

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ  
KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ**

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Návrh inteligentního zabezpečovacího systému objektu na bázi  
PLC Teco**

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**Fakulta elektrotechnická**

**Akademický rok: 2012/2013**

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan HEREJK**  
Osobní číslo: **E10B0585P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**  
Název tématu: **Návrh inteligentního zabezpečovacího systému objektů na bázi PLC TECO**  
Zadávající katedra: **Katedra technologií a měření**

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

1. Zpracujte rešerši na téma inteligentních zabezpečovacích sítí.
2. Na základě závěru rešerše navrhnete základní parametry zabezpečovacích systémů pro objekty s využitím PLC.
3. Vypracujte konkrétní návrh rozvržení sítí v objektu, dimenzujte návrh podle možností konkrétních řídicích prvků včetně navrženého PLC.
4. Zpracujte návrh programu řízení PLC TECO pomocí Ethernetu s využitím komunikace přes TCP/IP protokol.
5. Zpracujte návrh rozšíření systému o podporu řízení tepelných a světelných bloků pomocí TECO Control4. Doplněte tento návrh ekonomickou studií návratnosti vložených investic ve formě úspor za energie.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**  
Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:


**Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Štekl, Ph.D.**  
Katedra teoretické elektrotechniky

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2012**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **7. června 2013**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

## **Abstrakt**

Cílem této práce je úvod do problematiky inteligentně řízené ochrany budov. V úvodní části jsou přiblíženy obecné požadavky na vytvoření zabezpečení domů a přehled firem, které se zabezpečením domů zabývají.

Dále uvádím bližší seznámení s jednotkami série Tecomat Foxtrot, způsoby zapojení a komunikace. Poté je proveden návrh instalace zabezpečení na rodinném domě s využití výrobků Teco. Následně uvádím možnosti nastavení nabízené integrovaným programovacím prostředím Mosaic.

V závěru práce rozšířím instalaci o prvky firmy Control4, kde se hlouběji zaměřím na řízení světelných a tepelných bloků ve spolupráci se sítí Foxtrot. Celý projekt pak podrobím kalkulaci návratností vložených investic ve formě úspor za energie.

## **Klíčová slova**

Inteligentní zabezpečení, Tecomat, Foxtrot, Control4, Mosaic, Inteligentní budova, ZigBee, náklady, projekt.

## **Abstract**

The aim of this work is the introduction to the area of intelligently controlled building protection. At the beginning I will describe general requirements for the establishment of house security and the types of companies that are engaged.

In the next part there are stated closer look at the units Foxtrot and their methods of connection and communication. Next, the structure of a security installation in a family house with application of Teco products. In the next section there is explained the possibilities offered by an integrated programming environment Mosaic.

At the end of the work I will talk about the installation by enlarging of elements of the company Control4, where I will focus on the management of light and heat blocks control in cooperation with a network Foxtrot. In the end I describe the calculation of recoverability of investments in the form of energy savings.

## **Key words**

Intelligent security Tecomat, Foxtrot, Control4, Mosaic, intelligent buildings, ZigBee, costs, project.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 26. 5. 2013

Jan Herejk

# Obsah

<b>OBSAH.....</b>	<b>6</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>8</b>
<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2 DRUHY BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ .....</b>	<b>10</b>
2.1 SIEMENS AG.....	10
2.2 ABB S.R.O. ....	10
2.3 SCHNEIDER ELECTRIC.....	11
2.4 JABLOTRON A.S. ....	12
2.5 TECO A.S.....	12
<b>3 INTELIGENTNÍ ZABEZPEČENÍ A JEHO PARAMETRY .....</b>	<b>13</b>
3.1 PARAMETRY OCHRAN.....	15
3.2 DRUHY INSTALACE.....	16
<b>4 NÁVRH ZABEZPEČENÍ OBJEKTU .....</b>	<b>16</b>
4.1 TYPOVÝ OBJEKT.....	16
4.2 PRVKY ZABEZPEČENÍ TECOMAT .....	17
4.2.1 SBĚRNICE CIB, CFOX .....	17
4.2.2 BEZDRÁTOVÉ SBĚRNICE RFOX.....	18
4.2.3 ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY .....	18
4.2.4 NAPÁJECÍ ZDROJE .....	19
4.2.5 ZÁKLADNÍ MODULY.....	19
4.2.6 ETHERNETOVÉ MODULY .....	20
4.2.7 OSTATNÍ PRVKY .....	21
4.3 ROZVRŽENÍ PRVKŮ.....	23
4.4 UMÍSTĚNÍ MODULŮ.....	23
4.5 MOŽNOSTI PROSTŘEDÍ MOSAIC.....	26
4.5.1 WEBMAKER.....	27
<b>5 ROZŠÍŘENÍ O ŘÍZENÍ TEPELNÝCH A SVĚTELNÝCH BLOKŮ.....</b>	<b>28</b>
5.1 INTELIGENTNÍ DŮM.....	28
5.1.1 KOMFORT .....	29
5.1.2 ÚSPORY .....	29
5.1.3 ZABEZPEČENÍ.....	29
5.1.4 DRUHY INSTALACÍ.....	29
5.2 SYSTÉM CONTROL4.....	30
5.2.1 ŘÍDÍCÍ JEDNOTKY.....	30
5.2.2 DOTYKOVÉ PANELE A OVLADAČE.....	31
5.2.3 SVĚTELNÉ OVLADAČE.....	32
5.2.4 ŘÍZENÍ TEPLoty.....	32
5.2.5 OSTATNÍ PŘÍSLUŠENSTVÍ .....	32
5.3 ZIGBEE .....	32
5.4 APLIKACE ROZŠÍŘENÍ .....	33
5.4.1 OSVĚTLENÍ.....	34
5.4.2 TEPLo .....	34
5.4.3 DALŠÍ ROZŠÍŘENÍ .....	35
5.4.4 NÁKLADY.....	35

<b>6</b>	<b>EKONOMICKÁ STUDIE .....</b>	<b>36</b>
6.1	NÁVRATNOST .....	37
6.2	EKONOMICKÁ VARIANTA.....	38
6.3	VARIANTA BEZPEČÍ A KOMFORT.....	39
6.4	VARIANTA NEJVYŠŠÍ VÝBAVY .....	39
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>42</b>
<b>8</b>	<b>LITERATURA .....</b>	<b>43</b>
	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>45</b>



## Seznam symbolů a zkratk

CMOS	Z angl. (Complementary Metal–Oxide–Semiconductor), kov-oxid polovodič.
CIB	Z angl. (Common Installation Bus).
DIN	Zkratka označující Německý normalizační ústav.
GPRS	Z angl. (General Packet Radio Service), služba umožňující připojení internetu u GSM.
IP	Internetový Protokol je základní protokol používaný v počítačových sítích.
IR	Z angl. (Infrared), elektromagnetické záření s vlnovou délkou 760nm - 1mm.
KNX	Standardizovaný komunikační protokol dle norem (EN 50090, ISO/IEC 14543).
LAN	Z angl. (Local Area Network), malá lokální síť jinak také intranet.
LCD	Displej z tekutých krystalů z angl. (Liquid Crystal Display).
OLED	Z angl. (Organic Light-Emitting Diode), typ displeje využívající elektroluminiscenčních diod.
PDA	Z angl. (Personal Digital Assistant), malý kapesní počítač.
PLC	Programovatelný logický automat z anglického (Programmable Logic Controller).
RAM	Z angl. (Random Access Memory), paměť s přímým přístupem.
UTP	Je druh kabelu používaný v počítačových sítích z angl. (Unshielded Twisted Pair).

# 1 Úvod

Téma zabezpečení pomocí programovatelných logických automatů PLC systému TECO jsem vybral, protože mne zaujala možnost kombinace těchto prvků s automatizací budov a jejich jednoduchého řízení. Systém je možné využít nejen v průmyslových budovách, ale i v rodinných domech a bytech, kde je zatím využití minimální.

V minulosti se objevila velké množství kontrolních a zabezpečovacích prvků na ochranu majetku, které ovládaly jen určitý segment zabezpečení vytvořený určitou firmou a bylo těžké a finančně náročné pořídit sofistikovaný zabezpečovací systém s jednoduchým ovládáním a komplexní ochranou. Až v poslední době se na trhu objevují centralizované systémy, které spojují veškeré prvky pod pojem "inteligentní budova". Díky této možnosti se dá ovládat jednotka zabezpečení a řízení jednoduše i ze vzdálených míst pomocí internetového připojení a majitel má neustále přehled o dění v domě a okolí. Díky rozvoji elektrotechniky se ceny jednotlivých prvků snížily, ke koupi inteligentního řízení a zabezpečení tak má běžný uživatel mnohem blíže než v minulosti. V této práci chci rozebírat právě způsoby zapojení v rodinných domech a bytech, kde tyto systémy zatím nejsou samozřejmostí.

Nejprve se chci zaměřit na popis konceptu inteligentního zabezpečení rodinného domu a pokusím se stručně shrnout současnou situaci v oboru. Déle popíši různé prvky zabezpečení vyráběné firmou TECO a.s. a jejími dodavateli, které v projektu použiji. A přiblížím i jejich možné rozšíření a programování v systému Mosaic.

Cílem práce je vytvořit ukázkový projekt inteligentního zabezpečení rodinného domu s multimediální nadstavbou od firmy Control4 na ovládání komfortní a multimediální části domu, popíši různé způsoby realizace a následně navrhnu nejvhodnější prvky.

## 2 Druhy bezpečnostních prvků

V dnešní době se nachází na trhu velké spektrum zabezpečovacích prvků od různých firem. Jejich určení a způsob použití se liší v mnoha ohledech. Pro menší budovy a domy pro soukromé použití se hodí jednoduché alarmy od firmy Jablotron a Siemens či sofistikované automaticky řízené zabezpečovací prvky od firem Schneider Electric a.s., ABB s.r.o. a Teco a.s..

### 2.1 Siemens AG

Společnost Siemens v odnoži Building Technologies dodává na trh velké množství zařízení na bázi PLC. Jejich použití je možné jako soběstačný prvek, jako je kontrola otevřených dveří či detektor pohybu anebo jako sofistikované systémy s plnou podporou před vniknutím do objektu, kamerovým systémem či ohrožení před požárem atd. Díky širokému portfoliu je možné vytvořit i netypické sestavy bez potřeby dodání zařízení od jiného dodavatele. [10]

Portfolio:

- Řídící jednotky Simantic S
- Termostaty a čidla
- Měření tepla a průtoku
- Systémy zabezpečovací signalizace
- Požární chrániče
- Kontroly vstupu

Společnost Siemens k řízení svého systému používá softwarovou nadstavbu Desigo Insight, která ovládá veškeré řídicí prvky a graficky zobrazuje záznamy a indikace z alarmových hlášení.

### 2.2 ABB s.r.o.

Společnost ABB je na českém trhu již od 70. let a za tuto dobu zde vybuodovala řadu vlastních vývojových a servisních center. Rozsah působnosti společnosti je od produktů z energetiky přes

automatizaci až po robotiku. Pro využití inteligentních sítí ABB přišlo s kompletní řadou přístrojů podle mezinárodní normy KNX pod označením ABB i-bus® KNX.

