

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY**

**FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING**

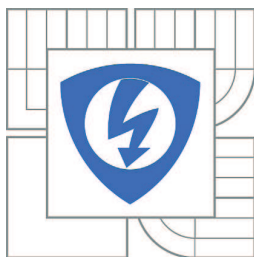
**PROJEKTOVÁNÍ A DIMENZOVÁNÍ OCHRAN V
DOMOVNÍ ELEKTROINSTALACI**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS**

**AUTOR PRÁCE
AUTHOR**

ALEŠ CHROMÍK

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoprúdová elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Aleš Chromík

ID: 119457

Ročník: 3

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Projektování a dimenzování ochran v domovní elektroinstalaci

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Ochrany před úrazem elektrickým proudem a před přepětím v domovní elektroinstalaci.
2. Použití a dimenzování ochran v konkrétní elektroinstalaci.
3. Vnitřní a vnější přepětové ochrany silových a datových rozvodů.
4. Zpracování projektové dokumentace pro projekt domovní elektroinstalaci.
5. Vyhodnocení rizik dle ČSN EN 62 305 pro konkrétní objekt.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 26.5.2011

Vedoucí práce: Ing. Branislav Bátora

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Předseda oborové rady

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.

Bibliografická citace práce:

CHROMÍK, A. Projektování a dimenzování ochran v domovní elektroinstalaci. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 94 stran. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

.....

Poděkování

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

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

Projektování a dimenzování ochran v domovní elektroinstalaci

Aleš Chromík

vedoucí: Ing. Branislav Bátora

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2011

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Electrical Power Engineering**

Bachelor's Thesis

Planning and design electrical protection in the house wiring

by

Aleš Chromík

**Supervisor: Ing. Branislav Bátora
Brno University of Technology, 2011**

Brno

ABSTRAKT

Práce obsahuje seznámení se s problémy ochran úrazu elektrického proudu, kde jsou zahrnuty jednotlivé ochrany a jejich použití. V práci je také obsažen vliv účinků elektrického proudu na člověka. Dalším bodem seznámení je ochrana proti vnějším a vnitřním atmosférickým přepětím v domovní elektroinstalaci. Pro ochranu před atmosférickým přepětím je v projektu vypočítaná analýza rizik pro úraz živých bytostí při úderu blesku. Hlavní bod celé práce se zabývá postupem projektování ochran domovní elektroinstalace, pro daný objekt. V projektu je obsažena výkresová dokumentace, která obsahuje, jak návrh silových a datových rozvodů a rozvaděče, tak i zpracování návrhu hromosvodné soustavy, jejíž správnost je ověřena metodami ochranného úhlu a valivé koule. Pro daný objekt, je pak zvolen návrh a umístění správných typů svodičů přepětových ochran. Celá projektová dokumentace je rozebrána v technické zprávě, která se odkazuje na platné normy.

KLÍČOVÁ SLOVA: elektrický proud; přepětíová ochrana; hromosvod; řízení rizika; přepětí; domovní elektroinstalace; rozvaděč,

ABSTRACT

The work includes familiarization with the problems of protection from injuries by electric current that includes individual protections and their use. In the work is also included effect of electric current on humans. Another point is the familiarization of protection against external and internal atmospheric surge in house wiring. Project risk analysis, against injuries to living beings by lightning strike, is calculated for the protection of atmospheric surge. The main point of this work deals with the procedure of design process of house wiring protections for given object. The project includes technical drawing, which contains how to design power and data distribution systems and switchgears, as well as the drafting of lightning system which accuracy is verified by the methods of protective angle and the ball rolling. Design and location of the right types of surge protection arresters is selected for a given objects. All project documentation is discussed in the technical report, which refers to existing standards.

KEY WORDS: electric current; surge protection; lightning rod; risk management; overvoltage; house wiring; switchboard

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	10
SEZNAM TABULEK	12
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	13
1 ÚVOD	14
1.1 CÍLE PRÁCE	14
1.2 METODY A POSTUPY ŘEŠENÍ	14
2 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM	15
2.1 ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM NA ČLOVĚKA.....	15
2.1.1 ÚRAZ MŮŽE VZNIKOUT ZPŮSOBENÝM ELEKTRICKÝM ZAŘÍZENÍM	15
2.1.2 ROZHODUJÍCÍ ÚČINKY, PŘI ÚRAZU EL. PROUDEM NA ČLOVĚKA.	15
2.1.3 FIBRILACE SRDEČNÍCH KOMOR.....	18
2.2 VNĚJŠÍ VLIVY OVLIVŇUJÍCÍ ÚRAZ ELEKTRICKÝM PROUDEM	20
2.2.1 ZNAČENÍ VNĚJŠÍCH VLIVŮ	20
2.2.2 URČOVÁNÍ PROSTORŮ PODLE VNĚJŠÍCH VLIVŮ	20
2.3 OCHRANY PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM.....	21
2.3.1 ZPŮSOBY OCHRAN, PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM.....	21
2.3.2 TŘÍDY PŘÍSTROJŮ ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ, OCHRANY PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM.....	29
3 OCHRANY PŘED BLESKEM A ATMOSFÉRICKÝM PŘEPĚTÍM.....	30
3.1 ATMOSFÉRICKÉ PŘEPĚTÍ (LEMP).....	30
3.2 ZPŮSOBY ROZDĚLENÍ ŠKODY PŘI ÚDERU BLESKU	31
3.3 SKUPINY OCHRAN PŘED ÚDEREM BLESKU	32
3.3.1 LPZ (LICHTING PROTECTION ZONE). ZÓNY OCHRAN PŘED BLESKEM	32
3.3.2 LPL (LIGHTNING PROTECTION LEVEL). HLADINA OCHRANY PŘED BLESKEM.....	33
3.3.3 LPS (LICHTING PROTECTION SYSTÉM). SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM.....	33
3.3.4 OCHRAN PŘED VNĚJŠÍM A VNITŘNÍM ÚDEREM BLESKU	34
4 PŘEDSTAVENÍ ZVOLENÉHO RODINNÉ DOMU V 3D POHLEDU.....	45
5 VÝPOČET RIZIK PŘED ÚDEREM BLESKU PRO ZADANÝ RODINNÝ DŮM.....	47
5.1 ZADANÉ HODNOTY	47
5.1.1 HODNOTY RODINNÉHO DOMU.....	47
5.1.2 HODNOTY INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ.....	47
5.1.3 HODNOTY ZÓN PRO DANÝ OBJEKT.....	47
5.2 VÝPOČET RIZIKOVÝCH ČÁSTÍ.....	48
5.2.1 RIZIKO ZTRÁT VE VNĚJŠÍ ZÓNĚ (ZAHRADA).....	48
5.2.2 RIZIKA ZTRÁT VE VNITŘNÍ ZÓNĚ LPZ1.....	49
5.3 VÝSLEDKY VÝPOČTU RIZIK	52
5.3.1 VE VNĚJŠÍ ZÓNĚ (ZAHRADA).....	52
5.3.2 VE VNITŘNÍ ZÓNĚ LPZ1.....	52
5.3.3 SOUČET CELKOVÉHO RIZIKA R1 (ZTRÁTY NA LIDSKÝCH ŽIVOTECH).....	53
5.3.4 KONTROLA RIZIKA R1 PODLE ČSN 62305 - 2.....	53

5.4 CELKOVÝ SOUHRN VÝSLEDKŮ RIZIK PŘED ÚDEREM BLESKU.....	53
5.5 VÝPOČET RIZIKA POMOCÍ PROGRAMU.....	53
6 NÁVRH VNĚJŠÍ OCHRANY PROTI PŘEPĚTÍ PRO ZADANÝ RODINNÝ DŮM.....	54
6.1 VÝPOČET STŘEDNÍHO POLOMĚRU PLOCHY ZEMNIČE – ZEMNIČ TYPU B.....	54
6.2 NÁVRH POČTU A UCHYCENÍ SVODŮ	55
6.3 NÁVRH OCHRANNÉHO ÚHLU.....	56
6.4 PŘEDSTAVA METODY VALÍCÍ SE KOULE	58
6.5 VÝPOČET DOSTATEČNÉ VZDÁLENOSTI S	60
6.5.1 KONKRÉTNÍ VÝPOČET DOSTATEČNÉ VZDÁLENOSTI (S), PRO NÁŠ OBJEKT:	61
7 NÁVRH VNITŘNÍ OCHRANY PROTI BLESKU PRO ZADANÝ RODINNÝ DŮM.....	63
7.1 NÁVRH KOMBINACE PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN SPD1 A SPD2.....	63
7.1.1 PARAMETRY I_{IF} A I_{IMP}	64
7.1.2 NÁVRH PŘEDŘADNÉHO JIŠTĚNÍ PRO SPD1 A 2	65
7.2 NÁVRH PŘEPĚŤOVÉ OCHRANY PRO HDO	65
7.3 NÁVRH PŘEPĚŤOVÉ OCHRANY PRO ANTÉNNÍ VEDENÍ.....	66
7.4 NÁVRH PŘEPĚŤOVÉ OCHRANY PRO TELEFONNÍ LINKU.....	68
7.5 NÁVRH PŘEPĚŤOVÝCH OCHRAN TYP SPD3 PRO ZÁSUVKY 230V	69
8 ZÁVĚR.....	70
POUŽITÁ LITERATURA	71
PŘÍLOHY:.....	72

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2-1 Náhradní schéma impedance lidského těla.	16
Obr. 2-2 Účinky střídavého el. proudu na lidský organismus (od 15Hz – 100Hz).....	17
Obr. 2-3 Odpor při protékajícího proudu člověkem.....	18
Obr. 2-4 Srdeční cyklus srdce	19
Obr. 2-5 Průběh srdeční činnosti před a po dotyku střídavého proudu.....	20
Obr. 2-6 Zapojení proudového chrániče.....	25
Obr. 2-7 Příklad protékajících proudu v proudovém chrániči	25
Obr. 2-8 Diagram vypínacích časů pro proudové chrániče.	27
Obr. 2-9 Selektivita proudového chrániče	28
Obr. 2-10 Třífázový proudový chránič.....	28
Obr. 3-1 Parametry přímého úderu blesku	30
Obr. 3-2 Rozdělení LPZ (Zóny ochrany před bleskem)	32
Obr. 3-3 Soustava hromosvodu	34
Obr. 3-4 Metoda ochranného úhlu.....	35
Obr. 3-5 Určení ochranného úhlu.....	35
Obr. 3-6 Metoda valící se koule	36
Obr. 3-7 Uspořádání uzemňovací soustavy A.....	38
Obr. 3-8 Příklad pospojování.....	38
Obr. 3-9 Uspořádání uzemňovací soustavy B.	38
Obr. 3-10 Určení délky zemniče dle LPS.	39
Obr. 3-11 Rozdělení přepětí v objektu.....	40
Obr. 3-12 Kombinace svodiče TYP1 a TYP2.	41
Obr. 3-13 Instalace svodiče typu 3.....	41
Obr. 3-14 Instalace oddělovací impedance.....	41
Obr. 3-15 Příkladné rozložení přepětíových ochran.....	42
Obr. 3-16 Umísťování ochrany TYP3	42
Obr. 3-17 Zapojení V.....	43
Obr. 3-18 Zapojení T.....	43
Obr. 3-19 Zapojení přepětíových ochran 3+1.	43
Obr. 3-20 Jištění přepětíových ochran v síti TN-S.....	44
Obr. 4-1 Zvolený rodinný dům pohled 1	45
Obr. 4-2 Zvolený rodinný dům pohled 2	46

Obr. 4-3 Náзорý pohled uzemnění typ B	46
Obr. 5-1 Vyhodnocení pomocí programu (Milanův program pro výpočet rizika).....	53
Obr. 6-1 Výpočet plochy A.	54
Obr. 6-2 Výpočet středního poloměru zemniče typu B.....	55
Obr. 6-3 Milanův software pro určení počtu svodů.	55
Obr. 6-4 Svod podél okapové roury.	56
Obr. 6-5 Výpočet ochranného úhlu pro jímací tyč JT1.....	57
Obr. 6-6 Ochranný úhel hřebenového vedení a pomocné jímací tyče v 3D modelu.....	57
Obr. 6-7 Kompletní provedení ochranný úhlů v 3D modelu.....	58
Obr. 6-8 Představa valivé koule v západním pohledu.....	58
Obr. 6-9 Představa valivé koule v jižním pohledu.	59
Obr. 6-10 Představa valivé koule 3D modelu ve východním pohledu.	59
Obr. 6-11 Představa valivé koule 3D modelu v jižním pohledu.....	60
Obr. 6-12 Znázornění vzdálenosti S.....	60
Obr. 6-13 Milanův program pro výpočet dostatečné vzdálenosti S pro hřebenovou jímací soustavu zemnič B.	62
Obr. 7-1 Schéma zapojení DV M TNC 255 v síti TN-C, zapojení jako T.....	63
Obr. 7-2 DV M TNC 255	64
Obr. 7-3 Technické parametry DV M TNC 255.	64
Obr. 7-4 Rozdělení bleskového proudu pro přepětiovou ochranu SPD1.....	65
Obr. 7-5 DEHNguard S 275.....	66
Obr. 7-6 Technické údaje DEHNguard S 275.....	66
Obr. 7-7 Svodič přepětí DEHNgate GFF TV	67
Obr. 7-8 Technické parametry DEHNgate GFF TV.....	67
Obr. 7-9 Umístění přepětiové ochrany pro anténní vedení.....	67
Obr. 7-10 BXT ML4 B 180.	68
Obr. 7-11 Základová patice.....	68
Obr. 7-12 Technické parametry BXT ML4 B 180.	68
Obr. 7-13 Technické parametry DEHNflex M 255.	69
Obr. 7-14 DEHNflex M 255.	69
Obr. 7-15 DEHNprotector TV/RADIO.....	69

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 2-1 Podle vnímání je možno rozlišit, trvalé působící střídavý proudu 50 Hz různých velikostí :</i>	16
<i>Tab. 2-2 Meze bezpečných jmenovitých napětí závislosti na prostorech.</i>	21
<i>Tab. 2-3 Mez dovoleného dotykového napětí pro EZ, z hlediska prostorů.</i>	21
<i>Tab. 2-4 Vypínací časy pro sítě TN a TT pro určité napětí.</i>	24
<i>Tab. 2-5 Vypínací časy podle druhu proudového chrániče.</i>	26
<i>Tab. 2-6 Značení třídy ochran.</i>	29
<i>Tab. 3-1 Rozdělení hladin ochran před bleskem .</i>	33
<i>Tab. 3-2 Příklady možného zatřídění objektu ve třídě LPS:</i>	33
<i>Tab. 3-3 Určení poloměru valící se koule a oka mřížové soustavy.</i>	35
<i>Tab. 3-4 Určení vzdálenosti mezi svodiči podle třídy LPS.</i>	37
<i>Tab. 7-1 Rozdělení bleskového proudu podle třídy LPS</i>	65

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

AC	Střídavý proud.
ČSN	Česká státní norma.
DC	Stejnoseměrný proud.
EKG	Elektrokardiogram, elektrokardiografický signál
ESD	Elektrostatický výboj (ElectroStaticDischarge).
EZ	Elektrické zařízení.
HDS	Hlavní domovní skříň.
HDO	Hlavní dálkové ovládání.
IP	Ochrana krytí (Ingress Protection).
JT	Jímací tyč.
LEMP	Atmosférická přepětí (Lighting ElektroMagnetic Pulse).
LPZ	Zóny ochrany před bleskem (Lighting Protection Zone).
LPL	Hladiny ochrany před bleskem (Lightning protection level).
LPS	Systém ochrany před bleskem (Lighting Protection System).
NEMP	Přepětí nukleárními výbuchy (Nuclear ElektroMagnetic Pulse).
NN	Nízké napětí (napěťový stupeň el. Sítě).
PELV	Uzemněný obvod SELV (Protective Extra-Low Voltage).
PJ	Pomocná jímací tyč.
RE	Elektroměrový rozvaděč.
RD	Rodinný dům.
RD1	Bytový (domovní) rozvaděč.
SELV	Bezpečné malé napětí (Safety Extra-Low Voltage).
SEMP	Spínací přepětí (Switching ElektroMagnetic Pulse).
SPD	Přepěťová ochranná zařízení.

1 ÚVOD

Hlavním článkem při zpracování projektu domovní elektroinstalace je aby jsme přesně specifikovali požadavky na bezpečné provedení elektroinstalace s přihlédnutím na maximální možnou míru ochrany bezpečnosti osob, zvířat a majetku v daném objektu. Požadavky na bezpečnost patří mezi základní požadavky na elektrická zařízení, řídíme se podle dokumentů, které jsou právě platné v době realizace projektu. Dokumenty představují platné zákony české a evropské normy. Základní požadavky z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem je formulován v normě *ČSN EN 61140 ed. 2:2003 Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení*.

Do projektu domovní elektroinstalace, můžeme samozřejmě zahrnout i ochranu proti atmosférického přepětí vznikajících působením uderu blesku do objektu. Tato přepětí se zcela nekontrolovatelně šíří po všech silových i sdělovacích vedeních. Pro vypracování dokumentace proti atmosférickému přepětí nám slouží norma ČSN EN 62305. Soubor norem ČSN EN 62305 je rozdělena do čtyř samostatných částí.

Projektovou dokumentací elektroinstalace si ujasníme, co budeme od realizační firmy požadovat, to nám například ulehčí přehlednou finanční nabídku celé instalace od realizační firmy. Jednak vypracováním projektové dokumentace se splní nutné legislativní požadavky a v konečné fázi se usnadní vlastní realizace.

1.1 Cíle práce

Seznámit se, jak s ochranami proti elektrickému proudu, tak i vnějších a vnitřních ochran proti atmosférickému přepětí a pomocí těchto znalostí sestavit projektovou dokumentaci elektroinstalace pro konkrétně zadaný objekt. Objekt tvoří dvou patrový rodinný domek.

1.2 Metody a postupy řešení

Pro projekt ochran rodinného domu, který je reálně postaven jsem zahrnul:

- a) Vypočet analýzi rizik proti úderu blesku pro rodinný dům.
- b) Vypracování projektu silových a datových rozvodů pro půdorysy jednotlivých pater rodinného domu.
- c) Zpracování návrhu rozvaděče, jak domovního, tak i elektroměrového
- d) Vypracování projektu vnější ochrany proti atmosférickému přepětí, tzv. sestavení soustavy hromosvodu.
- e) Správné zvolení vnitřních přepětíových ochran pro objekt.
- f) Kompletní sestavení cenové položky materiálu pro silové a datové rozvody a samozřejmě i pro vnitřní a vnější ochrany proti úderu blesku.
- g) Závěrem bylo sepsání kompletní technické zprávy pro daný objekt.

2 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Poraněním elektrickým proudem je častým typem poranění, se kterým se můžeme setkat doma, v práci ale i v přírodě. Ochrana před úrazem el. proudem můžeme rozdělit na dvě části. Organizační a technické opatření, kde do organizačního opatření zařazujeme výběr odborné elektrotechnické klasifikace, pracovníka, který provádí nějakou činnost na elektrickém zařízení. Po technické stránce opatření, které mají za úkol snížit či vyloučit úraz elektrickým proudem.

Ochrana před úrazem el. proudem se stahuje k normě ČSN 33 2000-4-41 ed.2 /2007. Která nese název **Elektrické instalace nízkého napětí**. „Tato norma platí pro ochranu osob a zvířat před úrazem elektrickým proudem. Je určena pro poskytnutí základních principů a požadavků, které jsou společné pro elektrické instalace, sítě a zařízení, nebo jsou nezbytné pro jejich koordinaci...“ [1].

2.1 Úraz elektrickým proudem na člověka

Úraz může způsobit proud protékajícím tělem nebo můžou vzniknout jiné následky (např. pád s výšky).

2.1.1 Úraz může vzniknout způsobeným elektrickým zařízením

- Při dotyku na živou část proti zemi => Přímí dotyk.
- Při dotyku na neživou část, na které se může, objevilo napětí při poruše => Nepřímí dotyk
- Při dotyku na 2 živé části proti zemi.
- S výbojem s el. zařízení přímo na tělo postiženého.
- Úder blesku.
- Působením elektrického nebo elektromagnetického pole

2.1.2 Rozhodující účinky, při úrazu el. proudem na člověka.

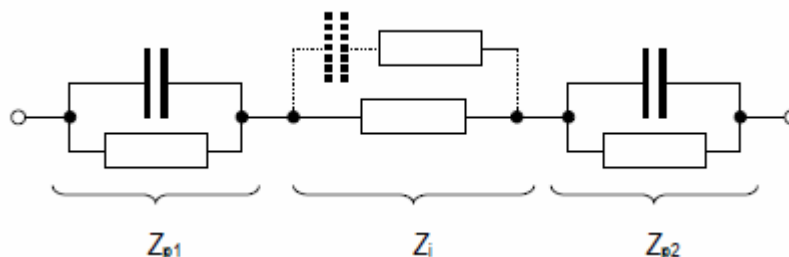
2.1.2.1 Velikost Proudů

Velikost protékajícího proudu, který je závislí hlavně na impedanci těla, která se pohybuje kolem 2000 Ω pokud napětí je cca 230V. Podstatnou složkou odporu těla je ale kožní odpor, protože vnitřní tkáň fungují jako elektrolyt s nízkým odporem. K celkovému odporu a kapacitní složce též přispívá oděv (podrážky působí jako dielektrikum a snižují nebezpečí úrazu). Kožní odpor se pohybuje v závislosti na vlhkosti, prokrvení a síle kůže v rozmezí od několika set ohmů až k několika megaohmům [2].

Elektrická impedance lidského těla:

- Vnitřní impedance lidského těla (Z_i): (Internal Impedance of the human body): Impedance mezi dvěma elektrodami v kontaktu se dvěma částmi lidského těla, přičemž se zanedbává impedance kůže
- Impedance kůže (Z_p): (Impedance of the skin): Impedance mezi elektrodou na kůži a vodivými tkáněmi vespod
- Celková impedance lidského těla (Z_T) (total impedance of the human body): Vektorový součet vnitřní impedance a impedance kůže.

- Počáteční odpor lidského těla (R_o) (Initial resistance of the human body): Odpor omezující vrcholovou hodnotu proudu v okamžiku přiložení dotykového napětí [3].



Obr. 2-1 Náhradní schéma impedance lidského těla.

Tab. 2-1 Podle vnímání je možno rozlišit, trvalé působící střídavý proudu 50 Hz různých velikostí [3]:

0 – 1 mA	Práh vnímání proudu, člověk začíná pociťovat proud
1 - 10 mA	Podráždění v nervech, stoupání krevního tlaku, chvění prstů
8 - 15 mA	Stahování svalů, vůlí lze zpravidla svaly uvolnit, pocit bolesti
15 – 25 mA	Způsobuje tetanickou křeč, člověk se nemůže uvolnit z dotyku
25 – 60 mA	Dýchacího svalstva
60 – 80 mA	Chvění srdečních komor (fibrilace), přechodná zástava srdce
nad 80 mA	Ohrnutí dýchacího ústrojí, trvalá zástava srdce

2.1.2.2 Druh proudu

Velký rozdíl máme, pokud bude, tělem protékat proud střídavý nebo proud stejnosměrný. Oba proudy způsobují rozklad krve i svalové křeče to se nám projevuje neschopností okysličování a obtížným dýcháním. Ale přesto je střídavý proud více nebezpečný než stejnosměrný proud. Důvod, proč člověk snese větší proud stejnosměrný než střídavý je, že střídavý proud snáze vyvolá podráždění svalové a nervové tkáně a taky snáze prochází lidským tělem [2].

