cyklu, eliminuje chyby při zápisu a přenosu dat, umožňuje monitorování spotřeby u problematických odečtů.

Výhody systému dálkového odečtu měřidel spotřeby energií a vody:

- on-line informace o spotřebě nebo havarijních stavech,
- datové i grafické zpracování analýzy spotřeby Dozor nestandardních stavů s okamžitým varováním,
- eliminace velkých úniků při havárii v době nepřítomnosti.

6.3 UPS

UPS zařízení je často využíváno při přerušení dodávky elektrického proudu. Při výpadku proudu by mohlo dojít k poškození regulované soustavy, vlivem předčasné ukončené regulace. Proto se zavádí do systému UPS zařízení, díky kterému může systém dokončit regulaci a stále být aktivní důležité prvky. Zdroj je obvykle zapojen mezi primární zdroj elektřiny a vstup napájení chráněného zařízení.



Obr. 6.4 – UPS zdroj (Cs.wikipedia.org, 2019)

UPS mají ve standardní výbavě i komunikační port, který ve spolupráci s příslušným SW zabezpečí korektní ukončení práce připojeného počítače při delším výpadku sítě a zároveň umožní detailní monitorování zdroje.

Zdroj funguje na principu akumulátoru. Pokud není dodávka elektřiny z primárního zdroje elektřiny přerušena, je baterie udržována v nabitém stavu. V okamžiku přerušení dodávky elektřiny zajišťuje napájení zařízení až do obnovení napětí z primárního zdroje elektřiny, nebo do svého vybití. Doba, po kterou UPS udrží zařízení v chodu, je dána aktuální kapacitou akumulátorů a velikostí zatížení, příp. dalšími parametry. Pohybuje se od několika minut po několik hodin.

6.4 GSM MODUL

GSM moduly rozšiřují PLC o komunikaci pomocí SMS. Nejčastěji jsou pomocí GSM modulu realizovány poruchové stavy (alarmy), které jsou okamžitě poslány programátorovi nebo obsluze systému na mobil.

PROGRAMOVATELNÝ MODUL MIRO GSM

Specifikace:

- 6 digitálních/analogových vstupů a 4 reléové výstupy,
- příkon pro 24 V DC je cca 4,2 W,
- rozlišení analogových vstupů 12bit,
- kontakt výstupních relé udrží cca 10 A,
- programování přes standardní 9pin RS232 konektor,
- pro všechny mobilní sítě, seznam až s 50 záznamy.



Obr. 6.5 – UPS zdroj (Blaja.cz, 2011)

7 PRAKTICKÁ ČÁST

V praxi jsem se setkal s častým nekomplexním řešením návrhu MaR. Kvůli tomu bych nejprve popsal nejčastější chyby, které se při praktické instalaci vyskytují a na co si dávat pozor.

V první řadě je důležité projektovat jednotlivé systémy s patřičnou profesí, která se danou problematikou zabývá. Nelze naprojektovat automatické řízení vytápění bez projektu od firmy, která se touto problematikou zabývá. Mohlo by dojít k předimenzování nebo naopak poddimenzování, což vede k nevhodné regulaci. Dost často si zákazník myslí, že je chyba v softwaru, aniž by zjišťoval, zda bylo vytápění správně naprojektováno. Tento případ nastává i v jiných systémech jako například vzduchotechnika, chlazení atd.

Další problém nastává v koordinaci mezi dodavateli. Je důležité, aby MaR instalace byla prováděna poté, co jsou systémy nainstalované a odsouhlasené. Dost často se stává, že je instalace prováděna současně, což způsobuje materiálové a časové ztráty v případě, že se při kontrole zjistí nedostatky nebo špatné provedení.

Při ožívování softwaru je důležité doladit regulaci do požadovaných mezí a po určité době provozu, správně nastavit regulaci v případě neobvyklého či nesprávného chování.

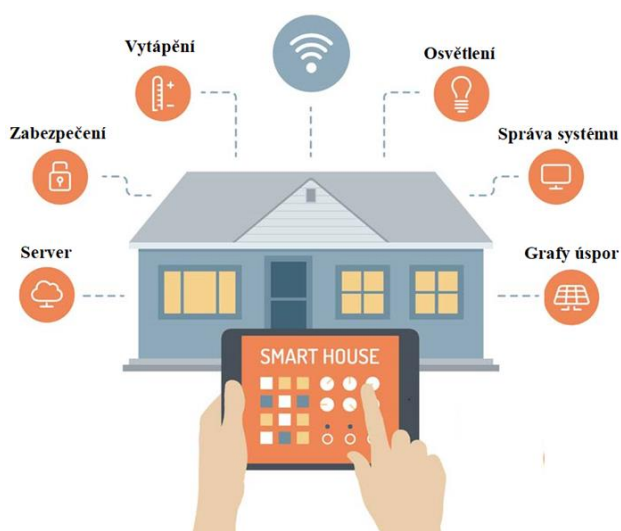
Jedním z nejdůležitějších věcí je samotný návrh a jeho projektová dokumentace, která by měla být naprojektována podle platných norem a zásad.

V posledním kroku instalace je velmi důležité proškolit obsluhu systému. Při správném proškolením se eliminují servisní případy, které mohou být nákladné.

V této kapitole je důkladně popsán návrh projektu pro inteligentní rodinný dům, který je řízen programovatelným automatem od firmy Domat Control Systém. Jedná se o jednopodlažní instalaci rodinného domu o 7 místnostech a chodbě. Kotelna je samostatná budova. V jednotlivých podkapitolách jsou popsány návrhy dílčích systémů.

7.1 NÁVRH PROJEKTU MAR

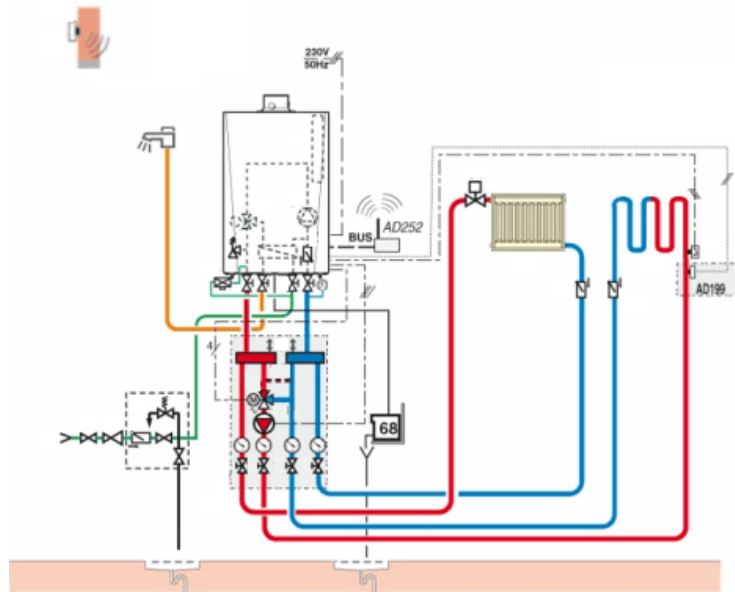
Předmětem mého návrhu je vytápění pomocí podlahové vytápění a jako zdroj je použit plynový kotel s akumulací nádrží. Dům je rozdělen na 7 okruhů vytápění, které je možno regulovat nezávisle na sobě. Dále pak centrální osvětlení, které je v chodbě řešeno pomocí čidla pohybu a v jednotlivých pokojích nastavitelné pomocí aplikace v mobilu nebo pomocí stmívače. Pro lepší zabezpečení domu je zde instalován zabezpečovací systém. Ten je aplikován na vstupní dveře a venkovní okna. Pro zajištění bezpečnosti i v případě výpadku proudu je zde instalován záložní zdroj pro důležité prvky systému. Komponent, který neslouží pro zlepšení ekonomičnosti budovy, ale pro zábavu jsem vybral vlastní server s audio filmovou databází, který je pomocí domácí sítě přístupný pro TV, mobilní zařízení, počítač.



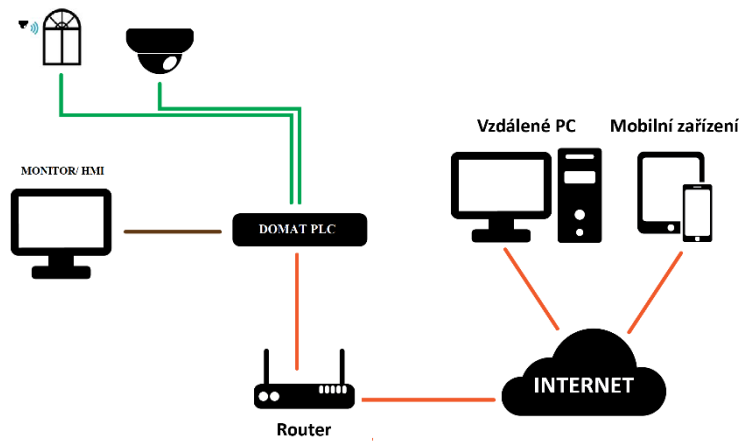
Obr. 7.1 – Struktura systému

Jako řídicí modul byl vybrán typ MXIO značky Domat Control Systém. Modul komunikuje po sběrnici RS485 protokolem Modbus RTU. Dálkové odečty jsou prováděny pomocí M-Bus protokolu. Pro nahrání programu do automatu slouží Ethernet komunikace.

