

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2022

Marek Bolf



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY

A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

PROVÁDĚCÍ PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE PRO ELEKTRICKOU INSTALACI LOXONE PASIVNÍHO DOMU S FVE

DETAIL DESIGN DOCUMENTATION FOR THE ELECTRICAL INSTALLATION LOXONE OF A PASSIVE
HOUSE WITH PV SYSTEM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Marek Bolf

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

BRNO 2022

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Telekomunikační a informační systémy**

Ústav telekomunikací

Student: Marek Bolf

ID: 211101

Ročník: 3

Akademický rok: 2021/22

NÁZEV TÉMATU:

Prováděcí projektová dokumentace pro elektrickou instalaci Loxone pasivního domu s FVE

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Stanovení požadavků na projektovou dokumentaci pasivního domu s FVE řízeného systémem Loxone
2. Provedení analýzy rizik dle ČSN EN 62 305 ed.2 a návrh hromosvodů a vypracování PD pro realizaci
3. Vypracování PD skutečného provedení silových a datových rozvodů
4. Zakreslení svorkových schémat zapojení komunikačních sběrnic a datových rozvodů systému Loxone
5. Vypracování PD silových a datových rozvaděčů
6. Zpracování technické zprávy projektu včetně rozpočtu

DOPORUČENÁ LITERATURA:

1. Soubor norem ČSN EN 62 305 ed.2
2. ČSN 33 2310 ed.3
3. Dvořáček, K., Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě, 2019
4. Dvořáček, K., Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací, 2018

Termín zadání: 7.2.2022

Termín odevzdání: 31.5.2022

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

prof. Ing. Jiří Mišurec, CSc.
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

Práca sa zaoberá problematikou projektovania silnoprúdových a slaboprúdových elektrických rozvodov v rodinnom dome, pričom sa kladie dôraz na ich pripojenie do inteligentného riadiaceho systému Loxone. V práci je popísaný riešený objekt, princíp návrhu ochrany pred bleskom, spôsob vedenia kabeláže, spôsob ovládania jednotlivých technológií systémom Loxone a popis proprietárnych protokolov Loxone a protokolov, prostredníctvom ktorých dokáže systém Loxone komunikovať s inými zariadeniami. V praktickej časti bola vypracovaná výkresová dokumentácia bleskozvodu, káblových trás, detailného zapojenia zberníc a komponentov Loxone a silnoprúdového a slaboprúdového rozvádzača. Ďalej bola spracovaná technická správa a rozpočet elektroinštalácie.

Kľúčové slová

projektová dokumentácia, ochrana pred bleskom, elektrické rozvody, inteligentná elektroinštalácia, Loxone, komunikačné protokoly, technická správa

Abstract

The thesis deals with the design of high-current and low-current electrical wiring in a house, with emphasis on their connection to the intelligent control system Loxone. The thesis describes the house, the principle of designing lightning protection, the way of cabling, the options to control individual technologies by the Loxone system and the description of proprietary Loxone protocols and protocols through which Loxone system can communicate with other devices. In the practical part was prepared drawing documentation for the lightning conductor, cable routes, detailed connection of Loxone buses and components and high-current and low-current switchboard. Furthermore, the technical report and the budget of the electrical installation were prepared.

Keywords

project documentation, lightning protection, electrical wirings, intelligent electrical wiring, Loxone, communication protocols, technical report

Bibliografická citácia

BOLF, Marek. *Prováděcí projektová dokumentace pro elektrickou instalaci Loxone pasivního domu s FVE*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2022. 80 s. Bakalárska práca.

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

Prehlásenie autora o pôvodnosti diela

Meno a priezvisko študenta: *Marek Bolf*

VUT ID študenta: *211101*

Typ práce: *Bakalárska práca*

Akademický rok: *2021/22*

Téma záverečnej práce: *Prováděcí projektová dokumentace pro elektrickou instalaci Loxone pasivního domu s FVE*

Prehlasujem, že svoju záverečnú prácu som vypracoval samostatne pod vedením vedúceho záverečnej práce a s použitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej záverečnej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto záverečnej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, hlavne som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovení § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Sb., vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovení časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníka č. 40/2009 Sb.

V Brne dňa:

podpis autora

Pod'akovanie

Chcem sa pod'akovať vedúcemu práce, pánovi Ing. Branislavovi Bátorovi Ph.D., za jeho veľkú ochotu, trpezlivosť a za odborné vedenie pri práci.

Obsah

ZOZNAM OBRÁZKOV	9
ZOZNAM TABULIEK	10
ÚVOD	11
1. PREDSTAVENIE OBJEKTU A PROJEKTOVÁ DOKUMENTÁCIA	12
1.1 POPIS OBJEKTU	12
1.1.1 <i>Pasívny dom</i>	12
1.1.2 <i>Fotovoltaická elektrárň</i>	12
1.2 POŽIADAVKY INVESTORA	14
1.2.1 <i>Požiadavky na riadenie systémom Loxone</i>	14
1.3 PROJEKTOVÁ DOKUMENTÁCIA	14
1.3.1 <i>Dokumentácia pre prevedenie stavby (DPS)</i>	15
1.3.2 <i>Programy pre tvorbu projektovej dokumentácie</i>	16
2. SYSTÉM OCHRANY PRED BLESKOM	17
2.1 VONKAJŠÍ SYSTÉM OCHRANY PRED BLESKOM	17
2.1.1 <i>Izolovaný (oddialený) LPS</i>	17
2.1.2 <i>Neizolovaný (neoddialený) LPS</i>	18
2.1.3 <i>Zachytávacia sústava</i>	18
2.1.4 <i>Sústava zvodov</i>	21
2.1.5 <i>Uzemňovacia sústava</i>	22
2.2 VNÚTORNÝ SYSTÉM OCHRANY PRED BLESKOM	23
2.2.1 <i>Ekvipotenciálne pospojovanie proti blesku</i>	23
2.2.2 <i>Elektrická izolácia vonkajšieho LPS</i>	24
2.2.3 <i>Prepät'ová ochrana SPD</i>	24
2.3 NÁVRH SYSTÉMU OCHRANY PRED BLESKOM PRE RODINNÝ DOM	25
2.3.1 <i>Výpočet dostatočnej vzdialenosti s</i>	25
2.3.2 <i>Výpočet prepadu valivej gule</i>	25
2.3.3 <i>Výpočet ochranného priestoru</i>	26
2.3.4 <i>Riziká a škody</i>	27
2.3.5 <i>Výpočet rizík pre rodinný dom</i>	28
3. VEDENIE ELEKTRICKÝCH ROZVODOV	33
3.1 UKLADANIE ELEKTRICKÝCH ROZVODOV	33
3.2 INŠTALAČNÉ ZÓNY VNÚTORNÝCH ELEKTRICKÝCH ROZVODOV	34
3.2.1 <i>Inštalačné zóny v obytných priestoroch</i>	34
3.2.2 <i>Inštalačné zóny v priestoroch s vaňou alebo sprchou a umývacím priestorom</i>	34
3.3 SILNOPRÚDOVÉ ROZVODY	35
3.3.1 <i>Pripojenie objektu na rozvod elektrickej energie</i>	36
3.3.2 <i>Zásuvkové obvody</i>	36
3.3.3 <i>Svetelné obvody</i>	37
3.4 SLABOPRÚDOVÉ ROZVODY	37
3.4.1 <i>Vedenie slaboprúdových rozvodov</i>	38

3.4.2	<i>Anténne (STA) rozvody</i>	39
3.4.3	<i>Elektronická zabezpečovacia signalizácia (EZS)</i>	39
3.4.4	<i>Elektronická požiarňa signalizácia (EPS)</i>	39
3.4.5	<i>Topológie zapojenia počítačových sietí</i>	40
4.	INTELIGENTNÝ RIADIACI SYSTÉM LOXONE	41
4.1	TYPY RIADENIA	41
4.2	LOXONE KOMPONENTY	41
4.2.1	<i>Miniserver</i>	42
4.2.2	<i>Relay Extension</i>	42
4.2.3	<i>RGBW Dimmer</i>	42
4.2.4	<i>1-Wire Extension</i>	42
4.2.5	<i>RS-485 Extension</i>	43
4.2.6	<i>Modbus Extension</i>	43
4.2.7	<i>Výkresová dokumentácia Loxone komponentov</i>	43
4.3	MOŽNOSTI OVLÁDANIA SYSTÉMOM LOXONE	43
4.3.1	<i>Loxone Config</i>	43
4.3.2	<i>Ovládanie vykurovania</i>	44
4.3.3	<i>Ovládanie vonkajších žalúzií</i>	44
4.3.4	<i>Ovládanie osvetlenia</i>	44
4.3.5	<i>Ovládanie vetrania a klimatizácie</i>	45
4.3.6	<i>Komunikácia s fotovoltaickou elektrárnou</i>	45
4.4	PRÍSTUP K SYSTÉMU	45
4.5	KOMUNIKAČNÉ ZBERNICE, ŠTANDARDY A PROTOKOLY.....	45
4.5.1	<i>Loxone Link</i>	46
4.5.2	<i>Loxone Tree</i>	46
4.5.3	<i>Loxone Air</i>	46
4.5.4	<i>Štandard RS-485</i>	47
4.5.5	<i>Protokol Modbus RTU</i>	47
5.	ROZVÁDZAČ	48
5.1	SILNOPRÚDOVÝ ROZVÁDZAČ	48
5.1.1	<i>Veľkosť silnoprúdového rozvádzača</i>	48
5.2	SLABOPRÚDOVÝ ROZVÁDZAČ	49
5.2.1	<i>Veľkosť slaboprúdového rozvádzača</i>	49
6.	ZÁVER	50
	POUŽITÁ LITERATÚRA	52
	ZOZNAM SYMBOLOV A SKRATIEK	56
	ZOZNAM PRÍLOH	57

ZOZNAM OBRÁZKOV

2.1	Chránený priestor zachytávacej tyče [10]	26
2.2	OEZ Prozik – Základné parametre stavby.....	28
2.3	OEZ Prozik – Izokeraunická mapa Českej republiky	29
2.4	OEZ Prozik – Vlastnosti pripojených vedení.....	30
2.5	OEZ Prozik – Pripojené zariadenia	30
2.6	OEZ Prozik – Charakteristika zóny.....	31
2.7	OEZ Prozik – Výsledky analýzy rizík.....	32

ZOZNAM TABULIEK

2.1	Polomer valivej gule v závislosti na triede LPS [10]	19
2.2	Veľkosť ôk v závislosti na triede LPS [10]	20
2.3	Hodnoty koeficientu k_i [10].....	21
2.4	Hodnoty koeficientu k_c [10]	21
2.5	Hodnoty koeficientu k_m [10]	21
2.6	Vzdialenosť medzi zvodmi v závislosti na trieda LPS [10]	22
2.7	Minimálne rozmery vodičov spájajúcich prípojnice medzi sebou alebo spájajúcich prípojnicu k uzemňovacej sústave [10]	23
2.8	Minimálne rozmery vodičov spájajúcich vnútorné kovové inštalácie s EP [10].....	24
3.1	Prierezy jadier vodičov a im priradené menovité prúdy ističov [19]	37
3.2	Typy značenia dátových vodičov [24]	38

ÚVOD

Hlavnou myšlienkou pasívneho domu je čo najviac znižovať energetickú náročnosť, prevádzkové náklady a čo najefektívnejšie využívať prírodné zdroje. K tomuto prispieva aj inteligentný systém Loxone, ktorý je v dome inštalovaný a riadi aj jednotlivé technológie ako je vykurovanie, rekuperácia alebo fotovoltaická elektrárňa za účelom čo najväčšej efektivity a účinnosti. Mimo iné systém riadi napríklad aj osvetlenie alebo vonkajšie žalúzie, a teda systém jednak pomáha znižovať prevádzkové náklady na chod domácnosti a zároveň zvyšuje komfort bývania. Zmyslom inteligentných domov je poskytovať užívateľovi čo najväčšie pohodlie, pokiaľ možno automatizovať čo najväčšie množstvo technológií, ktoré budú tvoriť jeden funkčný celok, a teda čo najviac sa priblížiť pocitu, že sa dom stará o užívateľa a nie naopak. Zároveň je potrebné myslieť na to, že aby jednotlivé zariadenia ovládané inteligentným systémom mohli fungovať, musia mať zabezpečené napájanie. Pri projekcii elektrických rozvodov je potrebné sa držať platných noriem, aby boli rozvody navrhnuté správne a zároveň aby nebol ohrozený život a zdravie obyvateľov domu.

Cieľom bakalárskej práce je vypracovanie projektovej dokumentácie k danému objektu na úrovni pre prevedenie stavby a zároveň popísať komunikačné zbernice a protokoly, ktoré využíva systém Loxone.

Práca je rozdelená na viacero tematických častí. V prvej časti budú popísané vlastnosti pasívneho domu, parametre objektu a časti projektovej dokumentácie. Druhá časť práce sa bude venovať problematike návrhu systému ochrany pred bleskom. V tretej časti budú popísané spôsoby vedenia elektroinštalácie a základné parametre ako prierezy vodičov a hodnoty ističov, ktoré sa pri tvorbe projektu musia dodržiavať. V ďalšej časti sa práca bude venovať systému Loxone, predstaveniu jeho komponentov, protokolov a popísaniu možností ovládania. V poslednej časti sa práca bude venovať problematike návrhu silnoprúdového a slaboprúdového rozvádzača.

1. PREDSTAVENIE OBJEKTU A PROJEKTOVÁ DOKUMENTÁCIA

1.1 Popis objektu

Objekt je novostavba pasívneho rodinného domu, ktorá sa nachádza v meste Třebíč, ktoré je zároveň aj okresným mestom. Objekt sa nachádza v zastavanej oblasti a v súčasnej situácii dochádza k výstavbe ďalších rodinných domov v jeho okolí.

Dom je dvojpodlažný s jednoduchým obdĺžnikovým pôdorysom, plochou strechou, garážou a krytou terasou. Prvé nadzemné podlažie slúži ako denná časť a druhé nadzemné podlažie slúži ako nočná časť. Na streche je umiestnených 10 kusov fotovoltaických panelov, DVB-T2 anténa a meteostanica Loxone. Časť strechy je tvorená extenzívnou zelenou strechou. V objekte bude integrovaný inteligentný riadiaci systém Loxone.

1.1.1 Pasívny dom

Základný znak, ktorým sa pasívny dom odlišuje od štandardného, sú náklady na vykurovanie, pretože náklady na vykurovanie pasívneho domu sú oveľa nižšie ako náklady na vykurovanie štandardného domu. Konkrétne, aby mohol dom dostať označenie ako pasívny, musí splniť kritérium, že na vykurovanie spotrebuje maximálne 15 kWh/(m² a). Okná a dvere musia mať súčiniteľ prestupu tepla maximálne 0,8 W/(m² K). To znamená, že sa musí klásť veľký dôraz na zabránenie vzniku tepelných mostov a na vzduchotesnosť obálky domu. Vývody pre kabeľáž je potrebné umiestňovať do miest určených architektom projektu, práve z dôvodu nenarušenia vzduchotesnosti stavebnej obálky objektu. [1]

Na vyhriatie stavby postačuje len prítomnosť osôb a teplo zo Slnka, ktoré do stavby preniká cez okná, pričom stavebná obálka v podlahe, streche a obvodových stenách musí byť izolovaná kvalitnou izoláciou o hrúbke 250-400 mm. Pôdorysy bývajú čo najjednoduchšie práve kvôli udržaniu tepla, na južnej strane sú okna veľké, na severnej strane sú okná malé alebo žiadne. Pre zaistenie prísunu čerstvého vzduchu a odvodu znečisteného vzduchu sa používa rekuperácia, to znamená, že čerstvý vzduch z vonku prína teplo z odvádzaného vzduchu, a teda nemusia otvárať okná, a zároveň je v objekte čerstvý vzduch. [2]

Pre automatické riadenie rekuperácie sa používajú senzory CO₂, ktoré sú rozmiestnené po objekte a signalizujú znečistený a vydýchaný vzduch rekuperačnej jednotke, s ktorou sú prepojené buďto drôtovo alebo bezdrôtovo.

1.1.2 Fotovoltaická elektrárň

Na fotovoltaické panely umiestnené na streche, dopadá slnečné svetlo, z ktorého sa vďaka fotoelektrickému javu generuje jednosmerný prúd. Tento prúd je následne privedený do striedača, v ktorom sa transformuje na striedavý. Striedavý prúd zo striedača sa už môže

použiť v rozvodnej sieti objektu. Pri výbere je dôležité brať do úvahy účinnosť panelov, respektíve materiál, z ktorého sú vyrobené a počet fáz striedača. [3]

Pri inštalácii fotovoltaickej elektrárne je treba myslieť aj na to, že bude potrebné vymeniť klasický elektromer za štvorkvadrantný, ktorý umožní meranie výroby a spotreby elektrickej energie na jednotlivých fázach. K inštalácii takisto patrí aj prehľad o činnosti, respektíve o výrobe elektriny fotovoltaickou elektrárnou, ktorú klient sleduje napríklad v mobilnej aplikácii. Rovnako tak sa implementujú aj výkonové optimizéry, vďaka ktorým pokles výkonu jedného panelu neovplyvní ostatné. [4]

Jednotlivé typy fotovoltaických elektrární sú :

- On-Grid systém
- Off-Grid systém
- Hybridný systém

On-Grid systém

Objekt s týmto typom fotovoltaickej elektrárne, môže čerpať elektrickú energiu zo Slnka, ktorú vyrobí strešné panely a v prípade jej nedostatku, sa bude elektrická energia čerpať priamo z distribučnej siete. Naopak v prípade prebytku elektrickej energie sa môže posielat' naspäť do distribučnej siete. Problém nastáva pri výpadku elektrického prúdu na strane dodávateľa. V tomto prípade nie je možné čerpať elektrickú energiu z distribučnej siete, a takisto je v tom čase zakázané vyrábať elektrickú energiu fotovoltaickou elektrárnou, nakoľko by sa časť elektrickej energie mohla posielat' naspäť do distribučnej siete, čo by malo za následok ohrozenie života pracovníkov, ktorí by v tom čase opravovali elektrické vedenie. [5, 6]

Hybridný systém

Podobne ako u systému On-Grid aj pri tomto systéme je objekt pripojený k distribučnej sieti. U tohto systému sú, ale inštalované akumulátory, do ktorých sa akumuluje nadbytočná elektrická energia. Zásadný rozdiel nastáva pri výpadku elektrického prúdu na strane dodávateľa. Pri výpadku príde vďaka striedaču behom pár sekúnd k izolovaniu sa od distribučnej siete, tým pádom nemôže prísť k ohrozeniu života montážnych pracovníkov a objekt prejde na napájanie z akumulátorov. To znamená, že fotovoltaická elektráreň môže stále produkovať elektrickú energiu a dodávať do objektu a prebytočnú ukladať do akumulátorov. [6]

Off-Grid systém

Tento typ fotovoltaickej elektrárne znamená, že objekt funguje len na princípe ostrovného systému, a teda objekt nie je pripojený do distribučnej siete. Systém sa používa hlavne u objektov, ktoré sú ďaleko od obývaných oblastí, a teda tam, kde nie je možnosť pripojiť sa na distribučnú sieť. Keďže pri tomto systéme je objekt plne závislý len elektrickej energii vyrobenej zo slnečného žiarenia, čiže na počasí a elektrickej energie uloženej v akumulátoroch, je vhodné, aby bol objekt vybavený aj záložným agregátom. [6, 7]

1.2 Požiadavky investora

Od začiatku vedenia projektu je veľmi dôležité, aby bol projektant v kontakte s klientom a teda, aby sa klientove požiadavky brali do úvahy pri vypracovávaní projektu. Medzi základnú požiadavku patrí určité termín, dokedy by investor chcel mať projekt hotový. Prípadne je termín daný na základe iných profesií ako je napríklad realizácia omietok alebo betónovanie podlahy, nakoľko pred začatím týchto prác musí už byť kabeľáž uložená podľa projektu. Zároveň je na projektantovi, aby komunikoval s projektantami iných profesií. Ďalšou dôležitou vecou je ujasnenie si umiestnenie a počet koncových prvkov ako sú zásuvky a vypínače tak, aby to pre investora bolo čo najpohodľnejšie a bolo to v súlade napríklad s umiestneným nábytkom. Zároveň je pri spracovávaní projektu dôležité myslieť do budúcnosti, a preto je potrebné s investorom prebrať potenciálne miesta, kde sa v budúcnosti očakáva pripojenie spotrebičov, ako napríklad pohon brány, prívod pre zásuvkové a svetelné obvody na terase, poprípade prívod pre nabíjačku elektromobilu. Dôležité je to z dôvodu nadimenzovania dostatočne veľkého prierezu káblov a navrhnutia dostatočného počtu káblov. Úlohou projektanta je takisto držať investorove predstavy v medziach, ktoré stanovujú platné normy.

1.2.1 Požiadavky na riadenie systémom Loxone

Keďže systém Loxone poskytuje široké možnosti komunikácie so systémami a produktami iných výrobcov, je dôležité sa na začiatku projektu zamyslieť nad tým, čo všetko sa bude riadiť. Tieto informácie sú pre projektanta dôležité z hľadiska navrhnutia dostatočného množstva kabeľáže. V prípade, že projektant nemá dostatočné znalosti o danom systéme, mal by sa investor obrátiť na inú osobu alebo spoločnosť, ktorá v danom odvetví pôsobí a spracuje investorovi na danú oblasť projekt, poprípade mu poskytne cenné rady.

Napríklad pre integrovanie riadenia rekuperačnej jednotky do systému Loxone je potrebné, aby rekuperačná jednotka disponovala možnosťou komunikovať s iným nadradeným riadiacim systémom cez komunikačné protokoly ako je napríklad protokol Modbus RTU. Obdobne to platí aj pre komunikáciu systému Loxone so striedačom fotovoltickej elektrárne.

Nakoľko cieľom inteligentného domu je fungovanie celého domu ako jedného funkčného celku, a nie len niektorých spotrebičov medzi sebou, je potrebné túto otázku vyriešiť ešte pred nákupom jednotlivých spotrebičov, a teda aby sa v konečnom dôsledku dostavil očakávaný výsledok.

1.3 Projektová dokumentácia

Pri spracovávaní projektovej dokumentácie musí projektant pracovať s platnými normami a vyhláškami. Projektová dokumentácia stavby pozostáva z viacerých dokumentov, technický správ a výkresových dokumentácií viacerých profesií.

Vyhláška č. 499/2006 Sb. presne definuje z akých častí sa projektová dokumentácia skladá a zároveň definuje, čo majú jednotlivé časti projektovej dokumentácie obsahovať, pričom silnoprúdové a slaboprúdové elektrické rozvody patria do časti D a to konkrétne „D.1.4 Technika prostredia stavieb“ [8].