Účinky Střídavého proudu procházejícího lidským tělem:

Od určité hranice způsobuje fibrilaci srdce, to znamená, že dochází k zástave srdeční činnosti. Srdce pracuje jako krevní pumpa s frekvencí cca 70 tepu za minutu. Při průchodu střídavého proudu (např. s frekvencí 50 Hz) se srdce snaží přizpůsobit frekvenci procházejícího proudu a začíná pracovat s frekvencí 50 tepu za 1 sekundu. To se nám projevuje, že srdce ztrácí schopnost pracovat jako krevní pumpa a dochází pouze ke chvění srdce a k zástave srdeční činnosti [4].

Posouzení účinků střídavého elektrického proudu nám slouží prahové hodnoty proudu, 15 Hz až 100 Hz:

Práh vnímání: Minimální hodnota, kdy je vyvoláno nervové podráždění (např. brnění, mravenčení).

Práh reakce: Minimální hodnota, která způsobí lehké stažení svalů. (např. může dojít leknutí a následný pád).

Práh odpoutání: Hodnota, při níž je osoba schopna se držící se živé části sama pustit.

Práh komorové fibrilace: Minimální hodnota, která způsobí fibrilaci srdeční komory.

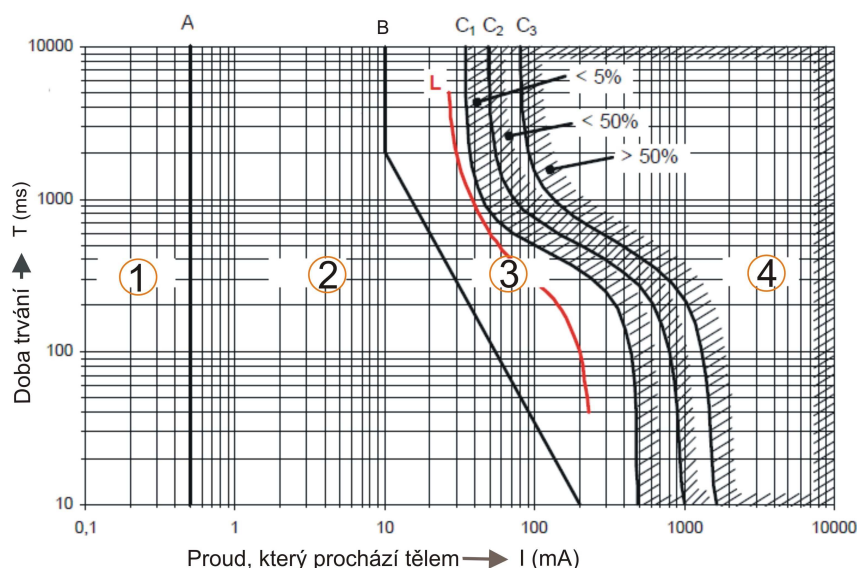
Účinky stejnosměrného proudu procházejícího lidským tělem:

Práh vnímání a práh reakce: Na rozdíl od AC je pocíťováno pouze připojení a odpojení proudu. Obecně se přijímá hodnota 2 mA nezávislá na čase.

Práh odpoutání: Na rozdíl od AC nelze definovat. Pouze připojení a odpojení vyvolá bolest a křečovitě stahy svalů.

Práh komorové fibrilace: Po dobu působení proudu delší než cyklus srdce je práh fibrilace pro DC proud několikanásobně vyšší než pro proud AC. Dále je prokázáno, že za normálních okolností nemůže proud při 300 mA působící po dobu 200 ms způsobit fibrilaci.

Celkový odpor: Je u 95 % populace 5 300 ohmů při dotykovém napětí 50V [5].



- ① Obvykle bez reakce
- ② Obvykle bez škodlivých účinků
- ③ Pravděpodobnost křečí
- ④ Srdeční fibrilace

Účinky velikosti proudu na člověka:

- C1 - 5% osob
- C2 - do 50% osob
- C3 - nad 50% osob
- B - Práh odpoutání
- L - Čára vymezuje dovolené působení proudu bez fyziologických účinků

Obr. 2-2 Účinky střídavého el. proudu na lidský organismus (od 15Hz – 100Hz)

2.1.2.3 Cesta proudu

Proud tělem hledá, co nejjednodušší cestu. Prochází tedy nejvíce přes svaly a cévami, tam kde je největší obsah vody. Cesta elektrického proudu je hlavně závislá, na části těla. Nejnebezpečnější je dráha proudu hlava - ruka, hlava - noha atd. Protože protékající proud zasahuje mimo jiné hlavně, také mozkové centrum. Dále je pak nebezpečná levá ruka - levá noha, kdy proud prochází přímo srdeční oblastí [2].

2.1.2.4 Doba působení proudu „čas“

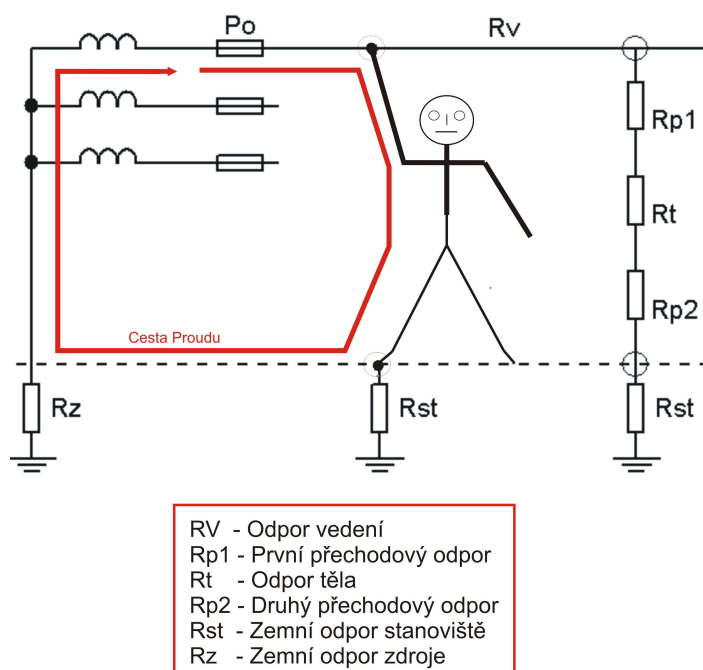
Je nutné, aby trvání úrazu bylo co nejkratší. V jedné periody srdeční činnosti, má perioda průměrně trvání 0,8 sekundy. Nejnebezpečnější je označována perioda zranitelnosti (perioda T), která pokrývá poměrně krátkou část srdečního cyklu. Z toho lze odvodit, že zkracováním doby průchodu proudu tělem klesá možnost zásahu zranitelné fáze srdečního tepu. Pokud omezíme dobu průchodu proudu tělem na 0,6 s, vzniká možnost, že zranitelná fáze srdeční činnosti nebude vůbec zasažena. Při zkrácení doby průchodu proudu tělem až na 0,4 s představuje vyhnutí se zranitelné fázi z 30% a při době průchodu na 0,2 s dokonce z 60% [2]. [6]

2.1.2.5 Fyzický a psychický stav člověka

Impedance lidského těla je dána fyziologickou stavbou organismu a je tedy u každého jedince rozdílná. Impedance lidského těla se mění v závislosti na jeho psychickém stavu. Se zhoršujícím se psychickým stavem (stavy únavy, duševní deprese) impedance lidského těla klesá [4].

2.1.2.6 Vliv prostřední

Další podstatnou věcí je místo dotyku elektrického proudu, pokud se vyskytujeme v mokřém prostředí, tak je impedance těla o mnohem menší než, při suchém prostředí.



Obr. 2-3 Odporů při protékajícího proudu člověkem.

2.1.3 Fibrilace srdečních komor

Je hlavním problémem při úrazu elektrickým proudem, projevuje se jako smrtelně nebezpečná porucha srdečního rytmu, která vyžaduje neodkladné řešení. Podstata je v tom, že stěny srdečních komor začnou s vysokou rychlostí kmitat dochází jenom k chvění srdce. Obě srdeční komory přestanou pumpovat krev do oběhového systému a rychle klesá krevní tlak (viz. Obr 2-5) [7].

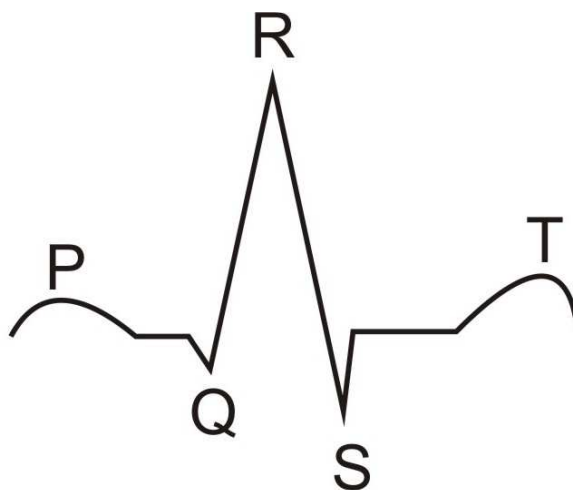
Vyvolání fibrilace dojde především při průchodu proudu pro trajektorii levá ruka-obě nohy, v případě [3]:

- Průchod proudu, většího než 500 mA v sítích s napětím nad 1000 V.
- Průchod proudu při hodnotě asi 50 mA v sítích nn.

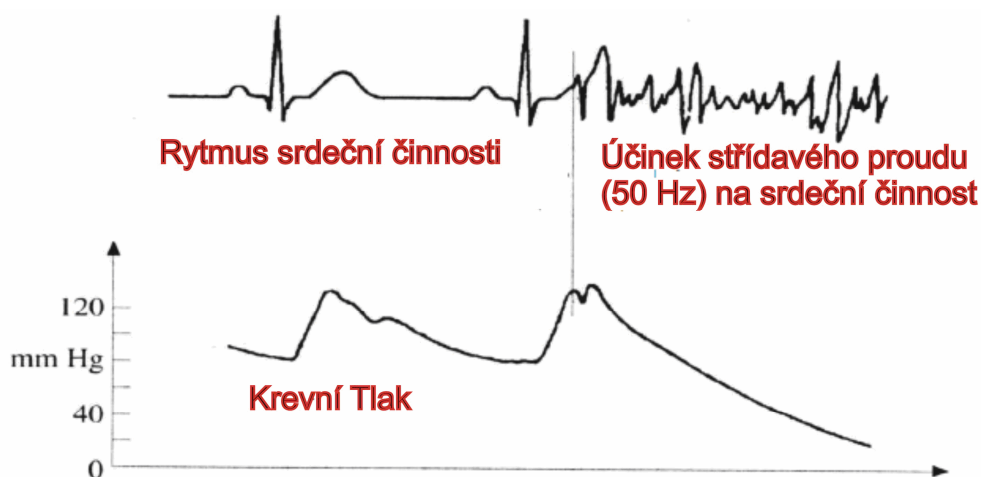
Na obrázku (Obr. 2-4) je znázorněn srdeční cyklus EKG křivky srdce. EKG je znázorněno pomocí elektrokardiografie, „natáčení srdce“ Jeho podstatou je galvanometr, jehož výchylky jsou zaznamenány na registrační papír nebo digitalizovány a zobrazeny na displeji přístroje. Představuje vyšetřovací metoda v kardiologii. Pomocí křivky se zobrazuje elektrickou aktivitu našeho srdce. EKG jednou z nejdůležitějších vyšetřovacích metod [8].

Přehled vln a kmitů EKG křivky:

- **Vlna P:** Vlna P je první výchylkou elektrokardiogramu. Představuje vzruch předsíně srdce. Její výška (naměřené napětí) bývá do 0,25 mV a doba trvání do 0,1 s. První část vlny P zachycuje elektrickou aktivitu pravé síně. Střední část vlny P vzniká při dokončení aktivace pravé síně a počátku aktivace síně levé [8].
- **Vlna Q:** Normální vlna Q má amplitudu v rozsahu 0 až 25% vlny R. [8].
- **Vlna R:** Je to pozitivní výchylka následující po vlně Q. Amplituda je závislá na místě snímání. Může dosahovat až několik mV, může i chybět. Normální doba trvání do 100 ms [8].
- **Vlna S:** Je to druhá negativní výchylka následující po vlně R. Normální vlna S má amplitudu od 0 do 0,8 mV a dobu trvání do 50 ms [8].
- **Vlna T:** V této fázi se svalové buňky opět budují. Velikost cca 1/3 kmitu R. Normální délka trvání je 0,2s. Je velmi citlivým indikátorem stavu srdeční svaloviny. V této oblasti stoupá elektricky budící práh pro vybuzení srdečního svalu až desetkrát výše než během uvolnění. Kmitání se nejsnáze generuje elektrickým zásahy právě v téhle době T, je tedy nejzranitelnější místo v EKG křivce, při úrazu elektrickým proudem [8].



Obr. 2-4 Srdeční cyklus srdce.



Obr. 2-5 Průběh srdeční činnosti před a po dotyku střídavého proudu.

2.2 Vnější vlivy ovlivňující úraz elektrickým proudem

Na každé elektrické zařízení působí okolí a jeho vnější vlivy (teplota, vlhkost, prašnost, atmosférické podmínky, nadmořská výška, výskyt vody), neboli elektrické zařízení může působit na okolí samo. Problém vnějších vlivů je obsažena v normě ČSN 33 2000-5-51 stanovení základních charakteristik [5].

Určení vnějších vlivů musí být, vypracován písemný doklad „Protokol o určení vnějších vlivů“. Tento protokol je součástí dokumentace, která musí být po dobu životnosti zařízení, provozu či objektu archivována. Vzorový protokol o určení vnějších vlivů je vypracovaný odbornou komisí. Složení odborné komise je velice důležitým článkem při určování vnějších vlivů [5].

2.2.1 Značení vnějších vlivů

Značení je pomocí dvou písmenek a čísla.

První písmenka vyjadřují kategorii vnějších vlivů (A - C).

A – vnější činitel prostředí: (sluneční záření, mechanické namíchání, teplota okolí...).

B – využití objektů: (vlastnost osob – duševní, pohybové, el. odpor těla...).

C – konstrukce budov: (použití materiál a dekorace, provedení budovy, fixace k okolí).

Druhé písmenko vyjadřuje povahu vnějších vlivů (A - Z).

A – teplota, B – atmosférické podmínky, C – nadmořská výška, D – výskyt vody, ...

Dalším znakem je číslo, které vyjadřuje třídu vnějšího vlivu (1- 9) [5].

2.2.2 Určování prostorů podle vnějších vlivů

Prostory ve kterých je elektrické zařízení umístěno se dělí podle stupně nebezpečí vzniku úrazu elektrickým proudem

2.2.2.1 Prostory normální

Jsou to prostory, v kterých se používání elektrických zařízení je považováno za bezpečné, protože působením vnějších vlivů nedochází ke zvýšení nebezpečí elektrického úrazu. (běžně obytné prostory) [1].

2.2.2.2 Prostory nebezpečné

Jsou takové prostory, kde působením vnějších vlivů je buď přechodné, nebo stále hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem (nemocniční zařízení a průmyslové prostory) [1].

2.2.2.3 Prostory zvlášť nebezpečné

Jsou to prostory, ve kterých působením vnějších vlivů, či zvláštní okolnosti nebo jejich kombinací nastává zvýšené nebezpečí úrazu elektrickým proudem. (prostory těžkého průmyslu s vibracemi, hlavně prostory s nebezpečí požáru) [1], [9].

2.2.2.4 Tabulky napětí závislosti na prostorech

Tab. 2-2 Meze bezpečných jmenovitých napětí závislosti na prostorech [10].

Prostory	Při dotyku	Nejvyšší bezpečná malá napětí živých částí (V)	
		Střídavá	Stejnoseměrná
Normální i nebezpečných	Živých částí	25	60
	Neživých částí	50	120
Zvlášť nebezpečné	Živých částí	–	–
	Neživých částí	12	25 (30)

Tab. 2-3 Mez dovoleného dotykového napětí pro EZ, z hlediska prostorů [10].

V prostorech	Střídavá působící (V)		Stejnoseměrná působící (V)	
	trvale	krátkodobě	trvale	Krátkodobě
Normální a nebezpečných	25	50	60	120
Zvlášť nebezpečných	–	12	–	25

2.3 Ochrany před úrazem elektrickým proudem

Pro ochrany před úrazem elektrickým proudem platí pravidla, že nebezpečné živé části nesmějí být za normálních podmínek přístupné (normální stav) a přístupné vodivé části nesmějí být nebezpečné ani za normálních podmínek a podmínek jedné poruchy (poruchový stav).

2.3.1 Způsoby ochrany, před úrazem elektrickým proudem

2.3.1.1 Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí (Základní ochrana).

➤ **Provede se:**

- **základní izolací** - Živé části, musí být zcela pokryt základní izolací, kterou můžeme odstranit pouze jejím zničením. Musí vydržet různá namáhání (chemické, mechanické či tepelné). Pak můžeme přidat k základní izolaci **přídavnou izolaci** a spolu tvoří **dvojitou izolaci** [11].

- **přepážky a kryty** - Živé části, musí být za přepážkou, nebo uvnitř krytu zajišťující krytí IP 2X. Vodorovná část krytu a přepážky musí zajišťovat IP 4X. Kryty a přepážky musí být pevně připevněné, aby odolávali vnějším vlivům, k jejich odstranění lze použít pouze nástroj a klíč [11].

IP- první číslice vyjadřuje ochranu před dotykem, druhá číslice znamená ochranu proti vodě. Muže obsahovat ještě 2 písmenka vyjadřují podrobnější informace pro ochranu [11].

- **zábranou** - Slouží pro ochranu před nahodilým dotykem při neúmyslném přiblížení k živým částím (např. pasky, ploty). Nemusí být odstraňována nástrojem [10].

- **Polohou** - Jedná se o umístění živých částí mimo dosah. Živé části, musí být vzdáleny od stanoviště 1,25 m a nad stanovištěm 2,5 m. Pokud se v prostoru manipuluje s vodivými deskami, zvětšíme vzdálenost od živé části [10].

Ochrana zábranou a polohou mají přístup osoby znalé nebo poučený a osoby pracující pod dozorem nebo dohledem osob znalých či poučených!

2.3.1.2 Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí. (Ochran při poruše)

Pokud by došlo na zařízení k poruše, na přístupné vodivé části se objeví živá část, musí dojít k automatickému odpojení od zdroje.

➤ **Provede se:**

- **přídavná izolace** - Je to přídavná izolace k základní izolaci nezávislá na ní a je dimenzována stejně, jako základní

- **ochranné uzemnění a pospojování** - Spočívá v tom, že vzájemným místním pospojováním všech neživých a cizích vodivých částí v určitém místě se zabrání výskytu nebezpečného rozdílu potenciálu, a tím také nebezpečného dotykového napětí. (Např. pospojování kovového potrubí uvnitř budovy, příkladně pro rozvod plynu a vody, kovové konstrukce, hromosvody, hlavní zemnič ...) [1].

- **nevodivým okolím** - Jde o zabránění současného dotyku dvou neživých částí a cizích vodivých částí, tak aby nevznikl při porušení základní izolace živých částí různý potenciál. Zabránění dotyku musí být stěny a podlahy z izolačního materiálu. Můžeme provést jen tam, kde je provoz instalace řízen osobou znalou anebo pod jejím dozorem [5].

- **elektrickým oddělením pro napájení více než jednoho zdroje spotřebiče** - Účelem je zabránit průchodu takového proudu, který by při dotyku neživých částí, které se mohou při poruše základní izolace dostat pod napětí a způsobit úraz. Ochrana je obvykle založena na oddělovacím transformátoru z indukční, po případě kapacitního charakteru. Můžeme provést jen tam, kde je provoz instalace řízen osobou znalou a nebo pod jejím dozorem [5].

Následující požadavky: oddělovací ochranný transformátor nesmí přesahovat napětí 500V. Živé a neživé části se nesmí spojit s ochranným vodičem ze země, pokud je na oddělovacím transformátoru připojeno více, než jeden obvod musí se pospojovat neuzemněným místním pospojováním (Jde o spojení všech vodivých částí ale nesmí, být spojeno ze země sítě ani prostřednictvím neživých nebo cizích vodivých částí). Ohebné kabely musí být viditelné po celé délce, kde hrozí mechanické nebezpečí [5].

• ochrany automatickým odpojením ze sítě.

Základní požadavky ochrany jsou:

- Rozdíl potenciálů při poruše, musí být, co nejmenší dosáhneme ochranným pospojováním.
- Působení poruchového proudu osobou musí trvat o nejkratší dobu, kde musí dojít okamžitému vypnutí vadné části zařízení.
- Popřípadě procházející proud tělem omezit pod hodnoty svalové křeče.

Ochrana automatickým odpojením pracuje na principu, poruchových proudů vzniklá při průrazu izolace mezi živou a neživou částí, které uvede do činnosti ochranný prvek pojistka, jistič nebo proudový chránič), který odpojí el. zařízení nebo obvod s poruchou od zdroje

Pro automatickým odpojení musí být zaručeno spojení neživých částí to znamená, že provedeme pospojování pomocí ochranného vodiče PE s uzlem zdroje [5].

▪ Ochrana samočinným odpojením ze sítě podle druhu sítě.

Podle toho, jak je spojen ochranný vodič se rozlišují druhy sítí [5]:

Druhy sítí: IT, TT, TN-C, TN-S, TN-C-S

První písmenko – uzemnění zdroje

T- Uzel zdroje soustavy je uzemněn.

I - Uzel zdroje soustavy je izolován.

Druhé písmenko – způsob ochrany neživých část.

N - Zemnění (přímě spojení neživých částí s uzemněním bodem sítě).

T - Nulování (neživé části spojeny přímo ze zemí).

Třetí písmenku rozdělení středního vodiče pro sít TN.

S - Rozdělení ochranného vodiče PE a středního vodiče N.

C - Sloučení ochranného vodiče PE a středního vodiče N.

C-S = Části rozvodu je střední vodič N rozdělen od ochranného vodiče PE.

▪ Zajištění ochrany v síti TN

Jsou to sítě, které mají jeden bod přímo uzemněný a neživé části jsou přímo spojeny s tímhle bodem, pomocí ochranných vodičů PEN a PE.

Požadavky pro ochranu TN sítě

- Nejdůležitější věcí je v TN síti uzemnění ochranného vodiče a jeho pospojování.
- PEN či PE mají být uzemněny v řadě bodů a musí být uloženy, tak aby nebyly porušeny.
- Odpor uzemnění uzlu zdroje nemá být větší než 5 Ω nebo výjimečně 15 Ω . Celkový odpor uzemnění uzlu zdroje a uzemnění vodičů PEN, nemá být větší jak 2 Ω , (platí pro $U_0 = 230$ V).
- vodiče PE a PEN nesmíme jistit a musíme je správně na dimenzovat [5]!

▪ Zajištění ochrany v síti TT

Síť má jeden bod přímo uzemněný a neživé části elektrických zařízení jsou spojeny přímo na zemniče, nejsou závislé na uzemnění bodu sítě. V téhle síti je uplatněné pospojování. Poruchový

proud uzavírá obvod přes dvě uzemnění, a to v uzlu zdroje a v místě poruchy či dotyku. Nulový nebo střední bod napájecí sítě musí být proto uzemněn. [5].

▪ Zajištění ochrany v síti IT

Síť má všechny živé části izolované od země anebo spojeny přes velkou impedanci. Neživé části, jsou spojeny ze zemí jednotlivě po skupinách. Tyto sítě najdou uplatnění, tam kde je nežádoucí aby došlo automatickým odpojení při první poruše [5].