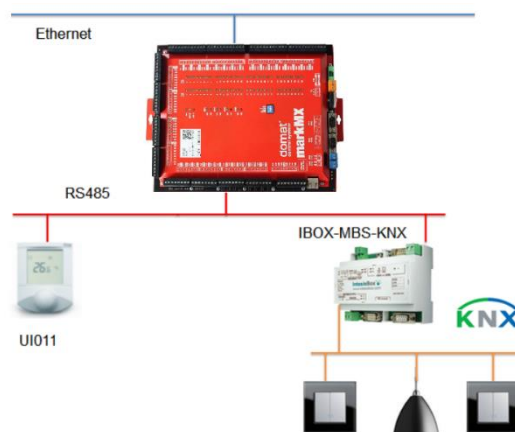
Technologické schéma slouží pro lepší pochopení vytápěcího systému a pro napsání programu do PLC. Taktéž ostatní blokové schéma slouží pro správný návrh celkové instalace.



Obr. 7.2 – Technologické schéma vytápění

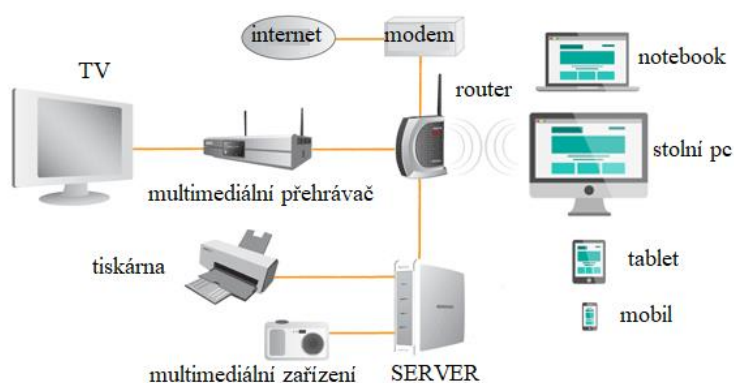


Obr. 7.3 – Blokové schéma EZS



Obr. 7.4 – Zapojení KNX (Domat-int.com, 2019)

Konfigurace převodníku IBOX jsem provedl pomocí softwaru LinkBoxMB, kde jsem nastavil parametry převodníku (IP adresa a parametry sítě), dále pak adresy převodníku na sběrnici KNX a vyplnění Modbusové tabulky s registry.



Obr. 7.5 – Blokové schéma EZS

Server je instalován do skříňky značky Rack, která se pro tyto účely používá.

Podle technologického schéma vytápění jsem určit komponenty pro řízení pomocí PLC. Dále kompletní seznam komponent, které budou potřeba pro realizaci projektu inteligentní dům. Rozvaděč jsem určit jako celek, pouze jsem vybral vhodný regulátor s I/O modulem. Ostatní prvky jsou pro měření a regulaci domu.

Tab. 7.1 – Seznam komponent

Číslo	Název	Popis	Počet	Cena, Kč
1.	Rozvaděč	Silový/MaR	1	6 000
2.	markMX	DDC regulátor, 16×AI, 8×AO, 32×DI, 32×DO	1	18 625
3.	HT200	Dotykový ovladač panel	2	9 450
4.	MW241	Modul řízení LED světel	1	1 297
5.	IBOX-KNX	Modul pro řízení osvětlení	1	2 800
6.	Router	TP-Link TL-WR702N	1	999
7.	GSM	alarmový modem TC-35	1	2 999
8.	Elektroměr	MINI průmyslový elektroměr ENH MIZ	1	1 089
9.	Dálkový odečet plynu a vody	Pulzní vysílače CYBLE	2	2 000
10.	R095	Převodník M-Bus/RS-232 do 25 měřičů	1	6 399
11.	UC300	Regulátor podlahového topení, měření teploty	7	4 457
12.	RFTF-U	Pokojové čidlo teploty PT1000 a vlhkosti	7	2 439
13.	UT051	Venkovní čidlo teploty PT1000	1	350
14.	DIP200	Komunikativní čidlo pohybu a osvětlení	2	3 975
15.	RLQ-CO2	Čidlo CO2	1	3 349
16.	SZ4	snímač zaplavení	1	1 004
17.	ALTM1-U	Příložné čidlo teploty	8	1 925
18.	SHD-U1	čidlo tlaku v kapalinách	1	3 737
19.	TM65-U	Stonkové čidlo teploty	1	2 248
20.	VD131-20 6,3	Třicestný ventil včetně servopohonu	5	2 200
21.	JA-85B	Bezdrátový detektor rozbití skla	9	1 114
22.	EATON 5E 850i USB DIN	Záložní zdroj	1	4 299
23.	Dell PowerEdge R710	Server	1	6 000

7.1.1 Cenová kalkulace

Pro můj návrh jsem zvolil potřebné prvky automatizace a udělal předběžnou kalkulaci pouze pro materiál.

Rozvaděč s PLC	55 919 Kč
Automatizační prvky vytápění	90 449 Kč
Automatizační prvky EZS	17 976 Kč
Domácí server	6 000 Kč
Kabeláž	7 000 Kč
Celkem	177 344 Kč

7.1.2 Popis programu

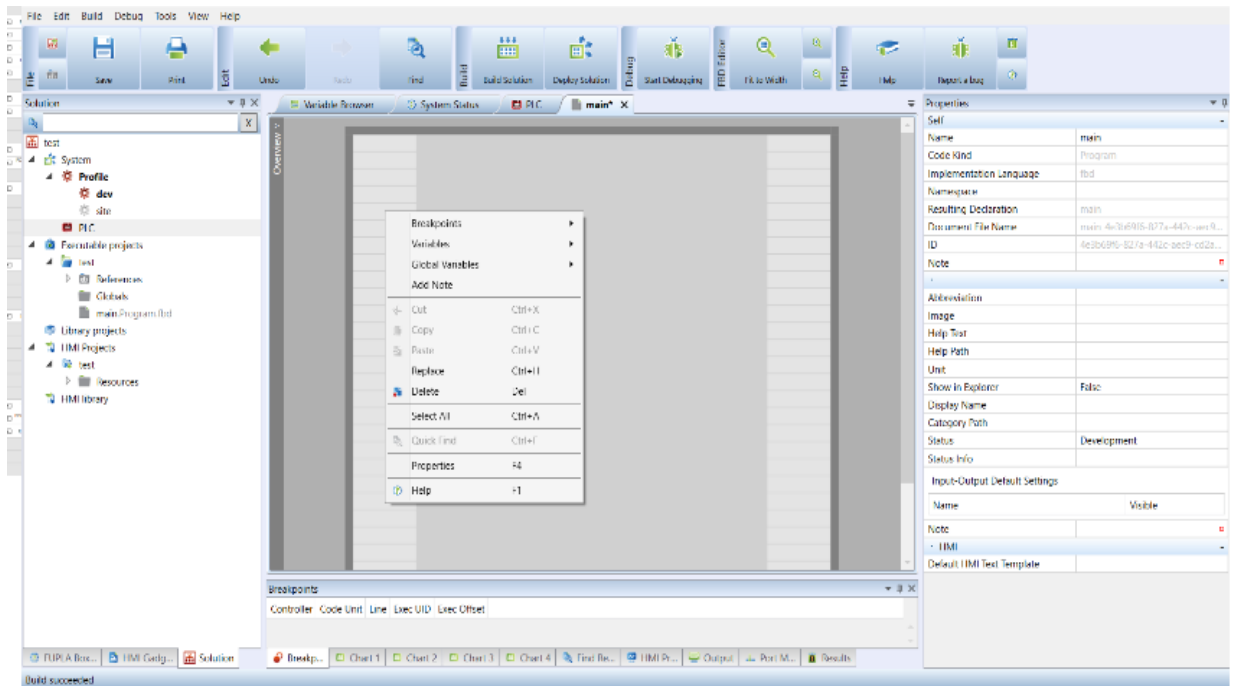
Program se skládá ze 4 částí. První je program vytápění. Ten zajišťuje automatické vytápění během topné sezóny. Topná sezóna se počítá od průměrné denní teploty venkovního vzduchu 13 °C dle vyhlášky č. 194/2007. V průměru se jedná o 225 topných dnů. Díky údajům z ČHMÚ lze predikovat topné dny a docílit úspornějšího vytápění. Na stránce <https://vytapani.tzb-info.cz> lze vypočítat denostupně, které slouží ke stanovení charakteristik topného období – počtu denostupňů a počtu topných dnů. Výpočet se provádí nad databází denních průměrných teplot venkovního vzduchu z ČHMÚ. Vytápění lze přepnout do manuálního režimu, kde lze nastavit požadovanou teplotu místnosti pomocí dotykového panelu nebo pomocí mobilní aplikace.

Druhá část programu je věnována zabezpečovacímu systému, kde jsou jednotlivá čidla rozbití oken, pohybová čidla a koncové čidlo dovření dveří či oken napojena na automat, který při zaznamenání poruchy alarmuje uživatele pomocí SMS a mailu. Tento program je velmi účinný při opuštění domu na delší čas. Při odjezdu lze pomocí aplikace zjistit, zda jsou veškeré okna a vstupní dveře zavřené. Zároveň je dům zabezpečen proti cizímu vniknutí.

