

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2017**

**Radek Valášek**

**VŠB - Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektrotechniky**

**Porovnání inteligentní elektroinstalace systémů TECO a  
LOXONE při projektování rodinného domu**  
Comparison of smart wiring systems TECO and LOXONE when  
designing of a family house

**2017**

**Radek Valášek**

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta elektrotechniky a informatiky  
Katedra elektrotechniky

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Radek Valášek**

Studijní program:

B2648 Projektování elektrických zařízení

Téma:

Porovnání inteligentní elektroinstalace systémů TECO a LOXONE při  
projektování rodinného domu  
Comparison of smart wiring systems TECO and LOXON when  
designing of a family house

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je porovnání konkurenčních systémů inteligentní elektroinstalace při realizaci projektové dokumentace rodinného domu. Popište inteligentní elektroinstalace – princip, používané komponenty, topologie, srovnání s klasickou instalací. Zpracujte obecnou analýzu konkurenčních systémů TECO a LOXONE, která bude doplněna o další systémy dostupné na trhu. Pro oba systémy inteligentní elektroinstalace zpracujte projektovou dokumentaci typového rodinného domu. Proveďte zhodnocení jednotlivých systémů na základě zpracované dokumentace.

1. Seznámení se s problematikou systémové techniky budov dle platných norem.
2. Historie vývoje a současnost inteligentní elektroinstalace.
3. Obecný popis vybraných systémů inteligentní elektroinstalace TECO, LOXONE, iNELS, EGON a další.
4. Vytvoření projektové dokumentace rodinného domu.
5. Porovnání a zhodnocení technických a ekonomických parametrů systémů TECO a LOXONE.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] Katalogy firem TECO a LOXONE a jejich www stránky
- [2] Průcha, J.: Chytré bydlení, Inteligentní dům, 2012
- [3] Valeš, M.: Inteligentní dům, ERA Group spol. s.r.o., Brno, 2006
- [4] Toman, K., Kunc, J.: Systémová technika budov, Praha, 1998
- [5] Solid Team s.r.o., Vzdělávací a zkušební centrum
- [6] UNMZ, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Roman Hrbáč, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2016

Datum odevzdání: 28.04.2017



doc. Ing. Vítězslav Stýskala, Ph.D.  
vedoucí katedry



prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty

**Prohlášení:**

*„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“*

V Ostravě dne 17.4.2017



Radek Valášek

**Prohlášení zástupce spolupracující právnické nebo fyzické osoby:**

*„Souhlasím se zveřejněním této bakalářské práce dle požadavků čl. 26, odst. 9 Studijního a zkušebního řádu pro studium v bakalářských programech VŠB-TU Ostrava.“*

V Ostravě dne *27. 4. 2017* .....



Radek Šamánek

## **Poděkování:**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu práce Ing. Romanovi Hrbáčovi Ph.D. za přínosné informace, vedení a pomoc při tvorbě mé bakalářské práce. Veliké díky patří Radku Šamánkovi za odborné konzultace ohledně technického řešení.

V neposlední řadě bych rád touto cestou poděkoval své rodině a kolegům v práci za psychickou podporu během mých studií a psaní této práce.

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je porovnání konkurenčních systémů inteligentní elektroinstalace TECO a LOXONE při realizaci projektové dokumentace rodinného domu. Hlavním důvodem této práce je stále se rozšiřující dostupnost systémových elektroinstalací. V úvodní části práce je provedeno seznámení s problematikou systémové techniky budov. Objasnění rozdílů mezi klasickou elektroinstalací a instalací s využitím inteligentních systémů. Postupně je popsána historie, vývoj a současnost inteligentní elektroinstalace. Následuje představení a výčet několika vybraných systémů dostupných na našem trhu, princip jejich funkce, jejich přednosti a využití.

V praktické části bakalářské práce byl vytvořen návrh inteligentního systému rodinného domu v systému TECO a LOXONE pro porovnání obou variant. Následně bylo provedeno technické a ekonomické srovnání jednotlivých systémů, jejich výhody a nevýhody.

## **Klíčová slova**

Systémová technika, klasická elektroinstalace, inteligentní elektroinstalace, TECO, LOXONE, sběrnice, porovnání ceny, projektování v elektrotechnice

## **Abstract**

The aim of this thesis is to compare the competing systems of smart electrical wiring by TECO and LOXONE when implemented in family home project documentation. The main reason for this thesis is the ever expanding range of available wiring systems. The introductory part presents the topic of building installation systems and clarifies the differences between conventional and smart electrical wiring systems. The history, development and present of smart wiring are described. This is followed by the introduction of a few selected systems available in our market, their operation principle, advantages and applications.

In the practical part of the thesis, a project of a smart system for a single-family home was created using two systems TECO and LOXONE, which are subsequently compared. Furthermore, a comparison of technical and economic aspects of the two systems was performed, determining their advantages and disadvantages.

## **Key words**

Technical equipment of buildings, classic electrical wiring, intelligent electrical wiring, TECO, LOXONE, bus, price comparison, designing in electrical engineering



# Obsah

Obsah	1
Seznam použitých symbolů a zkratek	3
Seznam ilustrací	5
<b>1 Úvod</b>	<b>6</b>
1.1 Popis práce	6
1.2 Úvod do problematiky systémové techniky budov	6
1.2.1 Automatizace budov	6
1.2.2 Systémová technika budov	7
1.3 Systémová technika budov z hlediska platných norem	9
1.3.1 Normy používané v systémové technice budov	10
<b>2 Historie vývoje a současnost inteligentní elektroinstalace</b>	<b>11</b>
2.1 Historický vývoj inteligentní elektroinstalace	11
2.2 Současný stav inteligentní elektroinstalace	12
<b>3 Obecný popis vybraných systémů inteligentní elektroinstalace</b>	<b>12</b>
3.1 Teco a. s.	13
3.1.1 Tecomat Foxtrot	13
3.2 Loxone s. r. o.	14
3.2.1 Loxone Smart Home	14
3.3 ELKO EP, s. r. o.	15
3.3.1 iNELS	15
3.4 ABB s. r. o.	17
3.4.1 ABB Ego-n	17
3.5 Eaton elektrotechnika s. r. o.	18
3.5.1 Nikobus	18
3.5.2 Xcomfort	18
3.6 Další systémy na trhu	19
<b>4 Vytvoření projektové dokumentace rodinného domu</b>	<b>20</b>
4.1 Dispoziční řešení rodinného domu	20
4.2 Požadavky investora rodinného domu	21
4.2.1 Osvětlení	21
4.2.2 Ovládání osvětlení	22
4.2.3 Zásuvkové rozvody	22
4.2.4 Ostatní silnoproudé rozvody	22
4.2.5 Vytápění rodinného domu a jeho ovládání	23
4.2.6 Vzduchotechnika	23
4.2.7 Žaluzie a jejich ovládání	23
4.2.8 Zavlažování a hlavní uzávěr vody	24
4.2.9 Měření energií a neelektrických veličin	24

4.2.10 Další ovládaná zařízení .....	24
4.2.11 Datové rozvody a společná televizní anténa .....	25
4.2.12 Domácí videotelefon .....	25
4.2.13 EZS a EPS .....	25
4.2.14 Další požadavky ze strany investora .....	26
4.3 Vlastní řešení .....	26
4.3.1 Návrh inteligentní elektroinstalace TECO .....	29
4.3.2 Návrh inteligentní elektroinstalace LOXONE .....	30
<b>5 Porovnání a zhodnocení technických a ekonomických parametrů systémů TECO a LOXONE</b> .....	<b>32</b>
5.1 Porovnání technických parametrů .....	33
5.2 Porovnání ekonomických parametrů .....	39
<b>6 Závěr</b> .....	<b>40</b>
6.1 Splnění cílů bakalářské práce .....	41
6.2 Výsledky a přínos bakalářské práce .....	41
6.3 Možnosti dalšího zaměření .....	42
Seznam použité a studované literatury .....	43
Seznam příloh .....	44

## Seznam použitých symbolů a zkratek

1-Wire	Sběrnice navržená firmou Dallas Semiconductor Corp.
AC	Střídavý proud, nebo napětí (z anglického Alternating Current)
AMX	Řídicí systém pro automatizaci v budovách
BACnet	Komunikační protokol (z anglického Building Automation and Control Networks)
CAN	Komunikační sběrnice (z anglického Controller Area Network)
CIB	Komunikační sběrnice (Common installation buds)
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
CV	Centrální vysavač
CYKY	Měděný silový kabel
DALI	Komunikační protokol pro řízení v osvětlovací technice
DC	Stejnoseměrný proud, nebo napětí (z anglického Direct Current)
DIN	Lišta pro upevnění modulárních přístrojů
DMX	Komunikační protokol pro řízení v osvětlovací technice
DVT	Domácí videotelefon
EIB	Komunikační sběrnice (z anglického European installation bus)
EIBA	Sdružení vedoucích firem v oblasti inteligentních elektroinstalací
EPS	Elektrická požární signalizace
EU	Evropská unie
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
GSM	Globální systém mobilní komunikace (z francouzského Groupe Spécial Mobile)
HDO	Hromadné dálkové ovládání
HOP	Hlavní ochranná přípojnice
iMM	Přehrávač video zóny pro dálkové ovládání
iNELS	Systém inteligentní elektroinstalace firmy ELKO EP, s. r. o.
IoT	Internet věcí (z anglického Internet of Things)
IP	Internetový protokol
IR	Infračervený (z anglického Infra red)
J-Y(St)-Y	Stíněný sdělovací kabel s kroucenými páry vodičů
KNX	Standardizovaný komunikační protokol
LCD	Displej z tekutých krystalů (z anglického Liquid crystal display)
LED	Dioda emitující světlo (z anglického Light-Emitting Diode)
LON	Komunikační sběrnice (z anglického Local operating network)
LOXONE	Výrobce systému Loxone Smart Home
LPL	Úroveň ochrany před bleskem (z anglického Lighting protection level)
LPSS	Systém ochrany před bleskem (z anglického Lighting protection systém)
LPZ	Zóna bleskové ochrany (z anglického Lighting protection zone)
MaR	Měření a regulace (z anglického Measurement and Regulation)
M-Bus	Komunikační protokol (z anglického Meter Bus)
PC	Osobní počítač (z anglického Personal computer)
PIR	Detektor reagující na pohyb
PLC	Programovatelný logický automat (z anglického Programmable logic controller)
PROFIBUS	Komunikační sběrnice (z anglického Process Field Bus)

RACK	Standardizovaný systém pro montáž slaboproudých zařízení
RF	Radiofrekvenční (z anglického Radio frequency)
RF-868	Systém bezdrátového ovládání firmy ABB
RFID	Radiofrekvenční identifikace (z anglického Radio Frequency Identification)
RGB	Adaptivní míchání barev
RJ45	Koncovka pro zapojení síťových kabelů
RS-232	Komunikační protokol do 20 m
RS-485	Komunikační protokol do 1200 m
SCADA	Dispečerské řízení, sběr dat (z anglického Supervisory Control And Data Acquisition)
SD	Paměťová flash karta (z anglického Secure Digital)
SPD	Přepět'ové ochranné zařízení (z anglického Surge Protective Device)
STA	Společná televizní anténa
SYKFY	Stíněný sdělovací kabel s kroucenými páry vodičů
TCL2	Komunikační sběrnice firmy TECO a. s.
TECO	Výrobce systému Tecomat Foxtrot
TV	Televizor
TZB	Technické zařízení budov
UTP	Kabel datových rozvodů
WEB	Webové rozhraní (z anglického World Wide Web)
WiFi	Bezdrátová komunikační technologie (z anglického Wireless Fidelity)

## Seznam ilustrací

Obr. 1.1 Struktura řízení automatizace budov.....	7
Obr. 1.2 Struktura řízení systémové techniky budov .....	8
Obr. 1.3 Struktura systému KNX.....	8
Obr. 1.4. Čelní pohled na rodinný dům.....	21
Obr. 1.5 Ukázka nástroje Loxone planning tool .....	31
Obr. 1.6 Porovnání počtu spínačů na tlačítku Loxone Tree a C-WS-0400R-Obzor.....	35
Obr. 1.7 Příklad vizualizace systému Loxone Smart Home firmou LARX s. r. o. ....	38
Obr. 1.8 Příklad vizualizace systému Foxtrot firmou TECH elektro s. r. o. ....	38

# 1 Úvod

## 1.1 Popis práce

V posledních letech je celosvětově skloňován pojem systémové techniky budov často označované jako „inteligentní elektroinstalace“. Tím spíše po vstupu České republiky do Evropské Unie. Evropským parlamentem byl ratifikován požadavek na dosažení nižší energetické náročnosti budov do roku 2021, kdy se bude vydaná směrnice týkat všech nově realizovaných budov. S rostoucími cenami energií vyvstává tedy čím dál větší potřeba snížení energetické náročnosti budov při zachování stejného či vyššího komfortu. Dalším aspektem jsou vysoké počty náročných funkcí spojených s řízením objektu a tím spojené limity klasické elektroinstalace. S klesající cenou systémů se proto v praxi čím dál více začíná uplatňovat systémová technika budov.

Principem inteligentní budovy je vzájemné propojení všech použitých systémů, tak aby celek co nejvíce uspokojoval potřeby uživatele, šetřil náklady na energii, vytvářel komfort, umožňoval zabezpečení a v neposlední řadě i požadavek na snadné ovládání. Nelze si tedy představovat objekt s předdraženou elektroinstalací ale objekt, ve kterém jsou všechny použité technologie implementovány do jednoho centralizovaného systému. V klasické elektroinstalaci jeden systém ovládá topení, další osvětlení, jiný zase žaluzie, klimatizaci, zabezpečení objektu a podobně. Jednotlivé systémy mají své senzory a každý se ovládá separátně, nelze je spojit tak, aby mohly komunikovat a jejich použití bylo schopné šetřit co nejvíce energie. Pod pojmem inteligentní budovy máme na mysli objekt, který je automatizován a centrálně řídí všechny jednotlivé systémy na základě údajů ze senzorů. Výhodou je, že si jednotlivé senzory mohou v rámci systému předávat informace a vzájemně spolu komunikovat. Další výhodou je možnost přeprogramování systému bez nutnosti fyzické úpravy instalace. Tím dochází k centrálnímu řízení různých funkcí, kdy například při stisku tlačítka u vchodových dveří při odchodu osoby z objektu dojde ke stažení venkovních žaluzií, vypnutí nepotřebných spotřebičů a veškerého osvětlení v objektu, zabezpečení objektu a v neposlední řadě k nastavení teploty v pokojích na požadovanou hodnotu. Nevýhodou inteligentní budovy je vysoká hodnota pořizovacích nákladů a v případě poruchy může být i celý systém nefunkční. [4]

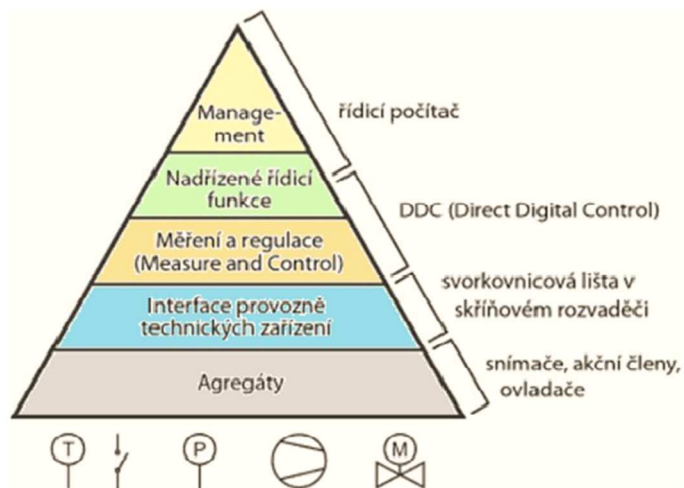
Obsahem této bakalářské práce je seznámení se s problematikou systémové techniky budov. Cílem je popsání vývoje inteligentní elektroinstalace v kontextu historie, srovnání klasické a inteligentní instalace, uvedení stručného přehledu dostupných systémů inteligentní elektroinstalace na českém trhu a v poslední řadě provedení zhodnocení dvou vybraných systémů při projektování typového rodinného domu. Výsledkem práce bude tedy ekonomické a funkční zhodnocení dvou vybraných systémů. Závěr práce bude věnován celkovému zhodnocení.

