



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

NÁVRH SILOVÝCH A DATOVÝCH ROZVODŮ NOVOSTAVBY RODINNÉHO DOMU

DETAIL DESIGN OF POWER AND DATA WIRING OF A NEW FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Pavel Zejda

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

BRNO 2022

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Pavel Zejda

ID: 211474

Ročník: 3

Akademický rok: 2021/22

1. NÁZEV TÉMATU:

Návrh silových a datových rozvodů novostavby rodinného domu

2. POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Analýza požadavků na silové a datové rozvody v RD
2. Analýza Rizik dle ČSN EN 62 305 ed.2
3. Návrh vnější a vnitřní ochrany před přepětím
4. Zpracování návrhu silových rozvodů a rozváděčů
5. Návrh slaboproudých rozvodů
6. Ekonomické posouzení a studie možnosti využití systémové elektroinstalace
7. Zhotovení realizační projektové dokumentace celého návrhu včetně rozpočtu

3. DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího závěrečné práce

Termín zadání: 7.2.2022

Termín odevzdání: 31.5.2022

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

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

UPOZORNĚNÍ:

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

Abstrakt

Cílem práce je seznámit se s kladenými požadavky na elektroinstalaci rodinného domu, popis slaboproudých systémů. Jaké jsou rizika při úderu blesku do stavby nebo do jejího okolí. Jsou popsány systémy pro vnější a vnitřní ochranu před bleskem, ochrana proti přepětí. V poslední kapitole je představen samotný návrh elektroinstalace a ekonomické posouzení využití systémové instalace.

Klíčová slova

Elektroinstalace, silové rozvody, datové rozvody, ochrana před bleskem, ochrana proti přepětí, ochrana před úrazem elektrickým proudem

Abstract

The aim of the work is to get acquainted with the requirements for wiring of a family house, description of low-current systems. What are the risks of a lightning strike to the building or its surroundings. Systems for external and internal lightning protection, surge protection are described. In the last chapter, the actual design of the electrical installation and the economic assessment of the use of the system installation is presented.

Keywords

Wiring, power distribution, data distribution, lightning protection, surge protection, protection against electric shock

Bibliografická citace

ZEJDA, Pavel. *Návrh silových a datových rozvodů novostavby rodinného domu* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-31]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/142360>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Branislav Bátora.

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení studenta: *Pavel Zejda*

VUT ID studenta: *211474*

Typ práce: *Bakalářská práce*

Akademický rok: *2021/22*

Téma závěrečné práce: *Návrh silových a datových rozvodů
novostavby rodinného domu*

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

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

V Brně dne: 31. května 2022

podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Branislavovi Bátorovi, Ph.D. za metodickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování bakalářské práce. Dále děkuji své rodině a svým blízkým za podporu během mého studia.

V Brně dne: 31. květen 2022

podpis autora

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK.....	10
ÚVOD	11
1. ANALÝZA POŽADAVKŮ NA SILOVÉ A DATOVÉ ROZVODY V RD.....	12
1.1 PŘIPOJENÍ K SÍTI NN.....	13
1.2 SILOVÉ ROZVODY.....	13
1.2.1 Světelné obvody.....	16
1.2.2 Zásuvkové obvody.....	17
1.2.3 Dimenzování silových obvodů.....	18
1.2.4 Elektrické spotřebiče v umývacím a koupelnovém prostoru	19
1.3 ROZVODY ELEKTRONICKÝCH KOMUNIKACÍ V BUDOVÁCH OBČANSKÉ VÝSTAVBY	20
1.3.1 Strukturovaná kabeláž.....	21
1.3.1 TV rozvody.....	23
1.3.2 EZS.....	24
1.3.3 EPS.....	24
1.3.4 Elektrický vrátný.....	24
1.4 KLASICKÁ INSTALACE.....	25
1.5 SBĚRNICOVÁ INSTALACE.....	25
2. OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM.....	27
2.1 ZÁKLADNÍ OCHRANA	27
2.1.1 Základní izolace.....	27
2.1.2 Ochranné přepážky nebo kryty.....	27
2.1.3 Zábrany.....	27
2.1.4 Ochrana polohou (umístění mimo dosah).....	27
2.1.5 Omezení napětí.....	27
2.1.6 Omezení ustáleného dotykového proudu a energie.....	28
2.2 OCHRANA PŘI PORUŠE	28
2.2.1 Přídavná izolace	28
2.2.2 Ochranné pospojování	28
2.2.3 Ochranné stínění.....	29
2.2.4 Automatickým oddělením od zdroje	29
2.2.5 Jednoduché oddělení (obvodů)	29
2.2.6 Nevodivé okolí.....	29
2.2.7 Řízení potenciálu.....	29
2.3 PROSTŘEDKY ZVÝŠENÉ OCHRANY	30
2.4 DOPLŇKOVÁ OCHRANA	30
2.4.1 Doplnková ochrana proudovým chráničem	30
2.4.2 Doplnková ochrana doplňujícím ochranným pospojováním.....	30
3. ANALÝZA RIZIK	31
3.1 TYPY ŠKOD.....	31
3.2 TYPY ZTRÁT	32
3.3 RIZIKO.....	32

3.4	ŘÍZENÍ RIZIKA	32
4.	SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM	35
4.1	NÁZVOSLOVÍ.....	35
4.2	VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM.....	35
4.2.1	<i>Typ hromosvodu.....</i>	35
4.2.2	<i>Jímací soustava.....</i>	36
4.2.3	<i>Svody.....</i>	36
4.2.4	<i>Uzemňovací soustava.....</i>	36
4.3	VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM	37
4.3.1	<i>Ekvipotenciální pospojování proti blesku</i>	37
4.3.2	<i>Elektrická izolace vnějšího LPS.....</i>	37
5.	SYSTÉM OCHRANY PŘED PŘEPĚTÍM	39
5.1	PŘEPĚTÍ.....	39
5.2	ZÓNY OCHRANY PŘED BLESKEM.....	39
5.3	OCHRANA VNITŘNÍCH SYSTÉMŮ PŘED ELEKTROMAGNETICKÝM IMPULSEM	41
5.4	UZEMNĚNÍ A POSPOJOVÁNÍ	41
5.5	MAGNETICKÉ STÍNĚNÍ A TRASY VEDENÍ	42
5.6	KOORDINOVANÝ SYSTÉM SPD.....	42
5.6.1	<i>SPD typu 1 kombinovaný SPD typu 1a2</i>	43
5.6.2	<i>SPD typu 2</i>	43
5.6.3	<i>SPD typu 3</i>	43
5.6.4	<i>Parametry SPD.....</i>	44
5.6.5	<i>Obecná pravidla pro připojení SPD</i>	44
6.	VLASTNÍ NÁVRH	45
6.1	ANALÝZA RIZIK.....	46
6.2	NÁVRH VNITŘNÍHO A VNĚJŠÍHO LPS	46
6.3	NÁVRH SILOVÝCH ROZVODŮ.....	47
6.4	NÁVRH SLABOPROUDÝCH ROZVODŮ	47
6.5	ANALÝZA VYUŽITÍ SYSTÉMOVÉ INSTALACE	48
7.	PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE.....	53
8.	ZÁVĚR.....	54
	LITERATURA.....	55
	SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	57
	SEZNAM PŘÍLOH.....	58

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Zóny pro ukládání elektrického vedení v pokojích [1].....	15
Obrázek 2 Zóny pro ukládání elektrického vedení v kuchyni, pracovně [1]	15
Obrázek 3 Nejnižší požadované hodnoty udržované osvětlenosti [5].....	17
Obrázek 4 Umývací prostor [1]	20
Obrázek 5 kabel s kroucenými páry [7]	21
Obrázek 6 Zapojení kabeláže dle standartu TIA/EIA [7]	23
Obrázek 7 Klasická instalace [14]	25
Obrázek 8 Sběrníková instalace [14]	26
Obrázek 9 Jmenovité impulzní výdržné napětí [19]	39
Obrázek 10 Zóny ochrany před bleskem definované podle LPS [19]	40
Obrázek 11 Koordinovaný systém SPD [20].....	43
Obrázek 12 Vizualizace rodinného domu	45

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 minimální odstupy souběhu vedení [8].....	22
Tabulka 2 Typické hodnoty přípustného rizika [16].....	33
Tabulka 3 Obvyklé vzdálenosti mezi svody [18].....	36
Tabulka 4 Minimální průřezy vodičů spojující různé přípojnice pospojování [18].....	37
Tabulka 5 Minimální průřezy vodičů spojující vnitřní kovové instalace k přípojnicí pospojování [18]	37
Tabulka 6 Minimální průřezy pro součásti pospojování [19]	42
Tabulka 7 Velikost proudu [kA] ve vodičích SPD [17].....	44
Tabulka 8 Výsledná rizika	46
Tabulka 9 Ovládané obvody	48
Tabulka 10 Cenová kalkulace klasické instalace	49
Tabulka 11 Cenová kalkulace systémové instalace	50
Tabulka 12 Cenová kalkulace EZS pro klasickou instalaci	51
Tabulka 13 Cenová kalkulace EZS pro systémovou instalaci	51
Tabulka 14 Cenové posouzení	52

ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem silových a datových rozvodů v rodinném domě. Jsou posány požadavky na návrh a zřízení přípojného místa a napojení rodinného domu k napájecí síti nízkého napětí.

Obsah této semestrální práce je zaměřen na požadavky, které jsou kladeny na provedení elektroinstalace v rodinném domě.

V práci jsou popsány, jaké jsou kladeny nároky na silovou a datovou instalaci v rodinném domě dle platných norem. Je popsáno, jakých zásad se držet při návrhu elektrické přípojky, světelných a zásuvkových obvodů. Jaké způsoby uložení jsou povoleny v bytech, jejich umístění v instalačních zónách a umístění instalačních zón. Dimenzování silového vedení v závislosti úbytku napětí na vedení. Popis prostorů s vanou nebo sprchou, umývacího prostoru v souvislosti s umístěním elektrických zařízení v těchto prostorech. Z hlediska elektronických komunikací jsou popsány doporučené prvky instalace pro rodinný dům definovaných v normách, krátce jsou posány druhy instalací.

V dalších částech práce jsou vypsány ochranné systémy pro ochranu před úrazem elektrickým proudem užívaných v rodinných domech. Analýza rizik popisuje riziko pravděpodobnosti škod způsobených úderem blesku do stavby nebo úderu v blízkosti stavby a připojených vedení. V práci jsou popsány systémy pro ochranu před bleskem a ochranu proti přepětím, které mezi sebou úzce souvisí.

V poslední části bakalářské práce je popsán stručný postup při praktickém zpracování zadání bakalářské práce. V kapitole vlastní návrh je představen objekt návrhu a zpracování elektroinstalace. Součástí kapitoly je ekonomické posouzení využití systémové instalace.

1. ANALÝZA POŽADAVKŮ NA SILOVÉ A DATOVÉ ROZVODY V RD

Elektrická energie je nedílnou součástí lidského života, bez které se běžný člověk v dnešní době těžko obejde. Elektrická energie usnadnila lidskému druhu nepřeborné množství činností a zvýšila komfort života. Každodenní využívání elektrických spotřebičů v domácnosti zvyšuje potřebu na kvalitní elektroinstalaci. Proto jsou kladeny na silové a datové rozvody kladeny požadavky z hlediska budoucího uživatele, z technického a bezpečnostního hlediska. Před návrhem samotných elektrických rozvodů je potřeba. Projektování elektroinstalace vyžaduje především technické znalosti v oblasti návrhu instalací a všeobecný přehled o technických možnostech daných řešení. Projektant by měl znát technické předpisy z hlediska bezpečnosti elektrické instalace, spolehlivosti a energetické náročnosti. Vzhledem k možným protichůdným požadavkům investorů (především ekonomických) je náročné splnit požadavek bez vynechání pro projektanta samozřejmých věcí.

Základní požadavky na elektrické rozvody dle normy jsou:

- bezpečnost osob, chovaných zvířat a majetku za normálního stavu i při poruše;
- provozní spolehlivost;
- přehlednost rozvodu, umožňující rychlou lokalizaci a odstranění případných poruch;
- snadnou přizpůsobivost rozvodu při požadovaném přemísťování elektrických zařízení a strojů;
- hospodárnost rozvodu (investiční i provozní);
- hospodárné použití typizovaných jednotek a celků (např. rozvodnic, rozváděčů, transformoven apod.);
- vzhled;
- zamezení nepříznivých vlivů a rušivých napětí při křížování a souběhu se sdělovacím vedením;
- neustálé instalování elektrických řízení s takovou elektromagnetickou kompatibilitou a odolností, aby tato zařízení v elektromagnetickém prostředí uspokojivě fungovala, aniž by sama způsobovala nepříznivé elektromagnetické rušení jiného zařízení v tomto prostředí. [1]

Při návrhu se musí brát v úvahu stavební úpravy potřebné pro realizaci datových a silových rozvodů. Stavební řešení musí umožnit hospodárné provedení. Návrh by měl uvažovat variabilitu rozvodů pro možnou budoucí změnu užívání elektrické instalace. Při návrhu vnitřních rozvodů je potřeba zajistit ochranu před bleskem. Výběr a umístění elektrických zařízení musí být v souladu s určenými vnějšími vlivy. [1]

1.1 Připojení k síti nn

Dle § 25 zákona č. 458/2000 Sb. Platí, že provozovatel distribuční sítě je povinen každému, kdo požádá o připojení k distribuční síti, stanovit podmínky a termín připojení. Odběrné místo elektrické energie se připojuje k rozvodu elektřiny přípojkou. O přípojku se nejedná, pokud je připojení provedeno smyčkou z distribučního rozvodu. Místem připojení je přípojková skříň (hlavní domovní skříň). [2]

Elektrická přípojka vedená k bytovému objektu se provádí jako přípojka nízkého napětí (nn). Přípojka nn může být provedena venkovním vedením, kabelovým vedením nebo kombinací obou způsobů. Elektrická přípojka musí být zřízena a provozována dle smlouvy o připojení a pravidel provozování příslušné distribuční soustavy. Elektrická přípojka začíná odbočením od rozvodného zařízení provozovatele distribuční soustavy nebo provozovatele přenosové soustavy směrem k zákazníkovi. Odbočením se rozumí odbočení od spínacích prvků nebo přípojníc v elektrické stanici, vychází-li elektrická přípojka z elektrické stanice. Mimo elektrické stanice začíná elektrická přípojka odbočením od venkovního nebo kabelového vedení. Přípojka nízkého napětí je ukončena v přípojkové skříni. Není-li na nemovitosti zákazníka zřízena přípojková skříň, končí elektrická přípojka nízkého napětí na přívodních svorkách hlavního jističe objektu nebo na přívodních svorkách v kabelové skříni uvnitř objektu.

Přípojkovou skříň je:

- hlavní domovní pojistková skříňka – je-li přípojka provedena venkovním vedením
- hlavní domovní kabelová skříň – je-li přípojka provedena kabelovým vedením.

