

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Možnosti řešení inteligentní elektroinstalace budovy**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2013/2014

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří JEDLIČKA**  
Osobní číslo: **E10B0039P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**  
Název tématu: **Možnosti řešení inteligentní elektroinstalace budovy**  
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. Seznamte se s problematikou inteligentní elektroinstalace a projektování
2. Porovnejte dodavatele řídicích prvků inteligentní elektroinstalace z hlediska náročnosti technické i finanční
3. Proveďte srovnání možných řešení

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: Doc. Ing. Olga Tůmová, CSc.  
Katedra technologií a měření

Datum zadání bakalářské práce: 14. října 2013  
Termín odevzdání bakalářské práce: 9. června 2014

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



  
Doc. Ing. Vlastimil Škočil, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2013

## **Abstrakt**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na možnosti řešení inteligentní elektroinstalace v budovách a porovnání vybraných dodavatelů řídicích jednotek určených k automatizaci domu.

V první části jsou vymezeny základní znaky inteligentní elektroinstalace s prvky zajišťující automatizaci domu. Dále jsou pak rozepsány možnosti a struktury inteligentních elektroinstalací. Hlavní část práce je zaměřena na porovnání dodavatelů řídicích jednotek z technického a finančního hlediska. V závěru je provedeno konečné shrnutí a zhodnocení získaných poznatků o srovnávaných dodavatelích.

## **Klíčová slova**

klasická elektroinstalace, inteligentní elektroinstalace, automatizace, Teco, xComfort, Loxone, zabezpečení, vytápění, osvětlení, vizualizace, náklady, projekt

## **Abstract**

The present thesis is focused on the possibilities of solutions for smart wiring in buildings and comparison of selected suppliers of control units for automation of house.

The first part contains the basic features of smart wiring with elements ensuring automation of the house. Then there are some options and structure of intelligent wiring. The main part of the work is focused on suppliers of control units and their comparison from a technical and financial point of view. The last part contains the final summary and evaluation of knowledge about the comparison of suppliers.

## **Key words**

classic wiring, smart wiring, automation, Teco, Xcomfort, Loxone, security, heating, lighting, rendering, 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 13.6.2014

Jiří Jedlička

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Olze Tůmové, CSc. za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

# Obsah

<b>OBSAH .....</b>	<b>8</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>10</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>1 KLASICKÁ VS. INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....</b>	<b>12</b>
1.1 KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE.....	12
1.2 INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE .....	12
<b>2 TECHNIKA A STRUKTURA ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ A ZAŘÍZENÍ .....</b>	<b>14</b>
2.1 JEDNODUCHÉ ŘÍDICÍ SYSTÉMY .....	14
2.2 CENTRALIZOVANÉ ŘÍDICÍ SYSTÉMY .....	14
2.2.1 ABB/ Ego-n .....	15
2.2.2 Eaton/xComfort.....	16
2.2.3 Teco/iNels .....	16
2.2.4 Loxone.....	16
2.3 DECENTRALIZOVANÉ ŘÍDICÍ SYSTÉMY.....	17
2.3.1 KNX/EIB .....	18
2.3.2 LON.....	19
<b>3 PRVKY INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE.....</b>	<b>20</b>
3.1 AKČNÍ ČLENY .....	20
3.1.1 Základní moduly.....	20
3.1.2 Spínací moduly.....	21
3.1.3 Stmívací moduly.....	21
3.1.4 Ethernetové moduly .....	21
3.1.5 Napájecí zdroje .....	22
3.2 SNÍMAČE.....	22
<b>4 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH DODAVATELŮ PŘÍSTROJŮ PRO INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE – TECHNICKÉ HLEDISKO .....</b>	<b>23</b>
4.1 TECO.....	23
4.1.1 Vizualizace a ovládání systému.....	24
4.1.2 Osvětlení .....	25
4.1.3 EZS.....	26
4.1.4 Řízení a regulace vytápění .....	27
4.2 LOXONE.....	28
4.2.1 Vizualizace a ovládání systému.....	28
4.2.2 Osvětlení .....	29
4.2.3 EZS.....	30
4.2.4 Řízení a regulace vytápění .....	31
4.3 EATON/XCOMFORT.....	32
4.3.1 Vizualizace a ovládání systému.....	33
4.3.2 Osvětlení .....	34
4.3.3 EZS.....	35
4.3.4 Řízení a regulace vytápění .....	36
<b>5 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH DODAVATELŮ PŘÍSTROJŮ PRO INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE – FINANČNÍ HLEDISKO .....</b>	<b>37</b>
5.1 TECO.....	38



5.2	LOXONE.....	39
5.3	EATON/XCOMFORT.....	40
<b>6</b>	<b>ZHODNOCENÍ.....</b>	<b>41</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>43</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....</b>	<b>44</b>
	<b>PŘÍLOHA.....</b>	<b>46</b>

## Seznam symbolů a zkratk

PLC.....	Programmable Logic Controller
CIB.....	Common Installation Bus
RAM .....	Random Access Memory
DIN.....	Zkratka označující Německý normalizační ústav
GSM.....	Groupe Spécial Mobile
SIM.....	Subscriber identity module
CMOS.....	Complementary Metal-Oxide-Semiconductor
SCADA.....	Supervisory Control And Data Acquisition
HMI .....	Human Machine Interface
HDO.....	Hromadné dálkové ovládání
LAN.....	Local Area Network
LCD.....	Liquid Crystal Display
PVC.....	Polyvinylchlorid
USB.....	Universal Serial Bus
SMS.....	Short Message Service
LON.....	Local Operating Network
KNX.....	Konnex Bus
EIB.....	European Installation Bus
PC.....	Personal computer
IP.....	Internetový protokol
SELV.....	Safety Extra-Low Voltage
PELV.....	Protective Extra-Low Voltage

## Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na inteligentní elektroinstalace a automatizace budov. Dříve byla inteligentní elektroinstalace výsadou velkých obchodních center, či komerčních budov. V dnešní době se automatizace velmi rozšiřuje do rodinných domů i bytů. Mnoho dodavatelů klasické elektroinstalace již nabízí minimálně základní prvky inteligentní elektroinstalace.

V této práci jsou v úvodních kapitolách shrnuty základní aspekty inteligentní elektroinstalace a určení největších rozdílů oproti klasické elektroinstalaci bez prvků automatizace. Další kapitola je věnována základnímu rozdělení inteligentních sítí a možnostem, jak dosáhnout požadované automatizace. Ne vždy jsou před zvolením konečné úrovně instalace tyto možnosti známy. Dále se práce zaměřuje na vymezení základních prvků v instalaci, bez kterých by nebylo v současné době možné efektivně dosáhnout inteligence domu.

Cílem této práce je shrnout možnosti inteligentní elektroinstalace a porovnání hlavních dodavatelů prvků zajišťující chod této automatizace. Porovnání dodavatelů probíhá dle technického hlediska, kde jsou uvedeny technické parametry prvků zajišťující nejvyšší možnou úroveň systémů pro tyto instalace. Dále jsou dodavatelé porovnání z ekonomického hlediska na vytvořeném modelu domu s požadovanou úrovní automatizace. Jsou vytvořeny ekonomické bilance jednotlivých dodavatelů. Porovnávání dodavatelé jsou zvoleni dle jejich postavení na trhu a také z hlediska odlišnosti způsobu dosažení inteligentní elektroinstalace.

# 1 Klasická vs. inteligentní elektroinstalace

V této kapitole jsou uvedeny základní rozdíly, výhody a nevýhody inteligentní elektroinstalace oproti klasické instalaci.

## 1.1 Klasická elektroinstalace

Klasická elektroinstalace (dále KI) je složena z jednotlivých prvků, které mají přesně určenou svoji funkci. Neprobíhá mezi nimi vzájemná komunikace. Spínají se pouze jednotlivé obvody příslušných spotřebičů. KI je od počátku určena pro pevné světelné a spotřebičové rozvody. Veškerý zásah do instalace je velmi nákladný z důvodu složitosti, a proto téměř každý zásah do instalace vyžaduje stavební úpravy. [1]

Výhodou těchto instalací je bezpochyby jejich finanční nenáročnost. Je-li potřeba zhotovit jednoduchou instalaci v jedné místnosti či menším bytě, kde jsou zapotřebí například jen dva světelné okruhy a jeden zásuvkový, je KI jednoduchým a laciným řešením. Je zde malé riziko poruch a budoucích zásahů do instalace. Další výhodou klasických elektroinstalací může být fakt, že na trhu se nachází mnoho dodavatelů elektroinstalačního materiálu, včetně velkého množství vyškolených lidí způsobilých k práci v tomto oboru. [1]

Nevýhodou oproti inteligentním systémům jsou hlavně velmi složité zásahy do instalace při potřebě opravy nebo jen úpravy chování systému, aby lépe vyhovoval potřebám. Dále velká nepřehlednost při použití velkého množství kabelů a vysoký růst nákladů při propojení prvků tak, aby umožňoval co nejvíce možných funkcí. [1]

## 1.2 Inteligentní elektroinstalace

Inteligentní elektroinstalace (dále IE) je navržena tak, aby usnadňovala uživatelům ovládání budovy a zvýšila tak komfort a pohodlí v domácnosti, respektive na pracovišti. Slouží k ovládání všech prvků, které nalezneme i u klasické elektroinstalace. Hlavním úkolem IE je tedy komplexní řešení používání jednotlivých technologií v jednom funkčním celku. Prvky spolu mohou komunikovat prostřednictvím sběrnice a vyměňovat si tak informace, v jakém stavu a v jaké poloze se právě nachází nebo jaká je okolní teplota. Tím se zvyšuje efektivita budovy a snižují se spotřeby energií. [2]

Největší výhodou těchto instalací je zvýšení komfortu pro obyvatele domu. Nachází se zde možnosti ovládání osvětlení a světelných scén, topení, žaluzií a dalších funkcí pomocí chytrého telefonu, dálkového ovládání, hlasu či prostřednictvím zabudovaného dotykového panelu ve stěně.

Další výhodou inteligentní instalace je automatizace celého objektu. Automatizace zvládne vyvoláním jednoho povelu vykonat několik funkcí. Jako příklad lze uvést venkovní čidlo světla, které zaznamená pokles slunečního svitu, vyšle informaci do cílené jednotky případně jednotek a ty poté vykonají činnost, na kterou jsou naprogramovány. V tomto případě se bude jednat například o zatažení žaluzií, rozsvícení osvětlení na požadovanou intenzitu nebo zvýšení/snížení teploty.

V otázce bezpečnosti je výhodou oproti klasické instalaci, že není třeba vést další vedení čistě jen pro zabezpečující systém. Připojením zabezpečujících prvků na sběrnici, mezi které lze zahrnout kouřová čidla, alarmy, pohybová čidla nebo čidla rozbití okna, se lze vyhnout velkému množství kabeláže. Prostor pro vzájemnou komunikaci bezpečnostních a ostatních prvků na sběrnici se tak opět rozšíří. U KI se této komunikace dosahuje velmi složitě a jsou s tím samozřejmě spojeny vyšší finanční nároky.