1.3.1 Dokumentácia pre prevedenie stavby (DPS)

Tento typ projektovej dokumentácia presne popisuje príloha č.13 k vyhláške č. 499/2006 Sb. Stupeň DPS vychádza zo schválenej projektovej dokumentácie pre ohlásenie stavby alebo pre vydanie stavebného povolenia a spracováva sa samostatne pre jednotlivé pozemné a inžinierske objekty a pre technologické zariadenia [8].

Dokumentácia pre prevedenie stavby pre časť elektro podľa [8] obsahuje:

- technickú správu
- výkresovú časť
- zoznam strojov a zariadení a technickej špecifikácie

Technická správa

Technická správa podľa [8] obsahuje:

- podklady použité pre spracovanie technickej správy
- energetická bilancia
- typ prívodnej a rozvodnej sústavy
- spôsob ochrany pred úrazom elektrickým prúdom
- popis technického riešenia slaboprúdových a silnoprúdových rozvodov
- popis ochrany pred bleskom
- popis spôsobu uloženia káblového vedenia
- použité normy

Výkresová časť

Výkresová časť podľa [8] obsahuje:

- výkres dispozičného riešenia koncových prvkov a svetiel
- výkres káblovojch trás
- výkres schémy zapojenia rozvádzača
- výkresy svorkových a líniových schém zapojenia komunikačných systémov
- výkresová dokumentácia bleskozvodu

Zoznamová časť

Zoznamová časť podľa [8] obsahuje:

- zoznam použitého elektroinštalačného materiálu
- zoznam prístrojov
- rozpočet

1.3.2 Programy pre tvorbu projektovej dokumentácie

Pre tvorbu výkresovej časti projektovej dokumentácie sa v dnešnej dobe používajú počítačové programy, ktoré veľmi zjednodušujú a zrýchľujú celý proces v porovnaní s ručným kreslením. Nie je potrebná celá sada rysovacích pomôcok, ďalšou veľkou výhodou je jednoduchosť opravenia výkresu, kreslenie v merítku alebo napríklad to, že kresliace programy obsahujú knižnice so všetkými normovanými značkami a typmi čiar. Výstupný súbor má štandardne príponu .dwg, a teda je ho možné otvoriť vo všetkých kresliacich programoch. Medzi veľmi známe kresliace programy patrí napríklad AutoCAD alebo BricsCAD.

Pri tvorbe projektovej dokumentácie sa takisto používajú aj nástroje pre konkrétnejšie účely, akými sú napríklad výpočet osvetlenia pre miestnosť, program pre vypracovanie analýzy rizík, ktorý je potrebný u projektovej dokumentácie bleskozvodu alebo program, ktorý umožňuje presné rozmiestnenie komponentov do rozvádzača.

Pre tvorbu rozpočtu a výkazu výmer, sa používajú programy, ktoré sú určené priamo na túto činnosť, a teda zároveň obsahujú databáze s jednotlivými komponentami, ku ktorým automaticky priradujú aj cenu, čím uľahčujú prácu projektantovi. Ďalšou možnosťou je použitie bežného tabuľkového editora, a teda všetky ceny a názvy je potrebné vypísať manuálne.

2. SYSTÉM OCHRANY PRED BLESKOM

Vzhľadom na to, že neexistujú žiadne zariadenia alebo metódy, pomocou ktorých by bolo možné ovplyvniť blesk natoľko, aby bolo zabránené jeho výboju, je potrebné chrániť stavbu, okolie stavby, siete spojené so stavbou a ľudské životy pred následkami jeho úderu [9].

Pri spracovávaní projektovej dokumentácie bleskozvodu je potrebné, aby bola vytvorená v súlade s platnou normou ČSN EN 62305-1-4 ed.2.

Systém ochrany pred bleskom sa skladá z vonkajšieho systému ochrany pred bleskom a vnútorného systému ochrany pred bleskom. Vonkajší systém ochrany pred bleskom (vonkajší LPS) má za úlohu zachytiť bleskový výboj pomocou zachytávacej sústavy a zvieť ho cez sústavu zvodov do uzemňovacej sústavy, kde príde k jeho rozptýleniu. Pri návrhu vonkajšej LPS je potrebné brať do úvahy elektrodynamické sily blesku a navrhnúť preto dostatočne silný upevňovací systém. Takisto je potrebné navrhnúť drát s dostatočne veľkým prierezom, ktorý bleskový prúd zvedie do uzemňovacej sústavy a vydrží teplotné účinky bleskového prúdu. [10]

Vnútorný systém ochrany pred bleskom (vnútorný LPS) bráni vzniku prepätia alebo nebezpečného iskrenia vo vnútri stavby. Nebezpečné iskrenie a prepätie vnútri stavby môže vzniknúť úderom blesku priamo do stavby alebo do jej blízkosti, prípadne šírením prepätia v prírodných vodičoch ku jednotlivým spotrebičom. [11]

Blesk je veľmi silný iskrový výboj, pri ktorom sa vo veľmi krátkom čase (rádovo v mikrosekundách) vytvorí vo vodivom kanále plazma o veľmi vysokej teplote. Dôsledkom veľkého zahriatia sa ionizovaný plyn stále viac rozpína a vzniká akustická vlna, ktorá je známa pod pojmom hrom. Vodivý bleskový kanál môže vzniknúť medzi oblakmi, čo znamená, že tento typ blesku nie je pre ľudí a stavby nebezpečný alebo môže vzniknúť medzi oblakom a zemou, a práve pred týmto typom blesku je potrebné chrániť stavby a život a zdravie ľudí. [12, 13]

2.1 Vonkajší systém ochrany pred bleskom

Vonkajší LPS chráni objekt pred elektrodynamickými silami bleskového prúdu.

Skladá sa z [3]:

- zachytávacej sústavy
- zvodov
- uzemňovacej sústavy

2.1.1 Izolovaný (oddialený) LPS

Izolovaný LPS je odporúčané použiť vtedy ak by prechod bleskového prúdu spôsobil v spojených vnútorných vodivých častiach škody stavbe a vnútornom vybavení stavby. Systém LPS je spojený s vodivými časťami stavby až na úrovni terénu. Všetky zariadenia

inštalované v stavbe by mali byť umiestnené v chránenom priestore a zároveň by mali byť dodržané podmienky pre dostatočnú vzdialenosť s. Realizovaný je buď zachytávacími tyčami alebo stožiarimi, ktoré sú inštalované vedľa stavby, poprípade pomocou zavesených vonkajších vodičov medzi stožiarimi. [10]

2.1.2 Neizolovaný (neoddialený) LPS

Neizolovaný vonkajší systém ochrany pred bleskom je vo väčšine prípadov umiestnený na príslušných podperách, ktoré sú priamo pripevnené k chránenému objektu. V prípade, že by v mieste úderu blesku boli tepelné účinky tak veľké, že by mohlo prísť k poškodeniu stavby, mala by byť dodržaná vzdialenosť medzi horľavým materiálom stavby a vodičom LPS minimálne 10 cm. Pre tento typ LPS je potrebné mať minimálne dva zvody. [10]

2.1.3 Zachytávacia sústava

Zachytávacia sústava slúži na bezproblémové zachytenie blesku, to znamená, že blesk nesmie udrieť do stavby, ale vždy najskôr do zachytávacej sústavy umiestnenej na streche objektu [10].

Zachytávaciu sústavu môže tvoriť kombinácia týchto častí [10]:

- tyče alebo sústava tyčí
- závesné laná
- mrežové vodiče

Zachytávacie tyče by mali byť na streche vzájomne spojené takým spôsobom, aby bolo zaručené rozdelenie bleskového prúdu. V prípade výskytu elektrických zariadení na streche, sa tieto zariadenia umiestňujú do chráneného priestoru vymedzeného zachytávacou tyčou. Zároveň musí byť elektrické zariadenie vzdialené od zachytávacej tyče v dostatočnej vzdialenosti s. Dodržanie dostatočnej vzdialenosti s zabráni prenikaniu dielčích bleskových prúdov do vnútra stavby. V prípadoch, kde nie je možné dodržanie minimálnej dostatočnej vzdialenosti s, tak sa zariadenie spojí izolovanou tyčou so zachytávacou tyčou. Zachytávacie tyče sa na streche umiestňujú na rohoch, na všetkých vyvýšených miestach a na hranách. [10]

Podľa [10] sú metódy pre určenie umiestnenia zachytávacích tyčí nasledovné:

- metóda valivej gule
- metóda ochranného uhla
- metóda mrežovej sústavy

Metóda valivej gule

Táto metóda je základná, od ktorej sú odvodené ostatné metódy a je vhodná pre všetky prípady strechy. Najskôr sa podľa triedy LPS určí polomer valiacej gule, tak ako popisuje tabuľka 2.1 Následne sa už len v kresliacom programe simuluje prípad, kedy sa cez stavbu zo všetkých možných strán prevaľuje guľa s daným polomerom a cieľom je navrhnuť

zachytávacie tyče tak, aby sa guľa v žiadnom prípade nedotkla niektorej časti stavby alebo zariadení, ale aby sa vždy dotýkala len zachytávacích tyčí. Ochranný priestor je všade tam, kam sa valíaca guľa nedostane. Ak sa v nejakom mieste dotkne stavby, tak je potrebné zachytávaciu sústavu upraviť, a to napríklad zvýšením počtu zachytávacích tyčí, zväčšením výšky zachytávacích tyčí alebo zmenšením vzdialenosti medzi tyčami [10].

V tejto fáze hrá čiastočne úlohu aj názor investora a to takým spôsobom, že investor môže uprednostňovať napríklad variantu nižších tyčí o vyššom počte z dôvodu estetického hľadiska, poprípade naopak. Konečné slovo má ale samozrejme projektant a riešenie musí byť v prvom rade správne, bezpečné a zodpovedajúce platným normám a v ideálnom prípade ešte aj esteticky prívetivé.

Pri tejto metóde je dôležité nezabudnúť na to, že prevažujúci sa objekt je guľa a nie kružnica, ako to na prvý pohľad vyzerá z 2D kresliaceho programu. Preto je potrebné spočítať podľa [10] aj previs valivej gule medzi jednotlivými zachytávacími tyčami. Z výsledku bude vidieť či sa v prípade previsu valivá guľa dotkne stavby alebo zariadenia, ktoré majú zachytávacie tyče chrániť, a teda či bude potrebné zvýšiť výšku tyčí, zmenšiť vzdialenosť medzi tyčami alebo pridať ďalšiu tyč. Pri počítaní previsu je potrebné spočítať nie len prepád medzi tyčami, ktoré sú voči sebe rovnobežne, ale aj medzi tyčami, ktoré sú voči sebe uhlopriečne, a teda nasimulovať najhorší možný prípad. Prepád valivej gule sa podľa [10] počíta vzťahom

$$p = r - \left[r^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (2.1)$$

kde r predstavuje polomer valivej gule stanovenej tabuľkou 2.1,
 d predstavuje vzdialenosť medzi zachytávacími tyčami.

Poprípade sa pre výpočet prepádu valivej gule môže použiť program, ktorý je na túto vec určený. Výsledok je samozrejme taký istý, ale program počítanie veľmi zrýchľuje.

Tab. 2.1: Polomer valivej gule v závislosti na triede LPS [10]

Trieda LPS	Polomer gule [m]
I	20
II	30
III	45
IV	60

Metóda ochranného uhla

Metóda je vhodná pre jednoduché tvary budov. Zachytávacia tyč vytvára ochranný priestor v podobe pravouhlého kužeľa s polovičným vrcholovým uhlom α . Pokiaľ sa celá stavba nachádza v tomto chránenom priestore, tak potom je možné takúto stavbu

považovať za chránenú. Uhol α sa mení v závislosti na triede LPS a na referenčnej rovine, to znamená, že bude iný uhol α ak sa bude uvažovať ako referenčná rovina strecha, tým pádom bude uhol α zodpovedať len výške danej zachytávacej tyče. V prípade, že sa bude uhol α vzťahovať k zemi, tak uhol bude zodpovedať výške stavby plus výške zachytávacej tyče. Takisto je táto metóda použiteľná len do istej výšky pre danú triedu LPS.

Hodnota uhla α sa najlepšie stanovuje s pomocou metódy valivej gule a to tak, že sa k zachytávacej tyči dovalí guľa a ak sa dovalila po zemi, tak bude referenčná rovina meraná od zemi až po hrot zachytávacej tyče, v prípade, že sa dovalila po streche, tak bude referenčná rovina meraná od strechy po hrot zachytávacej tyče [14].

Metóda mrežovej sústavy

Metóda je vhodná hlavne pre ploché strechy. Je tvorená krížením drátu umiestneného na streche. V mieste krížovania je drát spojený svorkami. Takto krížené zachytávacie vedenia tvoria oká, ktoré musia mať len takú maximálnu veľkosť, do akej triedy LPS daný objekt patrí. Maximálna veľkosť ôk v závislosti na triede LPS je uvedená v tabuľke 2.2. Mrežová sústava musí byť navrhnutá takým spôsobom, aby mohol bleskový prúd tiecť do uzemňovacej sústavy vždy minimálne dvomi cestami pričom cesty musia byť čo najpriamočiarejšie. [10]

Tab. 2.2: Veľkosť ôk v závislosti na triede LPS [10]

Trieda LPS	Polomer gule [m]
I	5 x 5
II	10 x 10
III	15 x 15
IV	20 x 20

Dostatočná vzdialenosť s

Z dôvodu silného elektromagnetického poľa blesku je potrebné dodržať istú vzdialenosť medzi bleskozvodovým vedením a elektrickou inštaláciou. V prípade ak by tak nebolo učené, mohlo by sa stať, že bleskový prúd preskočí napríklad zo zachytávacej tyče na elektrické zariadenie umiestnené na streche, ktoré má práve táto zachytávacia tyč chrániť. Tým pádom by sa bleskový prúd zaviedol do domovej elektroinštalácie [14].

Práve z tohto dôvodu je potrebné vypočítať dostatočnú vzdialenosť s medzi bleskozvodovým vedením a zariadením. Ak táto vzdialenosť bude dodržaná, bude zabránené preskoku bleskového prúdu.

Výpočet bezpečnej vzdialenosti je daný vzťahom, ktorý definuje [10]

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l, \quad (2.2)$$

- kde k_i je koeficient závislý na zvolenej triede LPS vid' tabuľku 2.3,
 k_c je koeficient závislý na bleskovom prúde tečúcim vo zvide a závisí od počtu a rozmiestnenia zvodov vid' tabuľku 2.4,
 k_m je koeficient závislý na materiále elektrickej izolácie vid' tabuľku 2.5,
 l je dĺžka v metroch pozdĺž zachytávacej sústavy od miesta kde je zisťovaná dostatočná vzdialenosť až k najbližšiemu bodu ekvipotenciálneho pospojovania alebo k zemiču [10].

Tab. 2.3: Hodnoty koeficientu k_i [10]

Trieda LPS	k_i
I	0,08
II	0,06
III a IV	0,04

Tab. 2.4: Hodnoty koeficientu k_c [10]

Počet zvodov	k_c
1	1
2	0,66
4 a viac	0,44

Tab. 2.5: Hodnoty koeficientu k_m [10]

Trieda LPS	k_m
Vzduch	1
Betón, tehla, drevo	0,5

2.1.4 Sústava zvodov

Zvody slúžia na zvedenie bleskového prúdu zo zachytávacej sústavy čo najpriamejšou a najkratšou cestou cez skúšobnú svorku do uzemňovacej sústavy, mali by sa rozmiestňovať rovnomerne po obvode objektu, pričom maximálne vzdialenosti medzi zvodami sú uvedené v tabuľke 2.6. Zvody musia byť dostatočne masívne, dobre spojené a nesmú sa ukladať do okapov. Ak je stena z nehorľavého materiálu tak sa zvody môžu umiestniť na ňu alebo aj do nej. Skúšobná svorka slúži na meranie celkového odporu uzemňovacej sústavy a je rozpojiteľná za použitia náradia, ale za normálnych okolností musí ostať spojená. [10]

Pri prechode bleskového prúdu zvodom, je treba brať do úvahy, že môžu v jeho okolí vznikajú nebezpečné dotykové a krokové napätia. Vzhľadom na ochranu života osôb je riešenie to, že sa zabráni ľuďom prístup k zvodom do okruhu troch metrov zábranou alebo výstražnou tabuľkou, poprípade izolovaním povrchu v okolí zvodu napríklad 5 cm vrstvou asfaltu, poprípade sa použije vodič s vysokonapäťovou izoláciou označením HVI do výšky 2,5m. [14]

Tab. 2.6: Vzďialenosť medzi zvodmi v závislosti na triede LPS [10]

Trieda LPS	Vzďialenosť [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

2.1.5 Uzemňovacia sústava

Uzemňovacia sústava slúži na rozptýlenie bleskového prúdu do zemi. Zemnič musí byť dostatočne masívny, kvalitne spojený, musí mať vhodný tvar a odporúčaná hodnota celkového odporu uzemnenia má byť menšia než 10 Ω . Meranie prebieha pri nízkom kmitočte a zemnič musí byť zhotovený zo správneho a materiálu, pričom materiál musí mať dostatočný prierez. Tieto parametre stanovujú normy [10] a [15].

Keďže dodatočné opravy zemniča by boli veľmi komplikované alebo až nemožné, je potrebné, aby spoje v zemniči boli urobené veľmi kvalitne a správne. Spoje môžu byť realizované svorkami alebo zvarovaním, pričom zvary, by mali byť dlhé aspoň 30 mm a ohnuté dráty by mali viesť minimálne 50 mm pozdĺžne pred zvarom. Spoje medzi vodičmi, ktoré nie sú z rovnakého materiálu by mali byť kompletne utesnené proti vlhkosti. Ak viacero stavieb tvorí jeden komplex, tak sa zemniče navzájom medzi sebou prepoja. [14]

Miesto prechodu zemniča medzi prostrediami je potrebné chrániť proti vzniku korózie napríklad asfaltovou zálievkou alebo antikoroóznou páskou do takých vzdialeností, ako je uvedené v [15].

Používajú sa dva základné typy usporiadania zemničov:

- usporiadanie typu A
- usporiadanie typu B

Usporiadanie typu A

Skladá sa z vodorovných alebo zvislých zemničov inštalovaných mimo chránenú stavbu, ktoré sú spojené s každým zvodom alebo základovým zemničom, ktoré netvoria uzavretú slučku. Zemniče musia mať minimálnu dĺžku v závislosti na triede LPS, ale zároveň minimálne predpísané dĺžky nemusia byť dodržané, ak je odpor uzemňovacej sústavy menší ako 10 Ω . Zemniče typu A sa inštalujú približne 1 m od základov stavby a horný koniec zemniča musí byť minimálne 0,5 m pod povrchom. [10, 14]

Usporiadanie typu B

Toto usporiadanie je lepšie pre skalnaté podložie alebo ak sa v objekte nachádza viacero elektronických systémov alebo sa jedná o objekt s vyšším rizikom požiaru. Usporiadanie typu B je realizované základovým zemničom, ktorý je uložený v základových pásoch a musí tvoriť uzavretú slučku alebo obvodovým zemničom, ktorý je uložený v zemi minimálne 80% svojej celkovej dĺžky. Obvodový zemnič sa ukladá do hĺbky minimálne 0,5 m od stien stavby do vzdialenosti asi 1 m. [10]

2.2 Vnútorý systém ochrany pred bleskom

Vnútorý systém ochrany zabraňuje nebezpečnému iskreniu vnútri chráneného objektu, ktoré môže vzniknúť kvôli rôznym napäťovým hladinám na vnútorných a vonkajších vodivých častiach stavby spôsobených pri prechode bleskového prúdu a zároveň likviduje následky blesku [10]. Vznik iskrenia je neprípustný, a preto sa mu podľa [10] zabraňuje:

- ekvipotenciálnym pospojovaním
- elektrickým izolovaním vonkajšieho LPS

2.2.1 Ekvipotenciálne pospojovanie proti blesku

Spojením kovových inštalácií, vnútorných systémov, vonkajších vedení a vedení, ktoré sú pripojené k stavbe, prídje k vyrovnaniu potenciálov. Akonáhle je ekvipotenciálne pospojovanie proti blesku prepojené s vnútornými systémami, tak časť blesku môže tiecť aj do týchto systémov, na čo treba brať ohľad. V prípade použitia izolovaného vonkajšieho LPS, musí prísť k ekvipotenciálnemu vyrovnaniu len na úrovni terénu. V prípade použitia neizolovaného LPS musí byť ekvipotenciálne vyrovnanie vykonané v sklepe alebo na úrovni terénu pričom vodiče pospojovania musia byť pripojené na ekvipotenciálnu prípojnicu, ktorá musí byť ľahko prístupná za účelom revízie a musí byť spojená s uzemňovacou sústavou. Zároveň je dôležité aby bolo ekvipotenciálne pospojovanie realizované čo najkratšou a najpriamočiarejšou cestou a aby boli všetky vodivé časti a inžinierske siete vstupujúce do stavby pripojené na ekvipotenciálnu prípojnicu čo najbližšie k miestu ich vstupu do stavby. [10, 14]

Tab. 2.7: Minimálne prierezy vodičov spájajúcich prípojnice medzi sebou alebo spájajúcich prípojnicu k uzemňovacej sústave [10]

Trieda LPS	Materiál	Prierez [mm ²]
I až IV	Meď	16
	Hliník	25
	Oceľ	50

Tab. 2.8: Minimálne rozmery vodičov spájajúcich vnútorné kovové inštalácie s EP [10]

Trieda LPS	Materiál	Prierez [mm²]
I až IV	Meď	6
	Hliník	10
	Oceľ	16

2.2.2 Elektrická izolácia vonkajšieho LPS

Elektrické izolovanie vonkajšieho LPS znamená, že bude od vodivých častí stavby vzdialený v dostatočnej vzdialenosti s , ktorá sa vypočíta podľa rovnice 1.2. Vypočítanú vzdialenosť bleskový prúd nepreskočí. Dostatočná vzdialenosť s bude menšia, ak bude väčší počet zvodov alebo ak budú kratšie vzdialenosti od miesta výpočtu až k zemniču. [14]

2.2.3 Prepäťová ochrana SPD

Prepäťová ochrana je zariadenie, ktoré omedzuje prechodné prepätia a slúži k zvedeniu veľkých impulzných prúdov [11].

Jednotlivé typy prepäťových ochrán sú podľa [11] nasledovné :

- SPD typ 1
- SPD typ 2
- SPD typ 3

SPD typ 1

Umiestňuje sa do hlavného rozvádzača na hlavný silový prívod do domu a takisto sa umiestňuje na všetky vodiče, vedúce do zóny LPZ 0_A a LPZ 0_B respektíve na rozhranie zón LPZ 0 a LPZ 1. [11, 14].