1. porucha

Obvodem prochází svodový proud, který je malý a soustava může pracovat bez vypnutí z izolované soustavy se stane soustava uzemněná, napětí proti zemi vzroste na sdruženou hodnotu, porucha musí být signalizována (musí být použit hlídač izolačního stavu) a aby byla porucha co nejdříve odstraněna [5].

2. porucha

Nastane-li druhá porucha, na jiném pracovním vodiči nebo zařízení, musí dojít k automatickému odpojení obvodu.

Tab. 2-4 Vypínací časy pro sítě TN a TT pro určité napětí [5].

	Napětí (V)					
	120 V < U _o < 230 V (s)		230V < U _o 400 V (s)		U _o > 400 V (s)	
Síť	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1

2.3.1.3 Ochrana před nebezpečným dotykem živých i neživých částí (Ochrana zvýšená)

• dvojitou nebo zesílenou izolace

- dvojitá izolace

1. Základní ochranou tvoří základní izolace nebezpečných živých částí.
2. Ochrana při poruše je tvořena přídatnou izolací napájecího obvodu od ostatních obvodů a od země.

- zesílená izolace

Je tvořena sloučením základní ochrany a ochrany při poruše.

• ochrana malým napětím SELV a PELV

Jedná se o nejdokonalejší ochranu nebezpečného napětí. Použití například zdravotnictví. Ochrana základní je provedena základní izolací a při poruše je zajištěna oddělovacím transformátorem. Pokud jmenovité napětí nepřekročí mez AC 12V a DC 25V a v suchém prostředí je to AC 25V a DC 60V není zapotřebí instalovat základní izolaci.

Napájení může být zajištěno ze zdrojů:

- Bezpečnostního transformátoru
- Elektrochemický zdroj (baterie).
- Zdroje nezávislého na obvodu s vyšším napětím.

Základní podmínky SELV a PELV:

Vodiče obvodu SELV a PELV se oddělí prostorově, vodiče musí být odděleny, od vodičů vyšších napětí, můžeme vodiče SELV a PELV vést i s vodiči s vyššími napětí ale jejich izolace musí být navržena na nejvyšší napětí v kabelu. Vodiče jsou kromě vlastní základní izolace vedeny v uzavřeném nekovovém plášti či krytu [5].

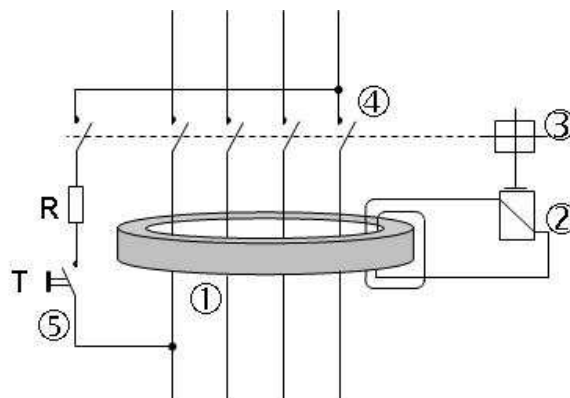
Základní podmínky SELV a PELV jsou stejné, ale liší se jen, že SELV nesmí mít kontakt pro ochranný vodič.

2.3.1.4 Doplnková ochrana proudovým chráničem

Proudový chránič (FI) je elektronický ochranný přístroj, který detekuje a vyhodnocuje hodnotu reziduálního proudu v pracovních vodičích obvodu součtového transformátoru. Při překročení určitého proudu, na který je chránič nastaven, vypne obvod pomocí mechanismu.

Základní součásti proudového chrániče:

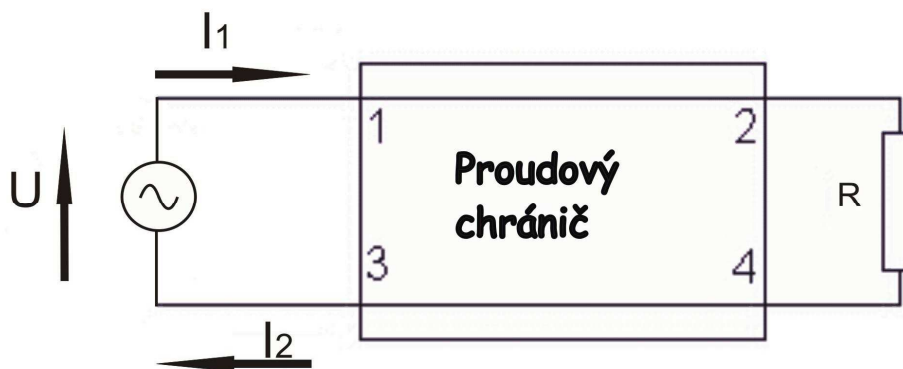
- 1.) součtový transformátor proudu
- 2.) diferenciální relé
- 3.) spínací mechanismus
- 4.) silové spínací kontakty
- 5.) testovací tlačítko



Obr. 2-6 Zapojení proudového chrániče

Princip funkce proudového chrániče

Ze zdroje napětí U teče proud I_1 do proudového chrániče bod 1, vychází z bodu 2, dále do spotřebiče R , z spotřebiče do bodu 4, a pak z bodu 3 v podobě I_2 zpět do zdroje napětí U . Na obrázku (Obr. 2-7) vidíme, že proud I_2 teče opačně než proud I_1 . Z toho plyne, že $I_1 - I_2 = 0$ (I Kirchhoffův zákon). Pokud je jejich hodnota stejná, je chránič v klidu. Pokud ovšem za chráničem nastane porucha (dotyk živé části), tak hodnota proudu I_1 se nerovná hodnotě proudu I_2 , proudový chránič zareaguje a odpojí okruh.



Obr. 2-7 Příklad protékajících proudů v proudovém chrániči

Funkce mechanismu proudového chrániče:

Je částečně založena na součtovém transformátoru, kterým musí procházet všechny pracovní vodiče (L1, L2, L3, N), s toho vyplývá, že proudové chrániče nesmíme použít v sítích TN-C. Za normálních provozních podmínek je vektorový součet proudu transformátoru roven nule. Pokud ale dojde k poruše, začne ochranným vodičem protékat proud, čímž nám vznikne rozdíl mezi porovnanými proudy (reziduální proud) na součtovém transformátoru tedy v sekundárním vinutí se indukuje napětí, které uvede diferenciální relé a to uvede zase vypínací mechanismus chrániče a přeruší obvod [5].

Pro ochranu před úrazem se používá chránič s reziduálním proudem min. 30mA. Bohužel chránič nám nevypíná před zkratem či nadproudy. Musí být instalováno jisticí zařízení. Výhoda FI je, že dochází k vypínání během 200ms [5].

Příklady poruchy, kdy reaguje proudový chránič:

- Při dotyku živé části obvodu (porušená izolace).
- Přerušení vodiče PE a následné poškození izolace v přístroji (unikající proudy v přístroji).
- Záměna vodičů PE a živé části.

Rozdělení proudových chráničů:

- Časové závislosti proudových chráničů:

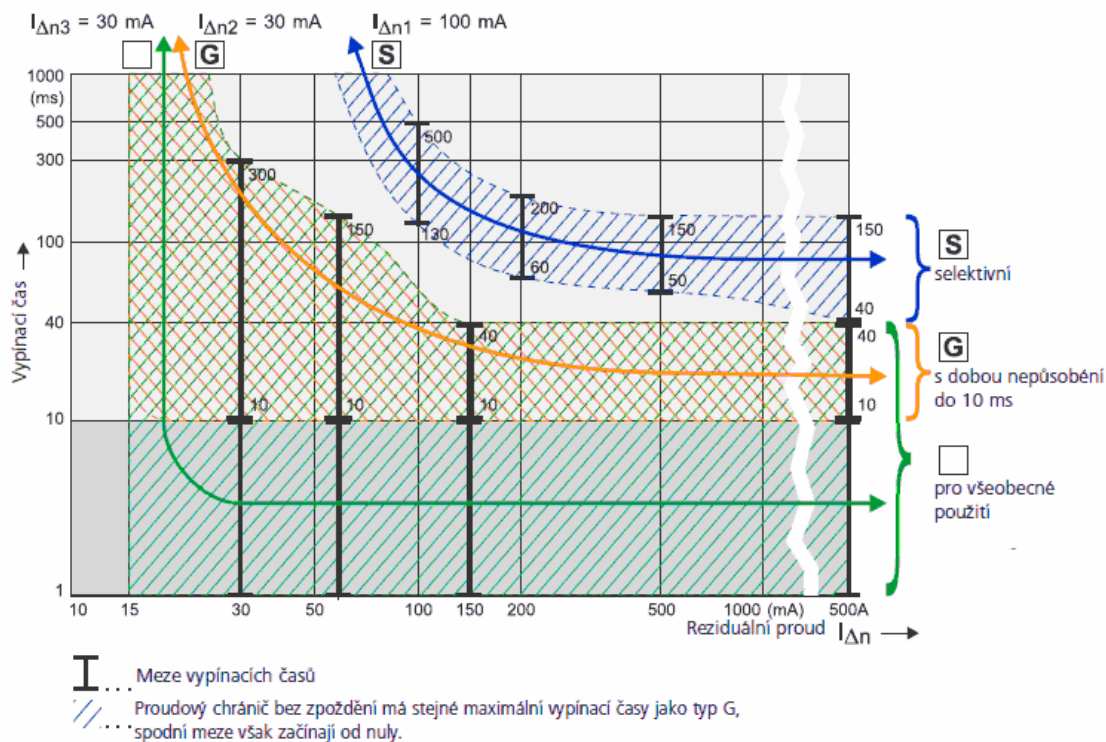
[-] $\Rightarrow$ Bez zpožděvacího vybavení se jedná o vybavení chrániče do 40 ms.

[G] $\Rightarrow$ Chránič zapůsobí od 10 ms.

[S] $\Rightarrow$ Jedná se o chránič selektivní s dobou působení od 40 ms.

Tab. 2-5 Vypínací časy podle druhu proudového chrániče [12].

Typ chrániče	Vypínací časy (s)			
	$I_{\Delta} = I_{\Delta n}$	$I_{\Delta} = 2I_{\Delta n}$	$I_{\Delta} = 5I_{\Delta n}$	$I_{\Delta} = 500A$
[-]	< 0,3	< 0,15	< 0,04	< 0,04
[G]	0,01 - 0,3	0,01 – 0,15	0,01 – 0,04	0,01 – 0,04
[S]	0,13 – 0,5	0,06 – 0,2	0,05 – 0,15	0,04 – 0,15



Obr. 2-8 Diagram vypínacích časů pro proudové chrániče [12].

- Použití podle druhu proudů

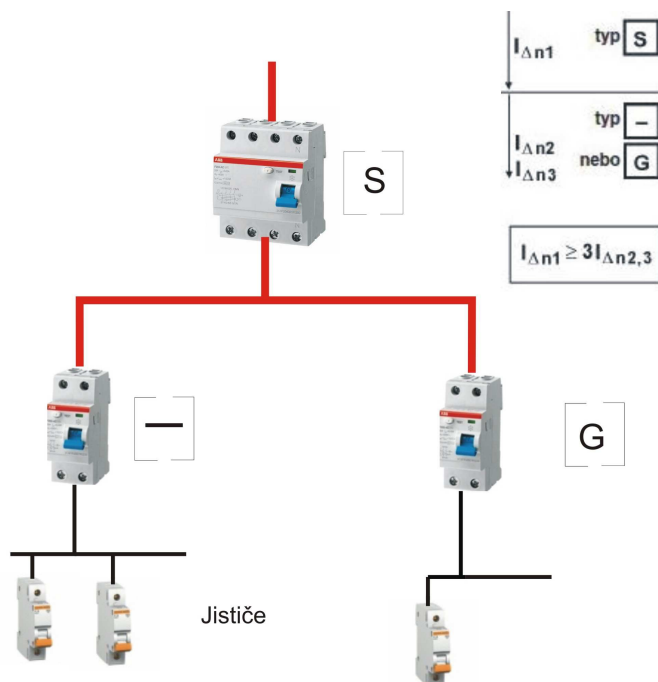
- Typ AC $\Rightarrow$ Reaguje jen na střídavé proudy, používají se v klasických sítích.
- Typ A $\Rightarrow$ Reaguje jak na střídavé proudy, tak i na stejnosměrné pulsující proudy. Jsou to proudy za usměrňovačem bez vyhlazovacího kondenzátoru. Použití klasických sítí, nebo v sítích řízenou s fázovou regulací výkonu.
- Typ B $\Rightarrow$ Reaguje jen na stejnosměrný proud (s použitím vyhlazovacího kondenzátoru). V praxi se používají v obvodech s frekvenčními měniči.
- Typ U $\Rightarrow$ Jsou to vlastně selektivní chrániče s typem A. Jsou vhodné, kde se vyskytují frekvenční měniče pro řízení otáček asynchronního motoru. [12], [13].

- Podle napájecího napětí

- Nezávislé na napájecím napětí typ FI $\Rightarrow$ To znamená, že pro svou činnost nepotřebují žádnou pomocnou energii.
- Závislé na napájecím napětí typ DI $\Rightarrow$ pro svou činnost potřebují vnější napájení. Napájení může být přijato přímo ze síťového zdroje [12].

Selektivita u proudových chráničů

Pokud máme více instalovaných proudových chráničů, tak musíme splnit selektivitu chráničů, aby vypínala ta část, kde se vyskytne porucha. Abychom dosáhly selektivity, musí být předřazené přístroje časově zpožděné proti nezpožděným přístrojům a rovněž musí být odstupňována velikost jmenovitých reziduálních proudů [12].



Obr. 2-9 Selektivita proudového chrániče

KDY MUSÍME POUŽÍT PROUDOVÝ CHRANIČ PODLE ČSN 33 2000-4-41 ed. 2

411.3.3 Doplnková ochrana

Ve střídavé síti musí být doplňková ochrana proudovými chrániči provedená:

- Zásuvek, jejichž jmenovitý proud nepřekračuje 20 A, které jsou užívány laiky (osobami bez elektrotechnické kvalifikace), jsou použity proudové chrániče se jmenovitým reziduálním proudem $I_n \leq 30 \text{ mA}$ [1].

- Výjimkou mohou být zásuvky určené k použití pod dozorem znalé nebo poučené osoby, např. v některých komerčních nebo průmyslových provozech nebo zvláštní zásuvka určená pro připojení speciálního druhu zařízení. Takovými zásuvkami pro speciální druh zařízení mohou být např. zásuvky pro zařízení kancelářské a výpočetní techniky nebo pro chladničky, tj. zásuvky pro napájení zařízení, jehož nežádoucí vypnutí by mohlo být příčinou značných škod [1].



Obr. 2-10 Třífázový proudový chránič.

2.3.2 Třídy přístrojů elektrických zařízení, ochrany před úrazem elektrickým proudem.

Třídy ochran vyjadřují bezpečnost zařízení a označují se čísli 0-III

- Třída ochrany 0: Zařízení se základní izolací jako prostředkem základní ochrany ale bez ochranného vodiče. Zajištění bezpečnosti el. zařízení je provedena jen okolím. **NELZE ČR POUŽÍT**

- Třída ochrany I: Zařízení se skládá pouze ze základní izolace, ochrana je zajištěna spojením s ochranným vodičem napájecí sítě.

- Třída ochrany II: Zařízení se základní izolací, k tomu je přidána přídavná izolace nebo je provedena izolace zesílena, nemá prostředky pro připojení ochranného vodiče

- Třída ochrany III: Zařízení spoléhající na omezení napětí na hodnoty malého bezpečného napětí SELV a PELV. [5].

Tab. 2-6 Značení třídy ochran.

Třídy ochran	Značení
Třída ochrany I	
Třída ochrany II	
Třída ochrany III	

3 OCHRANY PŘED BLESKEM A ATMOSFÉRICKÝM PŘEPĚTÍM

Přepětí je jakékoli napětí, které svou vrcholovou hodnotou přesahuje, odpovídající vrcholovou hodnotu největšího pracovního napětí rozvodu sítě nn. Přepětí je zpravidla náhodný jev, který se liší místem svého výskytu a časovým průběhem.

Impulsní přepětí, je vlastně krátkodobé přepětí, trvající řádově nanosekundy až milisekundy. Patří mezi nejvýraznější a nejškodlivější projevy elektromagnetické interference (rušivých vlivů) a ohrožuje zvláště elektronické zařízení s hustotou integrací polovodičových součástí [14].

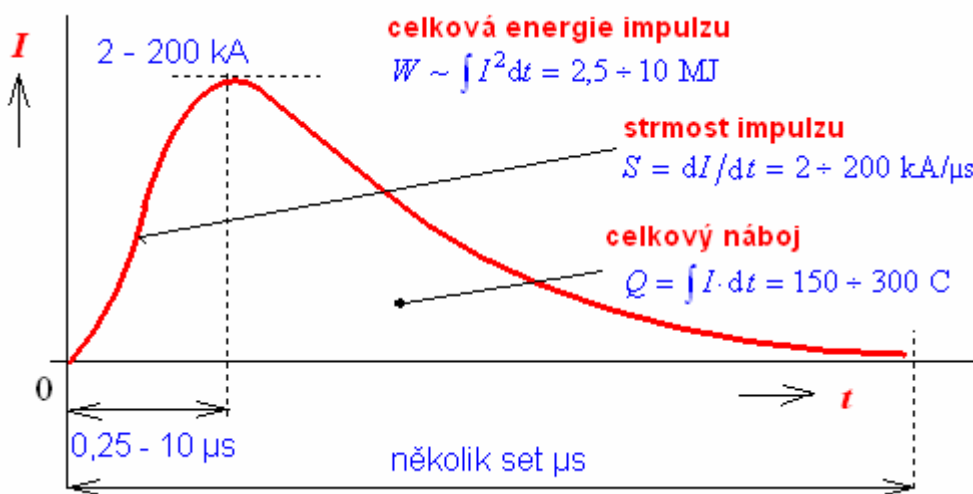
Impulsní přepětí dělíme na:

- Spínací přepětí (SEMP- Switching ElektroMagnetic Pulse).
- Atmosférická přepětí (LEMP - Lighting ElektroMagnetic Pulse)
- Při vzniku výbojích statické elektřiny (ESD)
- Přepětí vzniklá při nukleárních výbuchy (NEMP)

Spínací přepětí: Vzniká při zapínání a vypínání induktivních nebo kapacitních zátěží. Především vypínání výrobních zařízení, osvětlovacích systémů nebo transformátorů. Má pak za následek poškození blízkých elektrických přístrojů.

3.1 Atmosférické přepětí (LEMP)

Patří mezi nejnebezpečnější přepětí, které je vlastně vyvoláno bouřkami s výboji blesku. Blesk je vlastně elektrický výboj mezi el. nabitým mrakem a zemí, nebo mezi dvěma či více mraky.



Obr. 3-1 Parametry přímého úderu blesku [15].

3.2 Způsoby rozdělení škody při úderu blesku

Během bouřky jde hlavně o lidský život, ale nejsme v ohrožení jen my, lidé, ale škody hrozí i našim domácím elektrospotřebičům a vůbec všem přístrojům napájeným elektřinou. Při blesku pronikají do všech metalických vedení přepět'ové impulzy o velikosti několik jednotek až několik stovek tisíc voltů.

Pokud se jedná o impuls o velké energii vyvolaný úderem blesku do objektu nebo do elektrického vedení, tak ve většině případů je elektronický přístroj zcela zničen. V případech impulzů o velikosti menší energii, které vznikly třeba indukovaným přepětím nebo od velmi vzdáleného úderu, většinou dochází k poruchám chodu elektronických přístrojů a v každém případě je snižována životnost elektroniky.

Nebezpečí nehrozí jen při přímém úderu blesku do budovy, ale také při blesku mezi mraky, nebo při úderu blesku do elektrických vedení i velmi vzdálených od objektu. Nebo také když blesk udeří do kovového neelektrických předmětů, do země či stromu, může dojít k přenesení přepět'ového impulsu na elektrická vedení. Tyto impulzy se šíří na velké vzdálenosti tak, že blesk může poškodit nebo zničit elektroniku i ve vzdálenosti třeba několik kilometrů od úderu [16].

- **Udeření blesku, rozdělujeme do čtyř skupin:**

S1) Přímé údery do stavby

Tomhle tom případě dochází největším škodám, díky přímému úderu do stavby může vzniknout exploze a následně požár. Dochází ohrožení osob při dotykovém či krokovém napětí, poškození elektrického vedení. Radíme do skupiny - Velké ohrožení elektroinstalace.

S2) Údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě

Patří mezi nízké ohrožení než předchozím případě jedna se většinou úder do napájecí sítě přívodu nn. Rázová vlna může dosahovat až 10 kA. Jedná se tedy o střední ohrožení instalace.

S3) Údery blízkosti stavby

S4) Údery blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě

Poslední 2 typy úderu blesku patří mezi mále ohrožené instalace, ale i tak způsobí škody vlivem kapacitní a induktivní vazby, mohou bez přiměřené ochrany zničit citlivá zařízení. Rázová vlna se pohybuje kolem 5 kA.

- **Typy ztrát:**

Každý typ škody může v závislosti na typu a funkci budovy vést ke ztrátám charakteristickým pro daný objekt a instalace [14].

Rozlišujeme následující typy ztrát:

LI ztráty na lidských životech

L2 ztráty veřejných služeb

L3 ztráty na kulturním dědictví

L4 ekonomické ztráty

3.3 Skupiny ochran před úderem blesku

3.3.1 LPZ (Lightning Protection Zone). Zóny ochran před bleskem

Každý objekt je rozdělen do určitých zón, které je definuje elektromagnetické prostředí.

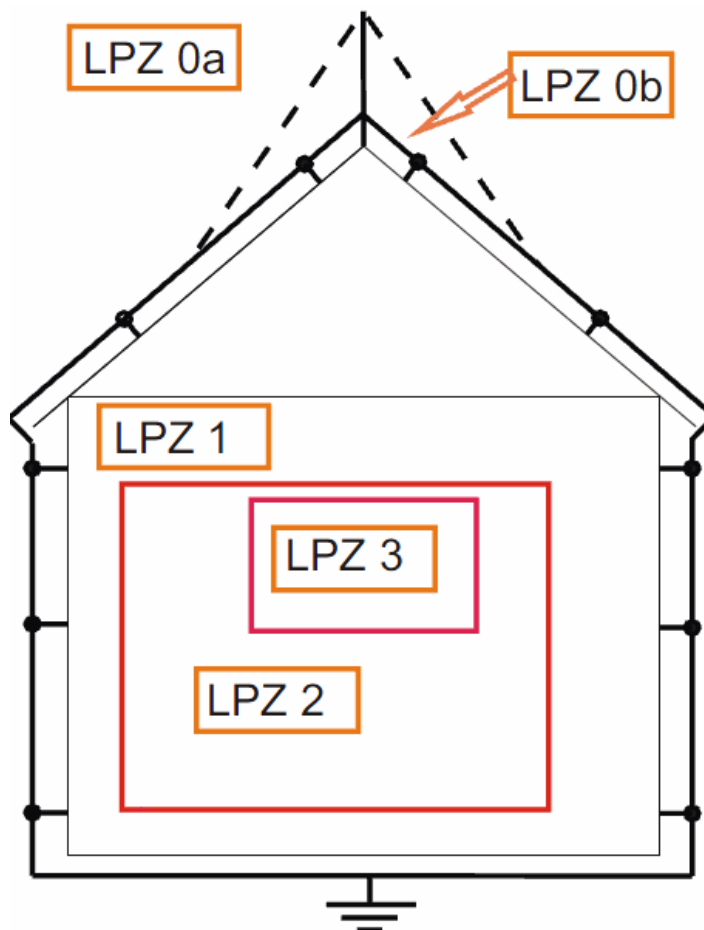
3.3.1.1 Rozdělení LPZ

$LPZ 0_A$ - Prostor s možným úderem blesku bez jakékoliv ochrany. (Impulsní proudy jsou maximálně elektromagnetické a pole výboje netlumené).