V dnešní době je také jednou z hlavních výhod úspora energií. Každý inteligentní systém je vybaven centrálním vypínacím tlačítkem. To umožňuje při odchodu z domu centrálně vypnout všechna světla a spotřebiče, u kterých není žádoucí, aby byly v době nepřítomnosti v provozu. Systém umožňuje lepší ovládání klimatizace, ventilace, stínění pomocí žaluzií a jiných prvků výrazně ovlivňujících energetickou náročnost domu. Další úspora, které lze v klasické instalaci dosáhnout jen velmi těžko, je blokování určitých spotřebičů ve vysokém tarifu a automatická regulace osvětlení v závislosti na intenzitě slunečního svitu.

## 2 Technika a struktura řídicích systémů a zařízení

Řídicí systémy budov je možné rozdělit z hlediska jejich funkcí do tří základních kategorií: [3]

- jednoduché systémy s pevnou komunikací
- centralizované (uzavřené) inteligentní systémy
- decentralizované (otevřené) volně programovatelné systémy.

U řídicích jednotek řídicích systémů je důležité správné umístění, které ovlivňuje vlastnosti systému. Ke správnému chodu jsou potřebné údaje o stavu objektu. Toto mají na starosti senzory, které zasílají údaje zaznamenané při změnách fyzikálních veličin. Senzory tyto informace předávají po sběrnici řídicí jednotce, která reaguje provedením naprogramované činnosti. [3]

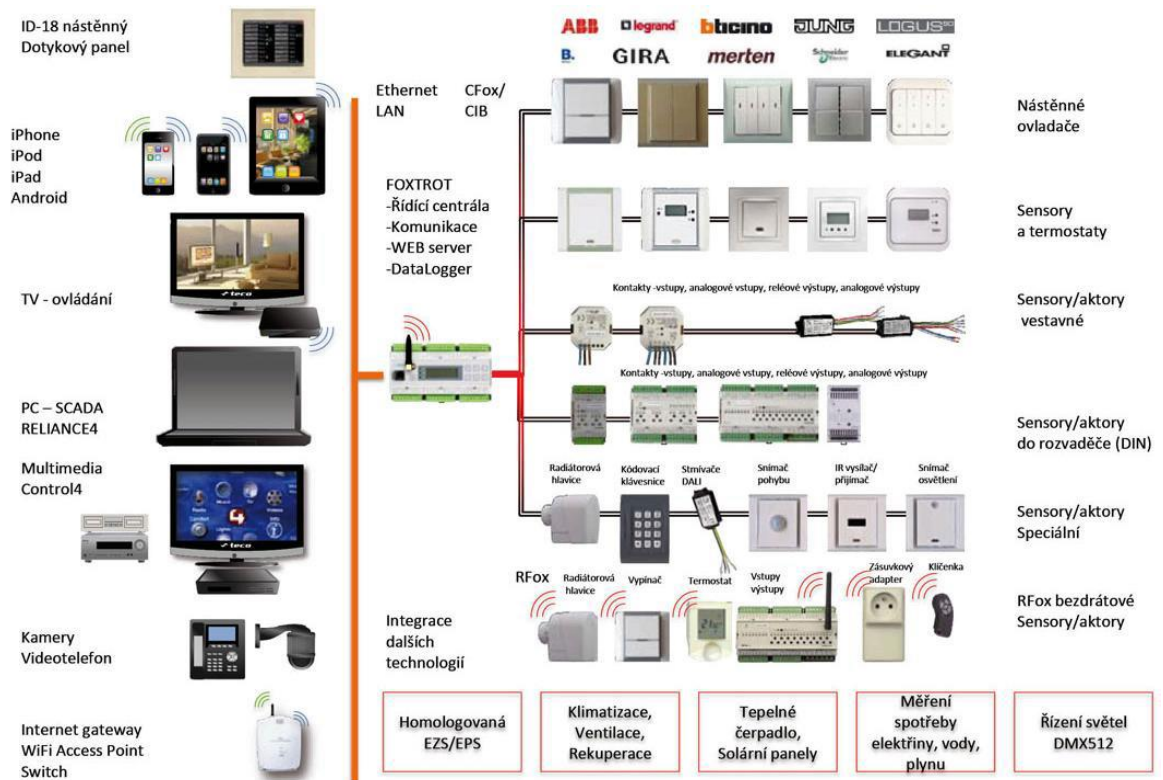
### 2.1 Jednoduché řídicí systémy

Jednoduché řídicí systémy umožňují, díky pevné konstrukci, realizovat funkce jako např. sluneční a větrné automatizace, které může uživatel lokálně ovládat. Z uživatelského hlediska lze ovládání rozdělit do několika skupin, např. klimatizaci, větrání, osvětlení a stmívání, vytápění, stínící systémy budovy apod. Skupiny jsou složeny z elektronických jednotek s pevně danou funkcí. Tyto systémy se používají zejména v rezidenční sféře. Často se také využívají v komerčních objektech, ve kterých nejsou vysoké nároky na funkce řídicího systému. [3]

### 2.2 Centralizované řídicí systémy

U centralizovaného zpracování se nachází pouze jeden výkonný výpočetní systém, který má na starosti veškeré útvary budovy. Centralizovaný systém používá jen jednu řídicí jednotku na celý systém, např. na bázi PLC (Obr. 2.1). Všechny prvky elektroinstalace tak spolu mohou komunikovat pouze prostřednictvím této centrální řídicí jednotky. Nevýhodou je velká složitost systému. Pokud se stane porucha právě v centrální jednotce, je zde veliké riziko výpadku celého systému. Převážně se také jedná o tzv. jednopodnikové systémy. Tyto systémy pracují pouze na řídicích jednotkách a prvcích od jednoho výrobce a při řízení systému z PC je tudíž požadavek na speciální software. Možnost kombinovat rozšíření od různých výrobců se tak značně snižují. Tyto řídicí systémy se vyskytují zejména u malých

aplikací, jako jsou byty a rodinné domy. Výhodou těchto systémů je velice výhodný poměr ceny a výkonu. [3]



Obr.2.1 Topologie centralizovaného systému. Převzato z: [4]

V ČR působí v této oblasti několik výrobců, kteří mají různé nabídky produktů a služeb. Pro tuto práci jsou zvoleny pouze ty nejpoužívanější systémy:

## 2.2.1 ABB/ Ego-n

Ego-n od společnosti ABB Elektro-Praga je sběrníkový centralizovaný systém pro domovní automatizaci. Systém Ego-n představuje možnostmi řešení zejména pro novostavby a rekonstrukce rodinných domů i bytů. Zvládá centrální i lokální řízení osvětlení, okenních žaluzií či předokenních rolet, elektrických spotřebičů, vytápění, klimatizace, zavlažování a dalších funkcí, které jsou klasickou elektroinstalací jen velmi obtížně řešitelné, nebo je nelze realizovat vůbec. Obrovskou výhodou systému Ego-n je možnost ovládání pomocí chytrých telefonů či tabletů s operačními systémy iOS a Android prostřednictvím speciální aplikace. Prostřednictvím této aplikace lze ovládat centrální vypínací funkci, osvětlení, vytápění, klimatizaci a nastavování žaluzií v různých místnostech domu. [5]

### 2.2.2 Eaton/xComfort

XComfort je bezdrátový systém domovní automatizace od společnosti Eaton. Systém používá pro přenos povelů pouze rádiový signál pracující na frekvenci 868 MHz, která je vyhrazena pro instalaci budov a tím se zabraňuje rušení od jiných rádiově ovládaných spotřebičů. Spínací prvky – aktory mohou být umístěny přímo ve spotřebičích - svítidlech, roletách nebo v instalačních krabicích. Sensory – nástěnná tlačítka, bezdrátové termostaty, teplotní senzory, detektory pohybu PIR apod., mohou být lepením umístěny kdekoliv, příp. mohou být i přenosné (dálkové ovládání). [6]

### 2.2.3 Teco/iNels

Tento centralizovaný systém automatizace vyvinula firma Teco Kolín. Firma Teco je předním českým výrobcem programovatelných jednotek PLC. Hlavními produkty jejich sortimentu jsou řídicí systémy Teco T700 a Tecomat Foxtrot a rozšíření elektroinstalačního materiálu iNels. INels se používá v rodinných domech, ale také v širším segmentu automatizace budov. Systém používá sběrnici s volnou topologií nazývanou CIB s maximálním počtem účastníků na sběrnici 64. Jako programovací software se používá Mosaic. [3]

### 2.2.4 Loxone

Oproti výše uvedeným výrobcům a poskytovatelům inteligentního ovládání domu není Loxone tolik rozšířenou aplikací. Systém zvládá výkonnou automatizaci budovy na stejné úrovni jako větší poskytovatelé.

Loxone je založen na vlastní řídicí jednotce Loxone Miniserver, která splňuje všechny aspekty moderní automatizace od ovládání žaluzií a světelných scén, až po regulaci vytápění v celém domě. Loxone dodává na trh i další příslušenství a rozšíření k základnímu modulu, jako například stmívací akční členy (stmívací aktory), rozhraní mezi Miniserverem a bezdrátovými prvky, infračervené ovládání a jiné. Systém pracuje na tzv. nesběrnicovém systému, což umožňuje vybírat z velkého sortimentu tlačítek i ovladačů. Finanční náročnost mezi sběrnicovými a nesběrnicovými prvky je také ve většině dosti rozdílná. Je zde možná kompatibilita i na systém KNX. Jako velkou výhodou systému Loxone lze uvést jednoduchost jeho programovacího softwaru. Software umožňuje zasáhnout do programovací jednotky



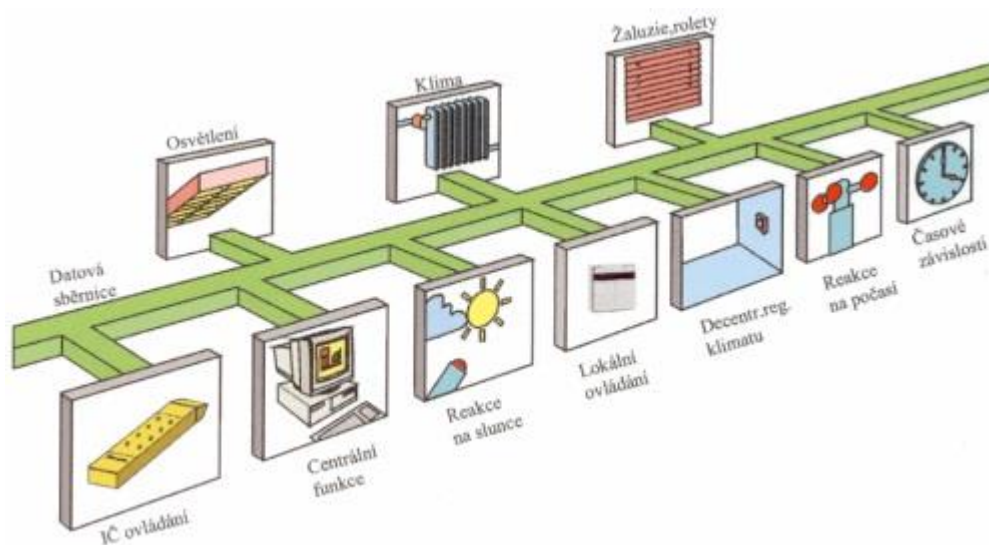
samotnému uživateli domu, aniž by musel přijet vyškolený technik. [7]