## 1.2 Úvod do problematiky systémové techniky budov

### 1.2.1 Automatizace budov

V nových budovách nebo při rekonstrukci stávajících se již od konce 80. let dvacátého století objevují stále nové vlastnosti a technologie. Pojem automatizace budov se objevuje v literatuře v souvislosti s digitální měřicí, kontrolní, regulační a řídicí technikou pro jejich technické vybavení.

Současný vývoj můžeme popsat jako období, ve kterém je snaha o vzájemné propojení všech hlavních technologií používaných v infrastruktuře budov a dále o snahu implementace nových teprve nastupujících technologií jako chytrých domácích spotřebičů, Smart Grid, IoT a dalších nastupujících technologií. Tyto snahy můžeme obecně pojmenovat jako systémovou techniku budov. [5]



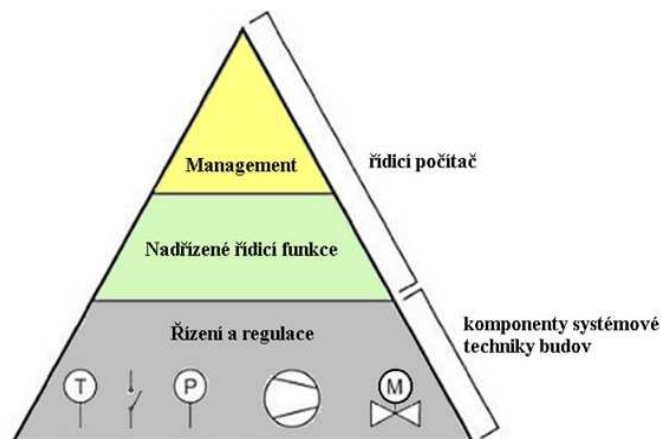
Obr. 1.1 Struktura řízení automatizace budov [6]

Postupem času se automatizace budov vyvinula v samostatný obor automatizační techniky zaměřený na uživatele všech druhů. Jedná se o soubor senzorů, akčních členů, regulátorů a řídicích mikropočítačů, které jsou propojeny komunikačním systémem se vzájemnou výměnou dat. Za automatizaci budov považujeme systém s množinou prvků (snímače, akční členy, zařízení), která na sebe vzájemně působí a vykazují cílové chování (uzavření ventilu, vypnutí osvětlení). [5]

## 1.2.2 Systémová technika budov

Systémová technika budov je dílčí částí automatizace budov. Jde o soubor sítí sestavených ze systémových komponent a účastnických stanic pomocí instalační sběrnice do jednoho systému. Definici systémové techniky budov uvádí Merz, Hansemann a Hübner (2009, s. 12) „Systémová technika budov popisuje propojení sítí, sestavených ze systémových komponent a účastnických stanic pomocí instalační sběrnice (Installation Bus) do jednoho systému, sladěného s elektroinstalací tak, že zajistí funkce, provozní fungování a spojení v příslušné budově. Intelligence systému je distribuována na jednotlivé komponenty. Informační toky probíhají přímo mezi jednotlivými účastníky“.

Současný vývoj v této oblasti směřuje k užšímu propojení slaboproudých a silnoproudých systémů. Jako příklad lze uvést vypnutí topení v prázdných místnostech, či při otevření venkovních oken. Hlášení vzniku mimořádných stavů jako je požár, prasknutí potrubí, zaplavení místnosti, vnik nepovolané osoby do objektu. Aktory tudíž spínají prvky silového rozvodu elektrické energie. Projektant inteligentních budov by měl mít široký přehled z oblasti TZB, silnoproudé elektroinstalace, inteligentních rozvodů a znát základy slaboproudé elektroinstalace, automatizační a výpočetní techniky. Pod pojmem inteligentní budova si lze představit budovu, kde je možné automaticky řídit téměř jakékoliv instalované zařízení nebo systém v budově. [5]



Obr. 1.2 Struktura řízení systémové techniky budov [6]

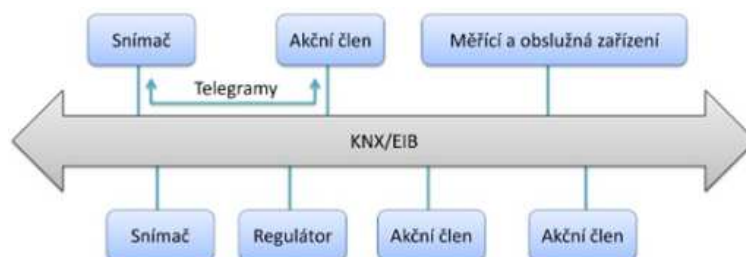
Mezi základní prvky, které lze automaticky řídit patří:

- ovládání osvětlení a vytváření světelných scén,
- ovládání soustavy vytápění, větrání a klimatizace objektu,
- optimalizace spotřeby energií,
- ovládání žaluzií, rolet, otevírání oken, dveří nebo vrat,
- dálkovou signalizaci stavů pomocí vizualizace,
- střežení objektu a samočinného hlášení o vniku nepovolaných osob,
- činnost elektrické požární signalizace,
- vizualizaci objektu,
- centrální ovládání pomocí tlačítek, dálkového přístupu,
- dálkové ovládání pomocí telefonu. [5]

Při tomto řízení se využívá následujících způsobů:

- automatické,
- ruční – místní tlačítka,
- ruční – dálkové ovladače a nástěnné panely,
- místní vizualizace – televizní obrazovka,
- vzdálená vizualizace – smartphone, www rozhraní. [5]

Smyslem je centrální ovládání provozně technické infrastruktury, kdy je inteligence systému distribuována na jednotlivé komponenty. Každý systém má své vlastnosti a strukturu. Struktura je nejlépe znázorněna pomocí blokového schématu, které nám znázorňuje hierarchii automatizovaného systému. [5]



Obr. 1.3 Struktura systému KNX



Základní komponenty každého systému jsou:

- **Přístroje (komponenty)** - které v rámci systému vzájemně komunikují. Souhrnně se nazývají účastníci a rozdělujeme je na dvě základní skupiny – senzory a aktory,
- **Senzory** - slouží ke snímání fyzikálních veličin nebo dějů, převádějí je na informace, kterou je možné po sběrnici přenést dále. Nejjednodušším dějem je stisk tlačítka na tlačítkovém senzoru. V dnešní době jsou senzory již schopny snímat různé veličiny (intenzitu osvětlení, teplotu, hlasové povely),
- **Aktory** - vyhodnocují informace přenášené po sběrnici, které vysílají senzory, a mění je v navazující děj. Podle dějů, které aktory spouští se označují jako spínací, stmívací, žaluziové, pro topení atd. [5]

Řízení většího množství malých technologií v budovách není nový požadavek. Jednotlivé zařízení byly schopné řešit danou problematiku jen v jednom segmentu např. řízení vytápění, osvětlení, ovládání žaluzií. Pokud se investor rozhodl v rámci realizace stavby pro dané zařízení, byl víceméně odkázán pouze na dodavatele tohoto zařízení. V případě požadavku rozšíření funkce daného systému je nutné použít pouze prvky od zvoleného dodavatele, prvky nebylo možné nahrazovat a systém se obtížně rozšiřoval. S rozvojem výroby mikročipů a následným zlevněním bylo možné dostatečně obsáhnout požadavky na komunikaci obdobných systémů. Tím se mohla problematika komunikace oddělit od konkrétního výrobce. Nesporná výhoda je v tom, že po nastavení podmínek komunikačního prostředí a její normalizace má investor možnost volit výrobce řídicí technologie od různých výrobců na trhu, které lze mezi sebou nahrazovat, doplňovat a kombinovat. Příkladem můžeme uvést LON/IP (EN 14908). [4]

### 1.3 Systémová technika budov z hlediska platných norem

Při projektování systémové techniky budov je nutné, tak jako při projektování jiných bytových budov, brát zřetel na celou řadu kvalifikačních a odborných znalostí. Jedná se o zodpovědnou práci, na které závisí nejen finanční prostředky, ale i dodávka elektrické energie. Nevhodně navržená elektroinstalace může způsobit požár či smrt člověka. Hlavním výstupem projektanta je projektová dokumentace. [11]

**Projekt** je souhrn činností vedoucí k vytvoření výrobku, poskytnutí služby či dosažení výsledku. Projekt je časově omezen, má svůj začátek a konec. Projekt lze definovat jako záměr s předem definovanými cíli, kterých se má dosáhnout. Stanovuje, jakým způsobem se výrobky, použitý materiál a jiné části uplatní při realizaci díla, které je předmětem projektu. [7]

**Zakázka** je ucelený soubor realizačních prací a dodávek materiálů, výrobků v rámci uzavřené investiční akce pro jednoho investora. Součástí zakázky bývá zpravidla projekt, pokud netvoří samostatnou dílčí zakázku. [7]

**Projektová dokumentace** je základní článek pro realizaci jakéhokoli stavebního díla. Projektové dokumentace mají různé formy podle toho, k jaké technologii se vztahují a dále různé stupně podle fáze rozpracování díla. Projektová dokumentace musí obsahovat všechny náležitosti pro provedení díla a následný bezpečný provoz dle platných norem ČSN a obecně uznávaných pravidel techniky. [7]

Při přípravě a tvorbě projektu na konkrétní aplikaci inteligentní elektroinstalace je nutná aktivní spolupráce projektanta, architekta a investora. Projektant musí aktivně vstupovat do jednání a nabídnout všechny možnosti inteligentní elektroinstalace. Investor má většinou hrubou představu o jednotlivých funkcích inteligentního systému, ale o spoustě dalších funkcí nemá informace a proto je nutno nabídnout všechny funkce a možnosti systému, tak aby investor využil potenciál v co nejvyšší možné míře. Projektant by měl naopak znát dostatečně všechny možnosti, které inteligentní elektroinstalace nabízí, tak aby je mohl vysvětlit a nabídnout investorovi. Projektant musí při zpracovávání projektové dokumentace moderní sběrnice elektroinstalace předem znát návaznosti na stávající silové a slaboproudé rozvody, dále také souvislosti s MaR. Při projektování je nutné do projektové dokumentace zahrnout také instalaci vnější a vnitřní ochrany před bleskem. Již od první chvíle je nutné myslet na to, že dobře vypracovaná projektová dokumentace ušetří jak mnoho času při realizaci, tak spoustu peněz investorovi stavby. [7]

### 1.3.1 Normy používané v systémové technice budov

Normy jsou uznávané soubory instrukcí, jejichž cílem je usnadnit a sjednotit postupy a funkce zařízení a technologií. V České republice má normy ve své kompetenci Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Normy jsou dostupné za úplaty buď v tištěné, nebo elektrické formě. [2], [18]

Na normy používané v systémové technice budov se musíme komplexně zaměřit z více stran. Jednak z hlediska elektroinstalace instalované v budově, tak z hlediska systémové techniky budov a v neposlední řadě z hlediska dalších právních předpisů. [2], [18]

Při projektování systémové techniky budov se dotýkáme více oblastí a je tedy nutné respektovat více normativních předpisů. Obecně lze shrnout oblasti do následujících skupin dle toho, čeho se předmětně dotýkají:

- **Bezpečnostní normy** – legislativní požadavky, zákony, vyhlášky, technické normy a stavební řízení,
- **Automatizace budov** – stavebně technické normy pro inteligentní elektroinstalace,
- **Úspory energií** – energetická politika EU, management hospodaření s energiemi.

Přehled norem ve výše uvedených skupinách je uveden v příloze č. 1 – *Stručný výpis norem používaných při projektování systémové techniky budov.*

## 2 Historie vývoje a současnost inteligentní elektroinstalace

### 2.1 Historický vývoj inteligentní elektroinstalace

Při prudkém rozvoji výpočetní techniky a s tím souvisejícím i zvyšujícím se stupněm integrace polovodičových součástek, byly zkoumány i možnosti integrace v budovách a při jejich řízeních. Úplně první myšlenka na automatizovaný dům se objevuje v 50. letech. V roce 1957 byla společností Sydney ve spolupráci s Monsanto Plastic Company představena vize domu, který si tehdejší lidé představovali za 30 let. Vize byla nazvána jako „Monsanto House of the Future“. Každý může dle dobového videa posoudit skutečnou realitu. [7]

Koncepce inteligentního domu, byla představena v 60. letech v Japonsku. V tomto domě byly všechny funkce řízeny počítači. Nedošlo ale k nasazení technologie do praxe, jelikož v té době byly ceny energií oproti dnešní době zanedbatelné a finanční prostředky nutné pro realizaci takového domu převyšovaly ekonomický důvod pro šetření provozních nákladů domu. Šlo pouze o prověření možností tehdy dostupné technologie. [4]

V rozmezí 70. a 80. let začínala klasická elektroinstalace nedostačovat všem vystávajícím požadavkům na komfort a integraci různých systémů při zachování hospodárného zacházení s energiemi. [7]

V roce 1984 americká instituce National Association of Home builders uznala spojení „smart home“ jako terminus technicus. [7]

V roce 1987 byla v Evropě založena instituce Instabus-Gemeinschaft, která spojila několik předních firem působících na evropském trhu (Siemens, Berker, Gira, Merten, Insta, Jung). Cílem instituce byl vývoj systému pro regulaci, měření a sledování technických a provozních funkcí v budovách. Základní požadavky byly projekční a instalační jednoduchost, rozšiřitelnost, nestejně délky vedení nesmí vyvolávat problémy, systém musel odpovídat platným normám a být decentralizovaný. Dále byly stanoveny technické požadavky. Vedení lze provést bez zakončovacího členu, připojení až 126 větví, 256 účastníků na jednu větev, rychlost systému 1200 až 9600 bit/s, sběrnice vedení pomocí krouceného páru. [12]

Postupem času zájem předních výrobců předčil původní očekávání a bylo nutné transformovat Instabus-Gemeinschaft na nadnárodní nezávislou organizaci. Milník nastal v roce 1990, kdy byla založena asociace EIBA (European Installation Bus Assotiation), která má sídlo v Bruselu. Hlavním cílem asociace byla kvalita a kompatibilita výrobků pro použití v systémové technice budov. Při asociaci pracuje několik komisí, které se starají o produkty, programové vybavení a v neposlední řadě o výuku ve školicích střediscích. Pro sběrnici EIB byla vytvořena norma v soustavě CENELEC (TC 105). V současné době je v portfoliu asi 4400 výrobků. [12]

V roce 1991 byl představen neuronový čip. Čip representoval integrovaný obvod, který obsahoval procesor, sběrnice připojení firmware pro sběrniceovou komunikaci. Technologie byla označena jako LON (Local Operating System). Mělo jít o univerzální decentralizované sběrniceové řešení. [12]

V České republice byla roku 1993 založena společnost ELKO EP, která vyvinula ve spolupráci s firmou TECO svoji vlastní vizi inteligentní elektroinstalace pod názvem iNELS. Jádrem systému je založeno na technologiích firmy TECO, opírá se o centrální jednotku na bázi PLC a novou sběrnici CIB (Common Installation Bus). [14]

V prosinci roku 2003 byl definován standart KNX, který zastřešoval všechny tři standardy. Z asociace EIBA vznikla asociace KNX. Označení EIBA byla ponechána pro servisní složku KNX. Standart byl harmonizován v evropské normě EN 50090, jako jediná veřejná norma elektronických systémů pro byty a budovy v celosvětovém měřítku. [12]

## 2.2 Současný stav inteligentní elektroinstalace

V současné době je v nabídce téměř shodný počet výrobků ve sběrníkových standardech KNX, LON, popř. EIB. S tím jak klesá cena, tak systémy čím dál více pronikají do bytové výstavby a dostávají se blíže ke koncovým spotřebitelům. [11]

Většina firem je v dnešní době schopno pomocí inteligentní elektroinstalace ovládat a stmívat osvětlení, spínat zásuvkové rozvody, regulovat vytápění, chlazení a ventilaci. Řídit žaluzie, markýzy a rolety v závislosti na slunečním svitu a rychlosti větru. Optimalizovat spotřebu energií a celý systém vizualizovat. Firmy zabývající se inteligentní elektroinstalací nabízí vyjmenované funkce, liší se pouze nadstandardními funkcemi a cenou. U všech firem ale zůstává základní myšlenka zachována a to zvýšení komfortu, bezpečnosti a úspora energie. [13]

Zatímco v západní Evropě jsou inteligentní domy už poměrně standardem, v České republice jsou v celkové výstavbě zastoupeny pouze cca. 6 %.