Portfolio:

- Jednotky pro monitorování poruch, pro centrální administraci technického stavu samotného systému ABB i-bus® EIB/KNX a všech dalších integrovaných systémů a komponent.
- Proudové moduly, které monitorují zatěžovací a svodové proudy ve vybraných obvodech elektrické instalace.
- Zónové terminály (snímače skupinových hlášení), které umožňují integraci profesionálních bezpečnostních snímačů do instalace ABB i-bus® EIB/KNX a vytváření zákaznický specifických bezpečnostních monitorovacích řešení.
- Bezpečnostní snímače: kompletní řada prvků pro detekování jevů souvisejících s bezpečností uvnitř budovy, např. vloupání do budovy, pohyb po budově, přítomnost kouře, plynu, vody a nouzová volání.
- Signalizační zařízení pro optické a akustické hlášení potenciálně nebezpečných situací. [9]

### 2.3 Schneider Electric

Společnost Schneider je specializována na větší komerční objekty, jako jsou konstrukční haly, kanceláře, hotely a nemocnice. Dodává komplexní řešení v oblastech rozvodů, řízení, regulace a zabezpečení. Na domovní elektroinstalaci na bázi PLC se firma zaměřila až po fúzi s firmou Lexel-Electric. [7]

Portfolio:

- Řídicí systémy Modicon
- Malé systémy Twido a Zelio Logic
- Bezpečnostní moduly Preventa
- I/O prvky Advantys
- Programovací prostředí Unity Pro a PL7

## 2.4 Jablotron a.s.

Česká firma Jablotron byla založena roku 1990. Tato společnost je významným dodavatelem alarmů a zabezpečovacích prvků na našem trhu. Firma je primárně zaměřena na jednoduché decentralizované alarmany na ochranu majetku s jednoducho instalací. V poslední době se portfolio firmy rozšířilo i na detekční a komfortní systémy se vzdáleným přístupem. [8]

Portfolio:

- Alarmany Jablotron a Azor
- Monitoring vozidel
- Komfort systémy řízení spotřebičů a topení
- Software Comlink a J-link

## 2.5 Teco a.s.

Teco a.s. je přední český výrobce PLC jednotek s dlouhodobou historií. Firma vznikla již v roce 1976 a její produkty jsou vyráběny a testovány podle mezinárodních standardů řady IEC EN 61131. Hlavními produkty jejich sortimentu jsou řídicí systémy na základě Teco T700 a Tecomat Foxtrot a rozšíření s elektroinstalačním systémem INELS. [2]

Portfolio:

- Programovatelné řídicí jednotky TECOMAT
- Inteligentní elektroinstalace INELS
- Napájecí zdroje
- Operační panely a I/O moduly
- Programovací software Mosaic

### 3 Inteligentní zabezpečení a jeho parametry

Inteligentní zabezpečení je součástí inteligentní sítě v budově a obsahuje, kromě ochrany před vniknutím, také ochranu dat, bezpečnost a řízení objektu a také multimediální prvky jako koncové výstupy. Vzájemná spolupráce těchto prvků zabezpečuje efektivní využití energií, času a správy budovy. Díky tomu je zprostředkována jednoduchá obsluha ovládání budovy pro uživatele i správce systému. Jednoduchá modifikovatelnost vychází vstříc měnícím se požadavkům a snižuje vznik chyby lidským faktorem.

Pro vznik inteligentní sítě je potřeba řídicích prvků nazývaných Programovatelný logický automat neboli PLC, který má původ v průmyslových aplikacích a existoval dávno před vznikem prvního PC. Jeho konstrukce je uzpůsobena trvalému spolehlivému provozu ve všech podmínkách. Je vybaven svorkami pro přímé připojení spínacích kontaktů, čidel teploty a dalších veličin. Připojená zařízení ovládá reléovými kontakty a dalšími typy snímačů, opět vestavěnými do automatu. Výpočetní a paměťová kapacita těchto systémů s rozvojem elektroniky stále roste. Díky tomu si kategorie PLC udržela a dále rozšiřuje své dominantní postavení v průmyslu i přes značný tlak tzv. průmyslových PC. Díky této univerzálnosti řada světových výrobců PLC nabízí řešení automatizace budov právě na této platformě. Při výběru prvků je většinou potřeba znát jen počet vstupů a výstupů a jejich typové označení. Podle toho se vytvoří individuální sestava na míru. Co se týče požadovaných funkcí, lze se stoprocentně spolehnout, že ji bude možno naprogramovat a případně kdykoliv změnit. Funkce totiž není fixována do jednotlivých prvků. [5]

Při rozhodování o instalaci inteligentních prvků do budovy vzniká několik otázek. Podle jaké výrobní dokumentace, jakým systémem a co nám veškeré prvky bude spojovat a ovládat? Jaké prvky budeme chtít zavést a bude-li potřeba prvky zabudovat do stavby (v případě novostavby toto neřešíme), či bude systém bezdrátový a bez zásahů do stavby. Jaká bude potřebná příprava na realizaci projektu? V případě novostavby je nutná dokumentace a komunikace se stavbyvedoucím a stanovení časových kroků, aby mohly být veškeré prvky zapojeny včas a na správném místě. V případě instalace do hotového objektu je potřeba řešit vhodnost zásahu do struktur, aby byl systém elegantní, ale nezasáhl citelně do stavby. Toto vše je specifická práce, která se nedá vybrat z katalogu a je potřeba způsob instalace prodiskutovat se zákazníkem a architektem. Nejdůležitější je vidět dům

jako fungující celek a včas se rozhodnout, zda zabezpečení bude provedeno jako samostatný systém, či jako prvek inteligentní instalace domu společně s multimédií. [5, 3]

Dalším problémem je nedostatečná míra standardizace systémů v okruhu inteligentních budov. Vzhledem k tomu, že žádný není univerzální, jak v připojení, tak v programování, musíme pečlivě vybírat z vhodných prvků, které spolu budou správně komunikovat, a zároveň nebude problém synchronizovat veškeré jednotky ke společné spolupráci. Dále pak při zařazování konečných prvků jako je zabezpečovací ústředna, tepelné čerpadlo a klimatizace je potřeba zapojovat speciální komunikační moduly, které navyšují koncovou cenu. Zejména u zabezpečovacích jednotek je potřeba myslet na tuto skutečnost, protože výrobci z důvodu ochrany firemního tajemství nezveřejňují jakékoli specifikace. Proto jsem zvolil za nejvhodnější systém TECOMAT pro jeho rozšířenost, velké množství zabezpečovacích prvků a možnost použití systému TECOMAT FOXTROT a jeho multimediální nadstavbu, která je z hlediska využití logickou volbou s nízkým navýšením nákladů, jelikož v případě instalace bezpečnostních prvků už je potřeba dodělat jen malé množství stavebních prací k instalaci komfortních prvků. Dále v práci ještě přidám rozšíření systémem Control4, které zjednodušuje ovládání veškerých prvků a přibližuje ovládání domu i laikům. [3, 11]

Systém TECOMAT vychází z celosvětového standardu IEC. Jeho základní modul v sobě nese unikátní kombinaci komunikačních kanálů a sběrnic specializovaných na určité úlohy. Výhodou pro instalaci do budov je dvou vodičová instalační sběrnice CIB. Ta zajišťuje v okruhu 400 m připojení až 320ti běžných nebo systémových vypínačů, čidel atd. To vše lze spojit do jakýchkoliv větvení s vysokou odolností proti rušení. Další možností je bezdrátová komunikace RFox pracující na 866 MHz, díky které je možné systém instalovat do již postavených budov bez větších zásahů. Další variantou je připojit základní jednotku do sítě LAN, díky které je možné posílat data formou standardizovaných a otevřených protokolů. Vše je pak možné ovládat podobně jako vzdálený přístup k routeru. Otevře se vám interní webový server uživatelské schránky, na který je možno přistupovat z jakéhokoliv kompatibilního zařízení. Vzhled je však složitější pro běžné uživatele, a proto je lepší vše ovládat přes nadstavbu v podobě systému Control4, která poskytuje přehlednější ovládání. Potom je možné kontrolovat zabezpečení domu pomocí streamovaného přenosu z IP kamer kdekoliv ze světa a mít zajištěno, že je vše v bezpečí a s domem se neděje nic nechtěného. [5, 13]

### 3.1 Parametry ochran

V případě, že chceme zabezpečit náš majetek v domě či bytě, musíme se hlavně zaměřit na naše požadavky v míře zabezpečení a možnostech ovládní. Na trhu je velké množství výrobků, které nám umožňují jednoduše zabezpečit vnitřní prostory, ale ne všechny poskytují funkce, jako je vzdálený přístup a administrace. Hlavním požadavkem je způsob ochrany. Jelikož máme více druhů zabezpečení a k tomu přizpůsobených čidel a jiných prvků. Proto se zaměříme na několik druhů ochrany.

- **Mechanická ochrana objektu:** Její primární funkcí je zabránění přístupu do objektu pomocí ochranných mříží, speciálních zámků a bezpečnostních fólií. Je to základní ochrana, avšak v případě inteligentního zabezpečení má okrajovou roli, protože není často používána jako aktivní prvek ochrany pomocí PLC řízení a detekčních čidel a proto s ní v projektu počítáme jen jako snížení rizika vstupu.
- **Předmětová ochrana:** Zajišťuje hlídání specifického předmětu (socha, klenot atd.) v budově a vždy je potřeba individuálního zapojení. Vždy se měnící podmínky zapojení zabezpečení předmětu předurčuje použití specifické vyhodnocovací jednotky, která může být dále připojena na inteligentní síť.
- **Prostorová ochrana:** Nejvhodnější způsob využití inteligentní sítě. Inteligentní síť hlídá vnitřní prostory pomocí PIR čidel, pohybových senzorů a případně i kouřových a CO<sub>2</sub> čidel a posléze vyhodnocuje, zda nedošlo k vniknutí či ohrožení vnitřní bezpečnosti, třeba z důvodu požáru a provést protipatření.
- **Obvodová ochrana:** Hlídání vstupních cest do objektu, jako jsou dveře, okna nebo balkon. Způsob ochrany je stejný jako u prostorové ochrany, jen se používají kontakty na dveřích či oknech a detektory tříštění skla.
- **Ochrana dat a komunikace:** V případě inteligentních budov je tato ochrana velice důležitá. Zajišťuje ochranu dat na domácích serverech a přístup k nim z internetu a také veškerou řídicí komunikaci. Tato ochrana není závislá na PLC prvcích a je potřeba ji vytvořit na komunikačních částech: jako jsou router, server a počítače. Mnohdy se na tuto hrozbu pozapomíná, ale i virtuální útoky mohou ohrozit bezpečnost jak budovy, tak i osob.[4]



## 3.2 Druhy instalace

Při tvorbě zabezpečení je rozhodující, zda vytváříme systém v novostavbě či instalujeme do již postavené budovy. Následně si pak volíme kabelovou či bezdrátovou komunikaci a jejich příslušenství.

