



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE ELEKTROINSTALACE NOVOSTAVBY RODINNÉHO DOMU

ELECTRICAL INSTALLATION PROJECT DOCUMENTATION FOR A NEW FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Matěj Kekelák

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

BRNO 2025



Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Matěj Kekelák

ID: 247682

Ročník: 3

Akademický rok: 2024/25

NÁZEV TÉMATU:

Projektová dokumentace elektroinstalace novostavby rodinného domu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Definice požadavků investora na elektroinstalaci
2. Analýza vnějších vlivů, analýza rizik dle ČSN EN 62 305 ed.2
3. Zhodnocení vhodnosti systémové instalace a jejich funkcionalit s důrazem na automatizaci funkcí
4. Návrh umělého osvětlení
5. Zpracování projektové dokumentace - stupeň DPS
6. Ekonomické zhodnocení investičních a provozních nákladů, rozpočet projektu

DOPORUČENÁ LITERATURA:

doporučená literatura podle pokynů vedoucího závěrečné práce

Termín zadání: 10.2.2025

Termín odevzdání: 28.5.2025

Vedoucí práce: Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

prof. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na návrh systémové elektroinstalace v novostavbě rodinného domu. V práci jsou popsány základní dokumenty pro návrh projektové dokumentace a rozdíly mezi klasickou a systémovou elektroinstalací. Dále se zabývá vlastnostmi jednotlivých systémových elektroinstalací, jejich srovnáním a následným návrhem projektové dokumentace v rámci novostavby rodinného domu včetně ekonomického zhodnocení.

Klíčová slova

Vnější vlivy, riziko, systémová elektroinstalace, Loxone, Foxtrot

Abstract

This bachelor's thesis focuses on the design of a systematic electrical installation in a new family house. The thesis describes the basic documents required for the design of project documentation and the differences between traditional and systematic electrical installations. It further addresses the properties of various systematic electrical installations and compares them. The thesis concludes with the design of project documentation for the new family house, including an economic evaluation.

Keywords

External influences, risks, systematic electrical installation, Loxone, Foxtrot

Bibliografická citace

KEKELÁK, Matěj. *Projektová dokumentace elektroinstalace novostavby rodinného domu*. Bakalářská práce. Branislav BÁTORA (vedoucí práce). Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2025.

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení studenta:	<i>Matěj Kekelák</i>
VUT ID studenta:	<i>247 682</i>
Typ práce:	<i>Bakalářská práce</i>
Akademický rok:	<i>2024/2025</i>
Téma závěrečné práce:	<i>Projektová dokumentace elektroinstalace novostavby rodinného domu</i>

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího závěrečné práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: 28. května 2025

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Branislavovi Bátorovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne: 28. května 2025

podpis autora

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK.....	10
ÚVOD	11
1. DOKUMENTACE PRO NÁVRH ELEKTROINSTALACE.....	12
1.1 VNĚJŠÍ VLIVY	12
1.1.1 Třídění vnějších vlivů	12
1.2 ANALÝZA RIZIKA.....	13
1.2.1 Příčiny poškození	13
1.2.2 Typy škod	14
1.2.3 Typy ztrát	14
1.2.4 Riziko	14
1.2.5 Řízení rizika	15
2. ELEKTROINSTALACE BUDOV.....	16
2.1 KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE.....	16
2.2 SYSTÉMOVÁ ELEKTROINSTALACE	16
2.2.1 Centralizované systémy.....	17
2.2.2 Decentralizované systémy	18
2.2.3 Hybridní systémy.....	18
2.2.4 Rozdíly mezi systémovými elektroinstalacemi.....	18
2.3 ROZDÍL MEZI KLASICKOU A SYSTÉMOVOU INSTALACÍ	18
2.4 TOPOLOGIE ZAPOJENÍ SYSTÉMOVÉ INSTALACE	19
2.4.1 Liniová topologie	19
2.4.2 Lineární topologie.....	19
2.4.3 Hvězdicová topologie.....	20
2.4.4 Stromová topologie.....	20
3. PŘÍKLADY SYSTÉMOVÝCH INSTALACÍ	21
3.1 LOXONE.....	21
3.1.1 Loxone sběrnice	21
3.2 KNX	22
3.2.1 Komunikační média	22
3.3 FOXTROT 2	23
3.3.1 Sběrnice Teco.....	23
3.4 SROVNÁNÍ SYSTÉMOVÝCH ELEKTROINSTALACÍ.....	24
3.4.1 Funkční srovnání	24
3.4.2 Ekonomické srovnání	24
4. PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE.....	26
4.1 ŘÍZENÍ RIZIKA A VNĚJŠÍ VLIVY	26
4.2 SYSTÉMOVÁ INSTALACE.....	26
4.2.1 Měření.....	26
4.2.2 Meteostanice	27
4.2.3 Jablotron.....	27

4.2.4	<i>Apple Homekit, Home Connect a Miele@Home</i>	27
4.2.5	<i>Senzory</i>	28
4.2.6	<i>Režim Dovolená</i>	28
4.3	NÁVRH OSVĚTLENÍ.....	29
4.3.1	<i>Osvětlení bez stmívání</i>	29
4.3.2	<i>Obytná kuchyň</i>	29
4.3.3	<i>Dětské pokoje a ložnice</i>	30
4.3.4	<i>Koupelny</i>	30
4.3.5	<i>Noční osvětlení</i>	31
4.3.6	<i>Venkovní osvětlení</i>	31
4.4	NÁVRH ZÁSUVKOVÝCH OBVODŮ.....	31
4.5	DOMOVNÍ TELEFON A VSTUPNÍ SYSTÉM.....	32
4.6	STÍNICÍ TECHNIKA.....	33
4.7	ŘÍZENÍ VYTÁPĚNÍ A REKUPERACE.....	33
4.8	ROZVADĚČ.....	34
4.9	SLABOPROUDÉ SYSTÉMY.....	35
4.9.1	<i>Poplachový zabezpečovací systém</i>	36
4.9.2	<i>Elektrický protipožární systém</i>	36
4.9.3	<i>Kamerový systém</i>	37
5.	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ	38
5.1	POROVNÁNÍ KLASICKÉ A SYSTÉMOVÉ ELEKTROINSTALACE.....	38
5.2	ODHAD NÁVRATNOSTI.....	39
6.	ZÁVĚR	41
	LITERATURA	42
	SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	46
	SEZNAM PŘÍLOH	47

SEZNAM OBRÁZKŮ

2.1	Klasické zapojení elektroinstalace [8].....	16
2.2	Systémové zapojení elektroinstalace [8]	17
2.3	Schéma zapojení centralizovaného systému, vlastní zpracování.....	17
2.4	Schéma zapojení decentralizovaného systému, vlastní zpracování.....	18
2.5	Závislosti výkonnosti elektroinstalace na nákladech [8].....	19
2.6	Liniová topologie zapojení systémové instalace, Elektroprůmysl, 2022.....	19
2.7	Lineární topologie zapojení systémové instalace [10].....	20
2.8	Hvězdicová topologie zapojení systémové instalace [10].....	20
2.9	Stromová topologie zapojení systémové instalace, Elektroprůmysl, 2022 [10].....	20
4.1	Nakonfigurovaný Loxone Touch Pure Flex Tree, vlastní zpracování.....	30
4.2	Nakonfigurovaný Loxone Touch Pure Flex Tree IP44. vlastní zpracování	32
5.1	Graf doby, kdy se systémová instalace stává výhodnější než klasické řešení, vlastní zpracování	40

SEZNAM TABULEK

1.1	Třídění vnějších vlivů.....	12
1.2	Typické hodnoty přípustného rizika R_T	15
3.1	Srovnání cen systémových elektroinstalací bez DPH	25
4.1	Výpis prvků z rozvaděče	34
5.1	Nahrazení Loxone tlačítek a vyčíslení klasických tlačítek bez DPH	38
5.2	Roční odhadovaná cena za elektrickou energii	39
5.3	Doba návratnosti systémové elektroinstalace.....	39

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem systémové elektroinstalace v novostavbě rodinného domu. Jelikož v současnosti existuje spousta nových systémů pro zabezpečení, řízení a pohodlí domova, tak namísto složité klasické elektroinstalace se využívá systémová elektroinstalace. Systémové elektroinstalace nyní představují moderní a efektivní přístup k návrhu elektrických rozvodů v budovách.

V dnešní době s rostoucí digitalizací se systémové elektroinstalace stávají standardem v obytných a komerčních budovách. Umožňují zvýšit komfort a pohodlí obyvatel, zvýšit bezpečnost, snížit náklady na provoz a sjednotit ovládání celé budovy. [1]

Cílem této práce je popsat základní dokumenty vytvořené elektro projektantem, které jsou potřebné k vyhotovení návrhu elektroinstalace v rodinném domě, seznámit se s tím co je systémová elektroinstalace, poté provést návrh elektroinstalace rodinného domu se systémovou elektroinstalací a následně udělat ekonomické zhodnocení projektu.

Struktura práce je rozdělena do pěti částí. První část se zabývá obsahem dokumentů potřebných k návrhu elektroinstalace. Druhá část se zabývá elektroinstalací v budovách. Třetí část se zabývá typy systémových elektroinstalacích. Čtvrtá část se zabývá zpracováním projektové dokumentace elektroinstalace novostavby rodinného domu. Pátá část se zabývá ekonomickým zhodnocením projektu.

1. DOKUMENTACE PRO NÁVRH ELEKTROINSTALACE

Pro přípravu projektové dokumentace elektroinstalace jsou základními dokumenty protokol o určení vnějších vlivů a analýza rizik, které zpracovává elektro projektant. Protokol o určení vnějších vlivů stanovuje technické požadavky na elektroinstalaci, zatímco analýza rizik identifikuje rizika spojené s provozem budovy s využitím a nevyužitím vnější a vnitřní ochrany před bleskem.

1.1 Vnější vlivy

Na každou elektrickou instalaci anebo každé elektrické zařízení působí okolní prostředí, ve kterém je elektroinstalace zřízená anebo elektrické zařízení instalováno.

Z důvodu zajištění bezpečnostních osob, zvířat a majetku při provozu elektrické instalace a používání elektrických zařízení musí být splněny požadavky na opatření vyplývající z působení jednotlivých vnějších vlivů anebo skupin vnějších vlivů. [2]

Vnější vlivy se člení na:

- Vnější vlivy, které nezvyšují nebezpečí úrazu elektrickým proudem.
- Vnější vlivy, které zvyšují nebezpečí úrazu elektrickým proudem. [3]

Protokol o určení vnějších vlivů nebo jiná dokumentace obsahující určení vnějších vlivů, musí být uchovávána po dobu životnosti objektu nebo do změny na jejímž základě bude vypracován nový protokol o určení vnějších vlivů.

1.1.1 Třídění vnějších vlivů

Každý stupeň vnějšího vlivu je označen dvěma písmeny velké abecedy a číslicí, které rozdělují vnější vlivy do jednotlivých skupin. Stručný seznam vnějších vlivů je uvedený v tabulce 1.1.