V budoucnu budou nepochybně inteligentní systémy díky nižší ceně realizovány ve stále větší míře. Budoucnost osobně vidím ve třech základních rovinách. Zaprvé úspory energií a provázání inteligentní elektroinstalace a TZB budov. Nepochybně je nutné sledovat a mít přehled o stavech všech instalovaných zařízení TZB a ty v závislosti na požadavcích systému regulovat. Také bude nutné do systému inteligentní elektroinstalace zakomponovat výrobu a uchování elektrické energie pomocí fotovoltaických elektráren a baterií, a tím snížit závislost na distribuční síti. Zadruhé lepší integrace funkcí pro zvýšení uživatelského komfortu obyvatel domu. Predikování chování obyvatel na jejich vypořizovaných zvycích. Automatická funkce vytápění, žaluzií, závlahy, zabezpečení. Zatřetí zapojení zábavního aspektu, vizualizace systému a IoT, včetně všech navazujících spotřebičů a zařízení (např. pračka, sušička, elektrická trouba, apod.).

## 3 Obecný popis vybraných systémů inteligentní elektroinstalace

V rámci bakalářské práce jsem provedl hrubý průzkum trhu s inteligentní elektroinstalací, která je v současné době dostupná na trhu v České republice. Všechny dostupné systémy na našem trhu jsou uživatelsky velmi podobné a liší se pouze jednotlivými prvky a cenou. Níže uvedu jejich stručný přehled a základní obecný popis. V přehledu bude uvedeno, zda se jedná o centralizovaný, nebo decentralizovaný systém. Bude uvedena topologie systému a kolik prvků lze připojit na sběrnici. Dále stručný přehled senzorů a aktorů, možnosti programování systému.

## 3.1 Teco a. s.

Společnost je předním českým výrobcem průmyslových řídicích systémů a systémů pro inteligentní řízení budov. Vznik společnosti se datuje do roku 1919, je zastoupena ve více jak padesáti zemích světa. Vyvíjené systémy se úspěšně uplatňují v prostředí průmyslu a vynikají vysokou spolehlivostí. [17]

### 3.1.1 Tecomat Foxtrot

Řídicí systém pro domácí automatizace, uvedený na trh v roce 2007. Na trh bylo uvedeno již dvacet tisíc instalací, to řadí systém k dominantním zástupcům na trhu. Systém je postaven na výkonném PLC, který je označován jako CP-1000, vlastní dvou vodičové sběrnici CIB (Common Installation Bus) a integrovaném WEB serveru. Systém je také nabízen některými společnostmi u nás i v zahraničí pod vlastním názvem. Největší a nespornou výhodou systému je to, že se jedná o otevřený systém. Přes ethernet port jsou data dostupná řadou standardizovaných protokolů. Systém v sobě kombinuje sběrnice i bezdrátové řešení. [17]

#### Specifikace systému:

Centralizovaný systém se základní jednotkou CP-1000. Systém obsahuje tři základní sběrnice CIB, TCL2 a RFox. Na jednu sběrnici CIB lze připojit max. 32 modulů, každý externí master modul umožňuje připojit dvě větve CIB (2× 32 modulů) a dále lze rozšířit o 4× externí master moduly. Napájení sběrnice 27,2 V DC nebo 24 V DC. Maximální vzdálenost nejvzdálenější jednotky je 500 m, při rozšíření sběrnice až 3000 m. Sběrnice umožňuje libovolnou topologie, kromě kruhu.

Sběrnice RFox je bezdrátová radiová sběrnice provozovaná v pásmu 868 MHz. Je tvořena jedním řídicím masterem a max. 64 slave moduly. Sběrnice má topologii typu hvězda.

Sběrnice TCL2 je provedena lineárně a na konci sběrnice je nutné osadit zakončovací odpor. Maximální lze na sběrnici připojit 10 modulů.

#### Základní jednotka:

##### Centrální jednotka CP-1000

Centrální jednotka se 4 univerzálními vstupy, 2 výstupy 230 V AC a se 2 reléovými výstupy. Obsahuje binární vstupy pro připojení signálu HDO, rozšiřitelná paměť pomocí SD karty, vestavné hodiny a kalendář, podpora standardních protokolů Modbus a BACnet, vestavný webserver, napájecí napětí 24 V DC.

#### Rozšiřující moduly:

Systém také nabízí celou řadu rozšiřujících modulů pro komunikační rozhraní RS-232, RS-485, Profibus, M-bus, CAN a Wiegand. Dále rozšiřující a komunikační moduly na sběrnici TCL2. Rozšiřující moduly slouží pro zvýšení počtu digitálních a analogových vstupů, nebo výstupů.

### **Moduly na sběrnici:**

Moduly lze rozdělit do skupin, dle toho k jakému účelu slouží. Spínání a ovládání osvětlení, zásuvkových rozvodů, řízení vytápění, chlazení a větrání. Ovládání žaluzií, zastínění, oken a dveří, řízení EZS, EPS. V neposlední řadě měření teploty, energií a neelektrických veličin, monitorování dalších technologií.

### **Další:**

Dále je do systému možné implementovat pomocí sběrnice RFox další bezdrátové moduly. Tlačítka, čidla teploty a termostaty, popř. moduly do rozvaděče. Systém lze připojit do mobilní sítě, obohatit o multimediální systém Control4.

Programování systému je dle standardu IEC 61131 volné. Nicméně firma nabízí vlastní programovací prostředí Mosaic. V oblasti jednoduchých aplikací lze systém parametrizovat pomocí programu FoxTool.

Struktura systému Tecomat Foxtrot je uvedena v příloze č. 2 bakalářské práce.

## **3.2 Loxone s. r. o.**

Firma Loxone byla založena roku 2008 v Rakousku s cílem poskytnout praktické řešení pro domácí automatizaci s vysokou přidanou hodnotou nabízených technologií. Postupem času se firma rozrostla do celého světa a tvoří ji více jak 250 zaměstnanců. Úspěchem společnosti může být realizace desítek tisíc instalací systému po celém světě. Firma se zaměřuje na vývoj nových prvků a spolupráci s dodavateli technologií pro rodinné domy. [16]

### **3.2.1 Loxone Smart Home**

Jedná se o řídicí systém pro domácí automatizace, uvedený na trh v roce 2009. Na trh bylo uvedeno již přes čtyřicet tisíc instalací a to řadí systém k dominantním zástupcům na evropském trhu zejména v západní Evropě. Uplatnění systému je při aplikacích malého a středního rozsahu v bytové a komerční výstavbě. Hlavním prvkem systému je centrální jednotka Miniserver, vlastní sběrnice Loxone Link, Loxone Tree a řada podpůrných jednotek. [16]

### **Specifikace systému:**

Jedná se o centralizovaný systém, který je postaven na centrální jednotce Miniserver, sběrnici Loxone Link, Loxone Tree a integrovaném WEB serveru. Sběrnice je napájena napětím 24 V DC. V jednom systému je možno použít jeden Miniserver a třicet modulů Extension. Maximální délka sběrnice je 500 m. U posledního zařízení musí být zakončena odporem. Pro propojení sběrnice je předepsáno použít FTP CAT 7. Systém obsahuje moduly vstupů a výstupů, reléové moduly, stmívací moduly a poté komunikační moduly a sběrniceové převodníky. Výhodou systému je poměr ceny a výkonu.

### **Základní jednotka:**

#### **Centrální jednotka Miniserver**

Centrální jednotka s 8 digitálními vstupy, 4 analogovými vstupy, 8 výstupy 230 V AC, 4 analogové výstupy. Napájecí napětí 24 V DC, vestavěný web server, rozšiřitelná paměť pomocí SD karty, EIB/KNX rozhraní, podpora standardních protokolů.

### **Rozšiřující moduly:**

Systém pomocí dodávaných Extensionu nabízí celou řadu komunikační rozhraní. Například DALI, DMX, EnOcean, Modbus, RS232, RS485. Dále firma nabízí Extension pro stmívání a spínání.

### **Moduly na sběrnici:**

Moduly lze rozdělit do skupin podle použití. Spínání a ovládání osvětlení, zásuvkových rozvodů, řízení vytápění, přístupový systém, alarm, energie, multimédia, stínění a měření energií.

### **Další:**

Dále je do systému možné implementovat pomocí AirBase technologie bezdrátové prvky, které fungují na frekvenci 868 MHz. Technologie umožňuje připojit až 128 zařízení pro jednu gateway. Obsahuje tlačítka, senzory a aktory pro ovládání technologií v domě. V systému je možné zakomponovat také Music server pro 4 až 20 zón, integrující jak audio produkci, tak zvonek, budík a sirénu zabezpečovacího systému.

Struktura systému Loxone Smart Home není bohužel na stránkách výrobce, ani v jeho katalogu dostupná.

## **3.3 ELKO EP, s. r. o.**

Společnost ELKO EP je tuzemská firma zabývající se výrobou elektronických přístrojů. Na trhu působí již 23 let. Za tu dobu vyvinula a vyrábí přes 200 typů relé. Firma má vlastní vývojové centrum a pobočky v 8 evropských a 2 asijských zemích. Své produkty vyváží do 66 zemí světa. [15]

### **3.3.1 iNELS**

Systém iNELS je systém domácí automatizace, který byl vyvinut firmou ELKO EP. Systém je neustále vylepšován a vyvíjeny jsou nové služby a moduly. V současné době se nabízí druhá generace systému s tím, že je počítáno s příchodem generace třetí. Systém je primárně určen pro použití v rodinných domech, bytech, prodejnách a větších budovách. Srdcem systému je centrální jednotka CU2-01M, která je připojena ke sběrnici CIB (Common Installation Bus). Systém je v současné době využíván v tuzemských inteligentních řešeních a v poslední době se prosazuje na Dálném východě a v Číně. Výhodou systému je nesporně cena, přívětivost ovládacího a programovacího prostředí. [15]

### **Specifikace systému:**

Centralizovaný systém se základní jednotkou CU02-01M. Systém obsahuje tři základní sběrnice CIB, TCL2 a RF control. Na jednu sběrnici CIB lze připojit max. 32 modulů, každý externí master modul umožňuje připojit dvě větve CIB (2 × 32 modulů) maximální udávaný počet v systému je 192 modulů. Napájení sběrnice 27,2 V DC nebo 24 V DC. Maximální vzdálenost nejvzdálenější jednotky je 550 m, při rozšíření sběrnice o moduly na TLC2 je maximální délka sběrnice je 3300 m. Sběrnice umožňuje libovolnou topologie, kromě kruhu.

Sběrnice a samostatný systém RF control je bezdrátová radiová sběrnice. Pracuje jako konkurenční výrobky na frekvenci 868 MHz. Je tvořena jedním řídicím masterem a max. 40 slave moduly. Sběrnice má topologii typu hvězda.

Sběrnice TCL2 je provedena lineárně a na konci sběrnice je nutné osadit zakončovací odpor. V mnohém tento systém připomíná již zmíněný systém Foxtrot, což není náhoda. Tento systém z něj vychází a jde o společný projekt obou společností a ve svých počátcích využíval i centrální jednotku Foxtrot. Bohužel od roku 2011 řeší obě firmy vlastnická práva a od nové třetí generace budou oba systémy nekompatibilní.

### **Základní jednotka:**

#### **Centrální jednotka CU2-01M**

Centrální jednotka se 4 univerzálními vstupy, 1 reléovým výstupem. Obsahuje binární vstupy pro připojení signálu HDO, komunikační rozhraní ethernet port, RS-232, napájecí napětí 24 V DC, konfigurace jednotky pomocí software iNELS Designer and Manager (IDM).

### **Rozšiřující moduly:**

Do systému lze pomocí modulů přidat komunikaci GSM, IR a hlasové ovládání.

### **Moduly na sběrnici:**

Moduly lze rozdělit do skupin, dle toho k jakému účelu slouží. Spínání a ovládání osvětlení, zásuvkových rozvodů, ovládání žaluzií, stmívání osvětlení, vstupní jednotky a převodníky vstupních signálů, termostaty a ovladače.

### **Další:**

Dále je do systému možné implementovat pomocí sběrnice RF control další bezdrátové moduly jako jsou spínače, stmívače, termostaty a tlačítka. Nespornou výhodou systému, kterou ve své podstatě nenabízí na trhu žádný systém je multimediální část iNELS multimedia. Kdy se přes iMM Client připojí do systému rozhraní pro ovládání a sledování systému přes televizní obrazovku. Klient obsahuje i sdílené úložiště dat, které je dostupné z jakéhokoliv místa v systému.

Struktura systému iNELS je uvedena v příloze č. 2 bakalářské práce.