SPD typ 2

Umiestňuje sa na hranicu zón LPZ 1 a LPZ 2 a takisto sa umiestňuje do podružných rozvádzačov a chráni pred prepätím pevnú elektroinštaláciu. Tento typ môže chrániť aj elektrické zariadenie v zóne LPZ 0 (napríklad na streche), za predpokladu, že je zariadenie umiestnené v ochrannom priestore zachytávacej tyče a je umiestnené v dostatočnej vzdialenosti s od tejto tyče. [11, 14]

SPD typ 3

Slúži k ochranu zásuviek, do ktorých sú pripojené elektrické spotrebiče a umiestňuje sa čo najbližšie k týmto zásuvkám [14].

2.3 Návrh systému ochrany pred bleskom pre rodinný dom

Pri spracovávaní projektovej dokumentácie bleskozvodu pre riešenú stavbu bolo na začiatku potrebné získať výkresovú dokumentáciu stavby od architekta. Výkresová dokumentácia pozostávala z výkresu pôdorysu a z troch pohľadových výkresov.

Následne bola podľa získaných informácií spracovaná analýza rizík v programe OEZ Prozik. Výsledný dokument o analýze rizík sa nachádza v prílohe A.

Po vypracovaní analýzy rizík nasledovala tvorba výkresovej dokumentácie bleskozvodu, ktorá sa nachádza v prílohe D.1.

Presný popis návrhu bleskozvodu je uvedený v technickej správe k objektu, ktorá sa nachádza v prílohe B.

2.3.1 Výpočet dostatočnej vzdialenosti s

Pri spracovávaní projektovej dokumentácie bleskozvodu bolo takisto potrebné vypočítať dostatočnú vzdialenosť s , ktorej vzorec popisuje rovnica 2.2. Vypočítaná dostatočná vzdialenosť musí byť podľa [16] zaznačená vo výkresovej dokumentácii.

Vzorový výpočet dostatočnej vzdialenosti s pre tyčový zachytávač TJ2 vo výške fotovoltaiického panelu:

$k_m = 1$ (vzduch)

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,44 \cdot \frac{0,04}{1} \cdot 11,9 = 0,209 \text{ m} \approx 210 \text{ mm} \quad (2.3)$$

Výpočet bezpečnej vzdialenosti v polovici zvodu medzi pomocným zachytávačom PJ2 a zemničom:

$k_m = 0,5$ (betón, tehla)

$$s = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot l = 0,44 \cdot \frac{0,04}{0,5} \cdot 4,43 = 0,1559 \text{ m} \approx 156 \text{ mm} \quad (2.4)$$

2.3.2 Výpočet prepadu valivej gule

Pri kreslení v 2D sa zdá, že kružnica, ktorá znázorňuje valivú guľu dokonale dopadá na jednotlivé zachytávacie tyče. Avšak nesmie sa zabúdať na to, že sa pracuje s guľou, ktorá je 3D objekt, a teda pri dopadnutí gule na zachytávacie tyče, medzi nimi vzniká istý prepád tejto gule. Práve to, ako hlboko guľa medzi zachytávacími tyčami prepadne, je potrebné vypočítať a z výsledku určiť či je zachytávacia sústava navrhnutá správne alebo je potrebné niečo zmeniť. Zároveň je dôležité tento prepád vypočítať medzi rovnobežnými zachytávacími tyčami, ale takisto aj medzi tyčami, ktoré sú voči sebe navzájom uhlopriečne. To znamená, že je potreba vyšetriť všetky možné prípady. Prepady medzi jednotlivými zachytávacími tyčami sú uvedené vo výkresovej dokumentácii. Pre výpočet prepadu valivej gule je použitý vzorec, ktorý definuje

rovnica 1.1. Zároveň je pre kontrolu alebo zrýchlenie počítania možné použiť počítačový program. Pre tento konkrétny príklad bol pre overenie počítania použitý program s názvom „Milanův výpočet průvĚsu valivé koule“, ktorý je voľne dostupný z [17].

Výpočet prepadu valivej gule medzi zachytávacími tyčami TJ2-TJ3 (rovnobežne):

- $r = 45$ m, pretože objekt patrí do LPS III, vid' tabuľka 2.1

$$p = r - \left[r^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 45 - \left[45^2 - \left(\frac{6,7}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 0,125 \text{ m} \quad (2.5)$$

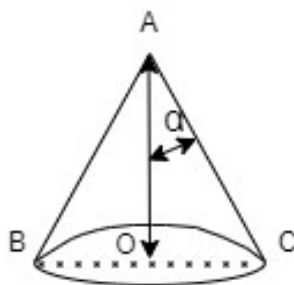
Výpočet prepadu valivej gule medzi zachytávacími tyčami TJ2-TJ4 (uhlopriečne):

- $r = 45$ m, pretože objekt patrí do LPS III, vid' tabuľka 2.1

$$p = r - \left[r^2 - \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 45 - \left[45^2 - \left(\frac{8,6}{2} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} = 0,206 \text{ m} \quad (2.6)$$

2.3.3 Výpočet ochranného priestoru

Pri návrhu bleskozvodu bolo taktiež skontrolované či je chránená aj pergola, ktorá je za domom. Pre tento účel bola použitá aj metóda ochranného uhla, respektíve určenie ochranného priestoru zachytávacej tyče, vid' obrázok 2.1. Úsečka $|AO|$ označuje aká výška je uvažovaná, respektíve k akej referenčnej rovine sa výpočet vzťahuje. Pre tento prípad bola referenčná rovina zem a odmeraná presná výška od zemi až po hrot zachytávacej tyče je 7,95 m.



Obr 2.1 Chránený priestor zachytávacej tyče [10]

Pre zistenie presného ochranného uhla α bol použitý program „Milanův výpočet ochranného úhlu v závislosti na výšce a triede LPS“, ktorý je voľne dostupný z [17]. Programu bola zadaná trieda LPS III a výška 7,95 m a po prepočítaní bola určená hodnota ochranného uhla α 64°. Tieto hodnoty boli zanesené do výkresu

s názvom „Bleskozvod – Pohľad západný“, ktorý sa nachádza v priloženej výkresovej dokumentácii ako príloha D.3. Následne bol z tohto výkresu odmeraním určený polomer ochranného priestoru vo výške pergoly. Podľa obrázku 2.1, tento polomer označuje úsečka $|OC|$. Tento polomer bol odmeraný na hodnotu 10098 mm. Následne bol tento polomer prenesený do výkresu pôdorysu s názvom „Bleskozvod – Pôdorys strechy“, ktorý sa nachádza v priloženej výkresovej dokumentácii ako príloha D.1. Na tomto výkrese je vidieť, že od zachytávacej tyče TJ4 bola vynesená kružnica s polomerom 10098 mm, ktorá znázorňuje polomer ochranného priestoru vo výške pergoly, a teda celá pergola sa nachádza v chránenom priestore. Pre jednoznačnosť boli údaje zahrnuté aj do výkresu pôdorysu aj do pohľadového výkresu.

Hodnota polomeru ochranného priestoru bola pre kontrolu vypočítaná aj ručne vid' rovnicu 2.7. Pre výpočet bola použitá funkcia tangens v pravouhlom trojuholníku, nakoľko rotačný kužel je zarotovaný pravouhlý trojuholník. Vo výpočte sa nemôže použiť výška 7,95 m, nakoľko je to výška od zemi a tento výpočet rieši práve výšku od strechy pergoly. Pergola je vysoká 3,02 m, to znamená, že po odčítaní od výšky 7,95 m, je hľadaná výška 4,93 m. Na základe obrázku 2.1 má úsečka $|AO|$ dĺžku 4,93 m a uhol α má hodnotu 64° .

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}(\alpha) = \frac{OC}{AO} \Rightarrow OC &= \operatorname{tg}(\alpha) * AO = \operatorname{tg}(64^\circ) * 4,93 = 10,107 \text{ m} \\ &= 10107 \text{ mm} \end{aligned} \quad (2.7)$$

Teoretická vypočítaná dĺžka ochranného polomeru vo výške pergoly je oproti odmeranému väčšia len o 9 mm, čo je absolútne prijateľná odchýlka.

2.3.4 Riziká a škody

Pre základnú orientáciu sú v práci vymenované len tieto nasledovné typy strát a rizík. Všetky ostatné existujúce typy škôd, strát a rizík, ktoré súvisia s úderom blesku do stavby alebo do blízkosti stavby definuje norma [18].

Typy strát [18]

Pri údere blesku môže prísť k rôznym stratám, ktoré sú definované:

- L1 – straty na ľudských životoch
- L2 – straty na verejných službách
- L3 – straty na kultúrnom dedičstve
- L4 – straty na ekonomickej hodnote

Riziká [18]

Predstavuje pomernú hodnotu pravdepodobných priemerných ročných strát. Riziko musí byť ocenené pre každý typ strát, ktorý môže na stavbe nastať. Riziká definované [18] sú:

- R_1 – riziko strát na ľudských životoch
- R_2 – riziko strát na verejných službách

- R₃ – riziko strát na kultúrnom dedičstve
- R₄ – riziko strát na ekonomických hodnotách

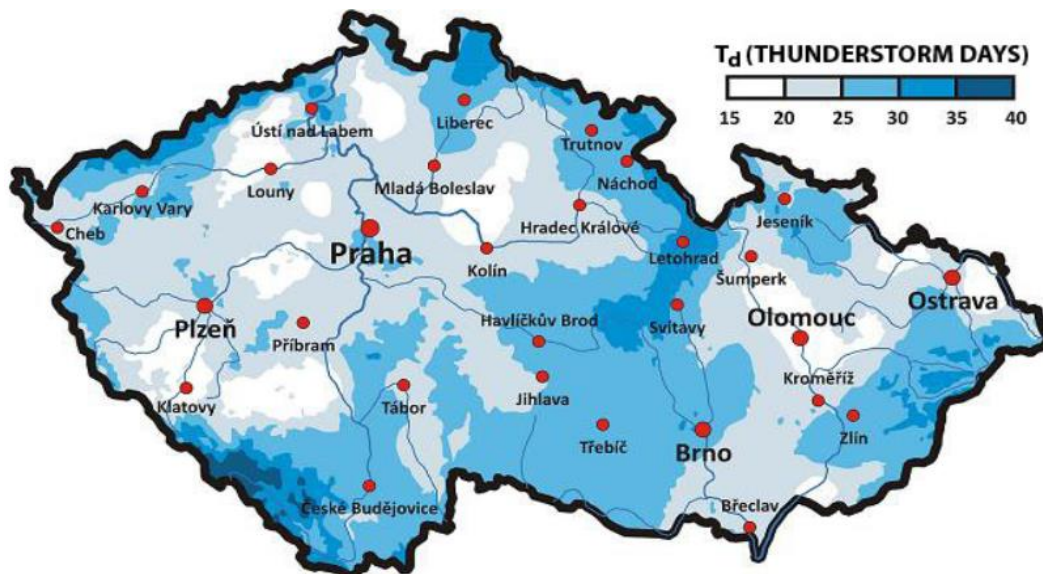
2.3.5 Výpočet rizík pre rodinný dom

Analýza rizík sa vykonáva je podľa [18] povinné vykonávať pre novostavby a dokument o spracovaní analýze rizík musí byť súčasťou projektovej dokumentácie bleskozvodu.

Pre tento konkrétny objekt bola analýza rizík spracovaná v programe Prozik od firmy OEZ. Výstupom z programu je niekoľko stránkový textový dokument, ktorý rekapituluje zadané parametre a hovorí o tom či je stavba dostatočne chránená alebo nie. V prípade, že nie je, tak je potrebné použiť také ochranné opatrenia, aby boli riziká menšie ako je prípustná hranica. Celý výstupný textový dokument sa nachádza v prílohe A.

Ako prvé sa vyplnia rozmery stavby, ktoré sú známe z projektovej dokumentácie od architekta, typ stavby a poloha stavby, vid' obrázok 2.2. Počet búrkových dní sa vyčíta z izokeraunickej mapy uvedenej na obrázku 2.3. Stavba sa nachádza v meste Třebíč, takže počet búrkových dní sa volí v intervale 25-30, v tomto prípade bolo zvolených 28 búrkových dní. Typ LPS a LPL je zatiaľ nevyplnený a na základe výsledkov sa potom určí či je treba stavbu potrebné chrániť alebo nie.

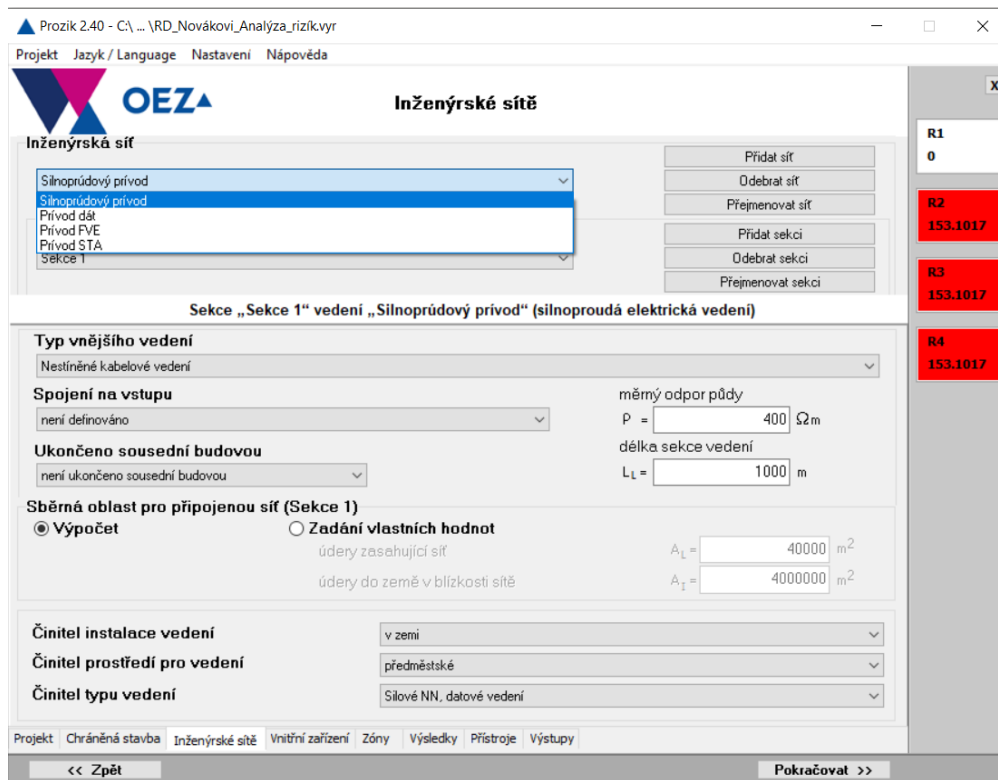
Obr 2.2 OEZ Prozik – Základné parametre stavby



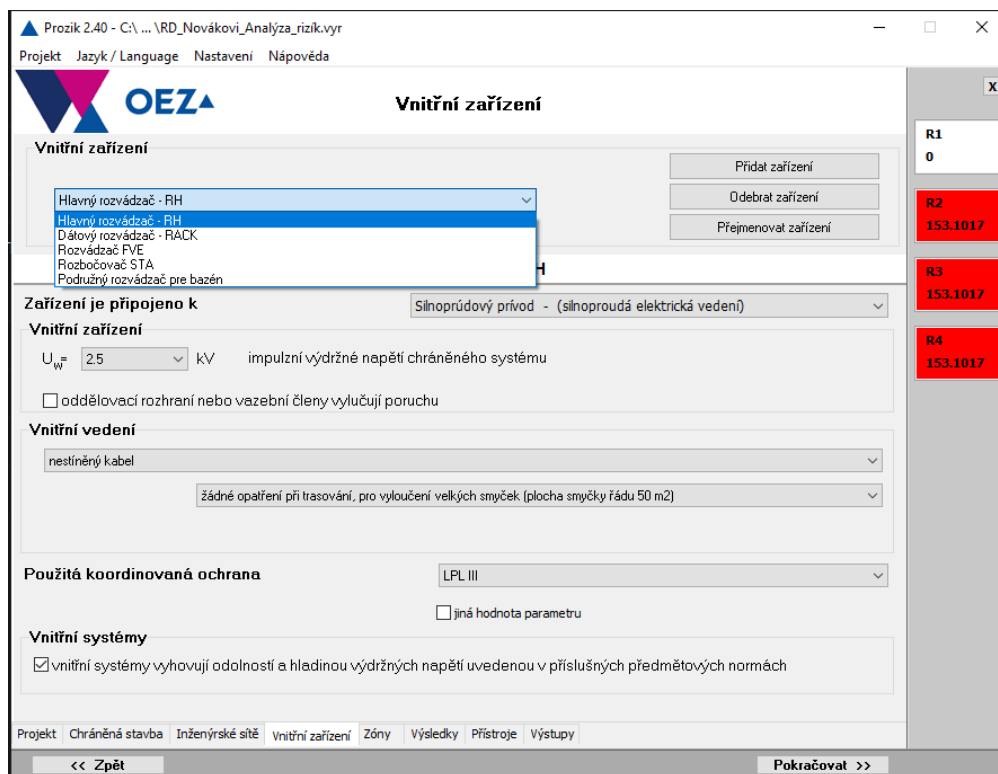
Obr. 2.3 OEZ Prozik – Izokeraunická mapa Českej republiky

V ďalšom kroku sú riešené inžinierske siete, ktoré sú pripojené k objektu. V analýze rizík je uvažované vstupujúce silnoprúdové vedenie, slaboprúdové vedenie, vedenie pre fotovoltické panely umiestnené na streche a vedenie pre antény stožiar na streche. Všetkým vyššie uvedeným vedeniam sa musia tieto vlastnosti určiť obdobne ako je uvedené na obrázku 2.4, kde je uvedený príklad pre silnoprúdové vedenie. To znamená, že sa rozlišuje či je vedenie privedené v zemi alebo vzduchom, či sa jedná o silové alebo dátové vedenie, pričom silové vedenie je netienené a naopak dátové vedenie je tienené. Z obrázku 2.4 je vidieť, že všetky vyššie spomínané vedenia sú uvedené aj v programe Prozik.

Následne sú definované zariadenia, ktoré sú pripojené k jednotlivým vedeniam. Na obrázku 2.5 je vidno všetky zariadenia, ktoré sa v analýze rizík uvažujú. Tieto zariadenia sú pripojené na príslušné vedenia, ktorých názvy sú obdobné ako názvy zariadení a zároveň sú názvy vedení uvedené aj na obrázku 2.4, to znamená „Hlavný rozvádzač – RH“ a „Podružný rozvádzač pre bazén“ sa pripojí na vedenie „Silnoprúdový prívod“, „Dátový rozvádzač – RACK“ sa pripojí na vedenie „Prívod dát“ a tak ďalej. Výdržné napätie je podľa [18] pre silnoprúdové zariadenia, ktoré sú pripojené trvalo k sieti 2,5kV a pre slaboprúdové zariadenia je 1,5kV. Opatrenia pri trasovaní nie sú uvažované a použitá koordinovaná ochrana je pre všetky zariadenia zvolená LPL III.



Obr 2.4 OEZ Prozik – Vlastnosti připojených vedení



Obr 2.5 OEZ Prozik – Připojené zariadenia

V ďalšom kroku sa volia jednotlivé zóny. V tomto prípade bola vytvorená vonkajšia a vnútorná zóna. Do zóny „Vnútorné prostredie stavby“ boli priradené všetky zariadenia okrem podružného rozvádzača pre bazén, nakoľko sa tento rozvádzač nachádza v druhej, respektíve vonkajšej zóne, ale norma uvažuje len vnútorné systémy, čo znamená, že táto zóna nemá na výsledok analýzy rizík vplyv.

Následne je v záložke „Ďalší charakteristiky zóny“ určený typ podlahy, ktorý sa v stavbe bude nachádzať, ďalej je stanovené riziko požiaru, ktoré bolo v tomto prípade stanovené ako obvyklé a nie sú uvažované zvláštne riziká. Nakoľko sa jedná o rodinný dom, tak sa v záložke „Ztráty“ vyberie možnosť, že sa nebude uvažovať strata verejnej služby (L2) a rovnako tak sa nebude uvažovať ani strata na kultúrnom dedičstve (L3). Po vykonaní týchto krokov, je z obrázku 2.6 je vidieť, že riziko straty verejnej služby (R2) spoločne s rizikom straty na kultúrnom dedičstve (R3) je úplne nulové, nakoľko sa neuvažuje. Riziko strát na ľudských životoch (R1) je ale mimo povolené hodnoty, to znamená, že je potrebné zaviesť ochranné opatrenia.

Obr 2.6 OEZ Prozik – Charakteristika zóny

Zvolené ochranné opatrenia sú také, že objekt bude chránený pomocou systému ochrany pred bleskom triedy LPS III a LPL III-IV. Po zavedení týchto ochranných

opatření je na obrázku 2.7 vidieť, že riziko R1 je pod hraničnou hodnotou. Znamená to teda, že všetky vypočítané riziká sú menšie než hraničné hodnoty a objekt je považovaný za chránený.

Vypočtené hodnoty

Součásti rizika

Počet nebezpečných událostí
 Pravděpodobnost škody a následné ztráty

Uvažovaná zóna: --- Celkem pro všechny zóny ---

Součásti rizika (10^{-5})

	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z	Celk. riziko	Příp. h.
R ₁	0	0.030600	0	0	0	0.27350	0	0	0.30410	1
R ₂	—	0	0	0	—	0	0	0	0	100
R ₃	—	0	—	—	—	0	—	—	0	10
R ₄	0.003100	0.030600	0.005700	0.65590	0	0.27350	0.027300	1.08880	2.08490	100
R _D	0	0.030600	0	—	—	—	—	—	0.030600	
R _I	—	—	—	0	0	0.27350	0	0	0.27350	
R _S	0	—	—	—	0	—	—	—	0	
R _F	—	0.030600	—	—	—	0.27350	—	—	0.30410	
R _O	—	—	0	0	—	—	0	0	0	

Připustné hodnoty rizika R_t

Projekt Chráněná stavba Inženýrské sítě Vnitřní zařízení Zóny Výsledky Přístroje Výstupy

<< Zpět Přístroje >>

Obr 2.7 OEZ Prozik – Výsledky analýzy rizik

3. VEDENIE ELEKTRICKÝCH ROZVODOV

Vnútorne elektrické rozvody musia byť v prvom rade bezpečné a ich prevedenie nesmie ohrozovať život a zdravie osôb, a takisto nesmie spôsobovať ohrozenie majetku. Ďalej je potrebné aby boli rozvody spoľahlivé, prehľadné aby sa v prípade poruchy dala chyba ľahko odstrániť hospodárne, prispôsobivé a nesmú zapríčiňovať súbeh silnoprúdového a slaboprúdového vedenia. [19]

3.1 Ukladanie elektrických rozvodov

Typ uloženia vodičov má vplyv na ich oteplenie pri prechode elektrického prúdu, a teda aj na správne nadimenzovanie vodiča. To znamená, že je potrebné vedieť, aký spotrebič s akým príkonom bude daným vodičom napájaný, podľa toho určiť prúdové zaťaženie vodiča a následne podľa [20] určiť správny typ uloženia. Všetky typy uloženia elektrických rozvodov v objekte sú definované a podrobne popísané v [20] a zároveň táto norma definuje aj referenčné spôsoby uloženia. Referenčné spôsoby uloženia podľa [20] sú:

- A1 – jednožilové káble v trubke v tepelno izolačnej stene
- A2 – viacžilový kábel v trubke v tepelno izolačnej stene
- B1 – jednožilové káble v trubke na drevenej stene
- B2 – jednožilový alebo viacžilový kábel na drevenej stene
- D1 – viacžilový kábel v prestrkovacom elektroinštalačnom kanáli v zemi
- D2 – jednožilový alebo viacžilový kábel s plášťom
- E – viacžilové káble vo vzduchu
- F – jednožilové káble dotýkajúce sa na vzduchu
- G – jednožilové od seba navzájom oddialené káble na vzduchu

V bytových domoch a rodinných domoch je najčastejší spôsob uloženia v trubkách alebo lištách pod omietku, na povrchu, v dutinách alebo v podlahe alebo v strope. Trubky, do ktorých sa vodiče vťahujú, musia byť hladké a vstupné a výstupné hrany musia byť zaoblené, aby sa predišlo poškodeniu vodičov. Priemer trubky musí byť dostatočne veľký, aby sa do nej bezproblémovo zmestili všetky vodiče ešte aj s malou rezervou [21].

