

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

---

Fakulta elektrotechnická  
Katedra výkonové elektroniky a strojů

# BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Automatizace budov s využitím inteligentního systému

Autor práce: **Jakub Kulháněk**  
Vedoucí práce: **Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.**

---

2022

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2021/2022

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jakub KULHÁNEK**  
Osobní číslo: **E18B0017K**  
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**  
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**  
Téma práce: **Automatizace budov s využitím inteligentního systému**  
Zadávající katedra: **Katedra výkonové elektroniky a strojů**

### **Zásady pro vypracování**

1. Seznamte se s možnostmi inteligentního řízení a automatizací budov.
2. Vysvětlete princip řízení inteligentního systému. (Vyberte minimálně 3 systémy, které se pohybují a nabízejí na dnešním trhu).
3. Navrhněte projektovou dokumentaci elektroinstalace rodinného domu, včetně ekonomické bilance z jednoho z výše popsaného systému.
4. Porovnejte s klasickou elektroinstalací. (Výhody/nevýhody, finance, čas).
5. Stanovte předpoklady využití inteligentní automatizace budov do budoucna.

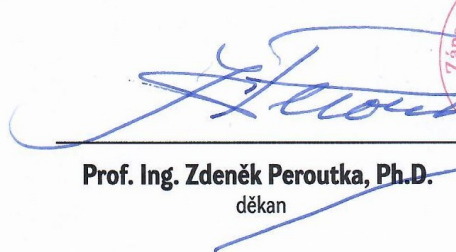
Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**  
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**  
Forma zpracování bakalářské práce: **elektronická**


Seznam doporučené literatury:

1. Přednášky z PIR akademický rok 2010/2021.
2. Křeček, S.: Příručka zabezpečovací techniky, Cricetus, 2006.
3. ČSN IEC související s projektováním.
4. Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.**  
Katedra elektroenergetiky

Datum zadání bakalářské práce: **8. října 2021**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **26. května 2022**

  
**Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.**  
děkan

  
**Prof. Ing. Václav Kús, CSc.**  
vedoucí katedry

V Plzni dne 8. října 2021

## **Abstrakt**

Tato práce je zaměřena na automatizaci budov s využitím inteligentního systému. V teoretické části jsou uvedeny principy a funkčnost takového systému a také jeho způsoby realizace. Dále jsou představeny tři různé typy řešení chytrého domu, které se objevují na dnešním trhu. Jsou zde představeny jejich nejpoužívanější prvky, pomocí kterých lze budovy automatizovat. V praktické části jsou poté vypracovány dva projekty s výpisem materiálu a cenovou nabídkou. První projekt je zpracován s využitím inteligentní elektroinstalace a druhý za pomoci elektroinstalace klasické. V závěru je jejich vzájemné srovnání a vyhodnocení výhod, nevýhod, a především cenové srovnání obou verzí.

## **Klíčová slova**

Inteligentní elektroinstalace, automatizace budovy, chytrý dům, Loxone, Eaton, iNels

## **Abstract**

This work is focused on building automation using an intelligent system. The theoretical part presents the principles and functionality of such a system as well as its methods of implementation. There are also three different types of smart home solutions that appear on today's market. Here are the most used elements that can be used to automate buildings. In the practical part, two projects with a list of materials are then developed and a price offer. The first project is developed using intelligent wiring and the second one with the help of classic wiring. In the end, there is a mutual comparison and evaluation of advantages, disadvantages, and above all a price comparison of both versions.

## **Key Words**

Intelligent wiring, building automation, smart house, Loxone, Eaton, iNels

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval panu Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc. za vedení mé bakalářské práci.

## **Prohlášení**

*„Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem, kterou jsem vypracoval sám. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci jsou řádně citovány. Práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného titulu.“*

V Plzni dne 16.5.2022

Jakub Kulháněk

# Obsah

Úvod.....	- 2 -
1 Automatizace a inteligentní řízení budov .....	- 3 -
1.1 Princip funkčnosti automatizované budovy .....	- 3 -
1.1.1 Základní prvky .....	- 4 -
1.1.2 Způsoby realizace .....	- 6 -
1.1.3 Ovládání.....	- 7 -
1.2 Systémy pro automatizaci budov .....	- 7 -
1.2.1 Loxone .....	- 7 -
1.2.2 xComfort.....	- 11 -
1.2.3 iNELS .....	- 14 -
2 Praktická část.....	- 19 -
2.1 Zadání pro vypracování projektu .....	- 19 -
2.2 Vypracovaný projekt se systémem Loxone .....	- 22 -
2.2.1 Podrobný popis funkcí inteligentní elektroinstalace.....	- 23 -
2.2.2 Výpis materiálu a cenová nabídka systému Loxone.....	- 26 -
2.3 Vypracovaný projekt s klasickou elektroinstalací.....	- 29 -
2.3.1 Výpis materiálu a cenová nabídka klasického systému.....	- 30 -
2.3.2 Popis klasické elektroinstalace a porovnání s inteligentním systémem	- 32 -
3 Možné uplatnění inteligentní elektroinstalace v budoucnu .....	- 35 -
4 Závěr .....	- 36 -
5 Použitá literatura.....	- 37 -



## Seznam symbolů a zkratk

<b>Značka</b>	<b>Popisek</b>
<i>AC</i>	Střídavý proud
<i>BUS</i>	Sběrnice
<i>DC</i>	Stejnoseměrný proud
<i>GSM</i>	Globální systém pro mobilní komunikaci
<i>LAN</i>	Lokální síť
<i>LED</i>	Elektroluminiscenční dioda
<i>OLED</i>	Organická elektroluminiscenční dioda
<i>PLC</i>	Programovatelné logické zařízení
<i>PIR</i>	Pasivní infračervené světlo
<i>PoE</i>	Napájení přes ethernet
<i>PWM</i>	Pulzně šířková modulace
<i>RF</i>	Rádiová frekvence
<i>RGBW</i>	Barevné osvětlení

## Úvod

V dnešní době se v oboru elektrotechniky již pomalu ale jistě začínají prosazovat systémy pro automatizaci budov neboli inteligentní elektroinstalace. Doba pokročila a v současnosti je v budovách instalováno mnoho elektrických zařízení, jako jsou například tepelná čerpadla, rekuperace, žaluzie či zabezpečovací systémy a veškerá tato zařízení je potřeba nějakým způsobem ovládat a regulovat. Toho všeho lze docílit za pomoci inteligentní elektroinstalace, propojením a sjednocením všech prvků v budově. Vznikne tedy jeden ucelený systém, který řídí a reguluje budovu dle potřeb uživatele zcela automaticky. Tato práce by měla pomoci investorovi v rozhodování, zdali zvolit inteligentní elektroinstalaci do svého objektu či nikoliv. Jsou zde rozebrány jednotlivé výhody a nevýhody a také především cenové srovnání klasické a inteligentní elektroinstalace, které hraje velkou roli při prvotním rozhodování.

## 1 Automatizace a inteligentní řízení budov

S pojmem inteligentní budova či inteligentní elektroinstalace, se v dnešní době setkáváme čím dál tím častěji a není se čemu divit. Svět se zrychluje, technologie a vyspělost lidstva jdou kupředu, a tomu by měly odpovídat nejen naše domovy, ale i jiné komerční či průmyslové objekty. A proto je velký zájem o produkty, se kterými lze rychle a jednoduše tyto budovy automatizovat. Pomocí těchto zařízení můžeme ovládat a regulovat prvky bez jakéhokoliv zásahu člověka. Osvětlení se reguluje nejen dle přítomnosti osob v místnosti, ale také dle venkovních světelných podmínek během dne. Stínění a topení se řídí dle slunečního svitu a vnitřní teploty pokojů, a to vše za pomoci jediné centrální jednotky. Dalším důležitým faktorem je komfort a úspora, což jsou dva velmi důležité benefity, které nám přináší automatizace budovy. V inteligentní elektroinstalaci se již nesetkáme s žádným zbytečným ovládáním a nastavením, protože vše je naprogramováno a nastaveno dle našich potřeb. Pomocí automatizace, lze řídit veškeré elektronické zařízení které je v budově instalováno.

### 1.1 Princip funkčnosti automatizované budovy

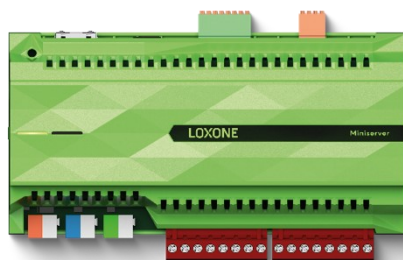
Pro správnou a komfortní funkčnost automatizované budovy, je základem mít vypracovaný projekt, a to buď odbornou firmou, nebo instalačním partnerem, kteří navrhnou ideální řešení dle požadavků zákazníka. Dále se můžeme zabývat principem a způsobem realizace inteligentní budovy. Jako hlavní a základní prvek, bez kterého se neobejde žádná automatizovaná budova je centrální jednotka. K centrální jednotce se většinou přidávají dodatečné moduly, které mají různé funkce, kterými mohou být nejen ovládání osvětlení, žaluzií, topení, audia, ale také řízení rekuperace, nebo dokonce zabezpečení budovy. Vždy záleží na typu a rozmanitosti daného objektu. Tyto prvky jsou z velké míry umístěny v hlavním rozvaděči, ale také mohou být v určitých případech umístěny různě po objektu, tak aby svou funkci plnily dle požadavků a aby byla zajištěna správná komunikace s centrální jednotkou. Dalšími prvky, které nesmějí chybět jsou periférie. Pod pojmem periférie si můžeme představit například ovladače, PIR senzory, čidla teploty, čidla vlhkosti nebo meteostanice. Tyto periférie posílají informace o aktuálním stavu budovy do řídicí jednotky a ta poté vyhodnocuje jaký úkon bude vykonán. Dalším důležitým faktorem, při realizaci je způsob komunikace mezi jednotlivými prvky. Nejrozšířenějším principem je drátový způsob. Tento princip je realizován především v nových, nebo rekonstruovaných

budovách, kde je možnost rozvodů pomocí kabelů. Kabelový způsob je realizován především sběrníkovým systémem. Další možnost je bezdrátová komunikace. Periférie vysílají informace o datech bezdrátovým způsobem založeném na vlnění o určité frekvence. Také je zapotřebí napájení pro dané zařízení, které je realizováno pomocí baterií.