### **3.4 ABB s. r. o.**

Firma ABB je celosvětový poskytovatel systémů pro inteligentní elektroinstalace. Od roku 1970 je zastoupena i v České republice, název ABB se v České republice etabloval až v roce 1992. Firma primárně podporuje systémové komponenty KNX, které jsou celosvětovým standardem v automatizaci budov. Pomocí této technologie lze ovládat všechny technologie obsažené v budově, ať už se jedná o osvětlení, stínění, žaluzie, ovládání klimatizace, vytápění, zabezpečení atd. [1]

#### **3.4.1 ABB Ego-n**

Firma ABB vyvinula svůj vlastní systém inteligentní elektroinstalace, který je zaměřen na rodinné domy a bytovou výstavbu. Hlavní komponentou systému je řídicí modul 3270-C16100, který je připojen na sběrnici. Sběrnice propojuje veškeré prvky systému a ty jsou ovládány pomocí paketů. Nevýhodou systému je, že se jedná o uzavřený systém, který nepodporuje jiné systémy či standardy. [1]

##### **Specifikace systému:**

Centralizovaný systém se základní jednotkou 3270-C16100. Systém obsahuje, vlastní čtyř vodičovou komunikační sběrnici. Sběrnice propojuje všechny komponenty systému, ke každému členu musí vést samostatné vedení, systém pracuje s lineární topologií. Na jeden řídicí modul lze připojit maximálně 64 modulů a v rámci systému lze spojit až 8 řídicích modulů. Maximální počet modulů v systému je tedy 512. Maximální vzdálenost sběrnice je 700 m v základní konfiguraci, v rozšířené variantě až 2000 m. Programování systému je možné pomocí tlačítek na akčních členech, nebo v případě rozsáhlejší instalace pomocí softwaru Ego-n Asistent. Systém je tvořen dvěma úrovněmi Basic (základní řešení s jednou řídicí jednotkou) a Plus (rozšíření řešení s více řídicími moduly), přechod mezi úrovněmi je pouze přidáním řídicích jednotek a způsobem parametrizace.

##### **Základní jednotka:**

Centrální jednotka **3270-C16100**

Centrální jednotka sloužící k ovládání systému, umožňuje připojení až 64 prvků typu snímač nebo akční člen. Jednotka je napájena z primární sběrnice.

##### **Rozšiřující moduly:**

Do systému lze pomocí modulů přidat komunikaci GSM, ethernet, RS-485, RS-232 a RF868

##### **Moduly na sběrnici:**

Moduly lze rozdělit do skupin, dle toho k jakému účelu slouží. Modul spínací pro osvětlení, zásuvky, modul stmívací, modul žaluziový, modul pro termohlavice, výstupní modul a dále tlačítka, termostaty, přijímač RF, snímač teploty, osvětlení.

## **Další:**

Dále je do systému možné implementovat pomocí systému RF další bezdrátové moduly. Buď tlačítka, nebo dálkový ovladač. Každý modul má své registrační číslo uložené na vyjímatelné paměťové kartě. Naprogramování je uloženo na kartu a při poruše lze jednoduše kartu vyjmout a vložit do náhradního prvku, bez potřeby opětovného programování.

Struktura systému ABB Ego-n je uvedena v příloze č. 2 bakalářské práce.

## **3.5 Eaton elektrotechnika s. r. o.**

Firma Eaton Elektrotechnika je součástí koncernu Eaton Corporation, ten je světovým výrobcem elektrických přístrojů, systémů pro rozvod energie, automatizaci a dalších služeb. Firma má ve svém portfoliu tři systémy inteligentní elektroinstalace, systém Nikobus, Xcomfort a RFcontrol. V současné době podporuje firma pouze systém Xcomfort. Zbylé dva systémy jsou výběhové. [8], [14]

### **3.5.1 Nikobus**

Jedná se o hybridní systém, který je určen pro instalace malých rozsahů v rodinných domech. Systém může obsahovat maximálně 256 modulů na sběrnici Nikobus. Nastavení systému probíhá buď parametrizací přímo na akčních členech systému pomocí šroubováku, nebo při rozsáhlejších aplikacích přes komunikační modul a PC. Do systému lze snadno začlenit prvky RFcontrol. Sběrnice je tvořena dvou vodičovým kabelem, maximální délka mezi jednotkou a tlačítkem je 350 m. Maximální délka mezi dvěma sběrniceovými tlačítky je maximálně 700 m. Maximální délka všech větví je 1000 m. Napájení sběrnice je napětím 9 V DC. [8], [14]

Systém lze rozdělit do dvou skupin:

- Senzory – tlačítka, binární vstupy, radiofrekvenční vysílače, termostaty, detektory pohybu, převodníky
- Systémové přístroje – spínací, roletová a stmívací jednotka

### **3.5.2 Xcomfort**

Systém využívá bezdrátový přenos umožňující ovládání technologií v rodinném domě. Pomocí systému lze ovládat osvětlení, vytápění, klimatizaci, žaluzií, rolet atd. Principiálně se jedná o podobný systém jako Nikobus pouze se ke komunikaci používá radiový signál. Systém funguje na frekvenci 868 MHz. Využívá ke komunikaci routing (směrování). Při nenalezení požadovaného aktoru, je vyslán signál do všech aktorů a vypínačů, ty pak signál přepošlou dále. Základem systému jsou jednotky Room manager a tlačítka, které vysílají signál do aktorů. Ty jsou napojeny přímo na ovládaný spotřebič. Nastavení systému probíhá šroubovákem a tlačítky. Větší instalace lze parametrizovat pomocí softwaru výrobce a rozhraní RF/RS232. Maximální počet instalovaných prvků se doporučuje 250. [8], [14]

Struktura systému Nikobus je uvedena v příloze č. 2 bakalářské práce.

## 3.6 Další systémy na trhu

Další systémy dostupné na našem trhu jsou následující:

### **ELEKTROBOCK CZ - systém PocketHome**

Nejedná se o klasický inteligentní systém. Systém byl primárně vyvinut pro ovládání topení a postupem času byl rozšířen o prvky ovládání osvětlení, čerpadel, žaluzií, garážových vrat atd. Základem systému je bezdrátová centrální jednotka PH-CJ37 fungující na frekvenci 433 MHz.

### **SIEMENS – systém Synco living**

Systém je především zaměřen na instalace v rodinných domech a bytech. Hlavním smyslem systému je regulace teploty v jednotlivých místnostech. Pomocí ovládání servopohonů a regulátorů topných okruhů atd. Systém byl rozšířen o možnost ovládat osvětlení, rolety, žaluzie, klimatizaci atd. Jedná se o bezdrátový systém fungující na frekvenci 868 MHz přes protokol KNX RF. Základem je centrální jednotka QAX913.

### **InsightHome– systém inHome**

Firma InsightHome představuje vlastní systém inHome. Systém je zaměřen na integraci všech dostupných funkcí v domě. Jedná se o centralizovaný systém, který je řízen centrální jednotkou. Je tvořen na míru a zahrnuje implementaci systémů postavených na standardech AMX, Creston a KNX. Základem systému je jednotka CP-1000 od firmy Teco a. s. a pomocí komunikačních standardů implementuje prvky od všech firem působících v tomto odvětví.

### **Haidy– systém Haidy**

Systém firmy Haidy přichází na trh s koncepčním řešením na míru. Je rozdělen do tří verzí Home, Vario a Plus. Základem celého systému je software HAIDY Home. Po technické stránce je řešení postaveno na komponentech značky Teco a. s. Nejedná se o systém jako takový pouze o softwarové rozhraní.

### **GILD– systém GILD**

Systém je vyvinut pro instalace v rodinných domech, bytech a komerčních budovách. Umožňuje ovládání osvětlení, zásuvkových okruhů, žaluzií, měření energií, regulaci vytápění a zabezpečení objektu. Je nabízen ve třech variantách Single, Multi, Unlimited. Jedná se o centralizovaný systém postavený na centrální jednotce GR-U01 vlastní výroby. Umožňuje komunikaci pomocí rozhraní CAN, Modbus a EIB.

### **Control4 – systém control4**

Systém Control4 je primárně zaměřen na zábavní stránku inteligentní elektroinstalace, nicméně v poslední době byl rozšířen a pomocí systému lze ovládat osvětlení, vytápění, zabezpečení objektu, audio a hlasově ovládat. Systém funguje pomocí centrální jednotky EA-1 a na rozdíl od ostatních využívá jako komunikační prostředí ethernet.

Dalších inteligentních systémů existuje celá řada. Celosvětový otevřený standard KNX využívá ve v automatizačních domovních systémech přes sto firem působících po celém světě.

## 4 Vytvoření projektové dokumentace rodinného domu

Hlavním tématem této bakalářské práce je porovnání dvou konkurenčních systémů inteligentní elektroinstalace a to především z hlediska ceny a funkčnosti. To vše bude prováděno při projektování skutečného rodinného domu a předem definovaných vstupních podmínkách a požadavcích ze strany investora.

V rámci bakalářské práce byla pro oba systémy inteligentní elektroinstalace zpracována samostatná projektová dokumentace. Jelikož se v obou případech jedná o inteligentní instalaci, jsou některé dílčí části projektové dokumentace totožné. Projektová dokumentace obou inteligentních systémů je přílohou č. 3 a 4 bakalářské práce.

Pro objektivní porovnání systémů byl zvolen typový dům v Kroměříži, který je v současné době ve výstavbě a nachází se ve stavu hrubé stavby. Dle informací od realizační firmy si majitel rodinného domu nakonec vybral systém Tecomat Foxtrot od firmy Teco a. s. Jeho rozhodnutí však nebylo ve fázi zpracování bakalářské práce známo. Na základě poskytnutých informací, stavebních podkladů a podkladů od navazujících profesí bylo možné zpracovat kompletní projektovou dokumentaci rodinného domu.

S majitelem budoucího rodinného domu byl při osobním jednání dohodnut rozsah projektové dokumentace. Dále byly probrány specifikace a požadavky, které majitel od svého rodinného domu a inteligentní elektroinstalace očekává a požaduje.

Projektová dokumentace obsahuje následující části:

- technickou zprávu,
- přípojku elektrické energie,
- napájení a řízení osvětlení,
- silnoproudé rozvody,
- rozvody inteligentní elektroinstalace,
- rozvody pro technologie rodinného domu,
- návrh rozvaděče rodinného domu,
- návrh ochrany před bleskem,
- rozvody strukturované kabeláže – SK,
- rozvody společné televizní antény – STA,
- rozvody elektronického zabezpečovacího systému - EZS a elektronické zabezpečovací signalizace - EPS,
- rozvody domácího videotelefonu – DVT,
- rozvody centrálního vysavače – CV,
- oceněný výkaz výměr.

### 4.1 Dispoziční řešení rodinného domu

Jedná se o rodinný dům, který je umístěn v katastrálním území Kroměříž; [674834] na parcele č. 4812/6. Jedná se o místní část Dolní zahrady. Rodinný dům je řešen jako podsklepený, vyvýšený, jednopodlažní se sedlovou střechou. Ve vyvýšeném podsklepení rodinného domu bude umístěna herna,

kuchyň a společenská místnost. Dále domácí dílna a místnosti pro skladování nepotřebných věcí. Tato část rodinného domu bude sloužit jako užitková a relaxační.

V prvním nadzemním patře rodinného domu bude umístěna obytná část. Kuchyň, obývací pokoj, pokoje, ložnice, garáž, sociální zařízení a technická místnosti.

Prostor půdy zůstane v současné době nevyužit. Do budoucna bude provedeno jeho dodělání pomocí sádkartonových příček. Tím vznikne další obytná část rodinného domu. Zahrada rodinného domu je umístěna v okolí rodinného domu směrem na jih.



*Obr. 1.4 Čelní pohled na rodinný dům*

## **4.2 Požadavky investora rodinného domu**

V rámci úvodní osobní schůzky byly investorovi vysvětleny výhody použití inteligentní elektroinstalace při novostavbě rodinného domu. Většinou má totiž investor pouze hrubou představu o všech funkcích systému a tudíž není schopen objektivně posoudit jeho možnosti. Dále také nutnost vybrat si konkrétního výrobce inteligentní elektroinstalace. Již při návrhu projektové dokumentace rodinného domu je nutné specifikovat výrobce a projektovou dokumentaci zpracovat přímo pro daný systém. Investorovi byly tedy podrobně vysvětleny možnosti zvýšení komfortu, úspor energií, bezpečnosti, ovladatelnosti systému při použití inteligentní elektroinstalace a oba nabízené systémy podrobně popsány. Níže jsou uvedeny požadavky na inteligentní elektroinstalaci, které si majitel při osobní schůzce stanovil.

### **4.2.1 Osvětlení**

Veškeré osvětlení rodinného domu bude možné ovládat pomocí inteligentního systému. Ve společenských a obytných místnostech bude hlavní osvětlení možno stmívat. Ve snížených podhledech společenských místností bude umístěn RGB LED pásek, který bude umožňovat změnu jeho barevného spektra.

Specifikace osvětlení:

- spínané světelné okruhy – 40krát,

- stmívané světelné okruhy – 8krát,
- RGB LED pásek – 3krát.

#### **4.2.2 Ovládání osvětlení**

Spínání jednotlivých okruhů osvětlení bude prováděno místně u dveří do místností. Investor nepožaduje sběrníkové tlačítka do všech místností. V místnostech, kde se nepředpokládá zvýšený pohyb či slouží, jako vedlejší není nutné osazovat sběrníková tlačítka. V těchto místnostech budou osazeny klasické tlačítkové spínače napojené na binární vstupy modulů inteligentního systému. Tím se výrazně sníží koncová cena instalace.

Systémová tlačítka budou umístěna vždy u vstupu do místnosti, použity budou primárně čtyř tlačítkové ovládací tlačítka, která jsou schopny rozeznat krátký stisk, dlouhý stisk a dvojklik. Obecně bude pravá strana sloužit pro ovládání osvětlení a levá strana pro ovládání žaluzií v dané místnosti. Tím dochází k velké úspoře nutného počtu ovládacích prvků.

Na fasádě rodinného domu bude instalováno čidlo intenzity venkovního osvětlení. Vnitřní noční LED osvětlení bude ovládáno automaticky dle údajů o intenzitě z tohoto čidla. Osvětlení zahrady se bude řídit autonomně pomocí intenzity venkovního osvětlení nebo nadřazeně tlačítky u východů do prostoru zahrady. V případě opuštění objektu majitelem a zakódování pomocí EZS bude systém automaticky simulovat přítomnost. Centrální vypnutí všech svítidel v rodinném domě bude provedeno pomocí „tzv. odchodového tlačítka“, které bude umístěno na zdi vedle vchodových dveří.

Specifikace počtu ovládacích tlačítek:

- okruhy spínané pomocí systémových tlačítek – 19krát,
- okruhy spínané pomocí klasických tlačítek – 28krát,
- autonomně ovládané okruhy osvětlení – 4krát.

#### **4.2.3 Zásuvkové rozvody**

Spínané zásuvky budou umístěny ve společenských místnostech a budou primárně sloužit k napájení dekorativních lampiček. V dílně a na kuchyňské lince budou sloužit pro napájení obecných spotřebičů. Ovládání zásuvek bude možné provádět pouze dálkově pomocí PC, smartphonu a tabletu. Ovládané zásuvkové rozvody budou vypnuty v případě opuštění objektu majitelem a zakódování pomocí EZS. Také při stisku „tzv. odchodového tlačítka“.

Specifikace počtu spínaných zásuvek:

- spínané zásuvkové okruhy – 9krát.

#### **4.2.4 Ostatní silnoproudé rozvody**

Instalace bude napájet zásuvky, spotřebiče kuchyně a zásuvky obecné spotřeby, které budou instalovány dle charakteru jednotlivých místností. Samostatné zásuvkové obvody budou pro spotřebiče na kuchyňské lince, lednici, myčku, elektrickou a mikrovlnou troubu. Dále pro pračku, sušičku, centrální vysavač a zařízení v rozvaděči RACK. V kuchyňské lince bude instalována indukční varná deska. Centrální vysavač bude umístěn na zdi garáže.