Jako nevýhodu lze uvést, že aplikace, díky níž je možno ovládat chytrý dům, je na trhu zatím pouze pro operační systémy iOS a Android. Uživatelé používající například operační systém Windows Phone, tak ztrácejí možnost ovládání domu pomocí aplikace ve svém mobilu a tabletu. [7]

### 2.3 Decentralizované řídicí systémy

Decentralizované, respektive otevřené a volně programovatelné systémy (Obr. 2.2) poskytují nejširší možnosti při realizaci požadavků na chování a vlastnosti různých prvků využitých v inteligentní budově. Není nutná centrální řídicí jednotka, protože všichni sběrní účastníci mají vlastní inteligenci. Je zde možné naprogramovat zvlášť každý jednotlivý prvek na sběrnici a zajistit tak zpětnou informaci o jeho aktuální poloze. Všechny prvky jsou mezi sebou schopny vzájemně komunikovat. Vazby mezi prvky zde nejsou předem dány a vše se vytváří díky programu, který zpracovává projektant až při nastavování projektu. [3]

Jedná se o otevřené protokoly řízení, proto jsou tyto systémy obvykle budovány na základě standardů EIB nebo LonMark. V této práci jsou uvedeny jen hlavní otevřené protokoly pro tyto systémy:



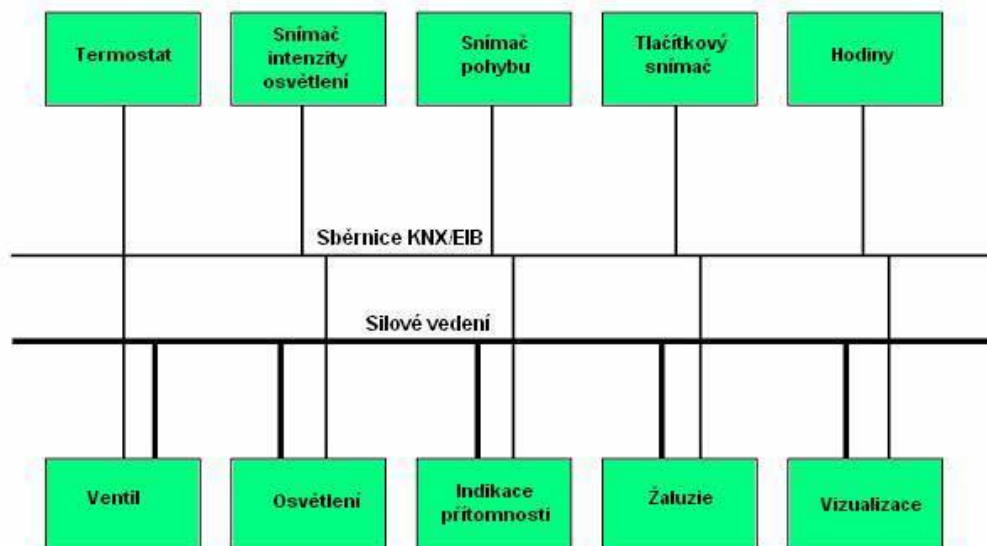
Obr. 2.2 Decentralizovaný systém. Převzato z [5]

### 2.3.1 KNX/EIB

KNX/EIB je průmyslový komunikační systém, který je využíván v systémové technice budov pro síťové infromatické spojení snímačů, akčních členů, regulačních a řídicích zařízení. Systém je podporován normami ISO, EN, ČSN. Všechna zařízení, která podporují standard KNX, jsou kompatibilní. Výhoda tohoto systému je ve velké variabilitě při projektování. Projektant tak nemusí být závislý na volbě výrobce. Všechny funkce lze softwarově vzájemně svázat tak, aby se navzájem podporovaly při svých činnostech, a tak umožnily celému systému skutečně optimalizovat spotřebu energií. [8]

Nevýhoda tohoto systému je patrná hlavně v jeho vyšší finanční nákladnosti, a proto se tento systém tolik nevyužívá při instalacích v bytech a menších rodinných domech.

Na obr. 2.3 je patrné, že některá zařízení jsou připojena pouze ke sběrnici a některá ke sběrnici i k silovému vedení. Z toho plyne, že některé prvky nepotřebují ke své činnosti silové obvody, ale postačí pouze napájení malým napětím SELV nebo PELV po sběrnici.



Obr. 2.3 Základní topologie KNX. Převzato z [9]

### 2.3.2 LON

LonMark International je celosvětová organizace. Členství bylo vytvořeno na podporu a prosazování efektivního podnikání a účinné integrace otevřených řídicích systémů od více dodavatelů využívající ISO / IEC 14908-1 a souvisejících norem. Tato norma posílila přijetí a využití této technologie na trhu po celém světě. Zatímco platforma LON se používá také v mnoha dalších odvětvích, jako je venkovní osvětlení, dopravy, řízení procesů a domácí automatizace, většina z milionů instalovaných zařízení, která byla instalována, se týká právě automatizace budov. Systém LON je převážně využíván ve Spojených státech, a proto se s ním u nás tolik neseťkáváme. [10]

Princip systému LON je založen na tzv. „nervovém systému“. Skládá se z uzlů, které si mohou mezi sebou vyměňovat informace. Potřebné mikrokontroléry se nazývají „neurony“. Každý uzel se skládá z elektronického zařízení (senzory, akční členy), univerzálního čipu – neuronu a připojení na sběrnici. Neuronový čip obsahuje tři osmibitové procesory, paměti, časovací jednotku vstupní a výstupní část a komunikační sběrnici. Tyto přístroje jsou vybaveny vlastní inteligencí a napojeny na lokální operační síť. Použitý protokol pro komunikaci se nazývá LonTalk a celá technika se označuje jako LonWorks.[3]

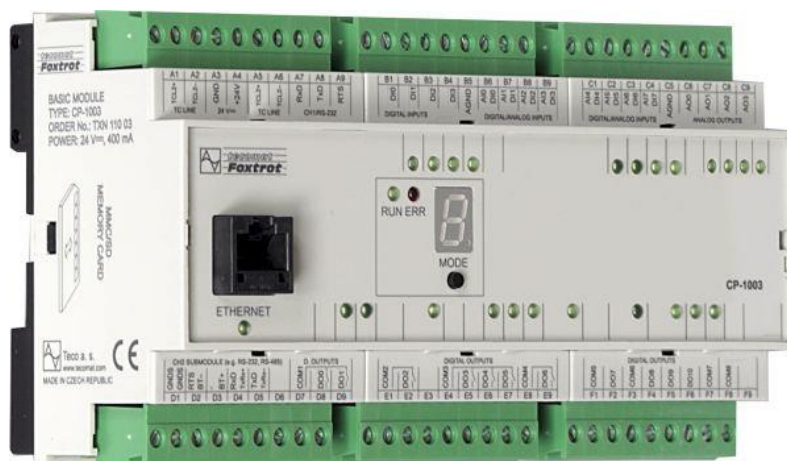
## 3 Prvky inteligentní elektroinstalace

### 3.1 Akční členy

Akční členy přijímají a vyhodnocují telegramy, které obdrží od senzoru (snímače), a dále je pak přeměňují na mechanickou činnost. Podle těchto činností se tyto akční členy rozdělují na spínací, stmívací, ethernetové či žaluziové.

#### 3.1.1 Základní moduly

Základní moduly (Obr. 3.4) v inteligentní elektroinstalaci mají za úkol řídit a sjednocovat veškerá zařízení napojená na tuto síť. Jednotka umožňuje systémové propojení všech prvků na sběrnici a zajišťuje komunikaci mezi snímači a akčními členy. [7], [11]



Obr. 3.4 Základní modul. Převzato z [11]

Jednotky jsou založeny na bázi PLC, která obsahuje několik vstupů a výstupů tak, aby umožňovala softwarové propojení co nejvíce přístrojů. Jednotlivé základní moduly se liší počtem nebo typem vstupů a výstupů, indikačními a ovládacími prvky. Zpravidla se jedná o analogové a binární vstupy/výstupy, relé výstupy, binární vstupy pro napájení. Modul obsahuje zálohovanou paměť RAM určenou pro uživatelské programy a komunikační rozhraní pro připojování dalších rozšiřujících modulů. Dále rozhraní Ethernet pro připojení wi-fi routeru do instalace, který umožňuje ovládání domu prostřednictvím chytrých telefonů, tabletů nebo vestavěných dotykových panelů. Pro možnost rozšíření paměti jednotky je zde slot pro SD kartu. Většina moderních řídicích jednotek pro inteligentní elektroinstalace je také

uzpůsobena pro práci na standardizované sběrnici KNX/EIB, popsané v kapitole *Decentralizované systémy*. [7], [11]

### 3.1.2 Spínací moduly

Jedná se o rozšíření základního modulu o další digitální výstupy (relé). Spínací moduly mají za úkol základní zapínání a vypínání spotřebičů, osvětlení, zásuvkových obvodů i ovládání termohlavic radiátorů. Pomocí softwaru se naprogramuje funkce, kterou má daný modul spínat a za jakých podmínek. Modul se usazuje na DIN lištu v rozvaděči a pomocí krouceného stíněného páru vodičů se připojuje k základnímu modulu. Toto propojení může dosahovat délky až 400 m. Pokud bychom potřebovali delší vedení, je zapotřebí použít optické převodníky. To nám dovolí používat délku vedení až 1,7 km. Spotřeba těchto přídatných modulů je přibližně 300 mA při 24 V DC. [11], [5]

### 3.1.3 Stmívací moduly

Pro stmívání světel v inteligentní elektroinstalaci je zapotřebí připojení Dimmeru, který tento proces umožňuje. Díky stmívacímu aktoru je možné ovládání světelných scén, stmívání či nastavování intenzity rozsvícení v závislosti na venkovním čidle světla, čehož pomocí základního stmívacího tlačítka nelze dosáhnout.