$LPZ 0_B$ - Prostor chráněný před přímým úderem blesku, pomocí jímacích tyčí a svodičů. (Impulsní proudy dosahují hodnot dílčích bleskových proudů).

$LPZ 1$ - Prostor za obvodovými zdmi pod střechou, přímo v objektu, vyloučen přímému úderu blesku.

$LPZ 2$ a 3 - Prostory za vnitřními stěnami objektu. (Proudy impulsní jsou více rozděleny a omezeny svodiči, elektromagnetické pole je stíněné větším prostorovým stíněním) [14].



Obr. 3-2 Rozdělení LPZ (Zóny ochran před bleskem)

3.3.2 LPL (Lightning protection level). Hladina ochrany před bleskem.

Představuje číselnou hodnotu, která vyjadřuje parametry bleskového proudu. Jsou rozděleny do čtyř úrovní ochrany před účinky blesku. V podstatě se jedná o to, jak velkému proudu má být elektrická instalace odolná [14].

3.3.2.1 Rozdělení LPL

Tab. 3-1 Rozdělení hladin ochran před bleskem [17].

Hladina ochrany LPL	Maximální hodnoty	Minimální hodnoty	Poloměr valící se koule
I	200 kA	3 kA	20 m
II	150 kA	5 kA	30 m
III	100 kA	10 kA	45 m
IV	50 kA	16 kA	60 m

U hladiny *LPL I* maximální hodnoty bleskové proudu, nejsou překročeny pravděpodobnosti 99%. Objekt je ochráněn před maxima hodnot proudu 99% všech blesků. Pro hladinu *LPL II* to platí pro 75%. Pro hladiny *LPL III a IV* je to 50%.

3.3.3 LPS (*Lichting Protection Systém*). Systém ochrany před bleskem

Je to systém, který se použije ke snížení hmotných škod způsobených úderem blesku do staveb. Ochrana objektu se provádí pro vnější a vnitřní ochranu před účinky blesku. LPS rozdělujeme do čtyř tříd, které představují, ochranné úrovně před bleskem. Kde třída I znamená největší ochranu. Vztah mezi LPS je roven LPL [17], [18].

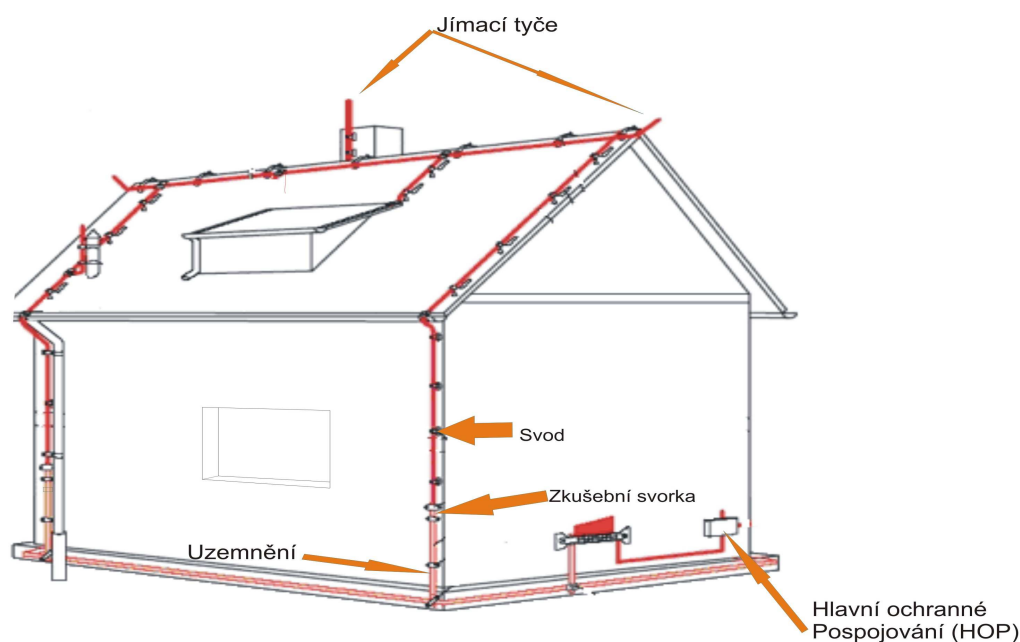
Tab. 3-2 Příklady možného zatřídění objektu ve třídě LPS:

LPS I	nemocnice, banky, elektrárny
LPS II	školy, supermarkety, katedrály
LPS III	rodinné domy a zemědělské objekty
LPS IV	objekty a haly bez výskytu osob a vnitřního vybavení

3.3.4 Ochrana před vnějším a vnitřním úderem blesku

3.3.4.1 Vnější ochrana

Úkolem vnější ochrany je zachytit a odvést co nejrychleji a bezpečně elektrický náboj přivedený bleskem při přímém úderu do objektu a zabránit vzniku velkých rozdílových potenciálů, elektrických výbojů a elektrických průrazů v rámci objektu. Celá ochrana se nazývá hromosvod. Vnější ochrana se skládá, jímací tyče, svody a uzemnění [14], [18].



Obr. 3-3 Soustava hromosvodu

Jímací tyč:

Je to tyč, je již materiál tvoří hliník nebo slitina hliníku (AlMgSi). Jímací tyče mohou být kombinované s mřížovou soustavou nebo závěsnými lanami.

Jímací zařízení se rozlišuje:

- a) hřebenová soustava
- b) mřížová soustava
- c) tyčový hromosvod
- d) oddálený hromosvod (stožárový, závěsný hromosvod a klecový hrom).

Pro správná navržení jímací tyče a umístění musíme dodržet tři základní věci [14]:

- 1) Jaký bude ochranný úhel jedné tyče v závislosti na její výšce.
- 2) Jak tyče správně rozmístit při využití metody valivé bleskové koule.
- 3) Pro mřížovou soustavu platí, metoda mřížového jímače.

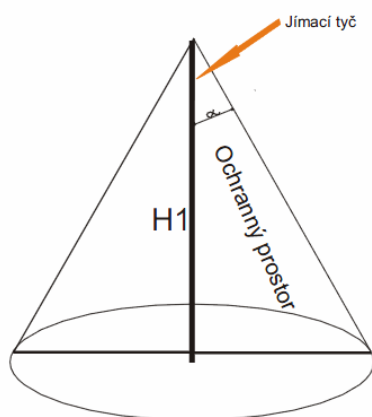
Vše zjišťujeme podle LPS (viz. Tab. 3-3).

Tab. 3-3 Určení poloměru valící se koule a oka mřížové soustavy [17].

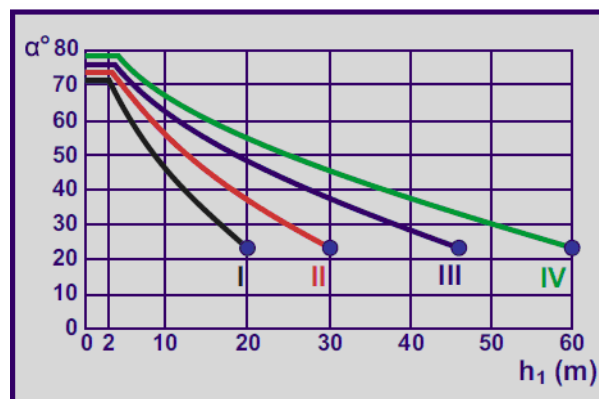
Třída LPS	Poloměr valící se koule (m)	Oko v mřížové soustavě (m)
I	20	5 x 5
II	30	10 x 10
III	45	15 x 15
IV	60	20 x 20

Metoda ochranného úhlu:

Je vhodná pro jednoduché objekty, obrázek (Obr. 3-4) nám ukazuje chráněný prostor, který vymezuje kužel s úhlem α a vidíme že, úhel je závislý na výšce jímací tyče. Pro určení ochranného úhlu využijeme graf (viz.Obr. 3-5), kde jsou zadány určité úhly závislosti na výšce, podle třídy LPS.



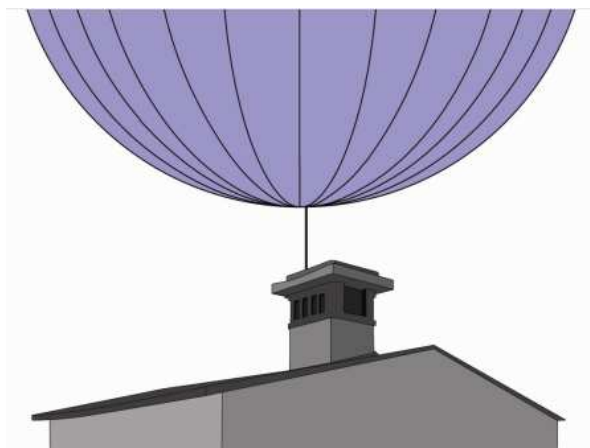
Obr. 3-4 Metoda ochranného úhlu.



Obr. 3-5 Určení ochranného úhlu [19].

Metoda valící se koule:

Poloměr valící se koule simuluje výboj ze země nebo jímací soustavy proti vůdčímu výboji, který sestupuje z mraku. Chráněný prostor vymezuje objem mezi koulí a jímáčem o které se koule opírá. Velikost poloměru valící se koule se rozděluje podle třídy LPS (viz. Tab. 3-3). Valivá koule má stejný poměr mezi objemem a povrchem je to ideální těleso, které má stejnou vzdálenost od středu, to znamená, že je vhodná pro všechny typy objektů (viz. Obr. 3-6).



Obr. 3-6 Metoda valící se koule

Metoda mřížového jímače:

Tahle metoda je využívána většinou jen na rovné plochy, musí být zhotovena tak, že každý horizontální vodič má pokračování ve svodu. U střech s větším sklonem se používají rovnoběžné vodiče vedoucí od hřebene ke svodům ve vzdálenostech odpovídajícím oku mříže. Oka mříž se určuje pomocí LPS (viz. Tab. 3-3) [20].

Provedení jímací soustavy u objektu s neoddáleným hromosvodem, může být realizováno následujícími způsoby.

- a) Pokud střecha není z hořlavého materiálu, může být jímací soustava položena na střeše objektu.
- b) Je-li střecha z lehce hořlavého materiálu, musí být dodržena vzdálenost mezi jímacím vedením a materiálem střechy. Dostatečná vzdálenost je minimálně 10 cm.

Hromosvod nemusí vždy tvořit jímací tyč, mluvíme o náhodných jímačích.

Za náhodné jímače a součást můžeme použít kovové oplechování chráněného objektu, musíme dodržet trvale vodivé pospojování mezi různými částmi hlavně se svody, taky je důležité dodržet tloušťku plechu, tak aby při úderu blesku vydržel a nezpůsobil vlivem zvýšené teploty požár. Kovové díly jako jsou rýny, zábradlí, potrubí, krytí parapetu je důležité dodržet průřez [20].

Svody:

Svody jsou elektricky vodivé spojení mezi uzemněním a jímací soustavou objektu a má za úkol svést elektrický náboj co možnou nejkratší cestou, ale nesmí dojít ke škodám, nedovoleným vysokým oteplením. Počet svodu určíme dle třídy LPS (viz. Tab. 3-4).

Svody jsou vedeny na objektu, přímo podél nehořlavého materiálu (zdi), nebo svody mohou být umístěny na zdi hořlavého materiálu, jsou-li jeho teploty zanedbatelné pokud tomu, tak nejde docílit použijeme držáky ve vzdálenosti minimálně 10cm od zdi, pokud opět toho nedosáhneme, tak průřez svodu musíme zvětšit nad 10 mm.

Je-li navržen oddálený hromosvod, musí být použity v každém případě minimálně dva svody. U lanových a mřížových oddálených jímačů je potřebný jeden svod na každý konec použitého vodiče. [14], [18].

Jako náhodné svody je možno použít kovové předměty:

- Trvalé elektrické spojení mezi různými předměty.
- Jejich rozměry odpovídají minimálně uvedeným hodnotám normovaných svodů.

Tab. 3-4 Určení vzdálenosti mezi svodiči podle třídy LPS [17].

Třída LPS	Vzdálenost mezi svody (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

Zkušební svorka:

Na každém svodu musí být upevněna zkušební svorka pro propojení uzemňovací soustavy. Pro náhodné svody, které jsou spojeny ze zemničem se svorka nedává. Zkušební svorka slouží k provádění revizí samostatného zemniče (uzemnění). Spojku musí být možno rozpojit pomocí náradí. Počet spojů podél svodu má být minimální. Spoje se provádějí, svorkami, šrouby [14].

Uzemnění:

Uzemnění slouží k přechodu blesku do země, tvořené zemním vedením, které je propojené k zemniči. Zemnič je kovové těleso uložené v zemi, tak aby vytvořilo spojení ze zemí. Zemní odpor zemniče, musí být co nejmenší 10 Ω (výjimka je u skalnatých terénů). Uzemnění musí být vhodně spojeno se systémem potenciálového vyrovnání (viz. Obr. 3-8) [14].

V praxi se používají dva typy zemničů:

A - zemniče spojené s jednotlivými svody (tyčové zemniče)

B - obvodový zemnič vně objektu nebo základový zemnič

Máme několik druhů zemničů:

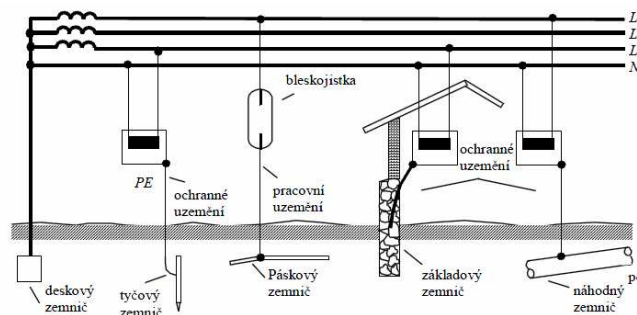
- drátové
- tyčové, trubkové
- deskové, základové

- **Uspořádání uzemňovací soustavy A**

Uspořádání A je tvořeno s vodorovným nebo svislým (tyčovým) zemničem. Instalují se na vnější straně budovy a jsou spojeny s každým svodem. Pro uspořádání zemniče typu A nesmí být celkový počet zemničů nižší než dva. Pro lepší kvalitu uzemnění se v praxi používají kombinace tyčového a okružního zemniče [20].



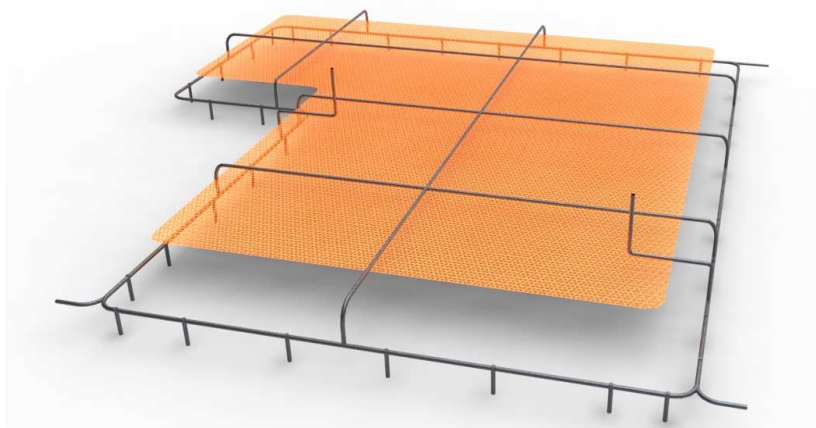
Obr.3-7 Uspořádání uzemňovací soustavy A



Obr. 3-8 Příklad pospojování

- **Uspořádání uzemňovací soustavy B**

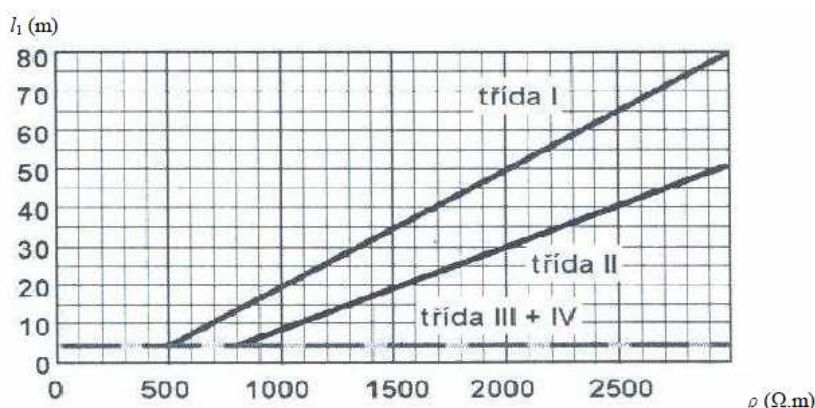
Toto uspořádání přináší výhody oproti typu A. Asi nejdůležitější je, že možné celkem jednoduše zajistit správné a kvalitní ekvipotenciální vyrovnaní objektu. Nevýhodou tohoto zemniče je jeho ukládání do zeminy po dokončení stavby v případě, že se na něj zapomnělo. Zemniče typu B jsou uloženy minimálně z 80% své délky v zemině kolem objektu nebo jsou uloženy v základech objektu. Obvodový zemnič, který je uložený v zemi, je vhodné propojit mřížovými armatury, před zalitím betonu v základech objektu (viz. Obr. 3-9) [20].



Obr. 3-9 Uspořádání uzemňovací soustavy B.

Rozhodující je délka zemniče, kterou můžeme stanovit z LPS. Pokud je objekt zařazen do třídy LPS III a IV, nejsou na zemniče kladeny skoro žádné požadavky. Postačí položit ke každému svodu pětimetrový pásek nebo metr od objektu zatlout jednu zemnicí tyč. Hloubka uložení vodorovného zemniče je stanovena na pouhých 0,5m

Na rozdíl od třídy LPS I a II jsou požadavky mnohem vyšší (viz. Obr. 3-12). Veliký je rozdíl mezi zemniči typu A a typu B. Je-li použit typ A, je nutné dodržet délku každého zemniče, a těch může být několik – podle počtu svodů. Kdežto u typu B jde o jeden zemnič, společný pro všechny svody. Pokud u typu B nevyhoví celková délka či zemnicí odpor, doplníme zemnič ale mimo objekt [20].



Obr. 3-10 Určení délky zemniče dle LPS [14].

3.3.4.2 Vnitřní ochrana

Velkou podstatou vnitřní ochrany, proti účinkům atmosférickém přepětí je vyrovnaní potenciálu, jedná se o to, že veškeré kovové části jsou mezi sebou, vzájemně propojeny a tím se zabrání vzniku nebezpečných rozdílových potenciálů na jednotlivých strukturách i uvnitř jednotlivých zařízení, na jejich napájecích a datových rozhraních, k tomu to potenciálu instalujeme přepětěvé ochrany. Nebezpečným rozdílovým potenciálů říkáme přepětí.[20].

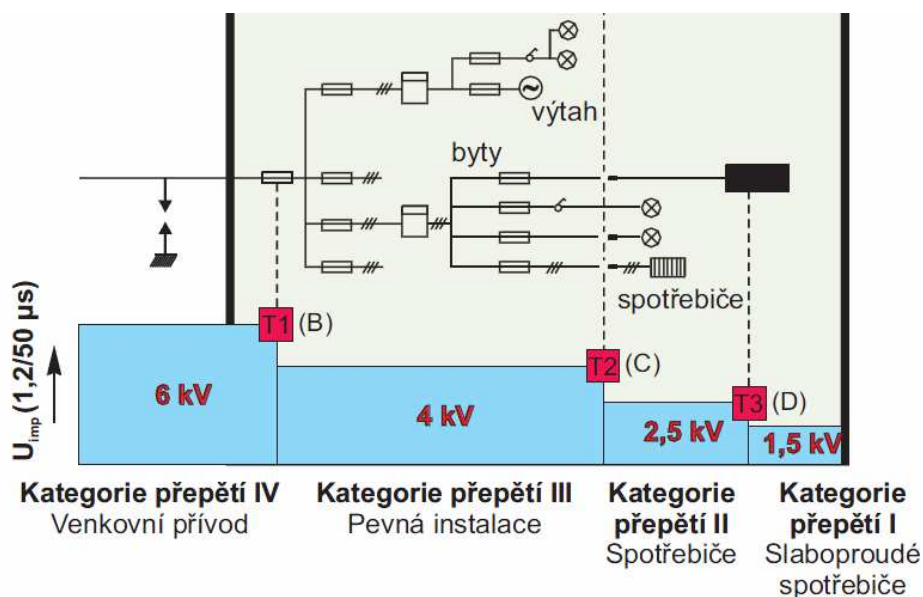
Přepětí dělíme na 4 kategorie [20]:

I – U chráněných zařízení, které jsou háklivé na elektromagnetický impuls jedna se především o slaboproudá zařízení, přepětí nemá překročit **1,5 kV**.

II - Na vývodech z podružných rozváděčů, což je zařízení určené pro připojení k pevné instalaci (spotřebiče), přepětí nemá překročit **2,5 kV**.

III - Za hlavním rozváděčem - zařízení pevné instalace, přepětí nemá překročit **4 kV**.

IV - Pro třífázovou síť nn 3 x 400/230 V na přívodu do budovy, přepětí nemá překročit **6 kV**.



Obr. 3-11 Rozdělení přepětí v objektu [21].

- Ochrana proti přepětí pomocí přepět'ových ochran:

Při udeření blesku do hromosvodu, nám jímací soustava, tento náboj svede bez problému k zemnicí soustavě, ale naroste nám obrovský potenciál, pokud bychom neměli nainstalované přepět'ové ochrany, tak takto narostlý potenciál se chce něčemu vyrovnat, co má nízký odpor (např. uzemnění telefonní ústředny, střed trať vodič PEN), tím pádem by se poškodily všechny elektronické spotřebiče připojené k síti. Abychom v tomto zabránili, je třeba instalovat přepět'ové ochrany.

Přepět'ová ochrana je zařízení, které se skládá buď (bleskojistky, jiskřiště, variátoru, tzv. Musí splňovat nelineární voltampérovou charakteristiku).

- Přepět'ové ochrany dělíme na 3 typy:

SPD1 (typ1, T1): Jsou to svodiče bleskových proudů, které mají za úkol svádět přímý úder blesku. Jsou používány tam, kde proudy blesku nebo části proudů blesku mohou odtékat nejen přes vnější zařízení ochrany před bleskem, ale i přes elektrická vedení. Instaluje se v LPZ 0 a 1. Tyhle svodiče blesku musí mít izolační pevnost menší než 1500 V. To co musí vydržet ten nejhorší spotřebič. Svodič neslouží k tomu, aby nepustil bleskový proud dále do objektu, ale naopak ho pustí ale už vyrovnaný tak, že rozdíl mezi jednotlivými póly, mezi kterými je svodič zapojen není větší než 1500 V. Tyhle svodiče musí vydržet bleskový impuls několikrát, tak aby zůstali nepoškozeni. [19].

Přepět'ová ochrana pracuje na bázi jiskřiště, jakmile se objeví přepětí na svorkách ochrany dojde k mezi elektrodami k zapálení el. oblouku. Tento oblouk zkratuje fázi mezi zemí a umožní vybití rázového proudu. Výhoda jiskřišť je velký odpor v klidovém stavu, téměř nulový unikající proud, zkracují dobu trvání vlny a mají schopnost přenést velkou energii. Nevýhodou jiskřišť je dlouhá doba odezvy 75 až 100 ns.