#### 4.2.5 Vytápění rodinného domu a jeho ovládání

Vytápění rodinného domu včetně ohřevu teplé vody bude řešeno pomocí plynového kondenzačního kotle. Systém vytápění objektu bude proveden pomocí teplovodního podlahového systému. V prostoru garáže a podružných místnostech vytápění není uvažováno. Jednotlivé vytápěné okruhy budou řízeny pomocí tří rozdělovačů. Měření teploty je požadováno v každé vytápěné místnosti včetně podlahových čidel teploty. Dále byla ze strany investora požadována možnost komunikace mezi kotlem a inteligentním systémem, také blokování signálem HDO. Vytápění bude v koupelnách doplněno o topné elektrické žebříky, které budou napájeny ze spínaných reléových výstupů a ovládány na základě teploty v místnosti a vzdáleně pomocí PC, smartphonu a tabletu.

Specifikace ovládání vytápění:

- ovládané topné větve – 10krát,
- komunikace kotel – systém – 1krát,
- komunikace HDO – 1krát.

Specifikace počtu spínaných zásuvek:

- spínané reléové výstupy – 2krát.

#### 4.2.6 Vzduchotechnika

Majitel rodinného domu nepočítá s instalací rekuperační jednotky. Větrání sociálních zařízení bude prováděno pomocí axiálních ventilátorů, které budou instalovány v podhledovém prostoru. Odvětrání kuchyňského prostoru bude řešeno pomocí digestoře, řízení chodu digestoře nebylo ze strany majitele požadováno. Bude řešeno spínačem přímo na digestoři. Instalované ventilátory bude možné ovládat pomocí inteligentní elektroinstalace. Chod bude řízen na základě časového programu a nadřazeně stiskem tlačítka v příslušné místnosti.

Specifikace počtu ovládaných ventilátorů:

- ovládané ventilátory – 6krát.

#### 4.2.7 Žaluzie a jejich ovládání

Venkovní žaluzie budou osazeny na všech oknech v 1.NP rodinného domu mimo vstupní chodbu. Ovládání žaluzií bude provedeno ze společných sběrníkových tlačítek, zpravidla na levé straně.

Primárně bude ovládání žaluzií řízeno autonomně na základě časového programu. Provedeno bude ranní vytažení všech žaluzií a noční stažení do koncové polohy. Dále dle intenzity venkovního osvětlení a vnitřní teploty dané místnosti, tak aby bylo co nejvíce využito tepelných zisků během dne v zimních měsících. Naopak v letních měsících bude dle snímané teploty v místnosti řízeno nastavení lamel, tak aby docházelo k odrazu slunečního záření do venkovních prostor a tím nedocházelo k přetápění místností. Podle údajů z meteostanice bude možné žaluzie nadřazeně ovládat. V případě vysoké hodnoty větru budou všechny žaluzie staženy do koncové polohy. Nastavování a podrobné ovládání žaluzií bude možné provádět pomocí PC, smartphonu a tabletu. „Odchodové tlačítko“ při stisku zasune všechny žaluzie do koncové polohy.

Specifikace počtu ovládaných žaluzií:

- ovládané žaluzie – 8krát.

#### **4.2.8 Zavlažování a hlavní uzávěr vody**

Na zahradě rodinného domu je počítáno s napojením rozvaděče závlahy, který bude dodávkou systému závlahy. Ve fázi projektu je počítáno s vývodem jako rezervou a to celkem pro šest budoucích okruhů zavlažování. Ovládání bude řešeno pomocí inteligentní elektroinstalace na základě hodnot z čidel vlhkosti půdy. Ty požaduje majitel osadit na východní a západní část zahrady.

Hlavní přívod vody požaduje majitel osadit elektrickým ventilem, který bude možno ovládat z inteligentního systému.

Specifikace počtu ovládaných okruhů:

- spínané reléové výstupy pro zavlažování – 5krát,
- spínané reléové výstupy pro přívod vody – 2krát,
- čidlo vlhkosti půdy – 2krát.

#### **4.2.9 Měření energií a neelektrických veličin**

Pro měření všech odebraných energií a jejich vizualizaci požaduje majitel instalovat měřicí zařízení k elektroměru, vodoměru a plynoměru.

U hlavního uzávěru vody bude instalováno čidlo zaplavení pro signalizaci havarijního stavu. Dále bude na fasádě rodinného domu instalováno čidlo venkovní teploty a intenzity slunečního záření. Na střeše rodinného domu požaduje investor instalovat anemometr, ukazatel směru větru a srážkoměr. Hodnoty z těchto čidel budou využívány pro potřeby inteligentního systému a jejich případnou vizualizaci. V rámci systému požaduje majitel i reakci na předpověď počasí.

Specifikace počtu měřících zařízení:

- měření elektrické energie – 1krát,
- měření spotřeby vody – 1krát,
- měření spotřeby plynu – 1krát,
- čidlo zaplavení – 1krát,
- venkovní čidlo teploty – 1krát,
- venkovní čidlo intenzity slunečního záření – 1krát,
- anemometr – 1krát,
- ukazatel směru větru – 1krát,
- srážkoměr – 1krát.

#### **4.2.10 Další ovládaná zařízení**

Bude provedeno ovládání motoru elektrické brány a garážových vrat. Majitel rodinného domu požaduje možnost ovládání těchto zařízení dálkově pomocí klíčenky. Tím pádem je nutné do systému zakomponovat i prvky bezdrátové elektroinstalace. Instalováním prvků bezdrátové elektroinstalace přibývá možnost dalšího rozšíření systému.



Specifikace počtu ovládaných okruhů:

- spínané reléové výstupy pro bránu, vrata – 4krát,
- rozšíření systému o bezdrátovou instalaci – 1krát,
- použití bezdrátové klíčenky – 1krát.

#### **4.2.11 Datové rozvody a společná televizní anténa**

V rodinném domě bude proveden rozvod strukturované kabeláže a televizní rozvod. Kabeláž bude přivedena do místa dle požadavků investora. Příjem signálu bude pomocí přijímače od místního poskytovatele bezdrátového internetu. Příjem televizního signálu bude proveden, jak pro pozemní digitální vysílání, tak i satelitní příjem.

Specifikace počtu zásuvek:

- televizní zásuvky – 6krát,
- počítačové zásuvky – 11krát.

#### **4.2.12 Domácí videotelefon**

Majitel rodinného domu si přeje instalaci domácího videotelefonu. Nepožaduje začlenit videotelefon do inteligentní elektroinstalace. Barevný handsfree videotelefon bude instalován v obývacím pokoji a v herně. U vstupní branky na hranici pozemku bude instalována jednotlačítková dveřní stanice s integrovanou RFID čtečkou, která bude sloužit ke komunikaci mezi obyvateli rodinného domu a návštěvou. V kování branky bude osazen elektromagnetický zámek.

Specifikace počtu prvků videotelefonu:

- dveřní tablo – 1krát,
- videotelefon – 2krát,
- dveřní zámek – 1krát.

#### **4.2.13 EZS a EPS**

Implementace EZS a EPS do inteligentní elektroinstalace. Instalovat PIR senzory do místností s možností vniknutí do objektu. Magnetické kontakty ve všech oknech a dveřích v obvodovém plášti rodinného domu. Hlasité vyhlášení poplachu pomocí venkovní sirény. Upozornění pomocí GSM komunikátoru a instalování opticko-kouřových detektorů.

Specifikace počtu prvků videotelefonu:

- PIR detektory – 12krát,
- okenní kontakty – 12krát
- opticko-kouřový detektor – 4krát
- venkovní siréna – 1krát,
- přístupová klávesnice – 1krát.

#### 4.2.14 Další požadavky ze strany investora

V rámci projektové dokumentace počítat s rezervou pro dodatečnou realizaci pokojů v podkroví rodinného domu. Provést rezervní vývod pro pergolu, která bude umístěna v jihovýchodním rohu zahrady. Kamerový systém, audio rozvod a přípravu rozvodů pro projekční plátno majitel v rámci projektové dokumentace nepožaduje.

### 4.3 Vlastní řešení

Výše byly popsány požadavky na inteligentní elektroinstalaci ze strany investora. Cílem bylo zahrnout všechny ovládané prvky do jednoho centrálního systému, tak aby byla minimalizována cena a byly dodrženy všechny vznesené požadavky. Programování a parametrizace systému je obsahově nad rámec této bakalářské práce. Dle těchto požadavků bylo možné zpracovat projektovou dokumentaci rodinného domu, která je přílohou č. 3 a 4 bakalářské práce.

Svým rozsahem se jedná o standardní rodinný dům, který využije vždy jednu centrální jednotku a ještě bude možné do budoucna oba systémy v případě nutnosti rozšířit.

Při projektování rodinného domu byly jak pro systém Foxtrot, tak i pro systém Loxone Smart Home vypracovány části, které jsou pro oba systémy společné a jsou nedílnou částí každé projektové dokumentace.

Z textové části technické zprávy jsou to následující kapitoly:

- základní popis stavby a rozsah projektovaného zařízení,
- základní technické údaje,
- protokol o určení vnějších vlivů,
- energetická bilance,
- řešení přípojky elektrické energie,
- měření elektrické energie,
- systém ochrany před bleskem,
- odpady,
- bezpečnost práce,
- informace a připomínky k realizaci,
- související normy a předpisy.

Z výkresové části projektové dokumentace se jedná o následující výkresy:

- situace – přípojka NN,
- řezy,
- půdorysy slaboproudu a centrálního vysavače,
- systémy ochrany před bleskem a uzemnění,
- rozvaděč RE,
- přehledové schéma PC,
- přehledové schéma STA,
- přehledové schéma DVT,
- přehledové schéma CV.

Níže uvedu pouze stručný popis řešení společných částí projektové dokumentace.

### 1. Určení vnějších vlivů:

Protokol vnějších vlivů pro jednoznačné prostory, které jsou ve smyslu ČSN 33 2000-5-51ed. 3, tab. ZA. 1 považovány za normální, není nutno vypracovávat. Prostory s prostředím normálním, jsou takové, v nichž je používání el. zařízení považováno za bezpečné, protože působením vnějších vlivů nedochází ke zvýšení nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Vlivy v rodinném domě byly zhodnoceny jako normální, mimo prostory koupelen a venkovních prostorů.

Klasifikace koupelny:

- Z hlediska úrazu elektrickým proudem se prostory koupelen stanovují jako **prostor normální**.

Klasifikace venkovních prostorů:

- Z hlediska úrazu elektrickým proudem se venkovní prostory stanovují jako **prostor zvlášť nebezpečný**.

### 2. Výpočet rizika dle ČSN EN 62305-2:

Dle souboru norem ČSN EN 62305 jsou stanoveny čtyři ochranné úrovně I, II, III, IV pro systém ochrany před bleskem (LPS) a tyto jsou závislé na sadě konstrukčních pravidel. Při stanovení jímačů v systému LPS byla věnována pozornost ochraně rohů a hran chráněného objektu. Pro návrh jímací soustavy byla použita metoda valící se koule.

Řešený objekt byl dle výpočtu rizika zařazen do třídy LPS IV, pro kterou platí následující konstrukční pravidla ochrany před bleskem:

- poloměr valící se koule  $r = 60$  m
- oka mřížové soustavy  $W = 20 \times 20$  m

Pro snížení rizika  $R_1$  na přípustnou hodnotu, jsou zvažovány následující vhodná opatření zahrnující:

- a) Instalování SPD pro LPL IV na vstup vedení, aby bylo chráněno jak silové tak i slaboproudé vedení v domě. Dojde ke snížení hodnot  $P_{EB}$  z 1 na 0,05 a stejným činitelem se sníží  $P_U$  a  $P_V$ .
- b) Instalování LPS třídy IV. Dojde ke snížení hodnoty  $P_B$  z 1 na 0,2 a hodnoty  $P_{EB}$  z 1 na 0,05 a stejným činitelem sníží  $P_U$  a  $P_V$ .

### 3. Přípojka elektrické energie:

Ze smyčkovací skříně SS200/NKE1P bude provedeno napojení elektroměrového rozvaděče RE. Jedná se o typový výrobek ER212/NKP7P pro připojení do distribuční sítě E.ON Distribuce, a. s. Hlavní jištění pře elektroměrem bude o dimenzi  $3 \times 32$  A v charakteristice B. Přívodní vedení do hlavního rozvaděče RH rodinného domu bude provedeno kabelem CYKY-J  $4 \times 16$  mm<sup>2</sup>. K přívodnímu vedení bude přiloženo kabelové vedení pro ovládání HDO, které bude provedeno kabelem CYKY-J  $4 \times 1,5$  mm<sup>2</sup>.

### 4. Hlavní rozvaděč rodinného domu:

V rodinném domě bude instalován jeden hlavní rozvaděč. Pro oba systémy inteligentní elektroinstalace je počítáno s rozvaděčem o rozměru  $800 \times 2000 \times 300$  mm (Š × V × H) z důvodu dostatečné rezervy pro napojení elektroinstalace obytné půdy a možného rozšíření inteligentní

elektroinstalace. V rozvaděči bude osazen hlavní vypínač, přepět'ová ochrana a další jisticí prvky pro podružné okruhy rodinného domu. Rozvaděč bude rozdělen na dvě logické části. V první sekci budou jisticí prvky sloužící pro klasickou elektroinstalaci. V samostatné sekci rozvaděče dále prvky pro řídicí prvky inteligentní elektroinstalace.

## **5. Osvětlení rodinného domu:**

Počet vývodů pro osvětlení byl volen jednak dle požadavků investora a dále i s ohledem na tabulku č. 8 v normě ČSN 33 2130 ed. 2. Průřez bude realizován kabelem CYKY-J  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$ , který bude z rozvaděče veden k jednotlivým svítidlům hvězdicově tak, aby bylo možno spínat každé svítidlo nebo skupinu samostatně. Svítidla budou provedena jako stropní, nástěnná a vestavná v podhledu. Projektová dokumentace počítá s tzv. „nočním osvětlením“. Pro možnost vytváření scén, budou některá svítidla vybavena stmíváním a společenské místnosti budou osazeny RGB LED pásky ve sníženém podhledu.

Ovládání osvětlení bude v místnostech, kde není požadováno ovládání více funkcí, nebo slouží jako vedlejší řešeno pomocí tlačítek připojených na binární vstupy jednotek inteligentního systému. V místech s požadavkem více funkcí budou osazeny sběrníková tlačítka. Logika ovládání je popsána v projektové dokumentaci. Připojení tlačítek bude provedeno pomocí kabeláže, která je předepsaná výrobcem inteligentního systému. Ta bude použita pro oba typy tlačítek z důvodu možného rozšíření jejich počtu.

## **6. Zásuvkové rozvody rodinného domu:**

Pro počet zásuvkových vývodů byla použita tabulka č. 8 v normě ČSN 33 2130 ed. 2. Investorem byl počet při kontrole odsouhlasen. Průřez bude realizován kabelem CYKY-J  $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ . Samostatné zásuvkové obvody budou pro spotřebiče na kuchyňské lince, lednici, myčku, elektrickou a mikrovlnou troubu. Dále pro pračku, sušičku, centrální vysavač a zařízení v rozvaděči RACK.