Kabelová komunikace je instalována přímo ve zdech a je proto nutné se včas rozhodnout, jak bude zabezpečení fungovat a v jakých místech budeme chtít instalovat různé zabezpečovací prvky. Po dokončení stavby je změna omezena buď na bezdrátovou komunikaci či čistou změnu koncového prvku. Záměna koncových zařízení je možná díky datové komunikaci, kdy řídicí jednotka rozezná, o jaký člen jde a po přeprogramování je možného jej zahrnout do inteligentního řízení. Při instalaci do zdí musíme také dbát na to, aby komunikační dráty byly v dostatečné vzdálenosti od zdrojů elektromagnetického záření a řádně odstíněny do jednoho centrálního bodu. Z hlediska ochrany je kabelové vedení vhodnější a bezpečnější už kvůli horší dostupnosti a ovlivnitelnosti.

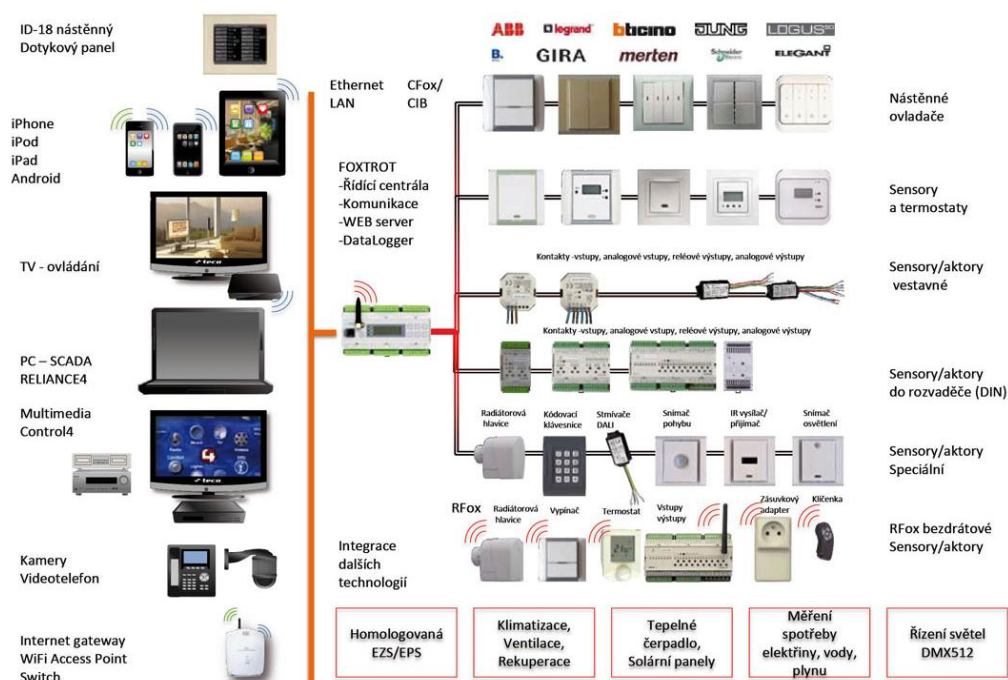
V případě použití bezdrátové komunikace je potřeba zjistit dostupnost a kvalitu komunikačního signálu mezi jednotlivými prvky. Velkou výhodou tohoto řešení je minimální zásah do stavby a z estetického hlediska absence instalačních lišt. Dále také rozšiřitelnost a mobilita různých prvků instalace dává výhodu z hlediska flexibility zapojení a přizpůsobení se různým požadavkům na bezpečnost. Dřívější problém s dobíjením komponentů je u většiny systémů řešen zpětnou vazbou s informacemi o stavu baterií. Tato řešení jsou v poslední době upřednostňována ve většině zástaveb i přes zvýšené bezpečnostní riziko a cenu. [12, 4]

## 4 Návrh zabezpečení objektu

### 4.1 Typový objekt

Realizace projektu bude umístěna v dvouposchodovém rodinném domku s dvěma bytovými jednotkami o přibližné výměře 110m<sup>2</sup>. Dům je postaven na předměstí Plzně a má kolem sebe ještě zahradu s oplocením. V rámci práce bude řešen přízemní byt s kompletním zabezpečením proti vniknutí a požáru. Půdorys bytové jednotky i s popisky je na obrázku 4-8 a v příloze č. 1. Typově budou využity jak prvky sítě Tecomat Foxtrot CFox, tak i RFox a výrobky externích dodavatelů.

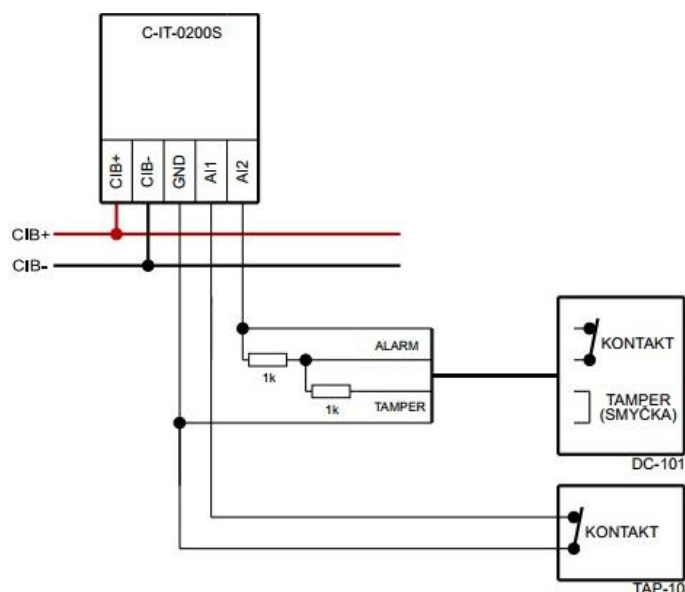
## 4.2 Prvky zabezpečení Tecomat



Obr. 4-1 Topologie zapojení sítě Foxtrot. Převzato z:[5]

### 4.2.1 Sběrnice CIB, CFox

CIB je dvouvodičová sběrnice s libovolnou topologií, jen zapojení do kruhu je potřeba vyloučit. Výhoda zapojení spočívá i v napájení, protože data a napájecí napětí jsou společně vedena po dvou vodičích. Tím odpadá potřeba vedení napětí pro napájení na sběrnici CIB. Jmenovité napětí je 24 V, popřípadě 27.2 V pro možnost dobíjení zálohovacích baterií v systému. Komunikace probíhá v režimu Master-Slave, přičemž každý z master řadičů větví sběrnice umožňuje připojit až 32 prvků. Je-li potřeba více větví, lze rozšiřovat zapojení pomocí dodatečných master řadičů. Limit vzdálenosti zapojení od řídicí jednotky je 300 m metalickým kabelem a 1,7 km pomocí optického kabelu. Doba odezvy systému je maximálně 150 ms a lze ji tak používat i na osvětlovací soustavy. Systém je odolný proti výpadku či odpojení jednotek řízení. Dále má všechny větve sběrnice pod dohledem, takže dostává zpětnou vazbu při případné poruše. Pokud se zjistí porucha na vedení, je tato informace vyhodnocena a může spustit libovolnou akci (zavření, alarm, GSM). Uživatelsky přívětivé je i jednoduché aktualizování firmware jednotek. [5]



Obr. 4-2 Zapojení detektoru do jednotky na sběrnici CIB. Převzato z:[2]

#### 4.2.2 Bezdrátové sběrnice RFox

Technologie RFox je rozšíření drátové komunikace CFox na bázi CIB. Vysílače pracují na frekvenci 868,35 MHz při vysílacím výkonu 10 mW. Dosah závisí na zastavěném prostředí, ale účinná hodnota je radius o 30 m, která může být zvýšena použitím přeposílání signálu po vzdálenějších vysílačích. RFox master jednotka je schopna pojmout maximálně 64 jednotek za stejných podmínek jako jednotky CIB. [2]

#### 4.2.3 Řídící jednotky

Firma TECO a.s. nabízí dva druhy řídicích jednotek pro různé systémy. První je TC700 vytvořená dle mezinárodní normy IEC/EN 61131. Jednotka dosahuje všech osvědčených vlastností dosavadních PLC Tecomat a je určena pro širokou škálu středních a velkých aplikací v mnoha odvětvích průmyslové automatizace, dopravě či technice zařízení budov. Tecomat TC700 patří k systémům se zvýšenou provozní spolehlivostí.

Další řídicí jednotkou je Tecomat FOXTROT. Je to modernější modulární řídicí řešení pro inteligentní elektroinstalace. Jeho rozšiřitelnost umožňují dva druhy zapojení: CIB a ethernet. Díky tomu je možné hledat velké množství ovládacích prvků na trhu bez nutnosti specifické kompatibility mezi moduly. Oproti staré řídicí jednotce TC700 je zde i výhoda v bezdrátovém připojení RFox a

rozšířené programovatelnosti v systému Mosaic. Všechny tyto funkce dělají z této jednotky ideální základ pro tvorbu inteligentní sítě. [2]

#### 4.2.4 Napájecí zdroje

Důležitou součástí systému jsou i napájecí zdroje jednotek řízení. V systému FOXTROT máme tři typy zdrojů, které se liší především ve výkonu. Jsou to zdroje DR-15-24, DR-60-24 a PS2-60/27.

- DR-15-24 je malý zdroj se vstupním jmenovitým napětím 230 V a výstupním napětím a proudem 24 V DC resp. 0,63 A. Má možnost upevnění na DIN lištu a zabírá jen jeden slot.
- DR-60-24 má také upevnění na DIN lištu se šířkou 4,5 modulu. Vstupní jmenovité napětí je 230 V a výstupní napětí a proud jsou 24 V DC resp. 2,5 A. Tento zdroj se dodává i ve výkonnější variantě do 6 modulů na DIN svorkovnici a s výstupním proudem zvýšeným na 4,2 A.
- PS2-60/27 je určený pro napájení řídicích systémů Fochtrot s možností přímého zálohování pomocí 24 V akumulátoru. Vstupní jmenovité napětí je 230 V a výstupní napětí a proud jsou 27,2 V/12 V resp. 2,2 A/0,3 A. Napětí 12 V DC slouží pro napájení zabezpečovacích prvků. [2]

#### 4.2.5 Základní moduly

Základní moduly CP-100x a CP-10xx jsou ze sortimentu základních modulů (ZM) modulárních programovatelných automatů řady Fochtrot. Jednotlivé ZM se liší počtem nebo typem vstupů a výstupů a indikačními a ovládacími prvky. Rozdílem u ZM řady CP-10xx je přítomnost ovládacího displeje pro zobrazení řídicích informací.