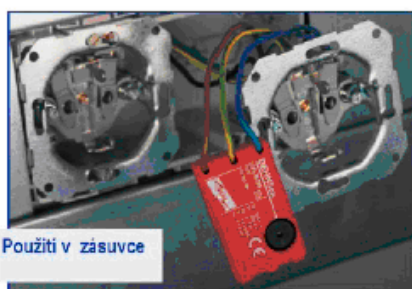
SPD2 (typ2, T2): Svodiče přepětí jsou schopné svádět přepětí vzniklá vzdálenými údery blesku nebo spínacími pochody. Instaluje se v LPZ 2. Tenhle typ tvoří varistorové svodiče. Varistor je polovodič, který má v klidovém stavu téměř nekonečný odpor a v okamžiku, kdy se na jedné z jeho stran pólů objeví napětí, vyšší než, na které je vyroben, pak jeho odpor prudce klesá, téměř až na nulu. V klidovém stavu přes varistor teče velmi malý proud a v případě bleskového proudu (přímý úder blesku), který by varistorem protékal by došlo vynásobením zbytkovým

odporem a vznikla by velká energie, která by svodič zničila. To je důvod proč se nehodí ke svádění přímých úderu blesku. Přepět'ové ochrany TYP2 jsou velmi rychle oproti TYP1 odezva je až 25ns a tak se hodí k ochraně spotřebičů před špičkami menších energií [19].



Obr. 3-12 Kombinace svodiče TYP1 a TYP2 [23].

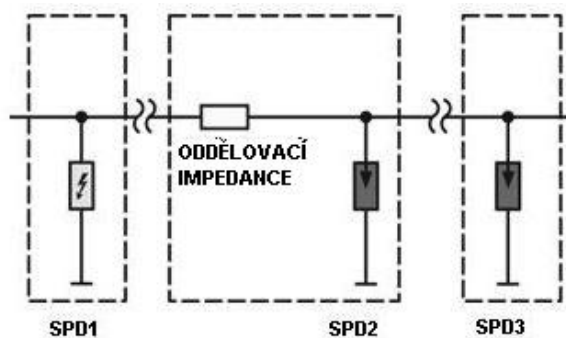
SPD3 (typ3, T3): Svodiče mají nejmenší dovolené zatížení rázovým proudem. Chrání citlivá elektronická koncová zařízení před vazbami, způsobené vzdálenými zásahy blesku, ochrany jsou spojovány přímo k zásuvkám. Instaluje se v LPZ 3 [14], [22].



Obr. 3-13 Instalace svodiče typu 3[23].

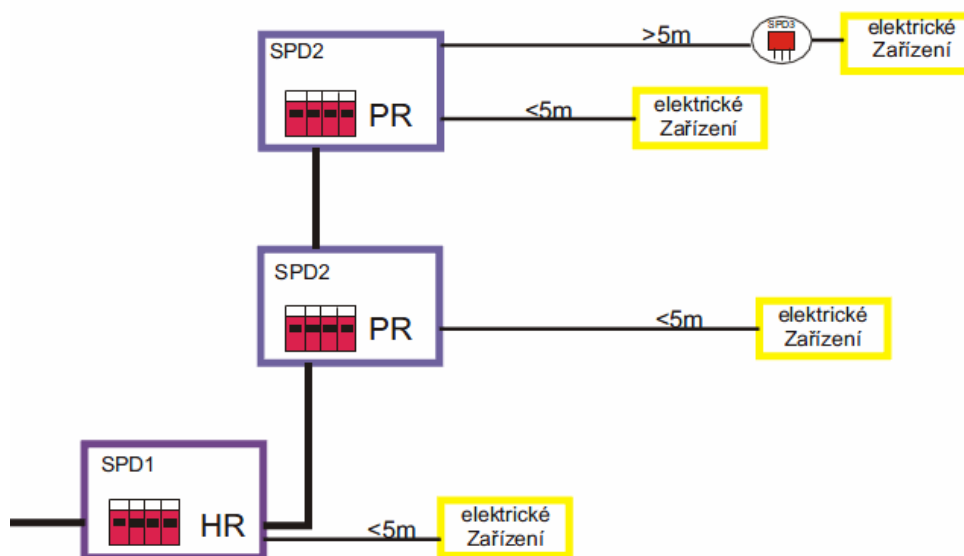
- Zapojování přepět'ových ochran

Pro připojení TYP1 a TYP2: Pro vodiče mezi svodičem bleskového proudu a svodičem přepětí je potřeba dodržet minimální vzdálenost 2 m. Důležité je to, že pokud je vzdálenost menší než 15 m, tak je potřeba instalovat oddělovací impedanci (tlumivka). Oddělovací impedance nám omezí maximální hodnoty impulsních proudů a vytvoří se časové zpoždění nárůstu svedeného proudu pro svodiče přepětí. To znamená, že při instalaci tlumivky zareaguje napřed svodič blesku a pak následně svodič přepětí, pokud by tlumivka nebyla instalována, jako první by zareagoval svodič přepětí došlo by zničení ochrany a nebezpečný impuls by se dále dostal k rozvodům objektu. Teď se uplatňují především kombinované svodiče. Kombinovaný svodič představuje dva svodiče v jednom a už nepotřebuje oddělovací impedanci [22].

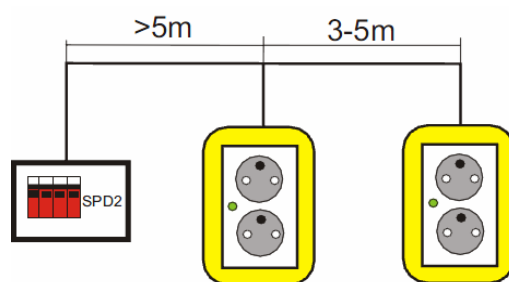


Obr. 3-14 Instalace oddělovací impedance

Pro připojení TYP3: Dodržujeme vzdálenost mezi přepět'ovou ochranu TYP2 a TYP3, to pokud vzdálenost TYP2 k zařízení je menší než 5m, tak se přepět'ová ochrana TYP3 nedává a naopak. Vzdálenost mezi TYP3 je 3-5m. (viz. Obr. 3-16). Ochrany TYP3 jsou umísťovány přímo v zásuvkách síti 230V, které obsahují signalizaci při poruše ochrany.



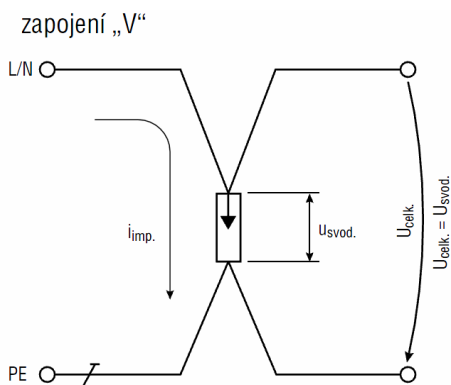
Obr. 3-15 Příkladné rozložení přepět'ových ochran



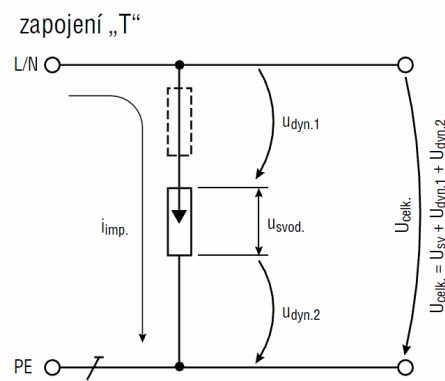
Obr. 3-16 Umísťování ochrany TYP3

• Zapojení přepět'ových ochran

- **Zapojení „V”** (viz. Obr. 3-17) Je fyzické oddělení obvodu před přepět'ovou ochranou. Při normálním provozu protéká proud podobně jako v případě T-zapojení (viz. Obr. 3-18). Při zapůsobení přepět'ové ochrany, však bleskový proud protéká pouze částí instalace před ochranou a instalace je méně zatížena [21].
- **Zapojení „T”** (viz. Obr. 3-18). Může být nežádoucím zdrojem rušivých signálů pro rodinné domky nemá velký význam [21].



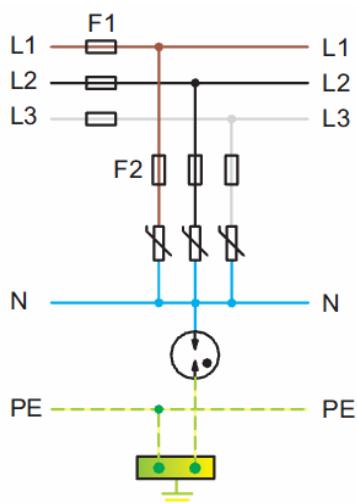
Obr. 3-17 Zapojení V [23]



Obr. 3-18 Zapojení T [23]

- Zapojení „3+1“ a „4+0“

Přepět'ové ochrany lze použít ve všech sítích (TN-C, TN-S a TN-C-S ...). Máme zapojení 3+1 v takovém zapojení jsou použity 3 přepět'ové ochrany mezi jednotlivé fáze a speciální přepět'ová ochrana (Svodič se speciální zhášecí schopností jiskřiště nebo bleskojistka) mezi ochranným vodičem. Pro síť TN-S je zapojení 4+0 jedná se o 3-fáze + N vodič nebo zapojení 3+0 (3 fáze) [21].



Obr. 3-19 Zapojení přepět'ových ochran 3+1 [21].

• Jištění přepět'ových ochran

U svodičů bleskových proudů, které fungují na principu jiskřiště, dochází po svedení impulsu proudu následným zkratovým proudům, které jsou dány velikostí impedance obvodu. Mohou nastat dva případy:

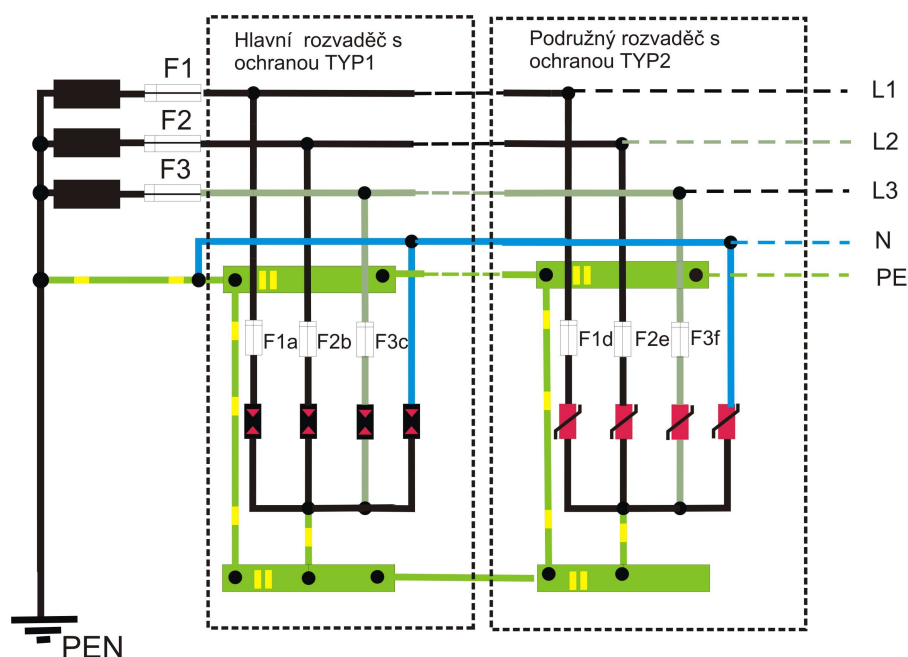
1. Svodič přeruší následný proud samostatně:

Pomocí své zhášecí komory svodiče, pak není zapotřebí před jištění přepět'ové ochrany

2. Svodič nepřerušit následný proud samostatně:

Dochází poškození přepět'ové ochrany. Dalším nebezpečí je zapůsobení hlavního jištění do objektu a následný výpadek elektrické energie. (To se nehodí hlavně průmyslových rozvodu, nemocnic)

Z důvodů zkratové odolnosti svodičů je vloženo jištění, každý výrobce udává povinnost hodnotu před jištěním přepět'ové ochrany podle předřazeného jištění [14].



Obr. 3-20 Jištění přepětíových ochran v síti TN-S.

Svodiče přepětí se jistí pojistkami gL/gG nikoliv jističi. Pojistky mají větší zkratovou odolnost než jističe. Čím vyšší zkratovou odolnost má jiskřiště, tím větší pravděpodobnost nevybavení pojistek [14].

Na obrázku (Obr. 3-20), vidíme příkladné před jištění, které můžeme zajistit pomocí stávajících pojistek v přívodním vedení F1, F2, F3, pokud jsou jejich hodnoty menší nebo rovny maximální hodnotě před jištění předepsané pro daný svodič. Pokud je třeba instalovat pojistky před svodič je důležité, aby při vybavení předřazeného jištění nedošlo k přerušení celého objektu napájení, ale pouze odpojily svodiče, proto dimenzujeme pojistky F1a,d, F2b,e F3 c,f, aby byla zaručena selektivita, tak volíme menší před jištění svodiče, nevýhodou je, že bude docházet přerušení pojistky i při nižších proudech [14].

Reakce pojistek je reakcí na svedení impulsních proudů, nastává tedy u vysokých impulsních proudů, protože se energie impulsu nakumuluje v pojistce v krátké době a tepelné ztráty nestihnou v podstatě žádnou energii odvést, většinou pak dochází k explozi pojistky [14].

Před jištění svodičů se vytváří větší vzdálenost přívodu. Musíme upravit vedení, tak aby nevznikli důsledky na zbytkové přepětí na pracovních vodičích [14].

4 PŘEDSTAVENÍ ZVOLENÉHO RODINNÉ DOMU V 3D POHLEDU

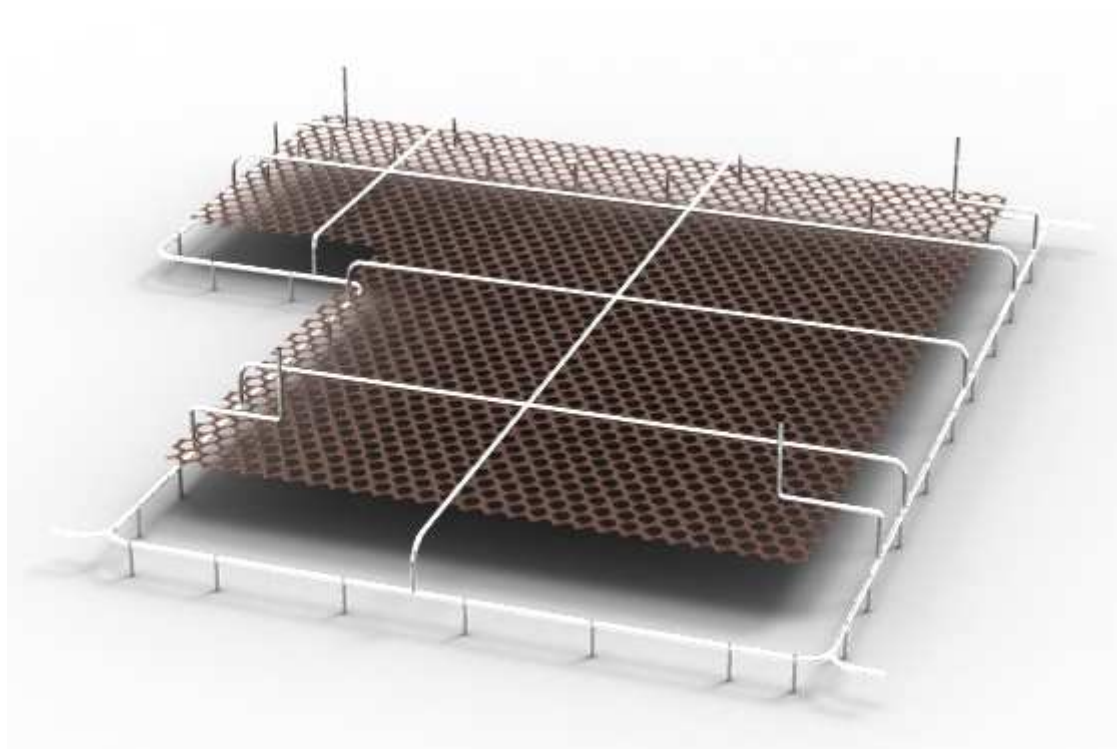
Na obrázcích níže, jsem uvedl názornou představu rodinného domku, na kterém byla provedena ochrana proti atmosférickém přepětí a návrh silových a datových rozvodů. Obrázky jsou uvedeny v 3D modelu, vytvořeny v programu Rhinoceros. V tomto programu bylo vymodelováno i zemnicí vedení typu B (viz. Obr 4-3). Jinak základní rozměry objektu jsem uvedl zvlášť v příloze (výkresy G). Další názorné pohledy jak pro ochranný úhel, tak i pro valivou kouli, jsou uvedeny v níže textu.



Obr. 4-1 Zvolený rodinný dům pohled 1



Obr. 4-2 Zvolený rodinný dům pohled 2



Obr. 4-3 Náзорý pohled uzemnění typ B

5 VYPOČET RIZIK PŘED ÚDEREM BLESKU PRO ZADANÝ RODINNÝ DŮM.

5.1 Zadané hodnoty

5.1.1 Hodnoty rodinného domu

- Rozměry budovy: šířka = 9,95 m, délka = 12,6 m, výška = 7,75 m
- Rozdělení objektu do zón: 1 vnější zóna, 1 vnitřní zóna.
- Riziko požáru: *obvyklé*.
- Poloha objektu: *objekt je obklopen objekty nebo stromy stejné výšky nebo nižšími.*
- Vnější třída LSP je zvolena LPS III → rozteč svodů je 15 m.
- Hustota bouřkových dnů za rok: 22 dnů.
- Objektu se vyskytují: 4 osoby.
- Žádné souvislé okolní objekty nejsou zadány.

5.1.2 Hodnoty inženýrských sítí

Inženýrská síť č. 1. Síť (E.ON) NN:

- Síť se skládá z jedné sekce (přípojka):
 - Vedení je venkovní: výška vedení = 8 m.
- Síť je s transformátorem
- Okolí sekce: *venkovské*
- Celková délka Inženýrská sítě: 1000 m

Inženýrská síť č. 2. Telefonní linka:

- Síť se skládá z jedné sekce (přípojka):
 - Vedení je kabelové: *rezistivita = 500 Ω m.*
- Síť je bez transformátoru
- Okolí sekce: *venkovské*
- Celková délka přípojky: 1000 m

5.1.3 Hodnoty zón pro daný objekt

Vnější zóna (zahrada)

- Povrch zóny: *zemina, tráva*
- Žádná ochrana před dotykem či krokovým napětím okolí svodů.
- Využití zóny z pohledu specifických rizik: *objekt s jiným využitím bez zvýšeného nebezpečí.*
- Charakter využití: *prostor pro bydlení.*

Vnitřní zóna (LPZ1)

- Povrch zóny: *dřevo (plovoucí podlaha)*
- Využití zóny z pohledu specifických rizik: *objekt s jiným využitím bez zvýšeného nebezpečí.*
- Riziko požáru: *obvyklé*
- Riziko vypuknutí paniky: *žádné riziko paniky nebo vlivu na okolí.*
- Protipožární opatření: *pevná automatická ovládaná hasící instalace...*
- Charakter využití: *prostory pro bydlení*
- Systém vyrovnání potenciálu a zapojení zařízení a spotřebičů: *systém vyrovnání není proveden*
- Stínění prostoru: *stínění není provedeno.*
- **V Zóně LPZ1 jsou přivedeny dvě inženýrské sítě.**
 - Inženýrská síť č. 1. síť (E.ON) NN a Inženýrská síť č. 2. telefonní linka
- Koordinovaná ochrana SPD v inženýrských sítích: *koordinovaná ochrana má lepší parametry než třída LPL. (Vyšší impulsní bleskové proudy [kA], ochrannou úroveň [V]).*
 - Vnitřní rozvody – provedení uložení kabelu: *Nestínění kabel – žádné opatření při trasování pro vyloučení velkých smyček.*
 - Odolnost elektrických zařízení: *zařízení vyhovuje ČSN 33 2000-4-443 čl. 443.4. Použitá elektrická zařízení odpovídají impulsní výdržné kategorii I (1,5 kV).*

5.2 Výpočet Rizikových částí**5.2.1 Riziko ztrát ve vnější zóně (zahrada)****5.2.1.1 Riziko RA (úraz živých bytostí způsobeny úderem do objektu).****Plocha objektu, zachycení při úderu blesku**

L - délka domu. ($L = 12,6 \text{ m}$)

W - šířka domu. ($W = 9,95 \text{ m}$)

H - Výška domu. ($H = 7,75 \text{ m}$)

$$A_D = L \times W + 6H \times (L + W) + 9\pi \times H^2$$

$$A_D = 12,6 \times 9,95 + 7,75 \times 6 \times (12,6 + 9,95) + 9\pi \times 7,75^2 = \underline{\underline{2872,17}} \quad (4.1)$$

Počet úderů blesku na jednotku plochy (km^2)

T_d - podle izokeraunické mapy z ČSN EN 62305-2

$$N_g \approx 0,1 \times T_d \Rightarrow N_g \approx 0,1 \times 22 = \underline{\underline{2,2}} \text{ Km}^{-2} \quad (4.2)$$

Průměrný počet nebezpečných událostí způsobených bleskem (do objektu)

$Ng \approx 2,2 \text{ m}^2$ ze vztahu (4.2)

$A_D = 2872,17$ ze vztahu (4.1)

Cd - podle tabulky A.2 (Objekt obklopen objekty nebo stromy stejné výšky nebo nižšími) z ČSN EN 62305-2. ($Cd = 0,5$)

$$N_D = A_D \times Ng \times C_D \times 10^{-6} \Rightarrow N_D = 2872,17 \times 2,2 \times 0,5 \times 10^{-6} = \underline{\underline{0,003159}} \quad (4.3)$$

Ztráty způsobené úrazy živých bytostí.

Lt - podle tabulky C. 1 (osoby vně (mimo) budovy) z ČSN EN 62305-2. ($Lf = 10^{-2}$)

ra - podle tabulky C.2 (povrch zemina) z ČSN EN 62305-2. ($ra = 10^{-2}$)

$$L_A = ra \times Lt \Rightarrow L_A = 1 \times 10^{-2} \times 1 \times 10^{-2} = \underline{\underline{0,0001}} \quad (4.4)$$

Součást rizika úrazu živých bytostí způsobené úderem blesku do objektu

$L_A = 0,0001$ ze vztahu (4.4)

$N_D = 0,003159$ ze vztahu (4.3)

P_A - podle tabulky B.1 (žádné ochranné opatření) z ČSN EN 62305-2. ($P_A = 1$)

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A \Rightarrow R_D = 0,003159 \times 1 \times 0,0001 = \underline{\underline{3,159 \times 10^{-7}}} \quad (4.5)$$

5.2.2 Rizika ztrát ve vnitřní zóně LPZ1**5.2.2.1 Součást související s úrazem živých bytostí při úderu blesku do inženýrské sítě č.1. ($Ru_{(s)}$)****Následné ztráty způsobené úrazem živých bytostí:**

Lt - podle tabulky C.1 (střední hodnota - osoby uvnitř budovy) z ČSN EN 62305-2. ($Lt = 10^{-4}$).

ru - podle tabulky C.2 (činitel povrchu pudy - Asfalt, dřevo) z ČSN EN 62305-2. ($ru = 10^{-5}$).

$$Lu = Lt \times ru \Rightarrow Lu = 10^{-4} \times 10^{-5} = \underline{\underline{10^{-9}}} \quad (4.6)$$

Sběrné plochy pro stavbu a vedení, úderů zasahující silnoprůdové vedení připojené ke stavbě, jedná se o vedení venkovní.