Přípojková skříň musí být označena bezpečnostní značkou. Pro každý objekt má být zřízena jen jedna přípojka. Pokud je zřízeno více přípojek, musí být tato skutečnost vyznačena v přípojkové skříni objektu. Přípojka má být zřízena s plným počtem vodičů rozvodného zařízení provozovatele distribuční soustavy. [3]

1.2 Silové rozvody

Elektrická energie v objektu je rozvedena silnoproudými rozvody. Silnoproudý obvod je součástí elektrického zařízení celé budovy a označuje se pojmem odběrné zařízení. Silnoproudý rozvod začíná v hlavní domovní skříni. Přívodním vedením je elektřina rozvedena k elektroměrovým rozváděčům. Dále se přívodní vedení dělí na hlavní domovní vedení, které propojuje elektroměrové rozváděče budovy. Poslední úsek přívodního vedení je mezi elektroměrovým rozváděčem a podružným rozváděčem. Hlavní domovní vedení se dimenzuje v závislosti na množství připojených bytů a na jejich stupni elektrizace.

K rozsahu elektrického zařízení v nových a rekonstruovaných bytech se rozlišují tři

stupně elektrizace bytů:

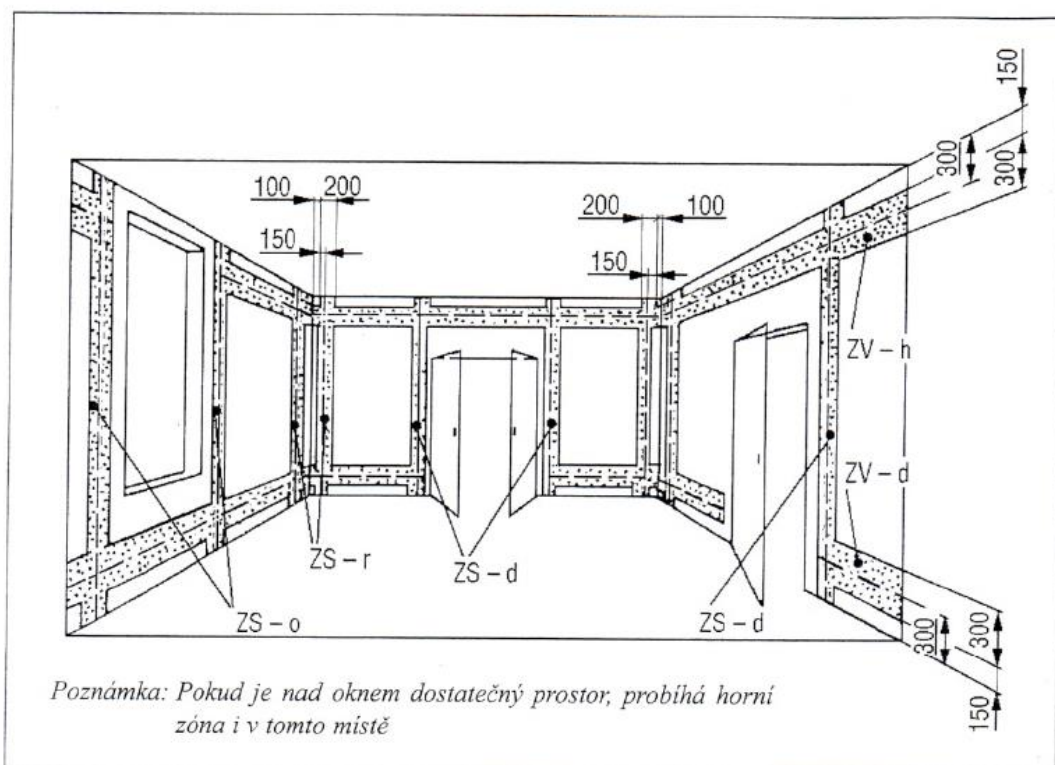
- stupeň A – byty, v nichž se elektriny používá k osvětlení a pro domácí elektrické spotřebiče, připojované k rozvodu pohyblivým přívodem (na zásuvky) nebo pevně připojené, přičemž příkon žádného spotřebiče nepřesahuje 3,5 kVA;
- stupeň B – byty s elektrickým vybavením jako mají byty stupně A a v nichž se k vaření a pečení používají elektrické spotřebiče o příkonu nad 3,5 kVA;
- stupeň C – byty s elektrickým vybavením jako mají byty stupně elektrizace A nebo B a v nichž se pro vytápění nebo klimatizaci používají elektrické spotřebiče.

[1]

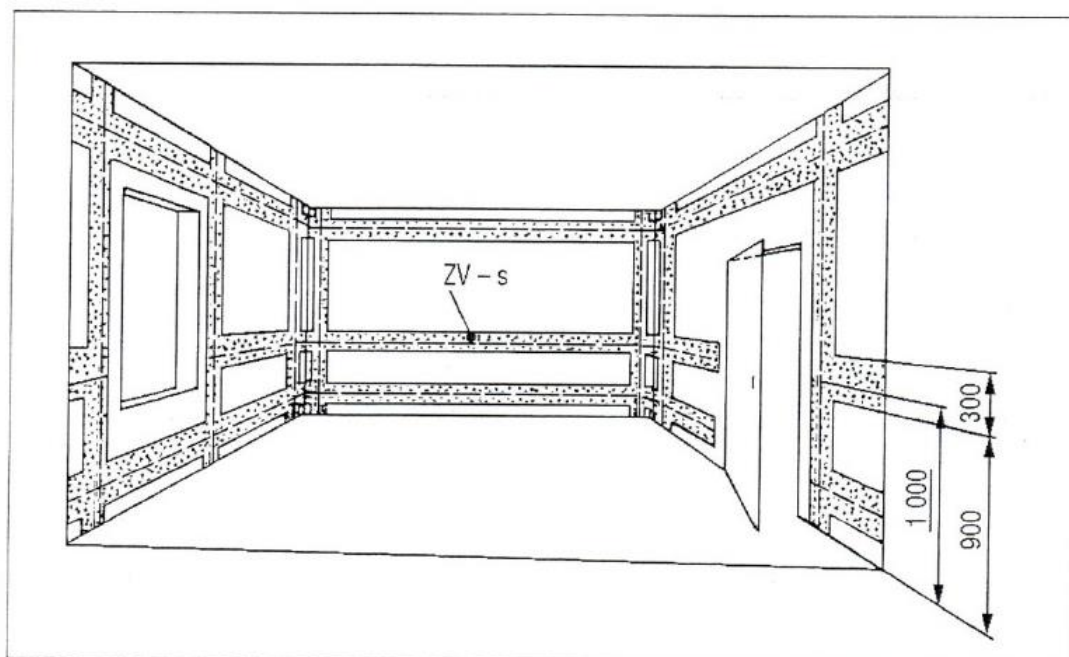
Uložení vodičů a kabelů musí být realizované tak, aby s rezervou mohla pojmout požadovaný počet. Silové rozvody je vhodné navrhnout rozvody s více rozváděči, kdy je propojení realizované jedním silovým vedením a odpadá nutnost použití dlouhých kabelových tras s vysokým počtem kabelů. Pro snadné doplnění vodičů a kabelů se musí zvolit vhodná úložná soustava. Pro ukládání kabelů existuje několik úložných soustav:

- závěsné kabely, kabelové žebříky, rošty, žlaby a kabelové lávky
- nástěnné kanály velkých průřezů pro vzhlednější povrchovou montáž
- nástěnné (pancéřové) rozvody s plastovými nebo kovovými trubkami
- parapetní kanály pro souběžné kladení silových i sdělovacích rozvodů
- rozvody ve stropních podhledech
- podlahové rozvody v kanálech zalitých v betonových podlahách nebo v stropních dutinách
- kabelové rozvody v meziprostoru zdvojených podlah

Většina je úložných soustav je určena pro průmyslový rozvod. V bytové výstavbě se využívají rozvody ve stropních podhledech a rozvody v podlahách nebo stropních dutinách. V bytové výstavbě se vedení instalují převážně jako skrytá. Skrytým vedením se rozumí uložení vedení v trubkách pod omítkou, v trubkách v betonu, vedení v dutých příčkách nebo v drážkách pod omítkou. Výhodou skrytého vedení je jejich vysoké chránění proti mechanickému poškození, nerušení vzhledu interiéru a dlouhá životnost. Nevýhodou je nutnost vyřezání drážek ve zdivu a instalací odbočných a protahovacích krabic při instalaci kabelů do trubek. [4] Skrytá vedení a vývody se umísťují do přesně vymezených instalačních zón, které jsou jasně definovány v normě ČSN 33 2130 ed.2. Důvodem je zabránění poškození vedení při montáži nebo opravě dalších zařízení (vodovodní a plynové potrubí, upevnění zařizovacích předmětů). [2]



Obrázek 1 Zóny pro ukládání elektrického vedení v pokojích [1]



Obrázek 2 Zóny pro ukládání elektrického vedení v kuchyni, pracovně [1]

1.2.1 Světelné obvody

Na jeden světelný obvod se smí připojit tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jisticího přístroje obvodu. Jmenovitý proud svítidel se stanoví z maximálního příkonu, pro který jsou svítidla konstruována. V prostorách s větším počtem světelných zdrojů (pokud není nutné osvětlovat celou plochu současně), se člení světelné obvody na více samostatně ovládaných skupin k dosažení optimální regulace osvětlení. Ovládací přístroj musí mít větší jmenovitý proud, než je součet jmenovitých proudů ovládaných svítidel. U výbojkových svítidel se doporučuje, aby jmenovitý proud světelného obvodu nepřesahoval 25 % jmenovitého proudu spínacích přístrojů. U přístrojů určených pro ovládání výbojkových svítidel lze využít plnou proudovou zátěž. Proti nadproudům se jistí pouze přívodní vedení ke svídlům. V objektech se zřizují alespoň dva světelné obvody, aby při poruše na jednom obvodu bylo zajištěno alespoň částečné osvětlení objektu. Přístroje pro ovládání světelných obvodů se umísťují u vchodových dveří místnosti, kam se dveře otevírají. Kolébkové a páčkové spínače se osazují tak, aby do polohy „zapnuto“ bylo nutno kolébkou stlačit nahoru a páčkou pohnout směrem nahoru. Toto se netýká křížových a střídavých přepínačů. Automatické spínače se umísťují tak, aby spolehlivě reagovaly na vstup do osvětlovaného prostoru. Světelné obvody se jistí jističi, pojistkami nebo jinými jisticími prvky s jmenovitým proudem nejvýše 25 A. Jisticí prvek chrání vedení před přetížením a zkratem. Vedení musí mít takový průřez, aby bylo takto chráněno. Je-li v objektu užito proudových chráničů, nesmí jeden proudový chránič chránit více než jeden světelný obvod. [1]

Prostor		Udržovaná osvětlenost	Index oslnění	Index podání barev	Výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou
		\bar{E}_m (lx)	UGR_L	R_a	(m)
1	Domovní dvory, atria	10	–	–	0
2	Domovní, méně frekventované komunikace	20	25	60	0
3	Vnitřní části domovních vstupů, vstupy do výtahů u objektů s malou frekvencí	30	25	60	0
4	Na místě se jménem uživatele bytu, na zvonkovém tablu a na vstupu do bytu	30	–	–	–
5	Celkové osvětlení obytné místnosti (které se ještě doplňuje místním osvětlením)	50	22	80	0.85
6	Komunikace v bytě	75	22	80	0
7	Obytné kuchyně, šatny, spiže	100	22	80	0.85
8	Sušárny, úschovny kočárků a kol	100	28	60	0,85
9	Domovní, frekventované komunikace včetně vnitřních částí vstupů a vstupy do výtahu – zvýšený pohyb v objektu nebydlících osob	100	25	60	0
10	Domovní prádelny	150	25	80	0.85
11	Koupelny, WC	200	22	80	0.85
12	Domácí dílny, místnost pro domácí práce, mandl	300	22	80	0.85
13	Kuchyňská pracovní linka, varná deska sporáku	300	22	90	–
POZNÁMKY					
1) Uvedená výška vodorovné srovnávací roviny nad podlahou musí být upravena, je-li činnost vykonávána v jiné výšce (například nižší stoly pro děti a podobně).					
2) Uživatelé bytů si v rozhodující většině případů zřizují, udržují a užívají celkové i místní osvětlení obytných místností sami podle vlastní úvahy. Pro svítidla celkového osvětlení jsou zpravidla podle projektu rozmístěny vývody světelného obvodu, pro místní osvětlení se využívají zásuvky. Osvětlení ostatních prostorů bytu (příslušenství, hygienická zařízení atd.) se navrhuje v projektu. Podobně je tomu je u domovních komunikací a dalších společných prostorů.					

Obrázek 3 Nejnižší požadované hodnoty udržované osvětlenosti [5]

1.2.2 Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody se zřizují pro připojení elektrických spotřebičů s vidlicí. Na zásuvkový obvod lze pevně připojit jednoúčelové spotřebiče pro krátkodobé použití do 2000 VA. Zásuvky se umísťují tak, aby byl ochranný kolík, připojený na ochranný vodič, umístěn nahore. Na pravou dutinku, při pohledu zepředu, se doporučuje připojit nulový vodič. Na jeden zásuvkový obvod lze připojit až deset vývodů (dvojjzásuvka a vícenásobná zásuvka se uvažuje jako jeden vývod). Celkový instalovaný příkon v obvodu nesmí přesáhnout 3680 VA při jistištění 16 A (2300 VA při 10 A). Pro jednofázové spotřebiče s o příkonu více než 2000 VA se zřizují samostatné zásuvkové obvody. Pevně připojené spotřebiče do příkonu 2000 VA (ventilátor, digestoř) nevyžadující jistištění lze připojit na společný obvod s jiným zařízením.

U trojfázových zásuvek lze na jeden obvod připojovat více zásuvek, ale se stejnou jmenovitou hodnotou proudu. Trojfázové spotřebiče mohou být umístěny na jeden obvod do celkového výkonu 15 kVA.

Zásuvkové obvody do 20A musí být chráněny proudovým chráničem s vybavovacím residuálním proudem 30 mA. Toto opatření se vztahuje i na trojfázové zásuvky se jmenovitým proudem do 32 A. [1]

1.2.3 Dimenzování silových obvodů

Jednofázové obvody se musí připojit na jednotlivé fáze tak, aby všechny fáze přívodního vedení byly zatíženy co nejvíce rovnoměrně. Vedení za elektroměrem se provádí tak, aby nebylo překročeno dovolené zatížení vodičů.

Průřez vodičů vedení je třeba kontrolovat na povolený úbytek napětí. Úbytky napětí v rozvodu lze rozdělit na jednotlivé úseky:

a) Úbytek napětí v rozvodu mezi přípojkovou skříní a rozvaděčem (rozvodnicí) za měřicím zařízením (elektroměrem), např. bytovou rozvodnicí, nemá přesáhnout:

- u světelného a smíšeného (tj. světelného a jiného než světelného) odběr 2 %
- u odběru jiného než světelného 3 %

b) Úbytek napětí od rozvaděče (rozvodnice) za měřicím zařízením (elektroměrem) ke spotřebičům nemá přesáhnout:

- u světelných vývodů 2 %
- u vývodů pro topidla a vařidla 3 %
- u ostatních vývodů 5 %.

Pokud by při dimenzování vedení s ohledem na ostatní požadavky určující průřezy vedení v některém úseku rozvodu vznikly větší úbytky napětí, než je uvedeno v bodech a) a b), lze to připustit, nesmí se však překročit ve vedení od přípojkové skříně až ke spotřebiči tyto úbytky napětí:

- u vývodů světelných 4 %
- u vývodů pro topidla a vařidla 6 %
- u ostatních vývodů 8 %

Hodnoty úbytku napětí v procentech se počítají ze jmenovitého napětí rozvodné soustavy.