## **7. Slaboproudé rozvody rodinného domu:**

Kabelové trasy budou provedeny dle ČSN 33 2000-5-52 ed. 2. Kabely pro strukturovanou kabeláž a televizní rozvody budou provedeny ve zdech v trubkách MONOFLEX 1432 K25D. Stíněné kabely J-Y(St)-Y  $3 \times 2 \times 0,8$  budou uloženy přímo pod omítkou ve zdi. V případě souběhu slaboproudých a silnoproudých kabelů bude dodržena vzdálenost min. 20 cm, při křížení 1 cm.

### **Strukturována kabeláž:**

Dle specifikací investora je požadováno připojení celkem 11 ks počítačových zásuvek. Ty byly v projektové dokumentaci vyspecifikovány v osazení  $2 \times \text{RJ45}$  (kromě zásuvky v garáži). Připojení bude provedeno pomocí WiFi přijímače na anténním stožáru do rozvaděče RACK, který bude osazen WiFi routerem a switchem. Rozvod strukturované kabeláže k jednotlivým zásuvkám bude proveden pomocí kabelu UTP cat. 6 v trubkách MONOFLEX 1432 K25D ve zdi pod omítkou.

### **Společná televizní anténa:**

Na střeše bude instalován společný anténní stožár a osazena anténa pro příjem pozemního televizního vysílání a dále offsetová satelitní parabola s konvertorem LNB. Svod signálu bude proveden do rozvaděče RACK, kde bude umístěn zesilovač a multiswitch. Rozvod televizního signálu bude

proveden k jednotlivým zásuvkám pomocí koaxiálního kabelu 75 Ohm v trubkách MONOFLEX 1432 K25D ve zdi pod omítkou.

#### **Domácí videotelefon:**

Vstupní branka bude otevírána pomocí systému videotelefonu. Vedle branky na hranici pozemku bude instalována jednotlačítková dveřní stanice s integrovanou RFID čtečkou. Kování branky bude osazeno elektrickým zámekem. V rodinném domě budou v obývacím pokoji a herně instalovány barevné handsfree videotelefony s LCD displejem. Propojení videotelefonů bude provedeno pomocí kabelů UTP cat. 6 PE. Dále je nutné ke každému videotelefonu přivést napájecí kabel CYKY-J 3 × 1,5 mm<sup>2</sup>.

#### **8. Ochranné pospojování objektu:**

Dle normy ČSN 34 2000-4-41 ed. 2 bude zřízeno ochranné pospojování objektu. Vedle hlavního rozvaděče RH v technické místnosti č. 1.14 bude umístěna hlavní ochranná přípojnice objektu HOP. Ochranná přípojnice bude provedena v krabici KO 125 E/EQ02, která obsahuje svorkovnici pro připojení ochranných vodičů. HOP bude připojena na uzemňovací soustavu objektu pomocí FeZn Ø = 10 mm a HOP bude připojena ochranná přípojnice PE hlavního rozvaděče RH pomocí vodiče CY 16 mm<sup>2</sup> ZŽ.

#### **9. Ochrana vnitřních systému proti přetížení:**

Na přívodu v hlavním rozvaděči RH bude umístěna přepět'ová ochrana 1. a 2. stupně – T1 + T2 – SPC 12,5 v konfiguraci 3 + 0, kterou bude sníženo možné přepětí na hodnotu max. 2,5 kV. Zařízení, která požadují vyšší ochranu (např. zásuvky pro PC, TV) budou vybaveny přepět'ovými ochranami 3. stupně - T3 – PODA-275, kterou bude sníženo možné přepětí na hodnotu max. 1,5 kV.

Pro ochranu strukturované kabeláže bude použita přepět'ová ochrana HAKEL 57014 HT-NET cat. 6 instalovaná při přechodu mezi zónou LPZ1 a LPZ2.

Pro ochranu koaxiálního vedení bude použita přepět'ová ochrana SALTEK FX090 F57T instalována při přechodu mezi zónou LPZ1 a LPZ2.

#### **4.3.1 Návrh inteligentní elektroinstalace TECO**

Pro návrh inteligentní elektroinstalace od firmy TECO a. s. byl zvolen systém PLC Tecomat Foxtrot, který je určen pro domovní automatizace. Systém využívá sběrniceovou instalaci CFox postavenou na vlastní sběrnici CIB (Common Installation Bus) a integrovaném WEB serveru.

Pro návrh tohoto systému byly využity vlastní zkušenosti, informace získané na projekčním školení firmy a v neposlední řadě konzultace se systémovým partnerem. Hlavním dokumentem pro projektování je obsáhlá *Příručka projektování CFox, RFox a Foxtrot a Foxtrot, CFox, RFox katalog*.

Dle těchto podkladů a požadavků od investora byl proveden návrh inteligentní elektroinstalace.

#### **Napájení systému:**

Je provedeno pomocí dodávaného zdroje PS2-60/27.

## **Základní jednotka:**

Centrální jednotka byla zvolena standartní **CP-1000**. Obsahuje rozšiřitelnou paměť pomocí SD karty, vestavné hodiny a kalendář. Podporuje standardní protokoly Modbus a BACnet a má vestavný webserver.

Pomocí sběrnice CIB budou napojeny všechny sběrnice prvky systému. Pro sběrnici CIB bude použit kabel J-Y(St)-Y 3 × 2 × 0,8 a sběrnice bude chráněna přepětovou ochranou třídy T3 (D) pomocí modulu DTNVEM-1/CIB. Řídicí jednotka bude propojena pomocí kabelu UTP cat. 6 se switchem v rozvaděči RACK a tedy do sítě ethernet, pro umožnění vzdáleného ovládání systému. Dále bude pomocí sběrnice TLC2, která bude provedena pomocí kabelu SYKFY 2 × 2 × 0,5, připojena jednotka IR-1501 pro měření spotřebovaných energií, jednotka UC-1204 pro komunikaci s plynovým kotlem pomocí protokolu Opetherm a jednotka RF-1131 pro dálkové ovládání prvků systému pomocí klíčenky R-KF-0400T. Systém doplněn o blokování pomocí signálu HDO a o GSM komunikaci pomocí modemu UC-1205 s anténou AN-06.

Na sběrnici CIB1 budou napojeny modulové prvky umístěné v rozvaděči RH. Použití jednotlivých vestavných modulů CFox v rozvaděči RH:

- klasická tlačítka – C-IB-1800M,
- spínání osvětlení – C-OR-0011M-800,
- stmívání osvětlení – C-DM-0402M-RLC,
- RGB LED pásy – C-DM-0006M-ULED,
- spínání zásuvek, topení, vzduchotechniky, závlahy - C-OR-0011M-800, C-HM-0308M,
- ovládání žaluzií, brány, vrat, uzávěru vody – C-JC-006M,
- připojení čidel EZS, EPS – C-IB-1800M,
- měření elektrické energie – podružný elektroměr Maneler 9903D,
- měření spotřeby vody – TA-E/20,
- měření spotřeby plynu – IN-Z61,
- čidlo zaplavení – FLA2100.02,
- čidlo vlhkosti půdy – VIRRIB LP A C,
- venkovní čidlo teploty – C-IT-0100H-P,
- venkovní čidlo intenzity slunečního záření – C-IT-0200I-SI,
- anemometr – T114,
- ukazatel směru větru – T115,
- srážkoměr – T116,
- komunikace s Control 4 – integrační modul.

Programování a oživení systému bude provedeno v prostředí Mosaic. Programování systému je dle standardu IEC 61131 volné. V oblasti jednoduchých aplikací lze systém parametrizovat pomocí programu FoxTool.

### **4.3.2 Návrh inteligentní elektroinstalace LOXONE**

Pro návrh inteligentní elektroinstalace od firmy LOXONE s. r. o. byl zvolen systém Loxone Smart Home. Tento systém je určen výhradně pro použití při domácí automatizaci. Systém využívá v podstatě tři sběrnice.

- Loxone Bus – základní sběrnice pro napojení modulární prvků systému,
- Loxone Tree – sběrnice pro napojení sběrnicových prvků systému,
- 1-WIRE – sběrnice pro napojení senzorů do systému.

Návrh systému byl z mého pohledu poněkud složitější. Informace k systému jsou dostupné pouze na webových stránkách výrobce nebo na placeném školení pro projektanty. Pro návrh systému byly použity oba tyto zdroje, a také konzultace se systémovým partnerem. Obsahem webových stránek je v sekci podpora celkem podrobný popis všech zapojení. Nicméně je nutné k jednotlivým jednotkám složitě hledat cestu. Pomocí uvedených podkladů a požadavků od investora byl proveden návrh inteligentní elektroinstalace.

Jako pomoc se v první fázi ukázala pomůcka od výrobce, ve formě přehledné excelové tabulky, kde je možné vyplnit požadovaný počet reléových výstupů, stmívaných okruhů, binárních vstupů, použitých tlačítek a dalších informací. Výstupem je pak přibližný počet jednotek, výpočet potřebného zdroje a místa v rozvaděči. Bohužel není parametrizován počet jednotek na jednotlivých sběrnících, tudíž je nutné tyto počty ověřit zpětně.

LOXONE Version 2.8.5		Language / CZ		CZ	
		Místnosti	Počet		
		<i>Rozbalovací menu</i>			
Světlo	Světelný okruh 5A	41		41	
	Světelný okruh 16A	30		30	
	Dimmer Extension (Výběr kanálu)	8		8	
	RGBW 24V Dimmer Tree	3		3	
		0			
Sensor	Dešťový senzor (24V)	1		1	
	Senzor rychlosti větru 24V (s digitálním vstupem na Extensionu)	1		1	
	Záplavový senzor	1		1	
	Okenní kontakt (integrováný v okně pouze DI)	12		12	
Tlačítka	1 Tlačítko	28		28	
	2 Tlačítko	8		8	
	Touch Tree bílá	14		14	

Obr. 1.5 Ukázka nástroje Loxone planning tool

#### Napájení systému:

Je provedeno pomocí dodávaného zdroje 24 V / 10 A.

#### Základní jednotka:

Centrální jednotkou systému je Loxone **Miniserver**. Ten obsahuje 8 digitálních vstupů, 4 analogové vstupy, 8 výstupů 230 V AC a 4 analogové výstupy. Obsahuje vestavěný web server, rozšiřitelnou paměť pomocí SD karty, EIB/KNX rozhraní a podporu standartních protokolů.

Pomocí sběrnice Loxone Bus budou napojeny modulární prvky systému umístěné v rozvaděči RH. Výrobce přepětovou ochranu sběrnice nedodává. Řídicí jednotka bude propojena pomocí kabelu UTP cat. 7 se switchem v rozvaděči RACK a tedy do sítě ethernet, pro umožnění vzdáleného ovládání systému. Systém Loxone dále obsahuje sběrnici 1-Wire a Tree. Obě sběrnice budou provedeny z příslušných Extensionů. Pro všechny sběrnice bude dle doporučení výrobce použit kabel UTP cat. 7. Na sběrnici 1-Wire budou napojeny všechny snímače teploty umístěné v jednotlivých pokojích. Na

sběrnici Tree budou napojeny RGBW Extensiony pro ovládání barevných LED pásků a všechny sběrnice tlačítka systému. V systému bude instalována jednotka Air Base pro dálkové ovládání prvků systému pomocí klíčenky. Systém je doplněn o blokování pomocí signálu HDO. GSM komunikaci systém neumožňuje (pouze pomocí předplacené služby přes webové rozhraní). Rozhraní pro komunikaci s plynovým kotlem systém neumožňuje.

Na sběrnici Loxone Bus budou napojeny modulové prvky umístěné v rozvaděči RH. Použití jednotlivých vestavných modulů v rozvaděči RH:

- klasická tlačítka – Extension,
- spínání osvětlení – Extension,
- stmívání osvětlení – Dimmer Extension,
- spínání zásuvek, topení, vzduchotechniky, závlahy – Relay Extension,
- ovládání žaluzií, brány, vrat, uzávěru vody – Relay Extension,
- připojení čidel EZS, EPS – Extension,
- měření elektrické energie – podružný elektroměr Maneler 9903D,
- měření spotřeby vody – TA-E/20,
- měření spotřeby plynu – IN-Z61,
- čidlo zaplavení – ano,
- čidlo vlhkosti půdy – není,
- venkovní čidlo teploty – ano,
- venkovní čidlo intenzity slunečního záření – ano,
- anemometr – ano,
- ukazatel směru větru – není,
- srážkoměr – ano,
- komunikace s Control 4 – není možná ani na jiné systémy.

Na sběrnici Loxone Tree budou napojeny modulové prvky:

- RGB LED pásky – RGBW Tree,
- sběrnice Tree – Tree Extension.

Na sběrnici Loxone 1-Wire budou napojeny modulové prvky:

- Sběrnice 1-Wire – 1-Wire extension.

Programování a oživení systému bude provedeno v prostředí Loxone Config. Bohužel se nejedná o otevřený systém, tak jako v případě Foxtrotu.

## **5 Porovnání a zhodnocení technických a ekonomických parametrů systémů TECO a LOXONE**

Porovnání obou systémů bylo provedeno na jednom typovém rodinném domě, tak aby bylo objektivní. Zpracované projektové dokumentace obou systémů včetně oceněného výkazu výměr reflektují získané výsledky. Budou zhodnoceny vzájemné výhody a nevýhody jednotlivých systémů a jejich vzájemné porovnání. V poslední kapitole budou systémy zhodnoceny z finančního hlediska, které bylo jedním z kritérií investora.



## 5.1 Porovnání technických parametrů

Je nutné zmínit, že porovnání obou systémů bylo provedeno pouze z dostupných komponent, které má každý výrobce standardně v nabídce a jsou podporovány.

### Centrální jednotka:

Základním modulem obou porovnávaných systémů je centrální jednotka, která tvoří hlavní část systému. Z hlediska porovnání obou jednotek byly z katalogů výrobců porovnány dostupné parametry.

Komunikace:

**Foxtrot CP1000** – Ethernet, TLC2, RS-232, Modbus a BacNet,

**Loxone Miniserver** – Ethernet, KNX/EIB.

Počet vstupů a výstupů:

- **Foxtrot CP1000** – 2× digitální vstup pro 230V AC, 4× kombinovaný analogový/digitální vstup, 2x reléový výstup.
- **Loxone Miniserver** – 8× digitální vstup, 4× analogový vstup, 4× analogový výstup, 8× reléový výstup.

Výhodou centrální jednotky CP-1000 je možnost připojení signálu HDO a množství poskytovaných komunikačních protokolů.

Nespornou výhodou centrální jednotky Miniserver je větší počet dostupných vstupů a výstupů, ale hlavně to je možnost připojit sběrnici KNX/EIB. U systému Foxtrot musíme připojit do systému modul KNX IP Baos 772. Toto je obrovská výhoda Loxone Miniserveru, která jednotku staví na přední místo v poměru cena / výkon a umožňuje do systému implementovat prvky KNX bez dalších finančních nákladů.

### Použité aktorové jednotky:

V této oblasti je parná odlišná filozofie. U systému Loxone jsou v podstatě využívány pro realizování všech funkcí čtyři základní jednotky, tzv. extensiony:

- Extension – základní modul sloužící pro spínání osvětlení a přivedení binárních vstupů,
- Relay Extension – modul spínacích relé,
- Dimmer Extension – modul pro stmívání osvětlení,
- RGBW Extension – modul pro ovládání barevných LED pásku.