Třetí část programu se zabývá intuitivním ovládáním světel. Světla lze ovládat pomocí stmívače v každé místnosti nebo pomocí aplikace, kde lze světelné okruhy stmívat, či měnit barvy. Poslední část programu popisuje alarmové hlášky, které vznikají při špatné regulaci nebo při chybě. Například senzor zaplavení kotelny posílá SMS a vypíná kotelnu kvůli zabezpečení. Stejně tak snímač úniku plynu.

7.2 MERBON IDE

Merbon IDE je programovací jazyk pro PLC značky Domat Control Systém, který je zdarma ke stažení na stránkách firmy Domat. Programovat lze jak pomocí funkčních bloků, tak pomocí strukturovaného textu. Skládá se z IDE – nástroje pro tvorbu programu, WinRT – runtime pro testování programu na počítači a HMI editoru – programu pro tvorbu LCD menu a webových stránek.



Obr. 7.6 – Merbon IDE

Kliknutím pravého tlačítka na PLC a kliknutí na Attach PLC přiřadíme PL a nastavíme IP adresu pro komunikaci. V bloku main lze psát blokově program. Pomocí pravého kliknutí myši na levou, či pravou stranu, lze vytvořit, či přidat, již vytvořenou proměnnou, a to pomocí Variables nebo Global variables. Po vytvoření programu je potřeba nahrát sestavu do PLC pomocí tlačítka Built Solution. Pro spuštění programu slouží tlačítko Start Debugging.

Pro vytvoření HMI rozhraní slouží HMI library pro řádkové zobrazování na displeji či webovém rozhraní.

7.3 VIZUALIZACE SYSTÉMU

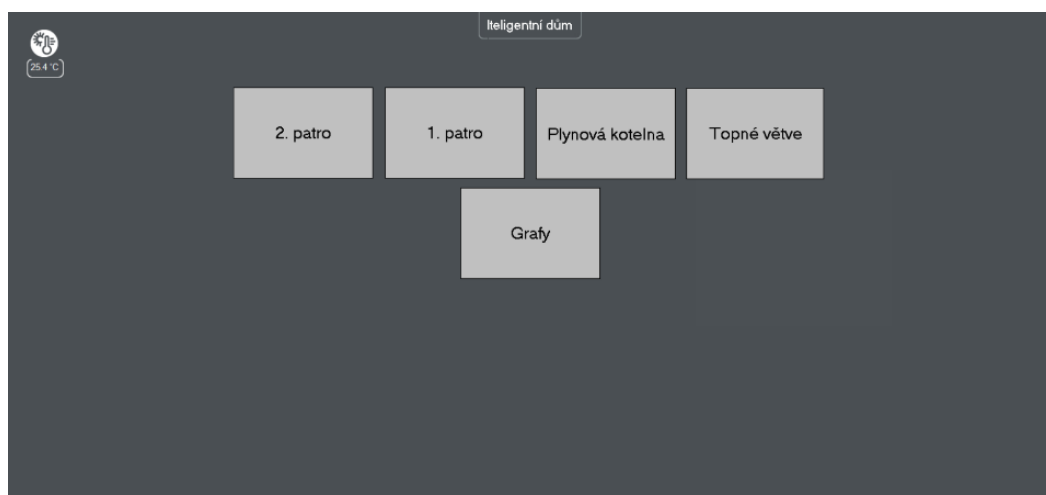
Pro vizualizaci řídicího systému jsem zvolil program RC ware Vison, který je volně dostupný na stránkách Domat Control Systém pro menší projekty. Vizualizace je prováděna pomocí namapování proměnných z Merbon IDE a přiřazena jim grafická podoba.

Ovládání domu

Ovládání je možné pomocí dotykového panelu v domě, ale také pomocí mobilní aplikace Merbon Visual, která je dle mého názoru více komfortní. Rodinný dům mohu ovládat na dálku pomocí připojení na server a mohu z Merbonu IDE sledovat aktuální stavy a hodnoty proměnných, přeprogramovat projekt nebo měnit uživatelské rozhraní. Výhodou vzdáleného ovládání je rychlejší servis a nižší náklady na cestovné.

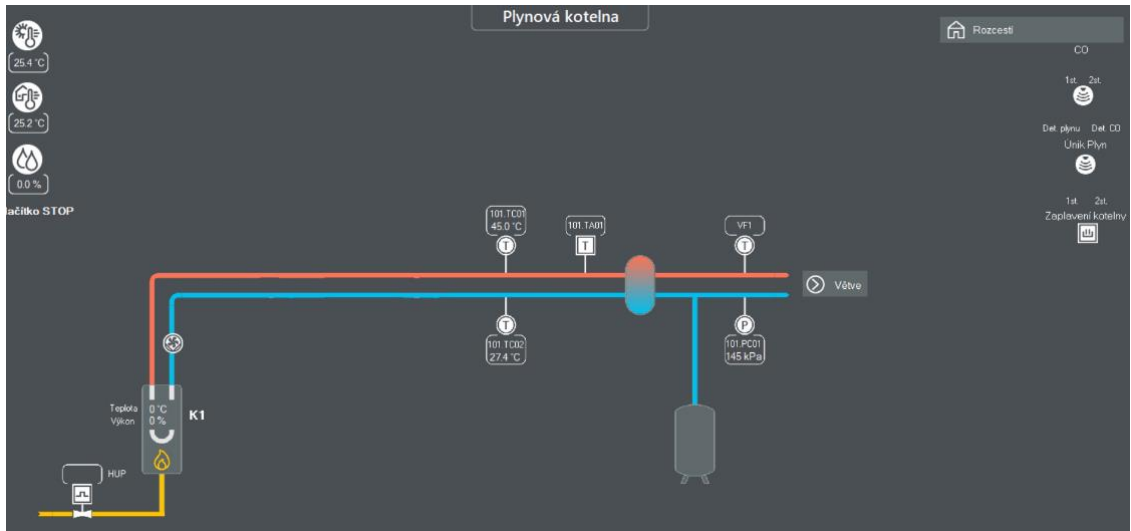
7.3.1 SCADA rozhraní

Vizualizace je rozdělena stromově. Nejprve je rozcestník, kde lze zvolit jednotlivé okruhy. Je zde na výběr okruh plynová kotelna, topné větve, grafy a ovládání 1. patra a příprava 2. patra. V pravém rohu se nachází indikace venkovní teploty.



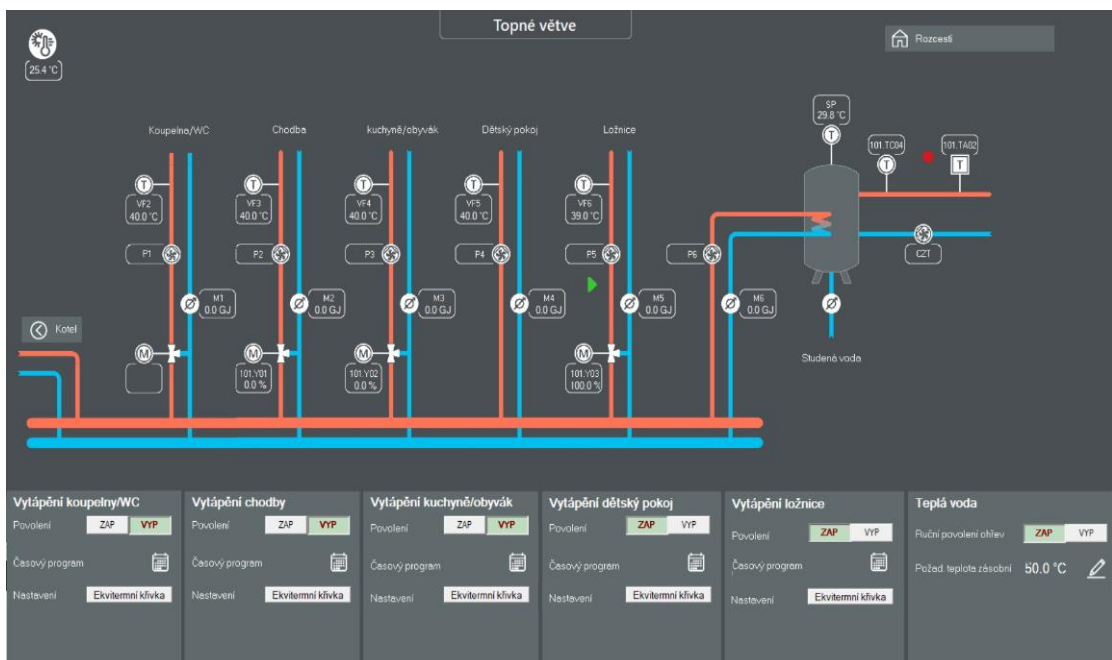
Obr. 7.7 – Rozcestník vizualizace

V okruhu kotelna lze vidět schéma vytápění. Dále pak signalizace poruch, jednotlivé teploty a výkon kotle.



