

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**  
**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**APLIKACE INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ**  
**ŘÍZENÍ RODINNÝCH DOMŮ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Bc. NELLA BOROVENOVÁ**

**Vedoucí diplomové práce :**

**Doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.**

**Konzultanti :**

**Ing. Jaromír Pávek,  
Product Manager xComfort**

**Ing. Martin Žák,  
Technická podpora LOXONE**

**2017/2018**



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: BOROVENDOVA Jméno: NELLA Osobní číslo: 409655  
Zadávací katedra: K11125  
Studijní program: INTELIĞENTNÍ BUDOVY  
Studijní obor: INTELIĞENTNÍ BUDOVY

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: APLIKACE INTELIĞENTNÍCH SYSTÉMŮ ŘÍZENÍ RODINNÝCH DOMŮ  
Název diplomové práce anglicky: APPLICATION OF INTELLIGENT SYSTEMS IN FAMILY HOUSES  
Pokyny pro vypracování: DP JE ZAMĚŘENA NA KOMPARACI RF CHITREHD SYSTÉMŮ S KONKURENČNÍM PŘÍBLIŽNÝM. POROVNÁNÍ TECHNICKÉ, EKONOMICKE A PRAKTICKE REALIZACE OBDV SYSTÉMŮ. PODSTATA DP BUDE SPOČÍVAT V EXPERIMENTU S CÍLEM EFEKTIVNÍHO VYUŽÍVÁNÍ APLIKACNÍCH ŘÍZENÍCH SYSTÉMŮ INTELIĞENTNÍCH DOMŮ.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Bohumír BARLÍK, CSc.  
Datum zadání diplomové práce: 1.3.2018 Termín odevzdání diplomové práce: 21.5.2018  
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku  
Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

1.3.2018  
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

.....  
Podpis

V Praze dne 14.5.2018

Bc. Nella Borovenová

## **Poděkování**

Tímto děkuji doc. Ing. Bohumíru Garlíkovi, CSc. za odborné vedení práce a cenné rady. Dále mé díky patří Ing. Jaromíru Pávkovi, produktovému manažerovi xComfortu společnosti Eaton, Ing. Martinovi Žákovi, zástupci technické podpory LOXONE, za pomoc při zpracování a odborné zaškolení, které mi tuto práci pomohly zkompletovat. Největší díky je pak věnováno mé rodině za tvorbu potřebného zázemí a podporu, kterou mi po celou dobu studia poskytovala.

## **Obsah**

<b>Obsah.....</b>	<b>5</b>
<b>Seznam symbolů a zkratk .....</b>	<b>9</b>
<b>1 Úvod .....</b>	<b>12</b>
1.1 Cíl práce.....	12
<b>2 Pojem chytrá, inteligentní elektroinstalace.....</b>	<b>13</b>
<b>3 Centralizované systémy .....</b>	<b>14</b>
<b>4 Decentralizované systémy.....</b>	<b>15</b>
<b>5 Otevřený/Uzavřený systém.....</b>	<b>16</b>
5.1 Otevřené systémy .....	16
5.2 Uzavřené systémy .....	16
<b>6 Sběrnice, protokoly.....</b>	<b>16</b>
6.1 EIB/KNX .....	17
6.2 DALI .....	17
6.3 1-Wire.....	18
6.4 Loxone Link a Loxone Tree .....	19
6.5 RS-232, RS-485 .....	20
6.6 Modbus .....	21
6.7 DMX (Digital Multiplex) .....	22
6.8 Bezdrátová komunikace .....	22
6.8.1 <i>EnOcean</i> .....	23
6.9 Powerline, optické vlákno, ethernet .....	23
<b>7 Fyzická topologie .....</b>	<b>24</b>
7.1 Sběrníková topologie.....	24
7.2 Hvězdíková topologie.....	25
7.3 Kruhová topologie.....	25
7.4 Stromová topologie .....	26
7.5 Mesh topologie.....	26

<b>8</b>	<b>Eaton- xComfort.....</b>	<b>28</b>
8.1	Komunikace.....	34
8.1.1	<i>Rádiové vlny</i> .....	35
8.1.2	<i>Zabezpečení</i> .....	39
8.2	Instalace.....	39
8.3	Aplikace Eaton Home xComfort.....	40
8.4	Software MRF.....	40
<b>9</b>	<b>Loxone Group - Loxone.....</b>	<b>41</b>
9.1	Miniserver.....	42
9.2	Miniserver GO.....	45
9.3	Komunikace.....	46
9.3.1	<i>Loxone Miniserver</i> .....	46
9.4	Instalace.....	50
9.5	Aplikace Loxone Smart Home App.....	50
9.6	Software Loxone Config.....	51
<b>10</b>	<b>Projekt rodinného domu Slavkov u Brna.....</b>	<b>53</b>
10.1	Rodinný dům Slavkov u Brna.....	53
10.1.1	<i>Průvodní zpráva</i> .....	53
10.1.2	<i>Technická zpráva</i> .....	54
10.1.3	<i>Rozvaděče</i> .....	57
10.2	Původní chytrá elektroinstalace.....	58
10.3	Úvod do návrhu řešení.....	59
10.4	Navržené řešení xComfort.....	59
10.4.1	<i>Přehled navržených funkcí</i> .....	59
10.4.2	<i>Řízení vytápění</i> .....	60
10.4.3	<i>Ovládání osvětlení a spotřebičů</i> .....	62
10.4.4	<i>Automatické řízení zastínění – letní a zimní režim</i> .....	63
10.4.5	<i>Bezpečnostní funkce ALARM</i> .....	63
10.4.6	<i>Vyhodnocení spotřeby elektro, vody a tepla</i> .....	64
10.4.7	<i>Elektrorozvody pro chytrou elektroinstalaci xComfort</i> .....	64
10.5	Navržené řešení Loxone.....	65

10.5.1	<i>Popis řešení Loxone</i> .....	65
10.5.2	<i>Centrální funkce</i> .....	67
10.5.3	<i>Rozpis funkcí</i> .....	69
<b>11</b>	<b>Komparace</b> .....	<b>79</b>
11.1	Úvod do porovnání.....	79
11.2	Porovnání původní elektroinstalace s Loxone Tree.....	79
11.3	Porovnání původní elektroinstalace s xComfort.....	80
11.4	Návrh.....	80
11.5	Zprovoznění a oživení.....	81
11.6	Budoucí rozšíření instalací .....	81
11.7	Centralizovaný/decentralizovaný systém.....	82
11.8	Cena.....	82
<b>12</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>84</b>
	<b>Seznam literatury a informačních zdrojů</b> .....	<b>85</b>
	<b>Seznam obrázků</b> .....	<b>90</b>
	<b>Seznam tabulek</b> .....	<b>91</b>
	<b>Přílohy</b> .....	<b>1</b>

## **Anotace**

Předkládaná diplomová práce se zabývá inteligentními systémy a udává přehled o vybraných systémových instalacích. Podrobněji se zabývá řešením systémové instalace Loxone od Loxone Group a xComfort společnosti Eaton. Stěžejní částí je optimalizace sběrníkové hvězdicové instalace v rodinném domě s využitím Loxone komponentů na instalaci Loxone Tree a porovnání s domovní elektroinstalací systému xComfort. Toto bylo využito jako podklad pro komparaci aplikace radiofrekvenčního a sběrníkových systémů star a tree. Součástí práce je technické, ekonomické a uživatelské hodnocení systémů.

## **Klíčová slova**

Loxone, Eaton, xComfort, systém, inteligentní, elektroinstalace, sběrníková, radiofrekvenční

## **Abstract**

The diploma thesis deals with the intelligent systems and gives an overview of selected system installations. It focuses on the Loxone system installation by Loxone Group and xComfort invited by Eaton. The main part is an optimization of a bus star system in a family house using Loxone components for an installation of Loxone Tree and comparison with a home wiring system xComfort. This was used as a basis for the comparison of radiofrequency and bus tree and star system applications. It also includes an economic, technical and user evaluation of the proposed systems.

## **Key words**

Loxone, Eaton, xComfort, system, intelligent wiring, wiring, bus, Radio-Freque



## Seznam symbolů a zkratk

ABB	Asea Brown Boveri	Asea Brown Boveri
AO	Analog Output	Analogový výstup
AI	Analog Input	Analogový vstup
ASCII	American Standard Code for Information Interchange	Americký standardní kód pro výměnu informací
CIB	Common Instalation Bus	Označení sběrnice fy Tecomat
CCTV	Closed Circuit Television	Uzavřené televizní okruhy
CY		Silový vodič Cu pro pevné uložení C- měděný kabel, Y- izolace žil z PVC
CYA		Silový vodič Cu s lanovaným jádrem pro pohyblivé uložení C- měděný kabel, Y- izolace žil z PVC
CYKY <sub>n</sub> xX,X mm <sup>2</sup>		Silový kabel Cu C- měděný kabel, Y- izolace žil z PVC, K- kabel pro pevné uložení, Y- izolace vnějšího pláště z PVC, n x počet žil v kabelu, XX- průřez jedné žíly v mm <sup>2</sup>
DI	Digital Input	Digitální vstup
DMX	Digital Multiplex	Digitální multiplex
DO	Digital output	Digitální výstup
DSA	Digital Signature Algorithm	Algorismus digitálního podpisu
EIB	European Installation Bus	Evropská sběrnice instalace
ER		Elektroměrový rozvaděč
ETS	European Tool Software	Evropský softwarový nástroj
EZS		Elektronický Zabezpečovací Systém
HOP		Hlavní ochranná přípojnice
HTTP	HyperText Transfer Protocol	Internetový protokol, standard, podle kterého se posílají internetové stránky (a některá jiná data) po internetu

iDM	iNELS Designer and Manager	Software pro iNELS
IEC	International Electrotechnical Commission	Mezinárodní elektrotechnická komise
IP	Internet Protocol	Protokol používaný v počítačových sítích
IPxx	Ingress Protection (International Protection)	Stupeň krytí
JYSTY		Kabel pro sdělovací zařízení pro pevné uložení
KNX	KONEXX	KONEXX
LAN	Local Area Network	Lokální síť
LED	Light Emitting Diode	Světlo vyzařující dioda
MaR		Meření a regulace
MEB	Main Earthing Busbar	Hlavní ochranná přípojnice
NP		Nadzemní podlaží
PC	Personal Computer	Osobní počítač
POE	Power Over Ethernet	Napájení přes Ethernet
PP		Podzemní podlaží
PWM	Pulse Width Modulation	Pulzně šířková modulace (diskrétní modulace pro přenos analogového signálu pomocí dvouhodnotového signálu)
RAM	Random Access Memory	Polovodičová paměť
RF	Radio Frequency	Radiofrekvenční
RGB	Red Green Blue	Charakteristika čipu-barvy obsažené na čipu
RGBW	Red Green Blue White	Charakteristika čipu-barvy obsažené na čipu
RH		Rozváděč hlavní
RPC	Remote Procedure Call	technologie dovolující programu vykonat kód na jiném místě, než je umístěn volající program

rsvd	Reserved	Rezervováno
RTU	Remote Terminal Unit	Vzdálený terminál
SD	Secure Digital	Paměťová karta
SELV	Safety Extra Low Voltage	Bezpečné malé napětí
SSL	Secure Sockets Layer	zabezpečený komunikační protokol používaný pro šifrování přenosu informací po síti
TCP	Transmission Control Protocol	Protokol transportní vrstvy
TL2		Označení sběrnice fy Tecomat
TLS	Transport Layer Security	kryptografický protokol, který je nástupcem protokolu SSL, tj. zabezpečeného komunikačního protokolu používaného pro šifrování přenosu informací po síti
TN		Označení rozvodné sítě T-zdroj uzemněný, N- neživá číst spojena s uzlem zdroje
TN-C		Označení rozvodné soustavy -vodič PEN plní současně funkci středního a ochranného vodiče
TN-C-S		Označení rozvodné soustavy -první část je provedena jako síť TN-C a druhá část od bodu rozdělení jako síť TN-S, tj. ochranný vodič PE a střední pracovní vodič N vedeny samostatně
TZB		Technické zařízení budov
UTP	Unshielded Twisted Pair	Nestíněný kroucený pár
VAC	Volt Alternating Current	Volty střídavého napětí
VDC	Volt Direct Curent	Volty stejnosměrného napětí
VZT		Vzduchotechnika

# 1 Úvod

Domácí automatizace je stále více se rozšiřujícím odvětvím. V současné době je ale stále v porovnání s obyčejnými, neinteligentními domy, málo rozšířená. Domácí automatizace přináší uživateli především komfort bydlení. Kromě tohoto, přináší systémová instalace zjednodušení a možnost ovládání mnoha spotřebičů, jimiž jsou naše domovy vybavovány a důležitým ukazatelem je také celková energetická náročnost. Předností je určitě i bezpečnost, kterou nám můžou domy zajistit díky novým inteligentně integrovaným technologiím. V případě bezpečnosti to není jen běžné zabezpečení domů například proti krádeži či napadení, předností je hlavně upozornění proti zaplavení, požáru, silnému větru a možnost odstávky spotřebičů od zdroje energie. I přes svojí vyšší pořizovací cenu si systémová instalace postupně nachází cestu do stále více domácností. Na trhu se nyní setkáváme s mnoha výrobci systémové instalace, které se mezi sebou liší jejich jak technickými řešeními, ale i designem a provedením. Nejen toto pak ovlivňuje důležitý faktor pro jejich investory, jakožto uživatele inteligentních domů, a tím je bez pochyby cena.

## 1.1 Cíl práce

Práce se bude věnovat seznámení se systémovými instalacemi a způsobu jejich komunikace. Zvlášť se zaměří na systémovou sběrníkovou elektroinstalaci Loxone a xComfort jakožto zástupce sběrníkového a RF (radiofrekvenčního) systému. Hlavním bodem diplomové práce je optimalizace projektu rodinného domu. Novostavba rodinného domu byla vybavena chytrou elektroinstalací s využitím sortimentu společnosti Loxone, nicméně nevyužívá know how společnosti a nekomunikuje po originální Loxone sběrnici. Dle dostupných informací toto bylo navrženo z důvodu ekonomických požadavků investora. Cílem práce bylo optimalizovat tento projekt s využitím sběrnice Loxone Tree a porovnat je. Následně na to vytvořit i konkurenční projekt chytré elektroinstalace xComfort společnosti Eaton, jakožto zástupce RF systému. Toto poslouží ke komparaci jmenovaných systémů. Řešení instalací se zhodnotí nejen technicky, ale také z ekonomického hlediska, které je pro investora většinou rozhodujícím faktorem. Výstupem práce jsou tedy projektové dokumentace a jejich ocenění.

## **2 Pojem chytrá, inteligentní elektroinstalace**

Pojmy chytrá či inteligentní instalace jsou spíše obchodní či se používají s podnikatelskými záměry, ve skutečnosti tato instalace ale žádnou vlastní inteligenci nemá. I přes to, že se pojem „inteligentní instalace“ používá, někteří investoři, konkrétně majitelé rodinných domů, na toto špatně reagují z důvodu obavy, že dům bude inteligentnější než oni sami a nebudou ho schopni ovládat. Proto se na trh také dostal přívlastek „chytrá“, toto už takové obavy u lidí nevzbuzuje.

Velkou předností inteligentní či chytré instalace je provázanost všech prvků elektroinstalace, jako je například osvětlení, stínění a topení. Tyto prvky se navzájem vhodně doplňují tak, že objekt dosáhne vyšších energetických úspor a koncový uživatel pak celkové pohody. Tématem je i jakási autonomnost řízení. Pořizovací cena chytré instalace je ale zpravidla vyšší než při použití klasické, což je asi největší nevýhodou chytrých systémů. Vyšší cena za komfort se projevuje především u menších objektů, tj. například běžných rodinných domů. U větších projektů a více požadavků na funkci se cena srovnává, dokonce vychází v případech i levněji. K tomu přináší chytrá instalace i vyšší komfort uživatele a zajišťuje efektivnější využití energie na osvětlení, vytápění a chlazení.

V tabulce níže je uveden přehled vybraných systémů systémové instalace. Uvádí název, výrobce systému, dále jakým softwarem se dá systém programovat či konfigurovat. Je zde uvedeno, zda je systém centralizovaný, nebo decentralizovaný a zda má uzavřený nebo otevřený charakter. Také je možno vyčíst, jakou systémovou sběrnici užívají. Všechny uvedené pojmy jsou vysvětleny v kapitolách níže.

Někteří výrobci využívají pouze své vlastní senzory a aktory, jiní se snaží propojovat více systémů, typicky audio-video techniku, v jeden celek. Takovým příkladem jsou systémy SystemOne a Control4, obojí od společnosti Siemens. Mají velmi dobře graficky zpracované vizualizace a vytvářejí ucelený systém domácí zábavy.

Tab. 1- Přehled vybraných systémů systémové instalace

<b>Systém</b>	<b>Výrobce</b>	<b>Otevřený/ Uzavřený</b>	<b>Decentralizovaný/ Centralizovaný</b>	<b>Software</b>	<b>Sběrnice</b>
<b>LOXONE</b>	Loxone group	Uzavřený/ Otevřený (KNX)	Centralizovaný (hybridní s KNX)	Loxone Config, ETS	LoxBUS, KNX, Loxone TREE
<b>KNX</b>	KNX Association	Otevřený	Decentralizovaný	ETS	KNX/EIB
<b>xComfort</b>	Eaton	Uzavřený	Decentralizovaný	MRF	RF, LAN
<b>Foxtrot</b>	Teco	Otevřený	Centralizovaný	Mosaic	CIB
<b>Ego-n</b>	ABB	Uzavřený	Centralizovaný	Ego-n asistent	
<b>Free@home</b>	ABB	Uzavřený	Decentralizovaný	Free@home-Smart home	
<b>iNels</b>	ELKO EP	Uzavřený	Centralizovaný	iDM	CIB, TCL2
<b>Logo!</b>	Siemens	Uzavřený	Centralizovaný	Soft Comfort	
<b>Synco living</b>	Siemens	Uzavřený	Centralizovaný	ACS790, ETS	KNX RF,KNX TP1
<b>SystemOne</b>	Siemens		Centralizovaný	ETS	KNX TP KNXnet, IP
<b>My Home</b>	Legrand	Uzavřený	Decentralizovaný	MyHome Suit	SCS
<b>Control4</b>	Control4	Otevřený	Centralizovaný	Composer	

### 3 Centralizované systémy

Centralizovaný systém má hlavní centrální řídicí jednotku, všechna data jsou ze snímačů posílána do řídicí jednotky. Tam jsou pak zaslána data vyhodnocena a dále se jimi řídí aktory podle naprogramování. Centrální jednotky obsahují analogové a digitální vstupy a výstupy a připojují se k nim i další rozšiřující moduly.

Tento systém má vysokou rychlost komunikace. Řídící jednotka dokáže přijímat telegramy jen od určitého počtu senzorů a je schopná ovládat pouze určitý počet aktorů. Při požadavcích na další rozšíření se většinou používá více takových centrálních jednotek, které mezi sebou komunikují.<sup>1</sup>

## **4 Decentralizované systémy**

Decentralizovaný systém oproti tomu hlavní řídicí jednotku nemá. Jednotlivé členy v sobě mají zabudované komunikační bloky a v nich spočívá celé řízení systému. Výhodou takového systému je jeho spolehlivost. V případě výpadku jednoho prvku není zbytek instalace nijak zasažen.

Rozvoj těchto systémů proběhl především v posledních desetiletích a to především díky vývoji výkonných procesorů. Komunikace probíhá tak, že pokud chce aktor odeslat telegram, musí vyčkat na volnou sběrnici. Pokud by chtěly vysílat dva aktory telegramy zároveň, rozhodne o přednosti priority, v případě stejné priority pak rozhoduje fyzická adresa. Ta se určuje podle umístění na sběrnici, kdy přednost dostává prvek s nižší hodnotou fyzické adresy.

Jak již bylo zmíněno, v decentralizovaném systému není použita centrální jednotka. Proto je použit navíc komunikační prvek, který umožňuje komunikaci celého systému s uživatelem prostřednictvím osobního počítače. Pro vizualizaci je potřeba zpravidla další prvek nebo nějaké nastavbové řešení, například již zmíněný Control4.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> BAUDYŠ, A. *INELS jako řídicí systém domovní elektroinstalace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 74 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora.

<sup>2</sup> BAUDYŠ, A. *INELS jako řídicí systém domovní elektroinstalace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 74 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora.

## **5 Otevřený/Uzavřený systém**

Systémové instalace se dělí na otevřené a uzavřené, neboli firemní systémy. Každé řešení má určité výhody a nevýhody.

### **5.1 Otevřené systémy**

Komunikační protokoly jsou dané standardem. Kompatibilní zařízení k systému si pak investor čili uživatel může vybrat od jakéhokoliv výrobce, který nabízí k příslušnému systému komponenty. Výhodou je, že lze vybírat komponenty z různých cenových hladin a uživatel je tedy nezávislý na výrobci. Nevýhodou je ale jejich vyšší pořizovací cena oproti systémům uzavřeným, proto pro menší aplikace, jako jsou byty a rodinné domy, nejsou běžné a volí se převážně systémy uzavřené.

### **5.2 Uzavřené systémy**

Uzavřené systémy naproti tomu pocházejí od jednoho výrobce. Komunikační protokol není veřejný, standardizovaný, a není tedy možné kombinovat zařízení od různých výrobců. Cenově se jedná o výhodnější variantu, nicméně investor zpravidla musí spolupracovat s firmou nebo jejich partnerem po celou životnost instalace, což mnohdy přináší své nevýhody. Typickou situací může být ukončení výroby a poté nastává problém s dalším rozšiřováním a se servisem.<sup>3</sup>

4

Tento typ systému používá například Ego-n, NikoBus, xComfort, Inels.