- První písmeno označuje obecnou kategorii vnějšího vlivu.
- Druhé písmeno označuje povahu vnějšího vlivu.
- Číslice označuje třídu každého vnějšího vlivu. [4]

Tabulka 1.1 Třídění vnějších vlivů

Kód	Vnější vliv
A	Vnější činitel prostředí
AA	Teplota okolí
AB	Atmosférická vlhkost
AC	Nadmořská výška
AD	Výskyt vody
AE	Výskyt cizích pevných těles
AF	Výskyt korozivních nebo znečišťujících látek

AG	Mechanické namáhání: Náráz
AH	Vibrace
AJ	Ostatní mechanická namáhání (zvažuje se)
AK	Výskyt rostlinstva a/nebo plísní
AL	Výskyt živočichů
AM	Elektromagnetická, elektrostatická nebo ionizující působení
AN	Intenzita slunečního záření
AP	Seizmické účinky
AQ	Blesková úroveň (Nk) a blesková hustota (Ng)
AR	Pohyb vzduchu
AS	Vítr
B	Využití
BA	Schopnost osob
BB	Elektrický odpor lidského těla (zvažuje se)
BC	Kontakt osob s potenciálem země
BD	Podmínky pro evakuaci v případě nebezpečí
BE	Povaha zpracovaných nebo skladovaných materiálů
C	Konstrukce budov
CA	Stavební materiály
CB	Provedení (konstrukce budovy)

Zdroj: ČSN 33 2000-5-51 ed.3+Z1+Z2

U skupiny AM je z důvodu podrobnějšího rozčlenění jednotlivých skupin dovoleno doplňování dalších čísel. Jednotlivé podrobnější rozčlenění jsou uvedeny v normě ČSN 33 2000-5-51 ed.3+Z1+Z2 v příloze ZA. [4]

1.2 Analýza rizika

Pro všechny případy, kde by mohlo dojít k nemalým škodám na majetku, službách veřejnosti a provozních ztrátách vlivem blesku, tak je povinnost provést analýzu rizika. Tato povinnost je dána vyhláškou č. 146/2024 Sb. Ochrana před bleskem se musí zřizovat na stavbách a zařízeních tam, kde by blesk mohl způsobit:

- ohrožení života nebo zdraví osob v obytných stavbách a stavbách s vnitřním shromažďovacím prostorem,
- ohrožení staveb vybavených plynovým zářením, včetně zařízení souvisejících s jejich provozem,
- ohrožení staveb obsahující výbušné a hořlavé hmoty. [5]

1.2.1 Příčiny poškození

Příčinou poškození je bleskový proud. Z hlediska místa, ve kterém byl zachycen výboj se rozlišují následující příčiny:

- **S1**: úder do stavby,

- **S2:** údery v blízkosti stavby,
- **S3:** údery do vedení,
- **S4:** údery v blízkosti vedení.

1.2.2 Typy škod

Při úderu blesku může dojít k následku úderu blesku, proto rozdělujeme typy škod do tří základních skupin:

- **D1:** úder do stavby,
- **D2:** údery v blízkosti stavby,
- **D3:** údery do vedení.

1.2.3 Typy ztrát

Jednotlivé typy škod mohou vyvolat různé následné ztráty v chráněném objektu buď samostatně nebo v kombinaci s jiným:

- **L1:** ztráty na lidských životech (včetně poranění s trvalými následky),
- **L2:** ztráty na veřejných službách,
- **L3:** ztráty na kulturním dědictví,
- **L4:** ztráty ekonomické hodnoty (stavby, jejího obsahu a ztráta činnosti).

1.2.4 Riziko

Riziko je poměrná hodnota pravděpodobných průměrných ročních ztrát. Pro každý typ ztrát v chráněném objektu musí být oceněno odpovídající riziko:

- **R₁:** riziko ztrát na lidských životech (včetně zranění s trvalými následky),
- **R₂:** riziko ztrát na veřejných službách,
- **R₃:** riziko ztrát na kulturním dědictví,
- **R₄:** riziko ztrát ekonomických hodnot.

Každé riziko R je součtem jeho dílčích součástí rizika:

- **R_A:** úraz živých bytostí – údery do stavby,
- **R_B:** hmotná škoda na stavbě – údery do stavby,
- **R_C:** porucha vnitřních systémů – údery do stavby,
- **R_M:** porucha vnitřních systémů – údery v blízkosti stavby,
- **R_U:** úraz živých bytostí – údery do přípojného vedení,
- **R_V:** hmotná škoda na stavbě – údery do připojeného vedení,
- **R_W:** porucha vnitřních systémů – údery do připojeného vedení,
- **R_Z:** porucha vnitřních systémů – údery do připojeného vedení.

Každá dílčí součást rizika může být vyjádřena obecnou rovnicí 1.1:

$$R_X = N_X \times P_X \times L_X , \quad (1.1)$$

kde N_X je počet nebezpečných událostí za rok, P_X je pravděpodobnost poškození stavby a L_X jsou následné ztráty. Velikost jednotlivých parametrů je uveden v normě ČSN 62305-2 ed.2 v přílohách A-C.

1.2.5 Řízení rizika

Základní postup pro určení analýzy rizika:

- identifikace chráněné stavby a její charakteristiky,
- určení všech typů ztrát ve stavbě a příslušných odpovídajících rizik R ,
- stanovení rizika R pro každý typ ztrát R_1 až R_4 ,
- ocenění potřeby ochrany, porovnáním rizika R_1 , R_2 a R_3 pro stavbu s přípustným rizikem R_T ,
- ocenění efektivnosti nákladů na ochranu porovnáním nákladů na celkové ztráty s ochrannými opatřeními a bez nich. Pro ocenění těchto nákladů musí být v tomto případě proveden odhad součástí rizika R_4 .

Pro každé uvažované riziko se musí podniknout následující kroky:

- určení součástí R_X , které tvoří riziko,
- výpočet určených součástí rizika R_X ,
- výpočet celkového rizika R ,
- určení přípustného rizika R_T ,
- porovnání rizika R s přípustnou hodnotou R_T .

Je-li $R \leq R_T$, není ochrana před bleskem nutná.

Je-li $R \geq R_T$, je nutná ochrana před bleskem pro snížení pro všechna rizika na $R \leq R_T$.

Tam, kde údery blesku zahrnují ztráty na lidských životech nebo ztráty sociálních nebo kulturních hodnot, jsou typické hodnoty přípustného rizika R_T uvedeny v tabulce 1.3. [6]

Tabulka 1.2 Typické hodnoty přípustného rizika R_T

Typy ztrát		R_T (y^{-1})
L1	Ztráty na lidských životech nebo trvale následky úrazů	10^{-5}
L2	Ztráty veřejné služby	10^{-3}
L3	Ztráta kulturního dědictví	10^{-4}

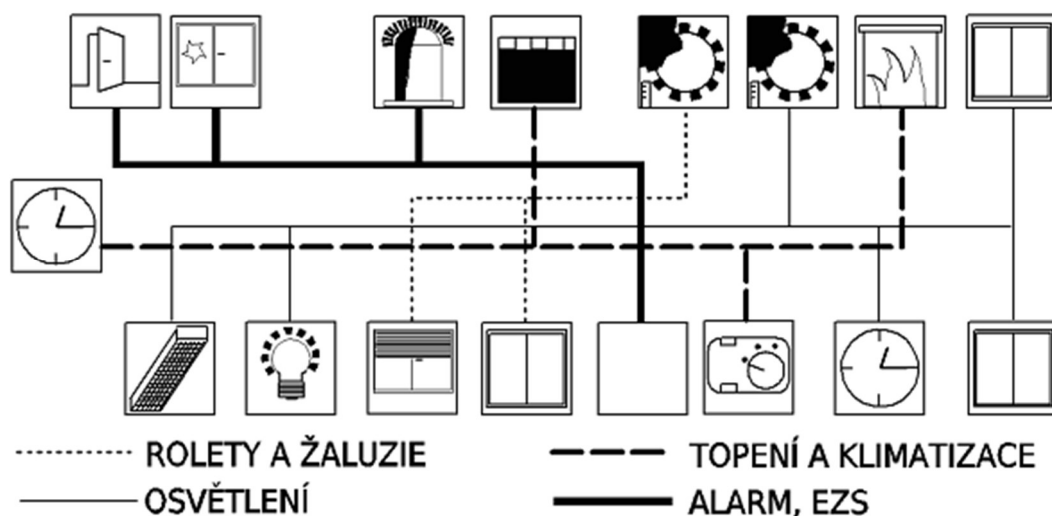
Zdroj: ČSN EN 62 305-2 ed.2

2. ELEKTROINSTALACE BUDOV

Výběr mezi klasickou a inteligentní elektroinstalací závisí na řadě faktorů, například rozpočet, požadavky a způsob ovládání domácnosti. Klasická elektroinstalace je osvědčená a jednoduchá, zatímco systémová elektroinstalace nabízí moderní funkce, které zvyšují komfort, bezpečnost a energetickou efektivitu. I když počáteční investice do systémové elektroinstalace bývá vyšší, tak dlouhodobé úspory a výhody mohou tuto vyšší vstupní cenu vyvážit. [7]

2.1 Klasická elektroinstalace

Klasická elektroinstalace představuje dílčí systémy, které vyžadují samostatné vedení a každý řídicí systém samostatnou komunikační síť (Obrázek 2.1). Nedochozí zde ke komunikaci a posílání informací mezi jednotlivými systémy a obvody, které jsou bez vzájemných vazeb. Dochází k sepnutí pouze jednoho obvodu příslušného spotřebiče. Zapojení kabelů je pevné a neměnné. V případě náročnějších požadavků na funkci elektroinstalace může dojít k mnohem větším nákladům na realizaci a k nepřehlednosti systémů.

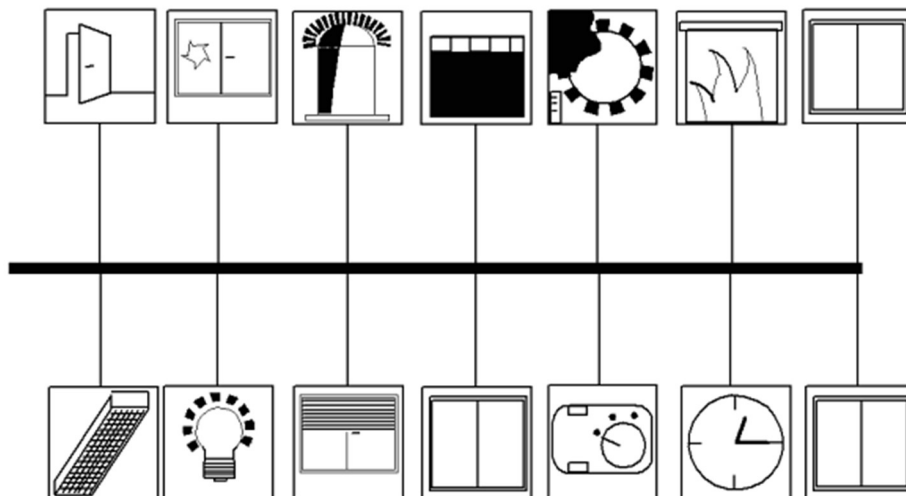


Obrázek 2.1 Klasické zapojení elektroinstalace [8]

2.2 Systémová elektroinstalace

V důsledku vyšších požadavků na flexibilitu a komfort elektrické instalace ve spojení s minimalizací spotřeby energie se musela vyvinout sběrníková technika pro moderní elektroinstalace v budovách. Sběrníková technika v sobě spojuje klasická silnoproudá zařízení s prostory a technologiemi řídicích systémů a slaboproudých zařízení (Obrázek 2.2). Systémové elektroinstalace mají zajišťovat koordinovanou součinnost

všech dílčích podsystémů podílejících se na řízení všech funkcí v objektu. [8]



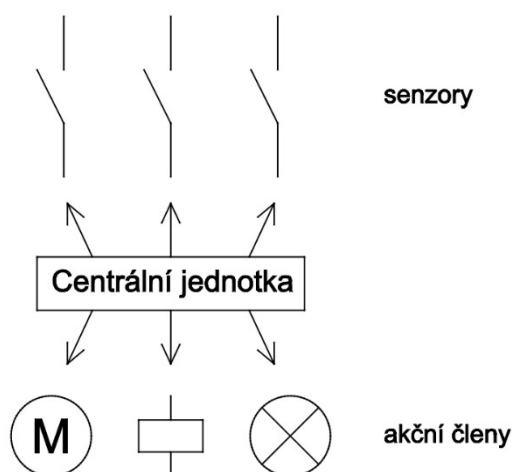
Obrázek 2.2 Systémové zapojení elektroinstalace [8]

Vlastnosti systémových elektroinstalací:

- centralizované systémy – Loxone, Foxtrot 2,
- decentralizované systémy – KNX,
- hybridní systémy.

2.2.1 Centralizované systémy

Mozkem celého systému je centrální jednotka, která zajišťuje provoz všech prvků. Centrální jednotka přijímá údaje od snímačů a po jejich vyhodnocení vysílá příkazy k akčním členům (Obrázek 2.3).