Obr. 7.8 – Kotelna

Okruh topné větve ukazují, které topné větve jsou otevřené a které ne. Dále je zde možno nastavit jednotlivé vytápění a přiřadit jim časový program spínání. Další možností je nastavení ekvitemní křivky pro ekvitemní regulaci.



Obr. 7.9 – Topné větve

Okruh 1. patro slouží pro zjištění teplot místností a pro detekci zavřených oken. V případě otevřeného okna se zobrazí červená indikace u příslušného čidla. Dále je zde možnost nastavení celkové požadované teploty domu, reset poruch, časový program a celkové povolení vytápění.



Obr. 7.10 – 1. patro

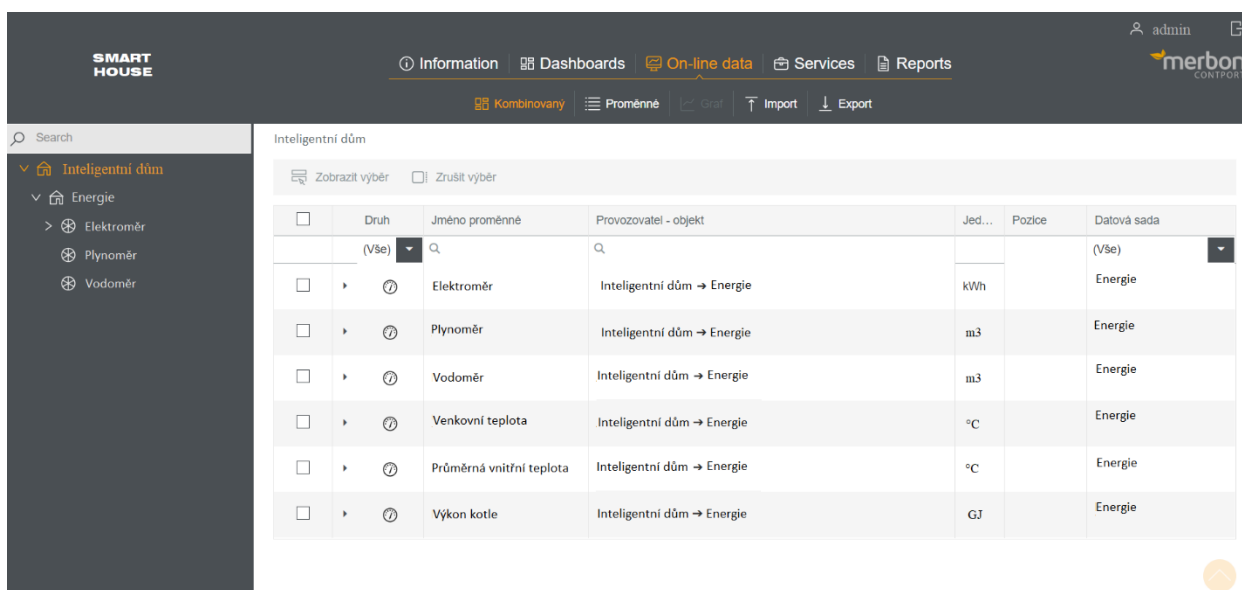
Pokojové ovladače slouží pro nastavení požadované teploty v konkrétní místnosti a indikace vlhkosti a teploty v objektu.



Obr. 7.11 – Pokojové ovladače

7.3.2 CONTPORT

Pro správu systému a nastavbu řídicího systému slouží webové rozhraní Contport, které slouží jako databáze historických dat a jejich vyhodnocování. V tomto prostředí mohou vidět proměnné v reálném čase a mít, tak přehled o dění v rodinném domě. Jsou zde zobrazovány měřené, manuální, virtuální proměnné a také konstanty. Díky těmto proměnným mohou vytvořit vzorce podle patřičného zadání. Pro moji potřebu jsem vytvořil proměnné všech měřičů energií a teplot.



The screenshot shows the Contport web interface. The top navigation bar includes 'SMART HOUSE', 'Information', 'Dashboards', 'On-line data', 'Services', and 'Reports'. A user profile 'admin' is visible in the top right. Below the navigation bar, there are tabs for 'Kombinovany', 'Proměnné', 'Graf', 'Import', and 'Export'. The main content area is titled 'Inteligentní dům' and contains a table of variables. The table has columns for 'Druh', 'Jméno proměnné', 'Provozovatel - objekt', 'Jed...', 'Pozice', and 'Datová sada'. The table lists several variables, including 'Elektroměr', 'Plynoměr', 'Vodoměr', 'Venkovní teplota', 'Průměrná vnitřní teplota', and 'Výkon kotle'.

<input type="checkbox"/>	Druh	Jméno proměnné	Provozovatel - objekt	Jed...	Pozice	Datová sada
<input type="checkbox"/>	(Vše) 🔍		🔍			(Vše) ▼
<input type="checkbox"/>	▶️ 🔍	Elektroměr	Inteligentní dům → Energie	kWh		Energie
<input type="checkbox"/>	▶️ 🔍	Plynoměr	Inteligentní dům → Energie	m ³		Energie
<input type="checkbox"/>	▶️ 🔍	Vodoměr	Inteligentní dům → Energie	m ³		Energie
<input type="checkbox"/>	▶️ 🔍	Venkovní teplota	Inteligentní dům → Energie	°C		Energie
<input type="checkbox"/>	▶️ 🔍	Průměrná vnitřní teplota	Inteligentní dům → Energie	°C		Energie
<input type="checkbox"/>	▶️ 🔍	Výkon kotle	Inteligentní dům → Energie	GJ		Energie

Obr. 7.12 – Prostředí Contport

Na obr. 7.12 je vidět prostředí Contport, které jsem vytvořil pro inteligentní dům. Databáze je vytvořena pomocí CRM databáze od Microsoftu. V Contportu můžeme přidávat objekty, nad kterými chceme mít správu. Je zde přehledně vidět, které dálkové odečty jsou instalovány v objektu a jejich zobrazení v přehledném grafu, kterému lze nastavit časový rozsah zobrazení. Záložka Reports slouží pro roční výčet spotřeb v přehledné tabulce. Pomocí funkce import a export lze uložit daný graf do souboru xlsx nebo z tabulky naimportovat data do příslušné proměnné. Záložka Information slouží pro obecné informace o objektu například poloha, fotky, datum založení atd. Pomocí tlačítka Dashboard se zobrazí prostředí Grafana, která je popsána na následující straně.

Grafana

Prostředí grafana slouží pro manažerské informace o proměnných. Například pomocí histogramu lze vyčíst, v který den byl objekt přetopený a v který naopak nedotopený. Díky těmto grafům lze vylepšit příslušnou regulaci, tak aby byla co možná nejvíce efektivní a komfortní. Zároveň slouží jako bezpečnostní prvek. Například při zvýšené teplotě v hodinách, kdy v objektu by neměl nikdo být, lze zjistit neočekávanou návštěvu objektu.

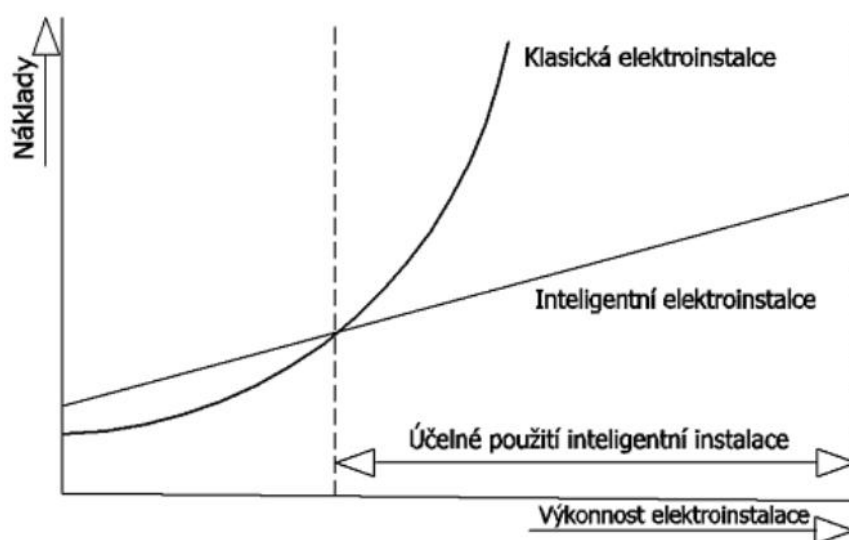


Obr. 7.13 – Prostředí Grafana

8 ZHODNOCENÍ

Běžné elektroinstalace v rodinných domech jsou pouze silové a značně levnější, a proto v České republice, převládá tento způsob zapojení. V západních zemích Evropy jsou téměř každé nové elektroinstalace připraveny na realizaci inteligentního řízení, a je tak umožněno snadné rozšíření budoucí elektroinstalace v rodinných domech. Myslím si, že tento způsob by se měl rozšířit i do české republiky. Vývoj jde rychle vpřed a je tedy jen otázkou času, kdy bude představena skutečná realizace „inteligentního domu“. Dosavadní řešení je pouze usnadněné ovládání domu, doplněné o patřičný komfort, a to za cenu zvýšení pořizovacích nákladů.