## **6 Sběrnice, protokoly**

Prvky mezi sebou komunikují prostřednictvím sběrnice, kterou tvoří kabel s různým počtem vodičů. Sběrnice může mít různé možnosti zapojení jednotlivých prvků.

---

<sup>3</sup> HOLUB, J. *Řízení osvětlení pomocí protokolu DALI v sběrnicovém systému KNX*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 57 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora.

<sup>4</sup> BAUDYŠ, A. *INELS jako řídicí systém domovní elektroinstalace*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 74 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora.



Použití sběrnic je nejjednodušší a nejpoužívanější přenos dat. Nevýhoda je nutnost instalace odpovídající kabeláže a nemožnost jednoduchého rozšíření bez stavebního zásahu.

Sběrnic je velké množství. Výrobci uzavřeného systému si vytváří i vlastní sběrnici. Níže jsou popsány především ty, které se týkají systému Loxone, či xComfort, tedy instalacím zvoleným pro řešení rodinného domu v této práci níže.

## **6.1 EIB/KNX**

Tuto sběrnici používá více než 100 výrobců po celém světě. Využívá ji zejména systém KNX. Jedná se o nejrozšířenější decentralizovaný systém v Evropě.

Komunikace probíhá po dvou vodičové sběrnici. Většinou se jedná o kabel YCYM 2x2x0.8 mm<sup>2</sup>. Jeden pár vodičů se využít pro sběrnici a druhý pár se nepřipojuje, nebo se používá pro aplikace využívající bezpečné malé napětí (SELV). Napájení jednotlivých připojených prvků je zajištěno taktéž sběrnici. Přenos dat probíhá s různou rychlostí, tj. 1.2, 2.4, 4.8, 9.6 nebo 32 kb/s, v závislosti na použitém komunikačním médiu. Například při použití krouceného páru je rychlost 9,6 kb/s, při silovém vedení je to pak 1,2 kb/s.

Adresace ve celé síti je až 65 536 zařízení. Síť se skládá ze tří úrovní, páteřní linie s patnácti hlavními liniemi, kdy na každou je možné připojit dalších patnáct linií. Na jednu linku lze připojit až 256 zařízení. Maximální velikost sítě (end-to-end network distance) je uváděna 1000 m. a maximální vzdálenost mezi sousedními zařízeními může být maximálně 700 m. Pokud se jedná o zařízení napájené po sběrnici, nesmí být připojeno dále než 350 m od zdroje napájení. Dva zdroje by od sebe měly být vzdáleny minimálně 200 m, přičemž v jedné linii mohou být maximálně dva zdroje. KNX používá software ETS.<sup>5</sup>

## **6.2 DALI**

DALI je sběrnice určená pro ovládání osvětlení a dnes je často používána především v komerčních a veřejných budovách. Není ale překvapením, když se objeví v rodinných domech.

---

<sup>5</sup> VOJÁČEK, A. *Sběrnice KNX pro řízení budov - 1.část*. In: Automatizace.hw.cz [online]. 2006 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006061001>

Jedním z takových případů je i projekt rodinného domu systému Loxone, kde je integrován systém DALI pro ovládání LED pásků a je zpracován níže.

V tomto případě se jedná o otevřený protokol, který byl vyvinut elektrotechnickou komisí IEC (International Electrotechnical Commission).

Standard DALI slučuje všechny předřadníky, transformátory, relé moduly nouzové výbavy do jednoho řídicího systému.<sup>6</sup>

Tento systém přináší mnoho výhod. Umožňuje uživateli automatické stmívání a vypínání svítidel podle intenzity venkovního osvětlení, nebo lze například skupiny svítidel v případě změny dispozice libovolně měnit.

Pro instalaci se používá kabel s 5 vodiči, 3 vodiče jsou určeny pro napájení a 2 slouží pro komunikaci. DALI pracuje v režimu master – slave. V síti DALI může být maximálně 64 master zařízení a 64 slave zařízení. Zapojení může mít libovolnou topologii, jen kruhová není dovolena. Systém se dá rozdělit do 16 skupin, se 16 scénami. Maximální délka sběrnice mezi prvky je 300 m. Přenosovou rychlost specifikuje norma na 1,2 kb/s.<sup>7 8</sup>

### **6.3 1-Wire**

Sběrnice 1-Wire, navržená firmou Dallas Semiconductor, nyní Maxim Integrated, umožňuje připojit několik zařízení k řídicí jednotce. Komunikace v systému probíhá v režimu master (server) – slave (klient). Existují dva způsoby připojení sběrnice. První případ je využití pouze dvou vodičů – zem a obousměrný signálový vodič. Jednotlivá zařízení se v tomto případě napájí ze signálového vodiče, takovému zapojení říká parazitní a jedná se o jednodušší variantu.

---

<sup>6</sup> NOVÁK, M. *Návrh řízení a regulace tepelného systému u RD s využitím systémové instalace LOXONE*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 67 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jiří Běcha.

<sup>7</sup> KUNC, Josef. *Výhody systémové instalace ABB i-bus®KNX/EIB při řízení osvětlení*. Elektro: Odborný časopis pro elektrotechniku. 2007, 2007

<sup>8</sup> VMlight. *DALI regulace*. 2 s.

Spolehlivější variantou je pak použití třívodičového zapojení, tj. zem, napájení, signál. Komunikace probíhá malou rychlostí 16,3 kb/s. Délka sběrnice při použití kvalitní kabeláže je uváděna 500 m. Doporučená topologie je hvězdicová, liniová, liniová s malými odbočkami a v omezené míře, i liniová s většími odbočkami. Podle zvolené topologie se poté mění doporučená délka vedení. Jako nejoptimálnější je z hlediska počtu připojených zařízení, délky a spolehlivosti použití liniové topologie. Většinou tato sběrnice nachází užití jako připojení teplotních senzorů, senzorů osvětlenosti, vlhkosti, CO<sub>2</sub>, kouře, pohybu atd.<sup>9 10</sup>

#### **6.4 Loxone Link a Loxone Tree**

Sběrnice Loxone Link je určena pro komunikace Miniserveru systému Loxone s rozšířeními, tzv. Extensionů. V jednom řešení je možné provozovat 30 Loxone Extension na 1 Loxone Miniserver. Je založena na CAN sběrnici, která se uplatňovala především v automobilovém průmyslu, ale rozšířila se i do průmyslové automatizace. Maximální přenosová rychlost sběrnice je 1 Mb/s při délce sběrnice cca 40 m. Při větších vzdálenostech komunikační rychlost rychle klesá. Maximální délka sběrnice je 500 m a zapojení prvků musí být přísně paralelní. Protokol sběrnice je vlastní, jiné zařízení se k ní tedy nemohou připojit. Sběrnice musí být u posledního zařízení zakončena 120 Ohm odporem. Pokud je zapojen pouze Miniserver bez Extensionů, sběrnice pak zakončena odporem nemusí. Řešení ovládání je napájeno 24 V síťovým zdrojem. Pro instalaci je doporučeno použít kabel CAT 7.<sup>11</sup>

Loxone Tree je sběrnice navržena pro usnadnění integrace periferií. Výrobce ji představil roku 2016 a slouží především pro připojení tlačítek, pohybových senzorů a termostatických hlavíc. Na jeden Tree Extension, který tvoří „kmen“, je možné připojit až 100 zařízení. Kabeláž je

---

<sup>9</sup> *Sběrnice 1-Wire™*. In: Vyvoj.hw.cz: profesionální elektronika [online]. 2004 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/navrh- obvodu/rozhrani/sbernice-1-wiretm.html>

<sup>10</sup> *1-wire snímače na I2C, přesnější měření teploty*. In: Raspi.cz [online]. 2012 [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <http://www.raspi.cz/2012/11/1-wire-snimace-na-i2c-presnejsi-mereni-teploty/>

<sup>11</sup> LOXONE – *Informace ke kabeláži* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/kabelaz/>

přítom flexibilitní jako větve stromu a tak je možné libovolně tahat kabeláž od zařízení k zařízení a dále ji větvit. To výrazně zvyšuje flexibilitu a také rychlost instalace.<sup>12</sup>

Je možné volit několik typů topologie- hvězda, linka, strom i sběrnice. Uváděná maximální délka jedné větve je 500 m. Sběrnice je čtyřvodičová a napájení je oddělené od datových vodičů. Pro realizaci kabeláže technologie Tree je výrobcem doporučeno použít kabel CAT7. Zeleno-bílý pár pro Tree a oranžovo-bílý pro napájení. Zbývající 2 páry kabelu pak slouží jako rezerva pro budoucí rozšíření. Stínění kabelu není třeba uzemňovat. Toto zapojení, kde jsou jednotlivé prvky napájené pomocí CAT7 kabelu, platí pouze pro nevýkonové prvky, jakou jsou Touch tree, Pohybový senzor tree a další. V případě zapojení světel je potřeba dodržet kabeláž, která odpovídá výkonu světel zapojených v daném okruhu.<sup>13</sup>

## **6.5 RS-232, RS-485**

Rozhraní RS232 se používá na vzdálenost maximálně 20 m, bez možnosti větvení. Komunikační rychlost dosahuje maximálně 115,2 kb/s. RS232 využívá pro přenos dat dva vodiče a dále obsahuje ještě další vodiče pro řízení toku dat, ale ne všechna zařízení toho využívají.<sup>14</sup>

Standard RS485 našel uplatnění především v průmyslovém prostředí. Komunikace probíhá po dvou vodičích, možná je i však varianta čtyřvodičová, kdy komunikace probíhá obousměrně a odpadá tak nutnost řízení směru signálu. K počtu vodičů patří ještě jeden společný vodič, zem, ale ne vždy se tento společný vodič využívá. Standardy RS-232 se od RS-485 liší především jinou definicí napěťových úrovní, nepřítomností modemových signálů, možností vytváření sběrnice sestávající až z 32 zařízení a možností komunikace na vzdálenost až 1200 m.

---

<sup>9</sup> LOXONE – *Loxone Tree* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/loxone-tree/>

<sup>13</sup> LOXONE – *Loxone Tree* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/loxone-tree/>

<sup>14</sup> HW SERVER. *Přenos dat po linkách RS485 a RS422*. [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/teorie-a-praxe/dokumentace/prenos-dat-po-linkach-rs485-a-rs422.html>

Přenosová rychlost až 200 kb/s, typicky se ale používá nižší rychlosti – 19,2 kb/s. U krátkých spojů, tj. do 10 m, může dosahovat až 10 Mb/s.<sup>15</sup>

Linka RS232 pracuje typicky s úrovněmi -12 V a + 12 V, zatímco u linky RS485 jsou rozdíly menší, typicky je rozdíl mezi vodiči 2 V. Mezi RS-232 a RS-485 lze použít jednoduchých převodníků úrovně. Možnou nevýhodou je, že není ve standardu specifikován konektor, a tedy ani jeho standardní zapojení. Z toho důvodu v praxi dochází k záměně signálů A a B. Podle normy má vodič A zápornější napětí než vodič B, v praxi tomu bývá občas naopak.<sup>16</sup>

## 6.6 Modbus

Modbus není přímo sběrnice, ale jedná se o otevřený protokol pro vzájemnou komunikaci různých zařízení na úrovni aplikační vrstvy ISO/OSI modelu. Umožňuje přenášet data po různých sítích a sběrnicích, tj. sériová linka, optické, rádiové sítě, síť Ethernet s využitím protokolu TCP/IP. V závislosti na použitém přenosovém médiu jsou také dány přenosové rychlosti a vzdálenosti. Komunikace funguje na principu master – slave předáváním datových zpráv.<sup>17</sup>

Nejvíce rozšířenou sběrnicí pro Modbus je sériová linka RS485. Této sběrnici využívá rozšiřující modul pro Modbus od Loxone. Protokol Modbus má dva vysílací režimy, Modbus RTU a Modbus ASCII. Zvolený režim určuje formát vysílaných dat. Všechny jednotky na jedné sběrnici musejí komunikovat ve stejném režimu a stejnou přenosovou rychlostí. Každá jednotka musí podporovat RTU, režim ASCII je dobrovolný.<sup>18</sup>

---

<sup>15</sup> ARDUINO8: Arduino, elektronika a vše okolo. *Lekce 35 - Arduino – komunikace přes RS485 až na vzdálenost 1200 m.* [online]. 2015 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.arduino8.cz/lekce-35-arduino-komunikace-pres-rs485-az-na-vzdalenost-1200m/>

<sup>16</sup> HW SERVER. *Přenos dat po linkách RS485 a RS422.* [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/teorie-a-praxe/dokumentace/prenos-dat-po-linkach-rs485-a-rs422.html>

<sup>17</sup> RONEŠOVÁ, Andrea. *Přehled protokolu MODBUS.* 2005. 20 s. [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~ronesova/bastl/files/modbus.pdf>

<sup>18</sup> RONEŠOVÁ, Andrea. *Přehled protokolu MODBUS.* 2005. 20 s. [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~ronesova/bastl/files/modbus.pdf>

Modbus čítač mohou obsahovat elektroměry, vodoměry a plynoměry a řídicí systém, tak můžeme mít informaci o spotřebě elektrické energie, vody a plynu. Dále pomocí Modbus komunikují topná a chladicí zařízení jako jsou fan-coily, tepelná čerpadla, kotle, rekuperační jednotky apod.

## **6.7 DMX (Digital Multiplex)**

Sběrnice DMX512 má velké využití například pro ovládání pódiových světel a světelných efektů. Jedná se o komunikaci digitální a díky svým vlastnostem nahrazuje nedostatky komunikace analogové.

Protokol DMX512 byl navržen v roce 1986 institutem USITT a vychází z již zmíněného průmyslového standardu RS-485. Vzhledem k používání tohoto standardu v průmyslu jsou technické prostředky připravené pro náročné podmínky. Maximální délka sběrnice je uváděna 1200 m při přenosové rychlosti 400 kb/s, avšak rychlost byla stanovena na 250 kb/s. Data jsou po sběrnici posílána sériově a označení DMX512 napovídá, že paket obsahuje maximálně 512 datových bytů. Po sběrnici se posílají pouze data bez adresy. Připojené zařízení má nastavenou vlastní adresu a v závislosti na této adrese přečte požadovaný počet bytů. Na sběrnici mohou mít dvě zařízení stejnou adresu, pak budou na povely reagovat společně. Z počtu adres vyplývá maximální počet kanálů na jednom DMX segmentu, a to 512. Sběrnice má liniovou topologii, zařízení musí být zakončeno terminátorem – rezistor o hodnotě 120  $\Omega$ .<sup>19</sup>

## **6.8 Bezdrátová komunikace**

Prvky mezi sebou nebo s centrální jednotkou komunikují bezdrátově pomocí rádiové komunikace, viz níže. Výhodou bezdrátové komunikace je snadná instalace bez nutnosti natahovat komunikační sběrnici a většího zásahu do stávající budovy, možná přemístitelnost ovládacího prvku, případně v budoucnu možnost rozšíření bez nutnosti stavebních úprav. Další výhodou je designové hledisko, jako je třeba přidělení bezdrátových senzorů na místa, kam by to s drátovou variantou nebylo možné, třeba i na skleněnou přičku, nebo rám obrazu. Nevýhodou takového řešení je potřeba měnit baterie v takových zařízeních a jistá další omezení

---

<sup>19</sup> SOH. *Protokol DMX512*. [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.soh.cz/podpora/teorie>

z toho plynoucí. Systém KNX využívá bezdrátovou sběrnici KNX RF. Komunikace probíhá na frekvenci 868,3 MHz. Na frekvenci 868,3 MHz komunikuje také systém xComfort, který je použit právě v přiloženém projektu. Podrobnější informace bezdrátové komunikaci jsou uvedeny v pokapitole s názvem Rádiové vlny kapitoly Eaton- xComfort. Ostatní výrobci mají podobné řešení, většinou s frekvencí okolo 868 MHz.

### **6.8.1.1 EnOcean**

EnOcean je bezdrátová samonapájecí technologie pracující také na frekvenci 868,3 MHz. Tento standard byl specifikován normou IEC 14543-3-10 v roce 2012. Technologie EnOcean se odlišuje od jiných bezdrátových technologií podobného užití, jako například ZigBee či Z-Wave, hlavně v principu získávání energie pro napájení. Baterii totiž obsahují jen komponenty s vyššími nároky na energii pro jejich pohon, například hlavice na otopná tělesa, jinak tato technologie energii získává z nepatrného pohybu, ze světla a z tepla. Využívá piezoelektrických měničů umístěných ve vypínačích, drobné solární buňky a Peltierovy články (teplotní rozdíl již 2 °C), proto většina zařízení EnOcean žádné externí napájení vůbec nepotřebuje a tak odpadá nevýhoda výměny baterie v bezdrátových prvcích.<sup>20</sup>

Komunikace funguje až na vzdálenost 700 m ve venkovním prostředí a 60 m uvnitř budov.

## **6.9 Powerline, optické vlákno, ethernet**

Komunikace po silovém vedení se často označuje jako powerline. Pomocí powerline adaptérů je snadné si doma rozšířit kabelové připojení k internetu pomocí stávajících rozvodů silového vedení. Pomocí powerline je umožněna i komunikace mezi systémovou instalací a domácími spotřebiči. Po silovém vedení umí komunikovat například systém KNX, ale vzhledem ke skutečnosti, že není dostatek prvků, které tuto možnost nabízejí, této možnosti příliš nevyužívá.

Komunikace po optickém kabelu se používá pro komunikaci na větší vzdálenosti. Není nutné používat opakovače. Optické vlákno má nízký útlum, dosahuje vysoké rychlosti přenosu dat a je odolné proti elektromagnetické interferenci. U systémové instalace je toto vhodný způsob přenosu dat mezi více řídicími jednotky v rozsáhlých areálech.

---

<sup>20</sup> Technology. *EnOcean* [online]. 2017 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://www.enocean.com/en/technology/>

Ethernového rozhraní se dnes často používá pro svoji jednoduchost a univerzálnost. Nejčastěji se používá pro připojení zařízení k místní síti a internetu. Dnes se již nevyužívá CCTV (analogový kamerový systém), ale IP kamery, které využívají ethernetového rozhraní pro datový přenos i pro vlastní napájení – POE (Power Over Ethernet). Pomocí tohoto rozhraní se pak většinou systém i programuje a připojuje k síti Ethernet, pro možnost vzdáleného dohledu a ovládání. Vzhledem k univerzálnosti a nízké ceně se kabely a konektory hojně využívají.<sup>21</sup>

## **7 Fyzická topologie**

Fyzickou topologií je myšleno, jakým způsobem jsou jednotlivá zařízení mezi sebou propojena. Dvě nejčastější používané topologie jsou sběrníková a hvězdicová.

### **7.1 Sběrníková topologie**

Sběrníková topologie (bus) je realizována pomocí jednoho souvislého úseku kabelu, na který se připojují ostatní zařízení pomocí spojek nebo odboček. Síť je zakončena pomocí terminátor(ů), které slouží k zabránění zpětnému odražení signálu. Informace je vyslána z jednoho zařízení ke všem zařízením současně, ale pouze adresát této informace může zpracovat.

Jedná se tedy o sériové zapojení. Výhodou této topologie je výrazná úspora kabeláže, která se odrazí v pořizovací ceně systému. V tomto případě se nejedná přímo ani tak o cenu kabelu jako o ocenění pracnosti umístění kabelu například do zdi, tj. zhotovení drážek. Nevýhoda této topologie ale nastane v situaci, kdy je kabel omylem přerušen nebo poškozen. Dalším faktem je, že v jeden okamžik lze poslat pouze jednu informaci, která nedorazí jen k zařízení, jemuž je určena, ale zachytí jej i všechny ostatní zařízení na sběrnici. Stejně tak zachytí ostatní zařízení i odpověď směrem k systému. Tento problém řeší adresa konkrétního zařízení. Pokud zařízení zachytí zprávu, která není právě jemu určená, bude ji ignorovat. Dalšími nevýhodami je

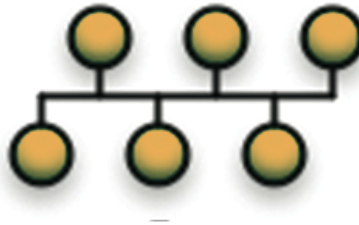
---

<sup>21</sup> NOVÁK, M. *Návrh řízení a regulace tepelného systému u RD s využitím systémové instalace LOXONE*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 67 s. Vedoucí DP Ing. Jiří Běcha.



omezená délka kabelu a počet stanic na něj připojených, malá přenosová rychlost a také výkon sítě klesá s připojováním dalších zařízení.

Od tohoto způsobu zapojení se v dnešní době upouští a je realizováno jen pro své malé náklady na realizaci a jednoduchost zapojení.



*Obr. 1 - Sběrníková topologie [autor]*

## **7.2 Hvězdicová topologie**

Tato topologie připomíná svým zapojením hvězdicu. U hvězdicové topologie (star) jsou všechna zařízení propojena přímo k systému. Odpadá tu tedy povinnost, aby data musela projít přes všechna zařízení. Výhodou tohoto přístupu je zachování funkčnosti všech ostatních zařízení, pokud je kabel k jednomu zařízení omylem přerušen nebo poškozen. Připojování nových zařízení je zde jednoduché. Výhodou této topologie je i snadné nastavení a snadné nalezení chyby a její oprava. Hlavní nevýhodou je nárůst kabeláže.



*Obr. 2 - Hvězdicová topologie [autor]*

## **7.3 Kruhová topologie**

Kruhová topologie (ring) je uspořádána tak, že jednotlivé stanice jsou navzájem propojeny a tvoří spolu uzavřený kruh. Data v této síti obíhají od vysílajícího zařízení přes všechna ostatní zařízení připojená v síti, ale mohou si je přečíst jen ty stanice, kterým jsou určena. Výhodou je, že nevznikají kolize, protože data putují jedním směrem. Každé zařízení funguje jako opakovač, který zesiluje signál a posílá ho dál.