Minimální požadavky na elektrické obvody udává následující tabulka. Hodnoty v závorkách jsou uvedeny, pokud je elektrické zařízení připojeno na samostatný obvod. Další obvody se zřizují dle potřeby.

Pro všechna plánovaná připojení elektrických zařízení nad 2 kW se zřizují samostatné obvody. Pro další prostory, jako jsou půdy, sklepy apod. se zřizují samostatné obvody.

[1]

1.2.4 Elektrické spotřebiče v umývacím a koupelnovém prostoru

Elektrické zařízení v umývacím prostoru se provádí za těchto podmínek:

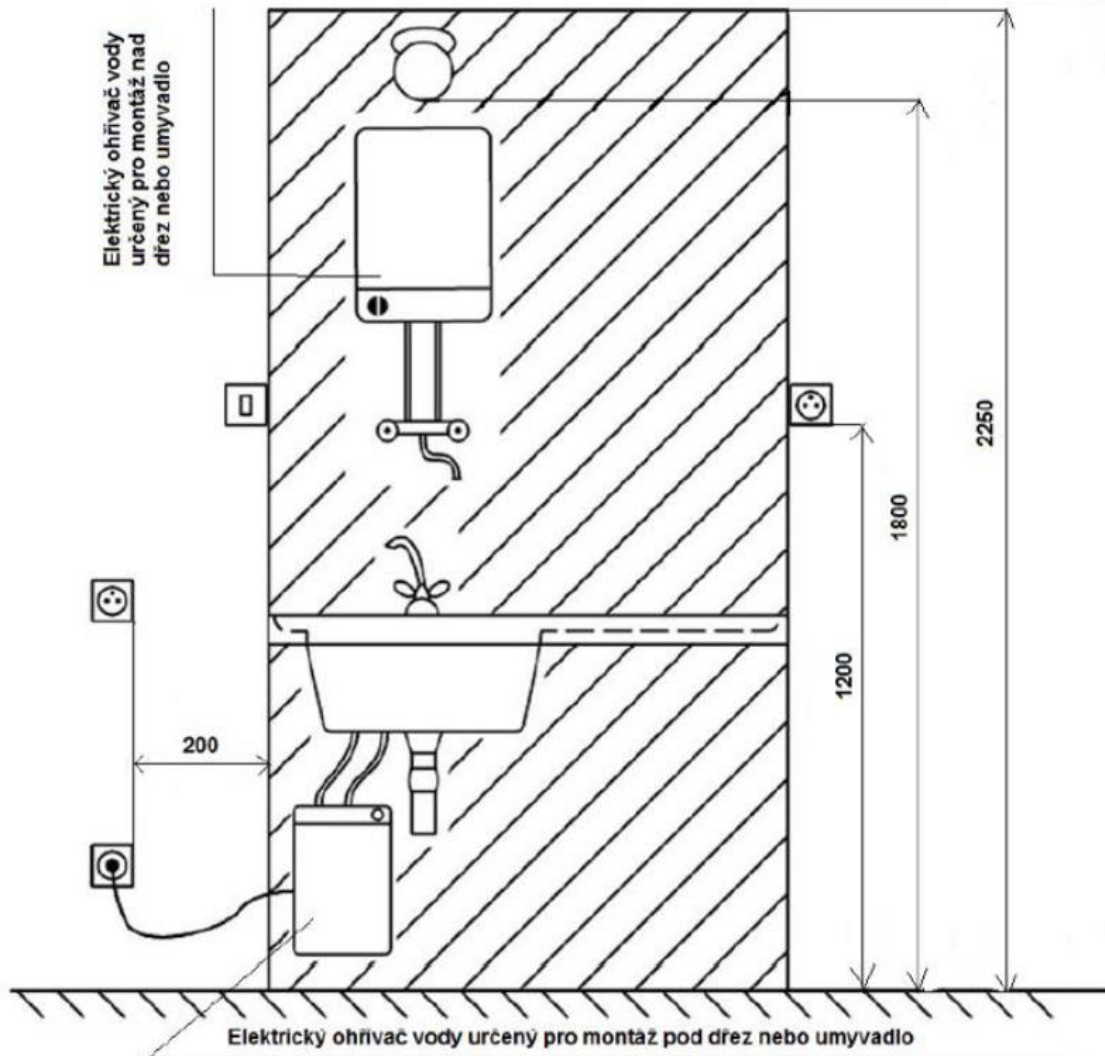
- v umývacím prostoru nesmí být umístěny zásuvky a spínače; jsou-li umístěny ve výši alespoň ve výši 1,2 m nad podlahou, mohou být umístěny těsně u hranice umývacího prostoru; jsou-li umístěny níže, musí být vzdáleny svým nejbližším okrajem alespoň 0,2 m od hranice umývacího prostoru;
- zásuvky a spínače mohou být umístěny v umývacím prostoru pouze tehdy, jsou-li součástí zařízení (zrcadlo, skříňka apod.), bylo na ně výrobcem/dovozcem v souladu se zákonem č. 22/1997 Sb. vydáno ES prohlášení o shodě a v montážním návodu je výslovně uvedeno, že zařízení je určené i do umývacího prostoru;
- krytí elektrických přístrojů a svítidel a provedení instalace musí odpovídat vnějším vlivům v místnosti, ve které je umývací prostor instalován;
- pokud je v umývacím prostoru umístěno svítidlo, pak má být umístěno tak, aby jeho spodní okraj byl alespoň 1,8 m nad podlahou. Světelný zdroj svítidla musí být kryt ochranným sklem a všechny části svítidla, které jsou níže než 2,5 m nad podlahou, musí být z trvanlivého izolantu. Je-li svítidlo umístěno níže než 1,8 m nad podlahou, musí být chráněno před mechanickým poškozením (např. ochranným košem, nárazuvzdorným krytem apod.) a musí být v provedení alespoň IP X1. Spodní okraj svítidla však nesmí být v žádném případě níže než 0,4 m nad horním okrajem umývadla nebo dřezu.

Zásuvky a spínače mohou být umístěny pouze vně umývacího prostoru. Jsou-li umístěny spodním okrajem ve výši alespoň 1,2 m nad podlahou, mohou být umístěny těsně u hranice umývacího prostoru. Jsou-li umístěny níže, musí být vzdáleny svým nejbližším okrajem alespoň 0,2 m od hranice umývacího prostoru. Pro umístění zásuvek u umývacího prostoru platí obrázek 4.

Pokud je umyvadlo (dřez) těsně umístěný v pracovní desce a mezi stěnou a okrajem umyvadla je souvislá deska, pak tato deska ruší umývací prostor pod touto deskou. Jako součást umyvadla se neuvažuje prostor sloužící pro odkládání věcí, i když tvoří s umyvadlem jeden celek. V umývacím prostoru lze instalovat i ostatní zařízení, pokud je toto zařízení určené pro instalaci v umývacím prostoru.

Norma ČSN 33 2000-7-701 ed.2 definuje prostory s vanou nebo sprchou. V prostorách jsou definované zóny, ve kterých je limitováno použití elektrických zařízení. Norma udává použití elektrických zařízení v zónách dle stupně ochrany krytu, definuje umístění spínačů, ovládačů a příslušenství podle vnějších vlivů. V normě se doplňuje použití ochranných opatření elektrickým oddělením a ochrana malým napětím SELV a PELV. Požadavek na doplňkovou ochranu je použití proudového chrániče s vypínacím residuálním proudem nepřesahující 30 mA na všechny elektrické obvody s výjimkou obvodů s ochranou elektrickým oddělením nebo SELV nebo PELV. Uvnitř prostoru je nutné místním doplňujícím pospojováním spojit s ochranným vodičem všechny nechráněné vodivé části a všechny neživé

vodivé části upevněných zařízení. Nejlépe provést doplňující pospojování na vstupu cizích vodivých částí do místnosti. Příkladem cizích vodivých částí jsou: kovové vodovodní potrubí, kovové části vytápění a klimatizace, kovové části plynovodu, přístupné kovové stavební prvky. [6]



Obrázek 4 Umývací prostor [1]

1.3 Rozvody elektronických komunikací v budovách občanské výstavby

Z bezpečnostních důvodů mají být byty vybavovány dorozumívacím a otevíracím zařízením. Základní zařízení elektronických komunikací tvoří:

- domácí telefon nebo videotelefon s možností dálkového ovládní elektrického zámku u vstupních dveří do objektu;
- zvonek s ovládním od vstupních dveří do bytu;

- rozvody umožňující distribuci základních služeb hlasových, datových a audiovizuálních služeb včetně doplňkových služeb (telefon, internet, rozhlas, video, TV a další). [1]

Pro rodinný dům jsou uvedené technologie pouze doporučené.

1.3.1 Strukturovaná kabeláž

Vznik strukturované kabeláže se datuje do 80. let minulého století, kdy vznikl požadavek na decentralizaci pracovišť výpočetní techniky. Různá řešení různých výrobců měla za následek nekompatibilitu síťového hardware. Na začátku 90. let byl zadán požadavek na sjednocení systému a na základě telefonních rozvodů vznikl systém strukturované kabeláže. Jako hlavní přenosové médium se využíval kroucený metalický pár vodičů. Strukturovaná kabeláž představuje univerzální rozvod pro přenos signálů. Po instalaci kabeláže se uživatel může rozhodnout co k zásuvce připojit (počítač, tiskárna, telefon, IP kamera). V domovních instalacích je strukturovaná kabeláž univerzální telekomunikační kabelážní systém schopen podporovat široký rozsah aplikací.

Jako přenosové médium se využívá kabel s metalickými kroucenými páry vodičů, které jsou po své délce do sebe pravidelně krouceny. Kroucením se zlepšují elektrické vlastnosti kabelu a minimalizují se přeslechy mezi páry. Kroucením je omezeno elektromagnetické rušení okolí. [7]



Obrázek 5 kabel s kroucenými páry [7]

Během instalace je potřeba dodržet postupy definované v ČSN EN 50174-2 pro správnou funkčnost po dobu životnosti kabeláže. Při instalaci kabeláže je potřeba dodržet několik omezení:

- minimální poloměr ohybu než specifikovaná u daného výrobku
- použití vnitřních a venkovních kabelů
- nesmí se připustit síly způsobující otláčení
- nesmí se překročit tahové napětí
- zatahovat co nejkratší úseky kabelů
- kabel táhnout maximálně přes dva 90° ohyby
- kabel táhnout na max délku 25 m

- při zaseknutí v chráničce kabelem nikdy netrhat
- nepřetěžovat kabelové trasy
- fyzická délka kanálu nesmí překročit 100 m
- fyzická délka horizontálního kabelu nesmí překročit 90 m
- délka přípojovacích kabelů na pracovišti nesmí překročit 20 m
- délka propojovacích kabelů nesmí překročit 5 m

K zamezení elektromagnetického rušení je třeba dodržet:

- neinstalování kabelů blízko zdrojů rušení
- v otevřeném žlabu dodržet vzdálenost od zářivek 130 mm
- křížení kabelů provést pod úhlem 90°
- stíněný kabel do 35 m nevyžaduje oddělení od silových vedení
- nad 35 m vyžadováno oddělení po celé délce kromě posledních 15 m připojených k zásuvce

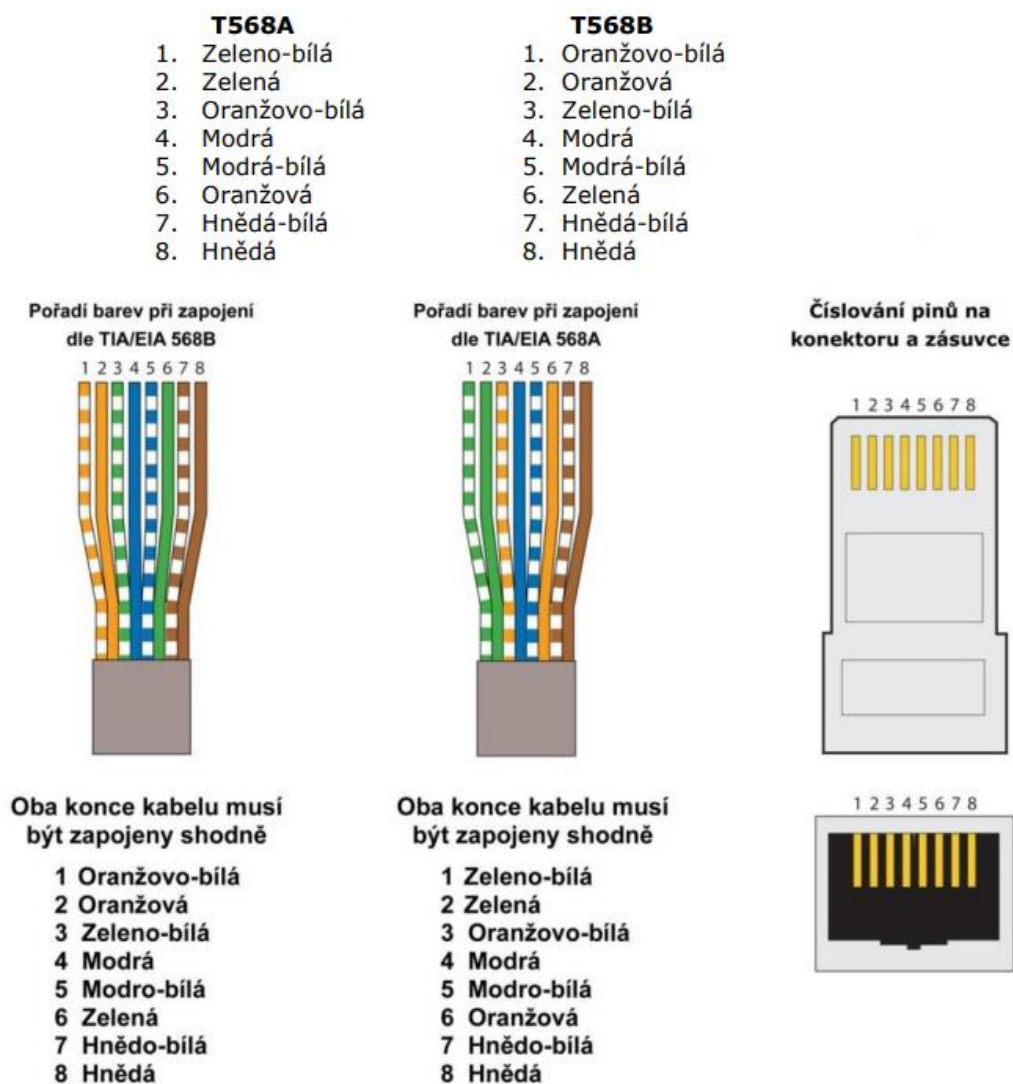
Tabulka 1 minimální odstupy souběhu vedení [8]

Typ instalace	Bez děliče nebo s nekovovým děličem	Hliníkový dělič	Ocelový dělič
Nestíněný napájecí kabel a nestíněný datový kabel	200 mm	100 mm	50 mm
Nestíněný napájecí kabel a stíněný datový kabel	50 mm	20 mm	5 mm
Stíněný napájecí kabel a nestíněný datový kabel	30 mm	10 mm	2 mm
Stíněný napájecí kabel a stíněný datový kabel	0 mm	0 mm	0 mm

Horizontální kabeláž je ukončena na straně telekomunikačního vývodu datovou zásuvkou. Rozeznáváme tři typy zásuvek – neosazené, osazené, stíněné, nestíněné, povrchové, zápusťné.