Stmívací aktory, v závislosti na výrobci, obsahují několik kanálů. Nejčastěji se jedná o dva až čtyři kanály. Kanály jsou samostatně fázově řízené, adresovatelné a tedy i ovládané 230 V AC, každý pro zátěž až 500 VA. [11]

### 3.1.4 Ethernetové moduly

Centrální jednotky je možno rozšířit o ethernetové moduly, které je nutné použít všude, kde je třeba vybudovat připojení na internet pro řídicí jednotku. Moduly se připojují na DIN lištu k základnímu modulu. Tento komunikační modul funguje jako brána do internetového spojení přes bezdrátové rozhraní GSM pomocí IP adresy. Modul obsahuje konektor pro SIM kartu a díky tomu je možné systém ovládat pomocí SMS či nouzového volání. Mohou zde být také napojeny grafické panely zabudované ve zdi, sloužící k centrálnímu ovládání systému. [11]

### 3.1.5 Napájecí zdroje

Napájecí zdroje pro inteligentní systémy se vyrábí v několika variantách. Jednotlivé zdroje se liší velikostí výstupního napětí a proudu. Vstupní hodnoty napětí jsou 230 V AC, popřípadě 400 V AC. Výstupní hodnoty napětí a proudu se pohybují v rozmezí 12 – 24 V DC/0,3 – 5 A. Napětí 12 V slouží pro napájení zabezpečovacích prvků. Dále jsou některé typy napájecích zdrojů vybaveny 24 V akumulátorem pro přímé zálohování. Zdroje jsou určeny pro montáž do rozvaděče na DIN lištu. [11]

### 3.2 Snímače

Snímají fyzikální veličinu a převádějí ji na informaci, kterou poté odešlou ve formě odpovídajícího telegramu po sběrnici. Jako příklad senzoru lze uvést základní tlačítko. V dnešní době jsou k dispozici také např. senzory intenzity světla, větru, teploty nebo mohou přijímat rádiové signály. [3]

## 4 Porovnání jednotlivých dodavatelů přístrojů pro inteligentní elektroinstalace – technické hledisko

V této kapitole jsou srovnáni největší dodavatelé řídicích jednotek, určených pro inteligentní instalaci. Dodavatelé jsou porovnání z technického hlediska. Pro tuto práci je zvoleno několik kategorií, ve kterých jsou dodavatelé porovnání: vizualizace a ovládání systému, osvětlení, EZS (elektronický zabezpečovací systém), řízení a regulace vytápění. Do této práce je vybrán dodavatel sběrnice systému Teco, dodavatel nesběrnice systému Loxone a dodavatel bezdrátové inteligentní elektroinstalace xComfort.

### 4.1 Teco

Firma Teco dodává na trh několik variant základních modulů Tecomat Foxtrot CP-100x a CP-10xx pracujících na bázi PLC v různých cenových variantách, včetně rozšiřujících modulů jako je například ethernetový modul, prvky pro bezdrátový přenos, přístroje pro stmívání světel, ovládání žaluzií, průtokoměry a ostatní. Jednotky se liší zejména počtem a typem vstupů a výstupů, indikačními a ovládacími prvky. Od toho se odvíjí i počet rozšíření, které lze připojit k základnímu modulu. [11]

Základní modul CP-10x0 je vybaven čtyřmi víceúčelovými vstupy, z nichž každý je možný využít jako analogový nebo binární, dvěma binárními vstupy pro napětí 230 V AC a dvěma samostatnými reléovými výstupy. Modul je osazen centrální jednotkou (CPU), která je určena pro aplikace s požadavky na vyšší výkon. Modul 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 určené pro připojení rozšiřovacích modulů, které zvyšují počet I/O systému. Veškerá rozhraní se programují a nastavují ve vývojovém prostředí Mosaic. [11]

Teco nabízí varianty CFox a RFox, přičemž řada CFox je určena pro připojení prvků přes dvou vodičové kabelové vedení sběrnice CIB. RFox je plně určena pro bezdrátové připojení prvků inteligentní elektroinstalace. [11]

#### 4.1.1 Vizualizace a ovládání systému

Teco používá jako vývojové prostředí systém Mosaic. Mosaic umožňuje pomocí rozšiřujícího programu Web Maker vytvořit webový vizualizační ovládací software domovní automatizace pro počítače nebo mobilní přístroje. Díky tomu se uživatel může pomocí jména a hesla přihlásit na tuto webovou stránku a ovládat tak svůj dům. Je možné také používat kompatibilní externí nadstavbové ovládací a vizualizační zařízení SCADA/HMI, jako například systém Control4 nebo Reliance 4 Control. V tomto případě je však nutné si při samotném projektu inteligentní elektroinstalace zajistit externího dodavatele tohoto systému, který umožňuje spojení s PLC jednotkami Tecomat. Dodavatelé nabízí vizualizační software pro PC, web, tablety či chytré mobilní telefony. Jak systém Control4, tak i Reliance 4 Control komunikují po ethernetové síti. Pro komunikaci s bezdrátovými senzory se používá síť ZigBee, která pracuje na nižší přenosové rychlosti, ale dosahuje vysoké spolehlivosti. Délka přenosu je přibližně 75 m. Vzájemná komunikace je zajištěna pomocí routeru, ke kterému jsou připojeny všechny řídicí prvky včetně základního modulu Tecomat Foxtrot. Prostředí nabízí intuitivní ovládání pomocí grafických symbolů a posuvek, které umožňují spolehlivě a jednoduše ovládat veškeré funkce inteligentního domu (Obr. 4.1). Výjimkou zde není ani ovládání EZS, EPS, topení, osvětlení, žaluzie nebo veškeré zábavní techniky, jako například televize, hudební přehrávače apod. [11], [12]





Obr. 4.1 Ukázka vizualizace systému Reliance 4 Control na tabletu iPad. Převzato z [13]

#### 4.1.2 Osvětlení

Inteligentní ovládání osvětlení domu pomocí zařízení Teco je řešeno pomocí přídatných modulů do rozvaděče uzpůsobených pro připojení na DIN lištu. Teco nabízí několik jednotlivých modulů určených pro spínání, vypínání a stmívání osvětlení. Jedná se o moduly C-DM-006 ULED a C-DM-006 ILED, přičemž oba slouží pro řízení pouze LED osvětlení, které je řízeno napětím 12-24 V. [11]

Verze modulu ULED je přizpůsobena pro ovládání LED pásů. Jedná se o aktor s 6 nezávislými kanály (výstupy). Každý tento výstup je samostatně ovladatelný 0 – 100 % napájecího napětí 12-24 V. Je zde možnost přepnout modul i do ručního režimu a umožnit tak samostatně každý kanál vypnout či zapnout. [11]

Modul ILED je určen pro řízení výkonových LED svítidel 150 – 700 mA s LED chipy. Modul má stejně jako ULED 6 nezávislých kanálů a je možné stmívat každé světlo zvlášť, nebo více najednou pomocí svítidel s LED chipy zapojenými do série. Oproti modulu ULED je ILED ovládáno pomocí proměnného proudu. Jednotlivé výstupy lze spojit do trojic a umožnit tak nezávislé ovládání dvou RGB světelných zdrojů. [11]

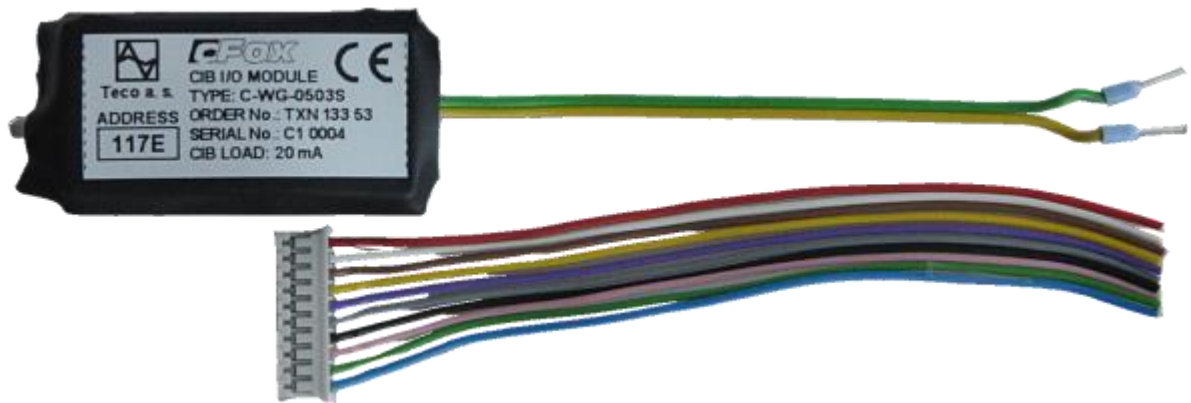
Teco nabízí také variantu univerzálního stmívacího aktoru C-DM-0xxx RLC připojitelného pomocí sběrnice CIB, který je určen především k montáži na DIN lištu v rozvaděči. Pomocí tohoto modulu s dvěma výstupy lze ovládat osvětlení napájené síťovým napětím 230 V AC. Každý kanál lze po sběrnici CIB ovládat samostatně 0 – 100 %. Všechny výstupy stmívacího aktoru mají ochranu proti přehřátí nebo přetížení a snímač má také vysokou odolnost vůči rušení na síti včetně signálu HDO. [11]

Mezi další produkty společnosti Teco, zaměřující se na osvětlení, patří převodník na sběrnici DALI. Převodník se zaměřuje především na řízení předřadníků svítidel pracujících na sběrnici DALI. DALI se zabývá řízením osvětlení v inteligentních domech, proto použití těchto převodníků je výhoda pro uživatele, kteří používají řídicí systém Teco na sběrnici CIB, ale osvětlení je řízeno pomocí sběrnice DALI. Tento převodník umožňuje řídit nezávisle až 64 předřadníků. Modul je také v provedení pro montáž na lištu DIN. [11]

### 4.1.3 EZS

V záležitosti elektronického zabezpečujícího systému nabízí společnost Teco veliké množství prvků pro několik ochran objektu. Tyto prvky jako jsou protipožární detektory, čidla pohybu (PIR), dveřní a okenní kontakty, snímače tříštění skla či sirény se připojují do celého systému pomocí modulů určených pro připojení zabezpečujících a přístupových detektorů. Tyto moduly připojují snímače na sběrnici CIB a zajišťují tak komunikaci s centrální řídicí jednotkou, která reaguje na podněty právě od snímačů a jiných detektorů. Modul má v sobě integrovaný zdroj 12 V. Díky tomu není potřeba dalšího přídavného napájení pro detektory. Modul C-WG-0503S (Obr. 4.2) díky několika vstupům nabízí propojení sběrnice CIB s protokolem Wiegand, který často používají přístupové systémy jako čtečky přístupových karet a klávesnice pro zadávání kódu určeného pro aktivaci či deaktivaci zabezpečujícího systému. Teco ve svých produktech také nabízí vstupní a výstupní moduly realizované jako

standardní koncové zařízení datové radiové sítě RFox. Vstupní modul má 4 vstupy pro snímání libovolných čidel s výstupním beznapětovým kontaktem. Výstupní modul má jeden reléový spínací kontakt pro ovládání přístrojů na síti 230 V AC. Použití těchto modulů je hlavně tam, kde je třeba nahradit kabelové vedení sběrnice CIB vedením bezdrátovým.[2], [11]



Obr. 4.2 Vestavný modul C-WG-0503S. Převzato z [11]