### 1.1.1 Základní prvky

Mezi základní prvky při realizaci inteligentní budovy patří centrální jednotka, rozšiřovací moduly (aktory) a periférie.

**Hlavní centrální jednotka** je mozek celého objektu. Jsou to programovatelné řídicí systémy (PLC) s jednočipovým mikro počítačem umístěném v pouzdře integrovaného obvodu. PLC vznikly jako náhrada klasických zapojení se zařízením typu klopného obvodu na bázi elektromagnetických relé, přičemž hlavním cílem byla možnost jednoduché změny konfigurace. [1] Funkce PLC systému, ovládání a řízení prvků je uloženo v dané jednotce, které lze volně programovat pomocí daného programu od výrobce. [2] Díky tomu lze snadno dosáhnout určité logiky dle přání zákazníka. Tyto jednotky jsou vybaveny určitým počtem vstupů a výstupů, kterými lze řídit osvětlení, ovládání žaluzií, ovládání topení atp. Jinými slovy, pomocí centrální jednotky lze řídit pohodlně a přehledně celý objekt bez větších zásahů do elektroinstalace. Další výhodou těchto jednotek je možnost vzdáleného přístupu. Pokud se zákazník rozhodne změnit nějakou funkci v domě či jiném zařízení, může instalační partner upravit logiku funkce z pohodlí své kanceláře či domova. Pokud je realizace většího rozsahu, lze k řídicí jednotce připojit dodatečné moduly, které disponují dalšími vstupy a výstupy.



Obr. 1 Centrální jednotka pro řízení inteligentní elektroinstalace, konkrétně Miniserver gen. 2 [3]

**Rozšiřovací moduly** (aktory) se používají jako rozšiřovací prvky k centrální jednotce. Každá firma pro tyto prvky uvádí jiné označení jako například akční členy, aktory, extensiony atd. Víceméně tyto prvky jsou založeny na stejném principu a jsou využívány buďto pro řízení osvětlení, řízení žaluzií, regulaci topení, bezdrátové komunikaci nebo pro propojení s dodatečným systémem. Pro dobrou přehlednost a případnou rychlou změnu v zapojení jsou tyto prvky z větší části umístěny v hlavním rozvaděči, ale mohou také být umístěny v určitém místě uvnitř objektu, jako například pod vypínačem, nebo v blízkosti jednotky, kterou chceme ovládat.



Obr. 2 Akční člen pro řízení stmívání od společnosti ABB-free@home® [4]

**Periférie** je označení prvků, které jsou rozmístěny po objektu a jsou určeny ke komunikaci mezi domem a centrální jednotkou. Do této kategorie spadají především vypínače, ovladače, senzory pohybu či akustiky, senzory teploty a vlhkosti. Získaná data z těchto periférií jsou dále přenášena do řídicí jednotky, která poté vyhodnotí danou činnost. Periférie mohou být buďto drátového, nebo bezdrátového typu. V dnešní době je kladen důraz především na rychlé a snadné zprovoznění inteligentního systému, a proto jsou všechna zařízení často vybavena barevným značením svorek se stejnými barvami vodičů.



Obr. 3 Senzor přítomnosti tree Loxone. [5]

### 1.1.2 Způsoby realizace

Způsoby a principy realizace mohou být různé. V první řadě bychom měli vědět, o jaký typ objektu se jedná a poté zvolit vhodnou a ekonomickou variantu. Jak již bylo uvedeno výše, v dnešní době je snaha u výrobců o co nejrychlejší zprovoznění a jednoduchost systému. Z tohoto důvodu jsou kladeny nároky na malé rozměry produktů, které lze umístit do malých prostorů a vytvořit automatizovanou budovu pomocí menších rozvaděčů. Způsob realizace by měl být přehledný a vždy by měla být snadno dohledatelná závada, či jednoduchá změna v zapojení. Dnes jsou tři možnosti, jak realizovat inteligentní budovu, a sice drátovým způsobem, bezdrátovým způsobem nebo kombinací obou možností.

**Drátový způsob** patří mezi nejrozšířenější způsoby, jak realizovat automatizaci budovy. Pro propojení centrální jednotky s dalšími moduly neboli aktory, se využívá komunikace link. Jedná se o speciální digitální komunikaci po sériové sběrnici, která je realizována pomocí kabelu CAT 7 a pro napájení těchto prvků se využívají zdroje 12-30 VDC. Periférie jsou také realizovány pomocí kabelu CAT 7, nebo speciálního kabelu dle výrobce a napájení je totožné jako u centrální jednotky. U periférií se také můžeme zabývat způsobem, jakým jsou daná zařízení zapojena. Nejčastější zastoupení má sběrnice způsob, dále zapojení do hvězdy či linky. Nikdy však nesmí dojít k propojení do kruhu. Přípravu kabeláže volíme v každém objektu rozdílněji, ale pořád se snažíme o co nejekonomičtější a nejrychlejší přípravu. Ostatní zařízení jako jsou například světelné spínané obvody na 230 VAC, žaluziové motory či spínané zásuvky realizujeme pomocí standardních kabelů pro elektroinstalaci, kterými mohou být, kabel CYKY 3x1,5mm<sup>2</sup>, CYKY 5x1,5mm<sup>2</sup> či CYKY 3x2,5mm<sup>2</sup>. Pro audio reproduktory volíme kabely CCA 2x1,5mm<sup>2</sup> do 15 metrů od audio jednotky a pro delší vzdálenost musíme zvolit silnější průřez vodiče.

**Bezdrátový způsob** je využíván především v již hotových objektech, nebo objektech rekonstruovaných. Pro bezdrátovou komunikaci využíváme speciální moduly a periférie s daným komunikačním rozhraním. Tyto prvky komunikují pomocí rádiové frekvence na krátké vzdálenosti v bezlicenčních pásmech 868MHz, 915MHz a 2,4GHz a jsou využívány především v domech, bytech či kancelářích. Automatizace důležitějších objektů z hlediska spolehlivosti komunikace se řídí normou IEEE 802.15.4. Tato norma udává rádiovou komunikaci na krátké vzdálenosti a je určena především pro komunikaci malou rychlostí, což zajišťuje její spolehlivost. [6]



Obr. 4 RF Roletový aktor 6 A / 230 VAC – tlačítková funkce [7]

**Kombinace drátového a bezdrátového** způsobu je také hojně využívaná, a to především v historických či památkově chráněných budovách. Jako příklad zde můžeme uvést osazení pohybového, nebo kouřového senzoru na strop, který je tvořen klenbou, kterou chceme zachovat v původním stavu, a proto volíme bezdrátovou komunikaci. Prvky na přístupnějších místech, jako jsou vypínače, již mohou být realizovány kabelovou metodou.

### 1.1.3 Ovládání

Pokud se opravdu bavíme o automatizované budově, tak veškeré ovládání by mělo být zanedbatelné, jelikož všechny funkce, či scény by se měly vykonávat automaticky dle vyhodnocení centrální jednotky. Toto chování je naprogramováno po dokončení instalace, dle požadavků uživatele a lze je kdykoliv změnit. Nicméně občas je zapotřebí si danou akci vyvolat ručně a k tomu slouží buďto vhodně umístěné vypínače na zdech, nebo aplikace ve smartphonech či tabletech. Ovládání by mělo být co nejkomfortnější, a proto má každý výrobce svůj tlačítkový standard. Většinou se jedná o tlačítka s více funkcemi, využívá se zde dvojkliku, trojkliku nebo tlačítka mají více pozic pro ovládání. Vhodná alternativa je také umístění centrálního tabletu na zeď, v nějaké centrální místnosti.

## 1.2 Systémy pro automatizaci budov

V této kapitole jsou představeny tři systémy pro řízení inteligentní elektroinstalace.

### 1.2.1 Loxone

Společnost Loxone Electronics GmbH je rakousko-německá firma, která byla založena v roce 2009 se specializací na automatizaci budov. Z počátku se zabývala pouze inteligentní elektroinstalací v rodinných domech a bytech, ale posléze rozšířila své zaměření

i na komerční budovy a také na průmyslovou automatizaci. Systém Loxone se snaží o co nejjednodušší zprovoznění systému, a proto disponuje širokým výběrem sortimentu. Hlavním ovládacím prvkem je centrální jednotka nazývána miniserver. K miniserveru lze připojit další prvky, jako jsou spínací moduly, moduly pro ovládání osvětlení či pro komunikaci s prvky třetích stran. K propojení těchto prvků je využívána technologie link. Další technologií vyvinutou ve společnosti Loxone je technologie TREE. Jedná se o sběrniceový systém, díky kterému lze snadno integrovat prvky, především periférie Loxone. Jako další komunikace je využívána bezdrátová komunikace, která nese název AIR. K napájení veškerého hardwaru je zapotřebí 24VDC zdroj. V dalších bodech jsou uvedené prvky od společnosti Loxone. [8]

### **Miniserver**

*Loxone Miniserver druhé generace* slouží jako centrální jednotka pro všechny možné automatizace budov či jiných objektů. Operační systém a veškerá data jsou uložena na vyjímatelné SD kartě. Dále miniserver disponuje osmi digitálními vstupy, čtyřmi analogovými vstupy a je osazen 8krát bezpotenciálové relé. Pro připojení k miniserveru slouží konektor RJ-45, který je zároveň využíván pro připojení k internetu. Ke komunikaci s dalšími extensiony využívá rozhraní link a k jednomu miniserveru lze připojit až třicet extensionů. Miniserver je také vybaven rozhraním TREE pro připojení periférií. Předchozí verze disponovala rozhraním KNX, které nebylo tak hojně využíváno. Druhou variantou je miniserver GO. Tento miniserver je využíván především v objektech s bezdrátovou komunikací, jeho předností je technologie AIR a lze k němu připojit až 128 bezdrátových zařízení. K oběma miniserverům se lze připojit buď přes LAN konektor, nebo vzdáleně přes internet. Ke konfiguraci a programování je potřeba Loxone config, jedná se o bezplatný software, pomocí kterého lze programovat a konfigurovat celý systém, a lze jej stáhnout z oficiálních webových stránek Loxone. [3]



Obr. 5 Loxone miniserver GO [9]



## Extensions

Toto označení nesou prvky, které lze připojit k miniserveru přes technologii link. Extensiony jsou umístěny v hlavním nebo podružném rozvaděči. Jeden z hlavních modulů je *Relay Extension*. Tento modul obsahuje 14krát 16ti ampérové relé s maximálním napěťovým zatížením 250 VAC. Využívá se především pro ovládání žaluzií, osvětlení či spínání jakéhokoliv zařízení s funkcí zapnuto/vypnuto. Dalším velmi využívaným modulem je *AIR Extension*, jelikož miniserver druhé generace není touto technologií vybaven. Jako poslední lze zmínit *DALI Extension*, který je používán pro integraci dali osvětlení. Toto osvětlení je poměrně nákladné, a proto se využívá především v nadstandartních budovách. Loxone disponuje ještě dalšími moduly, které zde již nejsou vyjmenovány, nicméně neváhal bych zmínit, že díky těmto extensionům a miniserveru do systému Loxone integrovat téměř každé zařízení. [10]

## Periférie s TREE technologií

Zařízení nesoucí název TREE jsou především prvky pro ovládání, stmívání nebo monitorování.