Inteligentní elektroinstalace se vyznačuje výhodou, že oproti klasické elektroinstalaci je navržena tak, aby umožňovala snadnou změnu funkcí bez zásadních zásahu do stávajícího zapojení. Každé instalované tlačítko, nebo vypínač, může tak ovládat jakýkoliv prvek v systému, díky použití programovatelného automatu, pouhou změnou software. Nevýhodou může být však výskyt neočekávaných poruch systému. Intelligence systému jen daná propracovaností programového vybavení PLC automatů, vyplývající z prvotní analýzy návrhu realizovaného programátorem. Příkladem může být případ výpadku elektrické energie při ovládání přístupu mobilním zařízení, které už nedisponují manuálním ovládáním. V tomto případě je potřeba zahrnout do návrhu řídicího systému i začlenění zdrojů pro záložní napájení.



Obr. 7.14 – Závislost nákladů na výkonnosti

9 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se snaží podrobně popsat technologie pro tzv. „chytré“ řízení obytných budov a jeho návrh pro řízení rodinného domu. V první části jsou popsány teoretické pojmy pro snazší pochopení dané problematiky, na kterou navazuje část, popisující způsoby realizace měření a regulace pro budovy. Dále jsou popsány jednotlivé možnosti řízení technologií rodinného domu, s příklady možností výběru řídicího systému a jeho bližší popis. V kapitole číslo 2 jsou popsány současné platné normy pro tvorbu projektové dokumentace.

Druhá část se zabývá koncepcí PLC automatů, jejich možnosti komunikace, se zaměřením na standardní komunikační protokoly, s demonstrací možnosti připojení rozšiřující komponent. Závěrečná část popisuje modelový návrh projektu pro inteligentní řízení rodinného domu pomocí PLC automatu. Jsou zde navrženy prostředky pro řízení a současně jejich cenová kalkulace. Návrh vizualizačního prostředí je rozšířené o informační systém Contport, tvořící tak nadstavbu k původní vizualizaci. Kompletně zpracovaný návrh projektové dokumentace je umístěn v příloze B.

Dle mého názoru je řízení pomocí automatu v rodinných domech velmi užitečné, a to především z pohledu úspory energií. Zavedení MaR systému je schopno ušetřit například až 20 % nákladů na vytápění. Další výhodou je zvýšení bezpečnosti a komplexnější přehled nad řízeným systémem. Při projektování je velmi důležité rozhodnout, jakým způsobem bude systém ovládaný, tak aby byl pro běžného uživatele přínosem, a ne další přítěží, vzhledem ke komfortu ovládání. Použitý, rozšiřující prvek, Contport je velmi užitečný, zejména pro průmyslové budovy, kde je zapotřebí spravovat velké množství monitorovacích míst.

LITERATURA

- MERZ, H.; HANSEMANN T.; HÜBNER C.. 2009. *Building automation: communication systems with EIB/KNX, LON and BACnet*. Berlin: Springer. Signals and communication technology. ISBN 978-3-540-88828-4.
- AUTOMATIZACE.HW.CZ. 2016. *Co se skrývá pod výrazy Industry 4.0 / Průmysl 4.0 ?* [online]. [cit. 2019-27-02]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/mimochodem/co-je-se-skrывa-pod-vyrazy-industry-40-prumysl-40.html>
- SPEL.CZ. 2019. *Inteligentní řízení* [online]. [cit. 2019-27-02]. Dostupné z: <https://www.spel.cz/page/inteligentni-r%C3%ADzeni-budov>
- BMR.CZ. 2019. *Regulace vytápění a chlazení* [online]. [cit. 2019-24-03]. Dostupné z: <https://www.bmr.cz/menu-produkty/menu-regulace-vytapeni>
- NBSINVEST.CZ. 2019. *Zónová regulace* [online]. [cit. 2019-24-03]. Dostupné z: <https://www.nbsinvest.cz/elektro-a-regulace/maxima-2/>
- INBUDOVY.CZ. 2013. *Print Inteligentní systémy pro správu energií aneb HVAC v budovách* [online]. [cit. 2019-24-03]. Dostupné z: <http://inbudovy.cz/artikul/article/inteligentni-systemy-pro-spravu-energie-aneb-hvac-v-budovach/>
- SERVICECHAMPIONS.NET. 2018. *What Is An HVAC System?* [online]. [cit. 2019-24-03]. Dostupné z: <https://www.servicechampions.net/blog/what-is-an-hvac-system/>
- TZB-INFO.CZ. 2019. *Nejnavštěvovanější odborný portál pro stavebnictví a technická zařízení budov* [online]. [cit. 2019-24-03]. Dostupné z: <https://tzb-info.cz/>
- BAŠTA, J. 2007. *Možnosti moderních způsobů regulace*. [online]. [cit. 2019-28-03]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/4360-moznosti-modernich-zpusobu-regulace>
- MATZ, V. 2010. *Ekvitermní regulace – princip a využití v systémech regulace vytápění*. [online]. [cit. 2019-028-03]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6294-ekvitermni-regulace-princip-a-vyuziti-v-systemech-regulace-vytapeni>
- PLCH, J. 2019. *Osvětlování a regulace osvětlení*. [online]. [cit. 2019-28-03]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-03-30.0265467649>
- CREDEXALARMSYSTEMS.EU. 2019. *Jablotron JK-101KR PLUS GSM+LAN wireless alarm kit* [online]. [cit. 2019-28-03]. Dostupné z: <https://www.credexalarmsystems.eu/en/jablotron-jk-101kr-plus-wireless-alarm-kit.html>
- AVALON.CZ. 2019. *Elektronická zabezpečovací signalizace EZS* [online]. [cit. 2019-28-03]. Dostupné z: <http://www.avalon.cz/produkty/elektronicka-zabezpecovaci-signalizace-ezs.htm>
- ANIMATICS.COM. 2019. *RS485-ISO* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://www.animatics.com/products/cables/rs485-iso#drawing>
- MATZ, V. 2010. *Systémy používané v "inteligentních" budovách - přehled komunikačních protokolů* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6879-systemy-pouzivane-v-inteligentnich-budovach-prehled-komunikacnich-protokolu>

- MICHALEC, L. 2013. *Úvod do KNX* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/teorie-a-praxe/knx.html>
- TOPENILEVNE.CZ. 2019. *ESBE Servopohon ARA 663 24V - 3-bodový* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://www.topenilevne.cz/esbe-servopohon-ara-663-24v-3-bodovy-p7623/>
- PRODUCTS.DOMAT-INT.COM. 2019. *Katalog produktů domat-int.com* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <http://products.domat-int.com>
- BLAJA.CZ. 2011. *Programovatelný modul MICRO GSM* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://www.blaja.cz/archiv-clanku/programovatelnny-modul-miro-gsm.html>
- DOMAT-INT.COM. 2019. *Domat Control Systém* [online]. [cit. 2019-04-04]. Dostupné z: <https://domat-int.com/>

PŘÍLOHY

A - CD

B - Projektová dokumentace

Příloha k diplomové práci
Řízení inteligentního domu PLC automatem
Dominik Šob

CD

Obsah

- 1 Text diplomové práce ve formátu PDF
- 2 Vizualizační program SCADA pro rodinný dům

Příloha k diplomové práci

Řízení inteligentního domu PLC automatem

Dominik Šob

**PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE
MĚŘENÍ A REGULACE**

Obsah

	Seznam obrázků.....	2
	Seznam tabulek.....	3
	TEXTOVÁ ČÁST	4
1.	TECHNICKÁ ZPRÁVA	5
1.1	ROZSAH PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	5
1.2	HLAVNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE.....	6
1.3	PŘEDPISY	7
2.	ELEKTROINSTALACE.....	8
2.1	PŘIPOJOVANÁ ZAŘÍZENÍ	8
2.2	KABELÁŽ.....	8
2.3	OCHRANA PŘED MECHANICKÝM POŠKOZENÍM.....	9
2.4	PROVOZ	9
2.5	PROVOZNÍ PODMÍNKY	9
2.6	ROZVADĚČE	9
2.7	POPIS FUNKCE	12
2.8	POPIS REGULAČÍCH OKRUHŮ	13
2.9	UŽIVATELSKÝ MANUÁL PRO VIZUALIZACI	14
	VÝKRESOVÁ ČÁST	15
3	SEZNAM ZAŘÍZENÍ	16
3.1	SEZNAM KABELŮ.....	17
4	SPECIFIKACE PLC.....	17
5	PŮDORYS ZAPOJENÍ.....	19

Seznam obrázků

Obr. 2.1 – Vnitřek rozvaděče.....	10
Obr. 2.2 – Přední strana rozvaděče	11
Obr. 4.1 – PLC MXIO	16
Obr. 5.1 – Půdorys zapojení.....	18

Seznam tabulek

Tab. 3.1 – Seznam zařízení.....	16
Tab. 3.2 – Seznam kabelů.....	17
Tab. 5.1 – Přehled vstupů a výstupů.....	20

TEXTOVÁ ČÁST

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

1.1 ROZSAH PROJEKTOVANÉHO ZAŘÍZENÍ

Projekt řeší rekonstrukci elektroinstalace rodinného domu a jeho řízení pomocí automatu. Projekt měření a regulace je zpracován na základě požadavků vyplývajících z projektu technologické části vytápění, požadavků provozovatele a platných elektrotechnických předpisů a norem.