#### 4.1.4 Řízení a regulace vytápění

Teco nabízí pro ovládání vytápění elektrotermické hlavice na řízení ventilů radiátorů či teplovodního podlahového vytápění. Hlavice se nabízejí v několika variantách. V řadě RFox, tedy bezdrátovém provedení, nabízí model R-HC-0101F. Tato hlavice má zabudovaný senzor teploty. Není tedy nutné v případě použití těchto hlavice používat další čidla teploty. Do sítě RFox se hlavice připojují pomocí párování k ethernetovému modulu připojeného k základní řídicí jednotce. Dosah hlavice se udává v délkách 30 a 100 m. Přičemž 30 m je maximální délka v budově a délka 100 m ve volném prostoru. Dalšími hlavicemi pro ovládání vytápění jsou modely C-HC-0201F-E a C-HC-0101F. Oba modely patří do řady CFox a připojují se pomocí sběrnice CIB k analogovému aktoru v rozvaděči domu. Je zde možnost připojení externího teplotního čidla pomocí vstupů, které lze použít jako analogové, nebo binární. To umožňuje k hlavici připojit také okenní/dveřní magnetické kontakty. Při použití okenních kontaktů je možnost systém naprogramovat tak, aby reagoval na otevřené okno a vypnul topení v místnosti, kde se momentálně větrá. [11]

## 4.2 Loxone

System Loxone nabízí jednu variantu základního modulu inteligentní elektroinstalace domu, a sice Loxone Miniserver, který pracuje na bázi PLC. Miniserver má 8 binárních vstupů 24 V DC a 8 výstupů (spínací relé) 250 V AC, 4 analogové vstupy i výstupy, přičemž vstupy je možno využít i jako binární, LAN připojení, možnost připojení na sběrnici KNX/EIB. Jednotka má integrovaný procesor a paměť. Je zde možnost rozšířit uživatelskou paměť pomocí Micro-SD paměťové karty. Napájení je zde pomocí přídavného napájecího zdroje 24 V. [7]

Loxone nabízí také řadu rozšiřujících modulů. Jednou z nich je jednotka Extension, která doplňuje základní modul o několik dalších binárních i analogových vstupů. Tím se značně rozšíří počet i spektrum přístrojů, které je možno k jednotce připojit. Maximálně lze k základnímu modulu připojit 30 těchto rozšiřujících jednotek. Mezi další prvky rozšíření patří pak reléový spínací modul, dimmer pro osvětlení, dálkové IR ovládání, ethernetový modul EnOcean či moduly pro ovládání vytápění. Všechna rozšíření jsou také upravena pro montáž do rozvaděče na lištu DIN. [7]

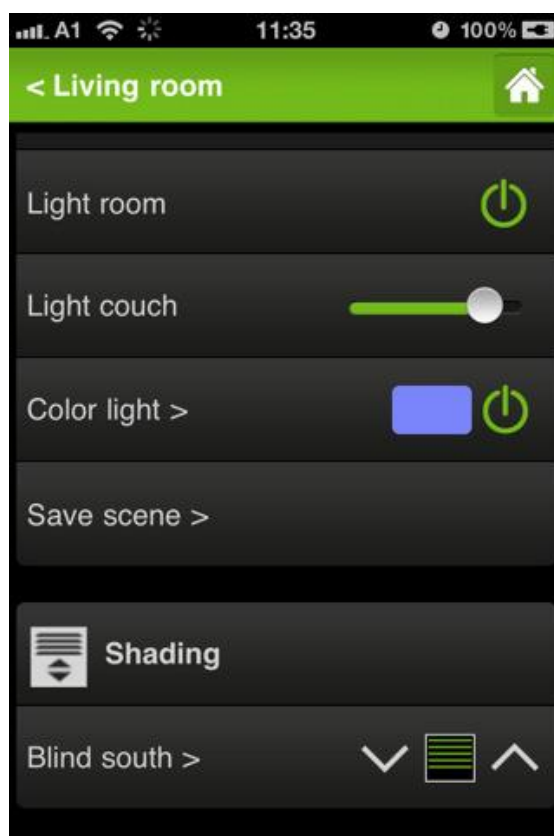
Jako vývojový software se používá program Loxone Config. Tento software je volně ke stažení na webových stránkách Loxone. Uživatel tak může do programu sám zasahovat a není nucen se spoléhat pouze na vyškoleného pracovníka. Uživatel si sám může kdykoli měnit parametry jednotky a možnosti ovládání domu, na rozdíl od ostatních dodavatelů zmiňovaných v této práci. [7], [14]

### 4.2.1 Vizualizace a ovládání systému

Loxone používá pro ovládání systému vizualizaci Websocket klient (Obr. 4.3). Program představuje možnosti obousměrné komunikace mezi Loxone Miniserverem a ostatními zařízeními. Nabízí se v několika variantách dle toho, na jakém zařízení se bude používat. Je možnost tuto vizualizaci používat na přístrojích pracujících na operačním systému Android od společnosti Google či iOS od společnosti Apple. Operační systém Windows zatím není k dispozici. Na rozdíl od jiných firem Loxone neuvádí ve svém sortimentu vlastní dotykové panely určené pro pevné zabudování do zdi. Toto je řešeno pomocí tabletů uchycených do speciálních držáků a je tak možnost dotykovou obrazovku

kdykoli vyjmout a ovládat systém z jakékoli jiné místnosti.

Pro komunikaci se základním modulem Miniserver se používá technika Resful-webservices. Miniserver je připojen pomocí routeru do sítě ethernet a pomocí zadané IP adresy a nastaveného uživatelského hesla se provede přihlášení na chytrém telefonu, tabletu, či PC. Tímto je možné ovládat veškeré prvky napojené do základního modulu a kontrolovat celý objekt i mimo domov. [7], [14]



Obr. 4.3 Vizualizace ovládání osvětlení Loxone pro chytré mobilní telefony. Převzato z [7]

#### 4.2.2 Osvětlení

K řízení osvětlení se používá jednotka Loxone dimmer. Jedná se o univerzální stmívací aktor určený pro ovládání standardních žárovek, úsporných lamp nebo LED bodových světél. Loxone dimmer má 4 stmívatelné kanály a 8 digitálních vstupů 24 V DC. Kanály mohou ovládat až 4 světelné okruhy o celkovém výkonu 1030 W. Tento stmívací akční člen je propojen s Loxone Miniserverem, který získává pokyny díky routeru a ethernetovému připojení od mobilních zařízení. Tlačítka pro ovládání světél jsou pevně

zabudována ve stěně a napojena na Loxone dimmer. Konfiguraci tlačítek lze kdykoli změnit pomocí Loxone Config. [7], [14]

Dalším nástrojem do rozvaděče na ovládání světel je jednotka DMX. Jednotka slouží ke komunikaci a datovému přenosu osvětlovací techniky. K DMX lze připojit pouze LED pásy či LED lampy, které komunikují právě přes DMX. Další prvek připojitelný k jednotce DMX se nazývá PWM RGBW 24 V Dimmer. Je určen pro stmívání a řízení RGB LED pásů, to uživateli umožňuje měnit nejen intenzitu, ale i barvu osvětlení. Nabízí se ve dvou verzích. První verze s označením RGBW Dmx se používá v nové elektroinstalaci a podporuje pouze kabelové vedení. Druhou verzi s označením RGBW Air je možné použít do již hotové elektroinstalace. Tato verze komunikuje se základním DMX stmívacím akčním členem a základním modulem pomocí bezdrátového přenosu. [7], [14]

### 4.2.3 EZS

U společnosti Loxone není třeba speciálních modulů do instalační krabice z důvodu převedení prvku bezpečnosti na sběrníkový systém. Loxone díky nesběrníkovému systému je možné připojit například pomocí stíněného kabelu CAT7 přímo k základnímu modulu, respektive rozšiřujícímu modulu Extension při provozním napětí 12 – 24 V. [7], [14]

V nabídce Loxone je řada prvků zaměřených na elektronický zabezpečovací systém. Mezi běžné zabezpečující prvky patří čidla pohybu PIR s rozpoznávací oblastí 230° – 360°. K základnímu modulu se připojují pomocí spojovacího relé. Dále Loxone nabízí například záplavový senzor, který reaguje na hladinu vody v případě povodní nebo prasklého vodovodního potrubí. Senzor je připojen k základnímu modulu. Pro kontrolu přicházejících návštěv slouží Audio-video vrátník. Návštěvy lze pak kontrolovat pomocí aplikace v mobilním zařízení nebo pomocí webového rozhraní. Požární detektory je třeba zajistit od jiného výrobce. U společnosti Loxone je možnost objednání telefonických hovorů v případě neoprávněného vniknutí do objektu nebo spuštění alarmu. Uživatel může prostřednictvím tohoto hovoru vypnout alarm, respektive přivolat policii a jiné záchranné složky. Tato služba je zpoplatněna na dobu 1 – 3 let. [7], [14]

#### 4.2.4 Řízení a regulace vytápění

Regulace vytápění je řešena pomocí elektrotermických hlavice u topných ventilů a radiátorů. Loxone elektrotermická hlavice se zavírá či otevírá v závislosti na řídicím napětí 0 – 10 V v rozmezí 0 – 100 %. Hlavice se připojují pomocí krouceného páru na analogové výstupy k základní jednotce, respektive k přídatné jednotce Extension. Na jeden analogový výstup lze připojit maximálně 5 hlavice. Další verzí jsou elektrotermické hlavice 230 V, které se připojují silovým vedením na digitální výstupy základní jednotky. Jejich otevření či zavření je ovládáno pomocí reléového aktoru. Regulace probíhá pomocí proudu v rozmezí -10% až +10%. [7], [14]

V otázce sledování teploty Loxone nabízí několik verzí teplotních čidel. Teplotní senzor 1-wire je možné umístit do jakékoli místnosti. Připojuje se k přídatné jednotce 1-wire extension umístěné v rozvaděči. Tato jednotka tak může po připojení číst teplotní údaje ze všech senzorů umístěných v domě a předává je základní jednotce, která tyto informace vyhodnocuje a reaguje na ně natočením ventilů elektrotermických hlavice. Dalším teplotním čidlem je PT100 s převodníkem 0-10 V (Obr. 4.4). Senzor se připojuje na analogové výstupy základního modulu. Měření se provádí pomocí platinového odporu a průmyslovým převodníkem. Teplota se vypočítává v rozmezí 0-10 V. Loxone také nabízí tyto čidla v provedení s ochranou IP67 pro venkovní užívání. Jako další prvek zapojený do ovládací soustavy vytápění je magnetický okenní kontakt. V případě rozpojení kontaktu lze naprogramovat hlavice tak, aby uzavřely kohout vytápění. Naprogramování se provádí dle potřeb uživatele. [7], [14]



Obr. 4.4 Teplotní senzor Loxone. Převzato z [7]