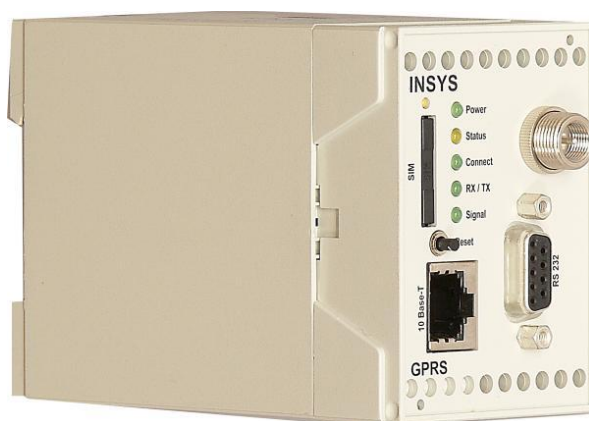


Obr. 4-3 Řídící jednotka CP-1016. Převzato z [5]

- CP-10x0 je vybaven čtyřmi víceúčelovými vstupy, z nichž každý je využitelný buď jako analogový nebo jako binární, dvěma binárními vstupy pro napětí 230 V AC a dvěma samostatnými reléovými výstupy. ZM CP-10x0 je osazen centrální jednotkou. Obsahuje zálohovanou paměť CMOS RAM pro uživatelské programy, data, tabulky, uživatelské registry a DataBox, paměť Flash pro zálohování uživatelského programu, slot pro MMC/SD/SDHC paměťovou kartu, obvod reálného času, rozhraní Ethernet, dva sériové kanály (jeden s pevným rozhraním RS-232, druhý s pozicí pro volitelné submoduly), dva komunikační kanály s rozhraním CIB pro připojení externích periférií a systémové rozhraní TCL2 určené pro připojení rozšiřovacích modulů, které zvyšují počet I/O systému. [2]

#### 4.2.6 Ethernetové moduly

Foxtrot je rozšiřitelný i pomocí ethernetu, kde jsou nejdůležitějšími prvky vestavěné ovladače do zdi s grafickým interfacem a GSM komunikační moduly pro možnosti ovládání pomocí SMS či krizového volání.



Obr. 4-4 GPRS\GSM modul INSYS. Převzato z [2]

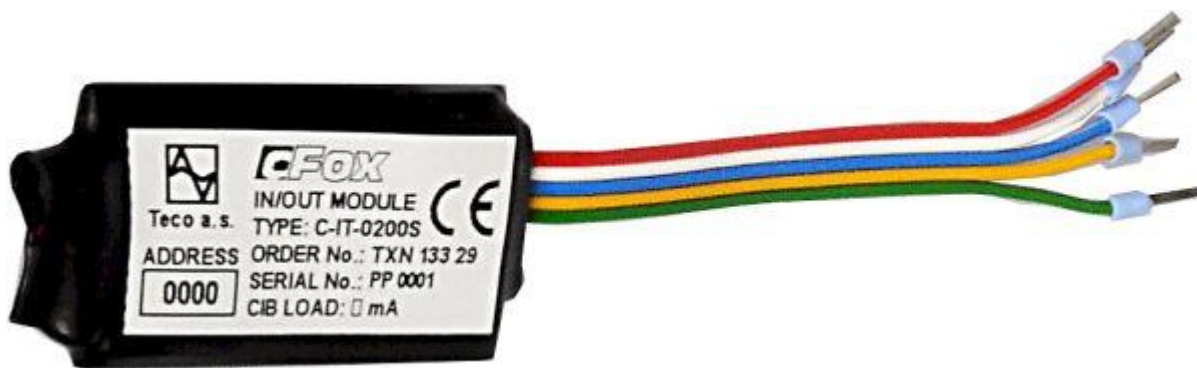
- ID-18 a ID-28 jsou grafické panely s 5,7" dotykovou obrazovkou a rozlišením 640x480 pixelů určené pro uchycení do zdí resp. do dveří rozvaděče. Obrazovka je napájena 24 V při 200 mA. Obrazovky jsou praktické zejména díky přehlednosti nad ovládanými prvky a možností administrace přes rozhraní WebMaker. Nabídka výrobce Teco a.s. také obsahuje jednoduché textové displeje s připojením k rozhraní RS-232, které poskytují nižší uživatelský komfort, ale nabízejí je za nižší cenu.
- INSYS GPRS Ethernet je komunikační GSM GPRS/EDGE brána propojená se sítí Ethernet. Pracuje ve všech sítích 850, 900, 1800 a 1900 MHz. Modul lze použít jako záložní bránu pro komunikaci přes internet a také jako stanici pro ovládání přes SMS či volání v případě krize.[2]

#### 4.2.7 Ostatní prvky

Dalšími částmi systému jsou moduly s binárními (digitálními) vstupy určené pro rozšíření počtu I/O základních modulů PLC Foxtrot. Modul je určen k montáži na DIN lištu do rozvaděče a lze připojit k centrální jednotce napřímo na vzdálenost až 400 m stíněným krouceným párem (TCL2). Přes převodník na optiku až na 1,7 km. Připojení vstupních signálů je na úrovni 24 V DC se společnou svorkou.

V nabídce výrobce jsou i potřebné submoduly s komunikačním interface. Osazením sub modulu řady MR je vybráno rozhraní, jemuž lze v konfiguraci přiřadit komunikační režim. Tak lze s Foxtrotem realizovat různé sítě, různá propojení a různé programovatelné převodníky mezi sítěmi

navzájem. Vhodné v případech, kde je třeba přizpůsobit Foxtrot požadavku na komunikaci s jiným zařízením, vybaveným specifickým rozhraním nebo protokolem. Dalším způsobem jak rozšířit kompatibilitu rozhraní je rozšíření pomocí komunikačních modulů s možností připojení servopohonů, kotlů a optických vláken.



Obr. 4-5 Vestavný modul C-IT-0200S. Převzato z [2]

Celou nabídku uzavírají veškeré prvky sítě CFox a RFox, kde jsou zahrnuty všechny koncové jednotky zahrnující: čidla teploty a kouře, kontroly tlaku, spínače a nástěnné ovladače a jednoduché ovládací jednotky. Díky síti RFox je možné mnoho těchto prvků zapojit bezdrátově. [2]



Obr. 4-6 Bezdrátový Detektor Kouře R-AQ-0003R. Převzato z [2]

### 4.3 Rozvržení prvků

Při návrhu projektu je důležité rozvrhnout možnosti objektu a požadavky na rozsáhlost funkcí instalace. Hlavní body při rozhodování jsou:

- Vhodné umístění jednotky řízení a napájení
- Vzdálenost od řízených prvků instalace
- Množství zařízení v jednotlivých prostorech
- Možnosti pozdějšího rozšíření projektu

Nejjednodušší cestou je zvolení částečně distribuovaného přístupu, kdy se snižuje potřeba zásahu do elektroinstalace a využívají se již zavedené prvky, které jen následně ovládáme a neřešíme jejich napájení. Díky tomu, že zařízení jsou spínána v bodě jejich umístění, nám umožňuje větší využití bezdrátových ovladačů a další snížení potřeby kabelové instalace. Ovšem z cenového hlediska toto řešení není nejúspornější a je potřeba zvážit zda je výhodnější zasahovat do bytového jádra a použít přímé kabelové spojení, či je lepší bez zásahu použít dražší moduly, které bude možno v budoucnu přesunout či odvést. V našem případě využijeme zapojení obou možností, abychom si předvedli obě varianty zapojení. Proto prvky na CFox sběrnici budou PIR čidla, detektory otevření a ústředna od externích dodavatelů a na RFox sběrnici budou kontrolní prvky, jako jsou CO<sub>2</sub> čidla, detektory kouře a termostat přímo vyrobené firmou Teco a.s. Bezpečnostní IP kamery a GSM brána jsou realizovány přes ethernetové spojení. [3, 12]

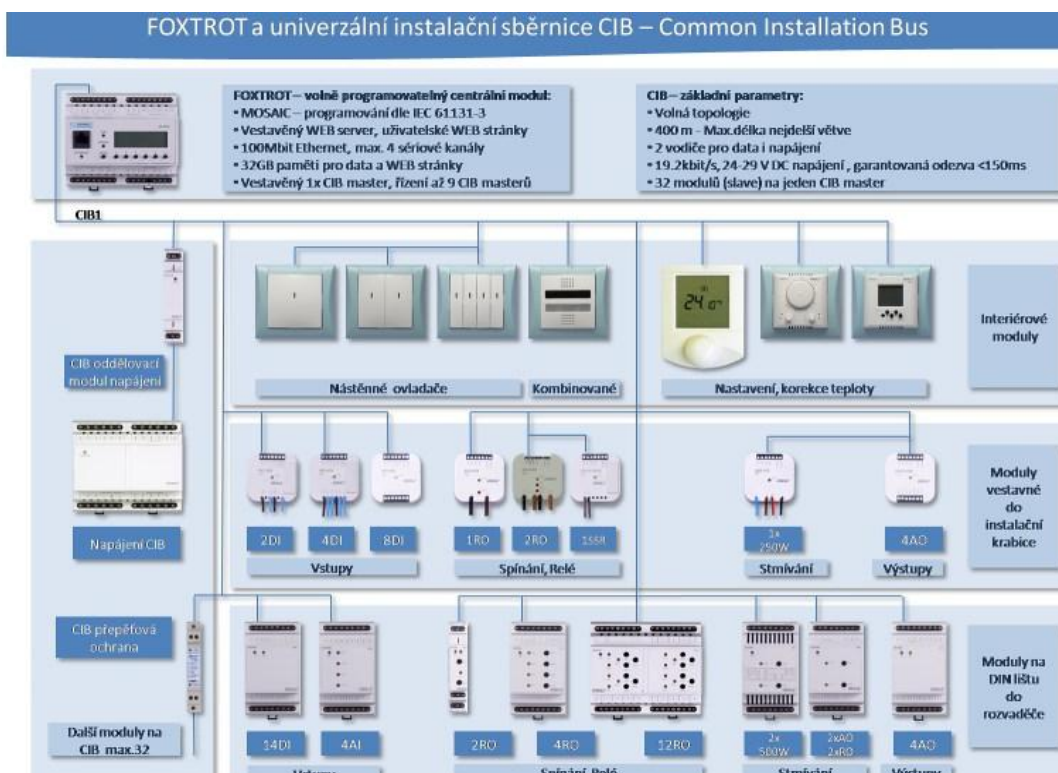
### 4.4 Umístění modulů

Veškeré značení je odlišeno barvami, aby bylo zapojení přehledné a bylo možné rozeznat, na jaké sběrnici různé prvky fungují. Rozlišení je i vidět mezi prvky sítě CFox a RFox. Všechny zkratky a rozlišení jsou popsány v legendě pod přílohou.

Bytem probíhá sběrnice CIB, která pokrývá celou rozlohu bytu podél nosných zdí. Na sběrnici jsou připojeny jednotky CFox (např. C-IT-0200S), které jsou připojeny na koncové prvky. Například modul C-IT-0200S posílá po sběrnici CIB do řídicí jednotky informace o stavu kontaktu na detektoru otevření okna, která následně vyhodnocuje spuštění alarmu. Centrem sítě je základní jednotka



umístěná v kuchyni z důvodu prostoru. Zároveň díky blízkosti s elektrickou rozvodnou je možné využít vzniklý prostor pro natažení instalace<sup>1</sup>. Centrální jednotka v kuchyni je osazena na DIN liště společně s napájecí jednotkou a oddělovacím modulem napájení. Dále je potřeba přidat rozšiřující modul CFox, který nám zvýší množství připojitelných vstupů z důvodu přesažení 9 dostupných vstupů na řídicí jednotce. Nakonec zde využíváme i RFox sběrnici a tak je potřeba připojit vysílač na komunikaci s bezdrátovými jednotkami v domě.