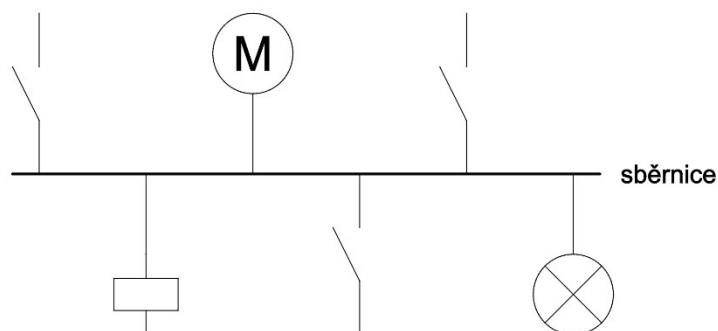


Obrázek 2.3 Schéma zapojení centralizovaného systému, vlastní zpracování

2.2.2 Decentralizované systémy

Zařízení spolu v rámci systému komunikují přes sběrnice kabel, který je přiveden s normálním elektrickým vedením (Obrázek 2.4). Celkově tyto systémy pracují s třemi kategoriemi zařízení, těmi jsou systémové přístroje, snímače a akční členy. Každé zařízení má vlastní mikroprocesor s pamětí.

Snímače slouží pro zjišťování události v budově, které následně upravují na telegramy a odesílají je po sběrnice síti. Přístroje, vykonávající činnosti z příkazu vložených do telegramu jsou akční členy. Snímače odesílají příkazy, zatímco akční členy je přijímají. [9]



Obrázek 2.4 Schéma zapojení decentralizovaného systému, vlastní zpracování

2.2.3 Hybridní systémy

Hybridní systémy jsou kombinací centralizovaných a decentralizovaných systémů.

2.2.4 Rozdíly mezi systémovými elektroinstalacemi

Systémy s centrální jednotkou se vyznačují problematickým přenosem dat při velmi rozsáhlých elektroinstalacích. Tuto nevýhodu lze vyvážit vhodným topologickým uspořádáním sběrnice.

V případě poruchy centrální jednotky u centralizovaného systému dojde k výpadku celého systému. U decentralizovaného systému se to však nestane, protože při poruše jakéhokoli prvku přestanou fungovat pouze jeho specifické funkce, zatímco zbytek systému zůstává v provozu.

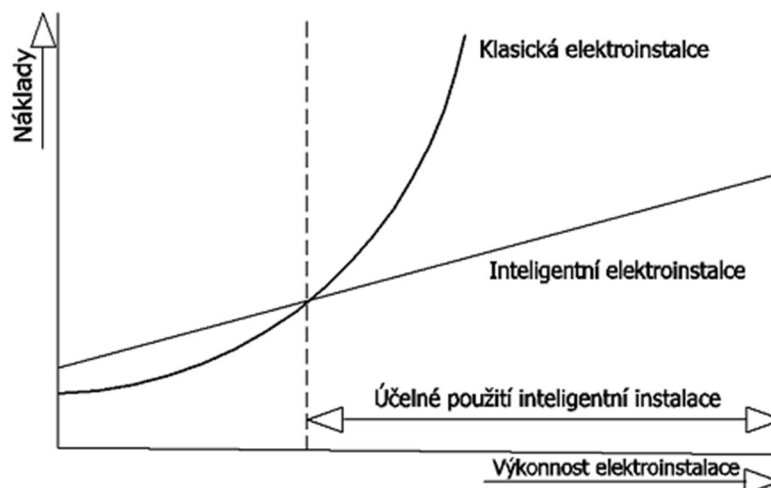
Jelikož se u centralizovaných systému nenachází mikroprocesor v každém prvku připojeném na sběrnici, tak prvky systémové instalace jsou umístěny v rozvaděči, tudíž se musí řešit větší návrh rozvaděče, nebo samostatný rozvaděč pro systémovou elektroinstalaci.

2.3 Rozdíl mezi klasickou a systémovou instalací

V případě většího množství požadovaných funkcí se stává klasická elektroinstalace oproti systémové často nepřehledná. Systémové elektroinstalace mají vyšší komfort ovládaní

přístrojů a zařízení. Oproti klasickým elektroinstalacím dosahují optimální spotřeby energie, zavádí bezpečnostní funkce.

Pořizovací cena klasické elektroinstalace je levnější v případě menší složitosti elektroinstalace. Systémové elektroinstalace se ale začínají vyplácet s větším množstvím požadovaných funkcí a úkolů (Obrázek 2.5). [8]



Obrázek 2.5 Závislosti výkonnosti elektroinstalace na nákladech [8]

2.4 Topologie zapojení systémové instalace

Sběrníkový systém má za úkol přenášet data ovládacích prvků a spotřebičů a rozlišuje se podle topologie zapojení sběrnic. Mezi čtyři základní topologie zapojení patří liniová, lineární, hvězdicová a stromová topologie. [10]

2.4.1 Liniová topologie

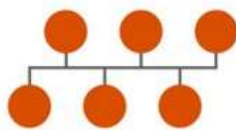
U liniové topologie (Obrázek 2.6) jsou jednotlivé prvky propojeny mezi sebou. V případě výpadku jednoho prvku dojde k selhání celého systému. Využívá se u systémové elektroinstalace Loxone, Foxtrot 2 a KNX.



Obrázek 2.6 Liniová topologie zapojení systémové instalace, Elektroprůmysl, 2022

2.4.2 Lineární topologie

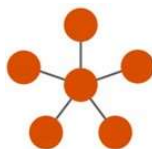
U lineární topologie (Obrázek 2.7) jsou na sběrnici připojeny jednotlivé prvky. V případě výpadku jednoho prvku nedojde k selhání celého systému. Využívá se u systémové elektroinstalace Loxone, Foxtrot 2 a KNX.



Obrázek 2.7 Lineární topologie zapojení systémové instalace [10]

2.4.3 Hvězdicová topologie

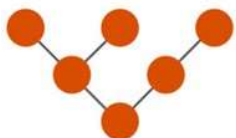
Hvězdicová topologie (Obrázek 2.8) má centrální jednotku, na kterou jsou připojeny jednotlivé prvky. Tuto topologii lze jednoduše rozšířit o další prvky, ale je potřeba počítat se zvýšenou potřebou kabeláže. V případě výpadku jednotlivých prvků nedojde k výpadku celé sítě. Jestliže ale dojde k výpadku centrální jednotky, dojde k selhání celé sítě. Využívá se u systémové elektroinstalace Loxone, Foxtrot 2 a KNX.



Obrázek 2.8 Hvězdicová topologie zapojení systémové instalace [10]

2.4.4 Stromová topologie

Stromová topologie (Obrázek 2.9) vychází z hvězdicové topologie, kde hlavní centrální jednotka je rozvětvená do více hvězdicových topologií. Jakmile dojde k selhání centrální jednotky jedné větve, ostatní větve fungují dále, dokud nedojde k selhání hlavní centrální jednotky. Využívá se u systémové elektroinstalace Loxone, Foxtrot 2 a KNX.



Obrázek 2.9 Stromová topologie zapojení systémové instalace, Elektroprůmysl, 2022 [10]

3. PŘÍKLADY SYSTÉMOVÝCH INSTALACÍ

Nejpoužívanějšími systémovými elektroinstalacemi v České republice jsou Loxone, Foxtrot a KNX. Jedná se o dva rozdílné systémy, kde Loxone a Foxtrot fungují jako centralizované systémy a KNX funguje jako decentralizovaný systém. Všechny systémové elektroinstalace mají své silné stránky. [11]

3.1 Loxone

Loxone propojuje všechny zařízení spolu se senzory do centrální jednotky. U této systémové elektroinstalace se považuje za centrální jednotku Miniserver. Díky své otevřenosti lze systém kdykoli obohatit o nové technologie. [12]

Software, aktualizace a všechny aplikace jsou k dispozici zdarma a bez licencí. Loxone je oficiálně certifikován společnostmi Apple, Bosch-Siemens a dalšími výrobci. [11]

3.1.1 Loxone sběrnice

Loxone využívá dvě drátové sběrnice pro připojení zařízení, senzorů a Extensionů a jednu bezdrátovou technologii pro připojení zařízení a senzorů. Propojení se zařízení a senzory se provádí pomocí drátové sběrnice Loxone Tree a bezdrátové technologie Loxone Air. Propojení miniserveru s Extensiony se provádí pomocí drátové sběrnice Loxone Link.

Drátová sběrnice Loxone Tree byla navržena pro snížení množství kabeláže. Na sběrnici Loxone Tree lze připojit velké množství digitálních a analogových vstupů, které by museli jinak být realizované pomocí velkého množství vodičů a Loxone Extensionů. Usnadňuje také konfiguraci a nastavení systému. Pro zajištění spolehlivého přenosu dat se doporučuje využít univerzální kabel Loxone Tree nebo stíněný kroucený kabel FTP/STP CAT7, kde zeleno-bílý pár je použit pro Tree, oranžovo-bílý pár pro napájení a další dva páry slouží jako rezerva pro budoucí rozšíření. [13]

Loxone Tree kabel byl speciálně navržen pro použití v drátové sběrnici Loxone Tree. Jedná se o bezhalogenový a nízkokouřový kabel, který obsahuje zeleno-bílý pár pro datovou komunikaci, oranžovo-bílý pár pro nevykonové napájení tlačítek a senzorů a dva vodiče oranžové a bílé barvy o průřezu 1,5 mm² určené pro napájení produktů Tree s vyšším výkonem.[14]

Drátová sběrnice Loxone Link slouží k propojení Extension modulů s jakýmkoliv typem Miniserveru. Na jedno rozhraní Link lze připojit až 30 Extensionů. Pro kabeláž se doporučuje použít CAT 5/6/7, kde se používá modrobílý pár s maximální délkou sběrnice až 500 m. V případě, že jsou některé Extensiony napájené ze samostatného zdroje napájení, tak je nutné propojit GND všech napájecích zdrojů mezi sebou. Poslední Extension na rozhraní Link je nutné terminovat zakončovacím odporem o velikosti 120 Ω, který je součástí balení každého Miniserveru. [15]

Bezdrátová technologie Loxone Air byla vyvinuta a navržena pro využití v chytrých domech, které jsou již postaveny a chtějí minimalizovat stavební úpravy. Díky Mesh technologiím lze skrze trvale napájené Air zařízení přenášet signál na velké vzdálenosti. Pro používání technologie Air je nutné integrovat komunikační rozhraní, které může být Loxone Air Base Extension, Miniserver Go nebo Tree to Air Bridge. Komunikace mezi zařízeními je plně šifrovaná zabezpečením IPsec a nelze ovlivnit ze sousedících instalací. Loxone Air pracuje na frekvenci v okolí 860 MHz, díky tomu není technologie ovlivněna jinými bezdrátovými technologiemi a je zajištěna prostupnost různými materiály. [16]

3.2 KNX

U KNX se nachází inteligence systému přímo v akčních členech a senzorech, KNX protokol je otevřený a mnoho produktů pro instalace na sběrnici KNX je nabízeno různými výrobci. Software a aktualizace jsou zpoplatněny. [11]

Jedná se o flexibilní systém, který umožňuje snadné přidání nového prvku pouhým připojením k sběrnicevému kabelu a zajištění propojení s jeho systémem. Díky tomu je instalace po sběrnicevém systému jednodušší oproti klasické elektroinstalaci, zejména při vytváření komplexních funkcí a při změnách nebo jejich rozšiřování. KNX umožňuje kombinovat všechny komunikační média a typy aplikací v budovách.

Největší přednost systému se projeví v případě poruchy jednoho prvku, kdy ostatní prvky systému nadále fungují. Z hlediska bezpečnosti je systém velmi spolehlivý, protože v případě poruchy je uživatel vystaven bezpečnému malému napětí o hodnotě 21-30 V, které nemůže způsobit újmu na zdraví.

I když systém nevyžaduje centrální prvek, tak je stále možné používat centrální funkce jako časové programy, centrální hodiny, řídicí stanice atd.

Produkty s označením loga KNX jsou podrobeny certifikací produktů a zaručují kvalitu, vzájemnou kompatibilitu, konfigurační kompatibilitu a zpětnou kompatibilitu.

3.2.1 Komunikační média

KNX podporuje tři různá komunikační média, která slouží ke specifickým účelům nebo případům použití.