Elektrické rozvody sa do stropov môžu ukladať priamo do stropnej konštrukcie, do omietky, do drážok v stropnej konštrukcii alebo do priestoru medzistropu. Rozvody do podlahy sa môžu ukladať do betónu, do podlahovej vyrovnávacej vrstvy alebo do dutín v podlahovej konštrukcii. [20]

Pri stropoch vyrobených z monolitického betónu je potrebné mať ujasnenú pozíciu stropných prvkov pred začatím betónovania stropu. Následne sa v procese betónovania stropu ponechá na daných miestach rezerva pre osadenie stropných prvkov.

3.2 Inštalačné zóny vnútorných elektrických rozvodov

Elektrické rozvody sa musia ukladať len do určených zón tak, aby sa zabránilo ich poškodeniu pri prípadných rekonštrukčných prácach či už na elektrickom vedení alebo napríklad pri bežnom navrtávaní dier do steny pre uchytenie nábytku.

Keďže elektrické rozvody sa zásadne ukladajú ako skryté s výnimkou rekonštrukcií, kedy je povolené ukladať vedenie aj na povrch, tak sú inštalačné zóny presne stanovené podľa [19].

3.2.1 Inštalačné zóny v obytných priestoroch

Norma [19] presne stanovuje a ilustruje kde sa môže kabeľáž ukladať, a teda aj montážna firma, ktorá bude kabeľáž fyzicky na stavbe realizovať vie, kde to norma dovoľuje a kde nie. Stropy a podlahy nemajú určené inštalačné zóny. Na základe [20] sú ale popísané spôsoby uloženia elektrických rozvodov do týchto miest [19].

Popis inštalačných zón (vodorovné zóny sú široké 300 mm a zvislé 200 mm) [19]:

- horná vodorovná zóna (ZV-h) je od 150 do 450 mm pod dokončeným stropom
- dolná vodorovná zóna (ZV-d) je od 150 do 450 mm nad dokončenou podlahou
- stredná vodorovná zóna (ZV-s) je od 900 do 1200 mm nad dokončenou podlahou
- dverová zvislá zóna (ZS-d) je od 100 do 300 mm vedľa dverového otvoru
- okenná zvislá zóna (ZS-o) je od 100 do 300 mm vedľa okenného otvoru
- rohová zvislá zóna (ZS-r) je od 100 do 300 mm vedľa rohu miestnosti

3.2.2 Inštalačné zóny v priestoroch s vaňou alebo sprchou a umývacím priestorom

Elektrické zariadenia v priestoroch, ktoré obsahujú upevnenú kúpaciu vaňu alebo sprchu. V týchto miestnostiach sa používajú ochranné opatrenia elektrickým oddelením, ochranou malým napätím SELV a PELV alebo pomocou zábran a krytov. Ako doplnková ochrana všetkých elektrických obvodov sa používa ochrana prúdovými chráničmi s reziduálnym prúdom do 30 mA. Ďalšou formou doplnkovej ochrany je dopĺňujúce ochranné pospojovanie, kedy sa s ochranným vodičom spoja všetky neživé vodivé časti (kovové vodovodné potrubie, odpadové kovové potrubie) upevnených zariadení v miestnosti. [22]

Zásuvky a vypínače môžu byť umiestnené tesne u hranice umývacieho priestoru v prípade, že spodnou hranou sú minimálne 120 cm od podlahy. V prípade, že sú nižšie ako 120 cm, tak musia byť osadené svojim najbližším okrajom minimálne 20 cm od hranice umývacieho priestoru. Ak je v umývacom priestore umiestnené svietidlo, tak jeho spodný okraj musí byť minimálne 180 cm nad povrchom podlahy a ak je umiestnené nižšie ako 180 cm od podlahy, tak musí byť chránené pred mechanickým poškodením a vybavené krytím aspoň IP X1. [19]

Podľa [22] sú v týchto miestnostiach definované zóny:

- zóna 0
- zóna 1
- zóna 2

Zóna 0

Je vnútorný priestor kúpacej alebo sprchovacej vane. V tejto zóne musia byť elektrické zariadenia s minimálnym stupňom ochrany krytom IP X7. Zároveň tieto zariadenia musia byť určené do tohto prostredia podľa dokumentácie od výrobcu, musia byť upevnené pevným elektrickým pripojením, chránené použitím SELV a napätím maximálne AC 12 V alebo DC 30 V. V zóne 0 je zakázané používať akékoľvek vypínače alebo ovládače. [22]

Zóna 1

Je ohraničená povrchom podlahy a vodorovnou rovinou vo výške 225 cm. Vertikálnym smerom je ohraničená zvislou plochou, ktorá obklopuje vaňu vzdialenosťou 120 cm od upevnenej hlavice sprchy. Elektrické zariadenia musia poskytovať krytie minimálne IP X4. Táto zóna nesmie nahrádzať zónu 0. V tejto zóne sa môžu umiestňovať elektrické zariadenia chránené SELV alebo PELV s napätím nepresahujúcim AC 25 V alebo DC 60 V, pričom zdroj bezpečného napätia musí byť umiestnený mimo zón 0 a 1. [22]

Zóna 2

Zóna 2 je ohraničená vodorovnou rovinou vo výške 225 cm od podlahy a zvislou plochou na vonkajšej strane zóny 1. Sprchy bez sprchovej vane nemajú zónu 2, ale v týchto prípadoch je zóna 1 vo vodorovnom smere zväčšená na 120 cm. Minimálne krytie elektrických zariadení musí byť IP X4, v zóne sa môžu inštalovať zariadenia a zásuvky napájané SELV alebo PELV a zdroj bezpečného napätia musí byť mimo zón 0 a 1 a jednotky pre napájanie holiacich strojčekov. [22]

3.3 Silnoprúdové rozvody

Z domového rozvádzača sú vedené káblové trasy k spotrebičom. Uloženie káblových trás musí zodpovedať [20]. Pri navrhovaní silnoprúdových rozvodov, je treba vypočítať prúdové zaťaženie vodiča a teda navrhnuť správny prierez vodiča s dostatočnou rezervou.

Pri ukladaní káblových trás v podkrovných miestnostiach do stropu, prípadne na strop ak sa jedná o znížený sadrokartónový strop, je potrebné myslieť na fakt, že ak sa v budúcnosti bude realizovať bleskozvod, bude potrebné dodržať bezpečnú vzdialenosť od bleskozvodného vedenia, a teda pri návrhu bleskozvodu túto skutočnosť brať v úvahu.

3.3.1 Pripojenie objektu na rozvod elektrickej energie

Návrh elektrickej prípojky musí zodpovedať [23]. Pripojenie objektu na distribučnú sieť zabezpečí prevádzkovateľ distribučnej siete. Elektrická prípojka je zakončená v prípojковой skrini, ktorá je súčasťou elektrickej prípojky a je umiestnená na objekte alebo na hranici pozemku zákazníka tak, aby k nej bol umožnený prístup aj bez prítomnosti zákazníka. Istenie v prípojковой skrini môže byť realizované nožovými poistkami alebo závitovými poistkami, ktorých osadenie zabezpečí prevádzkovateľ distribučnej siete a menovitý prúd týchto poistiek musí byť minimálne o stupeň vyšší, ako je menovitý prúd hlavného ističa pred elektromerom. [23]

Hlavné domové vedenie začína na výstupných svorkách v prípojковой skrini a slúži pre pripojenie všetkých odberných miest v objekte. Prierez vodičov hlavného domového vedenia musí byť taký, aby ich prúdové zaťaženie bolo vyššie než je očakávané vypočítané prúdové zaťaženie objektu. [19]

3.3.2 Zásuvkové obvody

Zásuvka musí mať ochranný kolík umiestnený hore, fázový vodič, ktorý je pripojený na ľavú dierku pri pohľade z predu a nulový vodič pripojený na pravú dierku pri pohľade z predu. Na jeden jednofázový zásuvkový okruh sa môže pripojiť maximálne 10 zásuvkových vývodov, pričom dvojzásuvky a viacnásobné zásuvky sa považujú za jeden vývod. Viacnásobná zásuvka môže byť pripojená na viacero obvodov, ale musí sa použiť inštalačná krabica, ktorá priestory pod jednotlivými zásuvkami oddeľuje izolačnou prepážkou. Pri istení 16A ističom nesmie inštalovaný príkon prekročiť 3680 VA a pri istení 10A ističom, nesmie inštalovaný príkon prekročiť 2300 VA. Zariadenia ako sú napríklad umývačka riadu, práčka, sušička, respektíve zariadenia, ktorých príkon je 2000 VA a viac, sú istené samostatným ističom. Na jeden trojfázový obvod sa môže pripojiť viacero trojfázových zásuviek na rovnaký menovitý prúd a pokiaľ ich celkový výkon nie je vyšší ako 15 kVA. Trojfázové zásuvky s rôznym menovitým prúdom sa nesmú zapájať do rovnakého obvodu. Zásuvky s menovitým prúdom do 20 A, sa musia chrániť prúdovým chráničom s reziduálnym prúdom do 30 mA. Pre zásuvky, ktoré nie sú prístupné laikom a zásuvky, ktoré napájajú citlivé zariadenia (napríklad chladnička, mraznička, výpočtová technika), ktorých odpojenie od dodávky elektrického prúdu, by mohlo spôsobiť značné škody sa nemusí používať prúdový chránič. [19]

Z údajov, ktoré sú uvedené v tabuľke 3.1 je vidieť, že pre zásuvkové obvody stačí použiť vodič s prierezom $2,5 \text{ mm}^2$. Pre jednofázové spotrebiče typicky vodič CYKY-J $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ a istič s menovitým prúdom 16A. Výnimku vďaka malému príkonu tvorí chladnička. Pre trojfázové spotrebiče vodič CYKY-J $5 \times 2,5 \text{ mm}^2$ alebo väčší prierez, záleží podľa veľkosti príkonu daného spotrebiča a typu uloženia vodiča a trojfázový istič s menovitým prúdom 16A. S rastúcim príkonom spotrebiča bude rásť prierez vodiča a menovitý prúd ističa. Z tabuľky 3.1 je takisto vidieť, že pre sporák s výkonom do 10

kW a prierezom vodiča 2,5mm² uloženého typom A, by spôsobilo veľké oteplenie vodiča pri tomto priereze, a tak sa musí prierez vodiča zvýšiť na 4 mm².

3.3.3 Svetelné obvody

Na jeden svetelný obvod sa môže pripojiť len toľko svetiel, aby celkový súčet menovitých prúdov neprekročil menovitý prúd istiaceho prvku. V prípade, že vodič prechádza z jedného svetla do druhého, tak sa prepojenie môže urobiť buď v elektroinštalačnej krabici alebo priamo vo svietidle, pričom ale toto svietidlo k tomu musí byť určené od výrobcu. Vypínače, ktoré ovládajú svietidlá sa umiestňujú ku dverám na stranu kľučky dverí a montujú sa tak, aby sa stlačením hornej časti vypínača zaplo svietidlo. Prípadne sa svietidlá môžu ovládať senzorom pohybu. [19]

Z tabuľky 3.1 je vidieť, že pre svetelné obvody stačí použiť kábel s prierezom 1,5 mm². Štandardne sa používa trojžilový kábel CYKY-J 3x1,5 mm² a istič s menovitým prúdom 10 A.

Tab. 3.1: Prierezy jadier vodičov a im priradené menovité prúdy ističov [19]

Typ obvodu	Menovitý prúd ističa [A]; charak. B	Prierez Cu vodiča [mm ²]	
		Referenčný typ uloženia B a C	Referenčný typ uloženia A
svetelný	10	1,5	1,5
chladnička/mraznička	10	1,5	1,5
zásuvkový	16	2,5	2,5
práčka	16	2,5	2,5
umývačka riadu	16	2,5	2,5
bytové jadro	16	2,5	2,5
sporák do 10kW	16	2,5	4

3.4 Slaboprúdové rozvody

Zabezpečujú napájanie prvkov dátovej siete, napájanie prvkov zabezpečovacieho systému, prvkov požiarnej signalizácie a takisto riešia rozvod anténnych rozvodov. Slaboprúdové rozvody majú takisto veľké opodstatnenie v inteligentnej elektroinštalácii systému Loxone, nakoľko sa používajú pre komunikovanie s komponentami Loxone alebo so zariadeniami tretích strán ako je napríklad rekuperácia alebo nabíjačka elektromobilu.

Pri návrhu kabeláže je potreba myslieť do budúcnosti na možné úpravy alebo prípadné rozšírenia inštalácie o ďalšie zariadenia ako sú napríklad dátové zásuvky alebo kamery a ponechať na uvažovaných miestach káblové rezervy. Kabeláž je vhodne realizovať dátovým káblom vyššej kategórie, aby bola do budúcnosti ponechaná rezerva v prenosovej rýchlosti.

3.4.1 Vedenie slaboprúdových rozvodov

Pri návrhu dátového vedenia je dôležité, aby toto vedenie bolo dostatočne oddelené od silnoprúdového vedenia a nedochádzalo tak k elektromagnetickému rušeniu. K zníženiu rušenie pomáha aj samotné zhotovenie káblov, kedy sa jednotlivé vodiče navzájom krútia a tvoria tak krútený pár, ďalej sa navzájom krútia jednotlivé páry, a takisto sa môže použiť fólia, ktorá znižuje elektromagnetické rušenie. Označenie dátových vodičov s vysvetlením značenia je uvedené v tabuľke 3.2.

Tab. 3.2: Typy značenia dátových vodičov [24]

Označenie	Krútené páry	Typ tienenia párov	Typ celkového tienenia
U/UTP	áno	žiadne	žiadne
F/UTP	áno	žiadne	fóliou
S/UTP	áno	žiadne	opletením
S/FTP	áno	fóliou	opletením
F/FTP	áno	fóliou	fóliou
U/FTP	áno	fóliou	žiadne

Slaboprúdové vedenie sa môže ukladať pod omietku, do káblových žľabov popri prípade špecifických nosných systémov. Nosné kabelážne systémy a káblové žľaby musia mať dostatočnú nosnosť a zároveň je odporúčané, aby boli zhotovené z nekovového materiálu, nakoľko tieto materiály sú neutrálne z pohľadu elektromagnetického rušenia a takisto nevedú možný naindukovaný zvodový prúd. Spájanie žľabov a nosných systémov je presne definované v [25].

V prípade ak sa nachádza dátové vedenie a silové vedenie v jednom nosnom systéme bez vnútorných oddeľovacích zábran, je potrebné zabezpečiť vypočítanú minimálnu vzdialenosť oddelenia A , vzájomným oddialením silnoprúdových vodičov od slaboprúdových vodičov. Ak nosný systém obsahuje jednu oddeľovaciu zábranu, tak táto zábrana musí byť hrubá tak, ako je vypočítaná hodnota oddelenia A .

V prípade, že nosný systém obsahuje viacero oddeľovacích zábran, tak musia byť tieto zábrany od seba vzdialené na vzdialenosť A . Ak vzdialenosť A , nie je možné dodržať, tak silnoprúdové vodiče a slaboprúdové vodiča nemôžu byť v rovnakom zväzku, v rovnakej trase alebo nosnom systéme. [25]

Podľa [25] sú stanovené spôsoby, akými sa majú do nosných systémov jednotlivé káblové zväzky ukladať, aby bolo zabezpečené prúdenie vzduchu, a teda chladenie vodičov. Pri ohýbaní vodičov je potrebné dávať pozor, aby nebol prekročený maximálny ohyb, ktorý je stanovený výrobcom. Obzvlášť to platí pri práci s optickými vodičmi, nakoľko môže ľahko prísť k zlomeniu jadra optického vodiča.

3.4.2 Anténne (STA) rozvody

Anténne rozvody sú realizované koaxiálnym káblom, ktorý vedie z antény do anténového rozbočovača. Z rozbočovača ďalej kábel vedie do jednotlivých anténnych zásuviek. Čo najbližšie vstupu anténneho vedenia do domu, musí byť tento kábel podľa [11] pripojený na prepäťovú ochranu určenú pre anténne rozvody.

3.4.3 Elektronická zabezpečovacia signalizácia (EZS)

Chráni stavbu pred neoprávneným vstupom cudzej osoby. Pre EZS musí byť takisto vytvorená výkresová dokumentácia. EZS sa skladá zo senzorov otvorenia dverí a okien, senzorov pohybu, senzorov rozbitia okien, kamerového systému, ovládacej jednotky a zo sirény alebo alarmu, pričom niektoré prvky môžu byť aj bezdrôtové, poprípade napájané zo záložného zdroja. V prípade neoprávneného vniknutia do stavby sa spustí zvukový alarm, ktorý má jednak vyplašiť útočníka a zároveň upovedomiť ľudí v susedstve. Zároveň môže zabezpečovací systém cez internet odoslať majiteľovi upozornenie o tom, že bol alarm spustený, cez internetové rozhranie majiteľ takisto dokáže zabezpečovací systém vypínať alebo zapínať podľa potreby a je mu poskytnutý stream z bezpečnostných kamier. Prípadne existuje aj možnosť tichého alarmu, a teda pri neoprávnenom vniknutí do stavby útočník netuší, že alarm spustil a medzitým už bol upozornený o aktuálnom dianí majiteľ alebo aj priamo bezpečnostné a zásahové jednotky.

V prípade požadovania poisťného plnenia musí byť zabezpečovací systém funkčný, musí pravidelne prechádzať servisnou prehliadkou a musí byť inštalovaný certifikovanou firmou, ktorá má oprávnenie na inštalovanie zabezpečovacieho systému [26].

3.4.4 Elektronická požiarňa signalizácia (EPS)

Slúži pre včasné detekovanie a zvukové ohlásenie požiaru v stavbe a zároveň poskytuje dostatok času pre evakuáciu osôb. Rovnako ako pre EZS, tak je pre EPS je potrebné v rámci slaboprúdovej časti vytvoriť výkresovú dokumentáciu. Systém pozostáva zo senzorov rozmiestnených po dome, ktoré môžu byť napájané z batérií alebo môžu byť drôtové. Pri montáži jednotlivých detektorov je potrebné sa zamerať na ich správne umiestnenie, dosah a hlavne na spôsob fungovania.

Ionizačný detektor

Funguje na princípe ionizácie vzduchu a obsahuje komoru so slabým zdrojom alfa žiarenia. Za normálnych okolností ionizácia vzduchu v komore umožňuje prechod elektrického prúdu. Pri vniknutí dymu do komory sa zmení veľkosť prúdu, ktorý prechádza na jednotlivé elektródy a následne detektor hlási poplach. Tieto detektory sú citlivé aj na spaliny a môžu spustiť falošný poplach napríklad pri varení v kuchyni alebo pri naštartovanom aute v garáži. [27]

Optický detektor

Využíva princípu rozptylu infračerveného svetla. Pri vniknutí dymu do komory sa zmení

tok svetla medzi vysielacom a prijímačom a detektor hlási poplach. Tento typ detektorov je citlivý na usadzovanie prachu, to znamená, že by sa malo vyhýbať použitiu tohto typu v prašných prostrediach. [27]

3.4.5 Topológie zapojenia počítačových sietí

Topológie zobrazujú prepojenie koncových prvkov medzi sebou alebo pripojenie ku sieťovým zariadeniam akými sú napríklad smerovač alebo prepínač. Fyzická topológia zobrazuje reálne zapojenie všetkých prvkov, popisuje ich umiestnenie, počet vodičov prípadne označenie portov. Logická topológia zobrazuje len logické prepojenie siete a zameriava sa na spôsob komunikácie.

Topológia hviezdy

Koncové zariadenia sú pripojené na jeden centrálny bod, ktorým môže byť napríklad smerovač alebo prepínač. Výhodou tejto topológie je ľahká škálovateľnosť. Avšak v prípade výpadku centrálného bodu nebudú môcť komunikovať ani koncové zariadenia, naopak výpadok koncového zariadenia nemá vplyv na funkčnosť siete. [28]

Zbernicová topológia

Sieť je realizovaná jedným typom vedenia, ktoré zdieľajú všetky koncové prvky. Nevýhodou je, že v prípade poruchy siete je ťažké identifikovať chybu, nastáva problém v prípade, že chce začať komunikáciu viac zariadení, malá rýchlosť a obmedzená vzdialenosť. Oba konce vedenia musia byť osadené terminátorom. [28]

Kruhovú topológia

Koncové zariadenie je fyzicky pripojené k dvom ďalším a spojením vytvorí kruh. Pri komunikácii koncových zariadení, ktoré nie sú susedné, musí signál prejsť cez všetky zariadenia, ktoré sú medzi nimi. V prípade poruchy jedného koncového zariadenia príde k výpadku celej siete. [28]

Mriežková (mesh) topológia

Zariadenia sú medzi sebou fyzicky prepojené spôsobom každý s každým, čo znamená, že každé zariadenie má priame spojenie so všetkými ostatnými zariadeniami a v prípade výpadku jednej linky sa ľahko použije iná. Prípadne môžu mať spojenie len čiastočné, kedy len niektoré zariadenia sú spojené na priamo so všetkými ostatnými. [28]

Stromová topológia

Topológia je hierarchicky rozdelená na prístupovú vrstvu, distribučnú vrstvu a základnú pripájajúcu vrstvu. V prístupovej vrstve sú jednotlivé koncové zariadenia pripojené na aktívny sieťový prvok. Distribučná sieť spája jednotlivé aktívne sieťové prvky. Základná pripájajúca vrstva tvorí centrálny bod, z ktorého sú pripojené všetky ostatné zariadenia. V prípade výpadku sieťového zariadenia v distribučnej vrstve sa koncové zariadenia doňho pripojené stávajú nedostupnými. [28]

4. INTELIGENTNÝ RIADIACI SYSTÉM LOXONE

Inteligentný systém Loxone zabezpečuje komunikáciu a riadenie širokého spektra technológií a zariadení v objekte. Systémom je možné ovládať od svetiel cez pohon vonkajších žalúzií až po riadenie energetického manažmentu objektu. Ovládanie má klient k dispozícii v prehľadnej mobilnej aplikácii. Komunikácia medzi jednotlivými Loxone komponentami môže prebiehať drôtovo alebo bezdrôtovo. Pri drôtovom spojení sa využijú štandardné dátové káble alebo je možno použiť Loxone Tree kábel, ktorý je patentovaný firmou Loxone.