## Ovládání

Pro ovládání chytré elektroinstalace jsou využívány vypínače TREE nebo AIR. Společnost Loxone v dnešní době vyrábí pět druhů těchto vypínačů. Základní vypínač se nazývá *Touch TREE*. Ten má pět funkcí pro ovládání osvětlení, žaluzií a audia, a navíc disponuje senzory teploty a vlhkosti, čímž odpadají další nevkusné prvky v objektu. Funguje také jako odchodové tlačítko a díky němu lze vypnout v místnosti nebo v domě veškeré osvětlení či hudbu. Další variantou je *Touch Pure TREE*, tento vypínač má stejné funkce jako *Touch TREE*, jen je vyroben ze skleněného materiálu a je vybaven orientačním osvětlením. Oba tyto vypínače se vyrábějí jak ve variantě *TREE*, tak *AIR*. Do místností pro spánek se skvěle hodí *Touch Nighlight AIR*. Toto zařízení slouží pro ovládání výše zmíněných funkcí, ale má navíc akustický výstup, a proto slouží jako budík a je také vybaven RGBW osvětlením. Posledním prvkem je zde *Touch Surface*. Víceméně se jedná o neviditelné tlačítko, které lze umístit například pod pracovní desku v kuchyni, nebo pod obklad ve sprše. Je zde také možnost integrace jakéhokoliv tlačítka přes digitální vstupy, pokud si zákazník nevybere z produktů Loxone. [11]

## Senzory

Jedním z hlavních prvků, který nesmí chybět v každé automatizované budově je *Senzor Přítomnosti*. Tento senzor spolehlivě detekuje přítomnost v budově a předává informace centrální jednotce. *Senzor Přítomnosti* by měl být osazen v každé místnosti rodinného domu a ovlivňuje jak osvětlení, topení, stínění tak zabezpečení. Tento senzor má detekční pole osm metrů s úhlem 360° horizontálně a 110° vertikálně. Rozsah měření má od 0 do 32 000 lux, a je vybaven detekcí hluku. Další velmi užitečný senzor je *Komfortní Senzor TREE*, jenž měří teplotu, vlhkost a kvalitu vzduchu neboli CO<sub>2</sub>. Dalšími používanými senzory jsou například *Záplavový Senzor AIR*, *Saunový Senzor*, nebo *Teplotní Senzor I-wire*. [5]

## Audio

Hlavní jednotkou pro ovládání hudby je *Audioserver*. Komunikace funguje síťově přes LAN konektor, takže nemusí být umístěn v blízkosti miniserveru. Tento *Audioserver* obsahuje čtyřikrát výstup zesilovače se špičkovým výkonem 50 W na kanál a lze do něj integrovat jakýkoliv reproduktor s impedancí 4–8 Ω. Velká výhoda je rozdělení zón tak, že v každé místnosti může hrát odlišná hudba. Audio výstupy lze rozšířit pomocí *Stereo Extensionu*, přes rozhraní *TREE turbo*, tento modul disponuje dvěma dalšími zónami pro ovládání hudby. [12]

## Osvětlení

Do systému Loxone lze integrovat jakékoliv osvětlení. Spínaná světla se integrují přes digitální výstupy, stmívaná světla lze řídit pomocí *RGBW 24 V Dimmeru*, jenž využívá PWM technologii a lze na něj napojit světla v mezích 12-24 VDC. Pomocí tohoto *Dimmeru* lze řídit také dokonce barevná osvětlení. Pro další možnost stmívání je využíván *Loxone Dimmer Extension*, *Dali Extension* nebo *Dmx Extension*. Také je možnost využití přímo originálních světel od společnosti Loxone, kterými jsou například *LED Spot RGBW TREE*, *Stropní LED světlo RGBW TREE*, nebo *Závěsné světlo RGBW TREE*. [13]

## Stínění

V systému Loxone lze ovládat stínění pomocí dvou digitálních výstupů. Jeden ke směru jízdy nahoru a druhý dolů. Dále je možnost využití *Žaluziového Aktoru AIR*, nebo speciálních trubkových motorů *SOLIDline AIR*. Pomocí těchto produktů lze ovládat jak žaluzie, tak rolety nebo markýzy. Pro ovládání motorických závěsů či jiných motorů se

stejnoseměrným napájením lze využít *Nano Motor Controller AIR*. Dalším důležitým prvkem pro ovládání stínění je *Meteostanice TREE* nebo *AIR*. Tato meteostanice měří rychlost větru, venkovní teplotu, úroveň slunečního svitu a množství srážek. Dále předává naměřené informace centrální jednotce a ta vyhodnocuje další kroky. [14]

### **Topení**

Díky Loxone systému lze řídit jakýkoliv typ vytápění. Tepelná čerpadla se integrují pomocí protokolu *Modbus TCP*, kotle na tuhá paliva lze propojit pomocí *Fröling Extension* a elektrokotle či plynové kotle se do systému zakomponují pomocí jednoho digitálního výstupu. Také je zde možnost řídit teplotu v každé místnosti zvlášť a toho lze docílit pomocí *Termostatických Hlavic TREE* nebo *AIR*. Tyto hlavice se instalují do rozvaděčů pro podlahové topení anebo se osazují přímo k radiátorům místo klasických hlavice. Veškerý otopný systém je řízen přes miniserver, který vyhodnocuje data dle přítomnosti v domě, okolní teploty a teploty v budově, aby vždy byla dodržena optimální teplota. [15]

### **Přístup**

Přístupový systém je řešen pomocí klávesnice u vchodových dveří, která se nazývá *NFC Code Touch TREE*. Dále je možné umístit před objekt *Intercom*, který slouží pro komunikaci s návštěvníkem buďto interně, nebo externě. [16]

Zde byly vyjmenovány nejpoužívanější produkty od společnosti Loxone, se kterými se můžeme setkat ve většině objektů, a to především v rodinných domech nebo bytech. V dnešní době je systém Loxone jedna z nejrozšířenějších možností, jak realizovat inteligentní elektroinstalaci a má poměrně značné předpoklady do budoucna. Tento systém je také finančně příznivý a je u něj velice dobrý poměr cena/výkon.

#### **1.2.2 xComfort**

Systém xComfort byl uveden na trh v roce 2003 společností Eaton Business System, která se zaměřuje nejen na elektrický průmysl, ale také na automobilový či letecký průmysl. Tento systém je založen na bezdrátové komunikaci, která pracuje v uzavřeném pásmu o frekvenci 868.3 MHz a využívá se pro automatizované systémy obytných budov v Evropě. Systém xComfort disponuje širokým sortimentem produktů, které jsou vhodné pro ovládání osvětlení, stínění, topení atd. Tyto produkty se hodí nejen do nového domu nebo bytu, ale

také do již hotové elektroinstalace, kterou lze automatizovat. Jeho hlavní výhodou je postupná rozšiřitelnost a jednoduchost instalace a není tedy zapotřebí velký rozvaděč či příprava speciální kabeláže. Do již hotové elektroinstalace lze zakoupit naprogramované sady *Go Wireless*, které obsahují spínací či stmívací modul, který se instaluje buďto do klasické elektroinstalační krabice (ku68), nebo do míst v blízkosti ovládaného prvku. Součástí balení je také tlačítko, které lze osadit do libovolného místa. Další produkty od společnosti xComfort jsou zmíněny níže. Ke konfiguraci a naprogramování celého systému se využívá software MRF, který je dostupný i v českém jazyce. [17]

### **Centrální jednotka**

U systému xComfort není potřeba centrální jednotky, jelikož každý prvek v budově je ovládán samostatně. Pokud ale chceme tento systém ovládat přes chytré mobily nebo tablety, je zapotřebí řídicí jednotka *RF Smart manager*. Díky této jednotce je možnost sjednocení celého objektu a možnosti vzdáleného připojení. Do této jednotky lze integrovat 99 RF prvků a je napájena pomocí externího zdroje. Připojení k internetu se provádí pomocí LAN konektoru. Další produkt, který spadá do této kategorie je *RF Controller CB01*. Tato jednotka je určena pro připojení systému od výrobců třetích stran, například tepelných čerpadel, rekuperace nebo klimatizace. V jednotce je umístěno osm modifikovatelných digitálních vstupů nebo výstupů, čtyři modifikovatelné linky RS 485, jeden modifikovatelný LAN vstup pro protokol Modbus TCP a jedna linka pro řízení dali osvětlení. [18]

### **Aktory**

Aktory xComfort patří mezi hlavní prvky toho systému. Využívá se ke spínání osvětlení, stmívání osvětlení, ovládání stínění atd. Veškeré aktory fungují na bezdrátové RF komunikaci a jsou napájeny síťovým napájením 230 V AC.