KNX TP je nejrozšířenější sběrnicevý kabel, kde jako pracovní pár se používá červeno-černý a jako rezervní pár se používá bílo-žlutý. Jelikož se na sběrnicevém kabelu objevuje pouze malé napětí, tak není třeba žádných bezpečnostních opatření a osoby se mohou dotknout vodičů. KNX TP kabely musí být stíněny a nesmí se uzemnit, aby se neindukovaly rušivé signály na pracovní vodiče.

KNX IP má specifikaci kabelů stejnou, jako platí pro kabely pro IT síť. Slouží pro rychlou a spolehlivou komunikaci mezi několika TP částmi. Využití tohoto média je důležité při rozsáhlých instalacích.

KNX RF umožňuje komunikaci přístrojů bezdrátově. Při návrhu je nutné dbát zřetel na dosah k přístrojům s bateriemi, který se pohybuje v nejpříznivějších podmínkách kolem 100 m. [17]

3.3 Foxtrot 2

Foxtrot 2 je druhá generace systémové elektroinstalace Foxtrot provedené pomocí PLC od firmy Teco. Foxtrot 2 propojuje všechny zařízení spolu se senzory do centrální jednotky. U této systémové elektroinstalace se používají prvky řady CP-2000, kde jako centrální jednotku můžeme použít modul CP-2000.11. Díky této aktualizaci přináší druhá generace Foxtrot 2 větší počet používaných protokolů a další nové jsou nadále zaváděny a standardizovány. [18]

3.3.1 Sběrnice Teco

Systémová elektroinstalace Foxtrot 2 využívá dvě drátově sběrnice pro zapojení zařízení, senzorů a periferních modulů a jednu bezdrátovou technologii pro připojení zařízení a senzorů. Propojení se zařízení a senzory se provádí pomocí drátové sběrnice Teco CIB a bezdrátové technologie Teco RFox2. Propojení centrální jednotky s přidavnými moduly se provádí pomocí datové sběrnice Teco TCL2.

Drátová sběrnice Teco CIB byla vyvinutá pro připojení periferních modulů pod označením CFox k systému Foxtrot a funguje na stejnosměrném napájecím napětím. Sběrnice slouží nejen k přenosu dat, ale také umožňuje napájení připojených modulů. Je však nutné zohlednit maximální odběr všech napájených jednotek a možné úbytky napájecího napětí. Jedná se o dvou vodičovou sběrnici s libovolnou topologií, která se nesmí uzavřít do kruhu. Pro instalaci sběrnice CIB je doporučena kabeláž J-Y(St)Y1x2x0,8 nebo YCYM 2x2x0,8. Průřez a topologií je ale nutné volit především s ohledem na úbytky napětí na kabelech, aby bylo ve všech částech instalace dodrženo minimální napájecí napětí sběrnice CIB. Dále je třeba dbát na to, aby návrh a realizace instalace splňovala normy SELV. [19]; [20]

Drátová sběrnice Teco TCL2 slouží pro připojení všech periferních modulů řízených jednou centrální jednotkou. V případě použití metalických kabelů RS-485 musí být na jednom konci centrální jednotka a druhý konec musí být zakončen odporem o velikosti 120 Ω nebo členem KB-0290. V případě použití optického kabelu je nutné použít převodník na optiku KB-0552 a pro propojení sběrnice se používá patch kabel typu ST-ST. Pokud se optický kabel nachází na konci metalické linky, sběrnice se opět zakončuje odporem 120 Ω nebo členem KB-0290.[21]; [22]

Bezdrátová technologie Teco RFox2 je určena pro provoz zařízení s krátkým dosahem. Pracuje na bezlicenčním radiovém pásmu 868 MHz a není potřeba pro její provozování další povolení. [23]

3.4 Srovnání systémových elektroinstalací

V rámci ekonomického a funkčního hlediska v rodinném domě se vyplatí použít pro systémovou elektroinstalaci centralizovaný systém. Nejrozšířenějšími systémy jsou Loxone a Foxtrot 2 (Kapitola 3.1 a 3.3).

3.4.1 Funkční srovnání

Loxone nevyžaduje speciální programy na nastavení systému, protože konfigurace systému probíhá v Loxone Config. Naopak u Foxtrotu se jednotlivé úkoly programují v prostředí Mosaic, kde je programování jednotlivých úkolů složitější a vyžaduje odborné znalosti. [24], [25]

Loxone poskytuje vlastní uživatelskou aplikaci pro chytré zařízení, kde vizualizace se automaticky generuje při konfiguraci systému v Loxone Config. U Foxtrotu je postup odlišný, protože pokud je instalace programována pomocí softwaru Mosaic, je nutné vizualizaci následně nakonfigurovat zvlášť, zatímco při konfiguraci systémové instalace pomocí nadstavby iCOOL4 se vizualizace automaticky generuje při konfiguraci systému. [26]

V případě sběrnice pro připojení zařízení a senzorů má Loxone Tree lepší parametry, kde sběrnice může dosahovat délky až 500 m a podporuje maximální počet připojení na jednu větev až 50 jednotek. Zatímco u Foxtrot CIB je maximální délka sběrnice CIB stejná, ale počet připojených jednotek na jednu větev je omezen pouze na 32. [13], [19], [20]

U sběrnic pro připojení přídatných modulů (Extensionů) má sběrnice Teco TCL2 lepší parametry, kde může dosahovat délky až 1,7 km v případě optického připojení a umožňuje propojení s až 64 přídatnými moduly bez ohledu na typ propojení. Zatímco sběrnice Loxone Link může dosahovat délky až 500 m a podporuje maximální propojení nejvýše s 30 Extensiony. [15], [21]

Loxone nabízí službu Caller Service pro oznámení poplachu, špatné kvality vzduchu nebo dosažení vodní hladiny v jímce, které je zpoplatněna ročně, nebo co 10 let, protože Loxone neumožňuje komunikaci pomocí GSM. Naopak Foxtrot umožňuje dosáhnout stejného cíle pomocí připojení GSM modulu a naprogramování odesílání zpráv v programu Mosaic, přičemž se platí ročně pouze tarif na SIM kartě. Srovnáme-li náklady na 10 let, pak je výsledná cena téměř srovnatelná. [27], [28]

3.4.2 Ekonomické srovnání

Základní ekonomické srovnání mezi hlavními komponenty systémových elektroinstalací Loxone a Foxtrot 2 je zobrazen v tabulce 3.1 [29], [30], kde se pro ekonomické srovnání bude uvažovat v rodinném domě:

- 28 obvodů pro ovládnání svítidel,
- 12 obvodů pro ovládnání zásuvek,
- 8 obvodů pro žaluzie/rolety.

Tabulka 3.1 Srovnání cen systémových elektroinstalací bez DPH

Prvek	Loxone (Kč)	Foxtrot 2 (Kč)
Centrální jednotka	1x 16 399,68	1x 19 757
Zdroj	1x 1 731,84	1x 986
Spínací členy	4x 8448	4x 6 629
Žaluziový aktor		2x 7 247
Rozšíření linek	1x 2 724,48	1x 3 443
Digitální vstupní kontakty	1x 7 117,44	2x 3 060
Rozšíření Modbus	1x 6 262,08	1x 1 937
Rozšíření RS485	1x 4 635,84	1x 1937
Rozhraní DALI-64	1x 13 865,28	1x 6 790
Elektroměry	4x 4 980	4x 3 780
Tlačítka	21x 2 280,96	21x 2 490
Senzor přítomnosti	10x 2 713,92	10x 2241
Snímač venkovní teploty		1x 3 872
Meteostanice	1x 12 809,28	1x 6 371
Hlavice topení	18x 2 122,56	18x 2 472
Celková cena	232 503,56	220 563

Zdroj: Obchod pro inteligentní elektroinstalace, 2025 a PLC Tecomat Foxtrot, 2025, vlastní zpracování

Z ekonomické porovnání lze vidět, že systémová elektroinstalace Loxone po hardwarové stránce je dražší ve srovnání se systémovou elektroinstalací Foxtrot 2. Jenže po započtení ceny softwaru by se mohlo ukázat, že systémová elektroinstalace Foxtrot 2 bude nákladnější než systémová elektroinstalace Loxone. V rámci ekonomického srovnání se neuvažuje kabeláž, což se bude odvíjet až dle skutečného návrhu systémové elektroinstalace.

4. PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Projektová dokumentace řeší v rozsahu dokumentace pro provádění stavby návrh elektroinstalace v novostavbě rodinného domu s dvěma bytovými jednotkami.

V rámci bakalářské práce byly zpracovány dotazníky s požadavky na zpracování elektroinstalace novostavby rodinného domu, které jsou uvedeny v Příloze A – Definice požadavků investora.

4.1 Řízení rizika a vnější vlivy

V programu DEHN Support byla zpracována analýza rizika dle příslušné normy ČSN EN 62305-2 ed.2.

Podrobné výsledky analýzy rizika jsou uvedeny v Příloze B – Řízení rizika. První část obsahuje údaje o projektu. Druhá část se věnuje vyhodnocení rizika v projektu, kde bez ochranných opatření by riziko pro budovu přesahovalo přípustnou úroveň. Proto zavádíme opatření LPS třídy III, ochranné pospojování pro LPL III nebo IV a instalování koordinované ochrany SPD LPL III nebo IV, díky kterým dojde ke snížení rizika pod přípustnou hodnotu rizika.

Protokol určení vnějších vlivů byl vypracován dle příslušných norem a je uveden v Příloze C – Protokol vnějších vlivů.

4.2 Systémová instalace

Z funkčního a ekonomického srovnání (Kapitola 3.4.1 a 3.4.2) se investor přiklonil k výběru systémové elektroinstalace Loxone. Základním prvkem systémové elektroinstalace v rodinném domě je řídicí jednotka Miniserver, která bude sloužit jako centrální mozek celého systému. Miniserver bude propojený se všemi senzory prostřednictvím sběrnice Tree a se všemi rozšiřujícími moduly pomocí sběrnice Link.

Spínání všech zařízení ovládaných pomocí systémové elektroinstalace bude zajišťovat rozšiřující modul Relay Extension. Stmívání svítidel bude zajišťovat rozšiřující modul DALI-64 Extension. Pro integraci technologií, jako jsou tepelné čerpadlo a rekuperace bude využit rozšiřující modul Modus Extension. Pro napojení zabezpečovacího systému Jablotron do systémové elektroinstalace bude sloužit rozšiřující modul RS485 Extension. Pro možnost použití klasických tlačítek bude navíc systém doplněn o DI Extension. Jelikož je rodinný dům celkem rozsáhlý a počet Tree zařízení překročil limit 50 zařízení, tak je nutné systém rozšířit o další Tree sběrnice pomocí rozšiřujícího modulu Tree Extension.

4.2.1 Měření

Pro měření elektrické energie budou použity čtyři třífázové elektroměry Tree. Elektroměry komunikují se systémem pomocí datové sběrnice Loxone Tree. První

elektroměr bude umístěn na přívodním vedení do domu, druhý elektroměr bude umístěn na vedení od tepelného čerpadla a zbylé dva budou sloužit pro bytové jednotky.

Elektroměry slouží pro udržitelný a snadný energetický management. Elektroměry Tree můžou měřit napětí mezi fází a nulou, proud, činný výkon, odečet spotřeby měřiče, odečet dodávky měřiče, zdánlivý výkon, jalový výkon, odečet jalové spotřeby měřiče, odečet jalové dodávky měřiče, účinník, fázový posuv a frekvence. [31]

4.2.2 Meteostanice

Pro měření údajů o rychlosti větru, teplotě a intenzitě slunečního záření bude sloužit na rodinném domě meteostanice Tree s předpovědí počasí Weather Service.

Meteostanice bude sloužit k automatickému ovládání stínící techniky a vytápění. Bude umístěna 1,5 m nad střechou, aby bylo zajištěno správné měření jednotlivých údajů a nedošlo ke zkreslení.

Na základě snímané rychlosti větru bude systémová instalace vyhodnocovat, zda není potřeba žaluzie vytáhnout, aby nedošlo k jejich poškození.