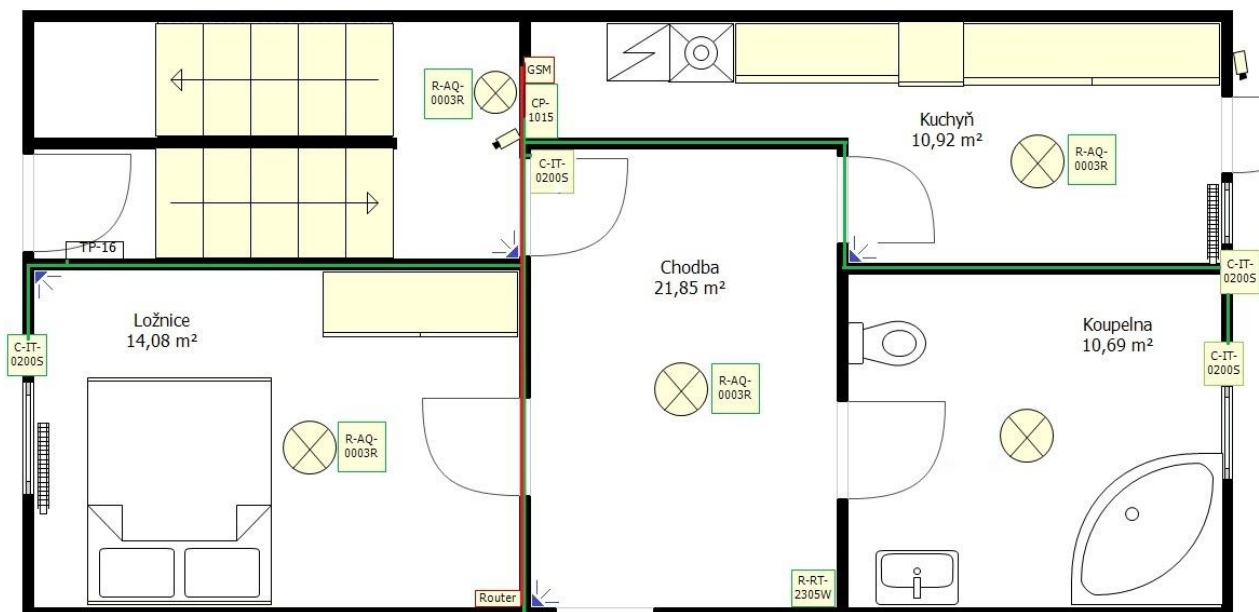


Obr. 4-7 Jednoduché zobrazení zapojení sběrnice CIB. Převzato z [2]

Z rozložení prvků je zřejmé, že schéma pro většinu pokojů je stejné a každý pokoj je hlídán PIR detektorem pohybu a detektorem kouře. Dále je na každém okně detektor otevření, který je možné rozšířit v případě potřeby i o detektor rozbití okna. Výjimkou je kuchyň, kde je potřeba vyměnit detektor kouře za podobnou jednotku s detekcí hladiny CO<sub>2</sub>. Tato záměna je potřebná hlavně

<sup>1</sup> Nesmíme zapomenout vytvořit dostatečné stínění kabelů CIB instalace od vedení proudu z důvodu vzájemné interference.

z důvodu výparů při vaření, které by mohly kouřový detektor mást. Další výjimka je koupelna, kde žádný detektor není. Je zde malá pravděpodobnost vzniku požáru a také vlhkost by mohla ovlivnit funkci detektoru. Jelikož jsou všechny detektory kouře bezdrátové a umístěné po celé rozloze bytu, musíme využít rozšiřující modul R-RT-2305W do zásuvky, který nám zajišťuje zesílení signálu po celém bytě. Poslední bezdrátovou částí je pokojová jednotka R-RC-0001R. Tato jednotka zprostředkovává interní měření teploty a pomocí otočného tlačítka umožňuje i regulaci teploty při použití regulačních hlavice uchycených na topení. Důležitou součástí je samozřejmě i ústředna zabezpečení Tecnoalarm TP16-256, která je připojena k systému pomocí rozhraní RS-232 a stará se zadávání přístupového kódu pomocí klávesnice. Navíc jsem do zabezpečení přidal i 2 bezdrátové IP kamery D-Link DCS-933L/E na hlídání prostorů kolem vchodů do přízemí. IP kamery poskytují přenos obrazu přes internet kdykoliv je potřeba a díky pohybovým čidlům mohou zaznamenat pohyb a nahrát jej do úložiště.



Obr. 4-8 Bližší pohled na kuchyň a rozvod CIB sítě

Tab. 4.1 Celkové náklady

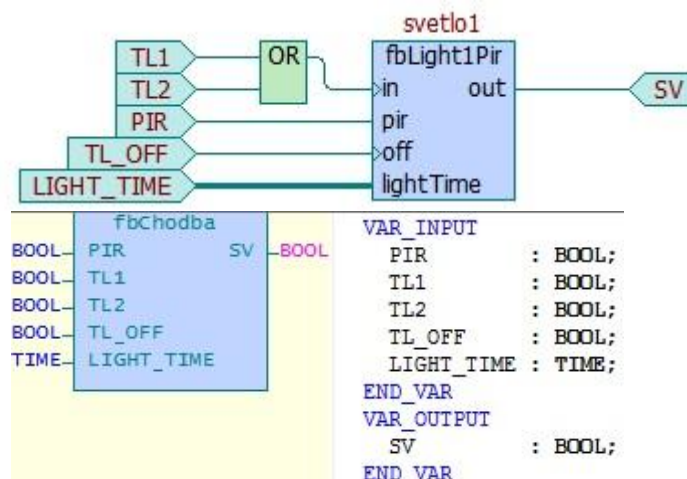
Prvek	Typ	Množství	Cena	Celkově [Kč]
Řídící jednotka	CP-1015	1	13000	13000
Napájecí modul 60W	PS2-60/27	1	3490	3490
RS-232 submodul	MR-0104	1	1225	1225
GSM modul INSYS	INSYS GPRS	1	11689	11689
Detektor kouře	R-AQ-0003R	5	3373	16865
Detektor CO <sub>2</sub>	R-AQ-0001R	1	6500	6500
RFox zesilovač	R-RT-2305W	1	1900	1900
Router Cisco	RV220W-E-K9-G5	1	5979	5979
IP kamera D-Link	DCS-933L\Ě	2	3000	6000
Ústředna zabezpečení	Tecnoalarm TP16	1	6500	6500
Pokojevý termostat	R-RC-0001R	1	2980	2980
Rozšiřující I/O modul	CF-1141	1	4500	4500
Vestavný modul	C-IT-0200S	12	950	11400
DIN modul Rfox	RF-1131	1	2500	2500
Operátorský panel	ID-28	1	15000	15000
PIR čidlo	JS-20 LARGO	6	469	2814
Magnetický kontakt	SA-200A	6	72	432
			<b>Celkem</b>	<b>112774</b>

#### 4.5 Možnosti prostředí Mosaic

Mosaic je integrované vývojové prostředí pro systémy TECOMAT, které poskytuje on-line editaci programu. Program je možný stáhnout ve verzi Lite, která nabízí základní možnosti simulace zdarma. Programování odpovídá normě IEC 61 131-3 s výběrem několika struktur a programových jazyků pro PLC. Vývojové prostředí Mosaic je rozšiřitelné také pomocí dalších programů:

- WebMaker: nástroj na tvoření webové vizualizace
- PanelSim: simulátor operátorských panelů
- GrapMaker: sledováním stavu proměnných
- NetPLC: konfigurace sítě PLC
- SimPLC: PLC simulátor

Programy pro řídicí systémy se skládají z jednotlivých souborů. Jsou vytvářeny buď programátorem anebo jsou automaticky generovány nástroji Mosaic. Všechny projekty jsou součástí celé skupiny s vazbami mezi PLC. Všechna komunikace mezi členy je spojena a vytváří celek, přičemž každý projekt je složkou a je vhodné ho pojmenovat po funkci či místě kde je vykonávána např. teplo či obývací pokoj. [12, 2]



Obr. 4-9 Schéma bloku zapnutí světla pomocí PIR detektoru či vypínače

Na přiloženém obrázku 4-9 je vidět způsob tvoření v programu Mosaic. V horní části je schéma s vstupy a výstupy bloku *svetlo1* pro spuštění osvětlení v chodbě. TL1,2 jsou tlačítka spuštění, PIR je PIR detektor a LIGHT\_TIME je doba svícení. Při splnění jakékoliv vstupní podmínky je zapnuto svícení jako výstup. Ve spodní části je ukázán soubor *fbChodba* s naznačenými vstupy a výstupy jak v blokové tak textové formě.

#### 4.5.1 Webmaker

Vhodné rozšíření ovládacího programu je součástí Webmaker, která umožňuje zobrazit programovatelné prvky v grafickém interface. Grafické zobrazení je účelné hlavně pro uživatele systému, jelikož umožňuje rychlé nastavení hodnot a ovladačů manuálně či pro zjištění zpětné vazby o stavu celého systému. Program funguje jako webová stránka, na kterou je možné se připojit jak z intranetu, tak i z internetu. Ovládání je přizpůsobené pro dotykové obrazovky ID 18/28 či libo volný webový prohlížeč (PC, PDA, mobilní telefon).



Obr. 4-10 Ukázka vzhledu řídicího panelu v programu Webmaker. Převzato z [2]

Samotný webserver obsahující webovou stránku vytvořenou v systému Webmaker je v řídicí jednotce uložen na vyjímatelné SDHC kartě. Autentifikace uživatele probíhá formou přihlášení, kdy je nahrána úvodní stránka požadující přístupové heslo a následně má uživatel přístup k ovládní systému. V případě že nedochází k aktivitě od uživatele déle jak 2 minuty, systém se sám zablokuje a je vyžadováno opakované přihlášení. [2]

## 5 Rozšíření o řízení tepelných a světelných bloků

Logickým krokem při tvoření inteligentního zabezpečení je rozšíření o komfortní a multimediální část. Proto zde zahrnuji multimediální nastavbu Control4. Výhodou Control4 je spolupráce s firmou Teco a.s. na společné kompatibilitě, která výrazně usnadňuje instalaci a používání systému. Spojením vznikne komplexní systém na řízení domu, také nazývaný "Inteligentní dům".

### 5.1 Inteligentní dům

Pojmem inteligentní dům rozumíme vzájemnou spolupráci elektroniky a výpočetní technologie k dosažení vysokého komfortu uživatelů a energetických úspor objektu pomocí inteligentních prvků. Veškeré prvky řídí jeden centrální systém s možností rozsáhlé individualizace. Díky vysoké míře

automatizace lze konstatovat, že dům se přizpůsobuje potřebám uživatele a ne naopak. Tyto možnosti společně pracujícího celku následně přináší další výhody. [6, 12]

### **5.1.1 Komfort**

Komfort u inteligentního domu vytváří veškerá činnost nahrazující činnost uživatele, kterou lze aplikovat na systémovou automatizaci. Primárně veškerá aktivita zahrnující kontrolu osvětlení a světelných scén a tepelný plán. Veškeré prvky lze naplánovat dle rozvrhu a přidávat vlastní nastavení. Velkou výhodou je i možnost tyto prvky ovládat kdekoliv s připojením k internetu a měnit svá nastavení bez toho, abyste byli v objektu. [3]

### **5.1.2 Úspory**

Výhodou možností časového plánování při rozvržení použití různých systémů budovy je také úspora elektrické energie a času tím stráveného. Míra úspor je závislá na konstrukci domu a využití zdrojů energie. Například lze zadat do časového plánu otevírání rolet u oken v době, kdy máme dostatek slunečního svitu a naopak. Dále lze zefektivnit využití alternativních zdrojů energie a vhodně je použít v potřebnou dobu. Často se využívá i vypínání elektrických zásuvek pro zajištění vypnutí zapojených spotřebičů.