### **Osvětlení**

Hlavní prvek pro spínání osvětlení je *RF Spínací aktor 10 A RLC / 230 VAC*. Díky tomuto aktoru lze spínat libovolnou R, L, C zátěž až do výkonu 2300 W při 10 ampérech, nebo 3680 W při 16 ampérech. Systém xComfort také disponuje možností stmívání. Toho lze docílit pomocí *RF SMART Stmívacího aktoru 250 W UNI*, nebo *RF SMART Stmívacího aktoru 250 W UNI s 2x Binárními vstupy*. Tyto aktory pracují pomocí fázového řízení na vzestupné a sestupné hraně a díky tomu lze zaintegrovat jakékoliv konvekční osvětlení či elektronický transformátor pro stmívání osvětlení o malém napětí. [19]

## Stínění

Pro ovládání stínění slouží roletové aktory. Tyto aktory se využívají v místech, kde je potřeba ovládání elektrických motorů, například rolet, žaluzií markýz nebo jiných pohonů, které jsou řízeny ve dvou směrech. XComfor vyrábí dva typy aktorů. *RF Roletový aktor 6 A / 230 VAC* – tlačítková funkce nebo *RF Roletový aktor 6 A / 230 VAC* s bezpečnostními funkcemi. K těmto aktorům lze osadit jakákoliv tlačítka a aktory reagují na délku stisku či délku stlačení. Pro bezpečný chod rolet a žaluzií je nutná instalace Anometru 0-10 V neboli čidlo pro měření rychlosti větru které se připojuje k modulu s analogovými vstupy 0-10 V. [19]

## Topení

Pro integraci tepelných čerpadel a rekuperace slouží řídicí jednotka *RF Controller CB01*, která byla již zmíněna výše. K ovládání termostatických hlavice se využívá *RF Vytápěcí aktor PWM 1 A* pro termoelektrické hlavice a pro ovládání ostatních typů vytápění jako jsou například topné rohože, topné kabely nebo přímotopy je vhodný *RF Vytápěcí aktor PWM 16 A* s měřičem spotřeby. Díky tomuto aktorovi lze spínat zátěž až o výkonu 3600 W a navíc je vybaven měřením spotřeby. Dále je zapotřebí do jednotlivých místností instalovat pokojové termostaty, které disponují senzorem teploty a vlhkosti. Tyto termostaty se instalují kamkoliv na stěnu pokud jsou napájeny za pomoci baterií, nebo se osazují přímo na instalační krabici ku68 při použití externího napájení. [20]

## Senzory

System xComfort vyrábí řadu produktů, díky kterým lze monitorovat specifické údaje a poté zajišťovat bezpečný chod celého systému v objektu. Mezi tyto produkty lze zařadit například detektor kouře, *RF PIR Detektor pohybu*, *RF okenní/dveřní kontakt*, senzor kvality vzduchu, nebo senzor zaplavení.

Na předchozích řádkách byl popsán systém xComfort a jeho aktuálně dostupné produkty na dnešním trhu. Tento systém je určený především do již hotového a zařízeného objektu v důsledku bezdrátové komunikace prvků xComfort. Tento systém je z cenového hlediska o trochu dražší než předchozí systém Loxone, ale má velkou výhodu v postupné rozšiřitelnosti celého objektu, jelikož k ovládání aktorů není zapotřebí centrální jednotka.

### 1.2.3 iNELS

System iNels je produkt české firmy Elko EP, která jej uvedla na trh v roce 2007 pro ovládání inteligentní elektroinstalace domů a budov. O něco později nabral jejich vývoj rychlý vzestup a vznikla samostatná značka iNels, která se zaměřuje na komplexní automatizaci nejen rodinných domů, ale především rozsáhlejších objektů jako jsou hotely. U tohoto systému jsou dvě možnosti realizace, a to buď sběrníkovým systémem BUS, nebo bezdrátovým systémem RF. Pro oba způsoby je zapotřebí centrální jednotka, která komunikuje se všemi prvky v objektu a jako kabeláž se volí UTP kabel *cat6* a vyšší. Délka kabeláže by přitom neměla překročit délku přes 500 metrů a maximální počet prvků napojených na jednu linku je 32. Také je zde možnost volby různé topologie zapojení zařízení, jako jsou například hvězdicová topologie, stromová topologie nebo sběrníková topologie. Nikdy však nesmí vzniknout zapojení do kruhu. Veškerý systém je napájen pomocí napájecích zdrojů při napětí 22-30 VDC, nejideálněji však napětím 27 VDC. Bezdrátová komunikace je založena na stejném principu jako u předchozích systémů, tedy pomocí rádiové frekvence. V každé části světa je vyhrazená určitá frekvence, pro EU je to 868 MHz. System iNels využívá tři typy komunikace - jednosměrná a obousměrná komunikace a Mesh komunikace. Komunikace typu Mesh je v dnešní době nejvyspělejší, jelikož povel z ovladače je routován přes další prvky a díky tomu je zajištěn spolehlivý signál. Celý systém lze konfigurovat v softwaru iNels Design Manager, kde se vytváří kompletní automatika pro celý objekt. [21]

#### **Centrální jednotka**

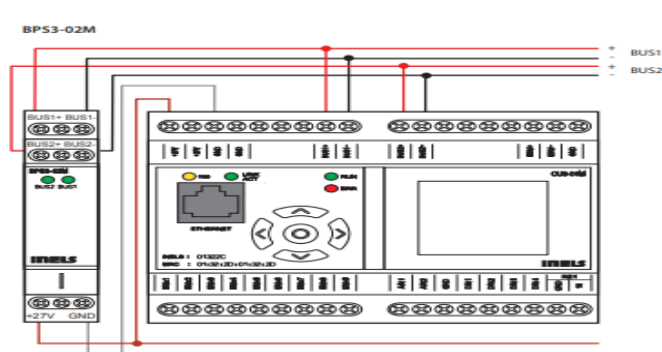
System iNels disponuje několika centrálními jednotkami, avšak zde bude představena pouze jedna z nejpoužívanějších, tj. *Centrální jednotka CU3-02M*. Tato jednotka je určena k instalaci do rozvaděče a je napájena pomocí napájecího zdroje s výstupním napětím 27 VDC. Jednotka je vybavena čtyřmi bezpotenciálovými vstupy, dvěma analogovými vstupy (0-30 VDC), konektorem RJ45 pro připojení k internetu, bezpotenciálovým výstupem, dvěma Bus větvemi pro připojení 32 Bus zařízení na jednu větev a také rozhraním RF pro připojení bezdrátových prvků. Dále je vybavena OLED displejem, který zobrazuje aktuální stav a také je možnost dalšího nastavení pomocí tlačítek u displeje. [22]



Obr. 6 Centrální jednotka iNels CU3-02M [22]

### Rozšiřující moduly

Toto označení nesou prvky, pomocí kterých lze celý systém rozšířit o další vstupy a výstup nebo o rozhraní díky kterému lze integrovat produkty třetích stran. Jeden z hlavních modulů je *BPS3-02 Oddělovač sběrnice* od napájecího napětí. Tento modul je vyžadován u každé centrální jednotky a slouží k impedančnímu oddělení sběrnice BUS od zdroje napájecího napětí. Modul navíc obsahuje dva výstupy pro dvě sběrnice BUS a napájecí napětí je 27 VDC.



Obr. 7 Schéma zapojení modulu BPS3-02M a centrální jednotky CU3-02M [23]

Dalším zajímavým modulem značky iNels je *GSM Komunikátor GSM3-01M*. Prostřednictvím tohoto modulu a mobilního telefonu lze pomocí SMS zpráv nebo volání ovládat systém iNels, pokud v místě instalace nebo v objektu, jež chceme řídit a monitorovat, není k dispozici internetové připojení. V jednotce musí být osazena SIM karta a poté je možnost pomocí software iDM3 využít až osm příchozích hovorů, osm odchozích hovorů a 32 příchozích a odchozích SMS zpráv. Další moduly pro rozšíření systému budou představeny přímo v kategoriích daného typu. [24]



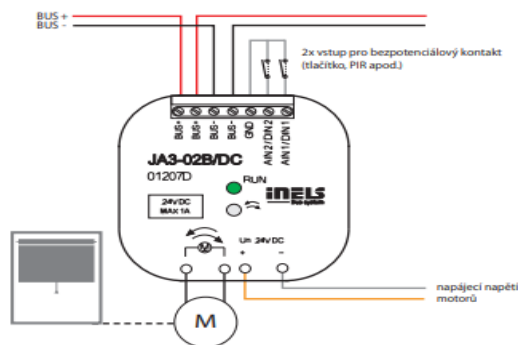
## Osvětlení

U systému iNels lze osvětlení řídit několika způsoby. Jako hlavní způsob jsou spínané okruhy. To lze docílit pomocí spínacích aktorů, například pomocí *SA3-022M*. Tento spínací aktor je vybaven 22 reléovými výstupy pro spínání osvětlení a zásuvek s maximálním zatížením 6 A pro osvětlení a 10 A pro zásuvkové okruhy při napětí 230 VAC. Další možností, jak řídit osvětlení, je regulace jasu, a využívá se k tomu například *Univerzální stmívací aktor DA3-22M*. Jedná se o univerzální dvoukanálový stmívací prvek, který slouží k ovládání intenzity jasu stmívatelných světelných zdrojů typu ESL, LED a RLC s napájením 230 VAC. Tento modul navíc disponuje dvěma vstupy na 230 VAC, na které mohou být napojeny například tlačítka. Také je vybaven nadproudovou a tepelnou ochranou, která výstup vypne při přehřátí nebo zkratu. Pro integraci osvětlení se speciálním rozhraním jako jsou DALI či DMX se využívá Převodník iNels – DALI/DMX EMDC-64. Tato jednotka je určena k řízení elektronických předřadníků DALI a přijímačů DMX a je napájena ze síťového napětí 230 VAC. K této jednotce lze připojit až 64 nezávislých předřadníků DALI a až 64 přijímačů DMX. [25]

## Stínění

Pro ovládání stínění se nejvíce využívá *Roletový (žaluziový) aktor JA3-018M* určený k instalaci do rozvaděče. S tímto aktorem lze ovládat jakýkoliv typ stínění kterým mohou být rolety, žaluzie nebo markýzi. Lze tedy ovládat jakýkoliv typ motoru, který je řízen ve dvou směrech a má koncový spínač. Komunikace a napájení je řízeno pomocí BUS sběrnice a celkový počet výstupních relátek je 18. Pomocí jednoho aktoru tedy řídit devět elektronických motorů ve dvou směrech. Relé výstupy jsou napájeny buďto ze síťového napětí 230 VAC, nebo z externího napájecího zdroje s výstupním napětím 24 VDC. Další možností, jak ovládat elektrické motory určené k stínění, je pomocí *Roletového aktoru JA3-02B/DC*. Tento aktor ovládá elektrické pohony s napájecím napětím do 24 VDC, kde je směr otáčení pohonu řízen změnou polarit napětí motoru. Tento modul je určený k instalaci do montážní krabice ku68. [26]





Obr. 8 Schéma zapojení Roletového aktoru JA3-02B/DC [27]