Podle intenzity slunečního záření a venkovní teploty bude systémová instalace regulovat vytápění a polohu žaluzií v závislosti na ročním období. V zimním období bude systémová instalace rozhodovat, zda žaluzie vytáhnout, aby sluneční záření přispělo k přirozenému ohřevu místnosti. Naopak v letním období bude rozhodovat, zda nemá žaluzie stáhnout, aby sluneční záření nezpůsobilo přehřívání místnosti.

Meteostanice bude zároveň využita k zamezení rozsvícení osvětlení chodníčku a příjezdové cesty během dne.

4.2.3 Jablotron

Propojení Jablotronu se systémovou instalací Loxone bude provedeno pomocí rozhraní RS-485, které zajistíme pomocí přidání sběrnice rozhraní JA-121T do Jablotronu a pomocí přidání RS485 Extensionu do systémové instalace Loxone.

Z Jablotronu do systémové instalace Loxone se okamžitě posílají informace o poplachu, zajištění/odjistiění, zapnutí/vypnutí silového výstupu PG a jednou za 8 s se odesílají informace o stavech periferií, pokud došlo ke změně.

Ze systémové instalace Loxone do Jablotronu lze zasílat příkaz odjisti/zajisti sekce, zapni/vypni PG, dotaz na stavy atd. a nelze poslat informaci typu Loxone hlásí poplach, poruchu apod.

Jablotron bude sloužit k zálohovanému ovládání zámku (Kapitola 4.5), detekci magnetických kontaktů při odkódovaném objektu (Kapitola 4.7) a vyhodnocování PZS (Kapitola 4.9.1) a EPS (Kapitola 4.9.2).

4.2.4 Apple Homekit, Home Connect a Miele@Home

Investor vyžaduje propojení systémové instalace Loxone s operačním systémem Apple. Apple Homekit sice nepodporuje bloky s potvrzovacím heslem, avšak při propojení podporuje tyto funkce:

- ovládání osvětlení,
- scéna,
- automatické stínění, integrované automatické stínění a stínění střešního okna,
- ovládání větrání,
- inteligentní regulace pokojové teploty,
- audio přehrávač (zapnout/vypnout),
- vypínač,
- schodišťový vypínač a komfortní přepínač,
- virtuální vstup a výstup jako vypínač. [32]

Investor dále požaduje integraci domácích spotřebičů do systémové instalace Loxone. To je možné prostřednictvím platform Home Connect a Miele@home. Obě platformy umožňují integraci kompatibilních domácích spotřebičů, načítání jejich stavů, měnit nastavení, spouštět a zastavovat programy. Rozsah dostupných funkcí ale závisí na konkrétním zařízení podporujícím Home Connect nebo Miele@home. Mezi podporované značky systému Home Connect patří například Bosch a Siemens. Miele@home umožňuje integraci spotřebičů značky Miele. [33]; [34]

Pro propojení těchto systémů se systémovou instalací Loxone je nezbytné, aby měli všechny systémy přístup k internetu. Zároveň je nutné použít aktuální verzi Miniserveru, protože Miniserver první generace tyto funkce nepodporuje. [33][32]; [33]; [34]

4.2.5 Senzory

Ve vnitřních prostorech objektu budou využity tři druhy Loxone tlačítek a dva druhy klasických tlačítek, kde Loxone Touch Pure Tree bude použit pro vstupní halu, Loxone Touch Pure Tree Flex pro obytné kuchyně a Loxone Touch Tree pro všechny zbylé místnosti. Ve venkovních prostorech bude jako zvonkové tablo sloužit Loxone Touch Pure Tree Flex v provedení IP 44. Chodby, ložnice a dětské pokoje budou vybaveny klasickými tlačítky pro ovládání osvětlení a stínící techniky v místnostech.

Tlačítka Loxone Touch Tree a Loxone Touch Pure Tree disponují pěti dotykovými body pro ovládání funkcí v místnosti a zároveň mají integrovaný senzor pro měření teploty a vlhkosti.

Tlačítko Loxone Touch Pure Flex Tree je plně personalizované tlačítko s až 12 volně definovatelnými a polohovatelnými dotykovými body. Obsahuje rovněž senzor pro měření teploty a vlhkosti. Díky své flexibilitě je ideální pro místnosti, ve kterých je potřeba ovládat více funkcí.

Jednotlivé rozmístění senzorů se nachází na výkresech

- D2.6 101 – Slaboproudá elektroinstalace – Senzory 1. NP,
- D2.6 102 – Slaboproudá elektroinstalace – Senzory 2. NP.

4.2.6 Režim Dovolena

V případě dlouhé plánované nepřítomnosti v objektu mohou obyvatelé jednotlivých

bytových jednotek aktivovat režim Dovolena pomocí tlačítka Loxone Touch Pure Flex Tree, umístěného v obytné kuchyni nebo pomocí aplikace v mobilu.

Režim Dovolena slouží pro úsporu energií a k zastrašení potencionálních zlodějů. V rámci vytápění dojde k automatickému nastavení teploty na úroveň zabraňující zamrznutí, díky čemuž dojde k úspoře energií a osvětlení se bude náhodně rozsvěcet na určitou dobu, což bude simulovat přítomnost v objektu.

4.3 Návrh osvětlení

Výpočet osvětlení byl proveden v programu Building Design, který provádí výpočet osvětlenosti pomocí bodové metody dle normy ČSN EN 12464-1.

Výběr svítidel byl proveden dle požadavků investora a normy ČSN 73 4301 Z1, aby vyhovovala nejnižším přípustným hodnotám udržované osvětlenosti na srovnávací rovině, indexu oslnění a indexu podání barev.

Podrobné výsledky výpočtu osvětlení jsou uvedeny v Příloze E – Výpočet osvětlení. První část obsahuje detailní informace o použitých svítidlech, druhá část se věnuje výpočtu normálové osvětlenosti v jednotlivých místnostech rodinného domu.

Jednotlivé světelné obvody se nachází na výkresech:

- D2.5 105 – Silnoproudá elektroinstalace – Osvětlení 1. NP,
- D2.5 106 – Silnoproudá elektroinstalace – Osvětlení 2. NP.

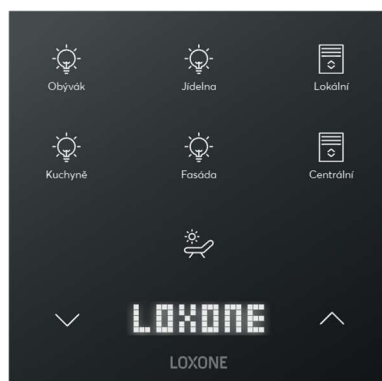
4.3.1 Osvětlení bez stmívání

V místnostech se svítidly bez stmívání budou svítidla ovládána pomocí tlačítka Loxone Touch Tree. Svítidlo bude napájeno skrze digitální vstupní kontakt Q, tudíž dojde k rozsvícení/zhasnutí svítidla pomocí zmáčknutí prostřední části tlačítka.

Na chodbách bude na druhém konci chodby umístěno tlačítko, které bude napojeno na digitální vstupní kontakty DI a bude rozsvěcet/zhasínat svítidla na chodbě.

4.3.2 Obytná kuchyň

V místnostech obytné kuchyně se nachází tři DALI stmívatelná svítidla, která budou ovládána pomocí tlačítka Loxone Touch Pure Flex Tree. Pro každé stmívatelné svítidlo budou přednastavené světelné nálady. Doporučený návrh personalizace tlačítka je uveden na obrázku 4.1.



Obrázek 4.1 Nakonfigurovaný Loxone Touch Pure Flex Tree, vlastní zpracování

Svítilno v obývacím pokoji bude ovládáno v následujících světelných náladách:

- Nálada 1 – rozsvícení svítidla na 25 %,
- Nálada 2 – rozsvícení svítidla na 50 %,
- Nálada 3 – rozsvícení svítidla na 100 %.

Svítilno v jídelně bude ovládáno v následujících světelných náladách:

- Nálada 1 – rozsvícení svítidla na 50 %,
- Nálada 2 – rozsvícení svítidla na 100 %.

Svítilno v kuchyni bude ovládáno v následujících světelných náladách:

- Nálada 1 – rozsvícení svítidla na 25 %,
- Nálada 2 – rozsvícení svítidla na 70 %,
- Nálada 3 – rozsvícení svítidla na 100 %.

Pro rozsvícení svítidla v kuchyni bude navíc v kuchyňském koutu umístěno tlačítko, které bude rozsvěcet svítidlo do poslední nastavené nálady a bude napojeno na digitální vstupní kontakty DI.

4.3.3 Dětské pokoje a ložnice

V každém dětském pokoji a ložnici se nachází jedno DALI stmívatelné svítidlo, které bude ovládáno skrze tlačítko Loxone Touch Tree a pomocí tlačítek umístěných vedle postelí, napojených na digitální vstupní kontakty DI, budou rozsvěcet/zhasínat svítidlo do poslední nastavené světelné nálady. Přepínání světelných nálad bude prováděno pomocí opětovného zmáčknutí prostřední části tlačítka. Svítidla v těchto místnostech budou mít nastavené tyto světelné nálady:

- Nálada 1 – rozsvícení svítidla na 30 %,
- Nálada 2 – rozsvícení svítidla na 60 %,
- Nálada 3 – rozsvícení svítidla na 100 %.

4.3.4 Koupelny

V koupelně bude umístěno jedno DALI stmívatelné svítidlo a doplňkové svítidlo nad umyvadlem. To bude ovládáno skrze tlačítko Loxone Touch Tree. Přepínání

světelných nálad bude prováděno pomocí opětovného zmáčknutí prostřední části tlačítka. Svítidla v těchto místnostech budou mít nastavené tyto světelné nálady:

- Nálada 1 – rozsvícení svítidla nad umyvadly,
- Nálada 2 – rozsvícení svítidla nad umyvadly + rozsvícení svítidla na 50 %,
- Nálada 3 – rozsvícení svítidel nad umyvadly + rozsvícení svítidla na 100 %.

4.3.5 Noční osvětlení

V koupelnách, na chodbách, schodištích a WC bude instalováno noční osvětlení 30 cm nad zemí. Spínat se bude pomocí senzoru přítomnosti Tree. V koupelnách, na chodbách a WC bude senzor přítomnosti řešen jako zapuštěný ve stropě. U schodišť bude na začátku i na konci instalován senzor přítomnosti ve stěně ve výšce 30 cm nad zemí.

Jelikož senzor přítomnosti Tree obsahuje i měření intenzity osvětlení, bude nastaven tak, aby spínal noční osvětlení pouze při detekci přítomnosti osoby a současně při dosažení nižší intenzity osvětlení, než bylo předem nastaveno.

4.3.6 Venkovní osvětlení

Na fasádě směrem do zahrady budou instalovány dvě svítidla, která se budou ovládat pomocí tlačítka Loxone Touch Pure Flex Tree, umístěného v obytné kuchyni.

V přístřešku před domem budou umístěná tři svítidla, ovládána pomocí pohybového senzoru pod přístřeškem. Venkovní pohybový senzor bude napojen na vstupní digitální kontakt DI.

Před domem bude chodníček nasvícen pomocí 4 svítidel a příjezdová cesta pomocí 6 svítidel. Ovládání tohoto osvětlení bude možné pomocí aplikace v telefonu a také stiskem levého dolního rohu tlačítka Loxone Touch Pure Tree ve vstupních halách. Osvětlení se automaticky rozsvítí i při otevření brány, avšak aby se svítidla nerozsvěcovala během dne, bude tato činnost řízena i na základě intenzity slunečního záření dle meteostanice.

4.4 Návrh zásuvkových obvodů

Jednofázové a třífázové zásuvkové obvody jsou navrženy s ohledem na požadavky investora a minimální počet vývodů stanoveným v tabulce 11 z normy ČSN 33 2130 ed.4, zabývající se vnitřními rozvody elektrické energie ve stavbách bytové a občanské výstavby a ve stavbách s obdobným provozem. [35]

Zásuvky ovládané systémovou instalací budou napájeny paprskově z rozvaděče a budou spínány skrze digitální výstupní kontakty Q. Skrze systémovou elektroinstalaci se budou ovládat tři zásuvky v technické místnosti, dvě zásuvky v obývacích pokojích a jedna zásuvka v ložnicích a dětských pokojích. Ovládání zásuvek bude možné skrze aplikaci v telefonu.