### 4.3 Eaton/xComfort

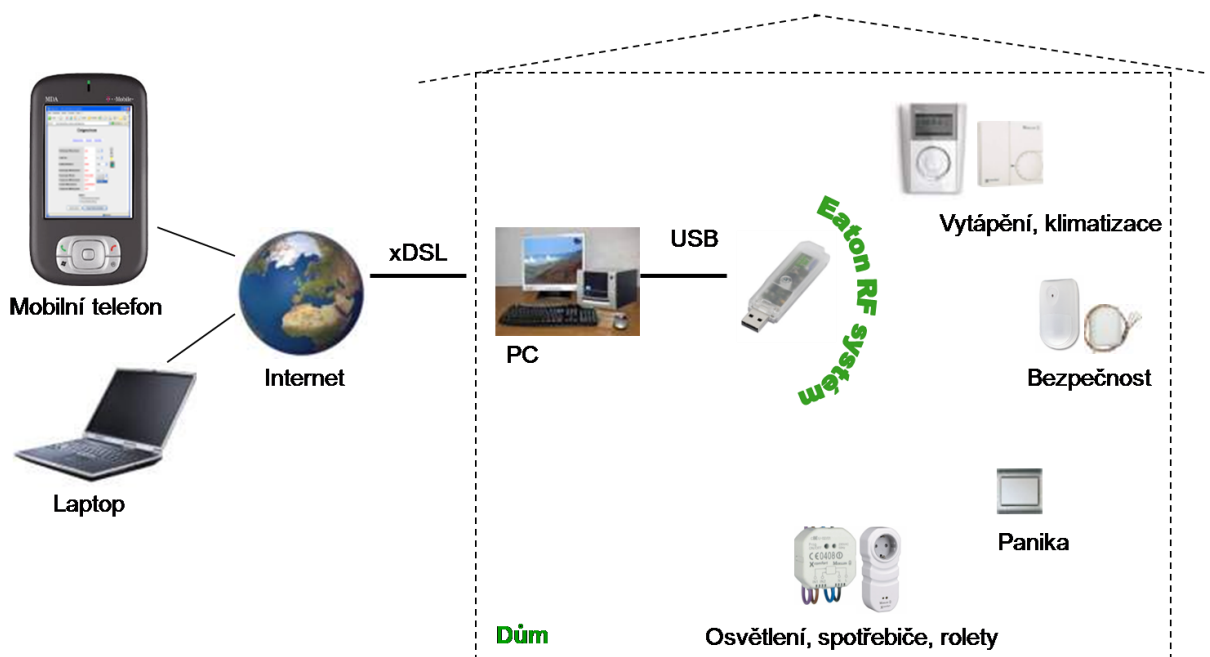
System xComfort od společnosti Eaton pracuje na bezdrátovém rádiové frekvenci (dále RF). Využívá se v již hotových klasických elektroinstalacích či v novostavbách, kde je požadavek na minimální kladení kabelů. Jako základní řídicí modul využívá systém centrální vizualizační jednotku Home Manager (dále HM). Centrální jednotka i ostatní RF prvky v obvodu pracují na frekvenci 868,3 MHz. Dosah v budově je 30 – 50 m v závislosti na tloušťce stěny a stropu. Komunikace s ostatními prvky probíhá pomocí vysílání a přijímání informačních signálů od všech zařízení využívající RF systém. Jednotka takto komunikuje s ostatními aktory ovládající například žaluzie, osvětlení, vytápění, či komunikuje přímo s Room Managery (dále RM). RM je menší řídicí jednotka s LCD obrazovkou, která se umísťuje přímo do jednotlivých místností a ovládá tak veškeré prvky v místnosti včetně termostátů a radiátorových hlavic pracujících na bezdrátovém přenosu. [15]

HM i RM jsou napájeny síťovým napětím 230 V a připevňují se pomocí PVC krytu pod omítku. Chod přístrojů je jistěn záložní lithiovou baterií 3 V. [15]



### 4.3.1 Vizualizace a ovládání systému

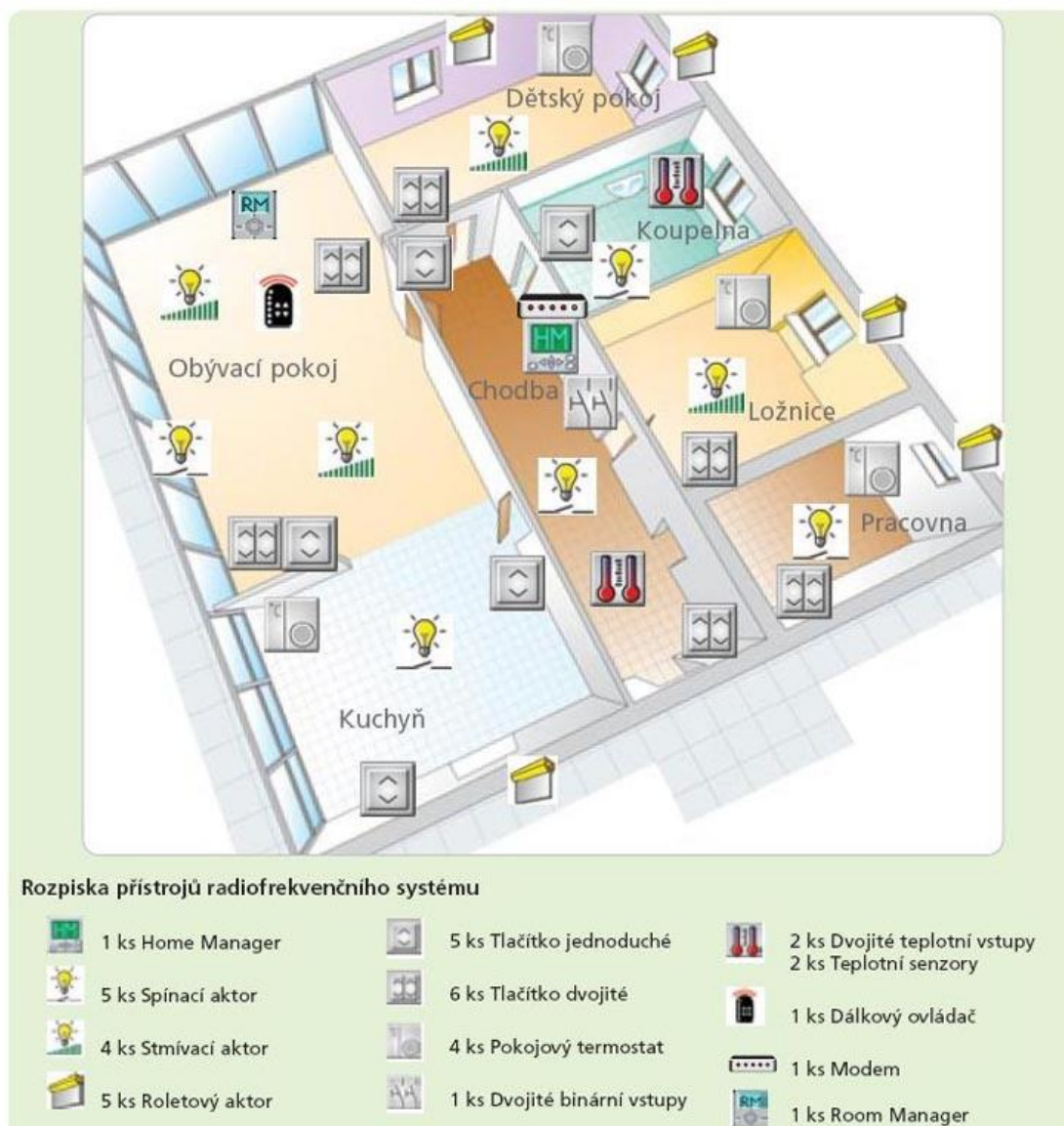
Vizualizační software vytvořený výhradně pro dodavatele Eaton a jeho inteligentní prvky řady xComfort se nazývá Homeputer od společnosti Moeller. Centrální jednotka této vizualizace se jmenuje Eaton RF systém. Tato jednotka je vizualizační a komunikační interface a připojuje se pomocí USB k PC napojenému do internetové sítě. (Obr. 4.5.) Tím je zajištěna komunikace s domem pomocí mobilních zařízení. K systému se lze připojit pomocí webového rozhraní. Zadáním jedinečné IP adresy počítače, ke kterému je jednotka připojena, a přihlášení pomocí jména a hesla je možné ovládat veškeré prvky elektroinstalace. [15]



Obr. 4.5 Schéma připojení systému pro vzdálené ovládání prvků xComfort . Převzato z [xComfort]

Moeller začal v současné době vydávat i aplikaci pro chytré mobilní telefony s názvem xComfort Smart Home Controller. Aplikace je dostupná pro operační systémy Android a iOS, verze pro Windows Phone není k dispozici. Pro využití možnosti ovládat domov pomocí chytrého telefonu, je zapotřebí jednotka RF Smart Manager. Probíhá zde TCP/IP komunikace a Smart Manager se připojí pomocí Wi-Fi routeru do internetu. Jednotka má možnost komunikovat s maximálně 99 RF prvky. Do centrální jednotky Moeller RF se nahraje půdorys domu a zakomponují se všechny prvky inteligentní elektroinstalace. To umožňuje vidět, jaká je teplota, míra osvětlení či natočení lamel žaluzií v dané místnosti. [15]

K ovládání a vizualizaci bezdrátových prvků xComfort, hudby a ostatní zábavní techniky, lze použít také vizualizační systém Control4 (popsaný výše), případně je možno využít software Creston, či CUE. [15]



Obr. 4.6. Ukázka vizualizace od společnosti Moeller. Převzato z [16]

### 4.3.2 Osvětlení

Společnost Eaton dodává pro svůj systém xComfort několik RF aktorů určených pro ovládání, respektive stmívání osvětlení. Základním spínacím aktorem, který dovoluje ovládat a stmívat světla, je CSAU-01/01. Aktor umožňuje spínání jednotlivých světel a spotřebičů na

síti 230 V AC. Je schopen ovládat také topení, čerpadla či termoelektrické pohony. Pro stmívání osvětlení se používá stmívací aktor 230 V AC CDAU-01/02. Umožňuje nastavit délku stmívání na 250 s, možnost volby intenzity osvětlení a možnost aktivovat funkci stmívacího aktoru s pamětí, což umožňuje nastavení světelné scény. Tento stmívací aktor se používá především pro řízení odporových světel (odporová žárovka, halogenová žárovka 230 V), elektronických transformátorů pro halogenové žárovky 12 V. Není vhodný pro řízení zářivek a indukční zátěže. Pro řízení stmívatelných LED a LED RGB pásů nabízí systém xComfort analogový aktor 0-10 V. Aktor je schopen řídit LED svítidla pracující s řídicím napětím 0-10 V. Určen také pro zářivky do 400 VA. Aktor má 1 analogový výstup pro signál 0-10 V a jeden výstup s relé 8A/230 V. [15], [17]

### 4.3.3 EZS

Elektronický zabezpečovací systém xComfort je založen na hlavní centrální jednotce HM a podružných RM. Na tyto jednotky jsou napojeny ostatní RF zabezpečující prvky. RM se nabízí i s funkcí bluetooth, což umožňuje spárování s mobilním telefonem a ovládání systému. Spojení s jednotkou RF Smart Manager umožňuje přijímat informační SMS o stavu zabezpečení. Uživatel tak dostane SMS, kdykoli se v domě rozezní alarm nebo jsou rozpojeny okenní kontakty a jiné zabezpečující prvky napojené na RM. Uživatel má možnost nechat si zasílat informace o stavech všech prvků v instalaci, či řídit teplotu v domě. Lze připojit až 10 bezpečnostních RF prvků k jednomu RM. [15]