## Topení

U řízení a ovládání topení zaleží především na typu otopného systému, který je v objektu instalován. Pro ovládání elektrických či plynových kotlů postačí jakýkoliv spínací aktor alespoň s jedním digitálním výstupem, který udává požadavek na zapnutí nebo vypnutí topení. Pro integraci tepelných čerpadel nebo rekuperací s ohřevem vzduchu lze využít *Převodník RS485/232-iNELS eLAN-RS485/232*. Tento převodník slouží pro komunikaci se zařízeními, které komunikují prostřednictvím protokolu Modbus. K regulaci každé místnosti zvlášť se používají termostatické hlavice neboli *Termopohony TELVA-2*. Tyto hlavice se instalují do podlahového rozdělovače nebo přímo k radiátorům a jsou napájeny 24 VDC nebo 230 VAC. Pokud jsou instalovány termostatické hlavice je zapotřebí osadit do regulované místnosti také termostat. Tím může být například *Autonomní Regulátor Teploty RFTC-50/G*. [28]

## Multimédia

Ovládání audiosystému se provádí pomocí *LARA Radio*. Jedná se o přehrávač hudby a internetových rádií o rozměru vypínače. Pro ovládání rádií je zapotřebí připojení k internetu a pro poslouchání jakékoliv hudby například z mobilního telefonu poslouží audio vstup 3.5mm stereo jack. *LARA Radio* je napájena prostřednictvím PoE s maximální úrovní 27 VDC, a proto se využívá jeden UTP kabel. Navíc je integrován zesilovač s výkonem 2 x 10 W, který postačí pro ozvučení jednoho pokoje. [29]

## **Přístup**

K přístupu do objektu, nebo jen do určitého prostoru, se používá *Nástěnná čtečka karet WMR3-21*. Pomocí této čtečky lze otevřít vchodové dveře a také vypnout zabezpečovací systém v objektu. Čtečka komunikuje pomocí BUS sběrnice a je napájena pomocí napětí 27 VDC. Tato čtečka slouží pro čtení čipových karet, klíčenek nebo tagů. Další možností je *Skleněná čtečka karet GCR3-11/B*, která se hodí například ke vstupu do hotelového pokoje. [30]

## **Ovládání**

K ovládání jednotlivých prvků v objektu nebo v místnosti se používají nástěnné ovladače, nebo dotykové panely. Pro ovládání osvětlení a stínění v jedné místnosti postačí *Nástěnný Ovladač WSB3-40*. Tento ovladač komunikuje přes sběrnici BUS a je napájen pomocí napětí 27 VDC. Díky němu lze ovládat jedním stiskem osvětlení, nebo světelné scény a dlouhým stlačením jednoho tlačítka regulovat například jas anebo ovládat žaluzie. Pro náročnější zákazníky, nebo pro místa s větším počtem ovládaných prvků lze volit *Nástěnný skleněný ovladač GSB3-60/B*. Tento ovladač nabízí šest možností ovládání a lze jej konfigurovat v softwaru IDM3. Do hotelového pokoje se může instalovat například *Skleněný panel GBP3-60/B*. Tento panel je k dispozici v několika provedeních jako dvou modulový nebo tři modulový. [30]

Zde byl představen poslední ze tří inteligentních systémů, Tento systém se hodí pro rozsáhlejší objekty, a to především pro hotely, jelikož systém iNels nabízí řadu produktů pro hotelové zařízení. Také nabízí jak bezdrátové, tak drátové prvky, které lze kombinovat a cenově je také velmi příznivý.

## 2 Praktická část

V rámci praktické části této bakalářské práce, bylo za úkol vybrat jeden ze tří výše zmíněných systému a pomocí něj vypracovat a navrhnout kompletní elektroinstalaci rodinného domu. Součástí zadání bylo také kompletní srovnání s klasickou verzí elektroinstalace.

Pro tuto realizaci byl zvolen systém Loxone, jelikož je jeden z nejucelenějších systému v dnešní době, také disponuje příznivou cenou a konfigurace v softwaru je celkem intuitivní. Dále jako rodinný dům byl zvolen středně velký bungalov o velikosti  $200m^2$ . Tento rodinný dům je dispozičně rozložen na obývací pokoj s kuchyní, dvě koupelny, ložnici, šatnu u ložnice, pracovnu, dva dětské pokoje, toaletu, technickou místnost, prádelnu, garáž a terasu.

### 2.1 Zadání pro vypracování projektu

V této části jsou představeny jednotlivé místnosti a požadavky pro řízení a ovládání jednotlivých prvků. V tomto domě jsou požadavky na ovládání osvětlení, stínění, topení a chlazení, audiosystému, přístupu, zabezpečovací systém, ovládání garážových vrat a brány. Dále je zde instalované tepelné čerpadlo a rekuperace, kde je také požadavek na integraci do systému.

#### **Příjezdová cesta**

Ovládání brány, přístupový vrátný, osvětlení příjezdové cesty.

#### **Vstup**

Přístupový systém pomocí čipů, nebo zadáním kódu, osvětlení vstupu, zvonek, vypnutí zabezpečovacího systému.

#### **Zádveří**

Ovládání osvětlení, zabezpečovací systém.

#### **Garáž**

Ovládání osvětlení, ovládání garážových vrat, zabezpečovací systém.

### **Technická místnost**

Ovládání osvětlení, zabezpečovací systém.

### **Chodba**

Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami, zabezpečovací systém.

### **Toaleta**

Ovládání osvětlení, ovládání odvětrávání.

### **Pracovna**

Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami, ovládání stínění, ovládání audia, zabezpečovací systém, regulace pokojové teploty.

### **Dětský pokoj 1**

Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami, ovládání stínění, ovládání audia, zabezpečovací systém, regulace pokojové teploty.

### **Dětský pokoj 2**

Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami, ovládání stínění, ovládání audia, zabezpečovací systém, regulace pokojové teploty.

### **Koupelna 1**

Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami, ovládání audia, zabezpečovací systém ovládání odvětrávání, regulace pokojové teploty.

### **Koupelna 2**

Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami, ovládání odvětrávání, regulace pokojové teploty.

### **Ložnice**

Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami, ovládání stínění, ovládání audia, zabezpečovací systém, regulace pokojové teploty, regulace pokojové teploty.

### **Šatna ložnice**

Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami.

### **Obývací pokoj**

Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami, ovládání stínění, ovládání audia, zabezpečovací systém, regulace pokojové teploty.

### **Kuchyně**

Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami, ovládání stínění, ovládání audia, zabezpečovací systém, regulace pokojové teploty.

### **Terasa**















Ovládání osvětlení s regulací jasu a světelnými scénami, ovládání audia.

## 2.2 Vypracovaný projekt se systémem Loxone



Obr. 9 Elektroinstalace s využitím systému Loxone

## Legenda značek

	Zásuvka - KU68 standardní výška 400mm		Loxone led spot WW
	Datová zásuvka - KU68 standardní výška 400mm		Stmívatelné sv Minalox 24V
	Antenní zásuvka - KU68 standardní výška 400mm		Nestmívatelné sv 230V
	Loxone touch - KU68 standardní výška 1200mm		Nestmívatelné závěsné sv 230V
	Vývod zakončený - KU68		Venkovní sv IP44 230V
	Třífázová vestavná zásuvka IZV 1653 400V		El. zámek 12V
	Vývod z chráničky - průměr 16mm		Magnetický okenní/dveřní kontakt
	Venkovní osvětlení- průměr 16mm		
	Senzor přítomnosti		
	Loxone speaker		

Obr. 10 Legenda značek systému Loxone

### 2.2.1 Podrobný popis funkcí inteligentní elektroinstalace

#### Ovládání osvětlení

Osvětlení je v tomto domě rozděleno na dva druhy, v neobyvatelných místnostech kromě chodby je pouze spínané osvětlení, tedy zapnuto/vypnuto. Toto osvětlení je řízeno pomocí senzorů přítomnosti umístěných na stropě a pomocí vypínačů, pokud jsou v místnosti osazeny. Také je zde možnost zapnutí či vypnutí přes aplikaci Loxone. Osvětlení se zapíná podle přítomnosti v místnosti a nastaveného jasu, který je naprogramován na 70 luxů. Pokud je tedy v místnosti detekována přítomnost a hodnota jasu klesne pod 70 luxů systém zapne osvětlení. Délka svícení je nastavena na 5 minut, tedy pokud po posledním pohybu v místnosti nedojde k další přítomnosti, systém vyčká 5 minut a poté dojde k vypnutí

osvětlení. V obytných místnostech, koupelnách, na chodbě a terase je možnost regulace jasu a teploty barvy. Jsou zde nastaveny určité světelné nálady, které jsou aktivovány v určitých časech. Například v ložnici, pokud je zapnut noční režim, tak při cestě na toaletu se rozsvítí pouze LED pásek osazený pod postelí a tlumené světlo se zapne také v koupelně. Dále je zde naprogramována tlumená nálada, která se aktivuje v 19:00 a od té doby veškeré regulovatelné osvětlení svítí jen na 50 %. V obývacím pokoji je navíc instalován RGBW LED pásek, pomocí kterého navolit oblíbenou barvu v místnosti. Systém také umí simulovat přítomnost v domě, tedy pokud je aktivována nepřítomnost, tak po setmění dojde k náhodnému rozsvícení světel v určité místnosti. Další možnost, jak využít osvětlení v domě je jako optický výstup při alarmu, nebo zvonku.

### **Ovládání stínění**

V domě je instalováno 6 venkovních žaluzií. Tyto žaluzie jsou plně automatizovány a řízeny pomocí meteostanice, která je instalována na střeše domu, je tedy dosaženo maximálního pohodlí pro uživatele. Žaluzie jsou naprogramovány, aby se při východu slunce vytáhly a při západu zase zatahly. Pokud jsou slunečné dny, tak systém zapne automatiku pro stínění, která řídí žaluzie tak, aby zabránily průniku slunečních paprsků a přehřívání místnosti. V zimních dnech je nastavena zase obrácena logika, tedy pokud v zimě zasvítí slunce, žaluzie se automaticky vytáhnou, aby se využilo slunečné teplo pro ohřátí objektu. Systém také monitoruje rychlost větru, a pokud je přesažena hodnota 45 km/h, žaluzie se automaticky vytáhnou, aby nedošlo k jejich poškození. Jednotlivé žaluzie také lze ovládat pomocí tlačítek osazených v místnosti, nebo pomocí aplikace v mobilu.