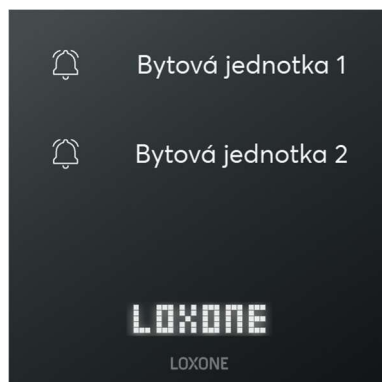
Jednotlivé zásuvkové obvody a technologické obvody se nachází na výkresech:

- D2.5 101 – Silnoproudá elektroinstalace – Zásuvky 1. NP,

- D2.5 102 – Silnoproudá elektroinstalace – Zásuvky 2. NP,
- D2.5 103 – Silnoproudá elektroinstalace – Technologie 1. NP,
- D2.5 104 – Silnoproudá elektroinstalace – Technologie 2. NP.

4.5 Domovní telefon a vstupní systém

U branky bude instalován elegantní videozvonek Loxone Intercom, společně s personalizovaným tlačítkem Loxone Touch Pure Flex Tree IP44. Zařízení budou umístěna ve společném dvojitém rámečku na plotě. Doporučený návrh personalizace tlačítka je uveden na obrázku 4.2.



Obrázek 4.2 Nakofigurovaný Loxone Touch Pure Flex Tree IP44. vlastní zpracování

Systém fungování je následující: návštěvník zazvoní stisknutím symbolu zvonku na dotykovém tlačítku u branky pro konkrétní bytovou jednotku, Loxone Miniserver vyhodnotí, ke které z nich zvonění patří a sepne externí zvonek. Každý člen domácnosti dané bytové jednotky bude mít možnost komunikovat s návštěvníkem pomocí mobilního telefonu, zařízení Loxone Intercom, s integrovanou kamerou, mikrofonom i reproduktorem.

Branka a vstupní dveře budou vybaveny elektromechanickými zámky na 12V, které budou napájeny externím spínacím zdrojem se zálohovaným olověným akumulátorem o kapacitě 12V/7Ah a budou ovládány pomocí Jablotronu. Akumulátor zajistí funkčnost zámku i při výpadku elektrické energie, kdy pomocí Jablotron klávesnice bude umožněn vstup do rodinného domu. Otevírání zámku bude možné několika způsoby, a to pomocí klíče, venkovních Jablotron klávesnic a skrze systémovou instalaci Loxone. Klávesnice Jablotron JA-121 umožní otevření zámku pomocí individuálního kódu nebo využití NFC technologie. Systémová instalace Loxone zajistí otevírání zámků pomocí mobilní aplikace a tlačítek Loxone Touch Pure Tree ve vstupních halách, přičemž pravý horní roh bude sloužit pro otevření branky a pravý dolní roh pro otevření vstupních dveří.

Brána na pozemek bude ovládána prostřednictvím systémové instalace Loxone pomocí propojení digitálního výstupního kontaktu Q na impulsní vstup brány. Digitální

výstupní kontakt bude generovat krátký impuls otevři/zastav/zavři. Ovládání brány bude možné pomocí aplikace v telefonu, bezdrátového ovladače a stisknutím levého horního rohu tlačítka Loxone Touch Pure Tree ve vstupních halách. Bezdrátový ovladač bude ovládat dálkové jednobáňové relé, jehož výstup bude připojen na digitální výstupní kontakty DI a tím aktivuje impuls pro ovládání brány.

4.6 Stínicí technika

Stínicí technika bude ovládána skrze systémovou instalaci Loxone, kde na digitální výstupní kontakty Q bude připojené její napájení. Jedny žaluzie budou ovládány skrze dva digitální výstupní kontakty Q. První dává povel stáhnout žaluzie dolů a druhý vytáhnout žaluzie nahoru. Stínicí technika je instalována do obývacích pokojů, ložnic, dětských pokojů a galerie.

Lokální ovládání stínicí techniky v ložnicích, dětských pokojích a galerii bude na levé části tlačítek Loxone Touch Tree v místnostech. Levé horní tlačítko bude dávat povel vytáhnutí žaluzie nahoru a levé dolní tlačítko stáhnutí žaluzie dolů. V ložnicích a dětských pokojích budou vedle postelí umístěna klasická tlačítka pro ovládání žaluzií v místnosti. Tlačítka budou napojena na digitální vstupní kontakty DI.

Centrální ovládání stínicí techniky bude nastaveno na pravé části tlačítek Loxone Touch Pure ve všech místnostech, ve kterých se nachází stínicí technika. Pravé horní tlačítko bude dávat povel vytáhnutí žaluzie nahoru a pravé dolní tlačítko stáhnutí žaluzie dolů.

Ovládání stínicí techniky v obývacích pokojích bude ovládáno pomocí personalizovaného tlačítka Loxone Touch Pure Flex Tree. Na tlačítku budou zobrazeny dvě ikonky žaluzií pro lokální a centrální ovládání. Po stisknutí příslušné ikony bude možné pomocí šipek určit požadovanou pozici žaluzií, přičemž šipka nahoru vytáhne žaluzie a šipka dolů je stáhne.

Stínicí technika bude chráněna před poškozením větrem pomocí meteostanice (Kapitola 4.2.2).

4.7 Řízení vytápění a rekuperace

Měření teploty a vlhkosti bude provedeno pomocí integrovaných senzorů v tlačítkách Loxone. Ve všech oknech (krom stropních) a HS portálu budou instalovány okenní kontakty, aby se regulátor prostorové teploty přesunul do proti mrazové ochrany a nedocházelo tak k topení v místnostech s otevřenými okny.

Rodinný dům bude vybavený tepelným čerpadlem NIBE F2040-12 s vnitřním elektrokotlem VVM S320 a rekuperací. Pro integrování tepelného čerpadla do systémové instalace Loxone bude potřeba systémovou instalaci rozšířit o Modbus Extension a elektrokotel vybavit přídatným modulem NIBE Modbus 40 Gateway. Rekuperace bude stejně jako tepelné čerpadlo komunikovat se systémovou elektroinstalací pomocí

sběrnice Modbus a bude automaticky vyměňovat vzduch v místnostech podle teploty a vlhkosti.

Vytápění domu bude tvořeno zónovým vodním podlahovým topením s ústřednou, umístěnou v technické místnosti. Ústředna bude vybavena 18 hlavicemi Tree k ovládní topného okruhu v každé místnosti, které budou připojeny na rozdělovače topných okruhů. Hlavice Tree budou ovládný skrze systémovou instalaci, k otevírání a zavírání dle jednotlivých požadavků.

Vytápění bude řízeno pomocí automatické stínící techniky (Kapitola 4.2.2). Investor si zvolí optimální teploty, na které chce vytápnět místnosti pro jednotlivé části dne a případně i v čase nepřítomnosti celé rodiny v bytové jednotce. V noci a v době nepřítomnosti je doporučené snížit teplotu o 3 až 4 stupně, protože snížení teploty o 1 °C může ušetřit průměrně 8 % nákladů.

Odborníky jsou pro jednotlivé místnosti doporučovány tyto teploty:

- Kuchyň: 18 až 20 °C,
- Ložnice: 17 až 20 °C,
- Obývací a dětský pokoj: 20 až 22 °C,
- Koupelna: 22 až 24 °C. [36]

4.8 Rozvaděč

Rozvaděč bude umístěn v rohu technické místnosti a typově bude proveden jako stojanový. Nad rozvaděčem bude zhotovena sádkartonová zástěna k zakrytí kabeláže. Zástěna bude kopírovat půdorysné rozměry rozvaděče a bude provedena od horní strany rozvaděče až po stropní podhled místnosti.

Do rozvaděče bude přiveden kabel zespoda a vývody z něj budou z horní části rozvaděče. Modulární šířka všech prvků umístěných v rozvaděči je 205 M (Tabulka 4.1).

Tabulka 4.1 Výpis prvků z rozvaděče

Popis	Prvek	Počet (ks)	Šířka modulu (M)	Šířka celkem (M)
Vypínač	IS-40/3	1	3	3
Svodič přepětí	SPBT12-280/3	1	4	4
Jistič	PL6-B10/1	5	1	5
Jistič	PL6-B16/1	34	1	34
Jistič	PL6-B16/3	4	3	12
Jistič	PL6-B20/3	1	3	3
Jistič	PL6-B25/3	2	3	6
Jistič	PL6-B32/3	1	3	3
Jistič	PL6-C25/1	1	1	1
Jistič	PL6-C16/3	1	3	3
Proudový chránič s jističem	PFL6-10/1N/B/003-A	9	2	18

Proudový chránič s jističem	PFL6-16/1N/B/003-A	5	2	10
Proudový chránič	PF6-25/2/003-A	8	2	16
Proudový chránič	PF6-25/4/003-A	2	4	8
Proudový chránič	PF6-40/4/003-A	1	4	4
Zálohovaný zdroj	Zdroj 12 V zálohovaný	1	2	2
Zdroj	Zdroj 24 V 4,2 A	1	4	4
Řídicí jednotka	Miniserver	1	9	9
Spínací člen	Relay Extension	4	9	36
Digitální vstupní kontakty	DI Extension	1	2	2
Rozšíření Modbus	Modbus Extension	1	2	2
Rozšíření RS485	RS485 Extension	1	2	2
Rozšíření DALI-64	DALI-64 Extension	1	2	2
Elektroměry	3f Tree	4	4	16
Celkový počet modulů				205

Zdroj: vlastní zpracování

Při volbě rozvaděčů se musí volit určitá rezerva z důvodu oteplovací charakteristiky a dostatečného prostoru pro kabeláž. Proto byl do rodinného domu vybrán rozvaděč Eaton xEffext xVTL. Rozvaděč má 11 instalačních řad o šířce 35 modulů. Celkově se tudíž do rozvaděče vleze 385 modulů při dovoleném maximálním ztrátovém výkonu 375 W.

Třípólové schéma zapojení rozvaděče se nachází na výkresech:

- D2.5 107 – Silnoproudá elektroinstalace – Rozvaděč.

4.9 Slaboproudé systémy

Objekt bude vybaven stožárem na střeše, s televizní anténou a kabelem pro napojení na internet. Dodávka internetu je nezbytně nutná pro fungování vzdáleného přístupu k systémové instalaci a k propojení s platformami domácích spotřebičů.

Rozmístění anténních a datových zásuvek v rodinném domě je navrženo tak, aby odpovídalo funkčnímu využití jednotlivých místností. V dětských pokojích, ložnicích a galerii se nachází jedna anténní zásuvka a jedna jednoduchá datová zásuvka typu RJ 45. V obývacích pokojích se v televizním prostoru nachází jedna anténní zásuvka a jedna dvojitá datová zásuvka typu RJ 45. V bytové jednotce 1 se navíc nachází v rohové části obývacího pokoje jedna anténní zásuvka a jedna jednoduchá datová zásuvka typu RJ 45. Pro zajištění dostatečného pokrytí rodinného domu WiFi signálem budou na chodbách v podhledu instalovány WiFi routery. Veškeré datové i anténní rozvody budou vedeny z datového rozvaděče, umístěného v technické místnosti.

Jednotlivé slaboproudé obvody se nachází na výkresech:

- D2.6 103 – Slaboproudá elektroinstalace – Ethernet, STA 1. NP,
- D2.6 104 – Slaboproudá elektroinstalace – Ethernet, STA 2. NP,

- D2.6 105 – Slaboproudá elektroinstalace – PZS, CCTV 1. NP,
- D2.6 106 – Slaboproudá elektroinstalace – PZS, CCTV 2. NP,
- D2.6 107 – Slaboproudá elektroinstalace – Střecha.

4.9.1 Poplachový zabezpečovací systém

Návrh poplachového zabezpečovacího systému byl proveden dle příslušné normy ČSN 50131-1 ed.2, která se zabývá poplachovými systémy a jejími požadavky.