- Při zapojení datové zásuvky je nutné minimalizovat délku rozplení vodičů od zapojení do svorkovnice (13 mm). Je nutné dodržet barevné značení, které je na zásuvce uvedeno.
- V rámci zapojení kabelu jsou rozlišovány dva typy zapojení dle TIA/EIA T568A a T568B. Zvolené zapojení je nutné dodržet v celé instalaci.

Datový rozváděč představuje v systému rozvodný uzel. Rozměry racku jsou značeny v ustálené šířce rozváděče určenou pro umístění vnitřního vybavení. Výška rozváděče se udává v montážních jednotkách (1 U=44,5 mm). Rozlišujeme dva typy racků – nástěnné a stojanové. Základním vybavením rozváděče je přepojovací patch panel, ve kterém jsou ukončena vedení od datových zásuvek. Pomocí propojovacího kabelu se zásuvka spojí s datovou sítí. Zpravidla se jedná o připojení ke switchi a napojení na internetový signál. Datový rozváděč musí být uzemněn a v případě instalace stíněného vedení se uzemní stínění v jednom společném zemnicím bodu. V datových zásuvkách se stínění neuzemňuje. [7]



Obrázek 6 Zapojení kabeláže dle standartu TIA/EIA [7]

1.3.1 TV rozvody

Pro příjem TV signálu na více televizních zařízení se používá společná televizní anténa (STA). Mezi nejvhodnější varianty řešení příjmu digitálního signálu patří:

- přímý rozvod digitálních kanálů v pásmu UHF
- kmitočtová konverze z UHF do VHF
- převod z DVB-T na kanál PAL
- převod DVB-T do standartu kabelové televize DVB-C

Rozvod STA začíná na přijímači televizního signálu umístěných na střechách objektu v chráněném prostoru jímací soustavy. Přijímaný signál je veden do objektu koaxiálním kabelem opatřeného v blízkosti vstupu do objektu přepětovou ochranou dle ČSN EN 62305-3 ed.2. Signál je veden koaxiálním vedením do rozbočovače, ze které jsou hvězdicovitě připojeny účastnické zásuvky STA. Koaxiální kabel je tvořen dvěma koaxiálními vodiči (nesymetrický kabel). Jmenovitá impedance kanálů je 75

Ω , dosaženou vhodným výběrem součástí kabeláže. Vložný útlum kanálu musí být splněn dle tabulky 40 uvedené v normě ČSN EN 50173-1 ed.4. [9]

1.3.2 EZS

Elektronická zabezpečovací signalizace (EZS) nebo poplachové zabezpečovací a tísňové systémy (PZTS) slouží k ochraně objektu před vnikem cizích osob do střeženého objektu. EZS se skládá z několika prvků, které mezi sebou komunikují. Jedná se o centrálu EZS, která komunikuje se všemi detektory narušení a sirénami pro signalizaci narušení objektu. EZS je ovládaná prostřednictvím klávesnice, která komunikuje s centrálou. Elektronické zabezpečovací systémy se se rozdělují na 4 stupně dle rizika:

stupeň zabezpečení 1 pro nízké riziko

stupeň zabezpečení 2 pro nízké až střední riziko

stupeň zabezpečení 3 pro střední až vysoké riziko

stupeň zabezpečení 4 pro vysoké riziko [10]

Rodinné domy a byty lze zařadit do 1. a 2. stupně. Do 3. stupně lze zařadit například zlatnictví a do čtvrtého stupně strategicky důležitá místa – např. tiskárny cenin. Systém určitého stupně musí být realizován z certifikovaných systémů daného stupně (nebo vyšší), konfigurace prvků musí odpovídat požadavkům stupně zabezpečení. [11] Pro hlídání stavu monitorovaného prostředí využívá detektory a jejich stav vyhodnocuje ústředna. Detektory se dělí na pohybové a plášťové. EZS lze doplnit o požární detektory. Zabezpečovací ústřednu lze využít k ovládání dalších zařízení v souvislosti s automatizací instalace v objektu. Instalace kabeláže pro systémy EZS se musí instalovat tak, aby nebyly přístupné bez použití přístrojů. Výběr kabelu je volen s ohledem na navrhovaný systém. Obecně je vhodné provést sběrníkovou kabeláž uloženou pod omítku do chrániček s min. průřezem jádra $0,22 \text{ mm}^2$ s ohledem na možnou budoucí změnu ústředny nebo programu ústředny. Dle normy je při souběhu do 5 m dán minimální odstup od silového vedení 30 mm, u delšího souběhu je požadován odstup 100 mm. [12]

1.3.3 EPS

Elektronická požární signalizace (EPS) slouží pro včasnou detekci a signalizaci požáru. Signály z hlásičů požáru jsou přijímána a vyhodnocována ústřednou EPS. Rodinný dům musí být vybaven zařízením autonomní detekce a signalizací. Zařízení musí být umístěno v části vedoucí k východu z objektu. U rodinných domů přesahující podlahovou plochu přes 150 m^2 musí být autonomní detekce a signalizace umístěna v další vhodné části bytu (např. poblíž kuchyně a obývacího pokoje). [13]

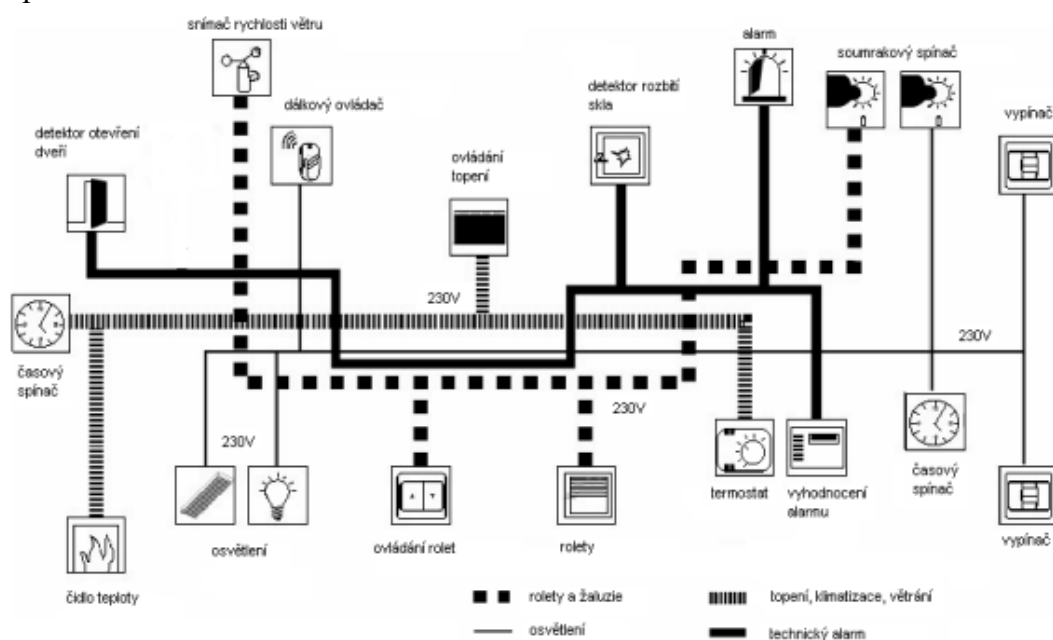
1.3.4 Elektrický vrátný

Pro ohlášení příchodu návštěvníku slouží venkovní jednotka elektrického vrátného, která zprostředkovává komunikaci s vnitřní jednotkou. Dorozumívací zařízení bývá doplněno o elektricky ovládaný zámek, které dálkově umožní otevření vstupních dveří pro přístup

ohlášené osoby. Instalace kabeláže je určena výrobcem komponentů. Obecně lze uvažovat propojení jednotek kabelem UTP cat.6 pro vzdálenosti jednotek do 20 m. Pro vyšší vzdálenosti se využívá jiných kabelů s kroucenými páry s vyšším průřezem, případně s vyšším počtem párů pro případné zdvojení párů.

1.4 Klasická instalace

Klasická instalace je určena především pro pevné spotřebičové a světelné obvody. Ovládání spotřebičů je realizované na stejné napětové úrovni jako provozní napětí spotřebičů. Funkce ovládacích prvků je pevně daná zapojením ovládačů mezi sebou a zapojení se spotřebičem. Výhodou klasické elektroinstalace je vhodné užití pro ovládání jednotlivých obvodů v místnostech s jedním nebo dvěma místy ovládání obvodu. Výhodou takového zapojení je výsledná cena instalace a absence využití elektronických ovládacích obvodů. Mezi výhodou klasické elektroinstalace patří také větší výběr z realizačních firem elektroinstalace. Velkou nevýhodou klasické instalace je při změně funkcí ovládání. Při každé změně je nutné realizovat nové zapojení ovládačů se spotřebičem. Tyto změny jsou pracovně náročné pro změnu instalace. Se zvyšujícími se požadavky na ovládání spotřebičových obvodů rostou i instalační náklady vlivem vysokého počtu instalace kabelů. Při vyšší potřebě komunikace mezi systémy může dojít k nepřehlednosti celé instalace.

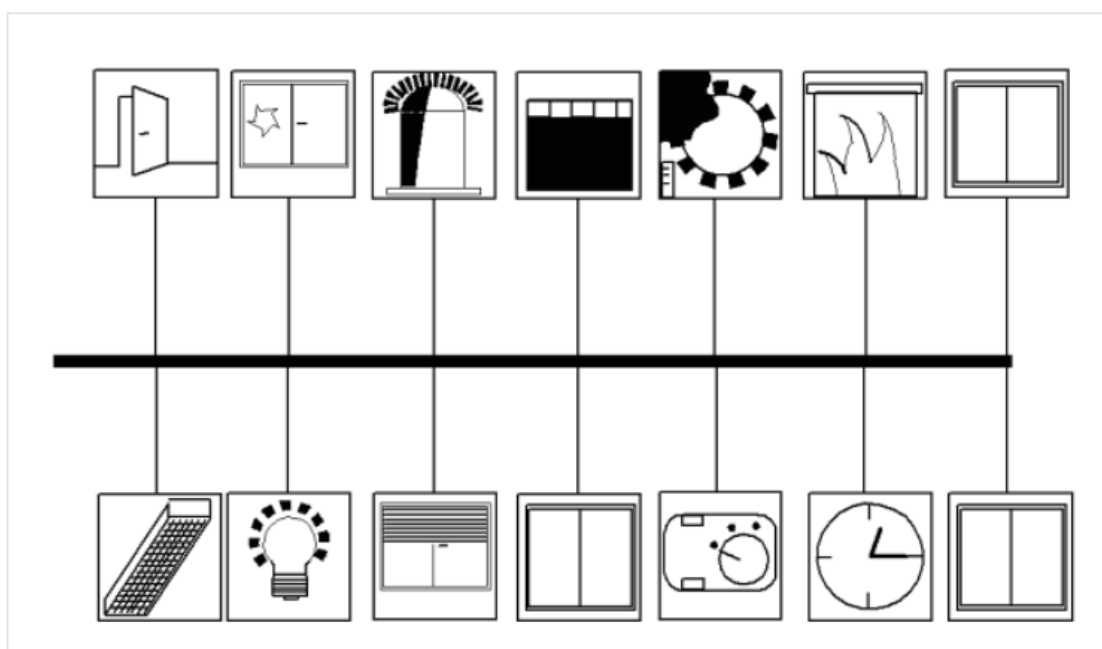


Obrázek 7 Klasická instalace [14]

1.5 Sběrníková instalace

Sběrníková instalace vychází ze zapojení ovládacích prvků na sběrnici. Ovládací napětí je provozované na malé úrovni. Funkce tlačítka je daná naprogramováním a přiřazením

funkce v centrálním počítači. Spínání jednotlivých obvodů je řešeno centrálně z rozváděče prvky instalace zvaných aktory. Spínání může být řešeno také decentrálně s využitím aktorů připojených silovým vedením a sběrnici. Sběrníková instalace je vhodná pro instalace s vysokým požadavkem na technologii řízení procesů. Sloučením systému technologií do jednoho ovládacího systému se zvyšuje úroveň komfortu uživatele. Nevýhodou inteligentních instalací je vysoká pořizovací cena vzhledem ke klasické instalaci. Malým výběrem z realizačních firem rostou i náklady na zprovoznění a instalaci systému. Samotné zapojení komponentů je přitom jednodušší než u klasické elektroinstalace.



Obrázek 8 Sběrníková instalace [14]

2. OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Úraz elektrickým proudem je definován jako fyziologický účinek vyplývající z průchodu elektrického proudu protékajícího lidským tělem nebo tělem zvířete. Při obvyklém používání elektrických zařízení musí být chráněni osoby a hospodářská zvířata před nebezpečnými účinky elektrického proudu.

Nebezpečné živé části nesmí být přístupné a přístupné vodivé části nesmí být nebezpečně živé ani:

- za normálních podmínek
- za podmínek jedné poruchy

2.1 Základní ochrana

Při dodržení pravidla ochrany před úrazem elektrickým proudem za normálních podmínek je nezbytné provést opatření odpovídající základní ochraně. Základní ochrana je tvořena pomocí jednoho nebo více prostředků bránících nebezpečnému dotyku živých částí.

2.1.1 Základní izolace

Základní izolace brání dotyku s nebezpečnými živými částmi. Izolované části musí být plně pokryty izolací, která je odstranitelnou pouze jejím zničením. Izolace musí odolávat namáhání, kterému je vystavena při běžném provozu zařízení, jedná se o mechanické, chemické, tepelné a elektrické namáhání.

2.1.2 Ochranné přepážky nebo kryty

Přepážky a kryty jsou součástí EZ a brání dotyku s živými částmi elektrického zařízení. Živé části musí být uvnitř krytů nebo za přepážkami zajišťujícími stupeň ochrany alespoň IPXXB nebo IP2X, odstranění přepážek nebo krytů možné za použití nástroje nebo po odpojení nebezpečných živých částí od napájení.

2.1.3 Zábrany

Pouze v prostorách, kde se pohybují osoby znalé nebo poučené

2.1.4 Ochrana polohou (umístění mimo dosah)

Pro zabránění nahodilému současnému dotyku živých částí

2.1.5 Omezení napětí

Základní ochrana je splněna pokud:

- dotykové napětí nepřekračuje 25 V střídavého a 60 V stejnosměrného napětí v suchých prostorech
- dotykové napětí nepřekračuje 6 V střídavého a 15 V stejnosměrného napětí ve všech ostatních případech

Napájení zdrojů ekvivalentní bezpečnostní úrovni SELV a PELV:

- bezpečnostním ochranným transformátorem
- proudovým zdrojem zajišťující rovnocenný stupeň bezpečnosti jako bezpečnostní ochranný transformátor
- elektrochemický zdroj

2.1.6 Omezení ustáleného dotykového proudu a energie

Tato ochrana zajišťuje, aby byl proud protékající osobami nebo zvířaty omezen na hodnotu, která nemůže být nebezpečná nebo citelná.