Pro systém Foxtrot je oproti tomu možno využít celou škálu systémových modulů, které jsou členěny zaprvé dle velikosti a zadruhé dle jejich funkce. V základu lze prvky rozdělit na následující skupiny:

- kombinované moduly vstupů a výstupů,
- modul binárních vstupů,
- modul reléových výstupů,
- modul žaluziových aktorů,
- stmívací modul,
- modul pro řízení LED.

Tím, že systém Foxtrot poskytuje různé velikosti základních modulů lze jejich počet v systému optimalizovat. K dispozici jsou také rozšiřující a polohovací moduly.

U systému Loxone chybí označení jednotlivých svorek na základních modulech. Toto je řešeno pouze barevným označením skupin svorek, nicméně pro zapojování systému nevidím osobně toto řešení jako vhodné.

### **Komunikační moduly:**

U systému Loxone jsou dostupné komunikační moduly pro rozhraní Dali, Frölling, Air, DMX, 1-Wire, EnOcean, Modbus, RS-232, RS-485.

Systém Foxtrot nabízí komunikační moduly pro rozhraní Dali, RFox, RS-232, RS-485, RS-422, Profibus, M-bus, CAN, Wiegand, OpenTherm a optické připojení.

Systémy obou výrobců poskytují mnoho komunikačních rozhraní. Nicméně systém Foxtrot umí implementovat i KNX, DMX, 1-Wire. Výhodou je otevřenost systému a dále možnost komunikace se systémy vytápění, chlazení, větrání a připojení zařízení pro Smart Grid tj. hybridních střídačů a jejich ovládání.

### **Moduly pro bezdrátové instalace:**

Systém bezdrátové instalace lze používat jak v systému Loxone, tak i v systému Foxtrot. U systému Loxone jsou v nabídce dvě jednotky pro bezdrátové připojení:

- Loxone Air Base,
- Multi Extension Air.

Na Air technologii lze připojit až 128 bezdrátových zařízení a tím podstatně rozšířit inteligentní elektroinstalaci a to i v případě rekonstrukce. Výrobce nabízí následující bezdrátové prvky:

- sběrníková tlačítka,
- stmívač, ovládač RGB LED pásků,
- pohybový senzor,
- senzor teploty, vlhkosti, zaplavení, okenní senzory, detektor kouře,
- klíčenku, IR controller,
- hlavici pro regulaci topení.

V případě použití bezdrátové instalace v systému Foxtrot lze použít základní jednotku RF-1131. Dále i rozšiřující modul RFox router do zásuvky. Systém nabízí jednotky na DIN lištu sloužící ke spínání reléových výstupů a binárních vstupů. Na systém RFox lze připojit až 64 bezdrátových zařízení, což je oproti konkurenčnímu systému polovina. Výrobce má ve svém katalogu tyto bezdrátové prvky:

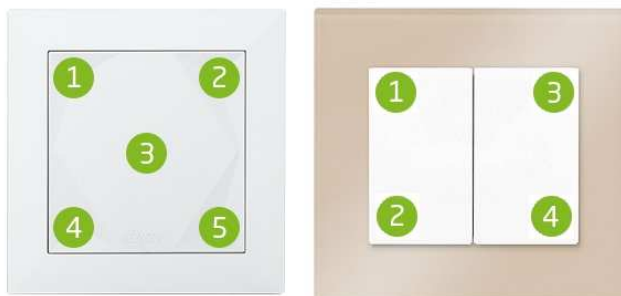
- sběrníková tlačítka, digitální termostat,
- vestavné moduly digitálních vstupů a reléových výstupů,
- klíčenku,
- hlavici pro regulaci topení.

Oproti systému Loxone je možný pouze poloviční rozsah instalace a není v nabídce tolik použitelných prvků. Hlavně tedy k ovládní osvětlení.

### Ovládací tlačítka:

Velký rozdíl systémů je v použití a dostupnosti ovládacích sběrniceových tlačítek. Při použití systému Loxone máme pouze jednu možnost, a to použití sběrniceového tlačítka, jenž lze připojit na sběrnici Loxone Tree. Toto tlačítko je ve dvou konfiguracích pro sběrniceové řešení. Buď to v klasickém řešení, nebo luxusní skleněné. Výhodou oproti tlačítkům použitým v systému Foxtrot je počet spínačů na tlačítku a v luxusním provedení i podsvícení celého vypínače, pro někoho také designové provedení celého vypínače.

Oproti tomu v systému Foxtrot jsou zakomponovány tlačítka ve dvou základních konfiguracích od výrobců Obzor, ABB, Logus a dalších. To poskytuje širokou škálu pro výběr vhodného designu dle přání zákazníka. Další nespornou výhodou tlačítek použitých v systému Foxtrot je vizualizace stavů pomocí LED diod. Také možnost volby mezi variantou se dvěma spínači, nebo čtyřmi. Dále má výrobce Foxtrot ve své nabídce i čidla teploty, koncentrace CO<sub>2</sub>, digitální termostaty v provedení od každého uvedeného výrobce. Výhodou je tedy osazení všech vypínačů a případných dalších prvků ve stejném designovém provedení a více rámečku. Dále systém Foxtrot poskytuje ve standardu hlasovou komunikaci a ovládní.



Obr. 1.6 Porovnání počtu spínačů na tlačítku Loxone Tree a C-WS-0400R-Obzor

### Použitá sběrnice:

Systém Foxtrot – sběrnice CIB:

- doporučená kabeláž - J-Y(St)-Y 2 × 2 × 0,8,
- maximální délka – 500 m,
- maximální počet jednotek – 256.

Napájení sběrnice je realizováno pomocí napětí 24 V DC, odezva je udávána do 150 ms při plném zatížení a rychlost 19,2 kb/s. Osazené jednotky mají unikátní šestnáctibitovou adresu, a ta je automaticky načtena do systému.

Dále systém obsahuje liniovou sběrnici TCL2, která je určena pro připojení externích master modulů a je provedena pomocí standardu RS-485. Její maximální délka je udávána 300 m bez rozšíření a počet modulů na jedné sběrnici činí 20.

Systém Loxone – sběrnice Loxone Bus:

- doporučená kabeláž - UTP cat. 7,
- maximální délka – 500 m,
- maximální počet jednotek – 30.

Napájení sběrnice je realizováno pomocí napětí 24 V DC, odezva ani rychlost sběrnice se neudává. Osazené jednotky jsou do systému načítány pomocí sériového čísla, nebo pomocí programu Loxone Config.

Systém Loxone – sběrnice Loxone Tree:

- doporučená kabeláž - UTP cat. 7,
- maximální délka – 500 m,
- maximální počet jednotek – 50.

Jedná se o sběrnici pro připojení sběrnice tlačítek a dalších senzorů. Ke sběrnici také lze připojit pohybový senzor, hlavici topení a ovládač RGB LED pásku. Maximální počet Extensionů není výrobcem udáván.

#### **Snímání teploty v obytných místnostech:**

Pro snímání teploty jsou oběma systémy využívány sběrnice tlačítka. V systému Foxtrot jsou sběrnice tlačítka schopna snímat pouze teplotu, oproti tomu v systému Loxone teplotu i vlhkost. Nicméně rozdíl nastává, pokud chceme použít samostatné snímače teploty. V systému Foxtrot je k dispozici samostatný snímač teploty v designu použitých tlačítek, na který lze připojit podlahovou sondu. Lze využít i digitální termostat popř. snímač koncentrace CO<sub>2</sub>, vlhkosti a teploty.

Při použití systému Loxone máme k dispozici pouze jedno řešení, jak měřit teplotu v místnosti mimo sběrnice tlačítka a to pomocí 1-Wire teplotních čidel. Čidla jsou dodávány ve dvou variantách. Pro použití v prostoru (krabici KU68) a v pouzdře pro použití v podlaze. Nevýhodou tohoto řešení je nutnost provést další sběrnici, protože čidla se připojují na 1-Wire Extension. Na jeden 1-Wire Extension lze připojit maximálně 32 zařízení.

#### **Snímání energií a neelektrických veličin:**

V oblasti snímání energií a neelektrických veličin se ukazuje síla systému Foxtrot, který má své kořeny v průmyslové automatizaci. Inteligentní elektroinstalace Loxone poskytuje k měření energií následující komponenty:

- elektroměr,
- dešťový senzor, senzor osvětlení, senzor větru,
- záplavový senzor,
- ultrazvukový senzor, tlakový senzor,
- senzor teploty a vlhkosti.

Měření v systému Foxtrot je postaveno na snímačích, které mají svůj původ v průmyslu. První skupinou jsou interiérové snímače. Ty umožňují měřit rosný bod, kvalitu vzduchu, těkavé látky a CO<sub>2</sub>.

Další skupinou jsou snímače připojené přímo na sběrnici CIB. Jedná se o snímače, které umožňují měření následujících veličin:

- senzor osvětlení,
- senzor teploty a vlhkosti.

Dále jsou v systému implementována další čidla. Uvedu pouze stručný přehled:

- elektroměr,
- měření DC napětí, proudu a výkonu,
- měření průtoku vody,
- měření solárního okruhu,
- měření rosení,
- měření rychlosti a směru větru, množství srážek,
- integrace meteostanice,
- hlídání hladiny vody,
- hlídání tlaku vody,
- měření spotřeby plynu,
- měření rychlosti proudění.

Z tohoto stručného porovnání je zřejmé, že systém Loxone je určen výhradně pro použití v domácí automatizaci a má omezený počet snímacích čidel. Hlavní nevýhodou je ale cena dodávaných čidel, která je oproti systému Foxtrot řádově vyšší.

### **EZS a EPS:**

V obou použitých systémech je možná implementace prvků zabezpečovací elektroinstalace a jejich další využití při ovládní rodinného domu. Oba systémy umožňují i certifikovanou zabezpečovací elektroinstalaci, která je dostupná pomocí komunikačního rozhraní.

Systém Foxtrot využívá k připojení čidel, požárních detektorů a detektorů otevření binární vstupy modulových jednotek. Je také možné připojit jak vnitřní, tak venkovní sirénu. Ta se aktivuje buď to odpojením od napájení, nebo aktivačním vstupem. Ovládací klávesnici lze zvolit z více dodávaných typů. Systém dále umožňuje připojení čidel rozbití skla a dalších prvků (např. bezkontaktní čtečku).

Pokud realizujeme zabezpečovací elektroinstalaci v systému Loxone lze využít v podstatě pouze čtyři systémové komponenty. Standardně dodávaná čidla jsou určena na strop místnosti. Jejich výhodou je osazení čidlem intenzity osvětlení. Senzor se připojuje ke sběrnici Loxone Tree, tím vzniká omezení v podobě maximálního počtu použitých čidel na jednu větev. Požární detektor je dodáván pouze v bezdrátovém provedení. Dodávané detektory otevření a rozbití skla se připojují na binární vstupy modulových jednotek. Systém nenabízí možnost připojení vnitřní, ani venkovní sirény. Ovládací zařízení systému je realizováno pomocí čtečky elektronického klíče. Připojení ovládací klávesnice není podporováno.

Další nevýhodou systému Loxone jsou roční platby za službu Caller Service, jelikož systém neumožňuje komunikaci pomocí GSM. Tato skutečnost dále prodražuje náklady na systém.

## Komunikace s uživatelem a multimédia:

V oblasti integrace dalších multimediálních systémů se oba systémy diametrálně liší. Systém Loxone v současné době žádné dostupné řešení nenabízí, využívá pouze vlastní systém pro distribuci hudby. V systému Foxtrot je využíván integrační modul Control4. Propojením systému lze získat ucelený systém řízení a ovládání domu a lze vizualizovat stavy na TV.

Vizualizace systému Loxone je možná pouze pomocí dodávaného softwaru Loxone Config a předdefinované listové nabídky. Tím jak se parametrizuje systém, probíhá separátně i vizualizace. Nicméně v tomto ohledu nabízí systém, tak jako Foxtrot i možnost webové vizualizace na míru např. od společnosti LARX s. r. o.



Obr. 1.7 Příklad vizualizace systému Loxone Smart Home firmou LARX s. r. o.

Systém Foxtrot lze vizualizovat pomocí dodávaného softwaru Mosaic i pomocí SCADA systému. Nicméně tato činnost vyžaduje hluboké odborné znalosti. Výhodou systému Foxtrot je jeho otevřenost při programování. V softwaru Mosaic je možné manuálně naprogramovat mnoho funkcí. Systém umožňuje i možnost webové vizualizace na míru např. od firmy TECH elektro s. r. o.



Obr. 1.8 Příklad vizualizace systému Foxtrot firmou TECH elektro s. r. o.

## 5.2 Porovnání ekonomických parametrů

Jak bylo zmíněno výše, jedním z hlavních kritérií investora byla cena celkové instalace a také dílčí cena inteligentní elektroinstalace. Pro oba systémy byla zpracována podrobná cenová nabídka, která vychází z ceníkových cen.

Systémy Foxtrot a Loxone Smart Home byly porovnávány z hlediska ceny za instalování potřebných aktorových modulových jednotek, které budou umístěny v rozvaděči RH. Dále z hlediska použité kabeláže, nákladů na pořízení potřebných čidel, klasických a sběrnicových tlačítek a implementaci systému EZS a EPS do systému. V posledním řadě poměrem celkových cen.

Porovnání systémů z hlediska ceny za aktorové jednotky osazené v rozvaděči:

- **Foxtrot** – Celková pořizovací cena všech osazených modulových jednotek, včetně potřebného napájecího zdroje, jističů činí **128 564 Kč**.
- **Loxone** – Pořizovací cena konkurenčního systému je **158 062 Kč**.

V celkové ceně pro systém Foxtrot nebyly zahrnuty použité jednotky pro komunikační rozhraní OpenTherm, komunikační modul GSM. Systém Loxone tyto komponenty nenabízí.

Porovnání systémů z hlediska ceny za provedení kabeláže v rodinném domě:

- **Foxtrot** – Celková pořizovací cena použité kabeláže pro systém je **70 837 Kč**.
- **Loxone** – Celková pořizovací cena použité kabeláže pro systém je **77 232 Kč**.

Jelikož napájení ovládaných okruhů osvětlení, zásuvek, žaluzií a další okruhů je identické, protože oba systémy využívají stejnou topologii, je cenový rozdíl pouze v provedení sběrnicového vedení.

Pro systém Foxtrot doporučuje výrobce provádět sběrnici pomocí kabelu s krouceným párem žil a průměrem nejlépe 0,8 mm. Doporučen je kabel J-Y(St)-Y 2×2×0,8 a v projektové dokumentaci byl z důvodu rezervy použit kabel J-Y(St)-Y 3×2×0,8.

Naopak systém Loxone má od výrobce striktně předepsané provedení sběrnice pomocí kabelu UTP cat. 7.

Rozdíl je zaprvé v ceně použité kabeláže a zadruhé systém Loxone využívá dvě sběrnice. Loxone Tree a 1-Wire. Jedna slouží pro napojení sběrnicových tlačítek a druhá pak pro připojení teplotních senzorů do systému.

Porovnání systémů z hlediska ceny použitých čidel:

- **Foxtrot** – Celková použitých snímačů je **10 272 Kč**.
- **Loxone** – Celková použitých snímačů je **12 143 Kč**.