### **Topení**

Do systému bylo zintegrováno tepelné čerpadlo pomocí *Modbus extensionu*, které lze ovládat přes aplikaci Loxone. Tepelné čerpadlo má již veškerou regulaci zabudovanou, není tedy potřeba většího zásahu pomocí nějaké složité logiky. Pro regulaci jednotlivých místností, především obytných místností a koupelen, byly osazeny termostatické hlavice. V těchto místnostech jsou také osazeny vypínače, které mají zabudovaný senzor teploty, takže každá z těchto místností je monitorována a řízena zvlášť. Dále je v domě instalována rekuperace, která je také zintegrována do systému pomocí *Modbus extensionu*. V zimě slouží nejen k větrání, ale také jako přídatný zdroj tepla a v létě zase poslouží ke chlazení objektu. Díky senzorům vlhkosti zabudovaných ve vypínačích lze snadno rozpoznat kdy je



zapotřebí maximálního vyvětrání. Rekuperace se také vypíná při aktivaci nočního režimu v domě, aby nerušila při spaní.

### **Audiosystém**

V domě je instalovaný *Audioserver* a dva *Stereo extensiony*, pro ovládání hudby. Hudba je ovládána automaticky pomocí senzorů přítomnosti, tedy pokud je v místnosti detekována přítomnost zapne se oblíbená hudba či rádiová stanice. Dále je možnost ovládání pomocí vypínačů na zdech, nebo přes aplikaci. Audio je také využíváno k výstupu zvonku, budíku a alarmu. Je zde také naprogramováno, aby při první ranní návštěvě koupelny a obývacího pokoje, zahlásilo aktuální venkovní teplotu.

### **Zabezpečovací systém**

V každém okně a dveřích jsou instalovány magnetické kontakty, které jsou zapojeny do systému, a díky nim lze monitorovat stav otevření/zavření. Nelze monitorovat stav okna otevřeného pouze na ventilaci, což v tomto domě ani není zapotřebí, jelikož je zde instalována rekuperace. Dále je v každé místnosti na stropě instalován senzor přítomnosti, který slouží také jako detektor pohybu pro zabezpečovací systém. Pokud je detekováno vniknutí do objektu, systém automaticky aktivuje alarm a informuje uživatele pomocí notifikace. Alarm je aktivován ve třech krocích, nejprve se zapne tichý alarm, poté optický, a nakonec akustický alarm. Zabezpečovací systém se aktivuje při odchodu pomocí trojkliku na tlačítko v zádveří, nebo v garáži.

### **Přístup**

Přístup je vyřešen pomocí klávesnice osazené u vstupu vedle vchodových dveří. Pomocí této klávesnice lze otevřít vchodové dveře, garážová vrata a vypnout zabezpečovací systém. Otevření vchodových dveří a garážových vrat lze pomocí aplikace interně i externě.

## 2.2.2 Výpis materiálu a cenová nabídka systému Loxone

<b>Rozpočet pro elektroinstalaci se systémem Loxone</b>			
<b>Kabeláž</b>	<b>Počet</b>	<b>Cena za metr [Kč]</b>	<b>Cena celkem [Kč]</b>
CYKY-J 4x10	20m	184	3680
CYKY-J 5x4	6m	98	588
CYKY-J 5x2,5	50m	52	2600
CYKY-J 3x2,5	300m	32	9600
CYKY-J 3x1,5	400m	22	8800
CYSY 2x1,5	200m	13	2600
CYSY 4x1,5	100m	25	2500
SYKFY 2x2x0,5	100m	5	500
UTP CAT 5E	200m	13	2600
Koaxiální kabel	100m	7	700
Loxone tree	200m	39	7800
			<b>41 968 Kč</b>

<b>Instalační materiál</b>	<b>Počet</b>	<b>Cena za kus [Kč]</b>	<b>Cena celkem [Kč]</b>
Instalační krabice ku68	89ks	5	445
Zásuvka jednoduchá ABB tango	60ks	110	6600
Zásuvka jednoduchá ABB tango IP44	3ks	168	504
Vestavná zásuvka 400V IP44	2ks	389	778
Datová zásuvka ABB tango	6ks	168	1008
Anténní zásuvka ABB tango	4ks	160	640
Rámeček jednoduchý ABB tango	23ks	21	483
Rámeček dvojitý ABB tango	12ks	38	456
Rámeček trojitý ABB tango	4ks	55	220
Rámeček pětinásobný ABB tango	4ks	89	356
			<b>11 490 Kč</b>

<b>Osvětlení</b>	<b>Počet</b>	<b>Cena za kus [Kč]</b>	<b>Cena celkem [Kč]</b>
LED DOWNLIGHT DUALWHITE 8W 24V	44ks	798	35112
LED Panel DUALWHITE LP 200R 15W 24V	6ks	918	5508
LED Podhledové svítidlo ORTO LED/24W/230V	5ks	290	1450
LED Podhledové svítidlo LED/6W/230V	10ks	160	1600
Lustr na lanku PASTELO 1 1xG9/40W/230V	3ks	774	2322
LED Stropní svítidlo se senzorem AVESTA/12W/230V	2ks	540	1080
LED venkovní nástěnné svítidlo LED/3W/230V IP44	5ks	676	3380
CCT LED pásek 18W 24V bez krytí IP20	30m	199	5970
RGBW LED pásek 19,2W/m 24V	8m	270	2160
			<b>58 582 Kč</b>

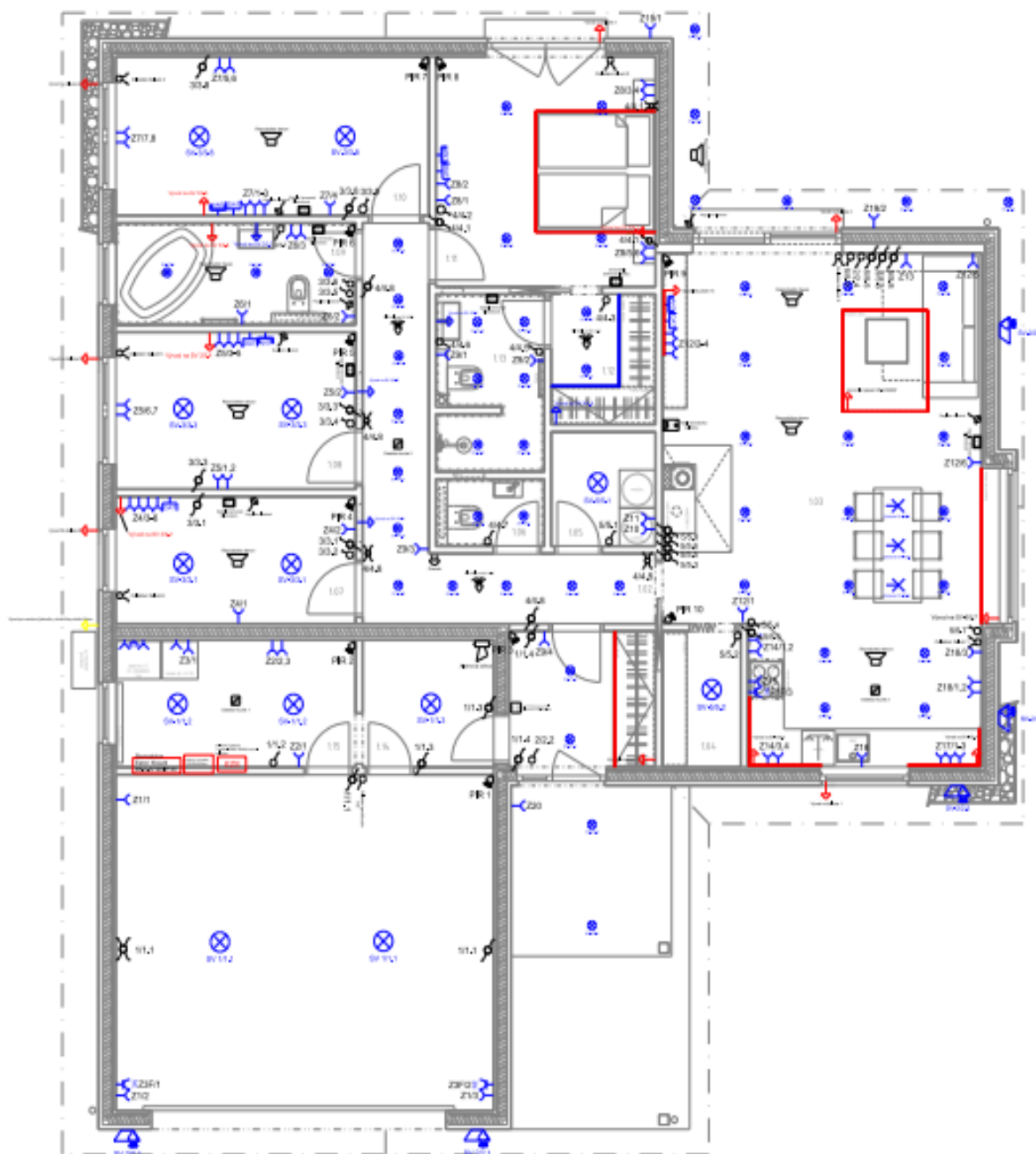
<b>Rozvaděč + vybavení rozvaděče</b>	<b>Počet</b>	<b>Cena za kus [Kč]</b>	<b>Cena celkem [Kč]</b>
Rozvaděč Schneider Electric 2000x800x250	1ks	19655	19655
Datový rozvaděč LEXI-Net Rozvaděč nástěnný 6U 600x450	1ks	2380	2380
Jistič B-25A/3	1ks	350	350
Jistič B-20A/3	2ks	300	600
Jistič B-16A/3	3ks	240	720
Jistič B-16A/1	17ks	93	1581
Jistič B-10A/1	12ks	93	1116
Jistič B-6A/6	5ks	82	410
Chránič 40/4/0,03	3ks	775	2325
Chránič s jističem B-10/N/0,03	5ks	677	3385
Pojistkový odpojovač	70ks	38	2660
Patice pro relé	36ks	86	3096
Relé	36ks	102	3672
Napájecí zdroj 120W 24V/5A Mean Well NDR-120-24	1ks	849	849
NAPÁJECÍ ZDROJ MEAN WELL NA DIN LIŠTU 15W 12V	1ks	449	449
Propojovací materiál			2000
			<b>45 248 Kč</b>