H_C - výška vedení ($H_C = 8 \text{ m}$)

H_b - výška domu ($H_b = 7,75 \text{ m}$)

L_C - délka vedení při neznámé délce ($L_C = 1000 \text{ m}$)

ρ - měrná hodnota odporu půdy, při neznámé je ($\rho = 500 \Omega m$)

$$Al_s = 6 \times H_C \times (L_C - 3 \times H_b) \Rightarrow Al_s = 6 \times 8 \times (1000 - 3 \times 7,75) = \underline{\underline{46884}} \text{ m}^2 \quad (4.7)$$

Průměrný počet nebezpečných událostí ke stavbě, způsobený úderem blesku do silnoprůdého vedení

$Ng \approx 2,2 \text{ m}^2$ ze vztahu (4.2)

$Al_s = 46884 \text{ m}^2$ ze vztahu (4.7)

C_d - podle tabulky A.2 (Objekt obklopen objekty nebo stromy stejné výšky nebo nižšími) z ČSN EN 62305-2. ($C_d = 0,5$)

C_t - podle tabulky A.4 (s transformátorem) z ČSN EN 62305-2. ($C_t = 0,2$)

$$Nl_s = Ng \times Al_s \times C_d \times C_t \times 10^{-6} \Rightarrow Nl_s = 2,2 \times 46884 \times 0,5 \times 0,2 \times 10^{-6} = \underline{\underline{0,0103}} \quad (4.8)$$

Součást rizika živých bytostí, dané úderem blesku do silnoprůdého vedení:

$Nl_s = 0,0103$ ze vztahu (4.8)

$Lu = 10^{-9}$ ze vztahu (4.6)

N_{DA} - Počet událostí pro stavbu (konec „b“ inženýrské sítě. (Pro rovinné území, vedení samostatné žádné sousedící stavby, žádné přilehlé stavby na vzdáleném konci (konec „a“)) z ČSN EN 62305-2. ($N_{DA} = 0$)

P_U - podle tabulky B.3 (pro lepší parametry než projektová LPL.) z ČSN EN 62305-2. ($P_U = 0,005 - 0,001$).

$$R_{US} = (Nl_s + N_{DA}) \times P_U \times Lu \Rightarrow R_{US} = (0,0103 + 0) \times 0,001 \times 10^{-9} = \underline{\underline{1,03 \times 10^{-14}}} \quad (4.9)$$

5.2.2.2 Součást související s úrazem živých bytostí při úderu blesku do inženýrské sítě č.2. ($Ru_{(T)}$)

Sběrné plochy pro stavbu a vedení, úderů zasahující do telefonního připojení ke stavbě, jedná se o vedení kabelové.

H_b - výška domu ($H_b = 7,75 \text{ m}$)

L_C - délka vedení při neznámé délce ($L_C = 1000 \text{ m}$)

ρ - měrná hodnota odporu půdy, při neznámé je ($\rho = 500 \Omega m$)

$$Al_T = \sqrt{\rho} \times [L_C - 3H_b] \Rightarrow Al_s = \sqrt{500} \times [1000 - 3 \times 7,75] = \underline{\underline{21840,79 \text{ m}^2}} \quad (4.10)$$

Průměrný počet nebez. událostí ke stavbě, způsobený úderem blesku do telefonního vedení

$Ng \approx 2,2 \text{ m}^2$ ze vztahu (4.2)

$Al_{(T)} = 21840,79 \text{ m}^2$ ze vztahu (4.10)

C_d - podle tabulky A.2 (Objekt obklopen objekty nebo stromy stejné výšky nebo nižšími) z ČSN EN 62305-2. ($C_d = 0,5$)

C_t - podle tabulky A.4 (bez transformátoru, jen síť) z ČSN EN 62305-2. ($C_t = 1$)

$$Nl_{(T)} = Ng \times Al_{(T)} \times C_d \times C_t \times 10^{-6} \Rightarrow Nl_s = 2,2 \times 21840,79 \times 0,5 \times 1 \times 10^{-6} = \underline{\underline{0,0240}} \quad (4.11)$$

Součást rizika živých bytostí, dané úderem blesku do telefonního vedení:

$$R_{U(T)} = (Nl_T + N_{DA}) \times P_U \times Lu \Rightarrow R_{U(T)} = (0,0240 + 0) \times 0,005 \times 10^{-9} = \underline{\underline{1,2 \times 10^{-13}}} \quad (4.12)$$

5.2.2.3 Součást rizika úrazu živých bytostí dané úderem blesku do přírodních sítí:

$R_{U(S)} = 1,03 \times 10^{-14}$ ze vztahu (4.9)

$R_{U(T)} = 1,2 \times 10^{-13}$ ze vztahu (4.12)

$$R_U = R_{U(S)} + R_{U(T)} \Rightarrow R_U = 1,03 \times 10^{-14} + 1,2 \times 10^{-13} = \underline{\underline{1,303 \times 10^{-13}}} \quad (4.13)$$

**5.2.2.4 Součást související s hmotnou škodou, při úderu blesku do inženýrské sítě č.1.
($R_{V(S)}$)****Ztráty způsobené hmotnými škodami**

Lf - podle tabulky C.1 (typická střední hodnota pro občanské budovy) z ČSN EN 62305-2.
($Lf = 10^{-1}$)

rp - podle tabulky C.3 (automatická ovládaní hasící instalace) z ČSN EN 62305-2. ($rp = 0,2$)

rf - podle tabulky C.4 (riziko požáru obvyklé) z ČSN EN 62305-2. ($rf = 10^{-2}$)

hz - podle tabulky C.5 (žádné další riziko) z ČSN EN 62305-2. ($hz = 1$)

$$L_V = Lf \times rp \times rf \times hz \Rightarrow L_B = 10^{-1} \times 0,2 \times 10^{-2} \times 1 = \underline{\underline{0,0002}} \quad (4.14)$$

Součást rizika hmotných škod, dané úderem blesku do silnoproudého vedení:

$L_V = 0,0002$ ze vztahu (4.14)

P_V - podle tabulky B.3 (pro lepší parametry než projektová LPL.) z ČSN EN 62305-2.
($P_V = 0,005 - 0,001$).

$Nl_{(S)} = 0,0103$ ze vztahu (4.8)

$$R_{V(S)} = Nl_{(S)} \times P_V \times L_V \Rightarrow R_{V(S)} = 0,0103 \times 0,005 \times 0,0002 = \underline{\underline{1,03 \times 10^{-8}}} \quad (4.15)$$

5.2.2.5 Součást související s hmotných škod, při úderu blesku do inženýrské sítě č.2. ($R_{V(T)}$)

$L_V = 0,0002$ ze vztahu (4.14)

P_V - podle tabulky B.3 (pro lepší parametry než projektová LPL.) z ČSN EN 62305-2.
($P_V = 0,005 - 0,001$).

$N_{I(T)} = 0,0240$ ze vztahu (4.11)

$$R_{V(T)} = N_{I(T)} \times P_V \times L_V \Rightarrow R_{V(T)} = 0,0240 \times 0,005 \times 0,0002 = \underline{\underline{2,4 \times 10^{-8}}} \quad (4.16)$$

5.2.2.6 Součást rizika hmotných škod dané úderem blesku do přívodních sítí:

$R_{V(S)} = 1,03 \times 10^{-8}$ ze vztahu (4.15)

$R_{V(T)} = 2,4 \times 10^{-8}$ ze vztahu (4.16)

$$R_V = R_{V(S)} + R_{V(T)} \Rightarrow R_V = 1,03 \times 10^{-8} + 2,4 \times 10^{-8} = \underline{\underline{3,43 \times 10^{-8}}} \quad (4.17)$$

5.2.2.7 Součást rizika hmotných škod pro vnitřní zóny (R_B)

$N_D = 0,003159$ ze vztahu (4.3)

$L_B \Rightarrow L_V = 0,0002$ ze vztahu (4.14)

P_B - podle tabulky C.3 (pro LPS III.) z ČSN EN 62305-2. ($P_B = 0,1$)

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B \Rightarrow R_D = 0,003159 \times 0,1 \times 0,0002 = \underline{\underline{6,318 \times 10^{-8}}} \quad (4.18)$$

5.3 Výsledky vypočtu Rizik

5.3.1 Ve vnější zóně (zahradu)

Riziko R1 ztráty na lidských životech:

$$R1 = R_A + R_B + R_U + R_V \Rightarrow R1 = 3,159 \times 10^{-7} + 0 + 0 + 0 = \underline{\underline{3,159 \times 10^{-7}}} \quad (4.19)$$

5.3.2 Ve vnitřní zóně LPZ1

Riziko R1 ztráty na lidských životech:

$$R1 = R_A + R_B + R_U + R_V \Rightarrow R1 = 0 + 6,318 \times 10^{-8} + 1,303 \times 10^{-13} + 3,43 \times 10^{-8} = \underline{\underline{9,748 \times 10^{-8}}} \quad (4.20)$$

5.3.3 Součet celkového rizika R1 (ztráty na lidských životech).

$$R_1 = R_A + R_B + R_U + R_V = 3,159 \times 10^{-7} + 6,318 \cdot 10^{-8} + 1,30310^{-13} + 3,43 \times 10^{-8} \Rightarrow$$

$$R_1 = \underline{\underline{0,0000004134}} \quad (4.21)$$

5.3.4 Kontrola rizika R1 podle ČSN 62305 - 2

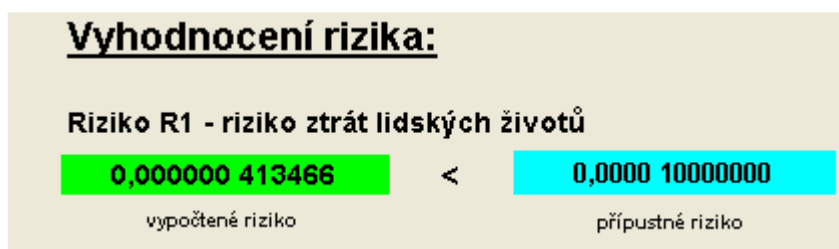
$$R_T - \text{podle tabulky 7 (Ztráty na lidských životech) z ČSN EN 62305-2. } (R_T = 10^{-5}) \quad (4.22)$$

5.4 Celkový souhrn výsledků rizik před úderem blesku.

Riziko	Vypočtené	Přípustné	
R1	0,0000004134	< 0,00001	VYHOVUJE
R2	0	< 0,001	VYHOVUJE
R3	0	< 0,001	VYHOVUJE
R4	0	< 0,001	VYHOVUJE

Poznámka: Pokud se jedná o rodinný dům, tak se neuvažuje rizika: R2 Ztráty na kulturním dědictví, R3 Ztráty na službách veřejnosti a R4 Ztráty ekonomické povahy.

5.5 Výpočet rizika pomocí programu



Obr. 5-1 Vyhodnocení pomocí programu (Milanův program pro výpočet rizika).

Vidíme, že mé výpočty podle normy ČSN 62305-2, které souhlasí s programem a jsou správné po stránce početní.

6 NÁVRH VNĚJŠÍ OCHRANY PROTI PŘEPĚTÍ PRO ZADANÝ RODINNÝ DŮM

6.1 Výpočet středního poloměru plochy zemniče – zemnič typu B

Výpočet poloměru plochy zemniče typ B nám slouží tomu, je-li třeba doplňovat další zemnič mimo objekt, či ne. Musíme znát jen jednoduchý vzoreček a podmínku.

Výpočet poloměru:

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{113,9}{\pi}} = 6,02 \text{ m}^2 \quad (5.1)$$

- Výpočet plochy základového zemniče je $A = 113,9 \text{ m}^2$ pro náš objekt je znázorněn na (Obr. 6-1).
- Výpočet středního poloměru r je proveden i pomocí programu. Milanův výpočet středního poloměru zemniče typu B (viz. Obr. 6-2) je výsledek, který nám vyšel stejně jako ve vztahu (viz. rov. 5.1), tedy $r = 6,02 \text{ m}^2$.

Podmínka:

- $r \geq l_1$, l_1 - Je minimální délka zemniče.
- Délku l_1 zjistíme (viz. Obr. 3-10), pro třídu LPS III. Po odečtení z grafu se $l_1 = 5 \text{ m}$.
- Podle podmínky $r \geq l_1 \Rightarrow 6,02 \geq 5 \rightarrow$ **podmínka je splněna.** Objekt nemusí mít instalovaný zvláštní zemnič mimo objekt.

Plocha půdorysu

Zadáno tvaru půdorysu Typ půdorysu: Tvar L

a = 9,95 Rozměry udány v metrech

b = 12,60

c = 9,80

d = 5,85

2

Vypočtená plocha v m : 113,89

zavřít Zadáno - plocha vypočtena

Obr. 6-1 Výpočet plochy A.

Milanův výpočet středního poloměru plochy zemniče - kontrola zemniče typu B

třída LPS
☐ LPS I ☐ LPS II ☒ LPS III ☐ LPS IV

Zadáání plochy zemniče
☐ přímo hodnotou ☒ výpočet z rozměrů

Rezistivita půdy: Ωm
 Minimální délka zemniče l_1 : m
 Plocha zemniče: m²

zadání rozměrů zemniče
zobrazit diagram minimálních délek zemniče

Diagram:
 plocha vytvořená obvodem základového zemniče A_1
 $A = A_1 = A_2$
 $r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$
 $r \geq l_1$
 ekvivalentní plocha kruhu A_2 střední radius r

Průběh výpočtu:
 $A_1 = 109\text{m}^2$ příklad rodinný dům, LPS III, $l_1 = 5\text{m}$
 $r = \sqrt{\frac{109}{3,14}} = 5,89\text{m}$
 není zapotřebí dodatečných zemničů!

Porovnání:
 $r_e = 6,020989 > l_1 = 5$

Obr. 6-2 Výpočet středního poloměru zemniče typu B.

6.2 Návrh počtu a uchycení svodů

Pro neizolovanou jímací soustavu musí, být použity v každém případě minimálně dva svody. Měly by být rozmístěny po obvodu chráněné stavby.

- Počet svodů můžeme určit podle (Tab. 3-4) → Zvolení LPS III
- Návrh jsem provedl pomocí programu (viz. Obr. 6-3)

Zadáme: - LPS III

- Rozměry budovy (š, d, h)

- Program nám vypočítal, že rodinný dům bude mít celkem 4 svody. To znamená, že dva svody na straně b (viz. příloha E).

Milanův výpočet dostatečné vzdálenosti - hřebenová soustava, vodivé žlaby, zemnič typu B

Vypočít **Konec**

Třída LPS
☐ LPS I ☐ LPS II ☒ LPS III ☐ LPS IV

Materiál
☒ zdivo, beton ☐ vzduch ☐ izolační tyč

svody ve stěně A
☒ ne ☐ ano

normová rozteč svodů = 15 m
 koeficient k_i = 0,04 koeficient k_m = 0,5

Rozměry budovy:
 šířka a : m
 délka b : m výška h : m

Parametry hřebenové soustavy:
 Navrhnout počet svodů dle ČSN EN 62305
 počet polí mezi svody: strana B:

Počet svodů celkem:

rozteče: m koeficient k_c = 0,5006617

Vzdálenost L : m inkrement:

Dostatečná vzdálenost S : m

Výpočetní program D 02 verze 2.70

Obr. 6-3 Milanův software pro určení počtu svodů.

Umístění svodu jsem navrhl podél okapové roury. Na obrázku (Obr. 6-4), vidíme upevnění svodu na okap. Uchycení svodu je ve vzdálenosti 1 m.



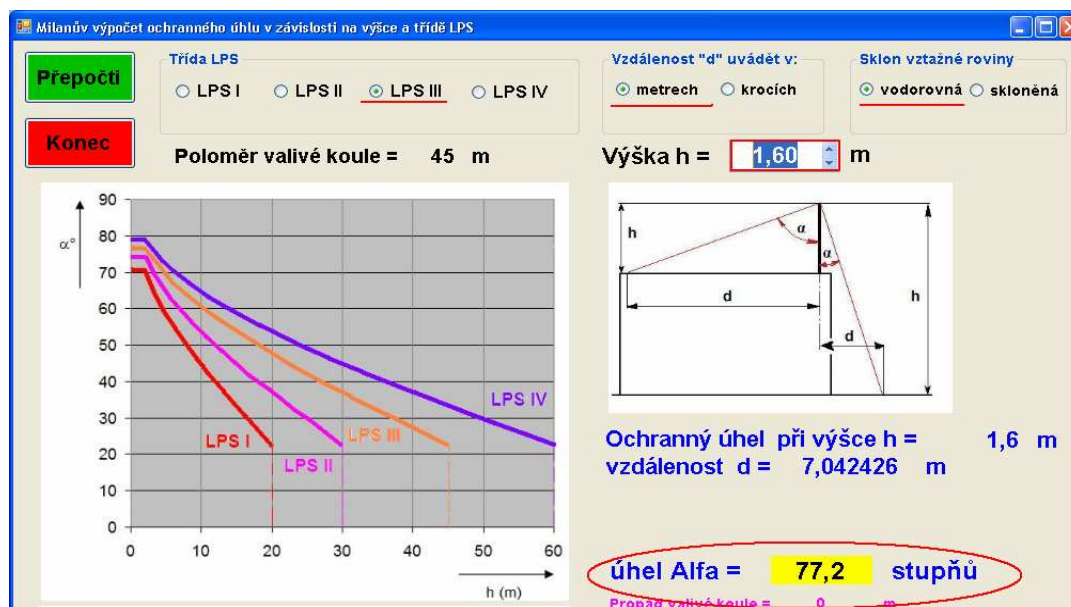
Obr. 6-4 Svod podél okapové roury.

6.3 Návrh Ochranného úhlu

Ochranný úhel zjistíme podle grafu, který je znázorněn (viz. Obr. 3-5) a nebo opět pomocí programu (Milanův Výpočet ochranného úhlu). Můj objekt konkrétně tvoří čtyři ochranné úhly pro třídu LPS III:

- **Ochranný úhel komínu (JT1).**
 - o Výška jímací tyče komínu (JT1) je 1,6m, kterou jsem určil podle valivé koule (viz. Odstavec 6.4). Úhel JT1 vyšel 77° .
- **Ochranný úhel anténního stožáru (JT2).**
 - o Výška jímací tyče anténního stožáru (JT2) je 90 cm, určena opět pomocí valivé koule. Úhel jímací tyče JT2 je 77° .
- **Ochranný úhel pro hřebenové vedení.**
 - o Hřebenové vedení je myšleno, jako vedení svodu podél vrcholu hřebene střechy. Výška hřebenového vedení, která je nad zemí 7,75m ale musíme k ní připočítat 10 cm nad hřebenem pro upevnění svodu hřebene. Výška tedy činí 7,85 m $\rightarrow$ úhel tedy vychází 64° .
- **Ochranný úhel pomocné jímací tyče (PJ).**
 - o Výška pomocné jímací tyče nad zemí pod úhlem 45° je 8,08 m. Ochranný úhel vyšel stejně jako pro hřebenové vedení, tedy 64° .

Všechny ochranné úhly jsou zakresleny ve výkresech příloha E v pohledu 2D. Pro pohledy v 3D modelovém prostředí jsou uvedeny níže. Na obrázku (Obr. 6-5) jsem uvedl názorný příklad výpočtu pomocí softwaru, jednoduchého určení ochranného úhlu pro jímací tyč JT1.



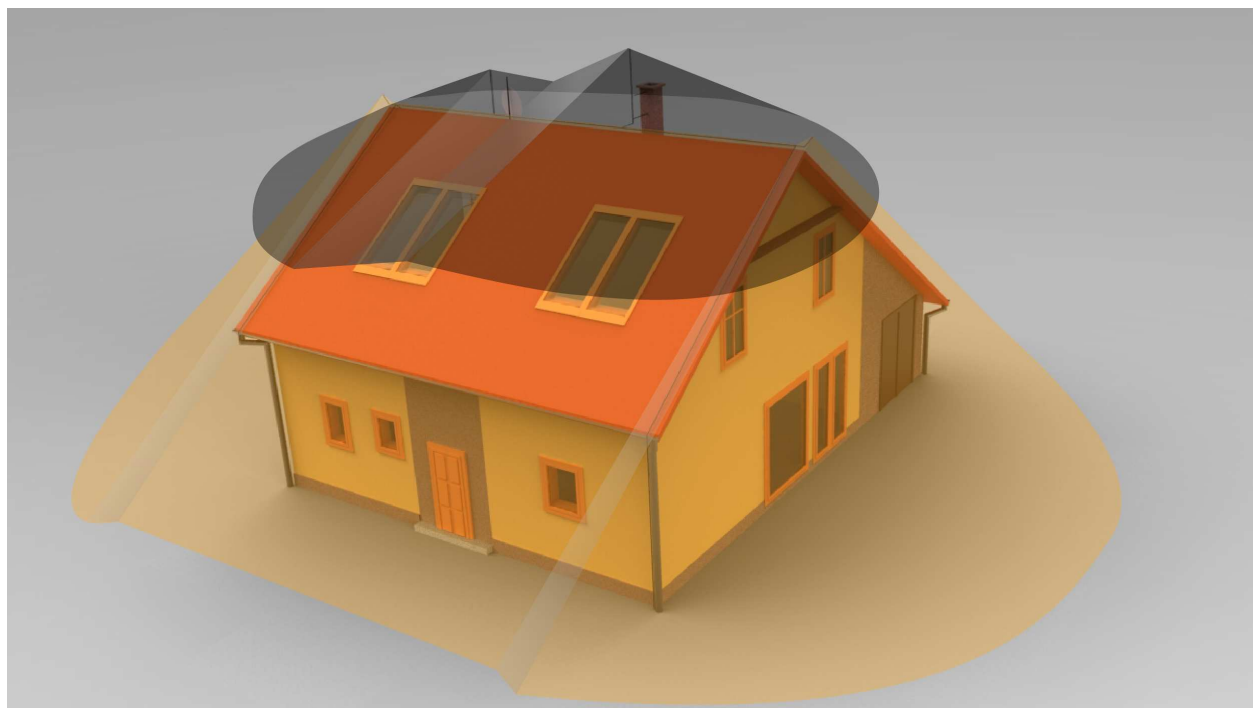
Obr. 6-5 Výpočet ochranného úhlu pro jímací tyč JT1.

- Ochranné úhly rodinného domu v pohledu v 3D:**

Na obrázku (Obr. 6-6), vidíme představu ochranných úhlů hřebenového vedení a pomocné jímací tyče (PJ) v 3D modelu, vytvořeno pomocí kuželů. Názorně jsme na tomto obrázku ukázal problém, vyčnívajícího komínu a anténního stožáru, kdyby u nich nebyly instalovány oddálené hromosvody a došlo by následným udeřením blesku do těchto vyčnívajících objektu, tak by se nebezpečné přepětí jednoduše dostalo do objektu nebo by mohl vzniknout požár domu. Vyřešení toho to problému je ukázáno na obrázku (Obr. 6-7), kde jsem do modeloval ochranné úhly. Podmínka je splněna celý objekt se nachází v ochranném prostoru, tak aby z něj žádná část budovy nevyčnívala.



Obr. 6-6 Ochranný úhel hřebenového vedení a pomocné jímací tyče v 3D modelu.