Pro dotykový proud se uvažují hodnoty:

- nepřekračuje mez vnímání, 0,5 mA střídavého proudu a 3,5 mA stejnosměrného proudu
- nepřekračuje mez bolesti 3,5 mA pro střídavý a 10 mA pro stejnosměrný proud

Pro uloženou energii, která je uložena mezi vodivými částmi současně přístupných dotyku navrhuji hodnoty:

- 0,5 mJ odpovídá mezi bolesti
- 5 μ J odpovídá mezi vnímání [15]

2.2 Ochrana při poruše

Prostředky ochrany při poruše chrání před nebezpečným dotykem živých částí za podmínek jedné poruchy. Ochrana při poruše musí být tvořena jedním nebo více prvky ochrany při poruše, které nezávisí na základní ochraně. Tuto ochranu lze provést zabráněním či omezením průchodu proudu tělem osoby či zvířete nebo automatickým odpojením od zdroje.

2.2.1 Přídavná izolace

Přídavná izolace se doplňuje k základní izolaci a zajišťuje izolaci živých částí při poruše. Přídavná izolace musí být dimenzována na stejné namáhání jako základní izolace.

2.2.2 Ochranné pospojování

Ochranné pospojování je prostředek, u něhož jsou předměty navzájem spojeny, aby se zabránilo nebezpečným dotykovým napětím. Systém ochrany musí být kombinací alespoň dvou těchto prvků:

- Prostředků pro ochranné pospojování uvnitř zařízení

- Uzemněného nebo neuzemněného pospojování v instalaci
- Ochranného vodiče (PE)
- Vodiče PEN, PEL nebo PEM
- Ochranného stínění
- Uzemněného bodu zdroje nebo umělého nulového bodu
- Zemniče (včetně zemničů pro řízení potenciálu)
- Uzemňovací přívod
- Přístupné vodivé části, na které se může v případě poruchy základní ochrany nebezpečné dotykové napětí musí být spojeny s uzemňovací soustavou. Soustava ochranného pospojování musí mít dostatečně nízkou impedanci, aby se zabránilo rozdílu potenciálů mezi vodivými částmi v případě poruchy izolace.

2.2.3 Ochranné stínění

Ochranné stínění je tvořeno vodivým stíněním vloženým mezi nebezpečné živé části instalace, sítě nebo zařízení a část, která má být chráněna. Ochranné stínění musí:

- Být připojeno k systému ochranného pospojování instalace
- Vyhovovat požadavkům pro prvky systému ochranného pospojování.

2.2.4 Automatickým oddělením od zdroje

Pro automatické oddělení od zdroje:

- Musí být zavedena soustava ochranného pospojování
- Ochranný přístroj uváděný do činnosti poruchovým proudem v případě poruchy základní izolace musí odpojovat jeden nebo více vodičů vedení napájecího zařízení, sítě nebo instalaci

2.2.5 Jednoduché oddělení (obvodů)

Jednoduchého oddělení obvodu od ostatních obvodů nebo země musí být dosaženo základní izolací odpovídající nejvyšší hodnotě vyskytujícího se napětí.

2.2.6 Nevodivé okolí

V okolí neživých částí musí být impedance proti zemi alespoň 50 k Ω , jestliže napětí sítě nepřekračuje 500 V střídavé nebo stejnosměrné hodnoty.

2.2.7 Řízení potenciálu

Řízení potenciálu se může použít při instalaci doplňujících zemničů k tomu, aby se snížilo dotykové a krokové napětí, které vznikne při poruše. [15]

2.3 Prostředky zvýšené ochrany

Prostředky zvýšené ochrany musí zajišťovat jak základní ochranu, tak ochranu při poruše

2.4 Doplnková ochrana

2.4.1 Doplnková ochrana proudovým chráničem

V případě nízkého napětí se jako prostředek doplňkové ochrany uplatňuje proudový chránič s vybavovacím reziduálním proudem 30 mA, kdy je zajištěna základní ochrana a ochrana při poruše. Toto opatření se uznává jako doplňková ochrana v případě poruchy prostředku základní ochrany, prostředku ochrany při poruše nebo při nedbalosti uživatelů elektrického zařízení. Přístroje pro doplňkovou ochranu musí odpojit živé vodiče tak, aby byla zajištěna dostatečná vzdálenost.

2.4.2 Doplnková ochrana doplňujícím ochranným pospojováním

Doplňková ochrana doplňujícím pospojováním je prostředek, s jehož pomocí se vyruší nebezpečné dotykové napětí mezi neživými vodivými předměty jejich vzájemným pospojením. Doplnující ochranné pospojování se uplatňuje jako prostředek doplňkové ochrany, kdy je zajištěna základní ochrana a ochrana při poruše je zajištěna ochranným uzemněním, ochranným pospojováním a automatickým odpojením od zdroje. Toto opatření pomáhá předejít nebezpečnému dotykovému napětí mezi neživými a cizími vodivými částmi, jichž je možno se současně dotknout. [15]

3. ANALÝZA RIZIK

Atmosférickými jevy, které neumíme nijak ovlivnit, dochází ke vzniku blesku. Blesk je atmosférický výboj, který dosahuje vysokých teplot. Při úderu blesku do země nebo objektu se zemí spojeného dochází k průchodu proudu od místa úderu do země. Tento proud dosahuje vysokých hodnot (až stovky kA), v okolí proudovodné dráhy dochází ke vzniku elektromagnetického pole a zahřívání částí v blízkosti proudovodných cest. Vzniklé elektromagnetické pole vyvolá napětí ve smyčce a uzavřenou smyčkou proudí i proud. Toto je nebezpečné pro vznik přepětí v elektrických vedení. Projeví se také dynamické účinky vyvolané průchozím proudem. Jedná se o teplotní rozpínání a dynamické mechanické síly. Tyto údery a jejich účinky jsou však nebezpečné pro lidi i pro stavby a jejich vybavení. Vzhledem k tomu, že vzniku výboje nemůžeme zabránit, musíme minimalizovat možnost vzniku škody. Zavedením ochranných opatření dojde k ochraně před bleskem s určitým rizikem pravděpodobné roční ztráty.

Úder blesku do stavby je nebezpečný z hlediska:

- Úrazu živých bytostí uvnitř stavby
- Poškození samotné stavby nebo jejího obsahu
- Poškození elektrických a elektronických zařízení stavby

Podle místa úderu blesku rozlišujeme:

- Úder do stavby
- Úder v blízkosti stavby nebo do připojeného vedení ke stavbě, případně jejího okolí

Pro snížení vzniklých ztrát účinky blesku se instalují ochranná opatření. Potřeba použití ochrany je stanovena ohodnocením rizika:

- Počet úderů blesků za rok ovlivňující stavbu
- Pravděpodobnost poškození úderem blesku
- Rozsah následných škod [16]

3.1 Typy škod

Dle typu stavby můžeme předpovídat vznik škod. Pro ocenění rizika uvažujeme tyto základní typy škod:

- D1 Úrazy elektrickým proudem živých bytostí
- D2 Hmotná škoda
- D3 porucha elektrických nebo elektronických systémů

Typ škod lze omezit na určité části budovy. [16]

3.2 Typy ztrát

Každá škoda může vyvolat ztráty, buď osamoceně, nebo v kombinaci. Typy ztrát závisí na vlastnostech budovy. Rozeznáváme tyto druhy ztrát:

- L1 Ztráty na lidských životech (včetně poranění)
- L2 Ztráty na veřejných službách
- L3 Ztráty na kulturním dědictví
- L4 Ekonomické ztráty [16]

3.3 Riziko

Riziko je hodnota, která ukazuje pravděpodobnou průměrnou roční ztrátu. Pro každý typ ztrát se určuje riziko.

- R_1 Riziko ztrát na lidském životě (včetně zranění)
- R_2 Riziko ztrát na veřejných službách
- R_3 Riziko ztrát na kulturním dědictví
- R_4 Riziko ekonomických ztrát

Každé riziko má své dílčí rizika dle vzniku a typu škody. Riziko je tvořeno součtem těchto dílčích rizik.

- R_A – Riziko úrazu živých bytostí způsobenému elektrickým proudem
- R_B – Riziko hmotné škody způsobené jiskřením uvnitř stavby
- R_C – Riziko poruchy elektronických systémů způsobené elektromagnetickým impulsem vyvolaného bleskem (LEMP)
- R_M – Riziko poruchy vnitřních systémů způsobených LEMP
- R_U – Riziko úrazu živých bytostí způsobenému dotykovým a krokovým napětím uvnitř stavby
- R_V – Riziko hmotné škody způsobené bleskovým proudem přeneseným přes vedení
- R_W – Riziko poruchy vnitřních systému způsobené přepětími indukovanými na vstupních vedení přímým úderem a přenesených do stavby
- R_Z – **Riziko** poruchy vnitřních systému způsobené přepětími indukovanými na vstupních vedení úderem v jejich blízkosti a přenesených do stavby [16]

3.4 Řízení rizika

Pro výpočet rizika pro danou stavbu musí být užito následujícího postupu:

- Identifikace chráněné stavby a její charakteristiky
- Určení všech typů ztrát ve stavbě a příslušných odpovídajících rizik R_1 až R_4
- Stanovení rizika pro každý typ ztrát R_1 až R_4

- Ocenění potřeby ochrany, porovnáním rizika R1, R2 a R3 pro stavbu s přípustným rizikem R_T
- Ocenění efektivnosti nákladů na ochranu s porovnáním na celkové ztráty s ochrannými zařízeními a bez nich.

Kde uvažovaná stavba pro řízení rizika zahrnuje tyto části stavby:

- Vlastní stavba
- Instalace na stavbě
- Obsah stavby
- Osoby ve stavbě nebo až 3 m od vnějšku stavby dle zón
- Prostředí ovlivněné poškozením stavby [16]

Tabulka 2 Typické hodnoty přípustného rizika [16]

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

Postup pro ocenění ochrany:

- Určení součástí R_x , které tvoří dané riziko
- Výpočet určených součástí rizika R_x
- Výpočet celkového rizika R
- Určení přípustného rizika R_T
- Porovnání vypočteného rizika R a určeného rizika R_T

$R_T \geq R$ ochrana před bleskem není nutná

$R_T < R$ musí být provedena ochrana před bleskem pro snížení rizika R

Zjistit potřebu ochrany před bleskem a zhodnotit náklady instalace ochrany proti ekonomickým ztrátám L_4

Pro každý typ ztrát existuje řada ochranných opatření. Výběr ochranných opatření se volí dle technických a ekonomických hledisek. Proto musí být určeny kritické parametry, aby bylo možné navrhnout účinnější opatření.

Každé dílčí riziko lze vypočítat dle obecné rovnice:

$$R_x = N_x \cdot P_x \cdot L_x , \quad (3.1)$$

Kde je:

N_x počet nebezpečných událostí za rok

P_x pravděpodobnost poškození stavby

L_x následné ztráty

Uvedené parametry jsou uvedeny v ČSN 62305, přílohách A-C

Zs (zóna stavby) je zóna stavby, ve které převládá jeden soubor parametrů pro ocenění rizik. Stavba může být rozdělena dle těchto parametrů tak, aby v každé zóně byly pouze charakteristické parametry. Stavba do těchto zón nemusí být rozdělena a může být uvažována jako jediná zóna. Při stanovení rizika škod po úderu blesku do vedení nebo v jejich blízkosti, může být vedení rozděleno do sekcí nebo považováno za sekci jedinou. Při definování stavby jako jedna zóna, jsou počítány součásti rizika R a riziko je součet všech součástí rizika RX. Takové definování může být nákladné, protože přijaté ochranné zařízení musí být rozšířené na celou stavbu a stát se tak ekonomicky nákladným. Po stanovení použití ochrany pro snížení rizik R₁, R₂, R₃ je vhodné zvážit použití ochranných opatření na snížení rizika ekonomických ztrát. Určení rizika R₄, se musí stanovit z položek pro:

- Celé stavby
- Části stavby
- Vnitřní instalace
- Části vnitřní instalace
- Kusu zařízení
- Obsahu stavby [16]

4. SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM

Systém ochrany před bleskem je soubor opatření, které snižují riziko škod způsobených úderem blesku do stavby nebo v její blízkosti. Parametry pro návrh systému jsou dány charakteristickými vlastnostmi stavby a uvažovanou hladinou ochrany před bleskem zvolenou dle výpočtu rizik.

4.1 Názvosloví

LPS – systém ochrany před bleskem

Třída LPS – třída spolehlivosti (kvality)

Hladina LPL – hladina ochrany před bleskem

LPZ – zóna ochrany před bleskem

Dostatečná vzdálenost s – vzdálenost vnějšího LPS od vodivých částí stavby

Izolační rozhraní – zařízení, která jsou schopná snížit přepětí v síti

SPD typ 1 – svodič bleskových proudů

SPD typ 2 a 3 – svodič přepětí

LEMP – elektromagnetický impulz vyvolaný bleskem

SEMP – elektromagnetický impulz vyvolaný spínáním

SPM – ochranná opatření pro vnitřní systémy ochrany před elektromagnetickým impulzem vyvolaným bleskem.

4.2 Vnější ochrana před bleskem

Při úderu blesku do stavby má za úkol zachytit úder blesku a svést výbojový proud do země, aby byly minimalizované škody přímým úderem blesku do stavby vlivem zajiskření a vzniku tepelných nebo mechanických škod. Pravděpodobnost vniku blesku do stavby se sníží návrhem jímací soustavy.

4.2.1 Typ hromosvodu

Izolovaný (oddálený) hromosvod svádí blesk přímo do země, aniž by pronikl do stavby. Realizace takového hromosvodu je náročná a často neestetická, spočívá v instalaci samostatných stožárů vedle chráněného objektu a mezi stožáry se natáhnou zemnicí závěsná lana, která chrání objekt umístěný pod lany. Hromosvod upevněný na stavbě se provádí ve dvou variantách a to tak, že je elektricky izolovaný od stavby nebo spojený s vodivými částmi stavby. Elektricky izolovaný hromosvod je spojen s vodivými částmi stavby jen na úrovni terénu a od střechy až po zem je dodržena izolační vzdálenost s mezi hromosvodem a vodivými částmi stavby. Výhodou hromosvodu spojeného se stavbou je jednoduché provedení a využití vodivých konstrukcí stavby jako jímačů a svodů. Vzhledem k možnému vyššímu průniku dílčích bleskových proudů je nutná instalace masivnější ochrana proti přepětí na vstupu vedení do objektu. [17]

4.2.2 Jímací soustava

Jímací soustava musí bez následků zachytit blesk. Musí být dostatečně masivní a musí být umístěna tak, aby blesk neuhodil do částí, které mají být chráněny. Neoddálená jímací soustava může být instalována přímo na nehořlavém podkladu, ve vzdálenosti 0,15m od hořlavého podkladu. Lehce hořlavé materiály nesmí být v přímém kontaktu s hromosvodem. Jímací soustavu může být vytvořena tyčí, podélným vedením, zavěšením lan mřížovou sítí. Jímací soustava se ověřuje metodou valivé koule, ochranného úhlu nebo metodou mřížové sítě. [17]

4.2.3 Svody

Pro snížení pravděpodobnosti způsobených škod je nutné umístit svody bleskového proudu tak, aby bylo zajištěno více paralelních cest a byla tak dráha proudu nejkratší možná. Pro izolovaný oddálený LPS a pokud je jímací soustava tvořena z jímacích tyčí umístěných na stožárech, které nejsou elektricky spojeny se zemí je nutno instalovat svod na každý takový stožár. Stožáry elektricky spojené se zemí nepotřebují svody. Pokud jímací soustavu tvoří dráty (lana) zavěšené mezi konstrukcí, je nutné umístit na každou konstrukci jeden svod. Pokud je jímací soustava tvořena sítí, umísťují se svody na konstrukci určenou k uchycení lana nebo drátu. Pro neizolované (neoddálené) svody je nutné využít minimálně dvou svodů. Svody by měly být umístěny po obvodu budovy v pravidelných rozestupech. Svod by měl být umístěn na každém nechráněném rohu budovy. [18]

Tabulka 3 Obvyklé vzdálenosti mezi svody [18]

Třída LPS	Obvyklé vzdálenosti m
I	10
II	10
III	15
IV	20

Svody jsou dráhou pro svod bleskového proudu a je nutné je provést tak, aby bylo vytvořené co nejkratší spojení mezi jímací soustavou a zemí. Musí být zabráněno v tvoření instalačních smyček. Jako svody lze využít také náhodně součásti stavby, které tvoří její konstrukci. Na každém strojeném svodu musí být umístěny měřicí svorky na připojení svodu k zemnicí soustavě.