<b>Materiál Ioxone</b>	<b>Počet</b>	<b>Cena za kus [Kč]</b>	<b>Cena celkem [Kč]</b>
Miniserver	1ks	14086,9	14086,9
Relay Extension	2ks	7807,9	15615,9
Air Base Extension	1ks	2385,3	3285,3
Modbus Extension	1ks	5453,7	5453,7
Tree Extension	1ks	2385,3	2385,3
DI Extension	1ks	6817,4	5817,4
Audioserver	1ks	11428	11428
Stereo Extension	2ks	5713,4	11426,9
Touch Tree bílá	11ks	2101,2	23113,7
Zápustný senzor přítomnosti Tree bílá	16ks	2596,4	41543,3
Senzor přítomnosti Tree bílá	2ks	2271,7	4543,4
Hlavice Tree	10ks	1987,6	19876,2
RGBW 24V Dimmer Tree	13ks	1817,1	23622,9
Meteostanice Tree	1ks	11931,4	11931,4
Detektor kouře Air	3ks	2599	7797
NFC Code Touch Tree Anthrazit	1ks	6950	6950
Intercom antracitová	1ks	12999	12999
Montážní rámeček 1 modul antracitová	1ks	799	799
RP 110 Reprodukční dýhač	8ks	1730	13840
Zdroj 24 V, 1,3 A	1ks	1032,1	1032,1
Zdroj 24 V, 4,2 A	1ks	1595,7	1595,7
Zdroj 24 V, 10 A Meanwell	8ks	1499	11992
<b>Celkem bez DPH</b>			<b>251 236</b>

<b>DPH 15%</b>			37685,35
<b>Celkem Loxone</b>			<b>288 920,99 [Kč]</b>
<b>Práce</b>	Počet	Cena za hod.	Cena celkem
<b>Hrubá stavba</b>	60 h	400	24000
<b>Kompletace</b>	60 h	400	24000
<b>Programování systému</b>	20 h	400	8000
			<b>56 000 Kč</b>
<b>Cena za kompletní elektroinstalaci</b>			<b>502 208,00Kč</b>
























Tabulka 1 Cenový rozpočet systému Loxone

### 2.3 Vypracovaný projekt s klasickou elektroinstalací



Obr. 11 Klasická elektroinstalace

## Legenda značek

	Zásuvka - KU68 standartní výška 400mm		Reproduktor
	Datová zásuvka - KU68 standartní výška 400mm		Alarmová siréna
	Antenní zásuvka - KU68 standartní výška 400mm		PIR senzor
	Třífázová vestavná zásuvka IZV 1653 400V		Kodová klávesnice
	Vývod z chráničky - průměr 16mm		Detektor kouře
	Vypínač č.1		Zvonek
	Vypínač č.6		Tablo
	Vypínač č.7		LED světlo zápuštěné
	Ovladač LED stmívání		LED bodové světlo
	Regulátor hlasitosti		Světlo s PIR SENZOREM IP44
	Žaluziové tlačítko		
	Tlačítko		
	Pokojevý termostat		

Obr. 11 Legenda značek Klasické elektroinstalace

### 2.3.1 Výpis materiálu a cenová nabídka klasického systému

Rozpočet pro elektroinstalaci standart			
Kabeláž	Počet	Cena za metr [Kč]	Cena celkem [Kč]
CYKY-J 4x10	20m	184	3680
CYKY-J 5x4	6m	98	588
CYKY-J 5x2,5	50m	52	2600
CYKY-J 3x2,5	300m	32	9600
CYKY-J 3x1,5	400m	22	8800
CYKY-J 5x1,5	200m	28	5600
CYSY 4x1,5	25m	25	2500
SYKFY 2x2x0,5	200m	5	1000
UTP CAT 5E	200m	13	2600
Koaxiální kabel	100m	7	700
CYSY 2x1,5	300m	13	3900
<b>Celkem</b>			<b>41 568 Kč</b>

Instalační materiál	Počet	Cena za kus [Kč]	Cena celkem [Kč]
Instalační krabice ku68	89ks	5	445
Zásuvka jednoduchá ABB tango	60ks	110	6600
Zásuvka jednoduchá ABB tango IP44	3ks	168	504
Vestavná zásuvka 400V IP44	2ks	389	778
Datová zásuvka ABB tango	6ks	168	1008
Anténní zásuvka ABB tango	4ks	160	640
Rámeček jednoduchý ABB tango	62ks	21	1302
Rámeček dvojitý ABB tango	14ks	38	532
Rámeček trojitý ABB tango	2ks	55	220
Rámeček pětinásobný ABB tango	6ks	89	534
Vypínač ABB č. 1	11ks	90	990 Kč
Vypínač ABB č. 6	24ks	94	2256
Vypínač ABB č. 7	5ks	142	710
Tlačítko ABB č. 1/0	1ks	105	105
Dvoj tlačítko ABB č. 1/0+1/0	6ks	143	858
Ovladač dimLED OV Duplex 1K	7ks	799	5593
Ovladač dimLED RGBW	1ks	999	999
MWX45/B Ovládací panel pro audio	6ks	1826	10956
MTX88 Audio pro 8 zón AUDAC	1ks	29508	29508
RP110 podhledový reproduktor	8ks	1730	13840
Video telefon EM-10AHD	1ks	7880	7880
Elektrobock PT41-M Jednotka pro regulaci topení	1ks	2913	2913
Elektrobock PT712 Digitální termostat	7ks	893	6251
Elektrobock termostatická hlavice pro podlahové topení	10ks	559	5590
Kryt ABB tango jednoduchý	46ks	35	1610
Kryt ABB tango dělený	6ks	45	270
Zvonek	1ks	350	350
<b>Senzor pohybu podhledový MW B 360° 1200W/230V</b>	3ks	489	1467
<b>Celkem</b>			<b>104709 Kč</b>

Zabezpečovací systém Jablotron	Počet	Cena za kus [Kč]	Cena celkem [Kč]
JA-101K Ústředna s vestav. GSM / GPRS komun. - Jablotron	1ks	9900	9900
JA-110P Sběrníkový PIR detektor pohybu - Jablotron	9ks	739	6651
JA-110ST Sběrníkový kombinovaný detektor kouře	3ks	1511	4533
JA-113E Sběrníkový přístupový modul s klávesnicí a RFID	1ks	1811	1811
JA-110A II Sběrníková siréna vnitřní zálohovaná - Jablotron	1ks	1067	1067
<b>Celkem</b>			<b>23962 Kč</b>

Osvětlení	Počet	Cena za kus [Kč]	Cena celkem [Kč]
LED Podhledové svítidlo ORTO LED/24W/230V	12ks	290	3480
LED Podhledové svítidlo LED/6W/230V	10ks	160	1600
Philips - LED Podhledové svítidlo 1xLED/6W/230V 3000K	46ks	330	15180
Lustr na lanku PASTELO 1 1xG9/40W/230V	3ks	774	2322
LED Venkovní svítidlo se senzorem 1xE27/15W/230V IP44	5ks	1190	5950
LED PÁSEK 12W/M VNITŘNÍ DENNÍ BÍLÁ 12V	30m	139	4170
RGBW LED pásek 19,2W/m 24V	8m	270	2160
<b>Celkem</b>			<b>34862 Kč</b>

Rozvaděč + vybavení rozvaděče	Počet	Cena za kus [Kč]	Cena celkem [Kč]
Rozvaděč Eaton Xboard BF-U-5/120 IP 30	1ks	4162	4162
Datová rozvaděč LEXI-Net Rozvaděč nástěnný 6U 600x450	1ks	2380	2380
Jistič B-25A/3	1ks	350	350
Jistič B-20A/3	2ks	300	600
Jistič B-16A/3	3ks	240	720
Jistič B-16A/1	17ks	93	1581
Jistič B-10A/1	4ks	93	372
Jistič B-6A/6	2ks	82	164
Chránič 40/4/0,03	3ks	775	2325
Chránič s jističem B-10/N/0,03	7ks	677	4739
Napájecí zdroj 120W 24V/5A Mean Well NDR-120-24	8ks	849	6792
Propojovací materiál			2000
<b>Celkem</b>			<b>26185 Kč</b>

Práce	Počet	Cena za hod.	Cena celkem
Hrubá stavba	120 h	400	48000
Kompletace	120 h	400	48000
<b>Celkem</b>			<b>96000 Kč</b>

**Celkem elektroinstalace 327 286 Kč**

Tabulka 2 Cenový rozpočet klasické elektroinstalace

### 2.3.2 Popis klasické elektroinstalace a porovnání s inteligentním systémem

Při realizaci projektu s klasickou elektroinstalací, byla snaha se co nejvíce přiblížit funkcím a možnostem, kterými disponuje inteligentní elektroinstalace bez využití nějakého dalšího chytrého systému.



## Osvětlení

V celém objektu byla instalována klasická stropní světla s napětím 230 VAC, která jsou ovládána pomocí klasických vypínačů, které jsou rozmístěny tak, aby ovládání bylo co nejkomfortnější. Celkem bylo použito 40 vypínačů. Dále byly instalovány na místech jako u prvního projektu stmívatelné led pásy, které jsou ovládány z místa u dveří, kde je osazen stmívač. Celkem bylo použito osm stmívačů, které lze započítat mezi vypínače. Je tedy zapotřebí pětinašobek vypínačů pro ovládání osvětlení než u inteligentní elektroinstalace. Veškeré ovládání osvětlení je tedy nutné provádět manuálně a nelze je ovládat centrálně. Například vypnout všechna světla pomocí jednoho tlačítka při odchodu z domu, což je velká výhoda u inteligentní elektroinstalace. Další výhodou chytrého systému je automatické zhasnutí osvětlení v místnosti bez detekce přítomnosti.

## Ovládání stínění

V klasické elektroinstalaci je ovládání stínění jedním z nejvíce problematických částí. Jelikož k dosažení alespoň trochu pohodlného ovládání je zapotřebí nějaký chytrý prvek, nebo chytré žaluziové motory. Asi by byla možnost některou logiku jako je u inteligentní elektroinstalace vyřešit pomocí klasických, nebo časových relé, ale k vytvoření a zapojení této logické části by bylo zapotřebí mnoho času, a především by to bylo z finančních důvodů velmi neekonomické. V tomto rodinném domě je ovládání stínění vyřešeno pomocí žaluziových tlačítek umístěných vedle oken, pomocí kterých lze řídit směr jízdy nahoru a dolů. V této části jsou tedy velké nevýhody oproti inteligentní elektroinstalaci, která veškeré stínění řídí automaticky, a navíc je provázána s blokem topení či chlazení a je tedy dosaženo optimálního klimatu v místnosti, bez větší energetické náročnosti.