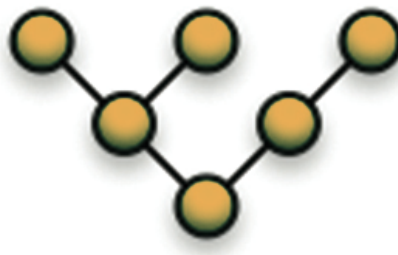
Realizace hvězdicové topologie vyjdou poměrně na malé náklady, čemuž přispívá i fakt, že síť netřeba ukončovat pomocí terminátorů. Pokud se ale poruší některé zařízení nebo se přeruší kabel, celá síť vypadne. V tomto případě je pak těžké najít a odstranit závadu. Navíc data musí projít přes všechny stanice, tudíž dochází ke zbytečnému zdržování přenosu. Pro připojení jednotlivých zařízení se používají přípojky a rozbočky a musí se odstavit celá síť.



*Obr. 3 - Kruhová topologie [autor]*

#### **7.4 Stromová topologie**

Stromové topologie (tree) vychází z hvězdicové topologie spojením aktivních prvků, které jsou v centrech jednotlivých hvězd. Nevýhodou může být nepřehlednost v případě špatného zpracování projektu. Jinak má tato topologie stejné výhody i nevýhody jako topologie hvězdicová, viz výše.

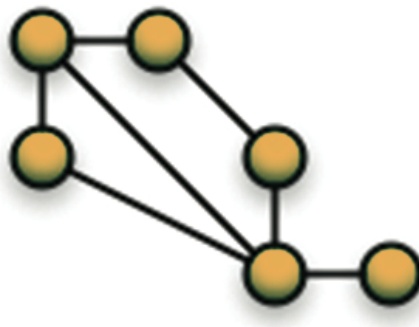


*Obr. 4 - Stromová topologie [autor]*

#### **7.5 Mesh topologie**

Mesh topologie nebo také síťová, smyčková, pletivová nebo úplná topologie. Jedná se o topologii, ve které je každé zařízení propojené s každým (full mesh), nebo může být použita alternativa, kdy se některé spoje vynechají (částečný mesh). Výhodou této topologie je velká

spolehlivost. Když některý spoj vypadne data si k cíli najdou jinou cestu. Tato topologie, se ale moc nerealizuje pomocí kabelů, využívá se jí spíše v bezdrátových sítích.<sup>22</sup>



*Obr. 5 - Mesh topologie [autor]*

---

<sup>22</sup> Počítačové síť. *Topologie sítí* [online]. [cit. 2018-04-13], Dostupné z: <http://pepa.zvonicek.info/inf/topologie.html>

## **8 Eaton- xComfort**

Protože hlavní náplní této práce je komparace RF inteligentního systému, xComfortu od společnosti Eaton, a sběrnicevého systému, v zastoupení společnosti Loxone Group, bude následující obsah práce věnován právě těmto dvěma.

Eaton Elektrotechnika s.r.o., výrobce přístrojů pro domovní a průmyslové elektroinstalace, přístrojů pro distribuci elektrické energie a záložních zdrojů patří od dubna roku 2008 do skupiny Eaton Corporation. Společnost vstoupila na český trh v roce 1993. V září 2009 změnila společnost v souvislosti s integrací do skupiny Eaton název z Moeller na Eaton Elektrotechnika s.r.o.<sup>23</sup>

xComfort je bezdrátový systém elektroinstalace pro dům či byt. Systém je možné použít pro úpravu stávajících rozvodů, nebo jejich rozšíření při rekonstrukci elektroinstalace nebo modernizaci bydlení, případně po vytvoření zcela nových rozvodů v novostavbách. Velkou výhodou systému je bez pochyby to, že není pro instalaci potřeba zvláštní kabeláže. Díky RF komunikaci nabízí xComfort relativně snadnou a rychlou montáž do každé stávající elektroinstalace za účelem její modernizace. V novostavbách se rozvody zhotoví stejně jako pro tzv. klasiku. Jen se použijí hlubší krabice (hl. 68 mm), do nichž se pod klasický vypínač či zásuvku 230 V namontuje RF přijímač-aktor. Není-li ještě známo, zda vůbec bude chytrá elektroinstalace zapotřebí, xComfort je možné si s takto provedenou přípravou pořídit kdykoliv v budoucnu.

Instalace nevyžaduje žádné speciální rozvody ani velký rozvaděč v porovnání s instalací sběrnicevou. Lze tedy začít s jednoduchými a praktickými funkcemi a později ji dle potřeby rozšířit. Aktory lze instalovat také přímo do svítidel nebo ke spotřebičům. Hlavice pro radiátory, prostorové termostaty a nástěnná tlačítka se používají také bezdrátové. Ovládání aktorů je možné také běžnými vypínači 230 V, které se zapojí na ovládací vstup aktoru. Tím se instalace velmi zlevní. Spotřeba kabelů je ještě menší, než u klasické instalace.

---

<sup>23</sup> Eatonelektrotechnika.cz. *Profil společnosti EATON* [online]. [cit. 2018-04-11], 17str. Dostupné z: <http://www.eatonelektrotechnika.cz/cz/eaton.html>

Aktory na základě zjištěných kvalit signálu informaci předávají dál na větší vzdálenosti a překážku, jako jsou např. kovové materiály či železobeton, snadno obejdou vzduchem - tzv. routing RF signálu. Pokud by komunikace vzduchem mohla být problematická, např. v rozsáhlých objektech, jako jsou bungalovy, malé penziony či hotely, do projektu se instalují RF ECI-LAN ethernet komunikační jednotky pro spolehlivou komunikaci po datovém kabelu LAN (Local Area Network). Jednotku ECI-LAN (Ethernet Communication Interface) lze využít v domech a v kancelářských budovách v případech, kdy jsou mezi patry nebo objekty problematické železobetonové zdi nebo stropy, kterými RF signál standardně neprostoupí. Přímá komunikace mezi bezdrátovými přístroji (aktory / senzory) by mohla být vlivem nedostatečného signálu ohrožena. V tomto případě je nutno zvolit routing po kabelu. Na obou místech se nainstalují rozhraní ECI-LAN, která jsou propojena ethernetovým kabelem do klasické datové sítě (adresace IPv4 nebo IPv6). Nejčastější se však ECI-LAN jednotky používají ve spolupráci s řídicí jednotkou Smart Manager, na které se navážou datové body RF prvků, které mají ve svém rádiovém dosahu. Kvalita signálu se pak neskenuje v celém projektu najednou, ale jen vždy mezi příslušným ECI a k nim napojenými RF přístroji. Obvyklý počet ECI jednotek pro dům ve spolupráci se Smart Managerem jsou dvě jednotky.

Komunikace mezi RF přístroji je obousměrná, bezdrátová probíhá na homologované frekvenci 868,3 MHz určené pouze pro budovy a pro zvýšení spolehlivosti vždy probíhá s potvrzováním dat mezi RF prvky. Komunikace je zabezpečena heslem.

Komunikace mezi vypínačem a konečným aktorem je přímá a probíhá bez řídicí jednotky, je tedy plně decentralizovaná. Pokud tedy selže hlavní jednotka, kterou je Smart Manager, Systém bude nadále fungovat. Toto je bez pochyb velká výhoda decentralizovaných systémů.

Nevýhodou je bez pochyb napájení, kdy pro chod systému je třeba baterií. Společnost Eaton udává životnost baterií až 10 let s tím, že vybití baterie na sebe samo upozorní uživatele a požádá o výměnu, samozřejmě životnost se odvíjí od zatížení jednotlivého prvku.

Tab. 2 – Sortiment systému xComfort<sup>24</sup>

RF Spínací aktory 230V	<b>Výstup 8 A (6 A):</b> Reléový kontakt 230 V AC. Zátěž: Odporová 8 A / 230 V (pro 2p provedení 6 A) a kapacitní (max. 400 VA). <b>Výstup 10 A, 16 A:</b> Hybridní spínání v nule proudu (polovodič + reléový kontakt 230 V AC). Zátěž: RLC i kombinovaná 10 A / 2300 W, 16 A / 3680 W
RF Smart stmívací aktory 230 V	<b>Výstup:</b> Fázové řízení na vzestupné a sestupné hraně. Autodetekce připojené zátěže. <b>Zátěž:</b> Stmívání všech typů RLC zátěží napájených 230 V - žárovky, stmívatelné LED žárovky a kompaktní zářivky. Nepotřebuje minimální zátěž, stmívání již od 0 W.
RF Smart stmívací aktory výkonové 230 V	<b>Výstup:</b> Fázové řízení na vzestupné a sestupné hraně. Autodetekce připojené zátěže. <b>Zátěž:</b> Stmívání všech typů RLC zátěží napájených 230 V - žárovky, stmívatelné LED žárovky a kompaktní zářivky. Nepotřebuje minimální zátěž, stmívání již od 0 W.
RF Roletové aktory 230 V	<b>Výstup:</b> Dva reléové kontakty s výstupem 230 V AC, el. blokováné. <b>Zátěž:</b> Odporová a motorické pohony (pro dva motory použijte dva aktory).
RF Analogové aktory 0-10V a 1-10V, max 20mA	<b>Výstup:</b> Analogový výstup 0/10 V, resp. 1-10 V řízený spolu s výstupním relé 8 A/230 V AC (pro zářivky max. 400 VA). Lineární / logaritmická charakteristika.
RF Přenosové zásuvky stmívací/ spínací 230 V	<b>Výstup:</b> Reléový kontakt / elektronický výstup 230 V AC. <b>Zátěž:</b> Odporová a kapacitní zátěž. Stmívač není určený pro stmívání indukční zátěže.
RF Routery 230V	Zvětšení dosahu RF signálu mezi senzorem a aktorem
RF Dálkový ovladač	Dálkový ovladač pro pohodlné ovládání všech funkcí (spínání,

<sup>24</sup> EATON. *Produkty Eaton. Výběr ze sortimentu.* 2017. 22 str.

	stmívání, rolety) s možností rozlišení dlouhého a krátkého stisku, vybavený LED signalizací, max. 12 kanálů
RF Pohybový detektor PIR 110°, dvojkanálový	<b>1. kanál:</b> Spínání osvětlení při detekci pohybu ve vzdálenosti max. 12 m, při úhlu snímání 110°. Spínání je závislé na intenzitě osvětlení, nastavitelné spolu s ostatními parametry na integrovaném DIP přepínači pod krytem přístroje. <b>2. kanál:</b> Spínání nezávislé na intenzitě osvětlení - je aktivní vždy při pohybu. Použití pro bezpečnostní funkci (např. pro Smart Manager nebo Room Manager). <b>Napájení:</b> 2x baterie AAA nebo externí napájecí zdroj do instalační krabice o 68 mm
RF Binární vstupy bateriové a 230V	<b>Vstupy:</b> 2x 230 V AC nebo 2x bezpotenciálový (pro CBEU). 1x230VACproCSAU,2x230VACproCDAU
RF nástěnná tlačítka	F 2-bodové tlačítko RF 4-bodové tlačítko RF 8-bodové tlačítko RF 2-bodové tlačítko LED RF 4-bodové tlačítko LED RF 8-bodové tlačítko LED <b>Napájení:</b> Baterie CBTZ-00/04 (CR2450)
RF Digitální termostat s dotykovým displejem	Termostat s dotykovým displejem se senzorem teploty a vlhkosti pro topení a chlazení. Použití rovněž pro regulaci podlahového el. vytápění na min. a max. teplotu. K termostatu lze připojit ext. senzor teploty (PT1000) např. pro zobrazení venkovní teploty nebo regulaci el. podlahového topení. <b>Napájení:</b> 2x baterie AAA
RF Teplotní vstup bateriový	<b>Vstupy:</b> 2x odporový teplotní vstup PT1000. <b>Napájení:</b> Baterie CBTZ-00/02 (CR2477N) - součástí dodávky.
RF Dvojité analogový vstup	<b>Vstupy:</b> 2x libovolný vstup 0/10 V DC, 0-20 mA, 4-20 mA nebo PT1000. Pro připojení senzoru použijte stíněný kabel (např. JYSTY 2 x 0,8 mm), délka max. 20 m. <b>apájení</b> Externí adaptér, 24 V DC.
RF Dvojité impulzní vstup	Dva impulzní vstupy (S0) pro vyhodnocení 3 f. spotřeby elektřiny, plynu a vody. <b>Napájení:</b> Externí adaptér, 24 V DC.

RF Senzor měření spotřeby el. energie	<p>Přímé měření spotřeby elektrické energie do 16 A/230 V AC (CEMU, CEMP), resp. nepřímé měření energie do 100 A (CEMU-01/03). Senzor měří i aktuální napětí, proud a činný výkon.</p> <p><b>Napájení:</b> Ze senzoru spotřeby 230 V AC.</p>
RF Room Manager	<p>Zobrazovací a řídicí jednotka pro bezdrátové řízení topení a chlazení, příp. klimatizace až pro 6 zón. Zobrazení reálného času, datumu, okamžité hodnoty a trendu venkovní teploty. RM poskytuje: 6 časových programů, 5 logických vazeb se dvěma proměnnými (AND, OR, &gt;, &lt;, =), 5 světelných scén, řízení simulace přítomnosti a pod. RM má integrovaný senzor teploty. Ovládání funkcí z menu pomocí dotykového kolečka a integrovaného 4-bodového tlačítka. Možnost připojit 10 bezpečnostních senzorů (PIR, okenní/dvevní kontakty), 5 senzorů pro detekci kouře/vody. <b>Napájení:</b> 230 V AC. Spotřeba 1,5 W, s podsvíceným displejem 3 W.</p>
RF Smart Manager	<p><b>Funkce:</b> Ovládání domácnosti ze smartphonů, tabletů, Smart TV a PC lokálně v domě a mimo dům. Takto lze ovládat osvětlení a spotřebiče, nastavovat parametry vytápění / chlazení, řídit zastínění a to i vzdáleně s připojením do internetu odkudkoliv. Smart Manager je nový typ řídicí jednotky xComfort, který umožňuje zónové řízení vytápění a chlazení v jednotlivých místnostech, vyhodnocení spotřeby energií, logické řízení domácnosti s časovými, bezpečnostními a jinými komfortními funkcemi. Je vybaven e-mailovou komunikací, SMS, sw umožňuje integraci IP kamer, makra, scény. Novinkou jsou notifikační zprávy pro iOS a Android zařízení při aktivaci alarmu nebo makra. <b>Software pro ovládání:</b> Pro zařízení iOS a OS Android je nutná aplikace Smart Home xComfort, která je zdarma ke stažení. Ovládání z ostatních smartphonů, tabletů, Smart TV a počítačů s jiným operačním systémem, lze použít běžný internetový prohlížeč. <b>Komunikace:</b> TCP/IP komunikace - připojení SM do internetu přes WiFi router. SM komunikuje bezdrátově až s 99 RF prvky v přímém dosahu, nebo i přes routing vzduchem. Pro rozšíření DB použijte ECI-LAN</p>



	<p>interface – každý rozšíří komunikaci o dalších 99 DB po datovém kabelu. Běžná instalace využívá 2 - 3 ECI jednotky. Max. 255 ECI v jednom projektu. <b>Systémové LED:</b> Kontrola napájení, komunikace v síti internet (spojení s Eaton serverem), komunikace RF, nové zprávy, kontrola baterií připojených senzorů. <b>Adresace:</b> DHCP – dynamická IP adresa. Připojení k Eaton serveru je poskytováno zdarma včetně IP kamer. Vzdálený přístup a programování přes webové rozhraní. <b>Napájení:</b> Z externího zdroje 5 V DC/2 A.</p>
<p>RF Ethernet komunikační interface- ECI-LAN</p>	<p>Komunikace RF systému po datovém kabelu LAN. <b>Komunikace:</b> Vzduchem nebo po datovém kabelu. ECI komunikuje až s 99 RF prvky v přímém dosahu nebo přes routing vzduchem. Propojení ECI do sítě umožní routing signálu po kabelu mezi RF komponenty. Max. 255 ECI v jednom projektu, max. 99 LAN routerových tras každého ECI. <b>Adresace:</b> Pevná IP adresa (lze změnit v MRF), IPv4 nebo IPv6. <b>Napájení:</b> Z napájecího zdroje 5 V DC nebo z routeru/switchu PoE.</p>
<p>Termoelektrická hlavice 230V pro ventil topení</p>	<p>Regulace radiátorů nebo ventilů podlahového topení. <b>Napájení:</b> 250 V AC / 1 W.</p>
<p>RF Multiaktor 12- kanálový pro podlahové vytápění</p>	<p>Multiaktor pro samostatné řízení topení a chlazení až 12 zón. <b>Výstupy:</b> 14x reléový kontakt 230 V pro 12 zón - ventily CHVZ-01/04. <b>Napájení:</b> 230 VAC.</p>
<p>Senzor intenzity osvětlení 0/10 V DC, IP54</p>	<p>Měření vnitřní a venkovní intenzity osvětlení podle nastaveného rozsahu 3-300, 30-3k, 300-30k, 600-60k lux. Pro začlenění do systému RF je potřeba použít analogový vstup 0/10 V DC (CAEE-02/01). <b>Výstup:</b> 0/10 V DC, lineární přepočít podle měřené veličiny. <b>Napájení:</b> 24 V DC (z analogového vstupu CAEE-02/01).</p>

Senzor kvality vzduchu 0/10 V DC,	Detekce širokého rozsahu plynů (včetně CO <sub>2</sub> ) a pachů (tělových vůní, kouře, čistících prostředků a pod.). Pro začlenění do systému RF je potřeba použít analogový vstup 0/10 VDC (CAEE-02/01) <b>Výstup:</b> 0/10 V DC, lineární přepočtení podle měřené veličiny. <b>Napájení:</b> max. 50 mA/24 V DC (z anal. vstupu CAEE-02/01)
Kombinovaný senzor vlhkosti a teploty 0/10 V DC, IP65 - venkovní	<b>1. senzor vlhkosti:</b> Měření relativní vlhkosti 5-95 %. Výstup 0/10 V DC. <b>2. senzor teploty:</b> Měření teploty -20 až +60 °C, PT1000. Pro začlenění do systému RF je potřeba použít analogový vstup 0/10 V DC (CAEE-02/01) <b>Výstup:</b> 0/10 V DC, lineární přepočtení podle měřené veličiny. <b>Napájení:</b> max. 50 mA/24 V DC (z analogového vstupu CAEE-02/01).
Senzor zaplavení bateriový	<b>Výstup:</b> Reléový kontakt (1 A/24 V DC), akustický alarm 85 dB. <b>Napájení:</b> 9 V baterie.
Senzor zaplavení bateriový- autonomní hlásič	<b>Výstup:</b> Tranzistorový výstup CSEZ-01/20, akustický alarm 85 dB. <b>Napájení:</b> 9 V baterie
Okenní kontakty pro nástěnnou a závrtnou montáž	<b>Výstup:</b> Spínací kontakt 0,5 A / 100 V DC.

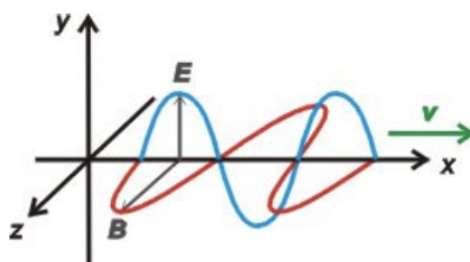
## 8.1 Komunikace

Kvůli požadavku na malou spotřebu energie a co nejnižší režijní náklady vznikly nové přenosové technologie, které využívají bezlicenční pásmo ISM (Industrial, Scientific and Medical). V Evropě je vyhrazené pásmo na 868MHz. Přestože toto pásmo nemá paušální poplatky, které se jinak za licencovaná pásma platí a musí tedy být promítnuta v ceně služby či zařízení, má svá omezení. ISM pásmo spadá pod regulaci správního orgánu, který spravuje RF spektrum v dané zemi. V České republice se o regulaci, nařízení, doporučení RF spektra stará ČTÚ (Český telekomunikační úřad).

Část spektra 868,7 – 869,2 MHz umožňuje každému jednotlivému koncovému zařízení v síti komunikovat maximálně 0,1% v jakékoliv hodině, tedy maximálně 3,6 sekund. Maximální vysílací výkon je 25 mW.<sup>25</sup>

### 8.1.1 Rádiové vlny

Elektromagnetické vlny jsou všude kolem, dokonce i projdou přes nás. představuje děj vzájemných přeměn elektrické a magnetické složky pole. Obě složky, elektrická, kterou představuje vektor intenzity elektrického pole  $E$ , a magnetická, kterou tvoří vektor magnetické indukce  $B$ , jsou neoddělitelně spjaty a vytvářejí jediné elektromagnetické pole. Tyto složky jsou na sebe navzájem kolmé a jsou kolmé na směr šíření vlnění. To znamená, že každé elektromagnetické vlnění je přímo úměrné vlnění. Na obrázku níže se elektromagnetická vlna šíří v kladném směru osy  $x$ , vektor intenzity elektrického pole se promítá do osy  $y$  a vektor magnetické indukce do osy  $z$ . Navíc platí, že u postupné vlny jsou oba vektory ve fázi – obě veličiny nabývají svých maximálních hodnot ve stejném okamžiku.<sup>26</sup>



Obr. 6 - Elektromagnetické vlnění<sup>27</sup>

Rádiové vlny používané v systému xComfort jsou také elektromagnetické vlny. Mezi další typy elektromagnetických vln patří technické vlny, tj. vlny nízkofrekvenční, mikrovlny, infračervené záření, viditelné světlo, ultrafialové záření, rentgenové záření a gama záření. Rozdíl mezi těmito uvedenými příklady spočívají v jejich frekvenci a vlnové délce. Rádiové vlny jsou vlny s

<sup>25</sup> ČTÚ. *Všeobecné oprávnění č. VO-R/10/05.2014-3.* [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: [https://www.ctu.cz/cs/download/oop/rok\\_2014/vo-r\\_10-05\\_2014-03.pdf](https://www.ctu.cz/cs/download/oop/rok_2014/vo-r_10-05_2014-03.pdf)

<sup>26</sup> GYMKREN.CZ. 24. *Elektromagnetické vlnění* [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: [http://www.gymkren.cz/text\\_old/Fyzika/f24.pdf](http://www.gymkren.cz/text_old/Fyzika/f24.pdf)

<sup>27</sup> GYMKREN.CZ. 24. *Elektromagnetické vlnění* [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: [http://www.gymkren.cz/text\\_old/Fyzika/f24.pdf](http://www.gymkren.cz/text_old/Fyzika/f24.pdf)

frekvencí mezi 10 kHz (kilohertz) až 300 GHz (gigahertz). Z hlediska fyziky, elektromagnetické vlny jsou kmity elektromagnetického pole rozptýlené ve sférickém vzoru. Značně se uplatňuje ohyb vlnění podél zemského povrchu, takže jejich příjem je možný i za velmi rozměrnými překážkami.