Firma Loxone je na trhu od roku 2008 a bola založená v Rakúsku. V súčasnosti má zastúpenie v 11 krajinách sveta vrátane Českej a Slovenskej republiky [29].

4.1 Typy riadenia

Systém ponúka viacero prídavných modulov, ktoré sa osádzajú priamo do rozvádzača. To znamená, že všetka kabeláž z koncových prvkov vedie na pomocné svorky do rozvádzača, z ktorých sa pripája na jednotlivé prídavné moduly, čo znamená že kabeláž je zapojená centralizovane. Toto riešenie poskytuje väčšiu prehľadnosť, ľahšie prepájania vodičov v rozvádzači, rýchlejšie odstránenie poruchy, na druhej strane sa týmto spôsobom aj zvyšuje veľkosť a tým aj cena rozvádzača.

Pri čiastočne decentralizovanom zapojení, sa v maximálnej možnej miere nahradia prídavné moduly v rozvádzači za kompaktnějšíe a menšie moduly, ktoré je možné osadiť do elektroinštalačnej krabice, čo znamená, že pre tieto moduly sa z rozvádzača privedie len napájanie. Týmto spôsobom sa šetrí miesto v rozvádzači, na druhej strane sa zvyšuje cena a komplikovanosť zapojenia kabeláže, zvyšuje sa pravdepodobnosť chybného zapojenia, pri poruche je ťažšie odhaliť chybu, z technologického hľadiska toto riešenie nemôže plnohodnotne nahradiť centralizované zapojenie, a taktiež sa musí počítať s vyšším počtom elektroinštalačných krabíc, v ktorých bude realizované prepájanie.

4.2 Loxone komponenty

Hlavnou riadiacou jednotkou je miniserver. Ďalej existujú rôzne prídavné moduly (extensions), ktoré sa spoločne s miniserverom osádzajú na DIN lištu do rozvádzača. Všetky komponenty majú napájacie napätie 24 V DC a je privedené oranžovým párom dátového vodiča. Komunikácia prídavných modulov prebieha cez zbernicu Loxone link, ktorá sa pripája modrým párom dátového vodiča. Niektoré prídavné moduly a koncové prvky obsahujú aj svorky pre pripojenie zbernice Loxone Tree, ktoré sa pripájajú zeleným párom. Ako uvádza [30] zbernicu Loxone link je potrebné za posledným prídavným modulom terminovať 120 Ω zakončovacím odporom.

4.2.1 Miniserver

Jedná sa o centrálnu riadiacu jednotku, ktorá komunikuje s ostatnými prídavnými modulmi, koncovými prvkami, odosiela potrebné informácie a aktualizácie a na základe naprogramovanej logiky riadi celý systém. Jeden miniserver dokáže obslúžiť 30 prídavných modulov a až 50 zariadení, ktoré komunikujú prostredníctvom zbernice Tree. Obsahuje 8 digitálnych vstupov, 4 analógové vstupy, 8 digitálnych výstupov (relé) s maximálnym spínacím prúdom 10 A a sieťový konektor. Po osadení do rozvádzača sa miniserver cez sieťový konektor pripojí k domácej sieti a je mu cez DHCP server pridelená IP adresa, poprípade je možné nastaviť IP adresu manuálne pri prepojení miniservera s počítačom. Po pridelení IP adresy je možné miniserver vyhľadať v aplikácii Loxone Config. [30]

Digitálne vstupy je možné použiť napríklad pre vyčítavanie digitálnych impulzov z magnetických kontaktov, ktoré snímajú otvorené alebo zatvorené okno. Analógové vstupy je možné použiť napríklad pre pripojenie senzoru, ktorý sníma výšku hladiny vody.

4.2.2 Relay Extension

Obsahuje 14 relé s maximálnym spínacím prúdom 16 A. Zároveň výrobca uvádza, že maximálny tepelný prúd nesmie prekročiť 48 A [31]. Kvôli vyššiemu spínaciemu prúdu, môžu jednotlivé relé spínať aj výkonovo náročnejšie spotrebiče. V prípade spínania trojfázového spotrebiča cez stykač, je možné použiť relé ako spínaný prívod ovládacej cievky stykača, a teda ovládanie spotrebiča bude zahrnuté v systéme Loxone.

4.2.3 RGBW Dimmer

Tento prídavný modul slúži pre plynulé stmievanie svetiel alebo LED pásikov. Zariadenie obsahuje 4 výstupné kanály a každý kanál dokáže vďaka pulzne šírkovej modulácii (PWM) plynulo stmievať pripojené svietidlo, pričom maximálne zaťaženia jedného kanála je 50 W. V prípade stmievania LED pásikov, je maximálna možná dĺžka pásiku 30 m. [32]

Pripojené svietidlo musí byť dimenzované na napájanie 24 V a ďalším vodičom musí byť pripojené práve na jeden kanál RGBW Dimmer-u, po ktorom sa bude posielať modulovaný PWM signál. Tento typ modulácie umožňuje plynulé riadenie svietidla výstupným digitálnym signálom z Dimmer-u. Na základe šírky digitálneho impulzu sa bude meniť výstupné napätie čím sa bude plynule meniť jas daného svietidla. [33]

4.2.4 1-Wire Extension

Slúži pre pripojenie teplotných senzorov komunikujúcich po zbernici 1-Wire. Maximálny počet pripojených teplotných senzorov je 20 a maximálna dĺžka kabeláže môže byť od 100 do 300 metrov v závislosti na topológii zapojenia. Jednotlivé teplotné

senzory môžu byť umiestnené v podlahe, v prípade, že je v objekte inštalované podlahové kúrenie alebo môžu byť umiestnené ako priestorové. [34]

4.2.5 RS-485 Extension

Vďaka protokolu RS485 dokáže tento prídavný modul komunikovať so zariadeniami od iných výrobcov, ktoré takisto tento štandard podporujú. Primárne sa tak jedná o zabezpečenie komunikácie s klimatizáciou, rekuperáciou alebo zabezpečovacím systémom. Pripojených môže byť maximálne 32 zariadení a kabeľáž môže mať maximálnu dĺžku 1200 m. [35]

Pri komunikácii so zabezpečovacím systémom Jablotron je potrebné použiť prevodník, ktorý bude tvoriť rozhranie a so systémom Loxone bude komunikovať práve cez RS485.

4.2.6 Modbus Extension

Umožňuje komunikáciu so zariadeniami, ktoré podporujú komunikáciu cez protokol Modbus RTU. Bežnými zariadeniami podporujúcimi toto rozhranie sú napríklad Modbus elektromery, striedače fotovoltaiiky prípadne klimatizácia. Extension podporuje pripojenie 32 zariadení a kabeľáž môže mať maximálne 1200 m. [36]

4.2.7 Výkresová dokumentácia Loxone komponentov

Pre systém Loxone bola vypracovaná výkresová dokumentácia, ktorá definuje presné zapojenie jednotlivých komponentov, pričom bol v maximálnej miery kladený dôraz aj na farebné rozlíšenie. Výkresová dokumentácia obsahuje aj líniové schémy zapojenia zbernice Tree a 1-Wire. Táto výkresová dokumentácia sa nachádza v prílohe D.3.

4.3 Možnosti ovládania systémom Loxone

Systém poskytuje veľké množstvo možností ovládania technológií, zariadení a systémov. Systém je veľmi flexibilný a tým zabezpečuje, že budú splnené rôzne požiadavky zákazníka o tom, ako má dom fungovať. Pred začatím programovania chytrej domácnosti je vhodné získať od klienta základnú predstavu o fungovaní, ale nie je to nevyhnutné, nakoľko vďaka flexibilitě systému nie je problém logiku programu opraviť.

4.3.1 Loxone Config

Je konfiguračný softvér, v ktorom sa buduje všetka logika systému, ktorá sa následne nahrá do miniserveru. Programovanie prebieha na úrovni pripravených funkčných blokov, ktoré sú upravované, pridávajú sa im vlastnosti a na vstupy a výstupy sa priradujú jednotlivé komponenty osadené v domovej inštalácii. Loxone Config umožňuje aj zberanie štatistík a logov, ktoré môžu slúžiť pre analýzu v prípade poruchy alebo odlad'ování niektorých vecí. [37]

Pred začatím programovacích prác je potrebné najskôr jednotlivé komponenty cez Loxone Config vyhľadať, pridať základné informácie ako umiestnenie a označenie, ktoré je v súlade s elektro projektom. Až po tomto procese je možné ich v programe plnohodnotne používať. Pri tomto procese Loxone komponenty vydávajú zvukové, a niektoré aj vizuálne signály, čo uľahčuje ich nájdenie v objekte, hlavne v prípade, že sa jedná o väčší objekt.

4.3.2 Ovládanie vykurovania

V prípade elektrického vykurovania, je možné jednotlivé vykurovacie okruhy spínať digitálnym výstupom z miniservera alebo z relay extension. Automatické zapínanie a vypínanie okruhov prebieha na základe informácie z priestorových a podlahových teplotných 1-Wire senzorov alebo informácia môže prísť z Loxone tlačítka, ktoré v sebe má integrovaný teplotný a vlhkosťný senzor. V prípade vodného vykurovacieho systému sa okruhy riadia pomocou Loxone hlavíc. Pre napájanie okruhov vykurovania je potrebný silnoprúdový kábel s dostatočným prierezom závisiacim od výkonu daného okruhu a dátový kábel pre pripojenie teplotných senzorov na zbernicu 1-Wire.

4.3.3 Ovládanie vonkajších žalúzií

Pri ovládaní pohonu vonkajších žalúzií, opäť zohrávajú úlohu teplotné senzory, ktoré v prípade prehrievania miestnosti automaticky signalizujú zvýšenú teplotu a vďaka digitálnym výstupom sa zopne pohon žalúzií a žalúzie sa zatiahnu úplne alebo čiastočne. Pohyb vonkajších žalúzií je možno automatizovať aj do jednotlivých režimov dňa, poprípade ovládať ho manuálne tlačítkom. V prípade zlej predpovede počasia sa žalúzie zatiahnu do bezpečnostnej polohy. Pre pripojenie pohonu žalúzií do systému postačuje 5 žilový alebo 4 žilový silnoprúdový kábel pripojený na digitálne výstupy.

4.3.4 Ovládanie osvetlenia

Nastavovanie svetelných scén je pravdepodobne tá najviditeľnejšia časť inteligentného domu. Svietidlá môžu byť ovládané spôsobom zapnúť-vypnúť, kedy sa napájací kábel pripojí len na digitálny výstup, svietidlo môže byť plynulo stmievané cez RGBW dimmer alebo môže byť stmievané cez protokol DALI. Pre stmievanie protokolom DALI je potrebné počítať s ďalšími dvoma žilami, po ktorých sa bude posielat' modulovaný signál z riadeného DALI zdroja.

Pre čo najlepší efekt je vhodné vybrať svietidlá umožňujúce menenie teploty chromatikosti. Znamená to, že systém Loxone dokáže meniť teploty svetla tak, že cez deň sú farby chladnejšie a svetlo dosahuje až slabomodrých odtieňov, a teda človek je viac nabudený. Na druhej strane večer majú svetlá teplejšie až oranžové odtiene, ktoré na človeka pôsobia ukludňujúco. [38]

4.3.5 Ovládanie vetrania a klimatizácie

Nakoľko sa jedná o pasívny dom, je veľmi dôležité udržiavať v dome konštantný tlak, čiže otvárať čo najmenej okná, ale zároveň zabezpečiť prísun čerstvého vzduchu. Túto podmienku spĺňa rekuperácia, s ktorou systém Loxone dokáže komunikovať a zároveň riadiť prostredníctvom protokolov Modbus RTU alebo RS485, v prípade, že to tieto zariadenia umožňujú. Cez digitálne výstupy je takisto možné ovládať aj servopohony jednotlivých klapiek vzduchotechniky v dome. Úlohu zohrávajú aj senzory, ktoré zbierajú dáta o kvalite vzduchu, pričom pri zlej kvalite sa automaticky zvyšuje výkon rekuperácie.

4.3.6 Komunikácia s fotovoltaickou elektrárnou

So striedačom fotovoltaiky systém komunikuje prostredníctvom protokolu Modbus a užívateľ tak má k dispozícii štatistiky o činnosti fotovoltaickej elektrárne.

4.4 Prístup k systému

Systém Loxone ukladá všetky dáta a konfiguračný súbor priamo na pamäťovú kartu uloženú v miniserveri. To znamená, že systém Loxone je nezávislý od internetového pripojenia, a teda dáta sa neukladajú na externý server čím je zvýšené zabezpečenie dát.

Existuje, ale aj možnosť vzdialeného prístupu k systému kedy je potrebné mať pridelenú verejnú IP adresu. V prípade statickej verejnej IP adresy je potrebné na domácom smerovači presmerovať interný port pre protokol HTTP alebo HTTPS, na externý port, ktorý bude cez smerovač preposielať požiadavky z internetu na miniserver.

Protokol HTTP sa stále používa, pretože staršia generácia miniservera nemá dostatočne veľkú výpočetnú kapacitu potrebnú pre proces šifrovania a dešifrovania. Hodnotu externého portu je odporúčané nastaviť v rozmedzí 1024-49151. Rovnakú hodnotu externého portu je treba zadať aj v nastavení miniservera. Následne je možné pristupovať k miniserveru z verejnej siete cez verejnú IP adresu a externý port. [39, 40]

V prípade dynamickej IP adresy je možné vzdialene pristupovať k vizualizáciám miniservera cez Loxone DNS službu, ktorá umožňuje aj registráciu miniservera na základe jeho sériového čísla, pričom je stále potrebné urobiť presmerovanie portov. V nastavení miniservera je potrebné nastaviť externú adresu ako *dns.loxonecloud.com* a pri prístupe z webového prehliadača stačí k externej adrese pridať sériové číslo miniservera. Z webového prehliadača je teda možný prístup k miniserveru v podobe *https(http)://dns.loxonecloud.com/sériové-číslo*. [41]

4.5 Komunikačné zbernice, štandardy a protokoly

Ako bolo uvedené v predchádzajúcich podkapitolách, systém Loxone komunikuje so svojimi Loxone prvkami pomocou viacerých zberníc. Rovnako tak, ale dokáže komunikovať aj so zariadeniami iných výrobcov cez známe komunikačné protokoly.

V tomto prípade sa prostredníctvom prídavných modulov vytvorí rozhranie, vďaka ktorému miniserver dokáže riadiť aj tieto zariadenia.

4.5.1 Loxone Link

Zbernica Loxone link sa pripája modrým párom dátového vodiča a prepája miniserver len s niektorými prídavnými modulami, pričom miniserver dokáže týchto modulov obslužiť maximálne 30. Vedenie zbernice môže byť dlhé maximálne 500 metrov a za posledným prídavným modulom musí byť zbernica zakončená 120Ω odporom. Táto zbernica je definovaná ako server-klient. Znamená to, že miniserver odosiela informácie napríklad o aktualizácii alebo vysiela požiadavku pre odoslanie dát a prídavné moduly odpovedajú zaslaním dát po zbernici. Prídavné moduly nekomunikujú navzájom medzi sebou, ale len s miniserverom. Pri štarte miniservera sa najskôr preverí dostupnosť prídavných modulov a následne im miniserver odošle konfiguračný súbor. Po ustálení komunikácie sa už prídavné moduly hlásia miniserveru každých 6 minút, tak ako je primárne nastavené. Pre identifikáciu poslaných dát sa používa objektový identifikátor, ktorý má dĺžku 29 bitov a obsahuje informácie o sériovom čísle zariadenia, type zariadenia a takisto údaj o tom či sú dáta posielané z miniservera z prídavného modulu. [42, 43]

4.5.2 Loxone Tree

Zbernica Loxone tree sa pripája zeleným párom dátového vodiča. Táto zbernica prepája miniserver s niektorými prídavnými modulami a s koncovými prvkami v objekte. Umožňuje ľahké pripojenie nových prvkov, nakoľko sú podporované všetky topológie zapojenia s výnimkou kruhovej, čím sa aj znižuje zložitosť a metráž kabeláže. [44]

Po tejto zbernici je všetkým koncovým zariadeniam naraz odosielaný konfiguračný súbor, ktorý majú tieto zariadenia uložený v pamäti, pričom zo strany zariadení musí prísť na miniserver potvrdzujúca správa. Takisto sa po zbernici posielajú predpísaným spôsobom dáta smerom na miniserver, ktoré koncové zariadenia získavajú. [45]

4.5.3 Loxone Air

Technológia umožňuje komunikovať s prvkami, ktoré sú napájané z batérií alebo sú napájané drôtovo, ale nie sú pripojené na komunikačnú zbernicu Tree. Batériové napájanie sa využíva najmä vtedy ak by bolo privedenie kabeláže zložité alebo by sa vyžadovali stavebné úpravy, to znamená, že je toto riešenie veľmi výhodné pre rekonštrukcie.

Aby bolo možné s týmito zariadeniami komunikovať je potrebné do rozvádzača pridať prídavný modul Air Base Extension, ktorý vysiela na frekvencii 878 MHz. Drôtovo napájané zariadenia zároveň fungujú ako opakovače signálu, čím zabezpečia dosah signálu aj na väčšiu diaľku, kam by primárne pokrytie Air Base Extension nedosiahlo. Batériovo napájané zariadenia sa z dôvodu šetrenia kapacity batérie primárne uvádzajú do stavu hlbokého spánku, čo znamená, že komunikáciu smerom na miniserver

iniciujú len v prípade, že na danom zariadení prebehne akcia ako napríklad stlačenie tlačítka. [46,47]

4.5.4 Štandard RS-485

Jedná sa o štandardizované komunikačné rozhranie vhodné aj pre dlhšie vzdialenosti a do elektricky rušných prostredí komunikujúce na fyzickej vrstve OSI modelu. Protokol je navrhnutý na princípe Master-Slave, pričom komunikácia môže prebiehať prostredníctvom polovičného duplexu alebo plného duplexu. Pri polovičnom duplexe zariadenie typu Master odošle výzvu, v ktorej je obsiahnutá adresa zariadenia typu Slave a všetky ostatné zariadenia typu Slave počúvajú a následne na výzvu odpovie len to zariadenie, ktoré bolo vyzvané. Toto zapojenie je realizované dvomi vodičmi, kedy jeden vodič vedie pôvodný signál a druhý vodič vedie invertovaný signál. Pri plnom duplexe je prenos realizovaný štyrmi vodičmi, čo znamená, že sa v jednom okamihu po jednom páre môže vysielat' signál a po druhom zase prijímať. Rozhranie podporuje 32 zariadení typu Slave. [48, 49]

Pri systéme Loxone predstavuje Master zariadenie RS-485 Extension, na ktorého zbernicu sa pripoja všetky zariadenia typu Slave. Zariadenia typu Slave môže byť napríklad už spomínaná rekuperácia. Pre pripojenie postačuje bežný dátový kábel.

Akonáhle RS-485 Extension prijme bitovú postupnosť od zariadenia, tak v postupnosti hľadá symbol ukončenia rámca, ktorý signalizuje úspešný prenos a rámec sa tak môže odoslať na miniserver. V prípade nenájdenia symbolu sa čaká interval dlhý 32 bitov a ak počas intervalu nepríde k prijatiu žiadnych dát, považuje sa rámec za kompletný. [50]

4.5.5 Protokol Modbus RTU

Je to spôsob prenosu, ktorý bol určený pri definovaní protokolu Modbus. Pri tomto spôsobe sa kladie dôraz hlavne na kontrolu správnosti prenášaných dát (CRC). Protokol je navrhnutý na princípe Master-Slave a podporuje sériové rozhranie RS-485. Pred začatím prenosu sa zostaví protokolová dátová jednotka (PDU) obsahujúca kód funkcie, ktorá hovorí čo sa má urobiť, pričom všetky označenia funkcií sú definované v dokumentácii protokolu a dáta, ktoré odosiela Slave zariadenie. Pridaním adresy zariadenia a pridaním pol'a kontrolného súčtu sa vytvorí správa protokolu (ADU). [51]

Systém Loxone určuje ako Master zariadenie Modbus Extension. Zariadenia typu Slave odosielať na Modbus Extension dáta v telegramoch, ktorých zloženie zodpovedá štandardu, ktorý je spomenutý v predchádzajúcom odstavci. To znamená, že ako prvá sa prenáša adresa zariadenia, nasleduje kód funkcie, ktorý hovorí o zápise do registru, potom čísla registrov, samotné prenášané dáta a nakoniec kontrolný súčet. Po spracovaní údajov pomocou čítacej funkcie, sa dáta odosielať na miniserver cez zbernicu Loxone link. [52]

5. ROZVÁDZAČ

5.1 Silnoprúdový rozvádzač

Hlavný domový rozvádzač sa umiestňuje do miestností kde nie sú veľké výkyvy teploty, nečistoty, škodlivé výpary alebo prach. Osádzajú sa do takej výšky, aby nehrozilo mechanické poškodenie. Hlavný domový rozvádzač je posledné miesto, kde môže prísť k rozdeleniu vodiča PEN na vodič PE a N. [19]

Rozvádzače sú nástenné, ktoré sú celým povrchom priznané na povrchu steny alebo zapustené, ktoré sa osadia do predom pripraveného stavebného otvoru a viditeľné sú len dvere. Aby bola veľkosť stavebného otvoru správna, znamená to, že veľkosť rozvádzačovej skrine musí byť dopredu známa. Veľkosť rozvádzača projektant dokáže vypočítať zo schémy zapojenia rozvádzača. Dôležitou časťou rozvádzača sú DIN lišty, na ktoré sa jednotlivé komponenty osádzajú.

Výkresová dokumentácia schémy zapojenia rozvádzača pre riešený rodinný dom sa nachádza v prílohe D.4. Takisto bol vypracovaný aj výkres, ktorý zobrazuje čelný pohľad na rozvádzač. Tento výkres sa nachádza v prílohe D.5.