Markantní rozdíl mezi oběma systémy je v možnosti použití komunikačního rozhraní Control4 v systému Foxtrot. Loxone toto řešení nenabízí a nemá v nabídce ani jiné řešení pro připojení multimediálních systémů. Systém Loxone nenabízí čidla vlhkosti půdy a senzor směru větru.

Porovnání systémů z hlediska ceny za ovládací tlačítka a měření teploty v místnostech:

- **Foxtrot** – Celková použitých snímačů je **23 576 Kč**.
- **Loxone** – Celková použitých snímačů je **31 318 Kč**.

Celkový rozdíl v ceně je způsoben hlavně nutností použít pouze jeden druh sběrníkového tlačítka v systému Loxone a dále jeho cenou.

Porovnání systémů z hlediska pořizovací ceny EZS a EPS:

- **Foxtrot** – Celková použitých snímačů je **20 780 Kč**.
- **Loxone** – Celková použitých snímačů je **51 673 Kč**.

Rozdíl v ceně obou řešení je způsoben vysokou cenou dodávaných čidel. Výhodou pro systém Loxone může být, že dodává pohybový senzor, který obsahuje i čidlo intenzity osvětlení v místnosti, což lze využít při funkci systému. Nevýhodou je, že systém nemá GSM komunikátor, resp. má placenou službu Caller Service. K používání služby je nutné připojení k internetu. Služba je zpoplatněná formou ročního paušálu. To dále navyšuje náklady na zabezpečení objektu.

Porovnání celkové ceny použitých systémů:

- **Foxtrot** – Celková cena byla vypočítána na **745 372 Kč**. V této ceně je zahrnuta kompletní silnoproudá, slaboproudá elektroinstalace včetně ochrany před bleskem. Prvky inteligentní elektroinstalace byly oceněny na **297 546 Kč**.
- **Loxone** – cena použití tohoto systému byla vypočítána na **774 092 Kč**. V této ceně je zahrnuta kompletní silnoproudá, slaboproudá elektroinstalace včetně ochrany před bleskem. Použité prvky inteligentní elektroinstalace byly oceněny na **354 695 Kč**.

Jak je patrné z celkové vypočítané ceny, oba systémy se cenově liší pouze mírně. Nicméně při bližším pohledu zjistíme, že systém Loxone oproti systému Foxtrot postrádá následující prvky a funkce:

- komunikaci pomocí rozhraní OpenTherm,
- komunikaci pomocí GSM,
- komunikační rozhraní pro systém Control4,
- měření směru větru a vlhkosti půdy.

Dále nebyly do celkové částky pro systém Loxone zahrnuty roční paušální poplatky za službu Caller Service a Weather Service. Tyto poplatky činí 2 998 Kč ročně.

## 6 Závěr

Obsahem bakalářské práce je v první části popis rozdílů mezi automatizací budov a systémovou technikou budov. V kapitole 1.3.1 jsou popsány tři hlavní okruhy norem, které je nutné při projektování systémové techniky budov respektovat. Jedná se o normy používané v systémové technice budov, bezpečnostní normy a v poslední řadě stavebně technické normy pro inteligentní elektroinstalace. Následující kapitola popisuje inteligentní elektroinstalace v historickém kontextu a nastiňuje současný stav. Následuje stručný přehled dostupných systémů na našem trhu a jejich obecný popis.

Pro objektivní porovnání inteligentních systémů byla zpracována pro oba projektová dokumentace. Dokumentace jsou zpracovány pro jeden typový dům. Výsledkem je porovnání systému s ohledem na dostupné komponenty, funkce a v poslední řadě také s ohledem na pořizovací cenu.



## 6.1 Splnění cílů bakalářské práce

Cílem bakalářské práce bylo shrnutí rozdílů mezi automatizací a systémovou technikou budov. Je nutné pochopit, že systémová technika budov je pouze dílčí částí automatizace budov. Dále bylo vysvětleno, k čemu systémová technika budov slouží, jaké jsou základní komponenty a co lze pomocí systémové techniky budov ovládat.

Hlavním cílem bakalářské práce bylo objektivní srovnání obou systémů z hlediska jejich funkce a ceny při předem definovaných podmínkách ze strany investora rodinného domu. Proto bylo nutné vyhotovit kompletní projektové dokumentace rodinného domu pro oba systémy inteligentní elektroinstalace. Výstupem projektové dokumentace je podrobný oceněný soupis výkonů, kde byla vypočítána cena na pořízení jednotlivých systémů. Projektová dokumentace a výsledná cena sloužila pro detailní srovnání.

## 6.2 Výsledky a přínos bakalářské práce

Výběr obou systémů byl zvolen z důvodu jejich podílu na trhu v České republice a dále z důvodu porovnatelnosti jejich funkcí. Na první pohled se může zdát, že rozdíly mezi systémy nejsou velké. Nicméně při bližším pohledu zjistíme, že systém Loxone Smart Home za svým konkurentem ztrácí zejména v oblasti snímání teploty, měření energií a neelektrických velič a dále v oblasti komunikačních rozhraní.

Systém Foxtrot má dlouholetou tradici a jeho základ pochází z průmyslové automatizace. Tím pádem se jedná o robustní systém, který lze aplikovat nejenom v oblasti domovní automatizace, ale i v oblastech průmyslové automatizace. Velkou výhodou je možnost optimalizace systému dle požadovaného počtu vstupů a výstupů. Dále to je otevřenost při programování v prostředí Mosaic, kde lze využít volné programování. Kdy je možné využít programování pomocí strukturovaného textu, v instrukcích, pomocí reléových schémat a pomocí funkčních bloků. Nevýhoda systému je jeho menší zaměření na bezdrátové technologie.

Nespornou výhodou centrální jednotky Loxone Miniserver je větší počet dostupných vstupů a výstupů a nabízí možnost připojit sběrnici KNX/EIB. Rozdíl v pořizovací ceně obou jednotek je minimální. Toto je obrovská výhoda Loxone Miniserveru, který umožňuje do systému implementovat prvky KNX bez dalších finančních nákladů. Loxone dále lépe využívá bezdrátovou technologii inteligentní elektroinstalace. Výhodou je také přívětivější prostředí softwaru Loxone Config.

U systému Loxone Smart Home chybí označení jednotlivých svorek na základních modulech. Označení je řešeno pouze barevným označením skupin svorek, osobně toto řešení nevnímám jako vhodné.

V obou použitých systémech je možná implementace prvků zabezpečovací elektroinstalace a jejich další využití při ovládání rodinného domu. Oba systémy umožňují i certifikovanou zabezpečovací elektroinstalaci, která je dostupná pomocí komunikačního rozhraní.

V oblasti integrace dalších multimediálních systémů se oba systémy diametrálně liší. Systém Loxone Smart Home v současné době žádné dostupné řešení nenabízí, využívá pouze vlastní systém pro distribuci hudby. V systému Foxtrot je využíván integrační modul Control4. Propojením systému lze získat ucelený systém řízení a ovládání domu a lze vizualizovat stavy na TV.

Podstatný rozdíl je v oblasti dostupnosti informací a podpory ze strany výrobce. V případě firmy TECO a.s. je dostupný obsáhlý manuál pro projektanty a placená školení. Firma Loxone s. r. o. nedisponuje žádnou ucelenou formou informací, ani katalogem výrobků a další informace jsou dostupné i na placeném školení.

Cenový rozdíl mezi použitými systémy není na první pohled markantní, činí pouhých 57 149 Kč. Při bližším rozboru zjistíme, že systém Loxone Smart Home nenabízí některé požadované funkce a prvky. Tedy nelze splnit veškeré funkce požadované od investora rodinného domu. Tím pádem byl doporučen systém Tecomat Foxtrot od firmy TECO a. s.

### **6.3 Možnosti dalšího zaměření**

Osobně bych další vývoj práce rád zaměřil na problematiku implementace řešení inteligentní elektroinstalace při použití v rodinném domě, kde je zakomponována fotovoltaická elektrárna, bateriové úložiště a připojení k síti Smart Grid. Dnešní klasický je rodinný dům připojený na distribuční síť, pouze spotřebovává elektrickou energii. V případě instalování fotovoltaické elektrárny na střeše domu, hybridního střídače a baterie, lze pomocí systému inteligentní elektroinstalace a měření elektřiny efektivně řídit spotřebu elektrické energie z baterie, nebo z distribuční sítě. A tím plně využít potenciál inteligentní elektroinstalace.

## Seznam použité a studované literatury

- [1] ABB, *Inteligentní elektroinstalace. Návrhový a instalační manuál*. 3. vyd. Jablonec nad Nisou. Dostupné z <http://www117.abb.com/viewDocument.asp?document=4735>
- [2] BAXANT Petr, *Projektování v elektroenergetice*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2002, 99s
- [3] ELKO EP, *iNELS – Inteligentní elektroinstalace*, Holešov, 2015. Dostupné z: <http://www.elkoep.sk/inels-bus-system/>
- [4] GRACLÍK Bohumil, *Inteligentní budovy*. Praha: BEN – technická literatura, 2012, ISBN 978-80-7300-440-8
- [5] GRACLÍK Bohumír, *Elektrotechnika a inteligentní budovy*. Praha: České vysoké učení v Praze, 2010, 297s
- [6] MERZ, Hermann, Thomas Hansemann, Christof Hübner. *Automatizované systémy budov*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2007. ISBN 978-80-247-2367-9
- [7] PRŮCHA, Jan, *Chytré bydlení, inteligentní dům*. Praha: InsightHome. 2012, ©2017 [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/Chytre-bydleni/Chytre-bydleni.pdf>
- [8] SCHNEIDER ELECTRIC, *Inteligentní elektroinstalace pro moderní a šetrné budovy*. Praha, 2013. Dostupné z <http://www.schneider-electric.cz/cs/download/document/S1567/>
- [9] TECO a.s., *Příručka projektování CFox, RFox a Foxtrot*. Kolín, 2016. Dostupné z: <http://www.tecomat.com/index.php?ID=364>
- [10] TECO a.s., *Tecomat Foxtrot, CFox, RFox. Katalog produktů*. Kolín, 2017. Dostupné z: <http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/PRINTS/Foxtrot-CZ.pdf>
- [11] TOMAN, Karel, Josef Kunc. *Systémová technika budov elektroinstalace podle standartu EIB*. Praha: FCC PUBLIC, 1998. ISBN 80-901985-4-6
- [12] TOMAN, Karel, *Decentralizované sběrníkové systémy*. Elektroinstalatér, ©2017 [cit. 2013-10-05] Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4213-decentralizovane-sbernicove-systemy>
- [13] VALEŠ, Miroslav, *Inteligentní dům*. Brno: Era vydavatelství, 2006, ISBN 80-7366-062-8
- [14] Webové stránky Eaton elektrotechnika s.r.o., ©2017 [cit. 2017-02-12] Dostupné z: <http://www.eatonelektrotechnika.cz/cz/>
- [15] Webové stránky ELKO EP s.r.o., ©2017 [cit. 2017-02-02] Dostupné z: <http://www.inels.cz/>
- [16] Webové stránky LOXONE s.r.o., ©2017 [cit. 2017-03-01] Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/>
- [17] Webové stránky TECO a.s., ©2017 [cit. 2017-01-16] Dostupné z: <http://www.tecomat.com/index.php>
- [18] Webové stránky ÚNMZ – Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví [online]. ©2017 [cit. 2017-02-24] Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>

## Seznam příloh

### Elektronická příloha na CD:

Příloha č. 1 – Stručný výpis norem používaných při projektování systémové techniky budov.

Soupis používaných norem 3× A4

Příloha č. 2 – Přehledová schémata inteligentních systémů

Přehledové schéma systému Foxtrot 1× A4

Přehledové schéma systému iNELS 1× A4

Přehledové schéma systému ABB Ego-n 1× A4

Přehledové schéma systému Nikobus 1× A4

Příloha č. 3 – Inteligentní elektroinstalace systému TECO rodinného domu v Kroměříži na p.č. 4812/6

#### Textová část:

Technická zpráva 19× A4

Výpočet rizika 5× A4

#### Textová část:

Situace - přípojka NN 3× A4

Řezy 2× A3

Půdorys 1. PP – osvětlení 1× A1

Půdorys 1. NP – osvětlení 1× A1

Půdorys 2. NP – osvětlení 1× A3

Půdorys 1. PP – ovládání osvětlení 1× A1

Půdorys 1. NP – ovládání osvětlení 1× A1

Půdorys 2. NP – ovládání osvětlení 1× A3

Půdorys 1. PP – zásuvky 1× A1

Půdorys 1. NP – zásuvky 1× A1

Půdorys 2. NP – zásuvky 1× A3

Půdorys 1. PP – technologie 1× A1

Půdorys 1. NP – technologie 1× A1

Půdorys 1. PP – slaboproud 1× A1

Půdorys 1. NP – slaboproud 1× A1

Půdorys 2. NP – slaboproud 1× A3

Půdorys 1. PP – EZS, EPS 1× A1

Půdorys 1. NP – EZS, EPS 1× A1

Půdorys 1. PP – centrální vysavač 1× A1

Půdorys 1. NP – centrální vysavač 1× A1

Půdorys 2. NP – centrální vysavač 1× A3

Situace – venkovní rozvody NN 3× A4

Systém ochrany před bleskem a uzemnění 1× A3

Rozvaděč RE 1× A4

Rozvaděč RH 25× A4

Přehledové schéma PC 1× A3

Přehledové schéma STA	1× A3
Přehledové schéma DVT	1× A4
Přehledové schéma CV	1× A3
<b>Rozpočtová část:</b>	
Výkaz výměr	9× A4

Příloha č. 4 – Inteligentní elektroinstalace systému LOXONE rodinného domu v Kroměříži na p.č. 4812/6

<b>Textová část:</b>	
Technická zpráva	19× A4
Výpočet rizika	5× A4
<b>Textová část:</b>	
Situace - přípojka NN	3× A4
Řezy	2× A3
Půdorys 1. PP – osvětlení	1× A1
Půdorys 1. NP – osvětlení	1× A1
Půdorys 2. NP – osvětlení	1× A3
Půdorys 1. PP – ovládání osvětlení	1× A1
Půdorys 1. NP – ovládání osvětlení	1× A1
Půdorys 2. NP – ovládání osvětlení	1× A3
Půdorys 1. PP – zásuvky	1× A1
Půdorys 1. NP – zásuvky	1× A1
Půdorys 2. NP – zásuvky	1× A3
Půdorys 1. PP – technologie	1× A1
Půdorys 1. NP – technologie	1× A1
Půdorys 1. PP – slaboproud	1× A1
Půdorys 1. NP – slaboproud	1× A1
Půdorys 2. NP – slaboproud	1× A3
Půdorys 1. PP – EZS, EPS	1× A1
Půdorys 1. NP – EZS, EPS	1× A1
Půdorys 1. PP – centrální vysavač	1× A1
Půdorys 1. NP – centrální vysavač	1× A1
Půdorys 2. NP – centrální vysavač	1× A3
Situace – venkovní rozvody NN	3× A4
Systém ochrany před bleskem a uzemnění	1× A3
Rozvaděč RE	1× A4
Rozvaděč RH	21× A4
Přehledové schéma PC	1× A3
Přehledové schéma STA	1× A3
Přehledové schéma DVT	1× A4
Přehledové schéma CV	1× A3
<b>Rozpočtová část:</b>	
Výkaz výměr	9× A4