4.2.4 Uzemňovací soustava

Pro uzemňovací soustavu je doporučen nízký zemní odpor do 10Ω , měřeného při nízkých kmitočtech. Důležitým kritériem je vhodný tvar a rozměry tak, aby byl bleskový proud

rozdělen do země a zmenšena tak nebezpečná přepětí.

Uspořádání uzemnění:

- Typ A skládá se z vodorovných nebo svislých zemničů umístěných vně stavby
- Typ B je uložen po obvodu vně budovy, nebo je tvořen základovým zemničem, který tvoří uzavřenou smyčku. [18]

4.3 Vnitřní ochrana před bleskem

Vnitřní systém ochrany před bleskem chrání před vznikem jiskření uvnitř stavby, které může způsobit průchod bleskového proudu. Nebezpečné jiskření může vzniknout mezi kovovými instalacemi, vnitřními systémy, vnějšími vodivými částmi a vedením připojeným ke stavbě.

4.3.1 Ekvipotenciální pospojování proti blesku

Brání vzniku jiskření vyrovnáním potenciálů spojením LPS s kovovými instalacemi, vnitřními systémy, vnějšími vodivými částmi a vedením připojených ke stavbě. Vzájemné propojení může být realizované vodiči pospojování (pokud není dosažené náhodnými spoji), instalací přepět'ové ochrany nebo ochranného jiskřiště (pokud nemůže být provedené přímé připojení). [18]

Tabulka 4 Minimální průřezy vodičů spojující různé přípojnice pospojování [18]

Třída LPS	Materiál	Průřez mm ²
I až IV	Měď	16
	Hliník	25
	Ocel	50

Tabulka 5 Minimální průřezy vodičů spojující vnitřní kovové instalace k přípojnicí pospojování [18]

Třída LPS	Materiál	Průřez mm ²
I až IV	Měď	6
	Hliník	10
	Ocel	16

4.3.2 Elektrická izolace vnějšího LPS

Elektrické izolace mezi vnějším LPS a vnitřními kovovými částmi, vnitřními systémy na druhé straně, může být dosaženo dodržením dostatečné vzdálenosti s .

$$s = \frac{k_i}{k_m} \cdot k_c \cdot l, \quad (4.1)$$

Kde

s – dostatečná vzdálenost

k_i – koeficient závislý na zvolené třídě LPS

k_m – koeficient závislý na materiálu elektrické izolace

k_c – koeficient závislý na bleskovém proudu tekoucím jímači a svody

l – délka jímací soustavy a vodu od bodu, kde je zjišťována dostatečná vzdálenost k nejbližšímu bodu pospojování nebo zemnicí soustavě, udává se v metrech

Hodnoty koeficientů jsou uvedeny v tabulkách normy ČSN EN 62305 – ed.2. [18]

5. SYSTÉM OCHRANY PŘED PŘEPĚTÍM

Úder blesku uvolňuje do svého okolí velké množství energie v řádu megajoulů. V budovách jsou instalovány citlivé elektronické přístroje, které jsou citlivé na změnu energie v řádech milijoulů. Pro snížení rizika škody na těchto zařízeních je potřeba instalovat ochranu, která nepropustí zvýšenou energii až ke spotřebiči. Trvalé poruchy elektronických (elektrických) zařízení mohou být způsobeny elektromagnetickým impulzem blesku (LEMP) na základě šíření přepětí po vedení připojených ke stavbě a přívodnímu vedení k zařízení nebo účinky elektromagnetických polí přímo v zařízení. Přepětí mohou vznikat uvnitř stavby, a to při úderu blesku do stavby nebo v jejím okolí. Přepětí vznikající vně stavby může vznikat úderem do vedení připojeného ke stavbě nebo do jeho blízkosti.

5.1 Přepětí

Přepětí je napětí, které přesahuje nejvyšší hodnotu provozního napětí v elektrickém provozu. Pulzní přepětí je krátkodobé přepětí trvající řádově nanosekundy až milisekundy. Řadí se mezi nejvýraznější a nejškodlivější projevy elektromagnetické rušivé vlivy a ohrožuje zvláště elektronické zařízení obsahující polovodičové součásti.

Jmenovité napětí napájecí sítě ¹⁾ podle IEC 60038 ³⁾		Napětí mezi fázovým vodičem a středním vodičem odvozené od jmenovitých AC a DC napětí až do a včetně	Jmenovité impulzní napětí ²⁾			
Trojfázové systémy	Jednofázové systémy		Kategorie přepětí ⁴⁾			
V	V		I V	II V	III V	IV V
		50	330	500	800	1 500
		100	500	800	1 500	2 500
	120–240	150 ⁵⁾	800	1 500	2 500	4 000
230/400 277/480		300	1 500	2 500	4 000	6 000
400/690		600	2 500	4 000	6 000	8 000
1 000		1 000	4 000	6 000	8 000	12 000

Obrázek 9 Jmenovité impulzní výdržné napětí [19]

5.2 Zóny ochrany před bleskem

S ohledem na ohrožení způsobené bleskem jsou definované následující zóny ochrany:

Vnější zóny

LPZ 0_A Zóna ve které je přímé ohrožení bleskem a plným elektromagnetickým impulzem. Vnitřní systémy mohou být vystaveny plnému nebo dílčímu impulznímu bleskovému proudu.

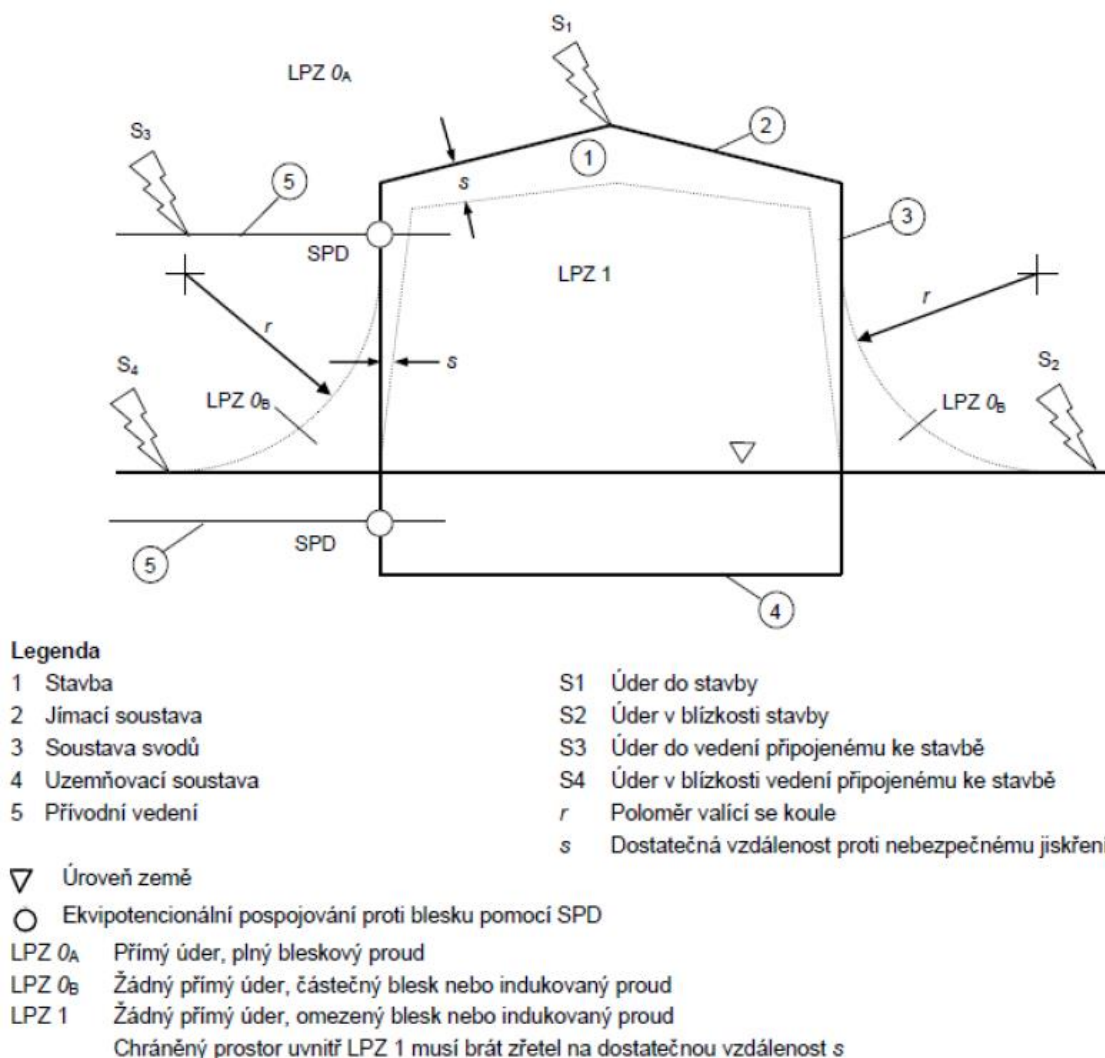
LPZ 0B Zóna chráněná proti přímému úderu blesku, ale hrozí působení plného elektromagnetického pole blesku. Vnitřní systémy mohou být vystaveny dílčím impulzním proudům.

Vnitřní zóny

LPZ 1 Zóna, kde je impulzní proud omezen jeho rozdělením, izolačním rozhraním nebo SPD. Prostorové stínění může zeslabit elektromagnetické pole blesku.

LPZ 2, ..., n Zóny, ve kterých je impulzní proud dále omezen jeho rozdělením, izolačním rozhraním, dalším SPD. Prostorové stínění může být použito pro další zeslabení elektromagnetického pole.

LPZ jsou realizovány instalací koordinovaných SPD systému nebo instalací stínění, případně současnou instalací. Na základě počtu, typu a výdržné hladině napětí zařízení, které mají být chráněny se definuje vhodná LPZ. [20]



Obrázek 10 Zóny ochrany před bleskem definované podle LPS [19]

5.3 Ochrana vnitřních systémů před elektromagnetickým impulsem

Ochrana před LEMP je založena na pojetí zón ochrany před bleskem. Tyto zóny jsou přiřazené k prostorům, ve kterých se úroveň LEMP shoduje s odolností instalovaných systémů. Zóny jsou charakterizovány změnami odolnosti proti LEMP. Rozhraní zóny je definované použitými ochrannými opatřeními.[6]

Základní opatření SPM:

- Uzemnění a pospojování
- Magnetické stínění a trasy vedení
- Koordinovaný SPD systém
- Izolační rozhraní [19]

5.4 Uzemnění a pospojování

Uzemnění a pospojování je založené na kompletním propojení uzemňovací soustavy, zodpovědné za rozvedení bleskového proudu v zemi, a pospojováním všech vodivých částí pro snížení rozdílu potenciálu a snížení magnetického pole. Uzemňovací soustava by měla být tvořena mříží, která výrazně zlepšuje účinnost. Základový zemnič stačí spojit s ocelovou výztuží podlahy. Nízká impedance soustavy pospojování je důležitá pro snížení rozdílů potenciálů mezi zařízeními uvnitř LPZ. Tato soustava rovněž snižuje magnetické pole. Soustava může být realizována přímým pospojováním vnitřních systémů, kovových částí nebo metalických inženýrských sítí případně instalací SPD na hranici LPZ.

Přípojnice pospojování musí být instalovány pro připojení:

- Všech vodivých inženýrských sítí vstupujících do LPZ
- Ochranného uzemňovacího vodiče PE
- Kovových součástí vnitřních systémů (skříně, kryty, rozváděče)
- Magnetického stínění LPZ

Instalační pravidla pro účinné pospojování:

- Nízká impedance soustavy pospojování
- Připojení přípojnice pospojování k uzemňovací soustavě nejkratší možnou cestou
- Vhodný materiál a průřez vodičů pospojování
- SPD připojeny nejkratší cestou k přípojnici pospojování a k živým vodičům
- Na chráněné straně obvodu (za SPD) omezit tvorbu induktivních smyček, případně využít stíněných kabelů nebo kanálů

Kde je definována LPZ je nutné provést pospojování na její hranici. Pokud je to možné, měly by inženýrské sítě vstupovat do objektu v jednom místě a připojeny ke stejné přípojnici pospojování. Při vstupu inženýrských sítí na různých místech v objektu musí

být připojeny k přípojnicí pospojování a tyto přípojnice následně vzájemně spojit. SPD pro ekvipotenciální pospojení je nutné instalovat na vstupu vedení do zóny LPZ a připojeny k přípojnicí pospojování. Snížení počtu SPD je možné vzájemným propojením LPZ. [19]

Tabulka 6 Minimální průřezy pro součásti pospojování [19]

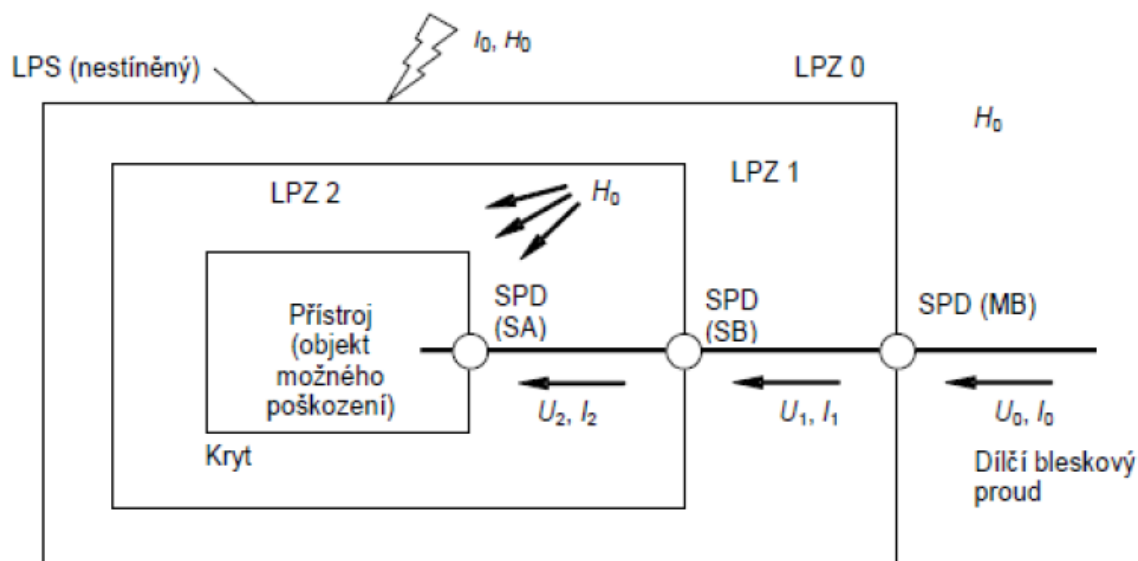
Součást pospojování		Materiál ^a	Průřez ^b mm ²
Přípojnice pospojování (měď, mědi potažená ocel nebo pozinkovaná ocel)		Cu, Fe	50
Připojovací vodiče od přípojnice pospojování k uzemňovací soustavě nebo jiným přípojnicím (přenášející plnou nebo podstatnou část bleskového proudu)		Cu Al Fe	16 25 50
Připojovací vodiče pro vnitřní kovové instalace k přípojnicím pospojování (přenášející část bleskového proudu)		Cu Al Fe	6 10 16
Uzemňovací vodiče pro SPD (přenášející plnou nebo podstatnou část bleskového proudu) ^c	Třída I	Cu	16
	Třída II		6
	Třída III		1
	Ostatní SPD ^d		1
^a Jiný použitý materiál by měl mít průřez zajišťující ekvivalentní odpor. ^b V některých zemích je možné použít menších rozměrů vodiče, za předpokladu, že splní tepelnou a mechanickou odolnost – viz příloha D v IEC 62305-1:2010. ^c Pro SPD systémy užívané ve výkonových aplikacích najdete další informace o připojovacích vodičích v normách IEC 60364-5-53 a IEC 61643-12. ^d Ostatní SPD zahrnují SPD používaná v telekomunikačních a signalizačních systémech.			