Zadavatel požaduje komplexní řídicí systém ovládaný automatem značky Domat Control System. Tento systém by měl regulovat plynový kotel a jednotlivé topné větve podlahového topení. Dále požaduje instalaci snímačů teploty a vlhkosti v každé místnosti, díky kterým bude možná zónová regulace. Ovládání bude možné pomocí pokojových ovladačů v každé místnosti.

Na řídicí systém je požadován napojit domovní osvětlení, které bude regulovatelné pomocí stmívačů. Dále zadavatel požaduje bezpečnostní systém, který obsahuje snímače rozbití skla a snímače pohybů. Jako doplněk je požadován vlastní server napojen na domácí síť

Na rozvaděči bude instalován dotykový panel pro snadnou obsluhu systému. Dále bude vizualizační program přístupný pomocí aplikace do chytrých zařízení.

Projekt neřeší:

- montáž.

1.2 HLAVNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

Napěťová soustava: 3 NPE, 50 Hz, 400 V/TN-S

Napájecí napětí: 400 V, 50 Hz

Napětí pro ovládání: 230 V, 50 Hz

Nainstalovaný výkon rozvaděče: 2,6 kW

Ochrana před úrazem el. proudem: dle ČSN 332000-4-41

- automatickým odpojením od zdroje
- bezpečným napětím

Vnější vlivy: Vnější vlivy (prostředí) byly stanoveny dle ČSN 332000-5-51.

Předmětné prostory jsou z hlediska působení vnějších vlivů ve smyslu ČSN 332000-5 -51 ed.3 považovány za prostory normální.

1.3 PŘEDPISY

Projekt je zpracován dle předpisů a norem ČSN platných v době zpracování:

ČSN 33 2000-1 ed2	Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice
ČSN 33 2000-2-21	Definice, kapitola 21-pokyn k užívání všeobecných termínů
ČSN 33 2000-4-41 ed.2	Ochrana před úrazem elektrickým proudem
ČSN 33 2000-4-42	Ochrana před účinky tepla
ČSN 33 2000-4-43 ed.2	Ochrana před nadproudů
ČSN 33 2000-4-443	Ochrana před atmosférickým nebo spínaným přepětím
ČSN 33 2000-4-444	Ochrana před napět'ovým a elektromagnetickým rušením
ČSN 33 2000-4-45	Ochrana před podpětím
ČSN 33 2000-4-473	Opatření k ochraně proti nadproudům
ČSN 33 2000-4-481	Výběr opatření na ochranu před úrazem elektrickým proudem podle vnějších vlivů
ČSN 33 2000-5-51 ed.3	Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy
ČSN 33 2000-5-537	Přístroje pro odpojování a spínání
ČSN 33 2000-5-52	Dovolené proudy
ČSN 33 2000-5-54 ed.2	Uzemnění a ochranné vodiče a vodiče ochranného pospojování
ČSN 33 2000-6 část 6	Revize elektrických zařízení
ČSN 33 21 30 ed.2	Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody
ČSN 33 21 80	Připojování elektrických přístrojů a spotřebičů
ČSN 33 20 30	Elektrostatika – Směrnice pro vyloučení nebezpečí od statické elektřiny
ČSN 33 01 65	Značení vodičů barvami nebo číslicemi
ČSN 33 15 00	Revize elektrických zařízení
ČSN 06 10 08	Požární bezpečnost tepelných zařízení
ČSN EN 50110-1	Obsluha a práce na el. zařízeních
ČSN EN 60 43 39	Rozvaděče NN

Vyhláška č.50 /78 sb. ČÚBP o odborné způsobilosti v elektrotechnice

Vyhláška č.73/2010 sb. O vyhrazených elektrických zařízeních

2 ELEKTROINSTALACE

2.1 PŘIPOJOVANÁ ZAŘÍZENÍ

Soupis připojovaného zařízení je uveden ve výkresové části.

2.2 KABELÁŽ

Pro kabelové rozvody jsou v projektu navrženy následující typy kabelů:

- a) pro napájecí kabely typ CYKY, H05VV-F,
- b) pro měřicí a ovládací kabely typ JYTY,
- c) pro komunikaci typ UTP.

Kabely budou uloženy do zdi, popřípadě do sádkartonových podhledů. Tyto trasy povedou v prostředí normálním.

Upozornění pro montáž kabelů a snímačů

U všech sdělovacích kabelů připojit stínění pouze v rozvaděči MaR. Prostorové snímače teploty musí být umístěny tak, aby nebyly ovlivňovány cizími zdroji, tedy dostatečně daleko od oken, větracích průduchů, cizích zdrojů tepla, a.j.

2.3 OCHRANA PŘED MECHANICKÝM POŠKOZENÍM

Čidla, ovladače, displeje v jednotlivých pokojích budou umístěny 1,5m nad podlahou. Komponenty umístěny v kotelně jsou instalovány tak, aby předcházely poškození.

2.4 PROVOZ

Před uvedením zařízení do provozu musí být překontrolováno veškeré zapojení a správnost programu. Musí být zajištěn souhlasný stav výkresové dokumentace se skutečným stavem. Revizní technik předá zprávu o výchozí revizi, bez níž nesmí být zařízení uvedeno do provozu.

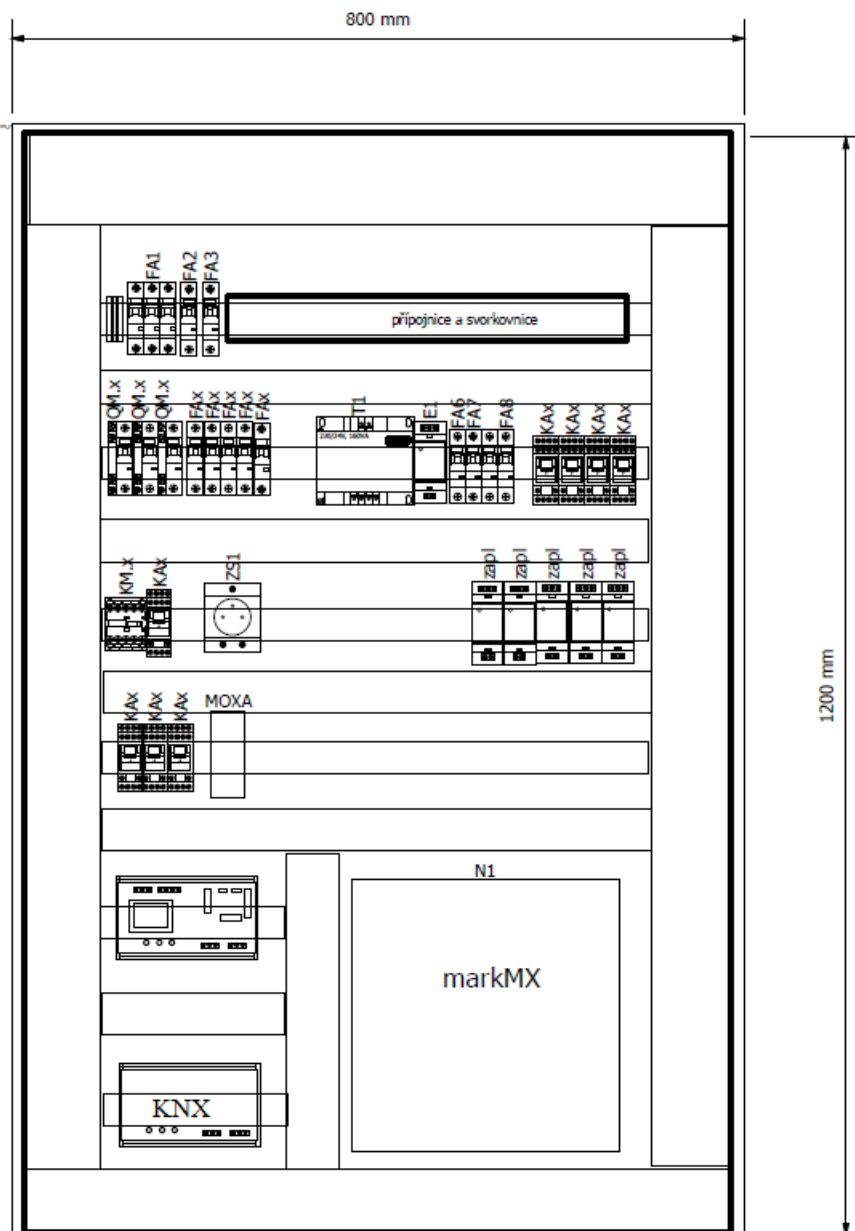
Osoby pověřené obsluhou a opravami musí mít kvalifikaci předepsanou normami (odpovídající stupeň kvalifikace dle vyhl. č.50/78Sb. o odborné způsobilosti v elektrotechnice) a musí být prokazatelně seznámeni s obsluhou zařízení a s bezpečnostními předpisy. Zvláště musí být seznámeni s první pomocí při úrazech elektrickým proudem a o chování při požárech.