5.1.1 Veľkosť silnoprúdového rozvádzača

Veľkosť rozvádzačovej skrine sa udáva v jednotke modul. Veľkosť rozvádzača závisí od toho, koľko komponentov v ňom bude osadených. Počet komponentov primárne vyplýva z počtu jednotlivých zásuvkových a svetelných okruhov, ktoré na stavbe budú, pretože pre jeden obvod pripadá jeden istič v rozvádzači. Takisto je potrebné uvažovať miesto pre spotrebiče, ktoré musia byť istené samostatne a pre trojfázove spotrebiče, ktorých ističe zaberajú viac modulov, ako jednofázové. Do rozvádzača sa umiestňujú prúdové chrániče, hlavná prepäťová ochrana a hlavný vypínač. Do rozvádzača sa tiež môžu umiestňovať zdroje napájania pre LED pásiky, zosilňovače, pomocné relé alebo stykače. Na veľkosť rozvádzača takisto vplyva aj počet svoriek, ktoré slúžia pre prepájania jednotlivých kabeláže. Svoriky rozvádzač sprehľadňujú a uľahčujú zapájanie, ale zároveň zaberajú dosť miesta a takisto zvyšujú celkovú cenu rozvádzača. Pri návrhu je potrebné ponechať aj dostatočnú rezervu pre prípadné osadenie prvkov v budúcnosti.

Komponenty systému Loxone majú takisto vplyv na rozvádzač. Ako je uvedené v podkapitole 4.1, systém poskytuje centralizované aj čiastočne decentralizované zapojenie. U decentralizovaného riadenia sa šetrí miesto v rozvádzači, ale zvyšuje sa množstvo kabeláže, prepojovacích prvkov, elektroinštalačných krabíc a tak ďalej. Pri centralizovanom riadení vedie všetka kabeláž do rozvádzača čím sa zväčšuje aj veľkosť rozvádzačovej skrine, ale zase na druhej strane je rozvádzač prehľadnejší a aj sa ľahšie zapája.

Pri tvorbe projektu rozvádzača je preto vhodné brať do úvahy obe varianty a prebrať výhody a nevýhody jednotlivých variant aj s investorom.

5.2 Slaboprúdový rozvádzač

V rodinných domoch sa väčšinou umiestňuje do technickej miestnosti. Vo väčších objektoch do serverovni alebo iných miestností vyhradených k tomuto účelu a je potrebné tieto miestnosti chrániť pred vstupom nepovolaných osôb. Slaboprúdový rozvádzač (RACK) popisuje jednotka UNIT, ktorá definuje jeho výšku. Do slaboprúdového rozvádzača je privedený hlavný prívod dát do domu, ktorý je zakončený na domácom smerovači. Podľa počtu koncových prvkov sa volí počet portov prepínača.

Pre udržanie prehľadnosti kabeláže sa používajú organizéry kabeláže, vyvážovacie panely a pre jednoduchosť prepájania jednotlivých káblov sa používa prepájací panel, na ktorý je pripojená kabeláž dovedená z koncových sieťových prvkov v dome.

Napájanie aktívnych sieťových prvkov osadených v slaboprúdovom rozvádzači je zabezpečené vďaka napájacímu panelu, ktorý sa taktiež umiestňuje do slaboprúdového rozvádzača. Tento napájací panel je pripojený na samostatný istič v silnoprúdovom rozvádzači.

Do slaboprúdového rozvádzača sa takisto môže umiestniť antény rozbočovač, do ktorého je privedený kábel z antény. Z rozbočovača sa následne kábel vedie k jednotlivým anténym zásuvkám.

5.2.1 Veľkosť slaboprúdového rozvádzača

Veľkosť samozrejme závisí od množstva sieťovej infraštruktúry, ktorá sa v objekte nachádza. Na základe počtu koncových prvkov je možné vypočítať koľko dátových káblov povedie do slaboprúdového rozvádzača, a teda podľa toho určiť počet portov jednotlivých aktívnych prvkov alebo prepájacích panelov.

6. ZÁVER

Cieľom bakalárskej práce bolo stanoviť požiadavky na projektovú dokumentáciu pasívneho domu s fotovoltaiickou elektrárnou na úrovni pre prevedenie stavby. Pri spracovávaní postupu tvorby projektovej dokumentácie bolo potrebné vychádzať hlavne z platných noriem ČSN.

V prvej časti sa práca venuje popísaniu základných vlastností pasívneho domu zo stavebného hľadiska, a takisto popisuje pasívny dom aj z hľadiska elektroprojektantského. V tejto časti sa práca venuje popisu jednotlivých bodov, ktoré musí projektová dokumentácia na úrovni pre prevedenie stavby obsahovať podľa vyhlášky č. 499/2006 Sb. V tejto kapitole sú takisto uvedené spôsoby zapojenia fotovoltaiickej elektrárne a možnosti integrácie jej ovládania do systému Loxone.

V druhej časti práce je pozornosť zameraná na návrh systému ochrany pred bleskom. Systém ochrany pred bleskom pozostáva z vonkajšej ochrany a z vnútornej ochrany, pričom obe sú v tejto kapitole detailne popísané. Pred začatím tvorby výkresovej dokumentácie bleskozvodu bola spracovaná analýza rizík, ktorá je povinnou súčasťou projektovej dokumentácie bleskozvodu. Na základe jej výsledkov boli stanovené ochranné opatrenia, podľa ktorých sa odvíjal proces spracovania výkresovej dokumentácie. Postup spracovania analýzy rizík je v tejto kapitole zdokumentovaný aj s obrázkami. Analýza rizík sa nachádza v prílohe A. Vo výkresovej dokumentácii sú zaznačené vypočítané bezpečné vzdialenosti a prepady valivých gúl. Výkresová dokumentácia bleskozvodu sa nachádza v prílohe D.1.

V ďalšej časti sa práca venuje spôsobu vedenia a ukladania vnútornej elektroinštalácie, popisuje jednotlivé inštalačné zóny, definuje zóny, ktoré sa nachádzajú v kúpeľniach, hovorí o dostatočnom dimenzovaní vodičov a istení v závislosti na prúdovom zaťažení. Ďalej kapitola popisuje problematiku elektromagnetického rušenia medzi silnoprúdovým a slaboprúdovým vedením a popisuje jednotlivé topológie zapojenia slaboprúdového vedenia. V rámci tohto bodu bola vykonaná spolu s investorom fyzická obhliadka stavby, na základe ktorej bola spracovaná výkresová dokumentácia detailných káblových trás pre obe podlažia rodinného domu. Z dôvodu citlivých údajov a na požiadavku investora tieto výkresy nie sú v práci, ani v prílohách uvedené. Výkresy boli investorovi predané v elektronickej podobe vo formáte .dwg.

V štvrtej časti je popísaný inteligentný systém Loxone. V práci sú uvedené a popísané Loxone zariadenia, ktoré sú reálne použité v elektroinštalácii na stavbe. Popísané sú aj dostupné možnosti ovládania inteligentnej domácnosti, ktoré sú realizovateľné prostredníctvom vymenovaných Loxone komponentov. Následne sú v práci bližšie popísané proprietárne protokoly Loxone, spôsob ich komunikácie s miniserverom a s koncovými zariadeniami, a taktiež je popísané prepojenie systému Loxone so zariadeniami iných výrobcov prostredníctvom priemyselných protokolov. V rámci tohto kroku bola vypracovaná výkresová dokumentácia zapojenia svorkových schém systému

Loxone, ktorá sa nachádza v prílohe D.3, a výkresová dokumentácia zapojenia dátových a anténnych rozvodov nachádzajúca sa v prílohe D.2.

V poslednej časti je riešená problematika návrhu silnoprúdového a slaboprúdového rozvádzača. Najdôležitejším faktorom pri návrhu je správne určiť počet komponentov, ktoré sa budú do rozvádzača osádzať a teda budú mať vplyv na jeho veľkosť. V prípade systému Loxone je potrebné si na začiatku ujasniť či bude zapojenie centralizované alebo čiastočne decentralizované. K tomuto bodu bola spracovaná výkresová dokumentácia zapojenia silnoprúdového rozvádzača nachádzajúca sa v prílohe D.4. Taktiež bol vypracovaný výkres čelného pohľadu na rozvádzač, ktorý sa nachádza v prílohe D.5.

Ďalej bola vypracovaná technická správa k objektu, ktorá presne popisuje čo všetko sa systémom Loxone v objekte ovláda, typ kabeláže, typ ističov, typ chráničov atď. Technická správa sa nachádza v prílohe B.

Pre stavbu bol spracovaný aj rozpočet elektroinštalácie, ktorý sa nachádza v prílohe C.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] PREGIZER, Dieter. *Zásady pro stavbu pasivního domu*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2431-7.
- [2] Redakce Nazeleno.cz. Co je dobré vědět o pasivních domech?. *Nazeleno* [online]. 6. 3. 2019 [cit. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/pasivni-domy-co-je-dobre-o-nich-vedet.aspx>
- [3] BIŠTUŤ, Miroslav. Úvod do fotovoltaiky. *ZSE* [online]. 23. február 2021 [cit. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://www.zse.sk/blog-clanok-uvod-do-fotovoltaiky>
- [4] BIŠTUŤ, Miroslav. Ako funguje fotovoltaika. *ZSE* [online]. 3. máj 2021 [cit. 2022-05-17]. Dostupné z: <https://www.zse.sk/blog-clanok-ako-funguje-fotovoltaika>
- [5] GAMBONE, Sara. The Difference Between Off-Grid and On-Grid Solar Energy. *Paradise Energy Solutions* [online]. [cit. 2021-12-13]. Dostupné z: <https://www.paradisolarenergy.com/blog/difference-between-off-grid-and-on-grid-solar-energy>
- [6] NEWKIRK, Martin. How Solar Power Works - On-Grid, Off-Grid And Hybrid Systems. *Clean Energy Reviews* [online]. December 2, 2016 [cit. 2022-12-13]. Dostupné z: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/2014/5/4/how-solar-works>
- [7] NEWKIRK, Martin. What Is A Hybrid Solar System? *Clean Energy Reviews* [online]. [cit. 2021-12-13]. Dostupné z: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/2014/8/14/what-is-hybrid-solar>
- [8] *Vyhláška č. 499/2006 Sb.: Vyhláška o dokumentaci staveb*. In: . 2006, ročník 163. Dostupné také z: <https://www.epi.sk/zzcr/2006-499>
- [9] *ČSN EN 62305-1 ed. 2: Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [10] *ČSN EN 62305-3 ed. 2: Ochrana před bleskem - Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [11] *ČSN EN 62305-4 ed. 2: Ochrana před bleskem - Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [12] MARTIN, Libra a Kluiber ZDENĚK. *Plazma je všude kolem nás* [online]. 2001 [cit. 2021-12-13]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/plazma-je-vsude-kolem-nas--16959>
- [13] Types of Lightning. *MetMatters* [online]. 18 December 2017 [cit. 2022-05-19]. Dostupné z: <https://www.rmets.org/metmatters/types-lightning>
- [14] KLIMŠA, David. *Vnější a vnitřní ochrana před bleskem*. 3. aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2020. ISBN 978-80-87492-65-9.
- [15] *ČSN 33 2000-5-54 ed. 3: Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

- [16] ČSN 35 7606: *Systémy ochrany před bleskem - Značky*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [17] KAUCKÝ, Milan. *Knížka* [online]. [cit. 2022-05-21]. Dostupné z: <http://www.kniska.eu/software/swdownload>
- [18] ČSN EN 62305-2 ed. 2:2013: *Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [19] ČSN 33 2130 ed.3: *Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [20] ČSN 33 2000-5-52 ed. 2: *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [21] ČSN 34 2300 ed. 2: *Předpisy pro vnitřní rozvody vedení elektronických komunikací*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [22] ČSN 33 2000-7-701 ed. 2: *Zařízení jed nouúčelová a ve zvlášt ních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [23] ČSN 33 3320 ed. 2: *Elektrotechnické předpisy – Elektrické přípojky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [24] Sieťové, datové, internetové káble: Označovanie káblov v sieťach Ethernet. *ELBEA* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: <https://www.elbea.sk/faq/sietove-datove-internetove-kable/>
- [25] ČSN EN 50174-2 ed. 3: *Informační technologie - Instalace kabelových rozvodu - Část 2 : Projektová příprava a výstavba v budovách*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- [26] Čo je bezpečnostný systém a ako bezpečnostné systémy fungujú?. *P&C Security* [online]. 16. AUGUSTA 2020 [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.pcsecurity.sk/co-je-bezpecnostny-system-a-ako-bezpecnostne-systemy-funguju/>
- [27] Princip činnosti detektorů kouře a který detektor kouře si vybrat?. *Alarmsecurity* [online]. [cit. 2022-05-23]. Dostupné z: <https://www.alarmsecurity.cz/www-alarmsecurity-cz/5-TECHNICKA-PODPORA/9-Kourove-detektory>
- [28] Computer Network Topologies. *Tutorials point* [online]. [cit. 2022-05-22]. Dostupné z: https://www.tutorialspoint.com/data_communication_computer_network/computer_network_topologies.htm#
- [29] About Us & Our Mission. *LOXONE* [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/en/en/about-us/mission/>
- [30] Miniserver. *LOXONE* [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/miniserver/>
- [31] *Datasheet_RelayExtension_100038.pdf* [online]. 2020 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z:

- http://updatefiles.loxone.com/KnowledgeBase/Online/Common/Documents/Datasheet_RelayExtension_100038.pdf
- [32] *Datasheet_RGBW_24V_DimmerTree.pdf* [online]. 2022 [cit. 2022-05-24].
Dostupné z: https://www.loxone.com/wp-content/uploads/datasheets/Datasheet_RGBW_24V_DimmerTree.pdf
- [33] HEATH, JANET. *PWM: Pulse Width Modulation: What is it and how does it work?* [online]. APRIL 4, 2017 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://www.analogictips.com/pulse-width-modulation-pwm/>
- [34] *Datasheet_1-wire_Extension.pdf* [online]. 2020 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: https://www.loxone.com/wp-content/uploads/datasheets/Datasheet_1-wire_Extension.pdf
- [35] *Datasheet_RS485_Extension.pdf* [online]. 2020 [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: https://www.loxone.com/wp-content/uploads/datasheets/Datasheet_RS485_Extension.pdf
- [36] *Datasheet_ModbusExtension_100124.pdf* [online]. 2020 [cit. 2022-05-24].
Dostupné z: http://updatefiles.loxone.com/KnowledgeBase/Online/Common/Documents/Datasheet_ModbusExtension_100124.pdf
- [37] *Loxone Config: Základní informace a nápověda* [online]. [cit. 2022-05-24].
Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/loxone-config/>
- [38] CHOBOROVÁ, Iva. Teplota chromatickosti (farebná teplota svetla). *Exkalibr blog* [online]. [cit. 2022-05-24]. Dostupné z: <https://blog.exkalibr.sk/index.php/2019/01/17/teplota-chromatickosti-farebna-teplota-svetla/>
- [39] *Zpřístupnění Loxone vizualizace přes internet: Přístup přes internet* [online]. [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/online-pristup/>
- [40] How To Forward a Port. *Port Forward* [online]. July 18, 2017 [cit. 2022-05-26].
Dostupné z: <https://portforward.com/>
- [41] *Zpřístupnění Loxone vizualizace přes internet: Přístup přes internet* [online]. [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/online-pristup/>
- [42] FRITZE, Markus. Loxone Link and Loxone Tree protocol. *Github* [online]. 1 May 2019 [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://github.com/sarnau/Inside-The-Loxone-Miniserver/blob/master/LoxoneLinkProtocolIntro.md>
- [43] FRITZE, Markus. Loxone Link Legacy protocol. *Github* [online]. 25 Jan 2020 [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://github.com/sarnau/Inside-The-Loxone-Miniserver/blob/master/Legacy/LoxoneLinkLegacyProtocol.md>
- [44] *Kabeláž technologie Tree - Loxone dokumentace: Kabeláž technologie Tree* [online]. [cit. 2022-05-27].
- [45] FRITZE, Markus. Loxone Link NAT protocol. *Github* [online]. 25 Jan 2020 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://github.com/sarnau/Inside-The-Loxone-Miniserver/blob/master/NAT/LoxoneLinkNATProtocol.md>

- [46] *Loxone Air bezdrátová technologie: Loxone Air* [online]. LOXONE [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/air-technologie/>
- [47] *Air Base Extension* [online]. [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/cscz/kb/air-base-extension/>
- [48] KELLY, Jason. RS-485 Serial Interface Explained. *CUI Devices* [online]. [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://www.cuidevices.com/blog/rs-485-serial-interface-explained>
- [49] ONG, Dennis. All about RS485 – How RS485 Works and How to Implement RS485 into Industrial Control Systems?. *Seedstudio* [online]. 2021 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://www.seedstudio.com/blog/2021/03/18/how-rs485-works-and-how-to-implement-rs485-into-industrial-control-systems/>
- [50] *Documentation - Communication with RS232/485: Communication with RS232/485* [online]. LOXONE [cit. 2022-05-27]. Dostupné z: <https://www.loxone.com/enen/kb/communication-with-rs232485/>
- [51] WEIS, Olga. Modbus RTU communication guide. *Virtual Serial Port* [online]. Sep 12, 2019 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.virtual-serial-port.org/articles/modbus-rtu-guide/>
- [52] FRITZE, Markus. Modbus Extension (0x09). *Github* [online]. 6 May 2019 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://github.com/sarnau/Inside-The-Loxone-Miniserver/blob/master/Legacy/LoxoneLinkLegacyExtensionModbus.md>

ZOZNAM SYMBOLOV A SKRATIEK

A	Ampér
AC	Alternating Current
ADU	Application Data Unit
cm	Centimeter
CO ₂	Oxid uhličitý
CRC	Cyclic Redundancy Check
DALI	Digital Adressable Lighting Interface
DC	Direct Current
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DVB-T2	Digital Video Broadcasting – Second Generation Terrestrial
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HTTPS	Hypertext Transfer Protocol Secure
IP	International Protection
IP	Internet Protocol
kVA	Kilovoltampér
kWh/(m ² a)	Kilowatthodina na meter štvorcový za rok
LED	Light Emitting Diode
LPL	Lightning Protection Level
LPS	Lightning Protection System
m	Meter
mA	Miliampér
mm	Milimeter
mm ²	milimeter štvorcový
MHz	Megahertz
Modbus RTU	Modbus Remote Terminal Unit
N	Neutral
OSI	Open System Interconnection
PDU	Protocol Data Unit
PE	Protective Earth
PELV	Protection Extra Low Voltage
PEN	Protective Earthed Neutral
PWM	Pulse Width Modulation
RGBW	Red-Green-Blue-White
RS-485	Recomended standard 485
SELV	Safety Extra Low Voltage
W/(m ² K)	Watt na meter štvorcový a kelvin
Ω	Ohm

ZOZNAM PRÍLOH

PŘÍLOHA A - VÝSTUPNÝ DOKUMENT ANALÝZY RIZÍK.....	58
PŘÍLOHA B - TECHNICKÁ SPRÁVA	65
PŘÍLOHA C - ROZPOČET ELEKTROINŠTALÁCIE	75
PŘÍLOHA D - VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA	80

Příloha A - Výstupný dokument analýzy rizik

ŘÍZENÍ RIZIKA PODLE ČSN EN 62305-2, ed. 2

Investor: manželé Novákovi
Název projektu: Novostavba pasivního rodinného domu - RD Novákovi

Zpracoval: Marek Bolf
Datum zpracování: 24. 10. 2022

Analyzovaná budova pro výpočet rizika - budova občanské výstavby

Sběrná plocha byla vypočítána z rozměrů budovy:

délka	$L = 16 \text{ m}$		
šířka	$W = 13 \text{ m}$	$A_D = 2\,373.67 \text{ m}^2$	(pro údery do stavby)
výška	$H = 6.2 \text{ m}$	$A_M = 814\,398.16 \text{ m}^2$	(pro údery v blízkosti stavby)

Stavba je chráněná pomocí LPS III.

SPD pro ekvipotenciální pospojování: LPL III-IV

Hustota úderů blesků do země je stanovena na 2.58 na km² za rok.

Stavba je situována jako: stavba obklopena objekty stejné výšky nebo nižšími.

V okolí budovy se nenacházejí žádné sousední budovy zvyšující rizika škod.

Inženýrské sítě:

Silnoprúdový přívod

Sekce 1

Typ vnějšího vedení: Nestíněné kabelové vedení

měrný odpor půdy..... 400 Ohm.m

délka sekce vedení..... 1 000 m

Spojení na vstupu: není definováno

Sběrná oblast pro připojenou síť (Sekce 1) síť

$A_L = 40\,000 \text{ m}^2$ (údery zasahující síť)

$A_I = 4\,000\,000 \text{ m}^2$ (údery do země v blízkosti sítě)

Činitel instalace vedení: v zemi

Činitel prostředí pro vedení: předměstské

Činitel typu vedení: Silové NN, datové vedení

K vedení je připojeno zařízení:

Hlavný rozváděč - RH

Impulzní výdržné napětí chráněného systému $U_w = 2.5 \text{ kV}$

Použité vnitřní vedení:

- nestíněný kabel

- žádné opatření při trasování, pro vyloučení velkých smyček (plocha smyčky

řádu 50 m²)

Použita koordinovaná ochrana kategorie LPL III.

Vnitřní systémy vyhovují odolností a hladinou výdržných napětí uvedenou v příslušných předmětových normách.

Podružný rozváděč pro bazén

Impulzní výdržné napětí chráněného systému $U_w = 2.5 \text{ kV}$

Použité vnitřní vedení:

- nestíněný kabel
- opatření při trasování, pro vyloučení velkých smyček (plocha smyčky řádu

10 m²)

Použita koordinovaná ochrana kategorie LPL III.

Vnitřní systémy vyhovují odolností a hladinou výdržných napětí uvedenou v příslušných předmětových normách.

Použitá koordinovaná ochrana:

Hlavní rozváděč (1x)

SVBC-12,5-4-MZ

Podružný rozváděč (1x)

4 x SJB-50E-1-MZS

Zásuvky (1x)

SVD-255-1N-AS

Prívod dat

Sekce 1

Typ vnějšího vedení: Stíněné podzemní vedení (silové nebo telekomunikační) 1 - 5 Ohm/km

délka sekce vedení..... 1 000 m

Spojení na vstupu: není definováno

Sběrná oblast pro připojenou síť (Sekce 1) síť

$A_L = 40\,000 \text{ m}^2$ (údery zasahující síť)

$A_I = 4\,000\,000 \text{ m}^2$ (údery do země v blízkosti sítě)

Činitel instalace vedení: v zemi

Činitel prostředí pro vedení: předměstské

Činitel typu vedení: Telekomunikační vedení

K vedení je připojeno zařízení:

Dátový rozváděč - RACK

Impulzní výdržné napětí chráněného systému $U_w = 1.5 \text{ kV}$

Použité vnitřní vedení:

- nestíněný kabel
- žádné opatření při trasování, pro vyloučení velkých smyček (plocha smyčky

řádu 50 m²)

Použita koordinovaná ochrana kategorie LPL III.

Vnitřní systémy vyhovují odolností a hladinou výdržných napětí uvedenou v příslušných předmětových normách.