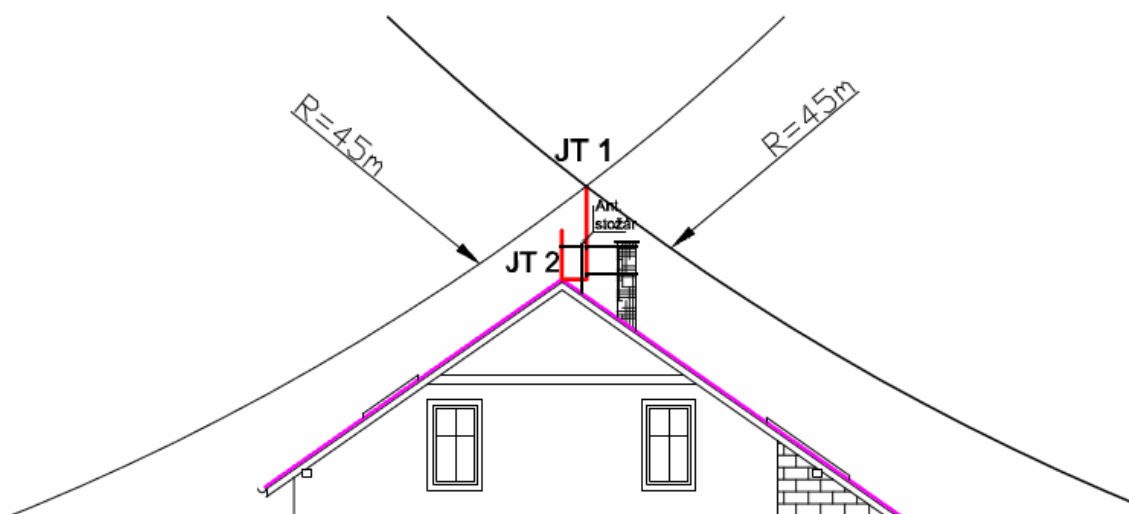


Obr. 6-7 Kompletní provedení ochranný úhlů v 3D modelu.

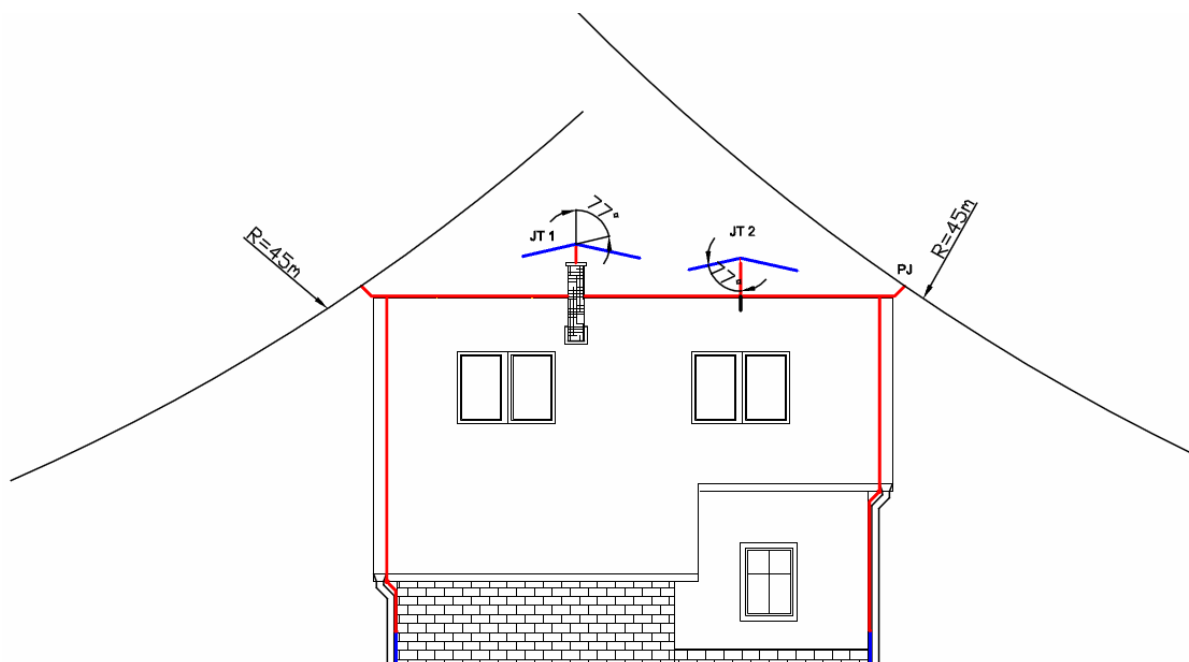
6.4 Představa metody valící se koule

Metoda valivé koule se může nejlépe představit v nějakém 3D programu, pro jednoduché objekty jako jsou např. rodinné domy, můžeme představu provést i v AutoCadu 2D. Pro valivou kouli je nejpodstatnější parametr poloměr R , který se určí pomocí tabulky (Tab. 3-3). Jak už bylo, několikrát zmíněno pro náš objekt je to třída LPS III → poloměr koule je tedy $R = 45$ m. Valivá koule se musí dotýkat pouze jímacích tyčí, která se valí s terénem rodinného domku a nesmí nastat, že se koule dotkne nějaké části budovy než ochranné soustavy.

- Zobrazení v pohledu 2D:



Obr. 6-8 Představa valivé koule v západním pohledu.



Obr. 6-9 Představa valivé koule v jižním pohledu.

- Zobrazení v pohledu 3D



Obr. 6-10 Představa valivé koule 3D modelu ve východním pohledu.



Obr. 6-11 Představa valivé koule 3D modelu v jižním pohledu.

Jak v pohledu 2D, tak i v 3D se potvrdila správně navržená jímací soustava, valivé koule se nedotýkají jinde než u jímacích tyčí!

6.5 Výpočet dostatečné vzdálenosti S

Hlavní prioritou dostatečné vzdálenosti S je dodržení vzdálenosti chráněného zařízení (komínu, anténního stožáru) od jímací soustavy. Tímto opatřením docílíme svedení bleskového proudu mimo tato zařízení a zabráníme vniknutí části bleskového výboje do budovy. Provádí se tak, že mezi chráněné zařízení a jímací tyčí jsou umístěny izolační distanční držáky, jejich vzdálenost např. od anténního stožár (viz. Obr. 6-12). musí být vypočítána. Výpočet se může provést ručně nebo pomocí programu.



Obr. 6-12 Znázornění vzdálenosti S

6.5.1 Konkrétní výpočet dostatečné vzdálenosti (s), pro náš objekt:

- **Vztah pro vzdálenost S:**
$$S = k_i \cdot \frac{k_c}{k_m} \cdot L \quad (5.2)$$

- k_i – Koeficient závislý na zvolené třídě ochrany před bleskem. (Tabulka 10. ČSN 62305-3).
- k_c – Koeficient závislý na geometrickém uspořádání
- k_m – Koeficient určený materiálem dráhy možného přeskoku (Tabulka 12. ČSN 62305-3).
- L – Délka svodu od umístění jímací tyče (spodní části JT), pak podél svodu až k zemniči a do nejbližšího bodu vyrovnání potenciálu (HOP).

- **Vztah pro koeficient k_c :**
$$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{c}{h}} \quad (5.3)$$

- n – Celkový počet svodů.
- c – Vzdálenost sousedního svodu.
- h – Výška nebo vzdálenost vedení svodu.

- **Vlastní výpočet k_c**

- $n = 4$ svody
- $c = 9,95$ m
- $h = 3,8$ m

$$k_c = \frac{1}{2n} + 0,1 + 0,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{c}{h}} \Rightarrow k_c = \frac{1}{2 \cdot 4} + 0,1 + 0,2 \cdot \sqrt[3]{\frac{9,95}{3,8}} = 0,5006 \quad (5.4)$$

- **Vlastní výpočet dostatečné vzdálenosti S:**

- $k_i = 0,04$ (podle třídy LPS III)
- $k_c = 0,5$
- $k_m = 0,75$ (materiál je izolant podle DEHNiso*)
- $L \Rightarrow$ 1) Vzdálenost pro komín, $L=18$ m.
2) Vzdálenost pro Anténní stožár, $L=19,3$ m.
-

Výpočet vzdálenosti S pro komín:

$$S = 0,04 \cdot \frac{0,5}{0,75} \cdot 18 = \underline{\underline{0,48}} \text{ m} \quad (5.5)$$

Výpočet vzdálenosti S pro ant. stožár:

$$S = 0,04 \cdot \frac{0,5}{0,75} \cdot 19,3 = \underline{\underline{0,515}} \text{ m} \quad (5.6)$$

Dostatečnou vzdálenost S jsme vypočítali, stačí jen dodržet podmínku, že vzdálenost od předmětu musí být, větší nebo rovna vypočtené vzdálenosti S . Na obrázku (Obr. 6-13) vidíme výpočet dostatečné vzdálenosti S pro anténní vedení pomocí programu, kde výsledek souhlasí s vypočítaným výsledkem.

- Ukázka výpočtu vzdálenosti S pro anténní stožár, pomocí programu:

Milanův výpočet dostatečné vzdálenosti - hřebenová soustava, vodivé žlaby, zemnič typu B

Výpočet **Konec**

Třída LPS
☐ LPS I ☐ LPS II ☒ LPS III ☐ LPS IV

normová rozteč svodů = 15 m
 koeficient k_i = 0,04 koeficient k_m = 0,75

Materiál
☐ zdivo, beton ☐ vzduch ☒ izolační tyč

svody ve stěně A
☒ ne ☐ ano

Rozměry budovy:
 šířka a: 12,60 m
 délka b: 9,95 m výška h: 3,80 m

Parametry hřebenové soustavy:

počet polí mezi svody: strana B: 1

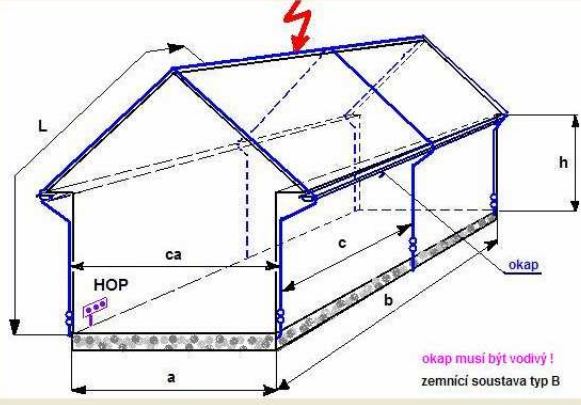
Počet svodů celkem: 4 koeficient k_c = 0,5006617

rozteče: c: 9,95 m

Vzdálenost L: 19,30 m **inkrement:** 0,10

Dostatečná vzdálenost S: 0,5153478 m

Výpočetní program D 02 verze 2.70
 pro výpočet dostatečné vzdálenosti u hřebenové soustavy s uzemňovací soustavou typu B



okap musí být vodivý!
 zemničí soustava typ B

Obr. 6-13 Milanův program pro výpočet dostatečné vzdálenosti S pro hřebenovou jímací soustavu zemnič B.

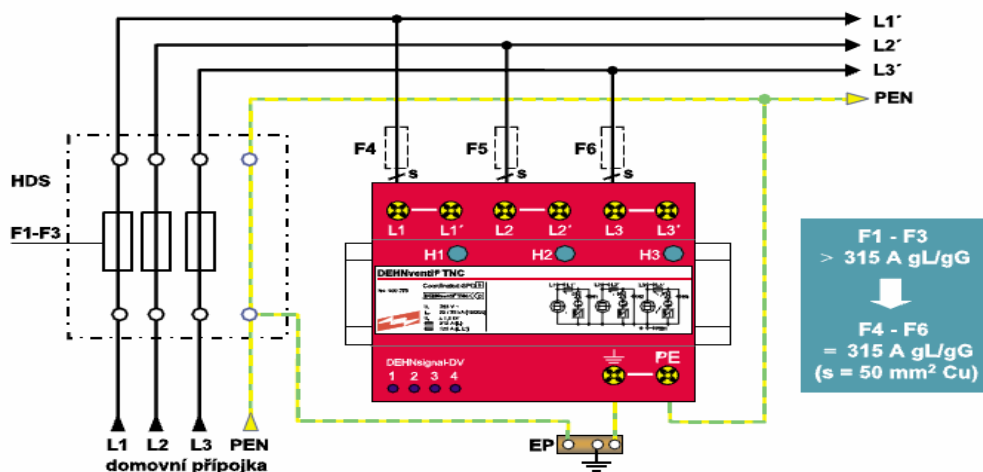
7 NÁVRH VNITŘNÍ OCHRANY PROTI BLESKU PRO ZADANÝ RODINNÝ DŮM.

Zařízení i technické vybavení přepět'ových ochran pro rodinné domy se liší, záleží hlavně na investrovi, jak svůj objekt chce chránit proti přepětí. Proto bude uvažováno, že navrhovaná ochrana proti přepětí bude pro běžný rodinný dům se standardním zařízením, usazený v husté zástavbě, s kabelovou přípojkou nízkého napětí i telefonu. Samozřejmě nároky nebudou, tak velké jako například pro administrativní budovu. Další podstatnou věcí je rozdělení přepět'ových ochran do kategorie přepětí s SPD3 budou chráněna PC, TV, telefonní linka, které patří do kategorie IV, kde ochrany musí zabránit menšímu přepětí než 1,5 kV, jinak další spotřebiče budou chráněni kombinací ochran SPD1 a SPD2.

7.1 Návrh kombinace přepět'ových ochran SPD1 a SPD2

Umístění kombinací SPD1 a SPD2, budeme uvažovat přímo domovním rozvaděči (RD1), (výkres 2B). Pokud bychom chtěli instalovat ochrany přímo v elektroměrovém rozvaděči (RE). Musíme dodržet vzdálenost od samostatného objektu a to max. 2 metry, ale pro nás platí vzdálenost 5 m od přípojky k RD. To znamená že, svodič bleskových proudů, může být instalován v tomto rozvaděči ale chránil by pouze tento rozvaděč. Druhý problém je, že instalaci ochran do (RE), vám musí povolit distributor elektrické energie.

Zvolil jsem přepět'ovou ochranu DV M TNC 255 od firmy DEHN, která se montuje přímo v do hlavního rozváděče (RD1), ještě před rozdělení PEN vodiče. Stav ochrany je signalizován signalizačním polem.



Obr. 7-1 Schéma zapojení DV M TNC 255 v síti TN-C, zapojení jako T [23].



Obr. 7-2 DV M TNC 255 [23].

Technické údaje			
U_c	255 V / 50 Hz		
I_{fi}	50 kA _{ef}		
I_{imp} (10/350 μ s)	25 kA (L $\Rightarrow$ PEN); 75 kA (L1+L2+L3 $\Rightarrow$ PEN)		
max. $\Rightarrow$	125 A gL/gG (zapojení „V“)		
max. $\Rightarrow$	315 A gL/gG (zapojení „T“)		
ϑ° C	-40°C ... + 80°C (... +60°C Viz zapojení)		
IP-Code	20		
min. $\square$ L1, L1', L2, L2', L3, L3', PEN, $\downarrow$	10 mm ²		
max. $\square$ L1, L2, L3, PEN	35 mm ²		50 mm ²
max. $\square$ L1', L2', L3', $\downarrow$	25 mm ²		35 mm ²
$\square$	16 mm ² Cu $\geq 15,5$ mm		

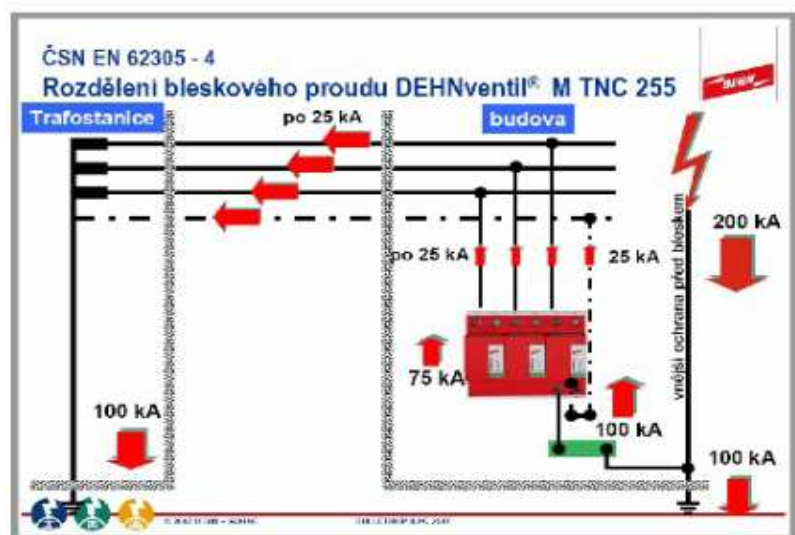
Obr. 7-3 Technické parametry DV M TNC 255 [23].

7.1.1 Parametry I_{if} a I_{imp}

I_{imp} - Je to vrcholová hodnota zkušební vlny proudu z impulsního generátoru 10/350 μ s. Svými parametry (strmosti, velikosti náboje), simuluje zatížení svodiče skutečným bleskovým proudem, svodiče bleskových proudů musí tuto vlnu vydržet vícekrát bez poškození [23]!

Pro náš případ se řídíme podle třídy LPS III, kde podle tabulky (Tab.7-1) zjistíme, že velikost na vstupu ochrany může být 50 kA. Zvolení ochrany vyhovuje, ale pokud vzhledneme technické údaje DV M TNC 255, tak přepětová ochrana dokáže snést na vstupu ochrany 100 kA. To znamená, že naše ochrana může být instalována v třídě LPS I pro 4 vodiče. Taký nám to ukazuje obrázek (Obr. 7-4), kde je názorně ukázáno rozdělení bleskového proudu pro 200 kA.

I_{if} - Udávána efektivní hodnotou, neovlivněného následného síťového proudu při napětí U_c , který svodič dokáže samostatně přerušit [23].



Obr. 7-4 Rozdělení bleskového proudu pro přepět'ovou ochranu SPD1 [19].

Tab. 7-1 Rozdělení bleskového proudu podle třídy LPS

Třída LPS/LPL	Bleskový proud	Velikost proudu na vstupu ochrany (I_{imp})
I	200 kA	100 kA
II	150 kA	75 kA
III-IV	100 kA	50 kA

7.1.2 Návrh předřadného jištění pro SPD1 a 2

Svodiče přepětí se musí jistit pojistkami gL/gG nikoliv jističi. Každý výrobce ochrany uvádí svoji maximální hodnotu předřadného jištění pojistek. Pro DV M TNC 255 je maximální hladina jištění 315A. Záleží, jestli máme ochranu zapojenou jako „V” nebo „T” (viz. Obr. 3-17 a Obr. 3-18).

Naše hlavní jištění v HDS je 40A. To znamená, že nepotřebuje pro hlavní ochrany před jištění. Pokud by bylo jištění v HDS větší než 315A pro zapojení T, tak by bylo nutné instalovat před jištění podle tabulek výrobce.

7.2 Návrh přepět'ové ochrany pro HDO

Důležité je nezapomenout na „spínanou nulu” od HDO. Z hlediska ochrany před bleskem je pro nás nechráněné vedení, které nám vstupuje do objektu. Pro ovládaní stykače se ovšem většině případů používá vodič minimálního průřezu (např. CYKY 1x2,5-4), který není schopen vést velký bleskový proud. Pak jen stačí instalovat před cívkou stykače svodič přepětí.

Zvolil jsem svodič přepětí DEHNguard S 275. Jeho impulsní jmenovitý proud při vlně (8/20us) je 20kA



Obr. 7-5 DEHNgard S 275 [23].

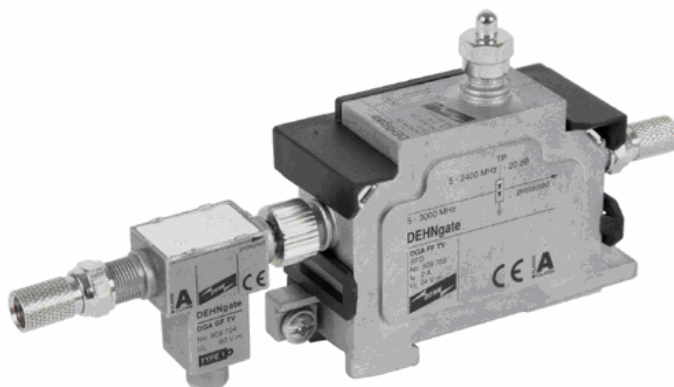
Technické údaje							
DG S 75 (FM)	DG S 150 (FM)	DG S 275 (FM)	DG S 320 (FM)	DG S 385 (FM)	DG S 440 (FM)	DG S 600 (FM)	
kat. č. 952 071	kat. č. 952 072	kat. č. 952 070	kat. č. 952 073	kat. č. 952 074	kat. č. 952 075	kat. č. 952 076	
kat. č. 952 091	kat. č. 952 092	kat. č. 952 090	kat. č. 952 093	kat. č. 952 094	kat. č. 952 095	kat. č. 952 096	
typ	75	150	275	320	385	440	600
U_c	75 V~ 100 V~	150 V~ 200 V~	275 V~ 350 V~	320 V~ 420 V~	385 V~ 500 V~	440 V~ 585 V~	600 V~ 800 V~
max. I_{LL}	125 A gL/gG						100 A gL/gG
$\theta^\circ \text{C}$	-40°C ... + 80°C						
kód IP	20						
min. $\square \text{ L, N, } \perp$	1.5 mm²						
max. $\square \text{ L, N, } \perp$	25 mm²		35 mm²				
	16 mm² Cu						

Obr. 7-6 Technické údaje DEHNgard S 275 [23].

7.3 Návrh přepět'ové ochrany pro anténní vedení

Anténní svody od stožáru, které jsou umístěny v ochranném pásmu hromosvodu není nutné chránit svodiči bleskových proudů, protože jsme dodrželi u anténního stožáru dostatečnou vzdálenost S od jímací tyče, pak postačí svodiče přepětí. Optimální volbu jsem zvolil DEHNgate GFF TV => Svodič přepětí pro satelitní příjem a kabelové televize, propouští stejnosměrné napětí až do 24 V pro napájení zesilovačů určený po koaxiálním vedení TV signálu o impedanci 75 Ohm. Vstup i výstup je opatřen konektory F (Female). Instalace se provede v půdních prostorech. Svodič splňuje požadavky na zvýšené stínění podle třídy A (EN 50 083-2) [23].