2.5 PROVOZNÍ PODMÍNKY

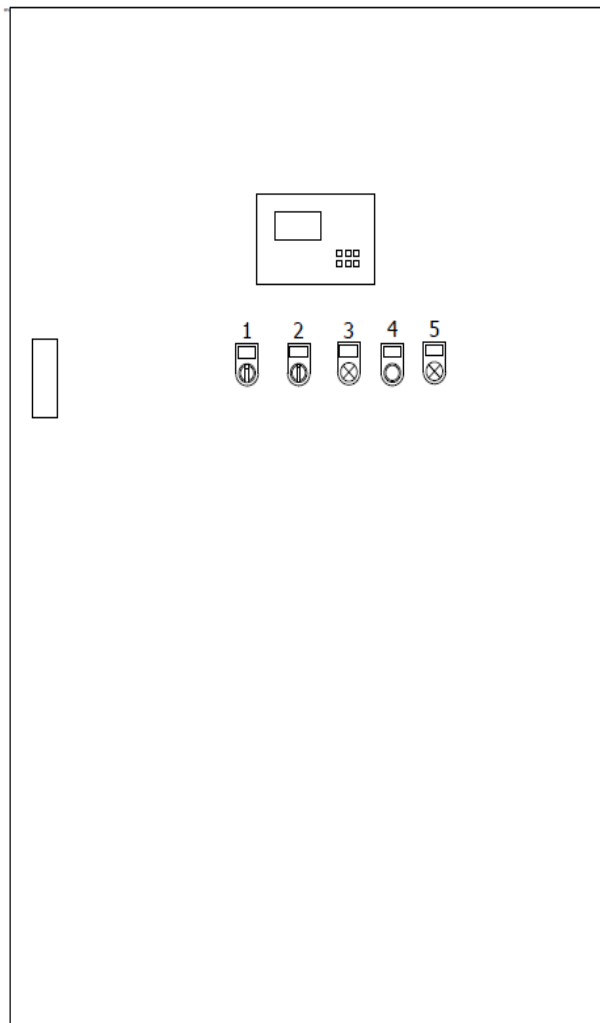
V případě jakékoliv závady je doporučeno vypnout hlavní přívod elektřiny.

2.6 ROZVADĚČE

Veškeré řídicí prvky jsou soustředěny do nástěnného rozvaděče DT1. Rozvaděč je konstrukčně řešen pro přívod a vývody vrchem. Z rozvaděče budou napojeny veškeré technologické obvody včetně obvodů měření a regulace. Na dveřích rozvaděče DT1 bude řídicí systém s displejem a tlačítky pro signalizaci provozních a poruchových stavů. V případě požáru se celé zařízení vypíná výrazecím tlačítkem na dveřích rozvaděče DT1. Serverovna má svůj vlastní rozvaděč RACK.



Obr. 2.1 – Vnitřek rozvaděče



Legenda:

- 1) AUT/MAN
- 2) HL 1.1 - Porucha
- 3) SB1 - Kvitace poruchy
- 4) HB1 - Rozvaděč pod napětím
- 5) SB1 - Stop tlačítko

Obr. 2.2 – Přední strana rozvaděče

2.7 POPIS FUNKCE SYSTÉMU

Pro automatickou regulaci bude použit digitální regulační systém s obchodním označením MXIO značky Domat Control Systém. Tyto regulátory byly vyvinuty pro regulaci a řízení procesů vytápění, vzduchotechniky, klimatizace atd. Tento typ má v sobě zabudovaný I/O modul, který má velké množství vstupů a výstupů, takže je zde dostatečná rezerva na případné doplnění systému. Tento řídicí systém je navržen především z následujících důvodů:

- řízení regulačních okruhů přes jeden systém umožňuje optimalizovat provoz technologie,
- přes ovládací jednotku s displejem lze nastavovat parametry technologie,
- při výpadku napětí zůstávají všechna data zachována,
- ovládání je také možno pomocí aplikace v mobilu, tabletu, PC.

Jedná se o komplexní řídicí systém, který ovládá vytápění rodinného domu, ohřev vody a regulace teplot v jednotlivých místnostech. Dále je na systém napojen dálkové řízení světel. Jednotlivé okruhy jsou rozděleny podle počtu místností. Systém má vlastní server, do kterého je možné uložit veškerá data příslušníků domu. Data jsou možná pomocí domácí sítě prohlížet na televizi, mobilu, PC či tabletu. Domácí síť je chráněna „firewallem“, tudíž jsou data velmi dobře chráněny proti vnějším útokům. Poslední součástí systému je bezpečnostní systém, který je aplikován na veškerá venkovní okna a dveře. Systém je pomocí Ethernetu připojen k internetu a je možné ho ovládat z jakéhokoliv místa, kde je připojení k internetu.

2.8 POPIS REGULAČNÍCH OKRUHŮ

V této kapitole jsou popsány jednotlivé regulační okruhy, jejich funkce a nastavení. Regulační okruhy MaR jsou následující.

Vytápění

Regulace vytápění reguluje teplotu TV, dále pak reguluje v každé místnosti teplotu závislou na venkovní teplotě.

Osvětlení

Osvětlení je regulováno podle osvitů a pomocí snímače pohybu GIC. V jednotlivých místnostech je instalován světelný okruh, který je připojen do automatu pomocí KNX převodníku.

Zabezpečení

Veškeré okna a venkovní dveře jsou snímány pomocí koncových snímačů, které detekují zavřené prvky. Hlídají také pomocí snímače rozbití skla 101 – 109. Při poruše okamžitě hlásí systém alarm na řídicím panelu a také SMS zprávou pomocí GSM modulu.

Havarijní zabezpečení a poruchová signalizace

Řídicí systém sleduje různé poruchové stavy. Při výskytu některého z poruchových stavů začne signalizovat poruchu opticky na displeji ovládacího panelu a také pomocí SMS. Zároveň se dle nutnosti uzavře havarijní ventil. Po odstranění poruchy je nutné potvrdit chybový stav, před znovu uvedením do provozu.

Řídicím systémem budou hlídány následující poruchové stavy:

- MAX. teplota ÚT 90°C - dojde k uzavření HUV,
- MAX. teplota TUV 60°C - dojde k uzavření UV,
- MIN. tlak TV kPa - dojde k uzavření HUV,
- přehřátí prostoru 40°C - dojde k uzavření HUV,
- zaplavení stanice - dojde k uzavření HUV,
- únik plynu - dojde k uzavření HUP

2.9 UŽIVATELSKÝ MANUÁL PRO VIZUALIZACI

Hlavní stránka slouží jako rozcestník mezi jednotlivými stránkami. V pravém horním rohu je indikace venkovní teploty. Pro přechod na další stránku je třeba kliknout na jednotlivá tlačítka popisující danou oblast.

Stránka Topné větve zobrazuje, která větev je otevřena, či zavřena. Dále signalizuje teplotu v jednotlivých větvích, a to konkrétně ikona VF2 – VF6. Pro indikaci sepnutí vytápění jednotlivé větve slouží indikace pomocí zeleného trojúhelníku. Dolní panel slouží pro ovládání vytápění v jednotlivých větvích. Pro aktivaci, či deaktivaci slouží tlačítko ZAP/VYP. Časový program slouží pro nastavení intervalu spínání vytápění. Pro jednotlivé větve lze pomocí tlačítka „Ekvitermní křivka“ nastavit danou křivku. Teplota v zásobníku je signalizována ikonou SP.

Stránka 1. patro zobrazuje celkový pohled na půdorys domu. V dolním panelu lze zapnout, vypnout celkové vytápění. Pro odstranění chybové hlášky slouží tlačítko „Reset poruch“. Časový program slouží pro nastavení celkového intervalu vytápění. Tento režim je rozdělen na celoroční a letní „LP“. Dále lze nastavit celkovou teplotu prostoru pomocí „Požadovaná teplota (celková)“. V jednotlivých místnostech je indikace teploty. Pro signalizaci otevřeného okna, či rozbitého okna slouží červené nebo oranžové kolečko u každého okna a venkovních dveří.

Stránka Pokojové ovladače – 1. patro slouží pro aktivaci vytápění a nastavení požadované teploty dané místností. Dále je zde signalizace teploty a vlhkosti v místnosti. Ikona stav signalizuje, zda je sepnuto vytápění pomocí zelené ikony.