Následující rovnice definuje vztah mezi frekvencí ( $f$ ) a vlnové délky ( $\lambda$ ):<sup>28</sup>

$$c = \text{frekvence } (f) \times \text{vlnová délka } (\lambda)$$

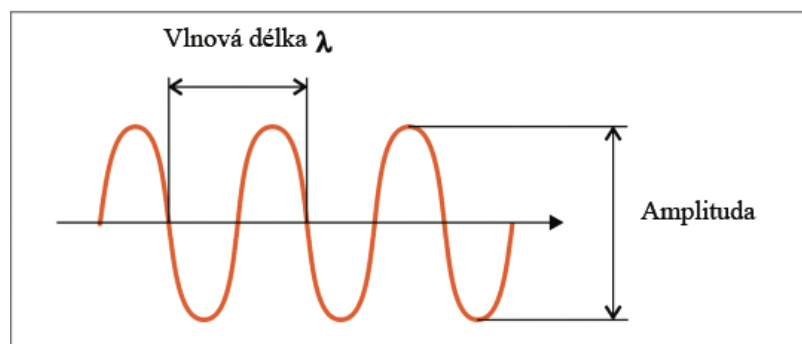
kde  $c$  je konstantní rychlost elektromagnetického vlnění, tj.  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

Protože xComfort využívá vlny s frekvencí 868,3 MHz, vlnová délka po dosazení do uvedeného vzorce je tedy 34,5 cm.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{868,3 \cdot 10^6}$$

$$\lambda = 0,0345 \text{ m} = 34,5 \text{ cm}$$

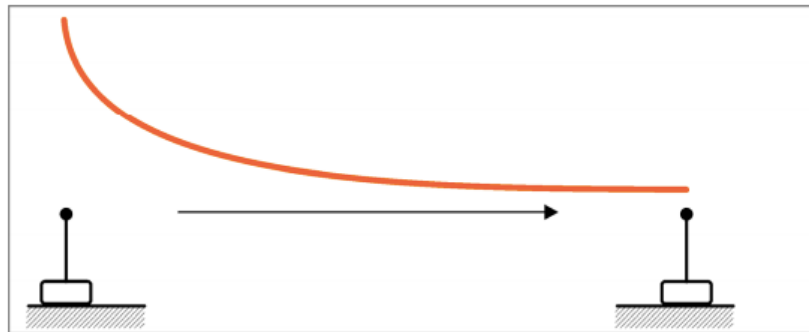


Obr. 7 - Vlnová délka a amplituda elektromagnetické vlny [autor]

---

<sup>28</sup> E-FYZIKA.CZ. *Fyzika-2.ročník*. [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://www.e-fyzika.cz/kapitoly/24-elektromagneticke-vlneni.pdf>

Jednou výhodou vyšších frekvencí je to, že signály mohou být přenášeny na delší vzdálenosti a s menší energií. Nicméně to je také skutečnost, že energie vln výrazně klesá se vzdáleností od vysílače a to s druhou mocninou. Dalo by se to přirovnat zvuku motoru auta, které se vzdaluje. To znamená, že už při velmi krátké vzdálenosti od vysílače je přenášén jen zlomek vysílaného signálu. Proto přijímače tohoto vlnění musí být velmi citlivé, aby tento slabý signál přijaly.



Obr. 8 - Signál v závislosti na vzdálenosti od vysílače k přijímači<sup>29</sup>

Existují i další důvody, proč je nesnadné rádiové vlny šířit. Mohou být oslabeny, odvráceny, otočeny nebo úplně uhašeny. Ale někdy jsou také zesíleny. Vědecké výrazy pro tyto jevy jsou absorpce, reflexe, polarizace a rušení.

#### **8.1.1.1 Absorpce**

Absorpce nastává, když rádiové vlny procházejí objekty. Zatímco některé vlny (světlo, ultrafialové a infračervené záření) nejsou schopné proniknout do pevných látek, jako jsou stěny, nábytek a jiné předměty, rádiové vlny tuto vlastnost mají. Nicméně ztrácejí část své energie jako výsledek absorpce v tomto procesu. Kolik energie je ztraceno závisí na tloušťce, konzistenci a hustotě objektu. Také vysoká vlhkost v materiálu vede k vyššímu poklesu energie.

#### **8.1.1.2 Reflexe**

Reflexe nastává, když rádiové vlny zasáhnou překážku z vodivého materiálu, v tomto případě to mohou být povrchy jako je konstrukční ocel, dveřní rámy a kovové dveře, tepelná izolace, aj. Vlny se odráží podle zákona odrazu vlnění. Při dopadu na hranu překážky se elektromagnetické vlnění šíří i za překážku do prostoru geometrického stínu, tzn. projevuje se jeho difrakce. To umožňuje zařazením za překážkou rádiové vlny přijímat.

---

<sup>29</sup> MOELLER BUILDING AUTOMATION. *The Moeller Studybook*, 45s. 2007

Někdy může být žádoucí udržet oblast úplně chráněnou před rádiovými vlnami. To se provádí stavěním stínění kolem oblasti, používá se například Faradayova klece obvykle z kovu. Pak není možné, aby zařízení za takovouto překážkou vlny přijímalo.

### **8.1.1.3 Polarizace**

Polarizace znamená že směr vektorů E a B se při šíření elektromagnetické vlny nemění, tj. vektory kmitají v rovinách, které jsou na sebe kolmé. Pak to tedy znamená, že vysílač vysílá rádiové vlny se specifickou rovinou oscilace. Přijímací anténa má také výhodnou oscilační rovinu. Jsou-li roviny přibližně stejné, je ideální citlivost pro přijímání signálů.

Povrchy z vodivého materiálu jen neodrážejí rádiové vlny, oni také mění jejich oscilační rovinu. Nejhorší případ nastává, pokud je oscilační rovina otočena o  $90^\circ$ , to potom znamená, že anténa už signál přijímat nebude.

### **8.1.1.4 Interference**

Dospějí-li do určitého místa dvě elektromagnetické vlny zároveň, pak spolu interferují. Když tomuto dojde, mohou se navzájem vyrušit.

### **8.1.1.5 Modulace**

Modulace je nelineární proces, kterým se mění charakter vhodného nosného signálu pomocí modulujícího signálu. Umožňuje přenášet informace na prvním místě. Rádiové vlny vytvářejí stabilní vysoký tón a pokud by byly naše uši dostatečně citlivé, slyšely by ho. Aby se přenos informací mohl uskutečnit, musí se signál nejprve modulovat. Znamená to měnit buď frekvenci rádiového signálu (frekvenční modulace), nebo jeho amplitudu (amplitudová modulace). Existuje několik variant každé z těchto dvou metod aplikací. Nejjednodušší variantou je jednoduše zapnout a vypnout signál v určitém rytmu, jedná se o amplitudovou modulaci. Radiový přijímač musí potom splňovat několik kritérií. Musí být schopný zpracovávat přijaté signály s velmi rozdílnými silami: silný signál v blízkosti vysílače nesmí způsobovat nadmodulování a zkreslení. Citlivost ale musí být dostatečně vysoká, aby umožnila hodnocení velmi slabých signálů při jeho větší vzdálenosti od vysílače.

### **8.1.2 Zabezpečení**

Společnost Eaton si chrání interní informace a proto nebylo možné dokonale proniknout dokonale do know-how a způsobu jejich komunikace. Toto jen přispívá k důvěryhodnosti k tomuto systému. Podařilo se však shromáždit pár informací o zabezpečení celého systému.

Systém plně podporuje použití de facto průmyslového standardu OpenSSL. Tento standard umožňuje použití nejpokročilejších kryptografických technik a algoritmů pro vytváření vysoce zabezpečeného síťového prostředí, proto je webové zabezpečení velmi dobré.

Mechanismus pro přihlášení do systému je chráněn proti útokům Brute Force implementací nejmodernějších technik v oboru. Systém také umožňuje, aby požadavky JSON-RPC a HTTP byly spojeny s předdefinovanými sadami oprávnění, čímž se zvýší ochrana proti vniknutí. Další bezpečnost zajišťuje STS (security token system). Bezpečnostní tokeny se používají pro ověření identity uživatele elektronickou cestou, používají se jako doplněk k ověření, že uživatel je tím, za koho se vydává. Token je tedy jakýsi elektronický klíč.

Zajištění pravosti a integrity nasazeného kódu je zásadní pro vytvoření integrovaného systému kybernetické bezpečnosti, což je důvod, proč systém poskytuje mechanismus digitálního podpisu pro podepisovací kód. Proces podepisování implementuje specifikaci algoritmu Digital Signature Algorithm (DSA). Bezpečné připojení mezi Smart Home Controller a Eaton Remote Server je založen na certifikátech SSL/ TLS (Secure Sockets Layer/ Transport Layer Security) a X.509 (SSL). Každý Smart Home Controller používá specifické certifikáty ze serveru Eaton Remote Server pro ověřování.

## **8.2 Instalace**

K instalaci je potřeba dodržet následujících podmínek. V rozvaděči je nutné zajistit odpovídající jištění s ochranou proti přepětí (kompletní kaskáda svodičů s hrubou a jemnou ochranou). Je třeba zajistit předepsané okolní podmínky a respektovat technické údaje uvedené v katalogu nebo montážních návodech, zejména parametry: stupeň krytí (IP20) pro vnitřní použití, stupeň znečištění, teplotu okolí o vlhkost (bez kondenzace), provozní teplotu (s ohledem na další tepelné zdroje oteplení), provozní napětí a frekvenci, nejvyšší přípustnou zátěž (správný typ zátěže), omezení výkonu vlivem vyšší teploty okolí.

### **8.3 Aplikace Eaton Home xComfort**

Při dodržení podmínky, použití řídicí jednotky RF Smart Manager, lze celou instalaci v domě dálkově ovládat pomocí smartphonu, tabletu, nebo počítače přes webové rozhraní.

Pro použití aplikace Eaton Home xComfort je potřeba několik komponentů. Jak už bylo výše zmíněno, jedná se v prvním případě o řídicí jednotku Eaton RF Smart Manager xComfort s internetovým připojením pro vzdálený přístup. Je možné se také připojit v rámci lokální sítě, nebo se přes internet připojovat k řídicí jednotce Smart Manager přímo, nikoli přes server Eaton. Doporučuje se ale v rámci bezpečnosti Eaton server využívat.

Aplikace Eaton Home xComfort je velmi intuitivní a pro uživatele velmi snadno pochopitelná a příjemná na ovládání. Funkce v aplikaci jsou nabízeny automaticky a závisejí na instalovaných zařízeních xComfort a jejich konfiguraci. Dostupnými funkcemi jsou regulace teplot, tj. ovládání vytápění a chlazení jednotlivých místností, vytváření scén včetně časového spouštění, ovládání zastínění, např. otevření a zavření žaluzií v závislosti na načasování, intenzitě světla a/nebo teplotě v místnosti, ukazuje obrazy z dohledových kamer, možnost zobrazení výroby a spotřeby energií v kWh, náklady, případně přepočet na CO<sub>2</sub>. Dále je možné použít ikonu se stavy a ovládání pro zobrazení otevřených oken v případě použití okenních kontaktů, nebo zobrazení ztlumení světel a jejich nastavení.

### **8.4 Software MRF**

Konfigurace projektů Smart Manager 2.x probíhá v softwaru MRF 2.56, nebo vyšší verzi. Software MRF 2.56 je dostupný i v Českém jazyce. Smart Manager lze předem nakonfigurovat včetně zón, názvů zařízení a funkcí.

Prvním krokem instalace je nalezení vhodného místa pro řídicí jednotku Smart Manageru. Musí se jednat o suché místo, bez dalších elektrických zařízení. Zařízení Smart Manager obsahuje interní anténu pro rádiový modul sítě xComfort, proto je třeba dát pozor na případné rušení ze strany dalších zařízení, například směrovačů WiFi. Uvádí se minimální vzdálenost větší než 0,5m. Protože Smart Manager obsahuje již zmíněnou interní anténu, není vhodné umístění ani do plechových rozvodnic. Smart Manager je tedy nejlépe pevně nainstalovat, či přišroubovat například na zeď.



Pro pevného připevnění Smart Manageru je třeba pomocí síťového kabelu připojit zařízení do domácí sítě. Následně k jednotce připojit i napájecí adaptér a zapnout napájení. V tento moment je už možné zařízení aktivovat. Nejdříve se tvoří topologie projektu, nejlepší je vložit grafiku na pozadí, použijeme například půdorys řešeného projektu a celkově se projekt zpřehlední. Poté se přidávají zařízení a to je možné buď manuálně- naskenováním čárového kódu či zadání kódu ručně, nebo software nabízí možnost hledat zapnutá zařízení bezdrátově. Po nakonfigurování nastavení zbývá jen vše importovat zpět do Smart Manageru a systém je zprovozněn.

Správu nastavení v softwaru MRF provádí technický pracovník, nicméně uživatel má možnost dodatečných změn manuálně, nebo prostřednictvím aplikace, proto není třeba volat a platit technického pracovníka při každé menší změně.

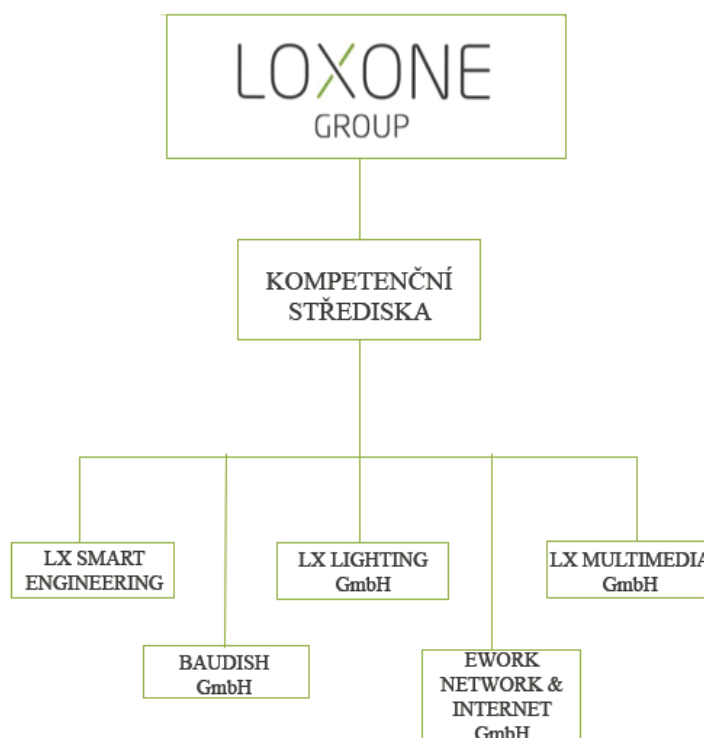
## **9 Loxone Group - Loxone**

Loxone Group je rakouská společnost založená v roce 2008, která vyvíjí svůj vlastní systém domácí automatizace Loxone. Jedná se o systém centralizovaný.

Hned v úvodu je třeba zmínit velký rozdíl od již zmíněného systému xComfort a tím je bez pochyby ovládání systému z hlediska uživatele. Zatímco xComfort nechává spoustu možností ovládání na uživateli, Loxone se soustředí spíše na autonomnost systému. Velmi používaným pojmem společnosti je tzv. autopilot. V Loxone odpadají tlačítka, nabízí tlačítko jednoho typu, samozřejmě v mnoha provedeních. Proto se uživatel vyhne polepování tlačítek štítky, aby se v domě vůbec vyznal. V tlačítku je navolených několik scén v pořadí dle využívání, které je možné upravovat pomocí aplikace a dále manuálně i stisky jmenovaného tlačítka. Nicméně pro zjednodušení ovládání se navrhuje pouze toto jedno tlačítko do místnosti, v případě místností jako je šatna či chodba se tlačítka úplně vynechávají a vše se řídí pomocí pohybových senzorů. Ty jsou navíc vybaveny senzorem osvětlení a tak se zbytečně neplýtvá energií.

Dalším velkým plusem je, že Loxone se zabývá i vývojem koncových prvků, to jsou například světla na bázi LED RGBW, které do realizací implementuje. Samozřejmě je možné použití i dalších výrobců, či dodavatelů. Tuto možnost uživatelé volí především z finančních důvodů. Pokud ale vezmeme v úvahu vlastnosti světel přímo od Loxone, zjistíme, že varianty světel ve stejné kvalitě vychází cenově srovnatelně. Dalším příkladem koncových prvků je nabídka audia. V mnoha případech realizací systému v rodinném domě se pro tuto možnost provádí

alespoň příprava. Multimédia se totiž dají využít i pro funkci alarmu, či spolupráce s intercomem.



Obr. 9 – Kompetenční střediska Loxone [autor]

## 9.1 Miniserver

Centrální jednotkou systému Loxone je Miniserver, který se umísťuje do rozvaděče. Tato jednotka disponuje ethernetovou zdírkou RJ-45 pro připojení k síti, slot na paměťovou kartu s programem, svorky sběrnice KNX a Loxone Link, napájecí svorky, vstupní a výstupní svorky. Rozšiřující moduly se připojují pomocí sběrnice LoxBUS k Miniserveru, které zvyšují počet vstupů a výstupů a přidávají další komunikační možnosti pomocí různých protokolů. Na jeden Miniserver lze připojit až 30 rozšiřujících modulů, což v součtu znamená až 498 vstupů a 372 výstupů. V případě potřeby je možné provozovat více Miniserverů a nastavit jejich vzájemnou komunikaci. Miniserver má procesor o taktu 400 MHz a 64 MB RAM paměti. Z toho je využito přibližně 10 MB pro běh operačního systému.<sup>30</sup>

---

<sup>30</sup> NOVÁK, M. *Návrh řízení a regulace tepelného systému u RD s využitím systémové instalace LOXONE*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 67 s. Vedoucí DP Ing. Jirí Běcha.

## **Parametry vstupů a výstupů:**

### **DI – Digital Input – digitální vstup**

24VDC

Minimální odezva: 3 ms

Maximální frekvence: 150 Hz

Přesnost:  $\pm 1$  Hz

Vstupní odpor: 10 k $\Omega$

Zatížení: max. 100 mA

### **DO – Digital Output – digitální výstup**

Relé – 5 A, 16 A, při větším zatížení nutno použít pomocné relé

### **AI – Analog Input – analogový vstup**

0–10 V s 10 bitovým rozlišením

Lze využít jako digitální vstupy až do 24 VDC

Vstupní odpor: 10 k $\Omega$

### **AO – Analog Output – analogový výstup**

- 0–10 VDC

Tab. 3- Přehled prvků Loxone<sup>31</sup>

Název	Funkce
Miniserver	8x DI, 8x DO, 4x AI, 4x AO
Extension	12x DI, 8x DO (5 A), 4x AI, 4x AO
Dimmer	8x DI, 4 stmívatelné kanály 230 V
Relay	14x DO (16 A)
AIR Base	128 bezdrátových zařízení Loxone
DMX	1x DMX výstup, až 128 DMX kanálů
EnOcean	1x EnOcean vysílač, až 128 EnOcean zařízení
1-Wire	1x 1-wire rozhraní, 20 senzorů, neomezený počet iButton
IR-Extension	1x IR rozhraní, 8 IR modulů, délka vodičů až 500 m
IR-Modul	2x vstup pro IR vysílač (3,5 mm vstup)
Modbus	1x Modbus RTU rozhraní, 32 zařízení, 253 senzorů
RS-232	1x RS232 rozhraní
RS-485	1x RS485 rozhraní
DALI	1x DALI rozhraní, 64 zařízení, 16 skupin
Tree extension	2 Tree větve, 50 zařízení na větev, délka větve 500 m
Internorm	Integrace Internorm I-tec větrání a stínění, 40 komponent
Fröling	Integrace ovládání kotlů Fröling
Intercom	Rozšíření o funkci video vrátného

I přes to, že se jedná o sběrniceový systém, nevyhneme se využití bezdrátových prvků. Jedním takovým případem je detektor kouře. Detektor kouře společnost Loxone nabízí v Air variantě a to z toho důvodu, že v Rakousku je normový požadavek na autonomnost tohoto senzoru, tudíž se vylučuje možnost použití kabeláže. Je tedy napájen bateriemi a komunikuje pomocí rádiových vln.

<sup>31</sup> NOVÁK, M. *Návrh řízení a regulace tepelného systému u RD s využitím systémové instalace LOXONE*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 67 s. Vedoucí DP Ing. Jiří Běcha.

## 9.2 Miniserver GO

System Loxone nabízí i druhý typ centrální jednotky, konkrétně Miniserver GO. Zvolením této varianty probíhá komunikace se senzory a aktory bezdrátově na frekvenci 868 MHz nebo 915 MHz, podle regionu. Výrobce propaguje tento systém především pro již hotové domy a také rekonstrukce, protože odpadá nutnost předělávat stávající elektrické rozvody. Pro lepší dosah je použita MESH technologie. K tomuto Miniserveru jsou používány bezdrátové prvky, které se stejně tak dají použít i ke klasickému Miniserveru určeného pro montáž do rozváděče. Na zmíněný modul se může připojit až 128 bezdrátových zařízení.