5.5 Magnetické stínění a trasy vedení

Magnetické stínění snižuje magnetické pole a indukci rázových vln. Prostorové stínění udává hranici zóny LPZ. Vhodně se využívá tam, kde je nutné chránit velký počet zařízení v malém prostoru. Pro prostorové stínění se využívá konstrukčních prvků stavby (například ocelová výztuž v železobetonových stavbách). [19]

5.6 Koordinovaný systém SPD

Ochrana proti rázovým vlnám vyžaduje použití koordinové SPD pro silnoproudá i signální vedení. SPD je umístěno vždy na vstupu vedení do každé zóny LPZ. Při jedné zóně LPZ a velkých vzdálenostech mezi SPD a připojeným zařízením může být vyžadována instalace dalšího SPD. Aby přepěťové ochrany správně zafungovaly je potřeba dodržet, aby mezi jednotlivými stupni byly dodrženy alespoň minimální délky vedení. Tato vedení je možné nahradit omezovacími impedancemi. [17]



Obrázek 11 Koordinovaný systém SPD [20]

5.6.1 SPD typu 1 kombinovaný SPD typu 1a2

SPD typu 1 představuje hrubou ochranu před přepětím. Ochranu zajišťují svodiče bleskových proudů, které jsou konstruované na bázi jiskřiště. Ochrana je schopná bez poškození svádět bleskové proudy nebo jejich podstatné části a největší díl přepětíové vlny. Instalují se na rozhraní LPZ 0 a LPZ 1. Hladina ochrany před přepětím se musí pohybovat pod hranicí 4000 V.

5.6.2 SPD typu 2

SPD typu 2 představuje střední ochranu před přepětím. Ochranu zajišťují svodiče přepětí konstruované na bázi varistorů. Ochrana je schopná bez poškození svádět přepětí atmosférická nebo od spínacích pochodů v síti. Instalují se na rozhraní LPZ 1 a LPZ 2, především v podružných rozváděcích instalace. Ochranné přístroje je třeba používat před proudovým chráničem, svedený proud by považoval za poruchu a rozpojil by proudový obvod.

5.6.3 SPD typu 3

SPD typu 3 zajišťuje jemnou ochranu před přepětím. Základním ochranným prvkem jsou varistory a supresorové diody. Používají se na ochranu koncových zařízení s jmenovitým impulzním napětím do 1,5 kV před indukční vazbou a spínacím přepětím. Přepětí vzniká mezi fází a nulovým vodičem. Fázové a nulové vodiče jsou chráněny varistory a jejich propojení s PE vodičem je zajištěno jiskřištěm. Pomocí tohoto zapojení se svádí příčné přepětí bez toho, aby proudový chránič detekoval unikající proud a rozpojil proudový obvod.

5.6.4 Parametry SPD

Technické parametry SPD vyplývají z parametrů při úderu blesku. Při vniknutí bleskových proudů do instalace jsou SPD na vstupu instalace do budovy zatíženy:

- Impulzním proudem I_{imp} (dílním bleskovým proudem)
- Následným (zkratovým) proudem I_f sítě nn

50% bleskového proudu odečte do země a zbylých 50 % se rozloží rovnoměrně mezi vodiče instalace. Pro účely dimenzování I_{imp} se počítá s velikostí bleskového proudu podle tabulky 7. [17]

Tabulka 7 Velikost proudu [kA] ve vodičích SPD [17]

Třída LPS	Bleskový proud	Do instalace vstupuje	Svodič (4 vodiče)	Svodič (5 vodičů)
I	200	100	25	20
II	150	75	20	15
III a IV	100	50	13	10

Z tabulky 7 vyplývá:

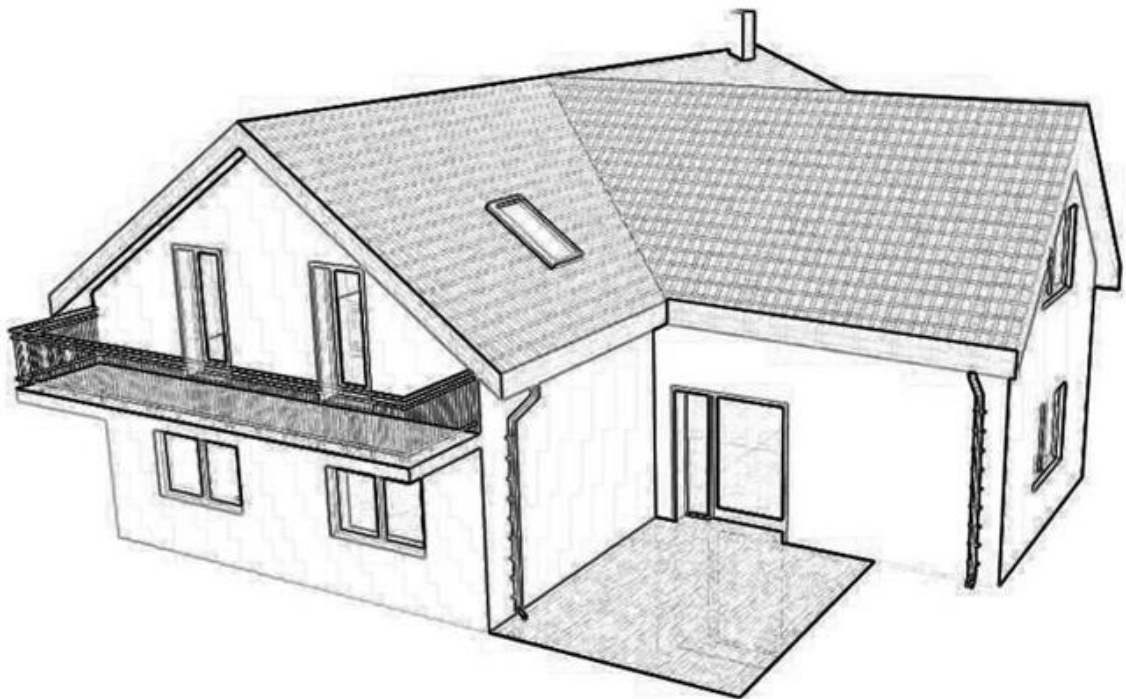
- SPD na vstupu instalace do budovy musí mít impulzní proud (I_{imp}) nad očekávanou hodnotou dle třídy LPS.
- SPD musí mít maximální následný síťový proud (I_f) vyšší, než je předpokládaná hodnota zkratového proudu sítě v místě instalace SPD. Svodič takový proud dokáže snést, ale i sám odpojit. Není nutné SPD předjišťovat.
- SPD musí mít dostatečnou zkratovou pevnost pro místo instalace.

5.6.5 Obecná pravidla pro připojení SPD

- Přívodní vodiče nesmí být uloženy paralelně s odchozími vodiči a nemají se ani křížit
- Vodiče mají být co nejkratší
- Delší vodiče je nutné každých 20 cm připevnit pomocí příchyttek
- Připojovací vodiče nesmí být delší než 0,5 m.
- Přesná pravidla pro připojení udává výrobce zařízení

6. VLASTNÍ NÁVRH

Návrh silových a datových rozvodů byl proveden pro novostavbu rodinného domu. Novostavba je realizována na okraji zastavěného území obce. Na stavbu navazují objekty vrtané studny, domovní čistírny odpadních vod, retenčních nádrží, vsaku, vodovodní, kanalizační a elektro přípojka. Pod objektem se nachází starší hospodářská budova, která bude mít elektro přípojku napojenou z novostavby rodinného domu. Půdorys stavby je do tvaru T se sedlovou střechou. Zastavěná plocha objektu činí 168 m² a je členěna do jednoho podzemního podlaží a dvou nadzemních podlaží. V podzemním podlaží bude umístěno technické zázemí budovy. Bude zde řešené vytápění celého objektu kotlem na tuhá paliva a rozvod vody do podlahového topného systému. Ohřev teplé užitkové vody bude řešený kombinovaným bojlerem o objemu 200 l. V místnosti s vanou a umývadlem budou umístěny pračka, sušička, 2 kombinované topné žebříky a centrální vysavač. V podzemním podlaží jsou řešené přípojky inženýrských sítí mimo elektro přípojku. Technologie umístěné v retenčních nádrží, čistírně odpadních vod a vrtané studně budou připojeny do rozváděče určeného pro tyto technologie. Dvě nadzemní podlaží budou řešené jako dvě samostatné domácnosti pro budoucí využití stavby pro dvougenerační bydlení. Přípojka elektrické energie bude vyústěna v technické místnosti 1. nadzemního podlaží. V technické místnosti bude umístěn hlavní rozváděč ze kterého budou napájeny patrové rozváděče jednotlivých podlaží.



Obrázek 12 Vizualizace rodinného domu

6.1 Analýza rizik

Pro výpočet rizik byl využit výpočetní program Prozik od firmy OEZ. Stavba je umístěna na okraji obce a v její blízkosti se nacházejí jiné budovy. Objekt byl zařazen do třetí třídy ochrany před bleskem. Stavba se nachází v oblasti s 30 bouřkovými dny za rok s hustou úderu blesku 2,81 na km² za rok. Elektrické vedení v obci je provozované jako venkovní vedení, pouze posledních 50 m vedení k objektu je realizované jako kabelové. Hladina ochrany před bleskem je zvolena jako LPS III. Výsledná rizika jsou uvedena v tabulce 8

Tabulka 8 Výsledná rizika

	Celkové riziko	Přípustné riziko
R1	6.55E-07	1.00E-05
R2	0	1.00E-03
R3	0	1.00E-04
R4	1,27E-05	1.00E-03

Výstupem programu jsou vypočtena rizika ztrát. Z hlediska typu stavby uvažujeme rizika ztráty lidského života a ekonomické ztráty, riziko ztrát na veřejných službách a kulturním dědictví neuvažujeme. Podle navrženého systému ochrany jsou uvažovaná rizika přípustná. Program dále vypíše doporučené umístění a typ přepěťových ochran v objektu.

6.2 Návrh vnitřního a vnějšího LPS

Dle vypočteného rizika a zvolené třídy ochrany před bleskem byl proveden návrh systému ochrany před bleskem. Hromosvod byl navržený jako upevněný na stavbě elektricky izolovaný od stavby. Návrh jímací soustavy byl ověřený metodou valivé koule s poloměrem 45 m, poloměr valivé koule je určený třídou ochrany před bleskem. Při návrhu bylo zjištěna nutnost užít pomocných jímačů. Pomocné jímače byly navrženy u komínu a hřebeni stavby pro ochranu delší strany střechy s nižším sklonem. Výška jímačů byla ověřena pro výšku 1,5 m. Pod ochranný prostor budou umístěny antény pro příjem TV signálu a Wifi signálu. V místech vyústění vzduchotechniky bude zřízen pomocný jímač na hřebeni stavby. Jímací vedení bude uloženo na systémových příchýtkách s maximální roztečí 1 m. Jímací vedení bude provedeno z drátu slitiny AlMgSi s průměrem 8 mm. Jímací vedení bude svedeno k zemnicí soustavě šesti svody.

Zemnicí soustava byla navržena jako zemnič typu B a bude uložena v základech stavby. Zemnicí vedení je z pásky FeZn 30x4 a napojení k jímací soustavě provedeno drátem FeZn s průměrem 10 mm. Vývod zemnicí soustavy vyveden v technické místnosti, kde bude ukončen v hlavní ochranné přípojnici. Vnitřní ochrana před bleskem je provedena spojením vodivých částí umístěných v objektu s hlavní ochrannou přípojnicí. Na přívodu elektrické energie bude instalován svodič bleskových proudů a svodič přepětí.

6.3 Návrh silových rozvodů

Návrh silových rozvodů byl proveden dle vstupních požadavků investora. Požadavek investora byl na klasickou elektroinstalaci. Ovládání světelných obvodů jsou řešeny klasickými vypínači umístěnými u dveří v místnostech. Ovládání svítidel v prostorách určených především pro pohyb v objektu je navrženo ovládání pohybovými senzory s možností trvalého rozsvícení. V noční dobu, kdy budou obyvatelé objektu spát, se při pohybu po komunikačních místnostech rozsvítí pouze doplňkové osvětlení LED pásy.

Zásuvky jsou řešeny s předpokládaným rozmístěním nábytku a uspořádáním kuchyňské linky. Nebyl uveden požadavek na spínané zásuvkové obvody.

Objekt bude vybaven vnější stínící technikou. Stínící technika bude ovládaná individuálně pomocí žaluziovými ovládacími s žaluziovými relé umístěnými na stěně v blízkosti vypínače pro světelné obvody.

Regulace vytápění bude probíhat pomocí termoregulačních hlavic se servo pohonem umístěných v rozdělovači pro podlahové vytápění. Snímání teploty je řešeno nástěnnými prostorovými termostaty.

V objektu budou umístěny lokální rekuperační jednotky pro řízené větrání. Ovládání jednotek je řešeno pomocí zabudovaného čidla vlhkosti vzduchu.

6.4 Návrh slaboproudých rozvodů

Požadavek investora na instalaci rozvodů pro TV signál, internetový signál. Dále byl zadán požadavek na zabezpečení objektu a vybavení video vratným. Rozvod TV signálu je řešený od příjmu signálu pomocí antény umístěnou na střeše objektu po rozvod signálu koaxiálním kabelem k účastnickým zásuvkám. Rozbočení signálu je řešeno pomocí rozbočovače signálu.

V místě stavby nejsou dostupné přípojky pro pevné připojení internetu, které je tak řešeno příjmem wifi signálu z vysílače umístěného na střeše budovy ve středu obce. Přívodní internetový signál je rozdělen v racku pomocí 24 portového switchu. Rozvedení signálu k účastnickým zásuvkám je navrženo UTP cat.6.