Posuzovaný rodinný dům byl určen do zabezpečení stupně 2, tudíž se jedná o nízké až střední riziko. V tomto stupni se předpokládá, že pachatel má omezené znalosti o PZS a používá běžné nářadí nebo přenosné přístroje. [37]

Zabezpečení objektu je tvořeno pomocí zabezpečovacího systému Jablotron s ústřednou JA-107K. Pro odkódování objektu budou ve stupních halách umístěny Jablotron klávesnice JA-116E. Zakódování domu bude provedeno pomocí trojkliku na tlačítko Loxone Touch Pure Tree.

Ve vstupních halách, obývacích pokojích, ložnicích, dětských pokojích, galerii, WC a koupelnách v 1. NP bude zabezpečení tvořeno kombinovaným detektorem pohybu osob a rozbití skla JA-120PB a magnetickými kontakty u dveří, HS portálu a oken. Na fasádě objektu bude umístěn alarm se sirénou JA-111A-BASE-RB a v každé bytové jednotce bude vnitřní siréna JA-110A. Technická místnost a koupelny budou vybaveny záplavovým detektorem JA-110F. Na přívodu vody do domu bude umístěný automatický uzávěr vody, který se v případě detekce vody uzavře. Automatický uzávěr vody bude možné ovládat i pomocí Jablotron klávesnice a v aplikaci systémové instalace Loxone.

Jelikož má rodinný dům dvě bytové jednotky, budou jednotlivé detektory vždy přiřazeny ke konkrétní bytové jednotce. Tím se zabrání situacím, kdy by došlo k odkódování bytové jednotky nebo naopak k zakódování bytové jednotky, s osobami uvnitř a ke spuštění alarmu.

4.9.2 Elektrický protipožární systém

Návrh elektrického protipožárního systému byl proveden dle příslušné normy ČSN 73 0833, která se zabývá požární bezpečností staveb v budovách pro bydlení a ubytování.

Posuzovaný rodinný dům se nachází ve skupině budov OB1, tudíž musí být rodinný dům vybaven zařízením autonomní detekce a signalizace. Tyto zařízení musí být umístěny u východu z bytové jednotky. Jelikož jedna bytová jednotka přesahuje podlahovou plochu přes 150 m², tak musí být autonomní detekce a signalizace také v další vhodné části bytu. [38]

Pro větší bezpečnost investora byla navržena kombinovaná opticko-kouřová čidla s detekcí teploty do vstupních hal, ložnic, dětských pokojů a galerie. Zvolená čidla jsou JA-111ST-A. Jsou napojena sériově do sběrnice PZS a v rámci záložního napájení můžou fungovat autonomně s vloženými bateriemi 3x 1,5 V AA.

4.9.3 Kamerový systém

Pro větší bezpečnost a dle požadavků investora budou na každém rohu rodinného domu instalovány 2 kamery, celkem tedy 8 kamer od firmy HikVision. V datovém rozvaděči bude umístěno nahrávací zařízení. Záznam bude nastaven na detekci pohybu, s minimální délkou záznamu 14 dnů.

Jako IP záznamové zařízení bude použito HikVision DS-7108NI-Q1/8P/M(D). Jedná se o 8 kanálové NVR. Toto NVR podporuje rozlišení až 6 Mpx, umožňuje integraci jednoho SATA pevného disku s kapacitou až 6 TB a poskytuje napájení pro kamery prostřednictvím PoE do maximálního výkonu 75 W. Záznamové zařízení bude připojeno do lokální internetové sítě a bude dodáno včetně HDD o velikosti 4 TB.

Kamery uvažované v projektu jsou DS-2CD2047G2H-LIU. Jedná se o kamery s rozlišením 4 Mpx, technologií ColorVu, AcuSense technologií, která dokáže rozpoznat člověka a vozidla, díky čemuž dokáže omezit falešné poplachy a Smart Hybrid Light technologií, která umožňuje flexibilně přepínat mezi režimy osvětlení. Kamery budou napájené z PoE z NVR pomocí kabelu U/UTP cat. 6 a budou instalovány na montážní desky do zateplení.

Náhled na kamery bude možný pomocí mobilní aplikace Hik-Connect, softwaru HikVision iVMS-4200 v počítači nebo přes webový prohlížeč.

5. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Budovy stojí za 44 % celosvětové spotřeby a z toho zhruba polovina je zcela zbytečná. Systémová instalace Loxone umožňuje ušetřit při správně nastaveném systému minimálně 30 % energií téměř v každé budově. Miniserver například dokáže vytápět, chladit místnosti nebo ohřívat teplou vodu tak, aby nedocházelo ke zbytečné spotřebě elektrické energie. [39]

Investiční náklady projektu se systémovou instalací jsou zpracovány v Příloze F – Rozpočet. Vyčíslení investičních nákladů z rozpočtu je 1 457 121 Kč bez DPH.

5.1 Porovnání klasické a systémové elektroinstalace

V případě, že by se neuvažovala systémová instalace, došlo by ke zlevnění o částku 365 687 Kč. Na druhou stranu by ale bylo nutné přidat nové položky pro zajištění požadovaných funkcí v jednotlivých místnostech.

Nahrazení jednotlivých Loxone prvků klasickými komponenty s cenovou kalkulací je uvedeno v tabulce 5.1. Ceny jednotlivých prvků byly stanoveny orientačně podle zprůměrování více cenových nabídek prvků.

Tabulka 5.1 Nahrazení Loxone tlačítek a vyčíslení klasických tlačítek bez DPH

Prvek	Osvětlení (ks)	Stmívání (ks)	Žaluzie (ks)	Termostat (ks)	Senzor (ks)
Touch Pure Flex Tree – 5x	0	5x3	5x1	2x1	2x1
Touch Pure Tree – 2x	2x2	0	0	1	1
Touch Tree 1 – 5x	0	5x	5x1	5x1	5x1
Touch Tree 2 – 1x	1	0	1	1	1
Touch Tree 2 – 8x	9x1	0	0	9x1	9x1
Celkový počet	14	20	11	18	18
Cena bez práce (Kč)	100	2000	300	1000	1000
Cena celkem (Kč)	1400	40000	3300	18000	18000

Zdroj: EMAS, vlastní zpracování

V případě nahrazení systémové elektroinstalace klasickým řešením se pro běžné osvětlení počítá s použitím klasického spínače č. 1, pro stmívané osvětlení s tlačítkem 1/0 doplněným o DALI ovladač. Žaluzie by byly ovládány dvouklapkovým tlačítkem umožňujícím pohyb žaluzií nahoru a dolů. Regulace teploty v jednotlivých místnostech by byla zajištěna samostatnými termostaty a pro rekuperaci by bylo potřeba všechny místnosti vybavit senzorem kvality vzduchu.

Aby bylo možné realizovat stmívané osvětlení, je nutné do projektu přidat samostatnou DALI sběrnici včetně napájecího zdroje a převodníku s odhadovanou cenou 12 500 Kč bez DPH.

Vzhledem k tomu, že by odstraněním systémové instalace došlo ke ztrátě funkce domovního telefonu, je nutné jeho náhradní řešení. Odhadovaná náhrada domovního telefonu s 2 drátovými videotelefony je 8 000 Kč bez DPH. [40]

Cena klasické elektroinstalace včetně DALI zařízení je odhadována na 101 200 Kč bez DPH a bez započtení práce. Po zahrnutí instalačních prací se celkové náklady pohybují okolo 130 000 Kč. Ve srovnání se systémovou instalací tak představuje klasické řešení úsporu ve výši 233 687 Kč.

5.2 Odhad návratnosti

Pro odhad návratnosti byla uvažována spotřeba v rodinném domě 18 kWh denně s rovnoměrným rozložením do nízkého a vysokého tarifu. Roční provozní náklady jsou tudíž odhadovány na 6,57 MWh. Předpokládaný odběrný tarif je D57d, ve kterém funguje rodinný dům 20 hodin na nízkém tarifu a 4 hodiny na vysokém tarifu. Aktuální cena nízkého tarifu od skupiny ČEZ Prodej, a.s. je 4,96 Kč/kWh ve vysokém tarifu a 4,36 Kč/kWh v nízkém tarifu. Výpočet roční odhadované ceny za elektrickou energii je uveden v tabulce 5.2. [41]

Tabulka 5.2 Roční odhadovaná cena za elektrickou energii

Tarif	Doba trvání (h)	Denní spotřeba v daném tarifu (kWh)	Počet dnů (dny)	Cena (Kč)	Cena za tarif (Kč)
Nízký	20	14,40	365	4,36	22 916,16
Vysoký	4	3,60	365	4,96	6 517,44
Cena za rok (Kč)					29 433,60

Zdroj: Kurzy.cz, vlastní zpracování

Systémová elektroinstalace Loxone zaručuje díky využití jejich systému minimální úsporu 30 %. Pro odhadování doby návratnosti a doby, kdy se systémová instalace stává výhodnější než klasické řešení, byla uvažována úspora ve výši 35 %.

Výsledná doba návratnosti by byla 34,33 let (Tabulka 5.3) a doba, kdy se začne vyplácet systémová elektroinstalace by byla 22 let (Obrázek 5.1).

Tabulka 5.3 Doba návratnosti systémové elektroinstalace

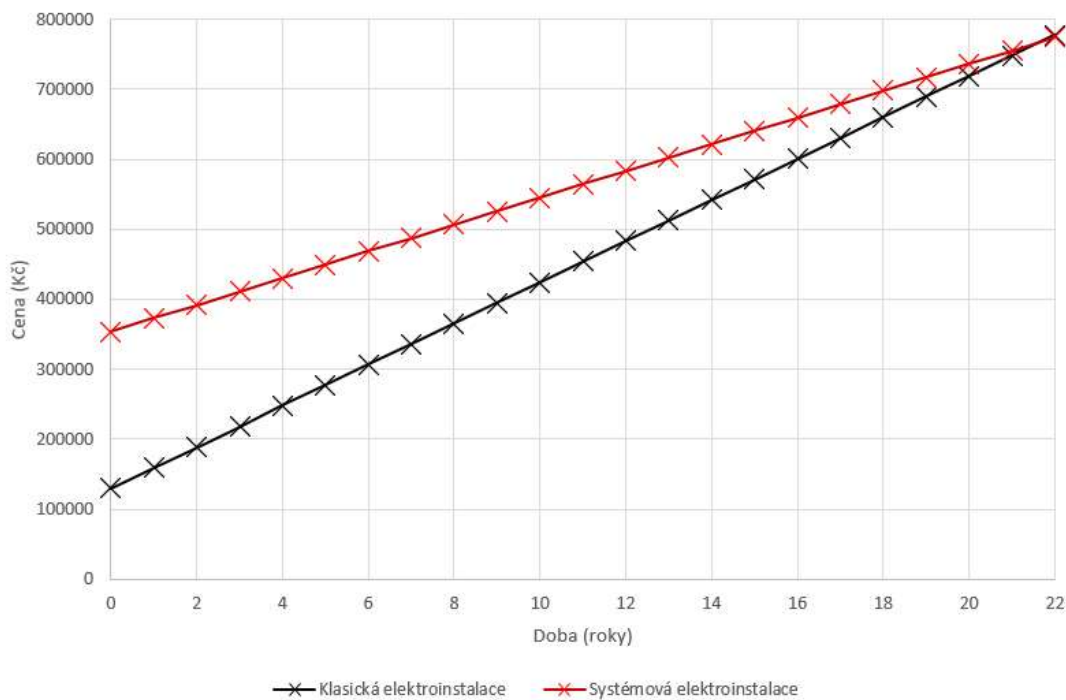
	Systémová elektroinstalace
Investice (Kč)	353 687
Roční náklady (Kč)	19 131,84
Roční úspora (Kč)	10 301,76
Doba návratnosti (roky)	34,33

Zdroj: Kurzy.cz, vlastní zpracování

Doba návratnosti je definována vztahem

$$T_s = \frac{IN}{CF}, \quad (5.1)$$

kde T_s je doba návratnosti, IN představuje investiční náklady na realizaci úspor a CF jsou úspory.