Jak již bylo zmíněno, Miniserver Go se používá především pro rekonstrukce rodinných domů. Není ale výjimkou použití této jednotky například pouze pro řízení žaluzií v domě, nebo v případě obsluhy bazénu pro Aquastar Air. Společnost Loxone spolupracuje s výrobcí motorů pro žaluziové pohony, které komunikují bezdrátově. Proto tyto výrobci jednotku využívají jako centrální software. V tomto případě se ale takovéto řízení nemůže považovat za inteligentní, protože nezohledňuje ostatní působící elementy, jako je například teplota místnosti či intenzita osvětlení.

Tab. 4- Přehled bezdrátových prvků Loxone<sup>32</sup>

Název	Funkce
Smart socket Air	Dálkově ovládaná zásuvka
Multi extension Air	12x DI, 8x DO, 1-Wire, RGBW/PWM výstup (1x RGB pásek nebo 3x jednobarevný pásek)
RGBW 24V Dimmer Air	4x LED stmívač - 50 W na kanál
Remote Air	Dálkové ovládání s 5 dotykovými tlačítky
IR control Air	IR přijímač a vysílač, 4x externí vysílací oko, 1x přijímací oko
Detektor kouře Air	Detektor kouře, optický a akustický alarm

<sup>32</sup> NOVÁK, M. *Návrh řízení a regulace tepelného systému u RD s využitím systémové instalace LOXONE*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 67 s. Vedoucí DP Ing. Jiří Běcha.

Senzor teploty a Vlhkosti Air	Měření teploty a vlhkosti, 2x DI
Touch Air	5 tlačítko, stavové LED, zpětná odezva při dotyku
Touch Pure Air	5 tlačítko, stavové LED, zpětná odezva při dotyku, LED podsvícení
Nano IO Air	2x DO, 6x DI, 24 VDC výstup (max. 1 W)
Nano Dimmer Air	1x stmívatelné výstup
Aquastar Air	6 cestný ventil pro bazén, 1x 1-wire
Hlavice Air	Hlavice na ventil otopného systému, senzor teploty
Geiger SolidLine Air	Trubkový motor pro stínící techniku
IR elektroměr Air	Vyčítání dat elektroměru přes IR
Okenní a dveřní senzor Air	Magnetický kontakt na dveře a okna
Pohybový senzor Air	Senzor pohybu, stavové LED – 2 barvy
Záplavový senzor Air	Senzor zaplavení, stavová LED
Okenní klika Air	Detekuje otevření, zavření, vyklopení okna. Zaznamená vibrace způsobené rozbitím okna.

Protože je v této práci porovnáván RF systém se systémem sběrníkovým, nebude Miniserver GO, pro tyto účely využit, ikdyž by se dal implementovat například pro řízení technologie bazénu, třeba při využití výše zmíněného Aquastaru Air.

### **9.3 Komunikace**

V chytrém domě od Loxone se, jak již bylo nastíněno, vše ovládá jedním centrálním zařízením – Loxone Miniserverem. Tento mozek celé instalace tvoří veškerou inteligenci a stará se o ovládání stínění, vytápění, alarm, audio a mnoho dalšího.

#### **9.3.1 Loxone Miniserver**

Jednotlivá zařízení v domě spolu nekomunikují přes internet, ale jsou spojena přes Loxone Miniserver. Hraje také důležitou roli při komunikaci doma nebo přes internet, protože se přímo k němu dá připojit mobilním telefonem. Loxone Miniserver ukládá citlivá data na vlastní SD (Secure Digital) kartu. Porovnávání a vyhodnocování dat v Cloudu, jako v ostatních systémech,

se tedy nekoná. Citlivé údaje jako počet obyvatel, přítomnost, obraz z kamer, stav zabezpečovacího zařízení a jiné tedy není nijak sdíleno.<sup>33</sup>

Za účelem modernizace rozhraní byla umožněna komunikace s klienty WebSocket, což je počítačový komunikační protokol, který poskytuje obousměrný komunikační kanál přes jediné TCP připojení. Protokol byl standardizován jako RFC 6455 v roce 2011. Vlastní TCP se zabývá proudy bajtů a ne vlastním konceptem zpráv.

Miniserver odpoví na každý příkaz, který obdrží, vrátí zprávu TextMessage jako potvrzení. Tato zpráva obsahuje příkaz, který obdržel, kód stavu HTTP jako indikátor úspěchu a hodnotu. Hodnota je informace, která byla vyžádána, nebo stav po provedení příkazu řízení - ale pozor, nejsou plně implementovány.

Hardwarové specifikace Miniserveru neumožňují plnohodnotné šifrování SSL, protože by se dostala centrální procesorová jednotka pod velké zatížení, což by se projevilo zpožděnými reakcemi na události. Aby bylo možné i nadále posílat data do Miniserveru bezpečným způsobem byla zavedena šifrování příkazů. Je možné použít "vizualizační heslo" pro ovládací prvky (nastavené v Loxone Config) a tato hesla jsou pak přidána do příkazů. Loxone také používá hašování, díky čemuž je prakticky nemožné rekonstruovat původní text zprávy.

Pro znalost aktuálních stavů všech snímačů a akčních členů připojených k Miniserveru je třeba povolit aktualizace stavu. Po odeslání tohoto příkazu do miniserveru klient obdrží velké počáteční tabulky událostí, které obsahují aktuální stav všech snímačů a akčních členů. Tyto informace je třeba uchovávat po dobu, kdy je připojení aktivní, protože Miniserver bude informovat pouze o změnách těchto stavů.

Zprávy odesílané službou Miniserver jsou vždy předcházeny binární zprávou obsahující tzv. Message-Header (záhlaví), takže nejdříve obdržíte binární záhlaví a poté Payload v samostatné zprávě. Payload lze obecně charakterizovat jako část přenášených dat, která signalizuje hlavní

---

<sup>33</sup> RANDL, M. *Ochrana soukromí- můj chytrý dům má data*. In: LOXONE.com [online]. 2016 [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/ochrana-soukromi-v-chytre-dome/>

účel přenosu. Jinými slovy obsahují informace, které definují to, k čemu přenášená data slouží. Message-Header se používá k odlišení toho, jaký druh dat se má poslat dál a jak velké bude zatížení. V některých případech Miniserver ještě nemusí rozpoznat, jak velké zatížení bude a v těchto případech pomocí Flag (příznaku) dává najevo, že velikost je odhadována. Jak již bylo řečeno, Message-Header je odeslán jako samostatný datový paket před přenosem celého Payloadu a proto je možné predikovat jak dlouho bude trvat přenos a odpověď.

### 9.3.1.1 Message-Header

Message-Header je 8-bytová binární zpráva. Vždy začíná 0x03 jako první bajt, druhý je bajt identifikace, který poskytuje informace o tom, jaký druh dat bude přijat. Třetí byte se používá pro informační flags (příznaky) a čtvrtý byte je rezerva a momentálně se nepoužívá. Poslední 4 bajty představují integer (celočíslný datový typ), který ukazuje, jak velký payload bude následovat.

Tab. 5- Příklad Message-Headeru <sup>34</sup>

1st Byte	2nd Byte	3rd Byte	4th Byte	5th Byte	6th Byte	7th Byte	8th Byte
0x03	Identifier	InfoFlags	rsvd (rezerva)	len	len	len	len

1. Bajt

0x03

2. Bajt= Identifikátor

8bitové celé číslo bez znaménka

Bajt identifikátoru se používá k rozlišování mezi různými druhy zpráv

---

<sup>34</sup> LOXONE – *Communicating with the Loxone Miniserver*. [online]. [cit. 2018-04-11], 17str. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/wp-content/uploads/sites/7/2016/09/loxone-api-communicating-with-the-miniserver.pdf?x47893>



Tab. 6- Tabulka identifikátorů<sup>35</sup>

Identifikátor	Typ zprávy
0	Textová zpráva
1	Binární soubor
2	Tabulka událostí- protokol s hodnotami
3	Tabulka událostí- textový protokol
4	Tabulka událostí- denní časovač
5	Out-Of-Service (mimo provoz) Indikátor - Žádná zpráva nebude Message-Header následovat, Miniserver následně ukončí připojení, později je možno se pokusit znovu připojit.
6	Keepalive (držet naživu) odpověď Keepalive odpověď (po odeslání "keepalive", bude Miniserver reagovat tímto identifikátorem - proto bude spojení zapnuté)
7	Tabulka událostí- protokol o počasí

3. Bajt Message-Headeru slouží k poskytnutí dodatečných informací o příchozích zprávách

Tab. 7- Tabulka 3.Bajtu<sup>36</sup>

1st Bit	2nd Bit	3rd Bit	4th Bit	5th Bit	6th Bit	7th Bit	8th Bit
Estimated (odhad)	rsvd	rsvd	rsvd	rsvd	rsvd	rsvd	rsvd

4. - 8. Byte: délka payloadu

<sup>35</sup> LOXONE – *Communitating with the Loxone Miniserver*. [online]. [cit. 2018-04-11], 17str. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/wp-content/uploads/sites/7/2016/09/loxone-api-communicating-with-the-miniserver.pdf?x47893>

<sup>36</sup> LOXONE – *Communitating with the Loxone Miniserver*. [online]. [cit. 2018-04-11], 17str. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/wp-content/uploads/sites/7/2016/09/loxone-api-communicating-with-the-miniserver.pdf?x47893>

## **9.4 Instalace**

K instalaci je potřeba opět dodržet následujících podmínek. V rozváděči je nutné zajistit odpovídající jištění s ochranou proti přepětí (kompletní kaskáda svodičů s hrubou a jemnou ochranou). Je třeba zajistit předepsané okolní podmínky a respektovat technické údaje uvedené v katalogu nebo montážních návodech, zejména parametry: stupeň krytí (IP20) pro vnitřní použití, stupeň znečištění, teplotu okolí o vlhkost (bez kondenzace), provozní teplotu (s ohledem na další tepelné zdroje oteplení), provozní napětí a frekvenci, nejvyšší přípustnou zátěž (správný typ zátěže), omezení výkonu vlivem vyšší teploty okolí.

Celou instalaci v domě lze opět dálkově ovládat pomocí smartphonu, tabletu, nebo počítače přes webové rozhraní.

## **9.5 Aplikace Loxone Smart Home App**

Aplikace je velmi snadná, přehledná a pro uživatele v příjemná na ovládání. Funkce v aplikaci jsou nabízeny automaticky. V aplikaci najdeme ovládání, stav a nastavení všech zařízení ve své domácnosti. V případě událostí ihned obdržíme oznámení. Ve srovnání s aplikací Eaton Home xComfort nabízí kromě běžných funkcí i nadstandardní. Níže je uveden výčet funkcí, které by bylo možné zakomponovat do řešeného projektu rodinného domu. Loxone Intercom například zašle upozornění do aplikace a ukáže návštěvu. Je možné s ní komunikovat a rovnou i otevřít dveře. Dokonce zaznamená fotografie všech, kdo u dveří zazvonili. Při integraci KEBA KeContact P20 Wallbox do chytrého domu od Loxone lze ovládat a monitorovat nabíjení elektromobilu. Díky aplikaci se dá ušetřit spousta práce kolem údržby a sledování bazénu. Lze nadefinovat časy filtru přímo v aplikaci. Pravidelně lze tedy kontrolovat teplotu a hladinu, ovládat kryt a jiné.<sup>37</sup>

Důležité je ale zmínit, že aplikace je jen doplňkem pro uživatele. V mnoha případech do aplikace nemusíme ani sáhnout, systém funguje sám a slouží spíše ke kontrole stavu domu. Sledujeme například zabezpečení, čidla, stav osvětlení a jiné.

---

<sup>37</sup> LOXONE. *Loxone Smart Home App* In: LOXONE.com [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/aplikace/>

## **9.6 Software Loxone Config**

Programování systému Loxone se provádí v softwaru Loxone Config. Tento software je přístupný zdarma a je pravidelně aktualizován. Práce s ním je lehká a intuitivní, bez pochyb je myšleno na jednoduchost použití a přehlednost.

Loxone Config se používá už v počátku projektu, při konzultaci s potencionálními klienty, se kterými se řeší jejich požadavky. Je třeba zmínit, že spousta funkcí v Configu je již předpřipravených. Jedná se například o volbu vytápění, ke které se v jednotlivých místnostech poté přiřadí potřebné komponenty. V případě zpracovaného projektu se autor setkal s jediným nedostatkem a to tím, že Config nenabízí volbu podlahového elektrického vytápění, i na toto je ale v současné době myšleno a jistě se do předvýběru způsobu vytápění tato možnost zařadí. Dále je velikou výhodou automatické počítání potřebného osvětlení vztažených k podlahové ploše. Také jsou k dispozici automaticky pohybové senzory, či předpřipravené komponenty jako jsou záplavové senzory v koupelnách či detektory kouře dle norem.

K jednoduchosti systému přispívají například funkce jako Drag & Drop nebo možnost automatického programování. Díky předpřipraveným funkčním blokům, nápovědě, zveřejněných postupům na internetu a online ukázkám použití zvládne základní věci programovat i uživatel. Existují dokonce i video ukázky. Uživatel jistě nezvládne oživit celou instalaci, ale po rychlém zaškolení je schopen měnit základní věci, jako je například chování tlačítek, a odpadne pak nutnost příjezdu technika, případně jeho vzdálené připojení k systému, kdy obě tyto možnosti jsou jistě zpoplatněny. Nově navíc Loxone Config nabízí i již zmíněné automatické programování, kdy se pro každou místnost vytvoří samostatná stránka, kde se automaticky naprogramují hlavní funkce chytrého domu. Všechny objekty, které lze jednoznačně rozeznat (Air a Tree zařízení), se automaticky připojí k příslušnému funkčnímu bloku. Digitální výstupy z kategorie stínění se nepřipojí, protože je nutné uživatelské rozhodnutí, kam se výstup nahoru/dolů připojí.<sup>38</sup>

---

<sup>38</sup> LOXONE. *Automatické programování* In: LOXONE.com [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/automaticke-programovani/>

Z Loxone Config je možné vyexportovat tabulku s cenovou nabídkou a připojení jednotlivých vstupů, či výstupů do jednotek a také jejich počet a typ, dále také počet zdrojů.

Společnost spíše nevytváří koncové půdorysy s umístěním jednotlivých komponentů, nemá typizované půdorysné značky, proto byly v projektu použity vlastní.

## **10 Projekt rodinného domu Slavkov u Brna**

Tato kapitola je věnována návrhu řešení chytré elektroinstalace xComfort, zástupce RF inteligentní instalace a návrh sběrnice instalace Loxone s využitím sběrnice Tree, jako alternativy k již realizované sběrnice instalaci řešené hvězdicovou topologií s využitím Loxone jednotek. Aby byl rozdíl v instalacích zřetelný, nebere v úvahu vývoj Miniserveru GO, RF komunikace systému Loxone. Zároveň pracuje s poskytnutým projektem, realizovaným v roce 2016, který je řešen dle požadavků investora.

Aby mohly být tyto systémy porovnány, nebere se v úvahu návrh multimédií, intercomu a kamerového zabezpečení. Společnost Loxone tyto možnosti nabízí a vzhledem k tomu, že komunikují jak s přístupovými funkcemi, tak s funkcemi bezpečnostními, jsou velmi žádaným produktem, nicméně společnost Eaton multimédia a intercom sice integrovat do systému dokáže, ale sama je nenabízí.

### **10.1 Rodinný dům Slavkov u Brna**

Pozemek pro rodinný dům se nachází v obci Slavkov u Brna.

Základní hmota domu vychází z členění na jednotlivé zóny a ze svažitosti pozemku, na pozemku je osazen bazén.

#### **10.1.1 Průvodní zpráva**

Dům lze dělit na dva základní objemy- dvoupodlažní část se vstupem, technickým zázemím a ložnicemi a část přízemí s hlavním obytným prostorem. Obě poloviny domu jsou výškově o půl patra, obývací část je tedy přístupná z mezipodesty schodiště. Pod touto částí je dále počítáno s částečným suterénem, který je vůči vstupnímu podlaží posunutý o půl patra. Výrazným prvkem je vykonzolidování horního ložnicového podlaží, které zastřešuje vjezd do garáže. Přístup na pozemek je uvažován ze západu, před domem je dostatečná plocha pro parkování vozů i pěší přístup k domu. V suterénu je samotný vstup do domu tvořený zádveřím a halou se schodištěm. Většinu půdorysu tohoto podlaží však tvoří dvojgaráž, technická místnost, dílna, sklad a samostatné WC. O půl poschodí níže se nachází pracovna. Horní podlaží nad suterénem je určeno pro soukromou zónu domu. Nachází se zde dva dětské pokoje, ložnice s šatnou, koupelna WC a šatna. Směrem na jižní hranici pozemku je navržena společenská část domu, přístupná z mezipodesty schodiště. Nachází se zde obývací pokoj, jídelna, kuchyň a spíž.

Dům je vybaven centrálním vysavačem, shozem na prádlo a elektrickými žaluziemi. Je vytápěn elektrickým podlahovým topením a elektrickými přímotopnými žebříky umístěnými v koupelnách. Dům má tepelné čerpadlo a rekuperační jednotku, VZT v koupelnách. Objekt je napojen na rozvody nn přípojčovým pilířem umístěným na jihovýchodním rohu pozemku. V domě jsou provedeny i rozvody slaboproudu. U příjezdové komunikace je směrem k jihu umístěna vodoměrná šachta a šachta na přečerpávání splaškových vod do kanalizačního řádu v komunikaci. Dešťové vody jsou likvidovány investorem vsakem.

Konstrukčně se jedná o zděný systém z keramických tvárnic se zateplením minerální vlnou. Stropy jsou monolitické. Střechy jsou ploché jednoplášťové, zateplené spádovou izolací z polystyrenu a odvodněné do střešních vpustí.

Zastavěná plocha: 231 m<sup>2</sup>

Užitná plocha (bez garáže): 219 m<sup>2</sup>

Užitná plocha garáže: 40,5 m<sup>2</sup>

Obestavěný prostor: 1315 m<sup>2</sup>

Plocha pozemku: 553 m<sup>2</sup>

### **10.1.2 Technická zpráva**

Projekt řeší silnoproudé, slaboproudé el. rozvody a technologie MaR pro novostavbu rodinného domu. Pro potřebu projektu je uvedena jen technická zpráva elektroinstalace a to s původní elektroinstalací systému Loxone bez použití Loxone sběrnice.

#### **10.1.2.1 Elektroinstalace původní**

#### **10.1.2.2 Základní technologické údaje**

Napěťová soustava : 3PEN ~ 50 Hz, 400/230 V, TN-C v síti NN

3NPE ~ 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S - za RH

Ochrana proti úrazu : základní : samočinným odpojením vadné části od zdroje v síti TN

: zvýšená : proudovými chrániči a ochranným dopl. pospojováním vodivých prvků s nejbližší vodivou konstrukcí, která je chráněna v silnoproudu

Měření el. energie : v rozvaděči ER

Způsob napojení : kabelem CYKY-J 4x16mm<sup>2</sup> z ER + CYKY-O 5x1,5 mm pro HDO

Jistič před elektroměrem: B/3/32A <sup>39</sup>

### **10.1.2.3 Energetická bilance**

Zásuvky	cca 5,0 kW
Osvětlení	cca 4,0 kW
Indukční deska	cca 7,0 kW
Kuchyňské spotřebiče	cca 8,0 kW
Ostatní – TČ, Bazén, atd.	cca 12,0 kW

### **10.1.2.4 El. připojení**

Rodinný dům je napojen kabelem CYKY-J 4x16mm<sup>2</sup> délky 12 metrů k hranici objektu v chrániče kopoflex 110 mm uložený v pískové loži a opatřenou výstražnou folií. Kabel vede z elektroměrového rozvaděče ER, kde je provedeno fakturační měření spotřeby el. energie do hlavního rozvaděče RH, který je umístěn v technické místnosti č.m 005. Souběžně s hlavním domovním přívodem je veden rezervní kabel CYKY-O 5x1.5mm<sup>2</sup> určený pro přenos signálu HDO. Elektroměrový rozvaděč je připraven pro osazení elektroměru pro přímé měření s jističem 25A.

### **10.1.2.5 El. rozvody**

Elektrické rozvody jsou provedeny kabely typu CYKY-J 3x2,5mm<sup>2</sup> uloženými v obvodových stěnách, příčkách, stropu v podhledech a v podlaze. Kabely jsou vedeny v ochranných elektroinstalačních trubkách. Množství a typy kabelů odpovídá požadavkům jednotlivých připojených elektro zařízení a technologií.

Spodní okraj zásuvek v prostoru kuchyňské linky je 130 cm nad podlahou, především však přednostně dle technologií umístěných v kuchyňské lince. V koupelnách jsou zásuvky umístěny 130 cm nad podlahou. Ostatní zásuvky jsou umístěny 30 cm nad podlahou. Vytápění objektu je realizováno tepelným čerpadlem, který je z hlediska elektro napojen do rozvaděče samostatně jištěným okruhem. <sup>17</sup>

---

<sup>39</sup> Technická zpráva. *RD ve Slavkově u Brna*. 2016

Dále jsou vyvedeny vývody do místa rozdělovačů ÚT pro ovládání el. ventilů. Topné medium je voda. V objektu je realizován venkovní bazén, jehož technologie je napojena z rozvaděče bazénu v místnosti č. 007 připojeného kabelem CYKY-J 5x4mm<sup>2</sup>.