Zabezpečení objektu je řešeno pomocí PIR pohybových detektorů rozmístěných v objektu ve všech místnostech s oknem. Pohybové detektory jsou doplněny okenními kontakty. Detektory jsou řešeny sběrníkově a připojeny k ústředně EZS. S ústřednou jsou spojeny dva požární detektory, kdy je jejich umístění dané požárně bezpečnostním řešením. Ovládání systému je řešeno klávesnicí umístěnou u vchodových dveří. Ohlášení narušení signalizuje vnější a vnitřní siréna.

Video vratný je řešený dvěma vnitřními jednotkami umístěnými ve dvou nadzemních podlažích. Jednotky umožňují vzájemnou komunikaci a ovládání elektrického zámku umístěného u vstupní branky na pozemek.

6.5 Analýza využití systémové instalace

V rámci bakalářské práce byla provedena studie možnosti využití systémové instalace. Využití systémové instalace bylo implementováno na obvody umístěných ve dvou nadzemních podlažích. V podzemním podlaží by byla zachována klasická elektroinstalace. Podle požadavků na funkce elektroinstalace v těchto podlažích byla sestavena tabulka ovládaných obvodů:

Tabulka 9 Ovládané obvody

Ovládaný obvod	Počet obvodů
Osvětlení stmívané	2
Osvětlení spínané	25
Vytápění regulace	12
Žaluzie	13
Ventilátor	5
Spínané zásuvky	6
EZS pohybové čidlo	3
EZS okenní kontakt	20
EPS kouřové čidlo	2
EZS + EPS siréna	1

Dle takto vypracované tabulky a počtu ovládacích míst v jednotlivých místnostech byly sestaveny tabulky s využitím potřebných komponent pro splnění požadovaných funkcí instalace a vypracování cenové náročnosti potřebných komponent pro realizaci. V cenových kalkulacích v tabulkách 10 a 11 nejsou začleněny funkce zabezpečovacího systému domu. V tabulkách 12 a 13 jsou uvedeny komponenty potřebné pro zajištění zabezpečení domu. Obě varianty byly zpracovány na základě stejných požadavků na svoji funkcionalitou jsou postaveny na podobné úrovni.

Tabulka 10 Cenová kalkulace klasické instalace

ABB klasická instalace				
Položka	Měrná jednotka	Celkem jednotek	Cena za měrnou jednotku	cena celkem
Vypínač ř.1	ks	19	187,40	3 560,60
Tlačítko	ks	6	200,90	1 205,40
Vypínač ř.5	ks	5	247,50	1 237,50
Vypínač ř.6	ks	6	195,90	1 175,40
Fotobuňka	ks	7	1 950,00	13 650,00
Stmívač	ks	2	4 264,00	8 528,00
Doběhové relé	ks	5	314,00	1 570,00
Termostat jednoduchý	ks	10	1 890,02	18 900,20
Termostat programovatelný	ks	2	4 000,26	8 000,52
Termohlavice	ks	12	872,41	10 468,92
přípojovací modul 6 zón	ks	1	2 908,00	2 908,00
přípojovací modul 10 zón	ks	1	3 273,00	3 273,00
roletové tlačítko	ks	13	306,30	3 981,90
roletové relé	ks	13	619,85	8 058,05
Cena celkem				82 956,89

Tabulka 11 Cenová kalkulace systémové instalace

LOXONE inteligentní instalace				
Položka	Měrná jednotka	Celkem jednotek	Cena za měrnou jednotku	Cena celkem
Touch tree	ks	12	2 613,60	31 363,20
Senzor přítomnosti tree tree	ks	7	2 819,30	19 735,10
Hlavice tree	ks	12	2 432,10	29 185,20
Tlačítko	ks	9	200,90	1 808,10
Relay extension	ks	4	9 680,00	38 720,00
Tree extension	ks	1	3 121,80	3 121,80
Dimmer extension	ks	1	13 213,20	13 213,20
Nano DI tree	ks	2	2 347,40	4 694,80
Miniserver	ks	1	18 791,30	18 791,30
Zdroj 24V, 0,4A	ks	1	955,90	955,90
Zdroj 24V, 1,3A	ks	1	1 270,50	1 270,50
Zdroj 24V, 4,2A	ks	1	1 984,40	1 984,40
Cena celkem				160 632,70

Tabulka 12 Cenová kalkulace EZS pro klasickou instalaci

EZS+EPS				
Položka	Měrná jednotka	Celkem jednotek	Cena za měrnou jednotku	cena celkem
EZS okenní kontakt	ks	20	428	8 560
EZS pohybové čidlo	ks	3	1 462	4 386
EPS kouřové čidlo	ks	2	1 125	2 250
Siréna EZS+EPS	ks	1	638	638
Přístupový modul EZS	ks	1	1 780	1 780
Ústředna EZS+EPS	ks	1	9 790	9 790
PG výstup	ks	1	1 130	1 130
Instalační stykač	ks	6	1 107	6 642
Připojení magnetů	ks	3	1 407	4 221
Cena celkem				39 397

Tabulka 13 Cenová kalkulace EZS pro systémovou instalaci

EZS+EPS				
Položka	Měrná jednotka	Celkem jednotek	Cena za měrnou jednotku	Cena celkem
Senzor přítomnosti tree tree	ks	1	2 819,30	2 819,30
Detektor kouře air	ks	2	3 291,20	6 582,40
Okenní kontakt	ks	20	375,10	7 502,00
Alarmová siréna tree	ks	1	6 751,80	6 751,80
Nano DI tree	ks	3	2 347,40	7 042,20
NFC code touch	ks	1	8 663,60	8 663,60
Air base extension	ks	1	3 121,80	3 121,80
Cena celkem				36 542,00

Tabulka 14 Cenové posouzení

Instalace	cena	cena s EZS
Klasická instalace	82 956,89	122 353,89
Inteligentní instalace	160 632,70	197 174,70
Rozdíl cenový	77 675,81	74 820,81
Rozdíl procentní	93,63	61,15

Cenové porovnání instalací bez EZS vychází pro klasickou instalaci. Klasická instalace při daném rozsahu požadavku ovládání vychází levněji o téměř celou cenu instalace klasické. Systémová instalace nabízí oproti klasické instalaci zvýšení komfortu užívání instalace. Hlavní výhodou systémové instalace je rychlá změna ovládání bez změny zapojení ovládacích prvků. Komfort systémové instalace zvyšuje především možnost ovládání instalace prostřednictvím virtuálního rozhraní tvořeného mobilní aplikací. Možnost vzdáleného monitorování stavu instalace dává uživateli přehled o užívání instalace mimo objekt a možnost šetřit energie vypnutím nepotřebných zařízení v jeho nepřítomnosti. Nevýhodou systémové instalace je při poruše jednoho prvku v instalaci. Vzhledem k centrálnímu řízení se při poruše jednoho centrálního prvku stává velká část instalace nefunkční. Oprava může být ovšem provedena rychleji oproti klasické instalaci vzhledem k přehlednější kabeláži. Cenové porovnání vychází jednoznačně, ačkoli je nutné přihlídnout ke zvýšenému komfortu užívání.

Při začlenění elektrického zabezpečovacího systému do instalace dochází k velmi podobnému cenovému navýšení. Zařazením ústředny do rozvodu klasické instalace dochází k velkému navýšení komfortu instalace pro možnost ovládání. Ústředna EZS disponuje možnými programovatelnými výstupy a mohou být využity pro dané prvky domácí automatizace. Toto ovládání není snadné aplikovat na všechny prvky instalace v souvislosti s různými požadavky na řízení jednotlivých komponent. Inteligentní instalace začleněním komponentů o rozšíření funkce instalace pro EZS zvyšuje komfort instalace především NFC code touch. Tento komponent představuje značnou cenu rozšíření. Jedná se o přístupový bod do objektu. Pomocí tohoto prvku jsou uživatelé vpouštěni do objektu a umožňuje dokonce vzdáleně povolit vstup do objektu.

Z cenového porovnání, uvedeného v tabulce 14, je zřejmé, že při rozšiřování funkcí instalace nedochází u inteligentní instalace k tak výraznému cenovému navýšení oproti rozšíření klasické instalace. Předložení podobné studie je vhodné předložit investorovi instalace a jejího uživatele. Investor a uživatel tak má možnost posoudit cenu komfortu oproti pořizovacím cenám.

7. PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Z vytvořených návrhů byla zpracována dokumentace pro provedení stavby. Projektová dokumentace je součástí příloh přiložených k práci.

8. ZÁVĚR

V této práci byly zpracovány normalizované texty k problematice návrhu elektroinstalace rodinného domu. Byly rozepsány nároky, jaké jsou kladené na přípojku el. energie v závislosti na stupni elektrizace objektu, uložení kabelů do instalačních zón definovaných dle typu místností a dle jejich směru vedení popsány jejich rozměry a umístění. Zóny slouží pro uložení vedení i přístrojů. Dle vnějších vlivů je popsáno umístění přístrojů v umývacím prostoru. Byly zpracovány nároky na vedení slaboproudých rozvodů vzhledem k vzájemnému vedení ve společných prostorách se silovými vedeními a stručně popsány systémy slaboproudé instalace.

Ve druhé kapitole jsou popsány systémy pro ochranu před úrazem elektrickým proudem.

V dalších částech bakalářské práce je zpracován soubor norem ČSN EN 62305 ed.2 zabývající se ochranou před bleskem.

V praktické části práce byly zpracovány návrhy silových a datových rozvodů v projektu novostavby rodinného domu. Byly využity poznatky získané při zpracování teoretické části práce. Výkresy návrhu jsou členěny do více půdorysů pro přehlednější strukturu návrhu. Byly nakresleny jednopólová schémata silových rozváděčů. Součástí návrhu je výpočet rizik po zařazení objektu do třídy ochrany před bleskem a porovnání vypočítaných rizik s přípustnými riziky zvolené třídy ochrany. Objekt byl zařazen do třídy ochrany III a výsledná rizika vyšla jako přípustná. Dle třídy ochrany před bleskem byl vypracován projekt jímací soustavy, soustavy uzemnění a vnitřní ochrany před bleskem. Hromosvod navržen jako upevněný na stavbě a elektricky izolovaný od stavby.

Ekonomické posouzení využití systémové instalace bylo vypracované pro porovnání s cenovým návrhem systémové instalace značky Loxone. Z cenového hlediska je využita elektroinstalace klasická s prvky EZS na úkor o málo většího komfortu užívání z hlediska uživatele (investora). Z cenové kalkulace vychází vhodnější využití systémové instalace pro větší projekty s vyšší mírou požadavku automatizace elektroinstalace.

LITERATURA

- [1] ČSN 33 2130 ED. 3. *Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody*. První. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [2] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. Vydání sedmé - aktualizované. Pardubice: IN-EL, spol. s r. o, 2019, 111 stran : ilustrace, foto, grafy, plány. ISBN 978-80-87942-51-2.
- [3] ČSN 33 3320 ED. 2. *Elektrotechnické předpisy – Elektrické přípojky*. První. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [4] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem*. 2., zcela přeprac. vyd. Praha: Grada, 2010, 120 s. ISBN 978-80-247-3249-7.
- [5] ČSN 73 4301. *Obytné budovy*. Změna Z1. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2005.
- [6] ČSN 33 2000-7-701 ED.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou*. Edice 2. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2007.
- [7] *Strukturovaný Kabelážní Systém – příručka* [online]. 1-48 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: https://www.varnet.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spol_Zarazene/01-MANU%C3%81LY%20CS/SKS%20prirucka%20-%20man-a4.pdf
- [8] ČSN EN 50174-2. *Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách*. Edice 3. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2029.
- [9] ČSN EN 50173-1. *Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Obecné požadavky*. Edice 4. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2019.
- [10] ČSN EN 50131-1. *Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 1: Systémové požadavky*. Edice 2. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2007.
- [11] Elektronická zabezpečovací signalizace (EZS) | Alarmtechnik Praha. In: *Elektronické bezpečnostní systémy | Alarmtechnik Praha spol. s r.o.* [online]. Praha: webmium, 2022 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.alarmtechnik.cz/el-zabezpecovaci-signalizace>
- [12] ZAHŘÁDKA, Jiří. *Začínáme s EZS*. In: *Komplexní řešení elektronických systémů budov* [online]. Třebíč: VARIANT, 2005 [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://www.varnet.cz/soubory-ve-skladu/Karty/0703-154/01-MANU%C3%81LY%20CS/Zaciname%20s%20Ezs.pdf>
- [13] ČSN 73 0833. *Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování*. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2010.
- [14] HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. *Klasická versus inteligentní elektroinstalace*. In: *TZB-info - Stavebnictví. Úspory energií. Technická zařízení budov* [online].

Ostrava [cit. 2022-05-29]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>

- [15] ČSN EN 61140. *Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení*. Edice 3. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2016.
- [16] ČSN EN 62305–2. *Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika*. První. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [17] KLIMŠA, David. *Vnější a vnitřní ochrana před bleskem. 2.*, aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2014, 138 s. : il. (některé barev.), formuláře ; 23 cm. ISBN 978-80-86230-98-6.
- [18] ČSN EN 62305–3. *Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života*. První. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [19] ČSN EN 60664-1. *Koordinace izolace zařízení nízkého napětí - Část 1: Zásady, požadavky a zkoušky*. Edice 2. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2008.
- [20] ČSN EN 62305–4. *Ochrana před bleskem - Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách*. Edice 2. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2011.

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratky:

RD	Rodinný dům
IP	Stupeň krytí (Integress Protection)
nn	Nízké napětí
ČSN	Česká technická norma
SELV	Safety extra-low voltage
PELV	Protective Extra-Low Voltage
PE	Ochranný vodič (Protective Earth)
ES	Elektrizační soustava
EZ	Elektrické zařízení
TV	Televizní vysílání
STA	Společná televizní anténa
EZS	Elektrický zabezpečovací systém
EPS	Elektrická požární signalizace
LEMP	Elektromagnetický impuls vyvolaný bleskem
LPL	Hladina ochrany před bleskem
LPS	Systém ochrany před bleskem
SPM	Ochranná opatření pro vnitřní systém ochrany před LEMP
SPD	Přepět'ové ochranné zařízení
LPS	Systém ochrany před bleskem
LPS	Systém ochrany před bleskem

Symbols:

R_X	dílčí riziko	(-)
N_X	počet nebezpečných událostí za rok	(-)
P_X	pravděpodobnost poškození stavby	(-)
L_X	následné ztráty	(-)
s	dostatečná vzdálenost	(m)
k_i	koeficient závislý na zvolené třídě LPS	(-)
k_m	koeficient závislý na materiálu elektrické izolace	(-)
k_c	koeficient závislý na bleskovém proudu tekoucím jímači a svody	(-)
l	délka jímací soustavy a vodu od bodu, kde je zjišťována dostatečná vzdálenost	(m)

SEZNAM PŘÍLOH

Tištěné přílohy – přídatná vazba

- Technická zpráva 13xA4
- Řízení rizika 4xA4
- Výkresová dokumentace – situační výkres 1xA3
- Výkresová dokumentace – hromosvod 4xA3
- Výkresová dokumentace – silnoproud 8xA3
- Výkresová dokumentace – slaboproud 6xA3
- Schéma rozváděčů 9xA4
- Rozpočet 5xA4

Elektronické přílohy – datový nosič

- Technická zpráva
- Řízení rizika
- Výkresová dokumentace – situační výkres
- Výkresová dokumentace – hromosvod
- Výkresová dokumentace – silnoproud
- Výkresová dokumentace – slaboproud
- Schéma rozváděčů
- Rozpočet
- Vizualizace RD