V nabídce výrobce Eaton jsou PIR čidla s rozsahem  $110^\circ - 360^\circ$  a s možností nastavení 2 kanálů. Přičemž jeden kanál slouží pro spínání osvětlení závislé na intenzitě okolního světla, druhý kanál slouží pro bezpečnostní účely a není závislý na intenzitě okolního světla. Mezi další prvky patří bateriové kouřové alarmy s akustickým výstupem 85 dB a okenní/dveřní kontakty. [15]

V případě umístění ochranného senzoru mimo dosah RF signálu, je možnost připojení RF Routeru 230 V AC. Router umožňuje zvětšení dosahu mezi senzorem a aktorem. [15]

#### 4.3.4 Řízení a regulace vytápění

Vytápění je řízeno pomocí RM, přičemž hlavní jednotkou HM je možno ovládat všechny RM v domě. RM má v sobě zabudovaný termostat, který monitoruje teplotu v místnosti a udržuje přednastavenou úroveň vytápění. V nabídce Eaton pro instalaci xComfort jsou další termostaty, které se rozmisťují do dalších částí místnosti. Termostaty měří i míru vlhkosti a odesílají ji příslušné řídicí jednotce. Díky této možnosti může systém reagovat na vlhkost spuštěním ventilátoru či klimatizace. Tyto termostaty CRCA-00/0x umožňují spojení s Multiaktorem pro ovládání podlahového vytápění. Pro připojení samotných teplotních senzorů se využívají teplotní bateriové vstupy. Na vstupy se připojí senzory CSEZ. Data z těchto senzorů se odesílají nejbližší řídicí jednotce. Pro senzory 0-10 V DC, 0-20 mA, 4-20 mA je v nabídce dvojitý analogový vstup, který umožňuje napájení těchto senzorů ze zdroje 24 V. [15]

K ovládání průtoku topné vody pro radiátory slouží elektrotermické hlavice. Hlavice CHVZ-01/03 (Obr. 4.7.) mají zabudovaný motorový pohon pro regulaci kohoutu, display zobrazující stav otevření kohoutu, aktuální teplotu, reálný čas včetně kalendáře. Přímo na hlavici je možné nastavit denní i noční vytápění. Tento typ hlavice může pracovat i bez připojení k řídicí jednotce. Dalším typem je CHVZ-01/01. Pracuje ve spojení se spínacími aktory a v provedení pro regulaci podlahového vytápění je spojen s multiaktorem. Tyto hlavice je možné ovládat pouze z řídicí jednotky. [15]



.Obr. 4.7. Hlavice CHVZ-01/03. Převzato z [15]

## 5 Porovnání jednotlivých dodavatelů přístrojů pro inteligentní elektroinstalace – finanční hledisko

V této kapitole jsou porovnání výše zmínění dodavatelé inteligentní elektroinstalace z finančního hlediska. Pro tuto kapitolu je zvolen jako model přízemní rodinný dům o rozloze 100 m<sup>2</sup> (viz Příloha). Dům se sestává ze 4 místností, kuchyně, sociálního zařízení a komory. Dodavatelé jsou srovnáni na tomto modelu z pohledu finanční náročnosti při stejné úrovni inteligentní elektroinstalace. Ve finančních bilancích není uvedena práce kvalifikovaných osob, základní elektroinstalační materiál, jako jsou žárovky, LED pásy, elektroinstalační krabičky, rozváděčové skříně, chráničky (husí krky) apod., z důvodu nezávislosti na inteligentních systémech srovnávaných dodavatelů.

Požadavky na inteligentní elektroinstalaci jsou:

### Osvětlení

- Řízení čtyř světelných okruhů s bodovými LED svítidly v obývacím pokoji a kuchyni pomocí LED stmívacího akтору
- Řízení RGB LED pásu zabudovaného v kuchyňské lince
- Řízení stropních osvětlení v ostatních místnostech pomocí stmívacího akтору
- Osvětlení je ovládáno pomocí tlačítek umístěných ve stěně hlavního dotykového panelu a mobilních zařízení

### Vytápění

- Řízení radiátorového vytápění v celém domě a řízení podlahového vytápění v obývacím pokoji, koupelně a předsíni
- Prostorový teplotní senzor v každé místnosti, podlahový teplotní senzor v obývacím pokoji, koupelně a předsíni
- Vytápění je ovládáno pomocí termostatu v dané místnosti, hlavního dotykového panelu a mobilních zařízení

### EZS

- Detektory pohybu v každé místnosti
- Požární detektory v každé místnosti
- Okenní kontakty na každém okně v domě

- Intercom - videovrátník
- Kontrola stavu zabezpečujících prvků pomocí mobilních zařízení
- Záložní zdroj
- Zabezpečující systém je ovládán pomocí hlavního dotykového panelu a mobilních zařízení

V ekonomických bilancích jsou započítány veškeré náklady nezbytné pro chod inteligentní elektroinstalace dle požadavků.

## 5.1 Teco

Ekonomická bilance dodavatele inteligentní elektroinstalace Teco. Záložní zdroj UPS (označen \*) se nenachází v nabídce Teco. Byl zvolen externí dodavatel pro tento zdroj. Parametry zdroje se shodují s parametry u ostatních dodavatelů.

Prvky inteligentní elektroinstalace	Počet ks/m	Cena za ks/m	Cena celkem
Základní modul TXN 110 15	1	13000	13000
Stmívací modul C-DM-0006M-ILED	1	3900	3900
Stmívací modul C-DM-0006M-ULED	1	3700	3700
Zdroj 27,2 V/2,2 A	1	3490	3490
Stmívací modul C-DM-0402M-RLC	1	3500	3500
GSM modul UC-1205	1	6500	6500
Záložní zdroj UPS*	1	5600	5600
Teplotní senzor - prostorový	7	345	2415
Teplotní senzor - podlahový	3	300	900
Hlavní dotyk panel ID-18	1	15000	15000
Vestavný modul C-WG-0503S	15	950	14250
Intercom - videovrátník	1	25000	25000
Senzor pohybu 24V	7	890	6230
Okenní kontakt	15	72	1080
Elektrotermická hlavice	9	1790	16110
Wireless router	1	950	950
Kabelové vedení 2Y2YCY pro sběrnici	300	23	6900
Detektor kouře	8	750	6000
<b>Celkem</b>	<b>374</b>	<b>85760</b>	<b>134525</b>

Tab. 5.1. Tabulka finanční bilance IE od dodavatele Teco

## 5.2 Loxone

Ekonomická bilance dodavatele inteligentní elektroinstalace Loxone. V nabídce Loxone se nenachází detektor kouře (označen \*). Byl zvolen externí dodavatel pro tento prvek. Typ detektoru byl zvolen tak, aby pokryl stejné funkce jako detektory ostatních dodavatelů srovnávané v této práci.

<b>Prvky inteligentní elektroinstalace</b>	<b>Počet ks/m</b>	<b>Cena za ks/m</b>	<b>Cena celkem</b>
Loxone Miniserver	1,00	10 329,75	10329,75
Loxone Extension	4	8263,64	33054,56
Dimmer Extension	1	9338,02	9338,02
1-Wire Extension	1	3511,57	3511,57
Zdroj 24V,10A	2	3305	6610
PWM LED RGB Driver vč. ZDROJE	1	1512	1512
DMX LED Extension	1	5619	5619
Záložní zdroj UPS	1	5600	5600
Teplotní senzor - prostorový	7	1032	7224
Teplotní senzor - podlahový	3	272	816
Hlavní dotyk. panel - Apple iPad	1	8256	8256
Intercom - videovrátník	1	24999	24999
Senzor pohybu 24V	7	2499	17493
Okenní kontakt	15	259	3885
Elektrotermická hlavice	9	1735	15615
Wireless Router	1	990	990
Kabelové vedení CAT7	300	14,8	4440
Detektor kouře SD208*	8	777	6216
<b>Celkem</b>	<b>364,00</b>	<b>88 312,78</b>	<b>165508,9</b>

Tab. 5.2. Tabulka finanční bilance IE od dodavatele Loxon

### 5.3 Eaton/xComfort

Ekonomická bilance dodavatele inteligentní elektroinstalace xComfort od dodavatele Eaton.

<b>Prvky inteligentní elektroinstalace</b>	<b>Počet ks/m</b>	<b>Cena za ks</b>	<b>Cena celkem</b>
Základní jednotka Home Manager	1	32 668	32668
Podružná jednotka Room Manager	4	7475	29900
RF Smart Manager	1	9990	9990
RF Multiaktor	1	9035	9035
Stmívací aktor CDAU-01/02	5	1809	9045
Stmívací aktor 0/10 V DC	6	2131	12786
Senzor pohybu 24V	7	1763	12341
Záložní zdroj UPS	1	6558	6558
Teplotní senzor - prostorový	7	734	5138
Teplotní senzor - podlahový	3	890	2670
Elektrotermická hlavice CHVZ-01/01	9	663	5967
Intercom - videovrátník	1	42556	42556
Okenní kontakt	15	99	1485
RF router	1	939	939
Detektor kouře	8	689	5512
<b>Celkem</b>	<b>70</b>	<b>117 999</b>	<b>186590</b>

Tab. 5.3. Tabulka finanční bilance IE xComfort od dodavatele Eaton



## 6 Zhodnocení

Z výše uvedených tabulek je patrné, že cenově nejdražší variantou je bezdrátový systém xComfort od dodavatele Eaton. Ze srovnávaných dodavatelů je tato varianta nejdražší z důvodu využívání bezdrátových prvků instalace, které pracují na radiofrekvenčním přenosu, a jsou tedy finančně nákladnější. Tato instalace je vhodná především do domů s hotovou klasickou elektroinstalací nebo do domů, kde je požadavek na co nejmenší kladení kabelů ve stěnách. Tato skutečnost je pro uživatele výhodou, jelikož v konečné instalaci ušetří část nákladů, které by ve sběrnicové, respektive kabelové instalaci byly vynaloženy na kabelové vedení a práci související se zásahem do zdí, stropů či podlah. Jako nevýhody bezdrátové elektroinstalace xComfort lze uvést vyšší pořizovací náklady na prvky nezbytné k požadované automatizaci domu, možnost rušení přenosu signálu mezi prvky a výměna baterií v daných prvcích, která také ovlivňuje celkové náklady elektroinstalace. Jako další nevýhodu pak lze uvést i samotnou životnost daných periférií. Oproti inteligentní elektroinstalaci pracující na kabelovém vedení je životnost bezdrátových systémů výrazně nižší. V novostavbách či kompletních rekonstrukcích, kde není požadavek na minimální kladení kabelů, je tato varianta nejméně efektivní.