### **5.1.3 Zabezpečení**

Zabezpečení je důležitá část inteligentního domu, kterou jsem se výše uváděl. Díky kompletnímu ovládání domu lze bezpečnostní prvky synchronizovat i se zbytkem domu a vytvořit tak vhodnou ochranu nejen před vniknutím, ale i pasivní bezpečnost použitím preventivního vypínání zásuvek pro zamezení vzniku požáru a ochranu dětí. Dále lze vytvořit scénu imitující přítomnost majitele tak, že se v určitý čas otevírají a zavírají žaluzie, rozsvěcí pokoje a okolí domu. Celková souhra všech částí systému tak vytváří komplexnější zabezpečení domu a snížení rizika vniknutí či nehody.

### **5.1.4 Druhy instalací**

Míra integrace inteligentního řízení lze rozdělit podle rozsáhlosti vzájemné komunikace:

- **Obsahující inteligentní řízení a systémy** - kdy dům obsahuje samostatně inteligentně fungující zařízení a systémy pracující nezávisle na ostatních. Vzhledem k decentralizovanému modelu komunikace není možné, aby prvky (senzory i aktory) vzájemně prováděly pokročilé řízení, ale jen plní přesně danou činnost bez možnosti rozsáhlé spolupráce.
- **Obsahující komunikující zařízení a systémy** - dům obsahuje rozsáhlý centralizovaný systém zařízení, které mezi sebou vzájemně komunikují a mohou reagovat na události. Například při spuštění televize se sníží osvětlení pokoje atd.
- **Obsahující vzdálený přístup** - dům je propojený s vnější komunikační sítí a umožňuje vzdálené ovládání prvků zabezpečení a také kontrolu nad aktivitou uvnitř. Samozřejmě dům sám může v rámci krize zavolat uživateli nebo hasiče či bezpečnostní službu. [6, 12]

## 5.2 Systém Control4

Společnost Control4 vznikla v USA v roce 2003 v Salt Lake City za účelem poskytnutí elegantního a cenově dostupného řešení, jak ovládat a automatizovat osvětlení, hudbu, video a bezpečnost v domácnosti. Dnes Control4 spolupracuje s více než 7000 výrobci spotřební elektroniky, a toto číslo rychle roste. Díky partnerství s největšími značkami v oblasti spotřební elektroniky, domácích spotřebičů, energie, osvětlení a vnitřní bezpečnosti, je Control4 jednou z vedoucích firem v oboru. Control4 je platformou pro majitele domů, hotelů a provozovatelů komerčních ploch po celém světě.

Hlavní výhodou celého systému je jednoduché ovládání veškerých prvků přes základní prvky domácnosti jakými jsou televize, tablet či můžete využít univerzální ovladač dodávaný k řídicí jednotce. Systém komunikuje po ethernetové síti a jednotlivé bezdrátové senzory jsou spojeny přes síť ZigBee. Vzájemnou komunikaci zajišťuje router, na který jsou připojeny všechny řídicí a kontrolní jednotky systému Control4 a řídicí jednotka CP-100x systému Foxtrot. [11]

### 5.2.1 Řídicí jednotky

- HC-800 základní řídicí jednotka je vybavena dvou jádrovým procesorem o 1.8GHz pro plynulou funkci řízení a zobrazení operačního systému Control4. Obsahuje ZigBee a

WiFi procesor pro kontrolu světelných scén a mnoho audio\video vstupů a výstupu pro vhodné zapojení obrazovky a ozvučení. Obal je dimenzován pro připojení do racku a zároveň je i vhodný do obývacího pokoje.

- HC-250 je pomocná řídicí jednotka a využívá se jako rozšíření ovládání další místnosti či domácího kina. Jednotka obsahuje 1GHz procesor pro dostatečnou výkonovou rezervu pro přehrávání audia\videa. Dále obsahuje ZigBee a WiFi procesor pro potřebné vládání světelných scén. Množství audio a video vstupů dává mnoho možností jak jednotku spojit s domácím kinem. [11]



Obr. 5-1 Řídicí jednotka HC-800. Převzato z [11]

## 5.2.2 Dotykové panely a ovladače

- 7" Dotykový panel je vhodný pro pohodlné ovládání z kterékoliv části domu díky WiFi síti. Využít ho lze i jako zabudovaný intercom s kamerou či mobilní přehrávač hudby a filmů. Výrobce nabízí i menší 5" verzi se stejnými funkcemi, ale zabudováním do zdi, kde je využití hlavně jako ovladače světelných scén a tepla. Díky nabídce na Android Marketu a Apple Storu, kde je možnost si stáhnout příslušnou aplikaci a ze svého mobilního telefonu či tabletu udělat Control4 kompatibilní ovladač.
- Dálkový ovladač SR-250: jednoduchý tlačítkový ovladač pro ovládání řídicí jednotky přes televizi či přes vložený display. Obsahuje IR a ZigBee vysílač a OLED displej pro zobrazení základních ovládacích příkazů. V nabídce je i verze bez displeje označená SR-150. [11]



Obr. 5-2 Dálkový ovladač SR-250. Převzato z [11]



### 5.2.3 Světelné ovladače

- O osvětlení se starají bezdrátové vypínače SM\DM201 systému ZigBee ve verzích jako vypínač či stmívač. Zapojují se pod vybraný spínač a jsou napájeny ze sítě 230V. Maximální výkon je omezen na 400W pro halogenové osvětlení. Jejich výhodou je především velikost a jednoduchá instalace. Dále díky síti ZigBee není potřeba přivádět dodatečné kabely a stačí jednoduše připojit do bezdrátové sítě. [11]

### 5.2.4 Řízení teploty

- Bezdrátový termostat CCZ-T1-W: Stejně jako vypínače i termostat funguje na bezdrátové síti ZigBee a není potřeba nového vedení. Termostat je vybaven LCD displejem pro možnost manuálního zadání požadované teploty či individualizace teplotního programu. Napájením modulu je provedeno přes 3 V baterii. V případě řízení teploty je potřeba mít v systému i regulátory teploty na každém topení pro potřebné řízení. [11]

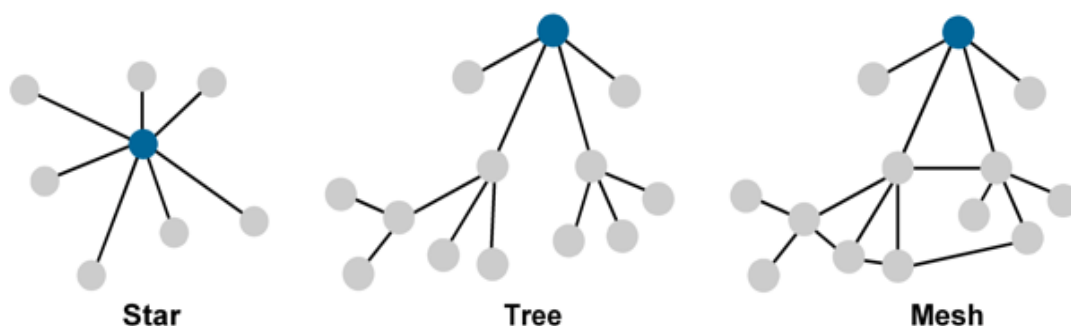
### 5.2.5 Ostatní příslušenství

Firma Control4 se snaží osamostatnit i v možnostech zabezpečení a proto nabízí svou řadu bezpečnostních senzorů a PIR detektorů, stejně jako IP kamer atd. Dále jsem vynechal veškeré zesilovače a multimediální přístroje, se kterými je možné vytvořit multiroom ozvučení, které ve své práci nebudu využívat. [11]

## 5.3 ZigBee

Nový bezdrátový komunikační standart ZigBee, také označovaný jako IEEE 802.15.4, poskytuje nízkopříkonovou a nenáročnou komunikaci pro monitorování a řízení systémů. ZigBee bylo vytvořeno, aby vyplnilo mezeru mezi standardy Bluetooth a WiFi. Jelikož není u tohoto systému prioritou přenosová rychlost, ale stabilita, může se využít jednoduchých energicky nenáročných vysílačů, které mají delší dosah než Bluetooth, ale dosahují nižší rychlosti přenosu. Velkou výhodou, hlavně u instalace v domě, je schopnost koncových přijímačů fungovat i jako vysílač a přeposílat

požadovanou informaci dále k správnému prvku sítě. Díky tomu není potřeba při menších vzdálenostech používat zesilovače signálu. [11, 14]



Obr. 5-3 Topologie sítě ZigBee. Převzato z [11]

## 5.4 Aplikace rozšíření

Rozšíření o tepelné a světelné řízení aplikuji na byt použitý v předchozích kapitolách. Z hlediska již instalované bezpečnostní části na bázi TECO není potřeba provádět rozsáhlá kabelová vedení a veškeré části spolu budou komunikovat buď prostřednictvím sítě ZigBee a nebo po WiFi. Uživatel tak může prvky ovládat pomocí nadstavby Control4. Vzhled grafického prostředí je nezměněn v jakémkoliv zařízení a nabízí intuitivní ovládání hlavně pomocí obrazových symbolů a posuvníků.