## Topení

V objektu je instalované tepelné čerpadlo, které má veškeré logické řízení již integrováno. Zde tedy lze docílit téměř obdobné logiky jako u prvního projektu, v každé obytné místnosti a koupelnách je osazen digitální termostat, který je propojený s termostatickou hlavicí, která je osazena v rozdělovači pro podlahové topení. Těmito prvky tedy lze docílit požadované teploty v místnosti jako je tomu u inteligentní elektroinstalace. Jedinou nevýhodou je, že blok topení není propojen s ovládáním stínění, díky čemuž snížit spotřebu energií, například v zimním období, kdy zasvítí slunce a lze nějaké místnosti přitopit pomocí slunečního svitu.

### **Audiosystém**

Reproduktory jsou umístěny ve stejných místnostech jako je tomu u systému Loxone a lze je ovládat pomocí regulátoru hlasitosti umístěného na zdi. Je zapotřebí tedy dalšího ovladače v místnosti. Zesilovač je umístěn v datovém rozvaděči a lze jej ovládat pomocí mobilních zařízení prostřednictvím integrovaného webového rozhraní. Výhoda inteligentní elektroinstalace je v integraci akustického výstupu do audiosystému, například alarmu, nebo zvonku.

### **Zabezpečovací systém**

V domě je použit zabezpečovací systém od firmy Jablotron. Tento systém má stejné funkce jako systém Loxone. U systému Loxone jsou pro monitorování využity senzory přítomnosti, které jsou osazeny v každé místnosti a jsou využívány pro více funkcí než pouze pro zabezpečení objektu.

### **Přístup**

Přístupový systém je vyřešen pomocí video vrátného, který je rozdělen na dvě části. Kamera se zvonkovým tlačítkem je umístěna v plotě na hranici pozemku a tablo s ovládacím prvky je umístěno v obývacím pokoji. Nevýhoda tohoto řešení je že tento video vrátný nedisponuje externí komunikací.

Další nevýhodou u klasické elektroinstalace je nespočet prvků pro ovládání všech funkcí, které jsou osazeny po celém objektu a k tomu navíc přibývají metry kabelů a také práce při kompletaci a zapojování. Velká výhoda u inteligentního systému je, že veškeré zařízení je navzájem propojeno a tvoří ucelený systém, který lze ovládat pomocí jedné aplikace z mobilu nebo tabletu. Nevýhodou inteligentní elektroinstalace může být například větší úprava v programu, kde je zapotřebí odborných znalostí instalačního partnera. Výsledné celkové náklady jsou u systému Loxone o 35% vyšší než u klasické elektroinstalace. Naproti tomu u klasické elektroinstalace nelze docílit totožné logiky jako je tomu u systému Loxone. Z počátku se tedy může zdát, že prvotní investice do tohoto systému je příliš vysoká, ale po zvážení a seznámením všech možností, zjistíme, že díky chytrému systému, lze uspořit mnoho financí a především času.

### **3 Možné uplatnění inteligentní elektroinstalace v budoucnu**

O tom, jakým směrem se bude inteligentní elektroinstalace rozvíjet se lze bavit pouze hypoteticky. Jisté je, že se výrobci inteligentních systému budou snažit o dosažení ještě většího komfortu pro uživatele, než tomu bylo doposud. Například za pomoci hlasových asistentů, kteří jsou využívány již dnes, ale dle mého názoru ne příliš efektivně a spolehlivě. Jelikož příkaz, který si přejeme vykonat pomocí hlasového asistenta často ztroskotá na nesrozumitelnosti. Také je zapotřebí pracného vytvoření jednotlivých příkazu v daném konfiguračním softwaru. Tento problém lze vyřešit například pomocí umělé inteligence, která by diagnostikovala a poté rozlišila daný příkaz, který si přejeme vykonat. V domácnostech lze počítat s enormním nárůstem chytrých spotřebičů, které lze zaintegrovat do systému již dnes. Bohužel ovládání chytrých spotřebičů pomocí inteligentních elektroinstalací prozatím nejsou nijak přínosná pro komfort, ale spíše se jedná o upozornění stavu zařízení. Jaké budou možnosti ohledně chytrých spotřebičů a inteligentní elektroinstalace, spíše závisí na producentech spotřební elektroniky, jaké funkce a možnosti zařadí mezi své výrobky. Také se můžeme zabývat otázkou, do jakých typů objektů bude inteligentní elektroinstalace zařazena. Velmi pravděpodobné je, že to budou objekty náročné na obsluhu a celkové řízení všech technologií. Také to budou budovy s velkou energetickou náročností, jelikož již v dnešní době jsou velké nároky na tento parametr a v budoucnu se budou jen zpřísňovat, aby bylo dosaženo co nejmenšího zatížení pro životní prostředí.

## 4 Závěr

V této práci jsou shrnuty informace a seznámení s inteligentní elektroinstalací a jejího principu řízení celé budovy. Dále jsou představeny tři systémy a jejich produkty, pomocí kterých realizovat automatizaci budovy. Jsou zde také popsány možnosti realizace chytré domácnosti a vyhodnocení, jaký systém se nejlépe hodí do určitého typu budovy. V praktické části jsou vypracovány projekty pro inteligentní a klasickou elektroinstalaci, jejich cenové srovnání a vyhodnocení výhod a nevýhod. Tato práce může pomoci investorovi při rozhodování, jestli zvolit inteligentní systém a popřípadě jakou společnost si vybrat do daného typu budovy. Může také posloužit zákazníkům k získání odhadu velikosti počáteční investice, jelikož firmy nabízí pouze orientační cenovou nabídku typového domu. Pro přesnější nabídku je zapotřebí oslovit instalační firmu, u které investor stráví spoustu času při plánování. Pokud se investor rozhodne pro inteligentní elektroinstalaci již v prvopočátku, vydá se dle mého názoru správnou cestou, jelikož možnosti využití inteligentního systému se v budoucnu budou jen rozvíjet a klasická elektroinstalace bude postupem času ustupovat.

## 5 Použitá literatura

- [1] LACKO, Luboslav. Řídící jednotky PLC pro průmyslovou automatizaci i smarthome. *Cad.cz* [online]. Brno: CCB [cit. 2022-05-15]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/hardware/78-hardware/10668-ridici-jednotky-plc-pro-prumyslovou-automatizaci-i-smarthome.html>
- [2] VOJÁČEK, Antonín. Co se skrývá pod označením PLC ?. <https://automatizace.hw.cz/> [online]. Praha: HW server, 2007, 6.8.2007. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/co-se-skryva-pod-oznacenim-plc>
- [3] Loxone miniserver. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/miniserver.html>
- [4] ABB akční člen pro stmívání. <https://new.abb.com/cz> [online]. Zurich: ABB Asea Brown Boveri. Dostupné z: <https://new.abb.com/low-voltage/cs/nizke-napeti/produkty/automatizace-bytu-a-budov/produktove-rady/abb-free@home/akcni-cleny-2020>
- [5] Senzor přítomnosti Tree bílá. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/senzor-pritomnosti-tree-bila.html>
- [6] "IEEE Standard for Information technology-- Local and metropolitan area networks-- Specific requirements-- Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs)," in IEEE Std 802.15.4-2006 (Revision of IEEE Std 802.15.4-2003) , vol., no., pp.1-320, 7 Sept. 2006, doi: 10.1109/IEEESTD.2006.232110.
- [7] RF Roletový aktor. <https://www.jsemchytrydum.cz/> [online]. Plzeň: KOMETA Plzeň. Dostupné z: <https://www.jsemchytrydum.cz/aktory/aktory-roletove/69/rf-roletovy-aktor-6-a-230-vac-tlactikova-funkce>
- [8] Loxone. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/o-nas/mise/>
- [9] Loxone miniserver GO. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/miniserver-go.html>
- [10] Loxone extensions. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/miniservers.html/>
- [11] Loxone ovládání. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/prislusenstvi.html/?c=touch-switches-controls>
- [12] Loxone audioserver. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/audioserver.html>
- [13] Loxone osvětlení. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/prislusenstvi.html/?c=accessories-led-strips-connectors>
- [14] Loxone stínění. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/stineni/>
- [15] Loxone topení. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/topeni-klimatizace/>

- [16] Loxone přístup. <https://www.loxone.com/cscz/> [online]. Kollerschlag: Loxone Electronics, 2021. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/pristupovy-system/>
- [17] XComfort. <https://www.eaton.com/cz/cs-cz.html> [online]. Cleveland: Eaton Corporation. Dostupné z: <http://xcomfort.cz/o-systemu.html>
- [18] XComfort. <https://www.jsemchytrydum.cz/> [online]. Plzeň: KOMETA Plzeň. Dostupné z: <https://www.jsemchytrydum.cz/ridici-jednotky/359/rf-controller-cb01>
- [19] XComfort. <https://www.jsemchytrydum.cz/> [online]. Plzeň: KOMETA Plzeň. Dostupné z: <https://www.jsemchytrydum.cz/aktory>
- [20] XComfort. <https://www.jsemchytrydum.cz/> [online]. Plzeň: KOMETA Plzeň. Dostupné z: <https://www.jsemchytrydum.cz/xcomfort/vytapeni-a-chlazení>
- [21] INels. <https://www.inels.cz/> [online]. Holešov: ELKO EP. Dostupné z: <https://www.inels.cz/o-nas>
- [22] INels. <https://www.elkoep.cz/> [online]. Holešov: ELKO EP. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/jednotka-cu3-02m>
- [23] INels. <https://www.elkoep.cz/> [online]. Holešov: ELKO EP. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/bus-tps3-02m>
- [24] INels. <https://www.elkoep.cz/> [online]. Holešov: ELKO EP. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/-systemove-jednotky>
- [25] INels. <https://www.elkoep.cz/> [online]. Holešov: ELKO EP. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/stmivaci-aktory-bus>
- [26] INels. <https://www.elkoep.cz/> [online]. Holešov: ELKO EP. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/aktory>
- [27] INels. <https://www.elkoep.cz/> [online]. Holešov: ELKO EP. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/aktor-ja3-02bdc>
- [28] INels. <https://www.elkoep.cz/> [online]. Holešov: ELKO EP. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/elan-rs485232>
- [29] INels. <https://www.elkoep.cz/> [online]. Holešov: ELKO EP. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/avmultimedia>
- [30] INels. <https://www.elkoep.cz/> [online]. Holešov: ELKO EP. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/nastenne-ovladace>