#### **10.1.2.6 Osvětlení**

Kabely pro osvětlení jsou vedeny ve stropech nebo v podhledech. Elektrické rozvody pro světelné spotřebiče provedeny kabelem CYKY-J 3x1,5mm<sup>2</sup>. Dle požadavků investora je využito i snímačů pohybů.

#### **10.1.2.7 SLP Rozvody- datový a anténní rozvod**

Internetová přípojka je provedena. Datový rozvod, uvnitř objektu, je proveden vodiči F/FTP Cat.6a v trubce Supermonoflex 2020 pod omítkou. Od jednotlivých zásuvek je kabel sveden k patch panelu v datovém rozvaděči umístěném v místnost č. 005. Jednotlivé datové porty jsou do patch panelu zapojeny hvězdicovitě. V místnostech jsou instalovány dvouportové zásuvky RJ45. Ke každé dvouportové zásuvce jsou přivedeny dva datové kabely. Na obě rovné střechy a ke vstupní bráně je připravena kabeláž pro pozdější připojení technologií a to v rozsahu 6ks venkovního kabelu FTP na střechu (4ks vyšší střecha + 2ks nižší střecha) a 4ks venkovního kabelu FTP ke vstupní bráně. Pro anténní rozvod jsou založeny trubky PVC toy 16 pod omítku s koaxiálním kabelem. Na střechu a ke vstupní bráně je připravena kabeláž pro pozdější připojení technologií. Topologie koaxiálních kabelů je hvězdicová – tzn. ke každé televizní zásuvce je veden zvláštní kabel.<sup>40</sup>

#### **10.1.2.8 MaR- domácí automatizace**

Pro řízení osvětlení, stínící techniky, garážových vrat, VZT v koupelnách, WC aj., je v objektu navržen systém domácí automatizace.

#### **10.1.2.9 CCTV – kamerový systém**

Pro potřeby přehledu dění na pozemku jsou navrženy 5ks IP kamery s nočním viděním, které jsou zapojeny do patch panelu datových rozvodů. Záznam z kamer je nahráván na záznamovém zařízení. Na živý obraz z kamer, či uložený záznam je možno přistupovat z PC či aplikace pro smartphone se systémem iOS nebo Android.

---

<sup>40</sup> Technická zpráva. RD ve Slavkově u Brna. 2016



### **10.1.3 Rozvaděče**

Rozvaděč RH a RP jsou navrženy jako oceloplechová rozvodnice. Z rozváděčů je napojen celý objekt. V rozváděči RH je umístěn hlavní vypínač, předřazena dvoustupňová ochrana proti přepětím a ovládací prvky. Před rozvaděčem musí být minimálně prostorová rezerva 1m a bude zachována prostorová rezerva 20% pro budoucí možné rozšíření. Rozvaděč RH je umístěn v místnosti č. 005.

V rozvaděči je proveden přechod ze soustavy TN- C na soustavu TN-C-S. Hlavní bod pospojování je umístěn v rozvaděči RH a je propojen vodičem CY/CYA do hlavní ochranné přípojnice HOP. Přepětíové ochrany mají přípojovací vodiče s minimální impedancí (tzv. vodiče co nejkratší – max. 0,5m s vhodným průřezem) – dle ČSN 33 2000-5-54 ed.2 a ČSN 33 200-5-534. Část silnoproudá (230VAC, 400VAC) musí být prostorově oddělena od slaboproudé části (24VAC, 24VDC, 12VDC).<sup>41</sup>

#### **10.1.3.1 Jištění a dimenzování vodičů**

Typy, průřezy a jištění vodičů jsou provedeny v návaznosti na způsob provozování jednotlivých zařízení. Posuzování průřezu je provedeno ze všech hledisek požadovaných ČSN, z nichž nejvyšší požadavek vykazuje hledisko, aby výpočtové zatížení nebylo vyšší, nežli je trvalé proudové zatížení vodičů, stanovené se zřetelem k jejich dovolené provozní teplotě, způsobu uložení a druhu jištění. Je uvažováno i s úbytky napětí. K jištění vodičů jak proti přetížení, tak i proti zkratu jsou použity pojistky a jističe. Jistící prvky jsou provedeny tak, aby byla zajištěna selektivita jištění.<sup>42</sup>

#### **10.1.3.2 Uzemnění a pospojování**

Uzemňovací soustava je zhotovena páskem FeZn 30x4 mm<sup>2</sup> uloženým v základech objektu v hloubce minimálně 500 mm. Zemní odpor zemniče musí vyhovovat pro silová elektrická zařízení. Uzemňovací soustava je společná pro hromosvod a silová zařízení. Pro silová zařízení jsou připojena do ekvipotenciální přípojnice hlavního ochranného pospojování (HOP), umístěné poblíž rozvaděče RH. K přípojnici HOP je připojen vodič přívodu PEN. Kromě toho zde je připojen vodič CYA 16mm<sup>2</sup> zelenožlutý barvy, veškeré kovové energetické přívody a

---

<sup>41</sup> Technická zpráva. *RD ve Slavkově u Brna*. 2016

<sup>42</sup> Technická zpráva. *RD ve Slavkově u Brna*. 2016

ochranná svorka PE rozváděče RH, svodiče bleskových proudů a svodič přepětí. Od uzemňovací soustavy je k HR přiveden uzemňovací pásek FeZn 30x4mm<sup>2</sup>, který je připojen na HOP. V rámci hlavního pospojování je provedeno připojení veškerých kovových potrubí a konstrukcí k této přípojnici. Doplňkové pospojování v koupelně je provedeno spojením všech kovových částí vodičem CYA 4 mm<sup>2</sup>s nejbližší ochrannou svorkou PE. K MEB jsou připojeny všechny kovové části, včetně technologií umístěných na střeše, v garáži, atd. Dům je vybaven hlavní ochrannou přípojnicí v rozváděči ER připojenou na vývod celkového uzemnění stavby. S uzemňovací soustavou jsou propojeny vývody pro připojení svodů jímací soustavy, pro přizemnění HOP domu a uzlu vodiče PEN, pro připojení ocelových konstrukcí, dešťových svodů, svodičů přepětí, apod.<sup>43</sup>

## **10.2 Původní chytrá elektroinstalace**

Pro řízení osvětlení, stínící techniky, garážových vrat, VZT v koupelnách, WC aj., byl v objektu navržen systém domácí automatizace s využitím prvků společnosti Loxone. Komunikaci zajišťují kabely UTP, Cat 5a, což už v dnešní době není doporučena sběrníková kabeláž systému Loxone. Prvky systému byly umístěny centralizovaným způsobem v rozvaděčích RH a RP. Všechny kabely od výše jmenovaných technologií, vypínačů, senzorů, atd. byly vedeny hvězdicově do rozvaděče, v němž se napojily na řídicí systém. Nevyužívá tedy ani RF komunikaci, ani sběrníkový systém Loxone Tree, což vede k velkému nárůstu kabeláže v domě.

Ovládání systému bylo realizováno pomocí tlačítkových vypínačů, přednastavených programů či aplikací pro mobilní telefony se systémem Apple iOS či Android. Některé zásuvky 230 V (101-Lednice, 102-mrazák, Z33, Z34, Z35) byly spínány, zbytek byl proveden konvenčním způsobem a nebyly systémem domácí automatizace ovládány. V domě byl navrhnut systém multimédií a intercom.

---

<sup>43</sup> Technická zpráva. *RD ve Slavkově u Brna*. 2016

### 10.3 Úvod do návrhu řešení

Zprávy s popisem návrhu řešení systémů xComfort a Loxone jsou zpracovány dle vzorů společností, tak, jak je zpracovávají ony samy.

Zatímco zpráva od Eatonu je spíše technického rázu, ikdyž je zde i popis nabízených funkcí budoucímu uživateli, Loxone to pojímá celé spíše v orientaci na klienta a zároveň i jako jejich cenovou nabídku instalace. Pod níže uvedeným soupisem se uvádí již i nabídka ceny projektu.

### 10.4 Navržené řešení xComfort<sup>44</sup>

**Chytrá elektroinstalace EATON xComfort 868,3 MHz** [www.eaton.cz](http://www.eaton.cz)

#### 10.4.1 Přehled navržených funkcí

Chytrá jednotka Smart Manager zajišťuje komfortní, bezpečnostní, časové a ostatní logické funkce pro automatické řízení bytu. Jelikož se všemi prvky RF systému komunikuje bezdrátově, umožní uživateli bytu ještě před nastěhováním nebo kdykoliv v budoucnu zákaznickou změnu a snadné rozšíření systému bez sekání, prachu a špíny a nutnosti ukládání nových kabelových vedení. Prvky možného rozšíření jsou v nabídce označeny „volitelně“.

System v bytě udržuje příjemné klima dle různých požadavků uživatelů – tzv. zónová regulace vytápění. V každé místnosti lze individuálně zvolit požadovanou teplotu a čas zátopy dle přednastavených topných režimů. V pokojích je regulováno elektrické podlahové vytápění a v koupelně pak i spínání el. topných žebříků i v lením provozu. Návrh počítá rovněž s ovládním chladících jednotek.

System se postará o přepnutí ventilátoru na zvýšené otáčky v případě požadavku na rychlé provětrávání při zvýšené vlhkosti v koupelně nebo kuchyni, ručním sepnutím tlačítek v požadovaných místech, nebo automaticky. V případě dlouhodobého odchodu je byt provětrávám na základě nastaveného časového plánovače – na požadovaný čas nebo při zvýšené vlhkosti byt provětrá ve zvýšeném režimu.

---

<sup>44</sup> PÁVEK, J. *Popis řešení RF systém EATON xComfort*. 6str., 2017

Komfortní ovládání osvětlení a žaluzií prostřednictvím scén a centrálního tlačítka při odchodu včetně automatického řízení zastínění (čas a astrohodiny).

Vyhodnocení spotřeby všech energií (teplá a studená voda, elektro, náklady na vytápění přehledně v grafech).

Centrální tlačítka při odchodu automaticky aktivuje útlumový režim pro vytápění (teplota Standby/Noc), aktivuje automatiku pro zastínění žaluzií, centrálně zhasne osvětlení (volitelně také požadované spotřebiče) a aktivuje bezpečnostní funkce při otevření vstupních dveří (volitelně také při nežádoucím pohybu v bytě). Útlumový režim sníží celkové náklady na vytápění bytu.

Bezpečnostní funkce při požáru, příp. zaplavení, jsou vždy aktivní.

Ovládání všech funkcí je umožněno z chytrého telefonu nebo tabletu v bytě nebo vzdáleně mimo byt v rámci internetu odkudkoliv ze světa.

#### **10.4.2 Řízení vytápění**

Topné žebříky v koupelně jsou řízeny termoelektrickými hlavicemi 230V/1W. Jsou ovládané spínacími aktory, při požadavku tichého spínání stmívacími aktory – režim ZAP/VYP.

V obývacím pokoji spojeném s kuchyní a jídelnou, pracovně, ložnici a obou dětských pokojích jsou instalovány RF Pokojové termostaty pro topení/chlazení s vlhkoměrem a dotykovým displejem. Na externí vstup je připojen senzor venkovní teploty PT1000. Termostat vyhodnocuje a zobrazuje teplotu a vlhkost v místnosti, rovněž také venkovní teplotu. Při změně provozního režimu, času zátopy nebo uživatelské změny teploty na termostatu se hodnoty pro regulaci automaticky přenesou do Smart Manageru a obráceně. Displej nabízí dvě dotyková tlačítka - např. pro ovládání osvětlení prostřednictvím přednastavených světelných scén ve Smart Manageru, které lze prostřednictvím smartphonu uživatelsky konfigurovat. Integrovaný senzor intenzity může v nočním provozu řídit osvětlení místnosti a podsvícení displeje termostatu.

V koupelně předpokládáme řízení el. topné tyče žebříku v letním provozu. Řízení je aktorem se spínáním v nule proudu bez proudových nárazů a s měřením spotřeby el. energie. Spínání je

navrženo dle přítomnosti v bytě - vazba na centrální odchodové tlačítko, času a režimu Zima/Léto. V koupelně je opět umístěn termostat, který je vybaven senzorem intenzity a vlhkosti - pro monitorování vlhkosti a automatické spínání ventilátoru při překročení max. vlhkosti pro rychlé vyvětrání. Na dotykovém displeji lze sledovat provozní režimy vytápění, teplotu a vlhkost vzduchu. Při změně provozního režimu, času zátopu nebo požadované teploty se hodnoty pro regulaci automaticky změny v chytré jednotce Smart Manager a obráceně. Dvě dotyková tlačítka na displeji lze využít pro libovolné účely, např. ovládání ventilátoru či osvětlení, pokud jsou systémem ovládány.

V ostatních místnostech jsou instalovány RF Pokojové termostaty s ovládacím kolečkem (volitelně termostaty s měřením vlhkosti pro vyhodnocení zvýšené vlhkosti). Otočením kolečka v rozsahu +3 až -3°C na termostatu se upraví požadovaná teplota nastavená v aplikaci SMART HOME xComfort. Termostat je bezdrátový, v případě potřeby ho lze přemístit na jiné místo, např. když se změní rozmístění nábytku.

Veškeré hodnoty pro regulaci (teploty a vytápěcí časy) se pohodlně nastaví na smartphonu nebo tabletu (příp. z PC nebo SMART-TV) – doma ale i mimo byt.

Teplotní režimy Komfort, Ekonomický, Útlum a Ochrana mohou topit v režimu MANUAL (stejná teplota po celý den) nebo AUTO (přepínání topných režimů dle požadovaného času - počet topných změn v průběhu dne není omezen). Při zvolení režimu AUTO Uživatel, místnost topí na zvolenou teplotu a při první automatické změně v plánovači přejde zpět do režimu AUTO.

Volitelně vytápění fancoily – při regulaci se otevře elektroventil 24 V topné vody a otáčky ventilátoru se nastaví na max. hodnotu pro rychlý zátop. Po nastavené době se otáčky sníží tak, aby vytápění nebylo hlučné. Uživatel může kdykoliv měnit plynule otáčky ventilátoru z chytrého zařízení v rozsahu 0-100 % nebo v předvolených scénách, např. rychlý zátop - MAX, sledování TV - 70 %, četba - 50 %, spánek - VYP apod. Ovládání konvektorů je signálem 0/10V ze systému xComfort.

Dvě možnosti spínání vytápění – v požadovaný čas nebo s predikcí vytápění (Learning mód). V prvním případě se topení zapne až v požadovaný čas a pak se místnost začne postupně natápět. V módu učení (nezbytný je senzor venkovní teploty) bude v požadovaný čas místnost

na požadovanou teplotu již natopena - díky predikci vytápění dle venkovní teploty a setrvačnosti natápění místnosti se topení zapíná dřív a predikuje se nejvhodnější čas otevření ventilu.

V případě chlazení budou jednotky ovládány systémem xComfort obdobně jako vytápění.

V domě nebo i vzdáleně lze nastavit požadované teploty v jednotlivých místnostech a sledovat stav vytápění - nastavenou a skutečnou teplotu, rovněž uživatelskou korekci teploty na RF termostatu. Obdobně lze ovládat osvětlení a zastínění (volitelně také spotřebiče).

Centrální tlačítko při odchodu aktivuje jeden z útlumových režimů (teplota Ekonomická, Útlum, Ochrana). Takto se sníží náklady na vytápění bytu.

### **10.4.3 Ovládání osvětlení a spotřebičů**

Světelné okruhy jsou ovládané RF stmívacími aktory. Ovládání aktorů probíhá RF nástěnnými tlačítky, v místnostech 102 Obývací pokoj a 112 Ložnice Room Managerem, dále ze smartphonu, tabletu, Smart-TV nebo PC - lokálně, ve scénách při vstupu do místnosti, a také vzdáleně.

Stmívat je možné kromě běžných světelných zdrojů, jako jsou žárovky a halogenky také stmívatelné LED pásy 230 V. Pro LED je použit RF analogový aktor 0-10 VDC, napájení v AC, umístěný vždy u jednotlivých LED pásků. Vždy je třeba použít pro změnu intenzity LED pásků PWM driver, který je vybaven vstupem 0-10V pro externí ovládání. Na vstup se připojí RF analogový aktor 0-10V. Toto zapojení používá externí napájecí zdroj. Napájení pásků a PWM stmívače zajišťuje trafo 12VDC. Přes RF analogový aktor se plynule mění intenzita v celém rozsahu (0 V = VYP, 10V = svítí na 100% .... 5 V = 50 %). Pro RGB LED se použije jiná typ stmívače určený pro RGB pásy. Je třeba dát pozor na polaritu analogového aktoru 1-10V CAEE-01/02:

- DIM+ .... signál 1-10VDC
- DIM- .... signál zem
- AC/L ..... výstup LA (je spínáný interním relé se zatížením 8A)
- AC/N ..... výstup N

Aktory jsou umístěny v místnostech pod běžným vypínačem/tlačítkem, nebo v podhledu v rohu místnosti v instalační krabici. Volitelně lze použít další RF nástěnné tlačítko nebo RF dálkový ovládač. Vždy to jde také ze smartphonu nebo tabletu, PC příp. Smart-TV.

Pro ovládání světel a žaluzií v obývacím pokoji je navrženo ovládání pomocí přednastavených světelných scén, které je možné měnit.

Pro ovládání spotřebičů jsou instalovány spínací aktory 10 A, nebo 16 A, které jsou umístěny do hluboké krabice pod příslušnou zásuvku 230 V.

#### **10.4.4 Automatické řízení zastínění – letní a zimní režim**

Návrh zahrnuje řízení 3 motorických okruhů. Nabízí možnost automatického řízení žaluzií dle venkovní nebo vnitřní teploty, rovněž časově s použitím astrohodin- funkce ráno NAHORU dle časovače, večer DOLU např. 15 min. před západem slunce, nebo při rozsvícení v pokoji. Automatika je spuštěna při aktivaci odchodového tlačítka, při příchodu je vyřazena- režimy AUTO/MANU.

Ovládání žaluzií probíhá RF nástěnnými tlačítky, v místnostech 102 Obývací pokoj a 112 Ložnice Room Managerem, dále ze smartphonu, tabletu, Smart-TV nebo PC - lokálně, ve scénách při vstupu do místnosti, a také vzdáleně.

Je také připevněna povětrnostní automatika a senzor venkovní intenzity pro bezpečnostní zatažení/vytažení při nepřízní počasí. Integrace do systému je přes RF binární vstup. Při aktivaci povětrnostního senzoru žaluzie zajedou do bezpečnostní pozice a po dobu nepřízně počasí se zablokuje ovládání, aby se předešlo případným škodám.

#### **10.4.5 Bezpečnostní funkce ALARM**

Návrh zahrnuje detekci otevření vstupních dveří (volitelně sledování otevření oken nebo balkónových dveří).

Dále je navržena pohybu RF PIR senzorem. V režimu „Jsme pryč“ vybavuje alarm, v režimu „Jsme doma“ zapíná zvolená osvětlení.

Režimy zabezpečení: „Jsme doma“ (aktivní pouze dveřní kontakt- PIR senzor není aktivní), „Jsme pryč“ (vše aktivní) a „Vypnuto“ (nic není aktivní, jen PIR senzor zapíná osvětlení). Při aktivaci alarmu zašle systém informaci na smartphone uživatele (Email, SMS, Notifikační zpráva – Google a Apple). Dále rozsvícení světel a vytažení žaluzií, automatické vypnutí po nastavené době.

Je navržena trvalá 24 hodinová ochrana při požáru. Je instalován detektor kouře s připojením do RF systému a také detekce zaplavení.

#### **10.4.6 Vyhodnocení spotřeby elektro, vody a tepla**

Měření spotřeby požadovaných energií (SV, TV, teplo, elektřina) pomocí SO impulzních vstupů, připojených k měřičům s SO výstupem.

Vyhodnocení spotřeby energií ve sloupcových grafech (analýza za den, týden, měsíc, rok a také za aktuální nebo předešlé období). Zobrazení největších spotřeb v kruhovém diagramu.

Spotřeby jsou k dispozici rovněž jako hodnoty, které se navyšují dle aktuální spotřeby. Zobrazení údajů na smartphonu, tabletu, Smart-TV nebo PC- lokálně i vzdáleně. Administrátor může stáhnout a uložit historie dat do csv souboru pro další zpracování.

#### **10.4.7 Elektrorozvody pro chytrou elektroinstalaci xComfort**

Provedení kabeláže je stejné, jako pro tzv. klasickou elektroinstalaci. Smyčkování okruhů bude v krabicích KPR 68 pod vypínači. Koncové prvky (svítidla / zásuvky 230 V) se nepřipojují paprskovitě jako u sběrníkové instalace.

Není třeba instalovat velké oceloplechové rozváděče. Postačí běžná velikost plastového rozváděče typu KLV (48 TE). Koncové prvky budou decentralizovány v instalaci, minimum RF prvků bude instalováno v rozváděči.

Pro slaboproudé rozvody doporučeno použít KLV multimediální rozváděč, ve kterém může být umístěna chytrá jednotka RF Smart Manager a WiFi router.



## 10.5 Navržené řešení Loxone



### 10.5.1 Popis řešení Loxone <sup>45</sup>

V následujícím popisu naleznete technické nasazení systému Loxone pro chytrý dům. Popis obsahuje všechna základní nastavení a komponenty, které jsou doporučeny k realizaci chytrého domu od Loxone. Díky tomuto nastavení je možné ovládat osvětlení, stínění, topení, alarm a ještě mnohem více. Aplikaci pro ovládání Vašeho chytrého domu je možné stáhnout v Play Store nebo App Store.

### Chytré ovládání přes Loxone standard



Obr. 10 – Loxone tlačítko <sup>46</sup>

#### T3:

Klik = rozsvícení světla. Každým dalším kliknutím aktivujete další světelnou náladu.

Dvojklik:

---

<sup>45</sup> LOXONE, M. *Vzorová nabídka*. 2018. 11 s.