VÝKRESOVÁ ČÁST

3 SEZNAM ZAŘÍZENÍ

Tab. 3.1 – Seznam zařízení

Číslo	Název	Popis	Počet	Cena, Kč
1.	Rozvaděč	Silový/MaR	1	6 000
2.	markMX	DDC regulátor, 16×AI, 8×AO, 32×DI, 32×DO	1	18 625
3.	HT200	Dotykový ovladač panel	2	9 450
4.	MW241	Modul řízení LED světel	1	1 297
5.	IBOX-KNX	Modul pro řízení osvětlení	1	2 800
6.	Router	TP-Link TL-WR702N	1	999
7.	GSM	alarmový modem TC-35	1	2 999
8.	Elektroměr	MINI průmyslový elektroměr ENH MIZ	1	1 089
9.	Dálkový odečet plynu a vody	Pulzní vysílače CYBLE	2	2 000
10.	R095	Převodník M-Bus/RS-232 do 25 měřičů	1	6 399
11.	UC300	Regulátor podlahového topení, měření teploty	7	4 457
12.	RFTF-U	Pokojové čidlo teploty PT1000 a vlhkosti	7	2 439
13.	UT051	Venkovní čidlo teploty PT1000	1	350
14.	DIP200	Komunikativní čidlo pohybu a osvětlení	2	3 975
15.	RLQ-CO2	Čidlo CO2	1	3 349
16.	SZ4	snímač zaplavení	1	1 004
17.	ALTM1-U	Příložné čidlo teploty	8	1 925
18.	SHD-U1	čidlo tlaku v kapalinách	1	3 737
19.	TM65-U	Stonkové čidlo teploty	1	2 248
20.	VD131-20 6,3	Třícestný ventil včetně servopohonu	5	2 200
21.	JA-85B	Bezdrátový detektor rozbití skla	9	1 114
22.	EATON 5E 850i USB DIN	Záložní zdroj	1	4 299
23.	Dell PowerEdge R710	Server	1	6 000

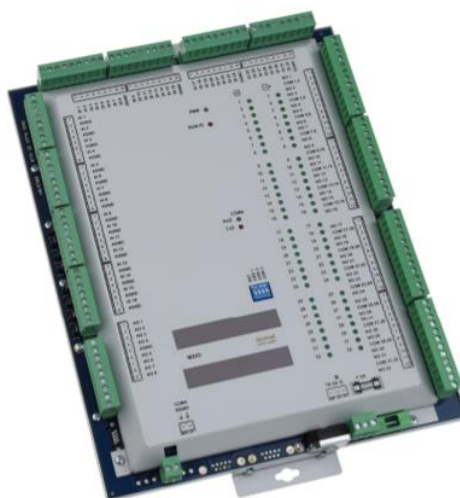
3.1 SEZNAM KABELŮ

Tab. 3.2 – Seznam kabelů

Typ	Délka	Cena, Kč
CYKY	1 km	13 000 Kč
JYTY	1 km	12 000 Kč
UTP	0,3 km	3 000 Kč

4 SPECIFIKACE PLC

„Modul MXIO je modul, který obsahuje vstupy i výstupy (16 AI, 8 AO, 32 DI, 32 DO). Komunikace probíhá po sběrnici RS485. Komunikační protokol Modbus RTU umožňuje hladkou integraci do řady řídicích a regulačních systémů – popis registrů je na požádání k dispozici. Komunikační obvody jsou chráněny proti přepětí. Pokud modul ukončuje komunikační sběrnici, tj. je první nebo poslední v řadě, DIP přepínači BUS END pod krytem u svorek K+, K – se připojí ukončovací odpory, a tak se sběrnice impedančně přizpůsobí. Indikační LED diody signalizují stavy digitálních vstupů a výstupů, odchozí komunikaci (TX, červená), systémový cyklus modulu (RUN, červená) a přítomnost napájecího napětí (ON, zelená). Modul se montuje přišroubováním na základní desku rozvaděče nebo jiný plochý povrch. Na horní a spodní části má úchyt pro šroub s plochou hlavou (Domat Control System, 2019)“.

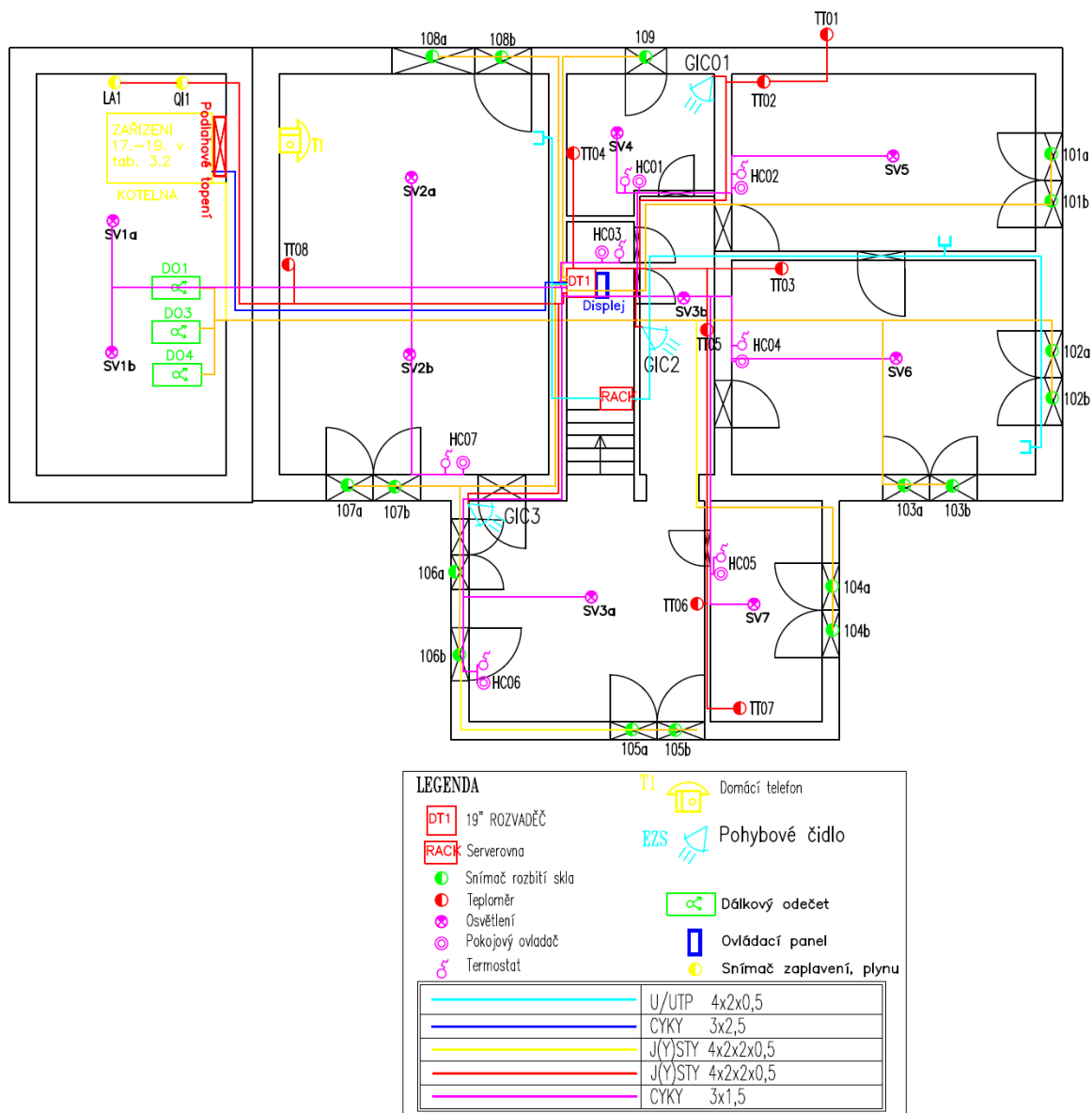


Obr. 4.1 – PLC MXIO (domat-int.com, 2019)

Technická specifikace

Napájení	18 V ÷ 35 V ss, 14 V ÷ 24 V st
Spotřeba max.	13 VA
Pracovní teplota modulu	0 ÷ 70 °C
Komunikace	RS485, 1200 ... 19200 bit/s
RS485	svorky K+, K
Max. délka sběrnice	1200 m
Max. počet modulů na sběrnici	max. 256 adres, počet modulů závisí na požadované době odezvy a komunikační rychlosti, pro aplikace VVK s podstanicí IPCT.1 cca. 4 MXIO (na sběrnici 300 ÷ 400 datových bodů)
Analogové vstupy	8× Pt 1000, odpor 0 ÷ 1600 Ohm, 0 ÷ 5000 Ohm 8× 0 V ÷ 10 V ss, Pt 1000, odpor 0 ÷ 1600 Ohm, 0 ÷ 5000 Ohm
Analogové výstupy	8× 0 V ÷ 10 V ss, rozlišení 10 bit
Digitální vstupy	32 × 24 V st/ss – je třeba na ně přivést napětí, např. napájecí
Vstupní napětí pro log. „0“	max. 5 V st/ss
Vstupní napětí pro log. „1“	18 V ÷ 30 V ss, 18 V ÷ 26 V
Digitální výstupy	32 × relé, spínací: 5 A/250 V AC, 5 A/30 V DC, 750 V A, 90 W
Rozměry	292,3 (v) × 237 (š) × 40 (h) mm (pouze tělo) 324,3 (v) × 237 (š) × 40 (h) mm (vč. postranních úchytlů)

5 PŮDORYS ZAPOJENÍ



Obr. 5.1 – Půdorys zapojení

Pro přehlednost ve výkresu jsou čáry pro vedení kabelu spojené. Při montáži však musí být každý prvek natažen zvlášť. Kotelna je zapojena podle technologického schématu, které dodá topenářská firma.

Tab.5.1 – Přehled vstupů a výstupů

Název	I/O	Počet
TT 1-8	AI	8
LA1	AI	1
QI1	AI	1
DO 1-4	DI	4
HC 1-7	AI	7
GIC 1-3	AI	3
101 – 109	AI	9
TIC101	AI	1
PIC101	AI	1
TIC102	AI	1
HIC101 - 105	AO	5
Celkem:		41