Druhou nejlevnější variantou je inteligentní elektroinstalace od dodavatele Loxone. Tato instalace pracuje na nesběrnicovém systému. Výhodou je cena kabelového vedení, jelikož oproti sběrnicovým systémům je značně nižší. V případě připojení na sběrnicový systém lze použít přechod na KNX/EIB sběrnici. Nevýhodou tohoto systému pak může být horší kompatibilita s ostatními výrobci na trhu. Uživatel je tedy v tomto směru odkázán pouze na Loxone a sběrnicové účastníky pracující ve standardu KNX/EIB. Například není možnost přímého připojení systému Loxone na velice rozšířenou sběrnici DALI zaměřující se na osvětlení domu. Jako výhody lze uvést možnost kombinace s bezdrátovými prvky, ucelenost systému, kvalitně a velmi jednoduše zpracovanou vizualizaci a ovládání automatizace. Uživatel má možnost sám zasáhnout do programovacího softwaru a změnit funkci prvků bez přivolání odborné osoby. Pro novostavby rodinných domů je varianta inteligentní elektroinstalace od Loxone velmi efektivní. Pokud uživatel nemá požadavky na sběrnicově řízené osvětlení DALI, není zde potřeba vyhledávat jiného kompatibilního dodavatele k systému Loxone. Kouřové detektory, které nejsou v nabídce lze sehnat u řady jiných výrobců.

Nejlevnější nabídka požadované automatizace je od poskytovatele Teco. Teco má ze všech dodavatelů největší nabídku prvků potřebných pro inteligentní elektroinstalaci a nabízí několik možných variant základního modulu. Oproti Loxone či xComfort je možné si vybrat základní modul, který přesně odpovídá úrovni instalace, jaké chce uživatel dosáhnout. To se samozřejmě pozitivně projevuje i na ceně základní jednotky. U ostatních dodavatelů si uživatel musí pořídit základní jednotku bez ohledu na to, zda ji naplno využije. Teco pracuje na sběrnicovém systému CIB. Prvky Teco lze použít i pro decentralizované uspořádání standardu KNX/EIB. Pro spojení se sběrnicí DALI je možnost použití převodníků na sběrnici CIB. Jako nevýhodu lze uvést nepřiliš propracovaný nástroj pro ovládání a vizualizaci Web Maker. Z tohoto důvodu Teco spolupracuje s vizualizačními jednotkami systémů Control4 či Reliance 4 Control. Použití těchto vizualizačních jednotek umožňuje ovládání veškerých multimédií připojených pomocí kabelu, nebo bezdrátové sítě ZigBee k centrální jednotce Control4 respektive Reliance 4 Control. Pokud uživatel zvolí tuto variantu ovládání inteligentní elektroinstalace, náklady se zvýší přibližně o 30 tis. Kč. V případě použití externího dodavatele vizualizační jednotky je ekonomická bilance Teco oproti ostatním srovnávaným dodavatelům stále nejlevnější variantou.

## 7 Závěr

Bakalářská práce si kladla za cíl vymežit hlavní znaky a možnosti řešení inteligentní elektroinstalace v rodinných domech. Úvodní kapitoly byly věnovány rozdílům mezi klasickou a inteligentní elektroinstalací, rozlišení základních prvků nutných k automatizaci domu a představení jejich hlavních dodavatelů na českém trhu. Dále byly uvedeny technické informace o prvcích u vybraných poskytovatelů inteligentní elektroinstalace, porovnání jejich vlastností a shrnutí výhod a nevýhod. Byl vytvořen typový model rodinného domu se základními požadavky na inteligentně ovládané osvětlení, elektronický zabezpečovací systém a řízení topného systému.

Na typovém modelu bylo navrženo rozmístění všech akčních členů a snímačů potřebných pro splnění požadované úrovně inteligentní elektroinstalace. Na tento návrh byly posléze vypracovány ekonomické bilance od vybraných poskytovatelů tak, aby splňovaly předem dané podmínky pro automatizaci modelu rodinného domu. V závěrečném zhodnocení byly shrnuty získané finanční i technické poznatky o dodavatelích a bylo upozorněno na hlavní klady a zápory všech srovnávaných dodavatelů.

Tato práce mi pomohla rozšířit si znalosti o problematice inteligentní elektroinstalace. Velkým přínosem pro mě bylo absolvování týdenního školicího kurzu od firmy ABB, zaměřeného na programování a obsluhu jednotlivých prvků inteligentní elektroinstalace. Sestavení finančních bilancí mi pomohlo ucelit si preference při výběru poskytovatele inteligentních prvků a při vytváření projektů automatizace budov, kterým bych se chtěl nadále věnovat.

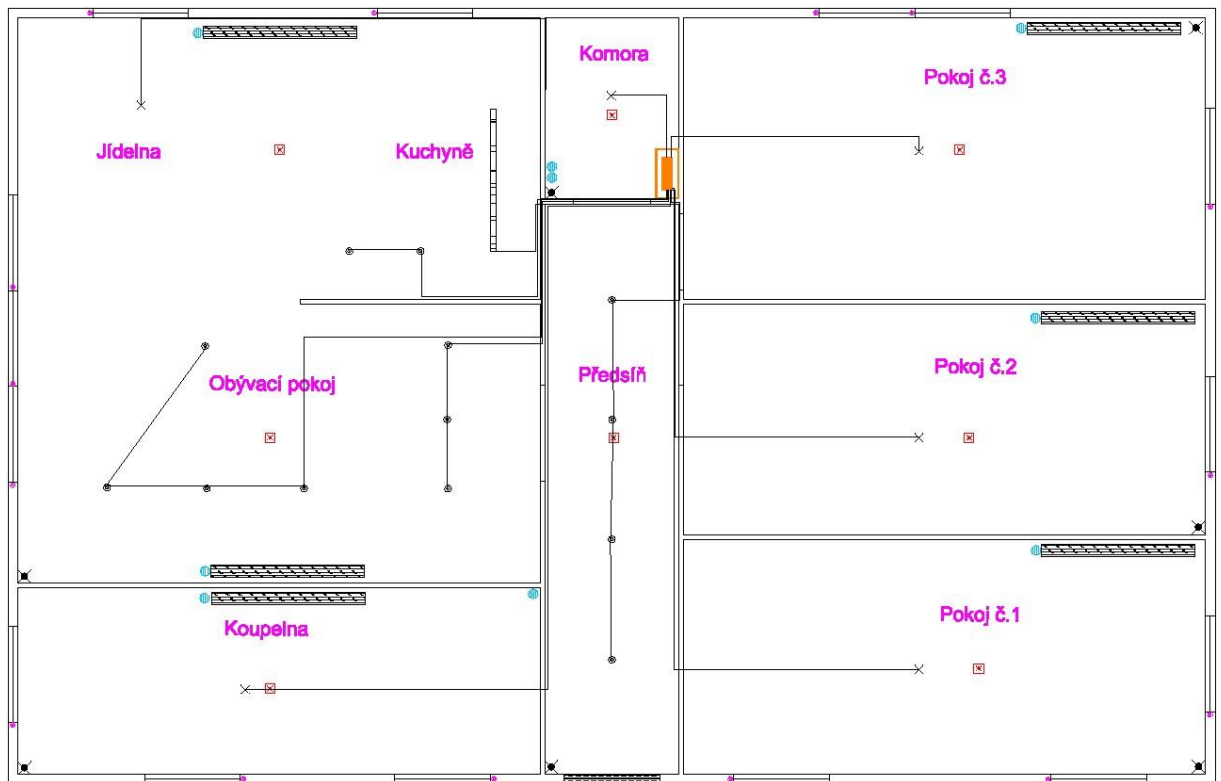
## 8 Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. Tzbinfo: Klasická versus inteligentní elektroinstalace. [online]. [cit. 2014-03-12]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>
- [2] VALEŠ, Miroslav. Inteligentní dům. 1. vyd. Brno: ERA, 2006, 123 s., il. (část barev.). ISBN 80-736-6062-8.
- [3] GARLÍK, Bohumír. Inteligentní budovy. Elektro: odborný časopis pro elektrotechniku 2012, roč. 22, č. 5, s. 6-10. ISSN: 1210-0889.
- [4] Foxtrot: Komplexní systém inteligentního řízení. PRAGO ALARM. [online]. [cit. 2014-05-26]. Dostupné z: [http://www.pragoalarm.cz/archiv-aktualit/aktualita.html/3\\_14919-foxtrot-komplexni-system-inteligentniho-rizeni-](http://www.pragoalarm.cz/archiv-aktualit/aktualita.html/3_14919-foxtrot-komplexni-system-inteligentniho-rizeni-)
- [5] ABB s.r.o., Ego-n® [online]. 2006 [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/index.asp?thema=10214lav>. *Teorie ABB s.r.o.: Ego-n®*
- [6] EATON. Rádiofrekvenční systém xComfort [online]. [cit. 2014-03-04]. Dostupné z: [http://www.eatonelektrotechnika.cz/produkty-domovni\\_instalace-system\\_xcomfort-radiofrekvencni\\_system](http://www.eatonelektrotechnika.cz/produkty-domovni_instalace-system_xcomfort-radiofrekvencni_system)
- [7] LOXONE. Extensions [online]. [cit. 2014-03-26]. Dostupné z: <http://www.loxone.com/cscz/extensions-prislusenstvi/extensions/extension.html>
- [8] KNX: Introduction. KNX. [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://knx.org/knx-en/knx/association/what-is-knx/index.php>
- [9] ElektriKa, Josef Kunc, ABB: Princip činnosti systému KNX/EIB, [online]. [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://elektriKa.cz/data/clanky/abb-systemove-elektricke-instalace-knx-eib-2013-5-cast/view>
- [10] LonMark International. LON MARK. [online]. [cit. 2014-03-05]. Dostupné z: <http://www.lonmark.org/>
- [11] Tecomat Foxtrot. TECO. [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.tecomat.com/kategorie-12-produkty.html>
- [12] Inteligentní dům: Chytrý domov. CONTROL4. *Control4* [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.control4.cz/chytry-domov/>
- [13] Systém Reliance: Reliance4Control SCADA/HMI. RELIANCE. [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.reliance.cz/cs/products/reliance4-scada-hmi-system#page=overview>
- [14] TECHDOT, s.r.o. Inteligentní elektroinstalace, [online]. [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://www.ielektroinstalace.cz/>










- [15] EATON. *XComfort: inteligentní elektroinstalace* [online]. [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.xcomfort.cz/o-systemu/>
- [16] E-light: RF ovládání osvětlení. [online]. [cit. 2014-05-23]. Dostupné z: <http://www.e-light.cz/urceni/rf-system-rizeni-budov-eaton-xcomfort/rf-system/>
- [17] Odborné časopisy: Novinky v systémech Xcomfort nejen pro řízení osvětlení. [online]. [cit. 2014-05-23]. Dostupné z: [http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=34967](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=34967)

## Příloha

### Půdorys rodinného domu



### Legenda:

- |   |                 |   |                              |   |                                |
|---|-----------------|---|------------------------------|---|--------------------------------|
|  | Pohybový senzor |  | Stmívané stropní světlo      |  | Hlavice radiátorového vytápění |
|  | Detektor kouře  |  | Stmívané stropní LED světlo  |  | Rozváděč                       |
|  | Okenní kontakt  |  | Hlavice podlahového vytápění |   | LED světelný pás               |