<sup>46</sup> LOXONE, M. *Vzorová nabídka*. 2018. 11 s.

- V místnosti se vypne osvětlení (příp. audio, pokud je v místnosti audiozóna).
- Stínění se přepne do automatického režimu, pokud bylo ovládáno manuálně.
- V případě vytápění v místnosti nad rámec programu v závislosti na přítomnosti, vypne vytápění.

Trojstiskem je možné přepnout do nočního režimu nebo režimu nepřítomnosti. Noční režim se aktivuje tlačítky v místnostech, kde se spí, odchod z domu a režim nepřítomnosti pomocí tlačítek v místnostech kudy se prochází.

#### Režim dobrou noc

- Vypne osvětlení v celém domě (příp. audio pokud je instalováno).
  - V případě vytápění v místnostech nad rámec programu v závislosti na přítomnosti, vypne vytápění.
  - Zastřežení domu bez pohybových senzorů, pouze obálku budovy se zpožděním.
- Režim nepřítomnosti
  - Vypne osvětlení v celém domě (příp. audio pokud je instalováno).
  - Pokud bylo stínění regulováno manuálně, přepne jej do automatického režimu.
  - V případě vytápění v místnostech nad rámec programu v závislosti na přítomnosti, přepne vytápění na úspornou teplotu.
  - Zastřežení domu vč. pohybových senzorů a obálky budovy se zpožděním.
  - Aktivuje režim Simulace přítomnosti.

#### **T1/T4:**

Chytrý dům řídí stínící techniku za Vás. Pokud ale chcete do stínící techniky zasáhnout. Ovládání je jednoduché – kliknutí na žaluziové tlačítko nahoru nebo dolů.

#### **T2/T5:**

Chytrý dům se Vám postará o příjemnou náladu v podobě domácího audia. T2 Klik = zapnutí/zesílit. Dvojklik = Další zdroj. T5 Klik = zeslabit, dvojklik = vypnutí.

#### **Chytré ovládání s Remote Air**

Díky dálkovému ovladači Loxone Remote je možné ovládat velké množství libovolných chytrých funkcí – osvětlení, stínění, audio, ... Tlačítka Vám na Vaše přání obsadíme libovolnými funkcemi. Remote Air je pořád při ruce a okamžitě připraven vykonat požadovanou funkci. Perfektně se hodí například pro ovládání garážových vrat, osvětlení nebo stínění.

## **10.5.2 Centrální funkce**

### **Noční režim**

Pomocí tlačítka v místnostech, kde se spí jednoduše přepneme kompletně celý dům do nočního režimu. Chytrý dům se bude i nadále starat sám o sebe a také o Vás, jen odlišným způsobem než ve dne. Při přepnutí do nočního režimu dům samostatně zastane celou řadu věcí, které by jinak musel udělat uživatel (zhasnou se světla v celém domě, zastřeží se obálka budovy, odpojí se definované spotřebiče, vypne se audio). V nočním režimu jsou například světla řízena odlišným způsobem než přes den. Oproti denní době bude rozsvíceno utlumené světlo, které je v noci příjemnější pro oči, než standardní denní osvětlení. Režim je možné aktivovat/deaktivovat také tlačítkem z aplikace.

### **Zvonek**

Při zazvonění se rozblíkají světla v místnostech, kde se tráví nejvíce času a pokud by v těchto místnostech bylo navrženo domácí audio, bude používáno k vyzvánění. V případě nočního režimu, nebude audio při použití zvonku používáno, nebo například pokud budou děti spát, místo zvonění mohou pouze diskrétně zablíkat světla.

### **Ochrana před mrazem**

Pokud bude venkovní teplota pod 1°C a zároveň začne pršet nebo sněžit, automaticky se aktivuje ochrana před mrazem a stínění se zastaví v aktuální pozici, aby nedošlo k jeho poškození.

### **Režim oslava**

V případě větší návštěvy nebo oslavy pomocí přepínače v aplikaci je možné zapnout režim oslava. V místnostech, kde se zdržují lidé bude teplota utlumena.

### **Odchod z domu**

Na odchodovém tlačítku je možné přepnout kompletně celý dům do režimu nepřítomnosti. Aktivací režimu se pozhasínají světla, která ještě svítí, vypne se audio v místnostech, kde ještě hraje, přepne stínění zpět na automatický režim pokud bylo ovládáno manuálně, v případě že je v některých místnostech vytápěno nad rámec programu v závislosti na přítomnosti, přepne vytápění na úspornou teplotu, odpojí definované spotřebiče na spínaných zásuvkách, a automaticky zastřeží celý objekt vč. pohybových senzorů. Zároveň se automaticky aktivuje funkce Simulace přítomnosti.

### **Simulace přítomnosti**

Simulace přítomnosti se používá v době nepřítomnosti v domě. Pokud je uživatel například na dovolené, světla jsou ve večerních hodinách vypnutá. To může být znamení pro nezvané hosty, kteří mohou násilně navštívit Váš dům. Simulace přítomnosti může simulovat přítomnost v domě a nikdo si přitom nevšimne, že právě není nikdo doma.

### **Příchod domu**

Pomocí klávesnice se celý dům odstřeží a zároveň v kombinaci s elektrickým zámek také odemkne, ať už kódem nebo NFC čipem. Zároveň se také probudí celý dům.

### **Monitorování oken a dveří**

Chytrý dům neustále hlídá sám sebe a neustále má o všem přehled. Uživatel se jednoduše pomocí aplikace může přesvědčit, že všechna okna i dveře jsou zavřené, stejně tak když uživatel odjede na dovolenou, může se cestou na letiště ubezpečit, že je vše v domě zavřeno.

### **Alarm**

Alarm je součástí každé standardní instalace. Alarm má tři fáze:

1. fáze - upozornění - upozornění prostřednictvím notifikace v aplikaci,
2. fáze - akustický alarm - k upozornění se přidá ještě akustika (audio, domácí siréna nebo venkovní siréna)
3. fáze - optický alarm - k upozornění a akustickému alarmu se přidá ještě osvětlení, tak že se rozblíká světla v celém domě, zároveň se vytáhne stínění, tak aby do domu bylo vidět

### **Požární centrála a centrála úniku vody**

Systém Loxone neustále sleduje teplotu v jednotlivých místnostech a přítomnost kouře. Ve chvíli kdy začne hořet, vytáhne stínění, tak aby bylo možné z domu bezpečně odejít a zároveň rozblíká světla, aby upozornil na nestandardní situaci v domě. Zároveň i sleduje, jestli někde v domě nepraskla voda. Ve chvíli, kdy k úniku vody dojde, rozblíká světla v místnosti, kde k úniku dochází, zároveň je možné k doplnění upozornění použít audio a výstražný tón, pokud je audio instalováno. V objektu budou použity kouřové senzory Air.

### **Předpověď počasí**

Předpověď počasí na tři dny dopředu.

## **Rekuperace**

Většina rekuperačních zařízení má již integrovaný snímač hodnoty CO<sub>2</sub> na odtah vzduchu z jednotlivých místností,

V ten moment není potřeba připojovat snímače CO<sub>2</sub> na straně Loxone, ale využívat hodnoty, které si načítá přímo rekuperační jednotka.

V případě, že se jedná o jednotku, která s Loxone komunikuje skrze nějaký protokol (např. Modbus) je možné si tuto hodnotu načíst i přímo do Loxone a pracovat s ní.

V případě, že není možné data z rekuperace vyčítat, dávají se standardně dvě čidla do nejvíce exponovaných místností (Obývací pokoj, hlavní ložnice). Více snímačů nemá ve většině případů význam, špatně se pak s daty pracuje a musely by se průměrovat nebo určovat max. hodnotu a na základě té pracovat se stupni ventilace.

Rekuperace standardně v naší přítomnosti běží v režimu přítomnosti, kdy má za daný čas vyměnit určité množství vzduchu, v momentě kdy je vyšší hodnota CO<sub>2</sub>, spustí se na čas intenzivnější ventilace a následně se vrátí zpět na předchozí stupeň ventilace. Takže se jedná o neustálý proces.

### **10.5.3 Rozpis funkcí**



#### **001, 002 Vstupní předsíň a chodba**

##### **Ovládání**

1x Loxone tlačítko - jako odchodové tlačítko



##### **Osvětlení**

Inteligentní ovládání

1 Stmívaný okruh- 5ks Příložený Led Spot RGBW Tree

Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



##### **Vytápění:**

Inteligentní regulace pokojové teploty:

El.podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze

Teplotu možné nastavovat individuálně pro regulované místnosti. Přes vizualizaci lze měnit komfortní teplotu a také časy vytápění individuálně.



Díky okenním kontaktům ví chytrý dům o otevřeném okně a automaticky sníží cílovou teplotu v místnosti

**Ostatní:**

1x Detektor kouře Air



**003, 004 Prádelna a WC**

**Ovládání**

1x Loxone tlačítko

**Osvětlení**

Inteligentní ovládání



2x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree

Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



**Vytápění:**

Inteligentní regulace pokojové teploty:

El.podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze



**Ostatní:**

2x spínaný okruh pro automatické ovládání ventilátoru- spouštění ventilátoru přítomností v místnosti nebo vysokou vlhkostí

1x záplavový senzor

1x detektor kouře Air

**005 Dílna**



**Ovládání**

1x Loxone tlačítko

**Osvětlení**

Inteligentní ovládání



1x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree

Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



### **Vytápění:**

Inteligentní regulace pokojové teploty:

El.podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze

1ks el. žebřík ovládaný spínaným zásuvkovým obvodem (nebo použití SmartSocket Air typ E)



### **Ostatní:**

1x spínaný okruh pro automatické ovládání ventilátoru- spouštění ventilátoru přítomností v místnosti nebo vysokou vlhkostí

1x Detektor kouře Air

## **006 Pracovna**



### **Ovládání**

1x Loxone tlačítko



### **Osvětlení**

Inteligentní ovládání

1x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree

Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



### **Vytápění:**

Inteligentní regulace pokojové teploty:

El.podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze



### **Ostatní:**

1x Detektor kouře Air

## **007 Garáž**



### **Ovládání**

1x Loxone tlačítko

1x Loxone Remote Air pro ovládání garážových vrat a brány



### Osvětlení

Inteligentní ovládání

1x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree  
Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



### Ostatní:

Ovládání garážových vrat prostřednictvím aplikace nebo dálkově prostřednictvím ovladače Loxone Remote.

1x Detektor kouře Air

## 101 Schodiště



### Osvětlení

Inteligentní ovládání

1x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree  
Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



### Stínící technika

Inteligentní automatizace:

1x žaluzie

Stínící technika se řídí automaticky na základě vnitřní teploty a polohy Slunce. Manuální ovládání je možné centrálně přes Loxone tlačítko. Aby nedošlo ke zničení žaluzií, dojde při silném větru k jejich ochraně jízdou do bezpečnostní pozice. Každou žaluzii lze ovládat zvlášť přes vizualizaci.

## 102 Obývací pokoj



### Ovládání

1x Loxone tlačítko



### Osvětlení

Inteligentní ovládání

4x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree,  
RGBW Dimmer Tree, 5m RGBW LED pásy IP20  
Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a





přítomnosti.

#### **Vytápění:**

Inteligentní regulace pokojové teploty:

El. podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze



#### **Stínící technika**

Inteligentní automatizace:

3x žaluzie

Stínící technika se řídí automaticky na základě vnitřní teploty a polohy Slunce. Manuální ovládání je možné centrálně přes Loxone tlačítko. Aby nedošlo ke zničení žaluzií, dojde při silném větru k jejich ochránění jízdou do bezpečnostní pozice. Každou žaluzii lze ovládat zvlášť přes vizualizaci. Při otevření dveří na terasu bude stínění na dveřích vytaženo a zablokován automatický režim.



#### **Ostatní:**

1x Detektor kouře Air

1x Smart Socket Air Typ E

### **103, 104 Kuchyň a jídelna**



#### **Ovládání**

1x Loxone tlačítko, 1x Loxone Touch Surface Tree

#### **Osvětlení**

Inteligentní ovládání

8x Stmívaný okruh- Příložný Led Spot RGBW Tree, RGBW Dimmer Tree, 5m RGBW LED pásky IP20

Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



#### **Vytápění:**

Inteligentní regulace pokojové teploty:

El. podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze





### **Stínící technika**

Inteligentní automatizace:

3x žaluzie

Stínící technika se řídí automaticky na základě vnitřní teploty a polohy Slunce. Manuální ovládání je možné centrálně přes Loxone tlačítko. Aby nedošlo ke zničení žaluzií, dojde při silném větru k jejich ochránění jízdou do bezpečnostní pozice. Každou žaluzii lze ovládat zvlášť přes vizualizaci. Při otevření dveří na terasu bude stínění na dveřích vytaženo a zablokován automatický režim.



### **Ostatní:**

1x Detektor kouře Air

1x Záplavový senzor

## **105 Spíž**

### **Osvětlení**



Inteligentní ovládání

4x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree

Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



### **Vytápění:**

Inteligentní regulace pokojové teploty:

El.podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze



### **Stínící technika**

Inteligentní automatizace:

1x žaluzie

Stínící technika se řídí automaticky na základě vnitřní teploty a polohy Slunce. Manuální ovládání je možné centrálně přes Loxone tlačítko. Aby nedošlo ke zničení žaluzií, dojde při silném větru k jejich ochránění jízdou do bezpečnostní pozice. Každou žaluzii lze ovládat zvlášť přes vizualizaci.



### **Ostatní:**

1x Detektor kouře Air

## 106 Koupelna



### Ovládání

1x Loxone tlačítko, 1x Loxone Touch Surface Tree



### Osvětlení

Inteligentní ovládání

8x Stmívaný okruh- Příložný Led Spot RGBW Tree,  
RGBW Dimmer Tree, 5m RGBW LED pásy IP65

Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



### Vytápění:

Inteligentní regulace pokojové teploty:

El.podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze

2ks el. žebřík ovládaný spínaným zásuvkovým obvodem (nebo použití SmartSocket Air typ E)



### Stínící technika

Inteligentní automatizace:

3x žaluzie

Stínící technika se řídí automaticky na základě vnitřní teploty a polohy Slunce. Manuální ovládání je možné centrálně přes Loxone tlačítko. Aby nedošlo ke zničení žaluzií, dojde při silném větru k jejich ochraně jízdou do bezpečnostní pozice. Každou žaluzii lze ovládat zvlášť přes vizualizaci. Při otevření dveří na terasu bude stínění na dveřích vytaženo a zablokován automatický režim.



### Ostatní:

1x Detektor kouře Air

1x Záplavový senzor

## 107 Chodba

### Osvětlení



Inteligentní ovládání

1x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree  
Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



### Ostatní:

1x Detektor kouře Air

## 108,109 Dětský pokoj I,II



### Ovládání

2x Loxone tlačítko



### Osvětlení

Inteligentní ovládání

6x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree,  
Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



### Vytápění:

Inteligentní regulace pokojové teploty:

El.podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze



### Stínící technika

Inteligentní automatizace:

2x žaluzie

Stínící technika se řídí automaticky na základě vnitřní teploty a polohy Slunce. Manuální ovládání je možné centrálně přes Loxone tlačítko. Aby nedošlo ke zničení žaluzií, dojde při silném větru k jejich ochránění jízdou do bezpečnostní pozice. Každou žaluzii lze ovládat zvlášť přes vizualizaci. Při otevření dveří na terasu bude stínění na dveřích vytaženo a zablokován automatický režim.



### Ostatní:

1x Detektor kouře Air

## 110 WC

### Osvětlení



Inteligentní ovládání

1x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree

Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.

### Vytápění:



Inteligentní regulace pokojové teploty:

El.podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze

### Ostatní:



1x spínaný okruh pro automatické ovládání ventilátoru- spouštění ventilátoru přítomností v místnosti nebo vysokou vlhkostí

1x záplavový senzor

1x detektor kouře Air

## 111 Šatna

### Osvětlení



Inteligentní ovládání

1x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree

Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.

### Vytápění:



Inteligentní regulace pokojové teploty:

El.podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze

### Stínící technika



Inteligentní automatizace:

1x žaluzie

Stínící technika se řídí automaticky na základě vnitřní teploty a polohy Slunce. Manuální ovládání je možné centrálně přes Loxone tlačítko. Aby nedošlo ke zničení žaluzií, dojde při silném větru k jejich ochranění

jízdou do bezpečnostní pozice. Každou žaluzii lze ovládat zvlášť přes vizualizaci. Při otevření dveří na terasu bude stínění na dveřích vytaženo a zablokován automatický režim.



**Ostatní:**

1x detektor kouře Air

**112, 113 Ložnice a šatna**



**Ovládání**

3x Loxone tlačítko



**Osvětlení**

Inteligentní ovládání

8x Stmívaný okruh- Příložný Led Spot RGBW Tree, RGBW Dimmer Tree, 5m RGBW LED pásy IP65  
Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.



**Vytápění:**

Inteligentní regulace pokojové teploty:

El.podlahové vytápění- instalován teplotní čip v pouzdře umístěný v podlaze



**Stínící technika**

Inteligentní automatizace:

2x žaluzie

Stínící technika se řídí automaticky na základě vnitřní teploty a polohy Slunce. Manuální ovládání je možné centrálně přes Loxone tlačítko. Aby nedošlo ke zničení žaluzií, dojde při silném větru k jejich ochránění jízdou do bezpečnostní pozice. Každou žaluzii lze ovládat zvlášť přes vizualizaci. Při otevření dveří na terasu bude stínění na dveřích vytaženo a zablokován automatický režim.



**Ostatní:**

1x Detektor kouře Air

## **114 Terasa a venek**

### **Osvětlení**



Inteligentní ovládání

8x Stmívaný okruh- Příložený Led Spot RGBW Tree,

RGBW Dimmer Tree, 5m RGBW LED pásy IP65

Rozsvěcení světel dle intenzity světla v místnosti a přítomnosti.

## **11 Komparace**

### **11.1 Úvod do porovnání**

Před samotným porovnáním je třeba zmínit, že v průběhu tvorby této práce autor nabyt vědomí, že se setkal se systémy velmi těžko srovnatelnými vzhledem k jejich odlišným technickým vlastnostem, ať už hovoříme o topologiích, centralizování a decentralizování systému, ale především celkového chování instalací v důsledku na uživatele rodinného domu. Další komplikací byla orientace autora v původní elektroinstalaci. Především se jednalo o prvky TZB, jako je řešení vytápění, vzduchotechniky a větrání. K dispozici byl rozvaděč původní instalace, na něhož navazovaly půdorysy. Mnohdy se autor ale setkal s nejasnostmi a nepřesnostmi návrhu. Také se v návrzích projektů Loxone a xComfort přidávaly senzory kouře a záplav tak, aby vyhovovaly normám. Dále je třeba zmínit, že mnohdy autor nabyt myšlenky, že původní osvětlení by nebylo dostatečné, ale v rámci porovnání byl zachován počet světel.

### **11.2 Porovnání původní elektroinstalace s Loxone Tree**

Pokud porovnáme původní elektroinstalaci s navrženou optimalizací Loxone, není pochyb, že slovo optimalizace je opravdu na místě. Celková instalace se velmi zjednodušila. Jak už čas věnovaný návrhu, tak i pak čas samotné instalace. Zatímco u původní elektroinstalace se všechny kabely vedly hvězdicově až do rozvaděče, kde musely být napojeny na koncové jednotky, u topologie Loxone tree stačí přivést jeden kabel do místnosti a ten pak větvit a použít pro koncové prvky instalace. To vede ke snížení počtu kabeláže, menší pracnosti instalace a také množství řídicích prvků v rozvaděči. Toto všechno pak má za důsledek nižší cenu celkové instalace, kde se odráží nejen ceny použitých komponent, ale také platba za práci školených odborníků pro instalaci.

### **11.3 Porovnání původní elektroinstalace s xComfort**

V případě návrhu systému xComfort bylo obtížné původní komponenty nahrazovat, vzhledem k tomu, že původní elektroinstalace měla o hodně blíže k Loxone. Problémy autor shledal především v nahrazování funkcí TZB, kde nejsou známy všechny informace ohledně původní instalace. Co se týče osvětlení, bylo navrženo jako stmívané pomocí stmívačích aktorů, případně analogových aktorů pro původní LED osvětlení, což je varianta nepatrně dražší, než pokud by byla volena spínaná, nicméně systém Loxone tree nabízí automaticky svá světla stmívaná a proto tato volba i u systému xComfort.

Oproti původní instalaci se i u xComfortu výrazně snížil počet prvků v rozvaděči. Dá se říct, že v něm najdeme jen napájení pro jednotlivé koncové prvky instalace, jako jsou světla, zásuvky, případně centrální funkce, jako je vysavač. Koncové ovládání je umístěno v jednotlivých místnostech. Není tedy potřeba podružného rozvaděče a vystačí nám opět jen jeden hlavní, jako tomu je i u prvního návrhu systému Loxone s využitím sběrnice tree.

V případě novostavby hlavní výhoda xComfortu není tak viditelná, nicméně pokud by se jednalo o rekonstrukce, koncový uživatel a investor by určitě uvítal fakt, že by nebylo nutné zasahovat do původní elektroinstalace. Všechny aktory ovládající jednotlivé koncové prvky jsou povětšinou umístěny v podhledech, nebo v hlubších instalačních krabicích, což je jen nepatrný zásah do domu. Variantu Air však nabízí i systém Loxone, kde ale v autorově návrhu byly použity pouze Air kouřové senzory, z důvodu normových požadavků autonomnosti těchto senzorů v Rakousku, a dále také Geiger SolidLine Air pro ovládání žaluzií. Bylo tomu zvoleno tak, protože je to nejčastější a také nejvhodnější případ instalací společnosti Loxone.