Pro základní instalaci bude potřeba hlavní řídicí jednotka HC-800, kterou necháme připojenu v obývacím pokoji k televizi a pomocí UTP kabelu ji spojíme s routerem v ložnici. Díky této jednotce máme přístup i k ovládání prvků ZigBee. Umístění bezdrátových spínačů zvolíme dle potřebné míry řízení, protože máme mnoho možností zapojení jak světelných bloků, tak i ovládání tepla. Dle financí se můžeme rozhodnout, zda kupovat převodník na RS-232 a pomocí něho řídit kotel či jen nechat řízení tepelných hlavíc topení pomocí prvků Control4. Bezdrátové spínače umístíme za každý ovládaný vypínač osvětlení v bytě, v případě ovládání zásuvek zvolíme i potřebné zásuvky a ovladač umístíme k nim. Kontrola nad celým systémem bude zprostředkována pomocí TV ovládané ovladačem SR-250 či jakýmkoliv tabletem na bázi Android či IOS. [11]

### 5.4.1 Osvětlení

Osvětlení bytu bude regulováno pomocí jednotek DM\SM 201 umístěných za každý světelný blok v domě. Tyto jednotky jsou umístěny přímo za ovládací vypínač a díky technologii ZigBee není třeba dalších kabelových spojení. Samotné světelné bloky budou programovány tak, aby splňovaly požadavky zákazníka. Spuštění lze provést manuálně pomocí přepínačů umístěných na zdi tak i přes makra nastavená v řídicí jednotce. Makra jsou čistě individuální, např. rozeznání pohybu osoby v pokoji rozsvítí hlavní osvětlení, či spuštění TV spustí snížení intenzity světla v obývacím pokoji pro lepší sledování obrazu. Úspory v osvětlení jsou řešeny snížením intenzity osvětlení dle času a okolností, či automatickým vypínáním všech světel po odchodu z domu. Důsledkem toho nikdy nebudou v danou chvíli světla používána neefektivně a nebude možné, že zapomenete zhasnout světla při odchodu z domu. Další možnosti úspor závisí na úrovni automatizace, kterou je pro zákazníka možné vytvořit, protože každý má jinou potřebu užívání osvětlení a není možné ve všech situacích odhadnout nejlepší a nejúspornější řešení vzniklé situace. Proto je vhodné s uživatelem po čase konzultovat vhodné úpravy nastavení systému pro efektivnější využití dle osobních preferencí. Míra úspor se dle situace pohybuje mezi 15%-30%. [11, 1]

### 5.4.2 Teplo

V případě tepla je potřeba širšího rozboru ovládaných prvků. Závisí na způsobu vytápění bytové jednotky a její možnosti regulace. V použitém případovém bytě je zařízení elektrické topení s možností použití kotle na pevná paliva. Z cenového a praktického důvodu se bude teplota regulovat pomocí elektrických hlavíc topení v bytě a ovládat je bude znovu řídicí jednotka SM 201, která buďto bude na výstupu rozšířena o teploměr či přímo komunikovat s bezdrátovým termostatem CCZ-T1-W a následně bude regulována řídicí jednotkou. Hlavním úkolem systému je udržovat konstantní nastavenou teplotu v bytě. Prostor pro úspory je možný díky automatické regulaci a schopnosti systému zjištění okolních podmínek. Např. v zimě systém začne s vytápěním místnosti dříve, aby dosáhl vhodné teploty přesně v čas, kdy bude uživatel potřebovat. V případě rozšíření o meteorologickou stanici, může systém zhodnotit, že je vhodné otevřít ventilaci a v případě použití řízených ventilací v domě je i otevřít či jen vypsát radu uživateli o otevření oken v zájmu zvýšení úspor. Vzhledem k tomu, že čidlo je v každém pokoji, systém rychle reaguje na vzniklé podmínky a využívá například tepla vzniklého při vaření, sníží výkon a uspoří tím potřebnou energii. Pro tyto

úsporná řešení je nejvhodnější systém vytápění s rychlou odezvou, jako je podlahový přímotop, který je jednoduše regulovatelný a umožňuje preciznější regulaci tepla v bytě a tím i vyšší úsporu. Řešení pomocí elektrického přímotopu nabízí až 30% úspory při inteligentním řízení, mnou používané řešení pomocí topných hlavic je z důvodu horší odezvy úspornější o 15%.

V případě použití klimatizační jednotky je celý proces stejný jako v ovládání topení, jen je vhodné si zvolit správného výrobce, pro kterého Control4 nabízí určený driver. Spojení s řídicí jednotkou je buďto pomocí IR vysílače simulujícího ovladač klimatizace či přes komunikační výstup klimatizace RS-232 pomocí dodávaného převodníku. Schéma zapojení klimatizačních jednotek Control4 je uvedeno v příloze č. 2. [11, 1, 4]

### 5.4.3 Další rozšíření

Nabídka prvků firmy Control4 neovládá jen tepelné a světelné prvky, ale je výrazně zaměřena i na multimedia. Velká nabídka zesilovačů umožňuje poslech kvalitní hudby po celém bytě vytvořením několika zón a tak není nikdo omezen výběrem hudby ve své zóně. Díky tomu, že je používán jen jeden ovladač je jednoduché přepínat mezi satelitní, kabelovou televizí či se dívat na film s NAS serveru umístěného na vnitřní síti. Veškeré zapínání a odpojování zařízení je nastaveno v makru a tak uživatel ani nepozná, že začal používat rozdílné zařízení. Veškeré zmíněné možnosti usnadňují uživateli život a šetří čas učením se ovládání všech zařízení v domě.

### 5.4.4 Náklady

Každý, kdo si pořizuje inteligentně řízený dům, řeší i návratnost investic a míru úspor vycházející z automatické regulace světla a tepla. Budeme uvažovat nad použitým bytem o výměře 110m<sup>2</sup> a čtyřmi pokoji vytápěnými pomocí topení s centrálním kotlem a řízenými hlavicemi pomocí modulu SM 201. Osvětlení bytu bude řízeno stmívači DM 201 v každém pokoji. Celkem budou všechny prvky instalace stát 174 067 Kč bez DPH.

Tab. 5-1 Náklady Control4 a Teco

Prvek	Typ	Množství	Cena	Celkově [Kč]
Řídící jednotka	CP-1015	1	13000	13000
Napájecí modul 60W	PS2-60/27	1	3490	3490
RS-232 submodul	MR-0104	1	1225	1225
Detektor kouře	C-AQ-0003R	3	3373	10119
Detektor CO <sub>2</sub>	C-AQ-0001R	1	6500	6500
GSM modul INSYS	INSYS GPRS	1	11689	11689
Router Cisco	RV220W-E-K9-G5	1	5979	5979
Ústředna zabezpečení	Tecnoalarm TP16	1	6500	6500
Rozšiřující I/O modul	CF-1141	1	4500	4500
Vestavný modul	C-IT-0200S	12	950	11400
IP kamera D-Link	DCS-933L\E	2	3000	6000
PIR čidlo	JS-20 LARGO	6	469	2814
Vnitřní siréna	SA-913	1	219	219
Magnetický kontakt	SA-200A	6	72	432
Ovladač SR-150	C4-SR150B-Z-B	1	3800	3800
Řídící jednotka HC-800	C4-HC800-BL-1	1	49500	49500
Bezdrátový stmívač	C4-DM201-Z	6	3490	20940
Teplotní senzor	AC-FM1S1-W	4	1000	4000
Bezdrátový vypínač	C4-SM201-Z	4	2990	11960
			<b>Celkem</b>	<b>174067</b>

V tabulce jsou vypsány všechny součásti instalace i se svými katalogovými čísly a cenami bez DPH. Veškeré práce, kabelová instalace a ostatní položky nejsou započítány a jejich velikost se odvíjí od míry zásahů do budovy. Tyto položky je potřeba započítat při tvorbě projektu a následně vyhodnotit návratnost investic. Tyto podmínky platí i pro zbývající tabulky nákladů vložené dále v textu.

## 6 Ekonomická studie

V ekonomické studii budu zjišťovat míru úspor u typového zapojení z předchozí kapitoly. Regulované prvky jsou stejné, jak topení a osvětlení, tak i spotřebiče v obývacím pokoji jako TV a audio. Dále vytvořím 3 způsoby zapojením zabezpečení a porovnáám jejich výhody a slabiny.

### 6.1 Návratnost

Uvažujeme o bytě s výměrou 110m<sup>2</sup> a použitý zdroj tepla je elektrický kotel. Dům funguje na dvoutarifním režimu v poměru 20 hodin nízký tarif a 4 hodiny vysoký. Automatické vytápění je proto možné přesně nastavit na včasné vypínání před vysokým tarifem a uspořit peníze. Dále redukováním tepelného výkonu a včasnou reakcí na tepelné podmínky dokáže systém uspořit 15% tepelného výkonu. Při podmínkách roční spotřeby cca. 23 500 kWh a ceně 2,19 Kč za Wh vychází úspora až 7 800 Kč plus peníze uspořené při využívání pouze nízkého tarifu. V případě využití modernějšího podlahového přímotopu s rychlou odezvou při regulaci můžeme docílit dvojnásobné úspory až 15 600 Kč ročně.

U osvětlení záleží velikost úspor na míře použitých energicky úsporných žárovek a jejich množství. Automatická regulace osvětlení bytu pomocí stmívačů dokáže snižovat vyzařovaný výkon bez toho, aby to uživatel zaznamenal. Dále automatické vypínání světel při odchodu z domu a případné řízení světel přes PIR čidla zajistí úspory až 30%. Po spočtení potřebného výkonu za rok vychází roční úspora až 1 300 Kč.

Po sečtení všech nákladů nám vychází návratnost investice v hodnotě 174 067 Kč na 10 let. Je potřeba si uvědomit, že cena je navýšena jak prvky bezpečnosti, které nemají vliv na míru úspor, tak i tím, že systém Control4 je navržen jako plně multimediální a poskytuje mnoho funkcí navíc. Po zvážení všech možností si můžeme říci, že je vhodný pro uživatele, kteří nechtějí jen jednu specifickou funkci, ale chtějí kompletní inteligentní budovu jak s bezpečnostními prvky, tak i multimediálním a komfortním rozšířením.

## 6.2 Ekonomická varianta

Nejlevnější zapojení zabezpečení na použitém bytě. Pro co největší úspory zvolíme jen drátovou instalaci pomocí sběrnice CIB. Nahradíme kontaktní čidla na oknech lepším PIR čidlem se senzorem na roztržení skla a snížíme tak potřebu instalace kabelů a čidel až ke každému oknu. Dále tichý alarm s GSM modulem umožňující zavolat v případě krize nahradíme jednoduchou sirénou. Zrušíme IP kamery hlídající okolí domu a zabezpečení vstupních dveří zajistí kontaktní čidlo. Dále je možné snížit počet čidel kouře a použít jednotky na sběrnici CFox. Ve finále nám snížení počtu prvků řízení umožní použití levnější řídicí jednotky CP-1000 a čistě drátová instalace nás zbaví nutnosti použít rozšiřující RFox moduly do DIN lišty. Pro vysokou cenu ovládacích dotykových panelů použijeme řešení, které se bude ovládat jen přes webserver a veškerá uživatelská nastavení budou probíhat pomocí počítače. Po všech zvolených zjednodušeních se nám cena snížila na poloviční hodnotu 61534 Kč bez DPH. Tímto řešením se nám bezpečnost celého objektu nesnížila, ale jeho využití a komfort ovládání se minimalizoval. I tak má tato instalace mnoho potenciálu k rozšíření a nabízí možnosti přidání komfortních prvků v budoucnosti.

Tab. 6-1 Náklady úsporné varianty

Prvek	Typ	Množství	Cena	Celkově [Kč]
Řídicí jednotka	CP-1000	1	9900	9900
Napájecí modul 60W	PS2-60/27	1	3490	3490
RS-232 submodul	MR-0104	1	1225	1225
Detektor kouře	C-AQ-0003R	3	3373	10119
Detektor CO <sub>2</sub>	C-AQ-0001R	1	6500	6500
Router Cisco	RV220W-E-K9-G5	1	5979	5979
Ústředna zabezpečení	Tecnoalarm TP16	1	6500	6500
Rozšiřující I/O modul	CF-1141	1	4500	4500
Vestavný modul	C-IT-0200S	8	950	7600
PIR čidlo	JS-25 COMBO	6	893	5358
Vnitřní siréna	SA-913	1	219	219
Magnetický kontakt	SA-200A	2	72	144
			<b>Celkem</b>	<b>61534</b>

### 6.3 Varianta bezpečí a komfort

V této variantě budeme stále hlídat finanční stránku věci, ale systém rozšíříme o multimedialní nadstavbu Control4. Zabezpečení lehce upravíme z ekonomické varianty a přidáme zpět GSM modul a detekční kontakty na oknech. Systém Control4 bude ovládat teplo v celém objektu a světelné scény v obývacím pokoji. V tomto případě je Control4 určen jen jako nadstavba pro ovládání elektroniky v obývacím pokoji a vyšší úroveň řízení bude umožněna až v nejdražší variantě. Cena 124627 Kč bez DPH plně odpovídá použití prémiového systému Control4 byt' v jeho nejjednodušší formě.