Prívod FVE

Sekce 1

Typ vnějšího vedení: Nestíněné venkovní vedení

délka sekce vedení..... 40 m

Spojení na vstupu: není definováno

Sběrná oblast pro připojenou síť (Sekce 1) síť

$A_L = 1\,600\text{ m}^2$ (údery zasahující síť)

$A_I = 160\,000\text{ m}^2$ (údery do země v blízkosti sítě)

Činitel instalace vedení: venkovní

Činitel prostředí pro vedení: předměstské

Činitel typu vedení: Silové NN, datové vedení

K vedení je připojeno zařízení:

Rozvádzač FVE

Impulzní výdržné napětí chráněného systému $U_w = 2.5\text{ kV}$

Použité vnitřní vedení:

- nestíněný kabel

- opatření při trasování, pro vyloučení velkých smyček (plocha smyčky řádu

10 m²)

Použita koordinovaná ochrana kategorie LPL III.

Vnitřní systémy vyhovují odolností a hladinou výdržných napětí uvedenou v příslušných předmětových normách.

Použitá koordinovaná ochrana:

Podružný rozváděč (1x)

SJB-50E-1N-MZS

Prívod STA

Sekce 1

Typ vnějšího vedení: Nestíněné venkovní vedení

délka sekce vedení..... 20 m

Spojení na vstupu: není definováno

Sběrná oblast pro připojenou síť (Sekce 1) síť

$A_L = 800\text{ m}^2$ (údery zasahující síť)

$A_I = 80\,000\text{ m}^2$ (údery do země v blízkosti sítě)

Činitel instalace vedení: venkovní

Činitel prostředí pro vedení: předměstské

Činitel typu vedení: Telekomunikační vedení

K vedení je připojeno zařízení:

Rozbočovač STA

Impulzní výdržné napětí chráněného systému $U_w = 1.5\text{ kV}$

Použité vnitřní vedení:

- nestíněný kabel
- opatření při trasování, pro vyloučení velkých smyček (plocha smyčky řádu 10 m²)

Použita koordinovaná ochrana kategorie LPL III.

Vnitřní systémy vyhovují odolností a hladinou výdržných napětí uvedenou v příslušných předmětových normách.

Zóny:

Vnútorne prostredie stavby

Zóna se nachází uvnitř stavby a nemá žádnou nadřazenou zónu.

V zóně jsou umístěna zařízení:

Hlavný rozvádzač - RH
 Dátový rozvádzač - RACK
 Rozvádzač FVE
 Rozbočovač STA

Vnitřní systémy

- Není provedena mřížová soustava pospojování.
- Není použito souvislé kovové stínění.

Typ povrchu půdy nebo podlahy: asfalt, linoleum, dřevo

Riziko požáru: požár - obvyklé

Není použito žádné opatření ke zmenšení následků požáru.

Nejsou známá žádná zvláštní rizika.

Použitá ochranná opatření - kroková a dotyková napětí - údery do stavby:

- elektrická izolace (např. 3 mm tlustým síťovaným polyetylénem) nechráněných částí (např. svodů)

Nejsou provedena žádná ochranná opatření proti dotykovým a krokovým napětím.

Ztráta lidského života (L1)

- Úraz dotykovým a krokovým napětím (D1) $L_T = 0.01$
- Hmotná škoda (D2) $L_F = 0.1$
- Porucha vnitřních systémů (D3) $L_O = 0$

Nepřijatelná ztráta veřejné služby (L2)

- Hmotná škoda (D2) $L_F = 0$ (ztráta není uvažována)
- Porucha vnitřních systémů (D3) $L_O = 0$

Ztráta nenahraditelného kulturního dědictví (L3)

- Hmotná škoda (D2) $L_F = 0$ (ztráta není uvažována)

Ekonomická ztráta (L4)

- Úraz dotykovým a krokovým napětím (D1) $L_T = 0.01$
- Hmotná škoda (D2) $L_F = 0.1$
- Porucha vnitřních systémů (D3) $L_O = 0.0001$

Součásti rizika (hodnoty 10⁻⁵)

	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z	Celk. riziko
R ₁	0	0.031	0	0	0	0.2735	0	0	0.3041
R ₂	---	0	0	0	---	0	0	0	0
R ₃	---	0	---	---	---	0	---	---	0
R ₄	0	0.0306	0.0057	0.6559	0	0.2735	0.0273	1.0888	2.0818

Vonkajšie prostredie

Zóna se nachází vně stavby.

Typ povrchu půdy nebo podlahy: zemědělská, betonová

Riziko požáru: požár - nízké

Není použito žádné opatření ke zmenšení následků požáru.

Nejsou známá žádná zvláštní rizika.

Nejsou provedena žádná ochranná opatření proti dotykovým a krokovým napětím.

Ztráta lidského života (L1)

- Úraz dotykovým a krokovým napětím (D1) L_T = 0

Nepřijatelná ztráta veřejné služby (L2)

- Hmotná škoda (D2) L_F = 0 (ztráta není uvažována)

- Porucha vnitřních systémů (D3) L_O = 0

Ztráta nenahraditelného kulturního dědictví (L3)

- Hmotná škoda (D2) L_F = 0 (ztráta není uvažována)

Ekonomická ztráta (L4)

- Úraz dotykovým a krokovým napětím (D1) L_T = 0.01

- Hmotná škoda (D2) L_F = 0.1

- Porucha vnitřních systémů (D3) L_O = 0.0001

Součásti rizika (hodnoty 10⁻⁵)

	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z	Celk. riziko
R ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R ₂	---	0	0	0	---	0	0	0	0
R ₃	---	0	---	---	---	0	---	---	0
R ₄	0.0031	0	0	0	0	0	0	0	0.0031

Součásti rizika (hodnoty 10⁻⁵)

	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z	Celk. riziko	Příp.
h.										
R ₁	0	0.0306	0	0	0	0.2735	0	0	0.3041	1
R ₂	---	0	0	0	---	0	0	0	0	100
R ₃	---	0	---	---	---	0	---	---	0	10
R ₄	0.0031	0.0306	0.0057	0.6559	0	0.2735	0.0273	1.0888	2.0849	100
R _D	0	0.0306	0	---	---	---	---	---	0.0306	
R _I	---	---	---	0	0	0.2735	0	0	0.2735	
R _S	0	---	---	---	0	---	---	---	0	
R _F	---	0.0306	---	---	---	0.273	---	---	0.304	
R _O	---	---	0	0	---	---	0	0	0	

Všechna vypočtená rizika jsou nižší než nastavené přípustné hodnoty. Stavba je dostatečně chráněna proti přepětí způsobenému úderem blesku.

SOUPISKA MATERIÁLU:

1x SVBC-12,5-4-MZ
 4x SJB-50E-1-MZS
 1x SVD-255-1N-AS
 1x SJB-50E-1N-MZS

POZNÁMKY:

Příloha B - Technická správa

Technická správa

Zoznam príloh:

- 01_Bleskozvod_Pôdorys.pdf
- 02_Bleskozvod_Pohl'ad_z_ulice.pdf
- 03_Bleskozvod_Pohl'ad_západný.pdf
- 04_Bleskozvod_Pohl'ad_zo_záhrady.pdf
- 05_Bleskozvod_Drátový_model.pdf
- 06_Bleskozvod_Uzemnenie.pdf
- 07_Schéma_zapojenia_RACKu_a_STA.pdf
- 08_Svorkové_schémy_Loxone.pdf
- 09_Schéma_rozvádzača_RH.pdf
- 10_Pohl'ad_na_rozvádzač.pdf
- 11_Rozpočet.pdf
- 12_Analýza_rizík.pdf

Stupeň: DPS
Investor: manželia Novákovi, parc. č. 1234/56, 674 01 Třebíč
Vypracoval: Marek Bolf
Dátum: 26.04.2022

1 Úvod

Technická správa rieši návrh elektroinštalácia pre novostavbu rodinného domu v meste Třebíč. Projektová dokumentácia rieši silnoprúdové rozvody, slaboprúdové rozvody vrátane rozvodov pre inteligentný systém Loxone, pripojenie objektu na elektrickú sieť a vonkajšiu a vnútornú ochranu pred bleskom.

Podkladmi pre spracovanie projektovej dokumentácie boli výkresy rozmiestnenia elektrických prvkov a káblová kniha od projektanta elektro, stavebné výkresy od architekta, fotografie osobne zhotovené z návštevy stavby, platné normy ČSN a požiadavky investora.

2 Základné technické údaje

Distribučná sústava: 3+PEN AC 400/230V 50 Hz TN-C.

Rozvodná sústava: 3+N+PE AC 400/230V 50Hz TN-C-S.

Objekt je z hľadiska dôležitosti dodávky elektrickej energie podľa normy ČSN 34 1610 klasifikovaný ako stupeň č.3.

2.1 Energetická bilancia

Celkový inštalovaný výkon:	$P_i = 30\text{kW}$
Súdobý výkon:	$P_s = 16,2\text{kW}$
Súdobosť objektu:	$\beta = 0,54$
Vypočítaný prúd:	$I_p = 23,3\text{A}$
Hlavný istič pred elektromerom:	3x25A

3 Vonkajšie vplyvy

Vonkajšie vplyvy pre kúpeľňu definuje norma ČSN 33 2000-7-701 ed.2.

Priestory rodinného domu sa sú v súlade s článkom ZA.4 ČSN 33 2000-5-51 ed.3 považované za normálne.

4 Ochrana pred úrazom elektrickým prúdom

Ochrana pred úrazom elektrickým prúdom je navrhnutá podľa normy ČSN 33 2000-4-41 ed.3.

Základná ochrana pred úrazom elektrickým prúdom živých častí je vytvorená izoláciou, krytmi a prekážkami. Doplnková ochrana pred úrazom elektrickým prúdom živých častí je tvorená prúdovými chráničmi s reziduálnym prúdom 30mA. Prúdový chránič musí chrániť všetky zásuvky, ktoré sú prístupné laikom. V kúpeľniach musia byť

prúdovým chráničom chránené zásuvky aj svetelné obvody podľa normy ČSN 33 2000-7-701 ed.2. .

Ochrana pred úrazom elektrickým prúdom neživých častí je tvorená samočinným odpojením od zdroja hlavným ochranným pospájaním a dopĺňujúcim ochranným pospájaním. Na ochranné pospájanie sa pripoja neživé kovové časti objektu, vaňa, sprchový kút, kovové potrubia apod. vodičom s minimálnym prierezom CYA 6 mm². Jednotlivé ochranné pospájania sa privedú na hlavnú ochrannú prípojnicu (MET), ktorá sa nachádza pod rozvádzačom RH v technickej miestnosti. MET je pripojená drátom FeZn 10 mm na základový zemnič realizovaný základovou pásovinou FeZn 30x4 mm.

5 Napojenie na rozvod elektrickej energie

5.1 Hlavná domová skriňa (HDS)

Napojenie na rozvod elektrickej energie je vykonané dodávateľom, pričom výber distribučnej spoločnosti bol na voľbe investora. Pripojenie je realizované z distribučnej siete vonkajším vedením do hlavnej domovej skrine (HDS). V HDS sú umiestnené nožové poistky 3xPNA000Gg, In = 40A osadené dodávateľom

5.2 Rozvádzač elektromerový (RE)

Rozvádzač elektromerový je umiestnený vedľa HDS na hranici pozemku. Z RE vedie hlavný domový prívod v podobe kábla CYKY-J 4x16 mm², ktorý je vedený v chráničke KOPOFLEX Ø 50 v zemi približne 25m do hlavného domového rozvádzača RH umiestneného v technickej miestnosti. Hlavný istič je OEZ LTN 25A/3/B.

6 Meranie odberu elektrickej energie

Meranie je realizované trojfázovým 4-kvadrantným elektromerom osadeným v RE. Z RE takisto vedie kábel CYKY-O 5x1,5 mm² do domového rozvádzača RH, ktorý slúži na signalizáciu nízkeho a vysokého tarifu (HDO). HDO je istené ističom OEZ LTN 2A/1/B v hlavnom domovom rozvádzači RH.

7 Silnoprúdové rozvody

7.1 Rozvádzač RH

Hlavný domový rozvádzač sa nachádza v technickej miestnosti. Použitá skriňa pre hlavný domový rozvádzač je EATON BP-U-3S-1000/17 s rozmermi 1034 x 1760 x 180mm (šírka x výška x hĺbka). Kabeláž do rozvádzača vedie zhora. V rozvádzači sú osadené všetky ističe, prúdové chrániče, prúdové chrániče s nadprúdovou ochranou (ističochraniče), zdroje, svorkovnice a komponenty Loxone. Rozvádzač takisto

obsahuje hlavný vypínač s menovitým prúdom MSN-32A-3 a zvodič prepätia typ 1+2. V rozvádzači RH príde k zmene sústavy TN-C na TN-C-S.

Schéma zapojenia rozvádzača RH sa nachádza v prílohe „09_Schéma_rozvádzača_RH.pdf“. K rozvádzaču patrí aj výkres s označením „10_Pohľad_na_rozvádzač.pdf“, ktorý zobrazuje presné rozmiestnenie jednotlivých prvkov v rozvádzači na DIN lištách.

7.2 Zásuvkové obvody

V objekte budú inštalované bežné zásuvky, dvoj-zásuvky a viacnásobné zásuvky osadené v inštaláčnom rámečku pre pripojenie bežných spotrebičov na 230V.

V inštaláčnom rámečku sa vyskytujú zásuvky silové spoločne so zásuvkami dátovými a zásuvkou STA. Na jeden zásuvkový okruh je pripojených maximálne 10 zásuvkových vývodov, pričom dvojnásobná zásuvka sa počíta ako jeden vývod.

Pre jednofázové zásuvkové okruhy je použitý kábel CYKY-J 3x2,5mm², ktorý je uložený v podlahe, v strope a čiastočne pod omietkou. Jednofázové zásuvkové obvody sú istené v rozvádzači ističom s menovitým prúdom 16A (16A/1/B) a chránené prúdovým chráničom s reziduálnym prúdom 30mA. Zásuvky v interiéri majú krytie IP20 a sú inštalované vo výške 30 cm od podlahy pokiaľ nie je v projekte uvedené inak. Zásuvky na terase majú krytie IP44.

Výkonovo náročnejšie jednofázové spotrebiče (práčka, sušička, umývačka riadu, elektrická rúra, rekuperácia) sú istené ako samostatné zásuvkové obvody a sú pripojené káblom CYKY-J 3x2,5mm² a istené ističom 16A/1/B a sú takisto chránené prúdovým chráničom s reziduálnym prúdom 30mA.

Vývod pre napojenie podružného rozvádzača FVE je realizovaný káblom CYKY-J 3x4mm² a istený ističom 20A/1/B.

Zásuvka pre chladničku je zapojená mimo prúdový chránič, nakoľko sa jedná chladničku, ktorá bude vstavaná do nábytku, a teda bude tak znemožnený prístup laikom k zásuvke. Zásuvky v kúpeľni sú inštalované podľa normy ČSN 33 2000-7-701 a sú chránené prúdovým chráničom s reziduálnym prúdom 30mA.

7.3 Trojfázové spotrebiče

Trojfázové spotrebiče ako čerpadlá a varná doska sú pripojené káblom CYKY-J 5x2,5mm² a sú istené ističmi 16A/3/B a sú zakončené podľa spotrebiča (zásuvka, voľný prívod). Káble sú uložené v omietke a v zemi. Z rozvádzača RH je ďalej vedený trojfázový prívod pre pripojenie rozvádzača u bazénu káblom CYKY-J 5x4mm² istený ističom 20A/3/B a trojfázový prívod pre nabíjačku elektromobilu káblom CYKY-J 5x6mm² istený ističom 20A/3/B.

7.4 Svetelné obvody

Svetelné obvody sú realizované káblom CYKY-J 3x1,5mm² a niektoré LED pásiky sú napájané aj káblami CYSY 2x1,5mm², CYSY 2x2,5mm², CYSY 3x2,5mm² alebo CYSY 4x2,5mm². Káble sú uložené v SDK podhl'adoch a pod omietkou. Svetlá sú chránené prúdovými chráničmi s nadprúdovou ochranou (ističochrániče) OLE-10B-1N-030AC. Niektoré svietidlá sú trvalo napájané a teda ovládané bežným vypínačom alebo senzorom pohybu PIR. Väčšina svietidiel, je ale ovládaná inteligentným systémom Loxone – podrobnejší popis sa nachádza v bode 9.1.

8 Slaboprúdové rozvody

Dátový rozvádzač, o rozmeroch 600x500x500, je umiestnený v technickej miestnosti. Do dátového rozvádzača je privedená kabeláž z dátových zásuviek, z prístupových bodov Wi-Fi, anténnych zásuviek, videotelefónu, EZS a EPS. V dátovom rozvádzači je zakončený hlavný prívod dát do domu. Dátový rozvádzač obsahuje patch panel, smerovač Mikrotik, prepínač a anténny rozbočovač. Napájanie dátového rozvádzača je realizované káblom CYKY-J 3x2,5mm², ktorý je samostatne istený ističom 16A/1/B v hlavnom rozvádzači RH.

8.1 Dátové rozvody

Dátové rozvody sú uložené pod omietkou a v SDK stropoch v ohybnej chráničke. Rozvody pre dátové zásuvky a pre pri pripojenie prístupových bodov Wi-Fi sú realizované káblom F/UTP CAT 5E s plášťom LSOH. Kabeláž z týchto prvkov je zakončená na patch panely v dátovom rozvádzači.

Logickú schému zapojenia dátových rozvodov a dátového rozvádzača zobrazuje výkres „07_Schéma_zapojenia_RACKu_a_STA.pdf“.

8.2 Televízne rozvody STA

Anténny kábel VCEOY 75-3,7 vedie z antény umiestnenej na streche do priestoru pod strechou, kde je pripojený na zvodíč bleskových prúdov pre koaxiálne vedenie SALTEK FX-090 F75 T F/F. Odtiaľ vedie do dátového rozvádzača, v ktorom sa pripojí na anténny 6 smerový rozbočovač. Z rozbočovača je anténny kábel VCEOY 75-3,7 natiiahnutý k anténnym zásuvkám.

Logickú schému zapojenia anténnych rozvodov zobrazuje výkres „07_Schéma_zapojenia_RACKu_a_STA.pdf“.

8.3 Elektronická zabezpečovacia signalizácia – EZS

Rozvody pre zabezpečovací systém sú realizované káblom F/UTP CAT 5E a sú privedené do ústredne EZS. Ústredňa EZS je napájaná samostatným káblom CYKY-J 3x1,5mm² isteným ističom 10A/1/B z hlavného rozvádzača RH.

8.4 Elektronická požiarňa signalizácia – EPS

V dome sú inštalované zbernicové kombinované detektory dymu a teploty. Detektory komunikujú prostredníctvom zbernice a sú napájané káblom F/UTP CAT 5E z ústredne EZS.

8.5 Optická sieť

Z dátového rozvádzača je na hranicu pozemku v zemi vyvedená mikrotrubička 10/5,5 ktorá sa v budúcnosti môže napojiť na optické vedenie. Mikrotrubička je ukončená zátkami proti vnikaniu nečistôt. V stene je uložená v ohybnej chráničke a pri manipulácii je potrebné dávať pozor na to, aby sa dodržali povolené polomery ohybu.

9 Systém inteligentnej budovy riadený systémom Loxone

Rodinný dom je vybavený systémom inteligentnej elektroinštalácie Loxone. Systém bude slúžiť pre ovládanie osvetlenia, spínanie elektrických vývodov, ovládanie žalúzií, ovládanie vzduchotechniky (komunikácia s rekuperáciou), ovládanie elektrického podlahového vykurovania, ovládanie garážovej brány atď.

Kabeláž k jednotlivým komponentom Loxone je realizovaná káblom U/FTP CAT 6A. Komponenty v rozvádzači komunikujú prostredníctvom Loxone Link a sú spojené modrým párom. Pre napájanie 24V Loxone komponentov je použitý oranžový pár a pre pripojenie na zbernicu Tree je použitý zelený pár.

Konkrétny rozsah ovládania a následného programovania bude konzultovaný s investorom podľa jeho aktuálnych požiadaviek. Dôležitým predpokladom správnej inštalácie systému Loxone je to, že inštaláciu vykonáva spoločnosť so skúsenosťami s takouto inštaláciou, a ktorej zamestnanci sú riadne preškolení priamo od výrobcu.

Podrobná schéma zapojenia komponentov Loxone s presným značením jednotlivých svoriek sa nachádza v prílohe „08_Svorkové_schémy_Loxone.pdf“

9.1 Ovládanie osvetlenia

Takmer všetky svetlá v dome sú ovládané prostredníctvom systému Loxone, respektíve jeho rozširujúcich modulov (extensionov) pomocou tlačítka Loxone Touch alebo pomocou obyčajného tlačítka, ktoré sa do systému Loxone pripojí pomocou digitálneho vstupu. Svetlá sú navrhnuté ako zapnúť/vypnúť alebo plynule stmievateľné teplá biela (WW), farebné (RGBW) alebo CCT led pásiky.

System Loxone umožňuje nastaviť rôzne svetelné scény a nálady, ktoré sa počas dňa môžu meniť automaticky pričom užívateľ má stále možnosť si svetelnú scénu alebo náladu prepnúť buďto z tlačítka alebo aplikácie podľa seba. Pri programovaní svetelných scén je potrebné, aby investor povedal svoje predstavy programátorovi, ktorý na základe nich môže svetelné scény naprogramovať priamo investorovi na mieru.

9.2 Ovládanie garážovej brány

Ovládanie garážovej brány je pripojené na inteligentný systém Loxone prostredníctvom digitálneho výstupu (relé). Ovládanie bude možné cez mobilnú aplikáciu a tlačítko.

9.3 Vykurovanie a vetranie

Pre vykurovanie bude použité elektrické podlahové vykurovanie, infrapanely a elektrické rebrikové radiátory, ktoré bude spínané digitálnymi výstupmi na relay extensione. Použitý kábel je CYKY-J 3x1,5 mm². Údaje o teplote systém Loxone dostáva z tlačítek Loxone Touch a z teplotných senzorov umiestnených v podlahe a v priestore, ktoré komunikujú prostredníctvom zbernice 1-Wire. Manuálne ovládanie kúrenia je možné z tlačítka alebo aplikácie, ktoré sú pripojené vodičom U/FTP CAT 6A.

Na prívod a odvod vzduchu slúži rekuperácia, ktorá je pripojená do systému Loxone prostredníctvom protokolu Modbus TCP. Automatické ovládanie rekuperácia bude prebiehať na základe údajov so senzorov kvality vzduchu. Pre manuálne zvýšenie odťahu rekuperácie slúži tlačítko s funkciou boost, ktoré je do systému Loxone pripojené cez digitálny vstup.

9.4 Ovládanie vonkajších elektrických žalúzií

Na ovládanie vonkajších žalúzií slúži tlačítko Loxone Touch alebo obyčajné tlačítko pripojené cez digitálny vstup, mobilná aplikácia alebo autopilot. Žalúziiové pohony sú do systému pripojené cez digitálny výstup (relé) na miniservere. V prípade predpovede silného vetra, odošle túto informáciu Loxone meteostanica, umiestnená na streche, do miniservera a ten automaticky uvedie vonkajšie žalúzie do bezpečnostnej polohy. Napájanie pre žalúziiové pohony je realizované káblom CYKY-J 4x1,5mm².