### **11.4 Návrh**

Pokud komparujeme návrh jednotlivých systémů, je na místě vyzdvihnout program Config společnosti Loxone. Všechny jeho výhody a použití jsou zmíněny již výše v kapitolách. Hlavní výhoda je ale třeba připomenout ještě jednou, jedná se opravdu o velkou úsporu času. Jednak tedy času návrhu, ale také zprovoznění a naprogramování. Také je výstup programu velmi dobrým vodítkem pro potencionálního klienta, vzhledem k tomu, že program sám ihned nacení potřebný materiál.



## **11.5 Zprovoznění a oživení**

Projekt, konfigurace a oživení lze u systému Loxone realizovat během jednoho dne. Pokud se bavíme o základním programu, tak jak jej generuje Config. Co se instalace týká, poměrně hodně záleží na kooperaci všech dodavatelů. V případě Loxone se jedná o řízení navázaných technologií jako jsou žaluzie, klimatizace, vytápění, rekuperace apod. a ne vždy jsou na stavbě dostupné okamžitě, což instalaci prodlužuje. Toto je shodné pro oba dva systémy. Zároveň se spolu s Loxone instalací většinou realizuje i kabeláž siloviny – zásuvky, napájení spotřebičů atd.. Pro lepší orientaci v časových horizontech je tedy vhodné rozdělit instalaci Loxone na roztažení kabeláže a následné zapojení s oživením. Takže v ideálním případě, kdy již v momentě instalace loxone prvků budou v domě dostupné veškeré navázané technologie, trvá zhotovení projektu a jeho konfigurace zhruba 1 den a kabeláž pak pro projekt, jako je řešen v této práci, by trvala zhruba týden, samozřejmě v závislosti na počtu techniků a stavu stavby. Instalace a oživení pak zhruba dva dny, protože se jedná o projekt větší. Po instalaci a oživení by mělo vždy následovat odlazení projektu a to cca po dvou měsících užívání domu.

V případě xComfortu je doba realizace na stavbě kratší, vzhledem k tomu, že nemá žádné sběrnice. Natahání kabeláže pro silovinu pak samozřejmě shodná. Oživení instalace trvá také shodnou dobu. Avšak přípravy na realizaci, jako je například tvorba cenové nabídky, či půdorysů apod., zaberou v porovnání s Loxone času více, tudíž se potřebný čas celkové instalace vyrovná. Záleží především na rychlosti a časové flexibilitě obchodního zástupce společnosti Eaton.

U původní elektroinstalace bude zprovoznění a oživení jednoznačně nejdelší, což se samozřejmě odráží v ceně realizace, konkrétně v položce montáž.

## **11.6 Budoucí rozšíření instalací**

Jiným pohledem na věc může být rozšíření elektroinstalací v budoucnu. Je třeba proto navrhovat systém s určitou rezervou zohledňující budoucí možný nárůst potřeb a požadavků investora. V příloze C8 jsou uvedeny rezervy navrženého systému Loxone Tree. V instalaci xComfort tento problém řešit nemusíme, v případě navýšení počtu funkcí se systém může rozšířit například pomocí dalších ECI-LAN jednotek.

## **11.7 Centralizovaný/decentralizovaný systém**

Určitou výhodou decentralizovaného systému je, že pokud selže řídicí jednotka, v případě xComfortu je to Smart Manager, prakticky nic se nestane. Systém poběží dál a během několika dnů dorazí technik s novou jednotkou, kterou zkrátka nahradí a vše běží dále, jak má.

V druhém případě, centralizovaném systému, na otázku, co když selže řídicí jednotka, tj. Miniserver, nebo Miniserver Go, není jednoduché odpovědět, záleží totiž na typu závady. Pokud se bude jednat o vadu v softwaru, načte se automaticky záložní program, nebo emergency mód, kdy bude možné pomocí zjednodušeného webového rozhraní či aplikace ovládat základní osvětlení a prvky programu. V případě hardwareové vady je to stejné, jako kdyby odešel například jistič, nebo stykač a instalace zkrátka nepůjde. Řešení je pak na instalačním partnerovi a servisní smlouvě. Pokud má záložní hardware skladem, může mít klient opraveno ten samý den. Jinak je možné využít zaslání náhradního zařízení, které u klienta může být v rozmezí 24-48 h v závislosti na přepravní službě. Pak již jen stačí do Miniserveru vložit původní kartu a zapnout. Vše naběhne stejně jako předtím. Vzhledem k tomu, že poruchovost jednotek je velmi malá, se toto stává jen zřídka. Životnost Miniserveru je samozřejmě dána, jako u každého systému, relátkou. Ty však lze jednoduše vyměnit a není nutné kupovat novou jednotku, ale řádově až za 10 let. Standardem pro zákazníky je záruční doba 5 let.

## **11.8 Cena**

Jak již bylo zmíněno v původních kapitolách, společnost Loxone se zabývá i vývojem koncových prvků, to jsou například i světla na bázi LED RGBW, které Loxone v návrzích používá a není potřeba volit externí dodavatele. Samozřejmě i s touto variantou systém počítá a umožňuje jí. Tuto možnost uživatelé volí především z finančních důvodů. Pokud ale vezmeme v úvahu vlastnosti světel přímo od Loxone, zjistíme, že varianty světel ve stejné kvalitě vychází cenově srovnatelně. V závěru je tento fakt zmíněn především proto, že zde poté vzniká rozdíl v ceně, kdy je počítáno s celkovým osvětlením včetně koncových prvků a cena je vyšší. Toto bylo vyřešeno nezapočítáním ceny za osvětlení.

Cenová kalkulace původní elektroinstalace je přiložena k této práci jako příloha A9. Vzhledem ke složitosti instalace systému a množství kabeláže, byla cena práce a montáže instalační firmy jen o cca 50 tisíc nižší než cena za dodávky materiálu, celková kalkulace pak vycházela dokonce více než u zbylých dvou instalací. Toto vyvrací myšlenku investora stávajícího rodinného

domu, kdy byla původní elektroinstalace zvolena především z ekonomického hlediska. Ceník instalace xComfort je přiložen jako příloha B8. Tato varianta vychází o něco draž než systém Loxone, příloha C9. Cena práce u Loxone se bude určitě lišit především u novostaveb a u rekonstrukcí. Zatímco u xComfortu zůstane cena prakticky stejná, instalace systému Loxone se při rekonstrukci prodraží prací, nicméně jak již bylo zmíněno, i Loxone nabízí možnost využití RF prvků v kombinaci s Miniservrem GO.

Pro výpočet celkové ceny Loxone používá koeficient, který mají ověřeny na základě dat, která shromažďují od svých instalačních partnerů. Tento koeficient je v průměru 1,7-1,8 násobek ceny hardware včetně daně. Do částky, která se získá tímto vynásobením, spadá vyhotovení kompletní instalace, včetně silové části, instalace Loxone prvků, programování a oživení. I proto je cena za práci vyšší, než je u systému xComfort.

Pro systém xComfort se cena za práci rovná 15-25% z ceny produktů bez DPH, dle velikosti projektu. V projektu je po konzultaci s obchodním manažerem vypočtena vynásobením koeficientem 0,2, tedy 20% z ceny produktu bez DPH. K projektu je přiložen i přibližný výpočet ceny práce dle hodinové sazby. V tomto případě to přibližně odpovídá uvedenému koeficientu.

## **12 Závěr**

Diplomová práce byla věnována systémovým inteligentním instalacím rodinných domů. Jejím cílem bylo se s instalacemi seznámit a poznat způsoby jejich komunikace, což bylo také popsáno v úvodních kapitolách. Hlavním bodem diplomové práce byla pak projektová část. V tvůrčí, projektové části, byl na realizovaný systém domácí elektroinstalace, vedený hvězdicovou topologií a využívající komponenty a řídicí jednotku Loxone, navržen projekt optimalizující původní. Jednalo se o náhradu koncových komponentů a změnu topologie kabeláže na systém tree, tj. topologii stromovou. U obou těchto projektů se bavíme o systém centralizovaný. Následně byl vytvořen konkurenční projekt chytré elektroinstalace xComfort od společnosti Eaton. Instalace xComfort je zástupcem radiofrekvenčního bezdrátového systému, systému decentralizovaného. Všechny tyto systémy byly porovnány a zhodnoceny nejen technicky, ale také z ekonomického hlediska, které je pro investora většinou rozhodujícím faktorem. Byť původní myšlenkou autora bylo srovnání, které by šlo více do hloubky, podklady a zpracování původní elektroinstalace a variabilita a odlišnost porovnávaných systémů toto velmi ztížila a znemožnila.

Po komparaci těchto tří systému z různých hledisek je závěr autora jasný. Původní hvězdicová instalace doporučena určitě není. Co se týče volby xComfort, nebo Loxone, záleží určitě na požadavcích investora, jestli do řízení nechce zasahovat a chce autopilota v případě systému Loxone, nebo se chce na řízení částečně podílet, tzn. bude volit xComfort, a dále záleží na stavu domu, zda se jedná o novostavbu, nebo aplikaci řídicího systému do již stávajícího objektu.

Vzhledem k tomu, že se v projektu jednalo o novostavbu rodinného domu, je pořadí následující.

1. Loxone, 2. xComfort, 3. původní elektroinstalace.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

Raspi.cz. <i>1-wire snímače na I2C, přesnější měření teploty</i> . [online]. 2012 [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <a href="http://www.raspi.cz/2012/11/1-wire-snimace-na-i2c-presnejsi-mereni-teploty/">http://www.raspi.cz/2012/11/1-wire-snimace-na-i2c-presnejsi-mereni-teploty/</a>
ABB s.r.o., Elektro-Praga. <i>Ego-n</i> [online]. 2016 Dostupné z: <a href="http://www117.abb.com/index.asp?thema=10215">http://www117.abb.com/index.asp?thema=10215</a>
ABB s.r.o., Elektro-Praga. <i>ABB-free@home</i> [online]. 2016 Dostupné z: <a href="http://www117.abb.com/index.asp?thema=14775">http://www117.abb.com/index.asp?thema=14775</a>
ABB s.r.o., Elektro-Praga. <i>ABB i-bus KNX</i> [online]. 2016 Dostupné z: <a href="http://www117.abb.com/index.asp?thema=14775">http://www117.abb.com/index.asp?thema=14775</a>
ARDUINO8: Arduino, elektronika a vše okolo. <i>Lekce 35 - Arduino – komunikace přes RS485 až na vzdálenost 1200 m</i> . [online]. 2015 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <a href="http://www.arduino8.cz/lekce-35-arduino-komunikace-pres-rs485-az-na-vzdalenost-1200m/">http://www.arduino8.cz/lekce-35-arduino-komunikace-pres-rs485-az-na-vzdalenost-1200m/</a>
BAUDYŠ, A. <i>INELS jako řídicí systém domovní elektroinstalace</i> . Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 74 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora.
Controle4. <i>Controle4</i> [online]. 2018 Dostupné z: <a href="https://www.control4.cz/?gclid=Cj0KCQjwttbWBRDyARIsAN8zhhbJ3VH3c7p0nLbOtWE9tkYuh96uDipgRjZ5QEIdQaqpXiXM9DD8cMyoaAjK3EALw_wcB">https://www.control4.cz/?gclid=Cj0KCQjwttbWBRDyARIsAN8zhhbJ3VH3c7p0nLbOtWE9tkYuh96uDipgRjZ5QEIdQaqpXiXM9DD8cMyoaAjK3EALw_wcB</a>
ČTÚ. <i>Všeobecné oprávnění č. VO-R/10/05.2014-3</i> . [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <a href="https://www.ctu.cz/cs/download/oop/rok_2014/vo-r_10-05_2014-03.pdf">https://www.ctu.cz/cs/download/oop/rok_2014/vo-r_10-05_2014-03.pdf</a>

EATON. *Produkty Eaton. Výběr ze sortimentu*. 2017. 22 str.

EATONELEKTRONIKA.CZ. *Profil společnosti EATON* [online]. [cit. 2018-04-11], 17str.  
Dostupné z: <http://www.eatonelektrotechnika.cz/cz/eaton.html>

E-FYZIKA.CZ. *Fyzika-2.ročník* . [online]. [cit. 2018-04-11]. Dostupné z: <http://www.e-fyzika.cz/kapitoly/24-elektromagneticke-vlneni.pdf>

GYMKREN.CZ. *24. Elektromagnetické vlnění* [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: [http://www.gymkren.cz/text\\_old/Fyzika/f24.pdf](http://www.gymkren.cz/text_old/Fyzika/f24.pdf)

HW SERVER.. *Přenos dat po linkách RS485 a RS422*. [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/teorie-a-praxe/dokumentace/prenos-dat-po-linkach-rs485-a-rs422.html>

HOLUB, J. *Řízení osvětlení pomocí protokolu DALI v sběrnicovém systému KNX*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 57 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora.

HUBÁLEK, M. *Návrh a počítačové řízení inteligentní elektroinstalace Ego-n*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 47 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora.

KUNC, Josef. *Výhody systémové instalace ABB i-bus®KNX/EIB při řízení osvětlení*. Elektro: Odborný časopis pro elektrotechniku. 2007, 2007

LOXONE. *Automatické programování* In: LOXONE.com [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/automaticke-programovani/>

LOXONE – *Communicating with the Loxone Miniserver*. [online]. [cit. 2018-04-11], 17str. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/wp-content/uploads/sites/7/2016/09/loxone-api-communicating-with-the-miniserver.pdf?x47893>

LOXONE – *Informace ke kabeláži* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/kabelaz/>

LOXONE. *Loxone Smart Home App* In: LOXONE.com [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/aplikace/>

LOXONE – *Loxone Tree* [online]. [cit. 2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/loxone-tree/>

LOXONE, M. *Vzorová nabídka*. 2018. 11 s.

MOELLER BUILDING AUTOMATION. *The Moeller Studybook*, 45s. 2007

NOVÁK, M. *Návrh řízení a regulace tepelného systému u RD s využitím systémové instalace LOXONE*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2017. 67 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jiří Běcha.

PÁVEK, J. *Katalogy a tiskové materiály xComfort*.

PÁVEK, J. *Vzorové nabídky a rozpočty*.

PÁVEK, J. *Popis řešení RF systém Eaton xComfort*. 6str., 2017

PÁVEK, J. *Projekční podpora*.

PÁVEK, J. *Software MRF*.

POČÍTAČOVÉ SÍTĚ. *Topologie sítí* [online]. [cit. 2018-04-13], Dostupné z: <http://pepa.zvonicek.info/inf/topologie.html>

RANDL, M. *Ochrana soukromí- můj chytrý dům má data*. In: LOXONE.com [online]. 2016 [cit.

2018-04-07]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/ochrana-soukromi-v-chytrech-dome/>

RONEŠOVÁ, Andrea. *Přehled protokolu MODBUS*. 2005. 20 s. [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~ronesova/bastl/files/modbus.pdf>

SOH. *Protokol DMX512*. [online]. [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://www.soh.cz/podpora/teorie>

SSL CERTIFIKÁTY.CZ. *SSL Protokol* [online]. Dostupné z: <https://www.ssl-certifikaty.cz/o-certifikatech/ssl-protokol/>

Systemeone. *Systemeone*. [online]. Dostupné z: <https://www.systemeone.eu/GBR/Home>

Technická zpráva. *RD ve Slavkově u Brna*. 2016

Technology. *EnOcean* [online]. 2017 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <https://www.enocean.com/en/technology/>

VOJÁČEK, A. *Sběrnice KNX pro řízení budov - 1.část*. In: *Automatizace.hw.cz* [online]. 2006 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006061001>

VOJÁČEK, A. *Sběrnice KNX pro řízení budov - 1.část*. In: *Automatizace.hw.cz* [online]. 2006 [cit. 2018-04-06]. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006061001>

VÝVOJ.HW.CZ: *PROFESIONÁLNÍ ELEKTRONIKA. Sběrnice 1-Wire™*. [online]. 2004 [cit. 2018-04-15]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/sbernice-1-wiretm.html>

WIKIPEDIE.CZ. *Transport Layer Security*. [online]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Transport\\_Layer\\_Security](https://cs.wikipedia.org/wiki/Transport_Layer_Security)



## ŠKOLENÍ

ŠKOLENÍ SYSTÉMU XCOMFORT VE SPOLEČNOSTI EATON, Praha, 11/2017, pod vedením Ing. Jaromíra Pávka, Product Manager xComfort

---

ŠKOLENÍ SYSTÉMU LOXONE VE SPOLEČNOSTI LOXONE GROUP, České Budějovice, 04/2018, pod vedením Pavla Lískovce, Partner Consulting Loxone

## **Seznam obrázků**

Obr. 1 - Sběrníková topologie [autor] .....	25
Obr. 2 - Hvězdíková topologie [autor] .....	25
Obr. 3 - Kruhová topologie [autor] .....	26
Obr. 4 - Stromová topologie [autor].....	26
Obr. 5 - Mesh topologie [autor] .....	27
Obr. 6 - Elektromagnetické vlnění .....	35
Obr. 7 - Vlnová délka a amplituda elektromagnetické vlny [autor] .....	36
Obr. 8 - Signál v závislosti na vzdálenosti od vysílače k přijímači .....	37
Obr. 9 – Kompetenční střediska Loxone [autor] .....	42
Obr. 10 – Loxone tlačítko .....	65

## **Seznam tabulek**

Tab. 1- Přehled vybraných systémů systémové instalace .....	14
Tab. 2 – Sortiment systému xComfort .....	30
Tab. 3- Přehled prvků Loxone .....	44
Tab. 4- Přehled bezdrátových prvků Loxone .....	45
Tab. 5- příklad Message-Headeru .....	48
Tab. 6- Tabulka identifikátorů .....	49
Tab. 7- Tabulka 3.Bajtu .....	49

## **Přílohy**

### **1.                      Tištěné přílohy**

Příloha A1	Rozvaděč RH- původní elektroinstalace	
Příloha A2	Rozvaděč RP- původní elektroinstalace	
Příloha A3	Výkres slaboproudých rozvodů 1PP - původní elektroinstalace	
Příloha A4	Výkres slaboproudých rozvodů 1NP - původní elektroinstalace	
Příloha A5	Výkres světelných rozvodů 1PP - původní elektroinstalace	
Příloha A6	Výkres světelných rozvodů 1NP - původní elektroinstalace	
Příloha A7	Výkres silnoproudých rozvodů 1PP - původní elektroinstalace	
Příloha A8	Výkres silnoproudých rozvodů 1PP - původní elektroinstalace	
Příloha A9	Ceník- původní elektroinstalace	
Příloha B1	Rozvaděč RH – systém xComfort	[autor]
Příloha B2	Výkres slaboproudých rozvodů 1PP – xComfort	[autor]
Příloha B3	Výkres slaboproudých rozvodů 1NP – xComfort	[autor]
Příloha B4	Výkres světelných rozvodů 1PP - xComfort	[autor]
Příloha B5	Výkres světelných rozvodů 1NP - xComfort	[autor]
Příloha B6	Výkres silnoproudých rozvodů, vytápění 1PP- xComfort	[autor]
Příloha B7	Výkres silnoproudých rozvodů, vytápění 1NP - xComfort	[autor]
Příloha B8	Ceník- xComfort	[autor]
Příloha C1	Rozvaděč RH- systém Loxone	[autor]
Příloha C2	Výkres slaboproudých rozvodů 1PP – Loxone	[autor]
Příloha C3	Výkres slaboproudých rozvodů 1NP – Loxone	[autor]
Příloha C4	Výkres světelných rozvodů 1PP - Loxone	[autor]
Příloha C5	Výkres světelných rozvodů 1PP - Loxone	[autor]
Příloha C6	Výkres silnoproudých rozvodů 1PP- Loxone	[autor]
Příloha C7	Výkres silnoproudých rozvodů 1NP- Loxone	[autor]
Příloha C8	Ceník- Loxone	[autor]

## **2. Elektronické přílohy na přiloženém CD**

Příloha A1	Rozvaděč RH- původní elektroinstalace	
Příloha A2	Rozvaděč RP- původní elektroinstalace	
Příloha A3	Výkres slaboproudých rozvodů 1PP - původní elektroinstalace	
Příloha A4	Výkres slaboproudých rozvodů 1NP - původní elektroinstalace	
Příloha A5	Výkres světelných rozvodů 1PP - původní elektroinstalace	
Příloha A6	Výkres světelných rozvodů 1NP - původní elektroinstalace	
Příloha A7	Výkres silnoproudých rozvodů 1PP - původní elektroinstalace	
Příloha A8	Výkres silnoproudých rozvodů 1PP - původní elektroinstalace	
Příloha A9	Ceník- původní elektroinstalace	
Příloha B1	Rozvaděč RH – systém xComfort	[autor]
Příloha B2	Výkres slaboproudých rozvodů 1PP – xComfort	[autor]
Příloha B3	Výkres slaboproudých rozvodů 1NP – xComfort	[autor]
Příloha B4	Výkres světelných rozvodů 1PP - xComfort	[autor]
Příloha B5	Výkres světelných rozvodů 1NP - xComfort	[autor]
Příloha B6	Výkres silnoproudých rozvodů, vytápění 1PP- xComfort	[autor]
Příloha B7	Výkres silnoproudých rozvodů, vytápění 1NP - xComfort	[autor]
Příloha B8	Ceník- xComfort	[autor]
Příloha C1	Rozvaděč RH- systém Loxone	[autor]
Příloha C2	Výkres slaboproudých rozvodů 1PP – Loxone	[autor]
Příloha C3	Výkres slaboproudých rozvodů 1NP – Loxone	[autor]
Příloha C4	Výkres světelných rozvodů 1PP - Loxone	[autor]
Příloha C5	Výkres světelných rozvodů 1PP - Loxone	[autor]
Příloha C6	Výkres silnoproudých rozvodů 1PP- Loxone	[autor]
Příloha C7	Výkres silnoproudých rozvodů 1NP- Loxone	[autor]
Příloha C8	Ceník- Loxone	[autor]