Obrázek 5.1 Graf doby, kdy se systémová instalace stává výhodnější než klasické řešení, vlastní zpracování

6. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo popsat základní dokumenty vytvořené elektro projektantem, které jsou potřebné k vyhotovení návrhu elektroinstalace v rodinném domě, seznámit se s tím co je systémová elektroinstalace, provést návrh elektroinstalace rodinného domu se systémovou elektroinstalací a následně udělat ekonomické zhodnocení projektu.

Základní dokumenty vytvořené elektro projektantem byly popsány z hlediska jejich obsahu, významu jednotlivých částí i nutnosti, kdy se musí zpracovávat.

Následně byly popsány základní informace o klasické a systémové instalaci a rozdíly mezi nimi.

Bylo provedeno seznámení s nejrozšířenějšími systémovými instalacemi v ČR a konkrétně pro rodinný dům funkční a ekonomické srovnání mezi systémovými instalacemi Loxone a Foxtrot 2. Ze srovnání bylo investorem rozhodnuto se přiklonit k systémové instalaci Loxone.

Výsledkem návrhu projektové dokumentace je technicky proveditelný, bezpečný a efektivní návrh systémové instalace v rodinném domě. Navržená systémová instalace přispívá ke snížení provozních nákladů rodinného domu a ke zvýšení kvality bydlení. Projektová dokumentace může dále sloužit jako vzorový příklad pro další projekty.

Z ekonomického zhodnocení můžeme vidět, že v případě použití klasické elektroinstalace dojde k úspoře 233 687 Kč a jedná se o snížení ceny o 16,5 %. V rámci komfortu a dle žádosti investora však bude v rodinném domě použita systémová instalace. Doba návratnosti systémové instalace byla vyčíslena na 34,33 let a doba, kdy se začne systémová elektroinstalace stávat výhodnější, než klasická je 22 let. V ekonomickém zhodnocení by se ale neměl nacházet pouze jeho finanční přínos, ale i ten nefinanční, jako komfort, bezpečnost a moderní charakter bydlení.

Do budoucna by se mohlo na tuto práci navázat s provedením návrhu softwaru pro systémovou instalaci a zanalyzovat skutečné provozní náklady i úspory rodinného domu, kterými se dosáhlo díky systémové instalaci.

LITERATURA

- [1] *Inteligentní dům není luxus, ale cesta k úsporám a pohodlí.* Online. Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/blog/inteligentni-dum-neni-luxus-ale-cesta-k-usporam-a-pohodli/>. [cit. 2024-12-30].
- [2] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. TNI 33 2000-5-51, *Elektrické instalace nízkého napětí - Výběr a stavba elektrických zařízení - Obecné předpisy - Vnější vlivy, jejich určování a protokol o určení vnějších vlivů - Komentář k ČSN 33 2000-5-51 ed. 3+Z1+Z2:2022.* Česká agentura pro standardizaci, 2022.
- [3] HLAVATÝ, Jan. *Jak od července na vnější vlivy.* Online. Jan Hlavatý | projektant elektro silnoproud, nízké a vysoké napětí. 2020. Dostupné z: <https://janhlavaty.cz/2020/05/jak-od-cervence-na-vnejsi-vlivy/>. [cit. 2024-12-30].
- [4] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 33 2000-5-51 ed. 3+Z1+Z2, *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Obecné předpisy.* Ed. 3+Z1+Z2. Česká agentura pro standardizaci, 2022.
- [5] Vyhláška č. 146/2024 Sb. Vyhláška o požadavcích na stavbu. In: . 2024.
- [6] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN EN 62305-2 ed.2, *Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika.* Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [7] *Klasická vs. Inteligentní elektroinstalace: Porovnání výhod a nevýhod.* Online. Informace ze světa průmyslu a elektrotechniky - ElektroPrůmysl.cz. 2024. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/klasicka-vs-inteligentni-elektroinstalace-porovnani-vyhod-a-nevyhod>. [cit. 2024-12-30].
- [8] HALUZA, Miroslav a MACHÁČEK, Jan. *Klasická versus inteligentní elektroinstalace.* Online. TZB-info - Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov. 2011. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>. [cit. 2024-12-30].
- [9] *KNX Základy.* Online. In: Cíle spolku KNX NG CZ. 2018. Dostupné z: https://knxcz.cz/images/clanky/KNX_Basics_CZ_screen2.pdf. [cit. 2024-12-30].
- [10] *Síťová automatizace procesů - komunikační hierarchie.* Online. In: Informace ze světa průmyslu a elektrotechniky - ElektroPrůmysl.cz. 2022. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/automatizace/sitova-automatizace-procesu-komunikacni-hierarchie>. [cit. 2024-12-30].

- [11] *Rozdíl mezi Loxone & KNX*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/lp/rozdil-mezi-loxone-knx/>. [cit. 2024-12-30].
- [12] *Inteligentní elektroinstalace: Technologie, zařízení a služby | Loxone*. Online. Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/prehled/>. [cit. 2024-12-30].
- [13] *Kabeláž technologie Tree*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/kabelaz-technologie-tree/>. [cit. 2024-12-30].
- [14] *Tree Kabel*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/tree-kabel/>. [cit. 2025-05-20].
- [15] *Link*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/link/>. [cit. 2025-05-20].
- [16] *Technologie AIR*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/air-technologie/>. [cit. 2024-12-30].
- [17] *Principy systému KNX*. Online. In: Cíle spolku KNX NG CZ. 2018. Dostupné z: https://knxcz.cz/images/clanky/KNX-System-Principles_cz.pdf. [cit. 2024-12-30].
- [18] *Foxtrot 2 – Řadíme na dvojku!*. Online. In: Teco Wiki. 2020. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/foxtrot-2-radime-na-dvojku>. [cit. 2024-12-30].
- [19] *Sběrnice CIB – zásady projektování a instalace*. Online. In: Teco Wiki. 2020. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/31-sbernice-cib-zasady-projektovani-a-instalace>. [cit. 2024-12-30].
- [20] *Vlastnosti sběrnice CIB*. Online. In: Teco Wiki. 2020. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/311-vlastnosti-sbernice-cib>. [cit. 2024-12-30].
- [21] *Sběrnice TCL2 – zásady projektování a instalace*. Online. In: Teco Wiki. 2020. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/33-sbernice-tcl2-zasady-projektovani-a-instalace>. [cit. 2024-12-30].
- [22] *Instalace sběrnice TCL2*. Online. In: Teco Wiki. 2020. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/331-instalace-sbernice-tcl2>. [cit. 2024-12-30].
- [23] *Základní parametry modulů RFox2*. Online. In: Teco Wiki. 9.07.2020. Dostupné z: <https://wiki.tecomat.cz/clanek/zakladni-parametry-modulu-rfox2>. [cit. 2024-12-30].
- [24] *Loxone Config: Základní informace a nápověda*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/loxone-config/>. [cit. 2024-12-30].
- [25] *MOSAIC Compact+*. Online. In: Teco Catalog. Dostupné z: <https://catalog.tecomat.cz/produkt/mosaic-compact#description>. [cit. 2024-12-30].

- [26] *Aplikace pro inteligentní ovládaní a smart home*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/aplikace/>. [cit. 2024-12-30].
- [27] *Caller Service 10 let*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/caller-service-10-let.html>. [cit. 2024-12-30].
- [28] *UC-1205*. Online. In: Teco Catalog. Dostupné z: <https://catalog.tecomat.cz/produkt/uc-1205#params>. [cit. 2024-12-30].
- [29] *Obchod pro inteligentní elektroinstalace*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/>. [cit. 2024-12-30].
- [30] *PLC Tecomat Foxtrot*. Online. ICOOL 4 e-shop. Dostupné z: <https://eshop.icool4.cz/plc-tecomat-foxtrot>. [cit. 2024-12-30].
- [31] *Elektroměr 3fázový Tree*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://shop.loxone.com/cscz/product/100567-energy-meter-3-phase-tree>. [cit. 2025-05-21].
- [32] *HomeKit*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/homekit/>. [cit. 2025-05-21].
- [33] *Home Connect*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/home-connect/>. [cit. 2025-05-21].
- [34] *Miele@home*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/mielehome/>. [cit. 2025-05-21].
- [35] ČESKÁ AGENTURA PRO STANDARDIZACI. ČSN 33 2130 ED.4, *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 4. 2024.
- [36] *Chytrá regulace topení: 12 věcí, na které se nejčastěji ptáte*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/blog/chytra-regulace-topeni-faq/>. [cit. 2025-05-21].
- [37] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. ČSN EN 50131-1 ED.2, *Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 1: Systémové požadavky*. ED. 2. 2007.
- [38] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. ČSN 73 0833, *Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování*. 2010.
- [39] *Energetický management a úspora energie*. Online. In: Loxone: Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/produkty/energie/>. [cit. 2025-05-21].
- [40] *Emas.cz - elektromateriál pro vás*. Online. Dostupné z: <https://www.emas.cz/>. [cit. 2025-05-21].

[41] *Kurzy měn, akcie, komodity, online zprávy*. Online. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/>. [cit. 2025-05-21].

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratky:

ČSN	Česká státní norma
DI	Digitální vstup
DPH	Daň z přidané hodnoty
DPS	Dokumentace pro provádění stavby
EN	Evropská norma
EPS	Elektrický požární systém
GMS	Globální systém pro mobilní komunikaci
GND	Zem
Kč	Koruna česká
LPL	Hladina ochrany před bleskem
LPS	System ochrany před bleskem
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení
PG	Přepínací kontakt výstupního signálového relé
PLC	Programovatelný logický automat
PoE	Napájení přes ethernet
PZS	Poplachový zabezpečovací systém
Q	Digitální bezpotenciálový reléový výstup
SELV	Bezpečné malé napětí
VUT	Vysoké učení technické v Brně

Symbyly:

<i>CF</i>	investiční náklady	(Kč)
<i>IN</i>	úspora	(Kč/rok)
<i>L1</i>	ztráty na lidských životech	(-)
<i>L2</i>	ztráty na veřejné službě	(-)
<i>L3</i>	ztráty na kulturním dědictví	(-)
<i>L4</i>	ztráty ekonomických hodnot	(-)
<i>Ng</i>	blesková hustota	(-)
<i>Nk</i>	blesková úroveň	(-)
<i>R</i>	riziko	(-)
<i>R₁</i>	riziko ztrát lidských životů ve stavbě	(-)
<i>R₂</i>	riziko ztráty veřejné služby ve stavbě	(-)
<i>R₃</i>	riziko ztráty kulturního dědictví ve stavbě	(-)
<i>R₄</i>	riziko ztráty ekonomických hodnot ve stavbě	(-)
<i>R_T</i>	přípustné riziko	(-)
<i>T_s</i>	doba návratnosti	(roky)

SEZNAM PŘÍLOH

Elektronické přílohy

- Příloha A – Definice požadavků investora
- Příloha B – Řízení rizika
- Příloha C – Protokol vnějších vlivů
- Příloha D – Technická zpráva
- Příloha E – Výpočet osvětlení
- Příloha F – Rozpočet
- Příloha G – Výpočet v simulačním programu Sichr

Elektronické přílohy výkresu

- D2 101 Situační schéma – Elektroinstalace
- D2.5 101 Silnoproudá elektroinstalace – Zásuvky 1. NP
- D2.5 102 Silnoproudá elektroinstalace – Zásuvky 2. NP
- D2.5 103 Silnoproudá elektroinstalace – Technologie 1. NP
- D2.5 104 Silnoproudá elektroinstalace – Technologie 2. NP
- D2.5 105 Silnoproudá elektroinstalace – Osvětlení 1. NP
- D2.5 106 Silnoproudá elektroinstalace – Osvětlení 2. NP
- D2.5 107 Silnoproudá elektroinstalace – Rozvaděč
- D2.6 101 Slaboproudá elektroinstalace – Senzory 1. NP
- D2.6 102 Slaboproudá elektroinstalace – Senzory 2. NP
- D2.6 103 Slaboproudá elektroinstalace – Ethernet, STA 1. NP
- D2.6 104 Slaboproudá elektroinstalace – Ethernet, STA 1. NP
- D2.6 105 Slaboproudá elektroinstalace – PZS, CCTV 1. NP
- D2.6 106 Slaboproudá elektroinstalace – PZS, CCTV 1. NP
- D2.6 107 Slaboproudá elektroinstalace – Střecha