9.5 Fotovoltaická elektráreň

Beztransformátorový striedač Fronius Primo 3.0, ktorý poskytuje informácie a prehľad o činnosti fotovoltaického systému, je pripojený do systému Loxone pomocou rozhrania Modbus TCP. Zo striedača sú posielané dáta vodičom F/UTP CAT 5E do obojsmerného merača umiestneného v rozvážači RH, ktorý optimalizuje vlastnú spotrebu a zaznamenáva krivku pre domácnosť.

V prípade výpadku elektrického prúdu sa prejde na napájanie z akumulátorov, ktoré sa budú v budúcnosti inštalovať. Na zálohovanú vetvu je pripojené všetko osvetlenie,

ovládanie garáže, prvky systému Loxone atď'. Bližšie informácie ohľadom fotovoltaickej elektrárne sú uvedené v projektovej dokumentácii FVE.

9.6 Ovládanie závlahy a retenčnej nádrže

Systém Loxone pomocou digitálnych výstupov automaticky ovláda ventily zavlažovacieho systému, ventily retenčnej nádrže, cirkulačné čerpadlo a ventilu hlavného uzáveru vody. Vďaka údajom z meteostanice o úhrne zrážok sa predíde situácii, kedy by prišlo k prílišnému preliatiu a následnému úhynu rastlín.

9.7 Zbernicové komponenty Tree

Komponenty Loxone spolu navzájom komunikujú vďaka zbernici Loxone Tree. Výhodou je ľahké pripojenie a šetrenie kabeláže. Pripojenie týchto prvkov je realizované káblom U/FTP CAT 6A, pričom oranžový pár vodiča je určený pre napájanie 24VDC a zelený pár pre zbernicu Loxone Tree.

9.8 Meteostanica

Meteostanica je pripojená cez 2A poistky, ktoré chránia zbernicu Tree a napájacie svorky v rozvádzači pred skratom. Ako bolo spomenuté v predchádzajúcich bodoch, údaje z meteostanice sa využívajú napríklad pre ovládanie zavlažovania alebo žalúzií.

10 Ochrana pred bleskom

Pred návrhom systému ochrany pred bleskom bola vykonaná analýza rizík podľa normy ČSN EN 62305-2 ed.2 v programe OEZ Prozik. Na základe výsledkov analýzy rizík bol objekt zaradený do triedy ochrany LPS III. Pre návrh bleskozvodu boli použité metódy mrežovej sústavy, valivej gule a ochranného uhla.

Na streche bude zhotovená mrežová sústava, ktorá bude doplnená štyrmi zachytávacími tyčami a štyrmi pomocnými zachytávačmi. Zachytávacie tyče majú dĺžku 150cm a pomocné zachytávače majú dĺžku 50cm a sú tvorené predĺžením zachytávacieho drôtu. Zachytávacie tyče budú na betónových podstavcoch a budú umiestnené podľa výkresovej dokumentácie bleskozvodu. Pomocné zachytávače budú na rohoch strechy zahnuté pod uhlom 45°. Zachytávacia sústava bude realizovaná drôtom AlMgSi 8mm, ktorý bude na streche uložený na podperách PV21 pre ploché strechy. Vzďialenosť medzi podperami je maximálne 1m. Na streche bude umiestnených 10 fotovoltaických panelov a stožiar pre anténu a meteostanicu. Projekt bleskozvodu je navrhnutý tak, aby boli všetky zariadenia umiestnené na streche v chránenom priestore vymedzeným práve tyčovými a pomocnými zachytávačmi. Pri montáži zachytávacích tyčí je potrebné zabezpečiť, aby vzdialenosť od iných objektov bola taká, aby bola dodržaná vypočítaná dostatočná vzdialenosť s.

V objekte sú navrhnuté 4 zvody, ktoré sú realizované drôtom AlMgSi 8mm, ktorý je skrytý vo fasáde a je zabezpečený PVC krytom kvôli zamedzeniu vzniku elektrochemickej reakcie medzi drôtom a stavbou. Je potrebné zaistiť, aby sa v dostatočnej vzdialenosti s, ktorá je uvedená vo výkresovej dokumentácii, nenachádzalo elektrické vedenie alebo iné zariadenie, na ktorom by hrozilo naindukovanie bleskového prúdu. Zvody sú privedené do skúšobných svoriek, ktoré sú umiestnené 60cm nad terénom. Zo skúšobnej svorky je zvod realizovaný drôtom FeZn 10mm a je spojený so zemniacou pásovinou. Pri prechode drôtu medzi rôznymi prostrediami musí byť drôt podľa ČSN 33 2000-5-54 ed.3 chránený proti korózii.

Zemnič je realizovaný zemniacou pásovinou FeZn 30x4mm, ktorá je uložená v základových pásoch. Zemný odpor celej uzemňovacej sústavy musí byť menší než 10Ω. Pred zaliatím zemniacej pásovinu betónom je potrebné skontrolovať správnosť uloženia a zapojenia. Hlavná ochranná prípojnica (MET) bude umiestnená pod rozvádzačom RH. Na MET budú pripojené vstupujúce inžinierske siete. V objekte bude realizované doplnujúce pospojovanie v priestoroch s vaňou a sprchou.

Rozvádzač RH bude obsahovať prepäťovú ochranu typ 1+2. Prepäťová ochrana bude umiestnená v spodnej časti rozvádzača tak, aby bolo uzemnenie na MET čo najkratšie a nekrížilo sa s ostatnými káblami. Zásuvky, do ktorých bude pripojená elektronika je odporúčané chrániť prepäťovou ochranou typ 3. Antény kábel, ktorý vedie zo strechy je potrebné chrániť prepäťovou ochranou pre koaxiálne vedenie čo najbližšie k miestu vniknutia do stavby tzn. tesne pod strechou. Káble z fotovoltaickej elektrárne je takisto potrebné chrániť čo najbližšie k miestu vniknutia do stavby a to prepäťovou ochranou typ 2, ktorá je špeciálne určená pre fotovoltaické elektrárne.

V prílohe je umiestnená výkresová dokumentácia bleskozvodu a analýza rizík pozostávajúca z nasledovných súborov:

- 01_Bleskozvod_Pôdorys.pdf
- 02_Bleskozvod_Pohľad_z_ulice.pdf
- 03_Bleskozvod_Pohľad_západný.pdf
- 04_Bleskozvod_Pohľad_zo_záhrady.pdf
- 05_Bleskozvod_Drátový_model.pdf
- 06_Bleskozvod_Uzemnenie.pdf
- 12_Analýza_rizík.pdf

11 Záver

Elektroinštalácia musí byť vykonaná podľa platných noriem ČSN a súčasne musí brať do úvahy požiadavky bezpečnostných, požiarnych, ekologických a hygienických predpisov. Montáž elektrických zariadení môže vykonávať len pracovník s príslušnou elektrotechnickou kvalifikáciou. Zariadenia, ktoré budú na stavbe inštalované musia podliehať platným predpisom a nariadeniam. Každú zmenu na stavbe je potrebné

komunikovat s projektantem. Po úplném dokončení montážních prací dodávatel musí zabezpečit revízi elektrické instalace.

12 Použité normy

ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 – Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem

ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 – Elektrické instalace nízkého napětí – Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Prostory s vanou nebo sprchou

ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 – Elektrické instalace nízkého napětí - Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče

ČSN 33 2000-5-51 ed.3 – Elektrické instalace nízkého napětí - Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy

ČSN EN 62 305-1-4 ed. 2 – Ochrana před bleskem část 1 až 4

ČSN 33 2130 ed. 3 – Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody

ČSN 34 1610 - Elektrotechnické předpisy ČSN. Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách

Příloha C - Rozpočet elektroinstalácie

Zoznam prác a dodávok elektrotechnických zariadení		
CÚ		
Akcia:	Novostavba rodinného domu k.ú 1234/56, Třebíč	Z. č.: 211101
Projekt:	Položkový rozpočet	A. č.:
Investor:	manželia Novákovi	Zmluva:
Spracovateľ:		

Základné náklady

Dodávka	0,00	
Doprava 3,60%, Presun 1,00%	0,00	0,00
Montáž - materiál		260 518,73
Montáž - práce		0,00
Medzisúčtet 1	0,00	260 518,73
PPV 6,00% z montáže: materiál + práce		15 631,12
Nátery		73 783,33
Zemné práce		0,00
PPV 0,00% z náterov a zemných prác		0,00
Medzisúčtet 2	0,00	349 933,18
Dodav. dokumentácia 0,00% z medzisúčtu 2		0,00
Riziká a poistenie 0,00% z medzisúčtu 2		0,00
Opravy v záruke 0,00% z medzisúčtu 1		0,00

Základné náklady celkom 349 933,18

Vedľajšie náklady

GZS 0,00% z pravej strany medzisúčtu 2		0,00
Prevádzkové vplyvy 0,00% z medzisúčtu 2		0,00
Vedľajšie náklady celkom		0,00
Kompletizačná činnosť		0,00

Náklady celkom 349 933,00

Základ a hodnota DPH 20% 334 823,00 66 965,00

Náklady celkom s DPH 416 898,00

Ročný nárast cien 0,00% 0,00

Ročný nárast cien 0,00% 0,00

Dátum:

Vypracoval: Marek Bolf

Kontroloval: Ing. Branislav Batora PhD.

Súčty odstavcov	Materiál	Montáž
Kabeláž	74 485,00	0,00
Rozvádzač	73 783,00	0,00
Loxone	150 210,00	0,00
Bleskozvod	5 647,00	0,00
Zásuvky, tlačítka, elektro materiál	17 408,00	0,00
Dátová inštalácia	12 769,00	0,00

Zoznam výrobcov	Číslo (ID) výrobcu
Astra	7004
Saltek	1228
Silnoproudé kably, vodiče a šňúry	7002

Uvedené ceny sú v CZK a nezahŕňajú DPH. Ceny sú uvedené bez montážnych prácí.

Názov	Mj	Počet	Materiál	Materiál celkom	DM	Montáž	Montáž celkom	Cena	Cena celkom
Kabeláž									
KABEL SILOVÝ, IZOLACE PVC S VODIČEM PE									
CYKY-J 4x16 mm2 , pevne	m	24,00	233,00	5 592,00		0,00	0,00	233,00	5 592,00
CYKY-J 3x1.5 mm2 , pevne	m	840,00	16,00	13 440,00		0,00	0,00	16,00	13 440,00
CYKY-J 3x2.5 mm2 , pevne	m	493,00	25,00	12 325,00		0,00	0,00	25,00	12 325,00
CYKY-J 5x1.5 mm2 , pevne	m	96,00	24,00	2 304,00		0,00	0,00	24,00	2 304,00
CYKY-J 5x2.5 mm2 , pevne	m	102,00	40,00	4 080,00		0,00	0,00	40,00	4 080,00
CYKY-J 4x1.5 mm2 , pevne	m	263,00	28,00	7 364,00		0,00	0,00	28,00	7 364,00
CYKY-J 3x4 mm2 , pevne	m	12,00	49,00	588,00		0,00	0,00	49,00	588,00
CYKY-J 5x6 mm2 , pevne	m	10,00	106,00	1 060,00		0,00	0,00	106,00	1 060,00
CYSY 2x1,5 mm2	m	38,50	18,00	693,00		0,00	0,00	18,00	693,00
CYSY 2x2,5 mm2	m	44,00	23,40	1 029,60		0,00	0,00	23,40	1 029,60
CYSY 3x2,5 mm2	m	20,00	33,50	670,00		0,00	0,00	33,50	670,00
CYSY 5x1,5 mm2	m	18,00	46,00	828,00		0,00	0,00	46,00	828,00
CYSY 4x2,5 mm2	m	17,00	48,00	816,00		0,00	0,00	48,00	816,00
CYKY-J 5x4 mm2 , pevne	m	30,00	78,00	2 340,00		0,00	0,00	78,00	2 340,00
VODIČ JEDNOŽILOVÝ, IZOLACE PVC									
CYA 6 , pevne	m	35,00	25,00	875,00		0,00	0,00	25,00	875,00
CYA 16, pevne	m	5,00	67,00	335,00		0,00	0,00	67,00	335,00
KABEL STÍNĚNÝ									
JYTY-O 7x1 mm , pevne	m	90,00	34,00	3 060,00		0,00	0,00	34,00	3 060,00
KABEL SDĚLOVACÍ-STÍNĚNÝ									
SYKFY 2x2x0.5 , pevne	m	223,00	7,00	1 561,00		0,00	0,00	7,00	1 561,00
KABEL DATOVÝ									
F/UTP CAT 5E PE, venkovní	m	75,00	13,00	975,00		0,00	0,00	13,00	975,00
F/UTP CAT 5E	m	485,00	12,00	5 820,00		0,00	0,00	12,00	5 820,00
U/FTP CAT 6A	m	400,00	15,00	6 000,00		0,00	0,00	15,00	6 000,00
Podružný materiál				2 729,45					2 729,45
Kabeláž - celkom				74 485,05					74 485,05
Rozvádzač									
SKŘÍŇ A SKŘÍŇOVÉ KOMPONENTY									
EATON BP-U-3S-1000/17 IP 30	ks	1,00	5 822,69	5 822,69		0,00	0,00	5 822,69	5 822,69
Zadní stěna rozvaděče	ks	1,00	1 370,00	1 370,00		0,00	0,00	1 370,00	1 370,00
DIN lišta délka=688mm	ks	11,00	91,18	1 002,98		0,00	0,00	91,18	1 002,98
Kabelový kanál 40x60 (š x v)	ks	7,00	134,62	942,34		0,00	0,00	134,62	942,34
Kabelový kanál 80x60 (š x v)	ks	2,00	198,75	397,50		0,00	0,00	198,75	397,50
Zemnicí můstek PE16x10	ks	5,00	615,63	3 078,15		0,00	0,00	615,63	3 078,15
Nulovací můstek N 16x10	ks	5,00	610,11	3 050,55		0,00	0,00	610,11	3 050,55
EATON 275199 BEL12 Upevňovací úchytky celoplastová	ks	34,00	78,00	2 652,00		0,00	0,00	78,00	2 652,00
Bočnice montážního rámu pár	ks	1,00	1 250,54	1 250,54		0,00	0,00	1 250,54	1 250,54
Svorky UT 2,5	ks	230,00	12,38	2 847,40		0,00	0,00	12,38	2 847,40
Svorka TN-C / TN-C-S	ks	1,00	321,00	321,00		0,00	0,00	321,00	321,00
ZDROJE A AKUMULÁTORY									
LED zdroj Meanwell HLG-480H-24A-24V, 480W, 20A	ks	2,00	4 560,00	9 120,00		0,00	0,00	4 560,00	9 120,00
Zdroj Meanwell AD-155B s funkcí UPS	ks	1,00	1 515,00	1 515,00		0,00	0,00	1 515,00	1 515,00
Zdroj Meanwell HDR-60-5	ks	1,00	370,00	370,00		0,00	0,00	370,00	370,00
Zdroj Meanwell HDR-60-24	ks	1,00	408,00	408,00		0,00	0,00	408,00	408,00
Zdroj Meanwell HDR-60-12	ks	1,00	520,00	520,00		0,00	0,00	520,00	520,00
Akumulátor olovený 12V 2,2Ah	ks	2,00	380,00	760,00		0,00	0,00	380,00	760,00
LED zosilňovač pre jednofarebné pásiky	ks	2,00	198,35	396,70		0,00	0,00	198,35	396,70
PŘEPĚŤOVÁ OCHRANA									
SALTEK FLP-B+C MAXI V/3 SPD T1T2	ks	1,00	10 790,00	10 790,00		0,00	0,00	10 790,00	10 790,00

Název	Mj	Počet	Materiál	Materiál celkom	DM	Montáž	Montáž celkom	Cena	Cena celkom
SALTEK FX-090 F75 pro koaxiální vedení	ks	1,00	1 154,00	1 154,00		0,00	0,00	1 154,00	1 154,00
HLAVNÍ VYPÍNAČ									
OEZ MINIAMSN-32-3 - 32A	ks	1,00	810,00	810,00		0,00	0,00	810,00	810,00
PROUD. CHRÁNIČ 4-PÓLOVÝ									
OEZ MINIALFN-40-4-030A -40A,30mA	ks	6,00	1 535,00	9 210,00		0,00	0,00	1 535,00	9 210,00
KOMBINOVANÝ PROUDOVÝ CHRÁNIČ									
OEZ MINIAKOMBI OLE-10B-1N-030AC	ks	3,00	1 452,00	4 356,00		0,00	0,00	1 452,00	4 356,00
JISTIČ 3-PÓLOVÝ CHARAKT. "B"									
OEZ MINIALTN-20B-3 -20A	ks	2,00	570,79	1 141,58		0,00	0,00	570,79	1 141,58
OEZ MINIALTN-16B-3 -16A	ks	3,00	508,00	1 524,00		0,00	0,00	508,00	1 524,00
JISTIČ 3-PÓLOVÝ CHARAKT. "C"									
OEZ MINIALTN-16C-3 -16A	ks	1,00	643,00	643,00		0,00	0,00	643,00	643,00
JISTIČ 1-PÓLOVÝ, CHARAKT. "B"									
OEZ MINIALTN-20B-1 -20A	ks	1,00	182,00	182,00		0,00	0,00	182,00	182,00
OEZ MINIALTN-16B-1 -16A	ks	17,00	118,70	2 017,90		0,00	0,00	118,70	2 017,90
OEZ MINIALTN-10B-1 -10A	ks	20,00	136,00	2 720,00		0,00	0,00	136,00	2 720,00
OEZ MINIALTN-2B-1 -2A	ks	1,00	270,00	270,00		0,00	0,00	270,00	270,00
JISTIČ 1-PÓLOVÝ, CHARAKT. "C"									
OEZ MINIALTN-10C-1 -10A	ks	6,00	178,00	1 068,00		0,00	0,00	178,00	1 068,00
VYPÍNAČ									
OEZ MINIAMSO-32-1 - 32A	ks	1,00	287,00	287,00		0,00	0,00	287,00	287,00
STYKAČ									
OEZ MINIARSI-20-20-A230 20A 2Z	ks	3,00	595,00	1 785,00		0,00	0,00	595,00	1 785,00
Rozevřadlač - celkom				73 783,33					73 783,33
Loxone									
Loxone Touch Pure Tree antracit	ks	12,00	4 570,00	54 840,00		0,00	0,00	4 570,00	54 840,00
Loxone Senzor přítomnosti Tree antracit	ks	5,00	2 330,00	11 650,00		0,00	0,00	2 330,00	11 650,00
Loxone Miniserver	ks	1,00	15 530,00	15 530,00		0,00	0,00	15 530,00	15 530,00
Loxone Relay Extension	ks	4,00	8 000,00	32 000,00		0,00	0,00	8 000,00	32 000,00
Loxone RS485 Extension	ks	1,00	4 390,00	4 390,00		0,00	0,00	4 390,00	4 390,00
Loxone Modbus Extension	ks	1,00	5 930,00	5 930,00		0,00	0,00	5 930,00	5 930,00
Loxone 1-Wire Extension	ks	1,00	4 390,00	4 390,00		0,00	0,00	4 390,00	4 390,00
Loxone RGBW 24V Dimmer Tree	ks	5,00	1 870,00	9 350,00		0,00	0,00	1 870,00	9 350,00
Loxone Meteorstanica Tree		1,00	12 130,00	12 130,00				12 130,00	12 130,00
Loxone - celkom				150 210,00					150 210,00
Bleskozvod									
Drát AlMgSi 8mm (0,135kg/m)	kg	9,00	234,12	2 107,08		0,00	0,00	234,12	2 107,08
PODPĚRA VEDENÍ									
PV21d na ploch. střechy-beton	ks	51,00	17,04	869,04		0,00	0,00	17,04	869,04
SVORKA HROMOSVODNÍ, UZEMŇOVACÍ									
SS spojovací	ks	20,00	26,20	524,00		0,00	0,00	26,20	524,00
JÍMACÍ TYČ									
JR1,5 1,5m Tremis V385 s rovným koncem	ks	4,00	301,68	1 206,72		0,00	0,00	301,68	1 206,72
PODSTAVEC									
Podstavec betonový 19kg PB19 Tremis V545	ks	4,00	235,00	940,00		0,00	0,00	235,00	940,00
Bleskozvod - celkom				5 646,84					5 646,84
Zásuvky, tlačítka, elektro materiál									
Zásuvka jendonásobná IP20	ks	23,00	200,00	4 600,00		0,00	0,00	200,00	4 600,00
Zásuvky v dvojrámečku IP20	ks	18,00	371,00	6 678,00		0,00	0,00	371,00	6 678,00
Zásuvky v trojrámečku IP20	ks	7,00	440,00	3 080,00		0,00	0,00	440,00	3 080,00

Názov	Mj	Počet	Materiál	Materiál celkom	DM	Montáž	Montáž celkom	Cena	Cena celkom
Dátová zásuvka RJ45 2 portová	ks	5,00	210,00	1 050,00		0,00	0,00	210,00	1 050,00
Dátová zásuvka RJ45 1 portová	ks	3,00	120,00	360,00		0,00	0,00	120,00	360,00
Zásuvka STA	ks	2,00	120,00	240,00		0,00	0,00	120,00	240,00
Vypínač Schneider	ks	20,00	70,00	1 400,00		0,00	0,00	70,00	1 400,00
Zásuvky, tlačítka, elektro materiál - celkom				17 408,00					17 408,00
Dátová inštalácia									
Triton 9U 19"	ks	1,00	2 980,00	2 980,00		0,00	0,00	2 980,00	2 980,00
RouterBoard MikroTik RB760IGS hEX S	ks	1,00	1 276,00	1 276,00		0,00	0,00	1 276,00	1 276,00
TP-Link Switch TL-SG1024 24 Port	ks	1,00	1 954,00	1 954,00		0,00	0,00	1 954,00	1 954,00
Antény rozbočovač 6 cestný	ks	1,00	119,84	119,84		0,00	0,00	119,84	119,84
Patch panel 24 Port	ks	1,00	1 373,00	1 373,00		0,00	0,00	1 373,00	1 373,00
Parch cordy	ks	22,00	19,00	418,00		0,00	0,00	19,00	418,00
Ubiquiti UBNT UniFiAC Long Range	ks	2,00	2 324,00	4 648,00		0,00	0,00	2 324,00	4 648,00
Dátová inštalácia - celkom				12 768,84					12 768,84

Příloha D - Výkresová dokumentácia

- D.1 Výkresová dokumentácia bleskozvodu - 6xA3**
- D.2 Schéma zapojenia dátových rozvodov a STA - 1xA3**
- D.3 Svorkové schémy Loxone - 9xA4**
- D.4 Schéma zapojenia rozvádzača – 19xA4**
- D.5 Výkres čelného pohľadu na rozvádzač – 1xA2**