Tab. 6-2 Náklady komfort a bezpečí

Prvek	Typ	Množství	Cena	Celkově [Kč]
Řídicí jednotka	CP-1015	1	13000	13000
Napájecí modul 60W	PS2-60/27	1	3490	3490
RS-232 submodul	MR-0104	1	1225	1225
Detektor kouře	C-AQ-0003R	3	3373	10119
Detektor CO <sub>2</sub>	C-AQ-0001R	1	6500	6500
GSM modul INSYS	INSYS GPRS	1	11689	11689
Router Cisco	RV220W-E-K9-G5	1	5979	5979
Ústředna zabezpečení	Tecnoalarm TP16	1	6500	6500
Rozšiřující I/O modul	CF-1141	1	4500	4500
Vestavný modul	C-IT-0200S	12	950	11400
IP kamera D-Link	DCS-933L/E	2	3000	6000
PIR čidlo	JS-20 LARGO	6	469	2814
Vnitřní siréna	SA-913	1	219	219
Magnetický kontakt	SA-200A	6	72	432
Ovladač SR-150	C4-SR150B-Z-B	1	3800	3800
Řídicí jednotka HC-250	C4-HC250-BL-1	1	24500	24500
Bezdrátový stmívač	C4-DM201-Z	1	3490	3490
Bezdrátový vypínač	C4-SM201-Z	3	2990	8970
			<b>Celkem</b>	<b>124627</b>

### 6.4 Varianta nejvyšší vybavy

Tato varianta nám umožňuje plně využít potenciál všech prvků systémů Control4 a Tecomat Foxtrot. Zabezpečení bude kombinací sítí CFox a RFox v plném zabezpečení navrženém v praktickém návrhu v kapitole č. 4. Systém Control4 bude rozšířen na řízení světelných bloků a topení po celém domě pomocí vypínačů SM-201. Následně použijeme výkonnější řídicí jednotku HC-800 a



menší HC-250 pro ovládání TV v dětském pokoji. Budeme uvažovat, že dům je již vybaven základním vybavením, jako je TV, audio a příjem televizního signálu z několika zdrojů. Všechny tyto prvky se jednoduše budou ovládat pomocí Control4 IR vysílačů a o zvuk ve vedlejším pokoji bude zajišťovat druhá jednotka HC-250. Posledním prvkem instalace bude řízení klimatizace pomocí sběrnice RS-232. Ohledně ovládacích panelů mi připadá nadbytečné pořizovat zabudované obrazovky a tablety přímo od výrobce Control4 a raději použiji licenci na aplikace pro tablety na systému Android a iOS.

Tab. 6-3 Varianta nejvyšší výbavy

Prvek	Typ	Množství	Cena	Celkově [Kč]
Řídicí jednotka	CP-1015	1	13000	13000
Napájecí modul 60W	PS2-60/27	1	3490	3490
RS-232 submodul	MR-0104	1	1225	1225
GSM modul INSYS	INSYS GPRS	1	11689	11689
Detektor kouře	R-AQ-0003R	5	3373	16865
Detektor CO <sub>2</sub>	R-AQ-0001R	1	6500	6500
RFox zesilovač	R-RT-2305W	1	1900	1900
Router Cisco	RV220W-E-K9-G5	1	5979	5979
IP kamera D-Link	DCS-933LJE	2	3000	6000
Ústředna zabezpečení	Tecnoalarm TP16	1	6500	6500
Pokojevý termostat	R-RC-0001R	1	2980	2980
Rozšiřující I/O modul	CF-1141	1	4500	4500
Vestavný modul	C-IT-0200S	12	950	11400
DIN modul RFox	RF-1131	1	2500	2500
Operátorský panel	ID-28	1	15000	15000
PIR čidlo	JS-20 LARGO	6	469	2814
Magnetický kontakt	SA-200A	6	72	432
Ovladač SR-250	C4-SR250B-Z-B	1	5900	5900
Řídicí jednotka HC-250	C4-HC250-BL-1	1	24500	24500
Bezdrátový stmívač	C4-DM201-Z	5	3490	17450
Bezdrátový vypínač	C4-SM201-Z	4	2990	11960
Řídicí jednotka HC-800	C4-HC800-BL-1	1	49500	49500
Bezdrátový termostat	CCZ-T1-W	2	8400	16800
Teplotní senzor	AC-FMST1-W	4	1000	4000
Meteorologická stanice	METEO-1-ETH	1	7200	7200
			<b>Celkem</b>	<b>250084</b>

Z výsledné tabulky je zřejmé, že cena 250tis. Kč je již pro běžného uživatele vysoká. Tato varianta je pro uživatele požadujícího to nejlepší, bez ohledu na cenu. Uživatel má však naprostou možnost automatizace a celý systém je navržen tak, aby rozeznal vnější teplotní podmínky a přizpůsobil tomu chování systému v bytě. Stejně možnosti má i světelné řízení a díky rozsáhlé multimediální schopnosti řídicí jednotky HC-800 je ovládání veškerých prvků jednoduché a intuitivní. Toto zapojení je obvyklejší ve stavbách s větší zastavěnou plochou, než je 110 m<sup>2</sup> v příkladovém bytě.

## 7 Závěr

V bakalářské práci jsem se zabýval návrhem řízení inteligentního zabezpečení typového objektu a následného rozšíření o komfortní část. V této práci byly představeny systémy různých výrobců na trhu a následně vytvořen projekt na bázi systému Tecomat Foxtrot. V typovém objektu jsem navrhl zabezpečení s ochranou před vniknutí i vnitřní ochranu před nehodou a následnou zpětnou vazbu pomocí GSM.

Celý návrh byl zakreslen na půdorysu a vysvětlena základní funkce všech akčních členů, logika zapojením a i funkce programu Mosaic. Následná celková cena byla vyhodnocena a bylo vysvětleno použití a způsob zapojením v modelových situacích. Při ekonomickém vyhodnocování práce jsem spočetl návratnost při řízení světla a tepla pomocí Control4 a poté vyhodnotil výhodnost celého systému a obhájil jeho funkci. Výsledkem je zjištění, že pokud někdo má zájem o inteligentní řízení budovy musí mít zájem nejen o jednotlivé funkce, ale i o všechny součásti fungující jako celek.

Poznatky z této práce mi umožnili rozšířit si přehled v tvorbě projektu a využití prvků inteligentního řízení. Následné zhodnocení po finanční stránce mi pomohlo při rozhodování v preferenci různých výrobců a správné volbě při příštích projektech, na kterých bych chtěl v budoucnu pracovat.

## 8 Literatura

- [1] Danny Briere, *Smart Homes For Dummies*. Hurley: John Wiley & Sons, 2011, 324 s.
- [2] Teco a.s., internetové stránky *Tecomat* [online]. [cit. 14.4.2013]. Dostupné z: <http://www.tecomat.com/kategorie-418-o-nas.html>
- [3] Valeš Miroslav. *Inteligentní dům*. 2. vyd. ERA group spol.s.r.o: [s.n.], 2006. 115 s. ISBN: 80-7366-062-8
- [4] Zabezpečení inteligentního domu *www.tecomat.com* [online]. [cit. 14.4.2013]. Dostupné z: [http://odbornecasopisy.cz/data-ftp-user/PRAGOSMART\\_2012/Teco\\_Pragosmart\\_2012.pdf](http://odbornecasopisy.cz/data-ftp-user/PRAGOSMART_2012/Teco_Pragosmart_2012.pdf)
- [5] Ing. Jaromír Klaban. *Inteligentní dům a jeho možnosti*. [online] [cit. 14.4.2013]. Dostupné z: [http://www.tecomat.com/wpimages/images-aktuality/2012\\_TZB-HAUSTECHNIK/Inteligentni\\_dum\\_CZ.pdf](http://www.tecomat.com/wpimages/images-aktuality/2012_TZB-HAUSTECHNIK/Inteligentni_dum_CZ.pdf)
- [6] Pavel Kocábek, Tomáš Koníček, *Bezpečné bydlení*. ERA group spol.s.r.o, 2003, 108 s., ISBN: 80-86517-63-2
- [7] Schneider Electric a.s., internetové stránky *Schneider* [online]. [cit. 18.4.2013]. Dostupné z: <http://www.schneider-electric.com/site/home/index.cfm/cz/>
- [8] Jablotron a.s., internetové stránky *Jablotron* [online]. [cit. 18.4.2013]. Dostupné z: <http://www.jablotron.com/cz/>
- [9] ABB s.r.o., internetové stránky *ABB* [online]. [cit. 24.4.2013]. Dostupné z: <http://www.abb.cz/>
- [10] Siemens AG, internetové stránky *Siemens technologie budov* [online]. [cit. 14.4.2013]. Dostupné z: [https://www.cee.siemens.com/building\\_technologies.aspx](https://www.cee.siemens.com/building_technologies.aspx)

[11] Control4, internetové stránky *Control4 podpora a projekční podklady* [online]. [cit. 14.5.2013]. Dostupné z: <https://www.yatun.cz/podpora/>

[12] Smíšek Jan, Bakalářská práce *návrh inteligentního řízení novostavby rodinného domu* [online] [cit.14.5.2013].Dostupné: [https://www.cee.siemens.com/building\\_technologies.aspx](https://www.cee.siemens.com/building_technologies.aspx)

[13] Ing. Jaromír Klaban, internetové stránky *Inteligentní dům a jeho možnosti* [online]. [cit. 18.5.2013]. Dostupné z: [http://www.ovladejsvujdum.cz/wp-content/uploads/2011/04/TZB\\_3\\_12\\_Inteligentni\\_dum\\_a\\_moznosti.pdf](http://www.ovladejsvujdum.cz/wp-content/uploads/2011/04/TZB_3_12_Inteligentni_dum_a_moznosti.pdf)

[14] Internetové stránky *www.HW.cz* [online]. [cit. 19.5.2013]. Dostupné z: <http://www.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/zigbee-novinka-na-poli-bezdratove-komunikace.html>

## Přílohy

### Příloha č. 1 - Půdorys bytu se zapojením CIB



#### Legenda:

Sběrnice CIB



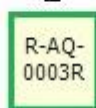
Ethernet



Světlo



Jednotka detekce kouře



Router



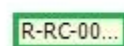
Vestavný modul IO



PIR detektor



Nástěnný termostat



Modul na zesílení signálu



**Příloha č.2 - Schéma zapojení klimatizační jednotky k systému Control4**