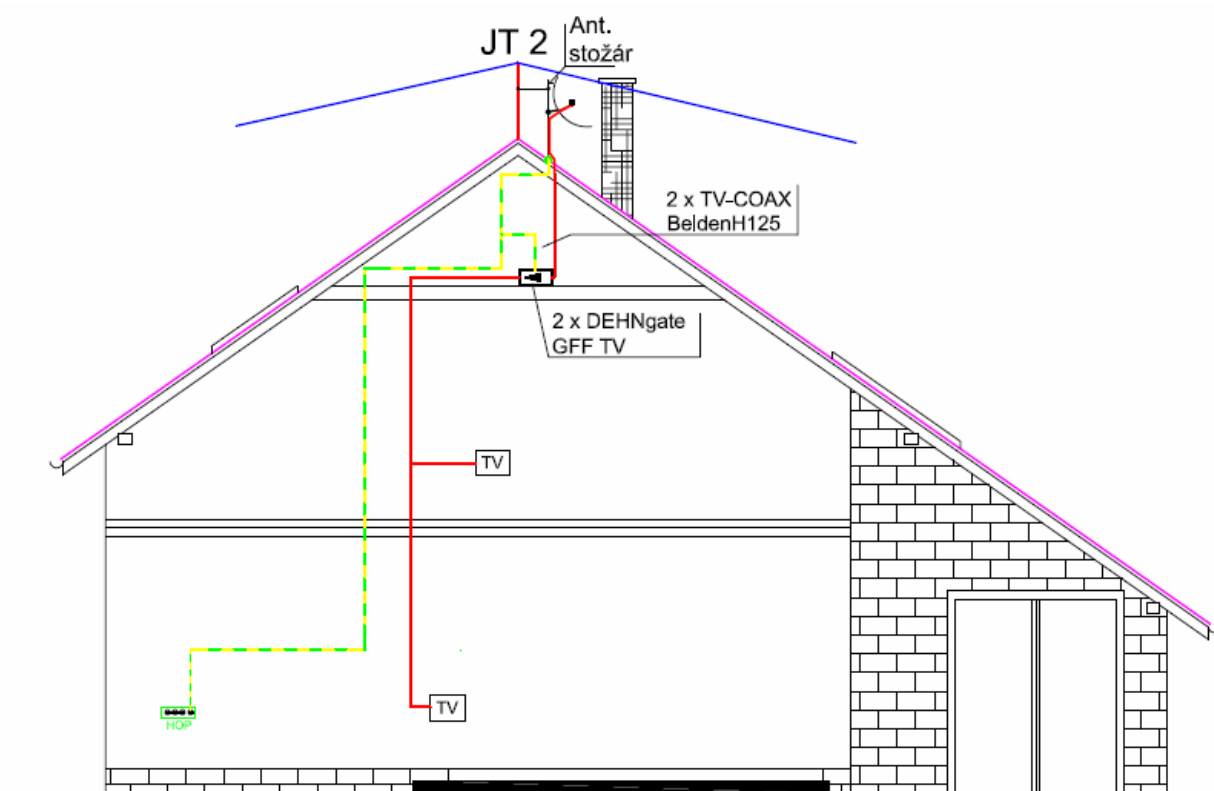
Na obrázku (Obr. 7-9), vidíme řešení umístění přepět'ové ochrany DEHNgate GFF TV v našem rodinném domku. A je zde zakresleno že, anténní stožár se musí připojit na hlavní ochranné pospojování podle normy ČSN 62305. Jinak satelitní parabola musí být v ochranném úhlu jímače JT2 a musí splňovat dostatečnou vzdálenost S .



Obr. 7-7 Svodič přepětí DEHNgate GFF TV [23].

typ	DGA FF TV	DGA GF TV	DGA GFF TV
třída svodiče	TYPE 3P1	TYPE 1+	TYPE 1+TYPE 3P1
max. příp. trvalé napětí dc U_c	24 V	60 V	24 V
celk. jmen. impuls. proud C2 (8/20) I_n	1,5 kA	10 kA	10 kA
rozsah frekvencí f	dc, 5-3000MHz	dc-2400MHz	dc, 5-2400MHz

Obr. 7-8 Technické parametry DEHNgate GFF TV [23].



Obr. 7-9 Umístění přepětí ochrany pro anténní vedení.

7.4 Návrh přepět'ové ochrany pro telefonní linku

Moduly určený pro ochranu telefonních linek i sdělovacích linek se skládají ze dvou dílů - základová patice a zásuvná patrona.

Základová patice: **BXT BAS** => Základní díl je univerzální pro všechny ochranné moduly. Díl je optimalizován pro snadnou montáž a údržbu. Při manipulaci a výměně modulu nedochází k přerušení signálu.

Zásuvná patrona: Volba byla zvolena pro **BXT ML4 B 180**. Prostorově velmi úsporný modul svodiče přepětí s čipem LifeCheck je univerzální pro všechny aplikace. Technické parametry jsou uvedeny (viz.Obr. 7-12) [23].



Obr. 7-10 BXT ML4 B 180 [23].



Obr. 7-11 Základová patice [23].

typ	BXT ML4 B 180
třída svodiče	TYPE 1 →
max. příp. trvalé napětí dc U_c	180 V
jmen. proud při teplotě +45°C I_L	1,2 A
D1 zkuš. impuls. proud (10/350) celkový I_{imp}	10 kA

Obr. 7-12 Technické parametry BXT ML4 B 180 [23].

7.5 Návrh přepět'ových ochran typ SPD3 pro zásuvky 230V

Modul pro ochranu jemným přepětím, bude instalován **DEHNflex M 255** je to modul s jemným svodičem přepětí typu 3, který chrání zásuvkové okruhy a síťové zdroje elektrických spotřebičů před impulsním přepětím. Modul jsem zvolil jen pro některé zásuvkové obvody více (Výkresy 2C, 3C), kde přímo na zásuvce je přikreslené kolečko. Jinak pokud bude instalováno jemné zařízení mimo ochranu SPD3. Může se použít ochrana **DEHNprotector TV/RADIO** (viz.Obr. 7-15)

Technické parametry (katalog DEHN):

- Dvou pólový svodič je vybaven kontrolním a odpojovacím zařízením, akustickou signalizací poruchy.
- Modul je přizpůsoben k montáži do kabelových kanálů a elektroinstalačních krabic nezávisle na designu zásuvek.

typ	DFL M 255
max. příp. trvalé napětí ac U_c	255 V
jmenovitý impulsní proud (8/20) [L+N+PE] I_n	3 kA

Obr. 7-13 Technické parametry DEHNflex M 255 [23].



Obr. 7-14 DEHNflex M 255 [23].



Obr. 7-15 DEHNprotector TV/RADIO [23].

8 ZÁVĚR

Úkolem téhle bakalářské práce bylo seznámení se s teorií ochranami proti úrazu elektrického proudu, vnějšími a vnitřními ochranami proti atmosférickému přepětí, veškerá teorie je uvedena v kapitolách 2 a 3. A díky těmto znalostem, bylo úkolem vytvořit kompletní projektovou dokumentaci pro zadaný rodinný dům.

Hlavním cílem celé práce je seznam postupů pro návrh ochran proti úrazu el. proudu a atmosférickém přepětí pro rodinný dům. Aby objekt nebyl fiktivní ale představoval reálnou stavbu a tím i větší problémy při návrhu ochran, tak byl zvolen postavený dvoupodlažní rodinný dům se suterénem. Jeho představení jsem uvedl v kapitole 4, kde je znázorněn v 3D modelu v programu Rhinoceros.

V projektu je obsažena výkresová dokumentace, která obsahuje, jak návrh silových a datových rozvodů, tak i rozvaděče pro silové rozvody. Pro silové rozvody se jedna především o rozmístění spotřebičů, světelných a zásuvkových obvodů, které jsou zakresleny v jednotlivých půdorysech pater objektu, následně vytvoření rozvaděče, který je nakreslen v liniovém schématu, kde jsou rozmístění jednotlivé ochranné prvky zařízení. Pro datové rozvody se jedná především o návrhu telefonní linky, elektronicky požární signalizace (EPS) a návrh umístění společné televizní antény a jejich rozvodu k TV.

Z velké části v bakalářské práci je věnováno především vnitřní a vnější ochrany proti atmosférickému přepětí. Chráněný rodinný domek jsem zařadil do třídy LPS III. Byl zde proveden samostatný výpočet analýzi rizik podle normy ČSN EN 62305-2. Výpočty jsem provedl ručně podle normy, pro ověření výsledků jsem použil výpočetní program rizik. Vypočítaný výsledek, zcela souhlasí s výsledkem programu. Analýza rizika sloužila pro správné ověření použití ochran proti atmosférickým přepětí, které byly použity pro daný objekt. Celý postup výpočtu rizika je uveden v kapitole 5.

Návrh vnější ochrany, která představuje kompletní soustavu hromosvodu a má správnost jímací soustavy ověřenou pomocí metody ochranných úhlů a valivé koule v 2D a 3D modelovém prostředí. Dále bylo stanoveno výpočet počtu svodů, výpočet středního poloměru zemniče typu B a výpočet dostatečné vzdálenosti (s) od anténního stožáru a komínu pro jímací tyče, tyto výpočty jsou stanoveny ručně a pomocí programů. Celá problematika vnější ochrany pro přepětí je zahrnuta v kapitole 6.

Práce samozřejmě pojednává i o problému vnitřní ochrany proti blesku, kde pro objekt byly navrženy a vybrány svodiče bleskových proudů, tak i svodiče přepětí podle katalogu od firmy DEHN. Postup zvolení a návrh svodičů je uveden v kapitole 7.

Projektová dokumentace je rozebrána v technické zprávě, která se odkazuje na platné normy. Pro celý objekt byl stanoven rozpočet materiálu, bohužel není zde uvedena cenová položka za odvedenou práci, protože tuhle problematiku je třeba znát z praxe. Rozpočet materiálu byl proveden v programu Verox.

Výkresy pro hromosvod a rozvaděč jsou kresleny v programu AutoCad. Jinak výkresy silových a datových rozvodů jsou kresleny v programu Astra a AutoCad. Všechny výkresy, technická zpráva a rozpočet materiálu jsou obsahem přílohy.

Téma této bakalářské práce se mi skutečně zdálo velmi zajímavé. Přimělo mě to nastudovat problematiku ochran proti elektrickému proudu a proti atmosférickému přepětí. Myslím si, že informace zpracované v této práci mi pomohly se dobře orientovat problematice projektování elektroinstalací v rodinného domu.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2:2007. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 41: Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- [2] Dvořáček, K. Instalace ochrany před úrazem elektrickým proudem. Elektrotechnická a telekomunikační instalace, duben 2008, 120 stran
- [3] Kalab, P., Steinbauer, M. Bezpečná elektrotechnika. Skriptum VUT-Brno, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Brno 2009.
- [4] Meduna, V., Koudelka, C. účinky elektrického proudu na lidský organizmus. Skriptum VŠb, TU – Ostrava, Ostrava 2006
- [5] Elektro v praxi, právní předpisy základní normy. Solid team, Olomouc 2008, 187 stran
- [6] ČSN IEC 479-1: 1998 Účinky proudu na člověka a domácí zvířectvo - Část 1: Obecná hlediska
- [7] <http://www.stefajir.cz/?q=fibrilace-komor>
- [8] Elektrokardiografie, vznik a měření signálů
- [9] ČSN 33 2000-3:1995 Elektrotechnické předpisy. Elektronická zařízení. Část 3: hodnocení základních charakteristik.
- [10] ČSN 50191:2001 Zřizování a provoz zkušebních elektrických zařízení
- [11] ČSN EN 61140:2001 Ochrana před úrazem elektrickým proudem. Společná hlediska pro instalaci a zařízení ČSN EN 61140-ed. 2:2003
- [12] Proudové chrániče schrack technick, spol. s r.o, 2007.
- [13] Štěpán, F. Proudové chrániče. Knižnice ELEKTRO, Svazek 55. IN-EL, spol. s r.o., 2001.
- [14] Dudaš, J. Instalace ochrany před bleskem a atmosférickým přepětí. Elektrotechnická a telekomunikační instalace, duben 2007, 140 stran
- [15] Svačina, J. Elektromagnetická kompatibilita, skripta- přednášky Brno 2002
- [16] REZEK, I. Jak ochránit elektroniku při bouřce? [online], 2010, <http://www.rema.cz/view.php?cisloclanku=2007090001>
- [17] ČSN 62305-3:2007. Ochrana před bleskem. Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života.
- [18] Koudelka, C. Ochrana před bleskem. Skriptum VŠb, TU-Ostrava, Ostrava 2007
- [19] Elektronická knižka 2.1, [online], <http://www.kniska.cz>
- [20] Šalanský, D., Hájek, J. DEHN: Tipy a triky - Jak uzemnit hromosvod, [online], červen 2008, <http://elektrika.cz/data/clanky/dehn-tipy-a-triky-jak-uzemnit-hromosvod/view>
- [21] Přepět'ové ochrany OEZ. Aplikační příručka, [on line], http://www.oez.cz/file/279_1_1/OEZ.
- [22] Berka, Š. Elektrotechnická schémata a zapojení 2, nakladatelství BEN, Praha 2010, 240 stran.
- [23] Katalog přepět'ových ochran DEHN 2009, [online], <http://www.dehn.cz/pdf/katalog/kat09/DehnKK2009CZ.pdf>
- [24] ČSN EN 62305-2: 2006 Ochrana před bleskem. Část 2: Řízení rizika.
- [25] Smílek, J. Školní stránky isš-cop VM. Ing. Jiřího Smílka, [online], <http://www.jsmilek.cz>

Přílohy:

- **Příloha A**.....A - Technická zpráva
- **Příloha B**.....H - Soupis materiálu
- **Příloha výkresy:**
 - B - Návrh rozvaděče
 - C - Silnoprůdové rozvody
 - D - Slaboprůdové rozvody
 - E - Návrh hromosvodu
 - F - Legenda značek
 - G - Základní rozměry objektu

A - TECHNICKÁ ZPRÁVA

ELEKTROINSTALACE

AKCE: Rodinný dům č.p. 14

MÍSTO STAVBY: Rožnov pod Radhoštěm

PROJEKTANT: Aleš Chromík

VEDOUCÍ PROJEKTU Ing. Branislav Bátora

V Brně 2011

OBSAH

SEZNAM PŘÍLOH:	4
1 ÚVOD	5
1.1 ROZSAH PROJEKTU	5
1.1.1 PROJEKT ŘEŠÍ	5
1.1.2 PROJEKT NEŘEŠÍ.....	5
1.1.3 PROJEKTOVÉ PODKLADY	5
2 TECHNICKÉ ÚDAJE	6
2.1 TECHNICKÉ PARAMETRY	6
2.2 VOLBA PROUDOVÝCH SOUSTAV A NAPĚTÍ, ZPŮSOB NAPÁJENÍ	6
2.2.1 PROUDOVÁ SOUSTAVA A NAPĚTÍ	6
2.2.2 ZPŮSOB NAPÁJENÍ.....	6
2.3 STUPEŇ DŮLEŽITOSTI DODÁVKY ELEKTRICKÉ ENERGIE	7
2.4 STUPEŇ ELEKTRIZACE RODINNÉHO DOMU	7
2.5 STANOVENÍ PROSTORŮ A VNĚJŠÍCH VLIVŮ DLE ČSN 33 2000-3 A ČSN 33 2000-5-51	7
2.6 ZÁKLADNÍ ŘEŠENÍ OCHRAN	7
3 POPIS ELEKTROINSTALACE	7
3.1 PROVEDENÍ SILNOPROUDÝCH ROZVODŮ	7
3.2 HLAVNÍ VYPÍNÁNÍ	8
3.3 SVĚTELNÉ OKRUHY	8
3.4 ZÁSUVKOVÉ OKRUHY	8
3.5 NAPOJENÍ EL.SPORÁKU	8
3.6 NAPOJENÍ EL.BOILERU	8
3.7 NAPOJENÍ DIGESTOŘE	8
3.8 VENKOVNÍ OSVĚTLENÍ	8
4 SLABOPROUDÉ ROZVODY	9
4.1 ZABEZPEČOVACÍ POŽÁRNÍ SYSTÉM (EPS)	9
4.2 TELEFONNÍ PŘIPOJENÍ	9
4.3 SPOLEČNÁ TELEVIZNÍ ANTÉNA STA	9
5 NÁVRH HROMOSVODU	10
5.1 VÝPOČET RIZIKA	10
5.2 POPIS OBJEKTU	10
5.3 POPIS HROMOSVODU	10
5.3.1 JÍMACÍ VEDENÍ	10
5.3.2 SVODY.....	10
5.3.3 ZKUŠEBNÍ SVORKY	10
5.3.4 UZEMNĚNÍ.....	11
5.3.5 VNITŘNÍ OCHRANA PROTI PŘEPĚTÍ	11
5.3.6 HLAVNÍ OCHRANNÉ POSPOJOVÁNÍ	11
6 ENERGETICKÁ BILANCE	12

Příloha A

7 ZÁVĚREČNÁ USTANOVENÍ.....	13
7.1 BOZ, PO A OCHRANA ŽP.....	13

SEZNAM PŘÍLOH TECHNICKÉ ZPRÁVY:

Název	Počet příloh	Značení
Rozvaděč	3	B
Silnoprúdá část	3	C
Slaboprúdá část	3	D
Hromosvod	7	E
Legenda značek	1	F
Základní rozměry	2	G
Soupis materiálu	1	H

1. ÚVOD

Úkol projektu je vypracování dokumentace, která řeší elektroinstalaci v objektu typového rodinného domu. Instalace je zpracována podle současných platných předpisů a norem ČSN.

1.1. Rozsah projektu

1.1.1. Projekt řeší

- Silnoproudou instalaci v suterénu, 1. NP a 2. NP
 - o Návrh přípojky (elektroměrový rozvaděč (RE, HDS).
 - o Návrh domovního rozvaděče (RD1).
- Slaboproudou instalaci v suterénu, 1. NP a 2. NP
 - o Zabezpečovací požární systém (EPS).
- Návrh hromosvodu
- Návrh přepětových ochran

1.1.2. Projekt neřeší

- Rozvody pro zabezpečovací techniku (EVS)

1.1.3. Projektové podklady

- Stavební projekt – vybrané části v měřítku 1:50
- Předpisy a normy ČSN
- Katalogy výrobců
- Směrnice E.ON – požadavky na umístění, provedení a zapojení měřících soustav pro odběratele připojených k sítím nn.

2. TECHNICKÉ ÚDAJE

2.1. Technické parametry

Příkon.....	55,7 kW
Soudobost.....	0,35
Příkon soudobý.....	19,5 kW
Celkový proud.....	28,14 A
Hlavní jištění.....	3x32 A
Pojistky v HDS.....	3x40 A
Navržený elektroměr.....	trojfázový elektroměr, dvousazbový s HDO

2.2. Volba proudových soustav a napětí, způsob napájení

2.2.1. Proudová soustava a napětí

- Napěťová soustava v distribuční síti: 3F+PEN ~ 50Hz, 400V/230 TN-C
- Elektroměrový rozvaděč (RE): 3F+PEN ~ 50Hz, 400V/230 TN-C
- Domovní rozvaděč (RD1): 3F+N+PE ~ 50Hz, 400V/230 TN-C-S

2.2.2. Způsob napájení

Měření odběru

Přivedené vedení do elektroměrového rozvaděče (RE) je provedeno z HDS, tj. přípojka ze sítě E.ON, bude provedena z odbočení ze sloupového vedení pod zemí procházejícího souběžně s místní komunikací. Rozvaděč (RE) a HDS musí být přístupné z veřejné komunikace, bude vybudována zeď pro umístění RE a HDS, popřípadě HUP v oplocení pozemku (viz. Výkres č. 3B).

Rozvaděč (RE) obsahuje dvousazbový elektroměr a přijímač HDO (ve vlastnictví firmy E-ON). Dále majetkem majitele je hlavní trojpólový jistič (32 A), svorkovnici (ochranné vodiče) a pomocný jistič (2A) pro napájení HDO (viz. Výkres č. 2B).

Přivedené vedení do objektu

Z elektroměrového rozvaděče (RE) do domovního rozvaděče (RD1) se povede kabelem CYKY-J 4x10 ve výkopu krytí 90 cm. Uložen v plastové trubce v písku a označen výstražnou folií, Stejnou trasou povede i kabel pro ovládací vedení k HDO. Počítá se i rezerva tedy CYKY-J 2x4, kde přebytečný kabel se uloží izolovaně a označené do rozvaděče (RD1).

Domovní rozvaděč (RD1)

Je umístěn v 1.NP (č.m.1S11), V tomto rozvaděči budou napojeny a jištěny veškeré okruhy v domě. Rozvaděč bude plastový a zapuštěn ve zdi. Pod rozvaděčem bude umístěna skříň hlavním ochranným pospojováním (HOP).

2.3. Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie

Elektrické zařízení je napájeno dle 3. stupně ČSN 34 16 10 (při výpadku sítě nebude dodávka zajištěna zvláštními opatřeními).

2.4. Stupeň elektrizace rodinného domu

Dům je zařazený do kategorie B – byty s elektrickým vybavením jako mají byty stupně A v nichž se k vaření a pečení používají elektrické spotřebiče o příkonu nad 3,5 kW.

2.5. Stanovení prostorů a vnějších vlivů dle ČSN 33 2000-3 a ČSN 33 2000-5-51

- Vlivy A – vnější činitel prostředí
 - AA4, AB5, AC1, AD1, AE1, AF1, AG1, AH1, AK1, AL1, AM1, AN1, AP1, AQ1, AR1, AS1
- Vlivy B - využití objektu
 - BA1, BC1, BD1, BE1
- Vlivy C - konstrukce budovy
 - CA1, CB2,

2.6. Základní řešení ochran

- Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím dle ČSN 33 2000-4-41
 - o Ochrana živých částí
 - o 412.1 Ochrana izolací
 - o 412.2 Ochrana kryty nebo překážkami
 - o Základní 413.1.1 Samočinným odpojením od zdroje v síti TN-C-S
 - o Doplnková proudovými chrániči a ochranným pospojováním

3. POPIS ELEKTROINSTALACE

3.1. Provedení silnoproudých rozvodů

Vedení se uloží pod omítkou. Veškeré silové rozvody budou provedeny v souladu s ČSN 33 2130. Celoplastovými kabely CYKY. Rozvody budou provedeny tzv. smyčkováním, s minimem odbočných krabic. Ve stropě v 2.NP budou kabely uloženy v plastových trubkách, uloženy nad konstrukcí stropu (nad izolací). V suterénu a 1.NP budou kabely ve stropě vedeny v PVC trubkách. Vedení pro stoupačky a pro klesačky bude uloženo v kovových trubkách.

3.2. Hlavní vypínání

Bude provedeno hlavním vypínačem, který přeruší obvod domovního rozvaděče (RD1). Je umístěn rozvaděči (RD1).

3.3. Světelné okruhy

Světelné okruhy budou provedeny vodiči CYKY-J 3×1,5. Interiérová svítidla budou ovládána lokálně pomocí spínacích prvků (TANGO) v blízkosti dveří – umístění spínacích přístrojů +1200 mm nad podlahou. Při umístění více vypínačů vedle sebe budou vypínače osazeny do vícenásobných rámečků. Co se týče osvětlení kuchyňské linky, tak jejich přesné umístění včetně výšky bude stanoveno dle konečného uspořádání kuchyňské linky. Svítidla umístěná v koupelnách nad umyvadlem musí být ve výšce +1800 mm nad podlahou a budou mít ochranu IP 44 tuhle ochranu musí, mít i spínací prvky pro světla a budou chráněny proudovým chráničem s rozdílovým vybavovacím proudem max. 30mA. Svítidla jsou značeny CX, kde X znamená číslo a vyjadřuje druh použitého svítidla, které je uvedeno v rozpisu materiálu.

3.4. Zásuvkové okruhy

Jednofázové zásuvkové okruhy budou provedeny celoplastovými kabely CYKY-J 3x2,5. Přívody k zásuvkám budou provedeny pod omítkou. Rozmístění zásuvek bude provedeno dle výkresové dokumentace. Zásuvky budou umístěny +0,2 m nad podlahou, umístění zásuvek v kuchyni bude +1,3 m nad podlahou ale provede se dle konečného uspořádání kuchyňské linky. Tyto zásuvky jsou zvlášť vybaveny proudovým chráničem s rozdílovým vybavovacím proudem max. 30mA.

Zásuvky umístěné v koupelnách nad umyvadly budou umístěny mimo zóny 0 a 1; +1200 mm nad podlahou. Pro plynový kotel bude samostatná zásuvka chráněna 10A jističem a proudovým chráničem s rozdílovým proudem max. 30mA. Jinak všechny ostatní zásuvky jsou vybaveny společným 3-Fáz. proudovým chráničem s rozdílovým proudem max. 30mA, včetně 3-fázové zásuvky, která je umístěna v garáži. Pro zásuvky v okruzích 11 a 15 budou instalovány přepět'ové ochrany (viz. Vnitřní přepět'ové ochrany).

3.5. Napojení el.sporáku

El. sporák bude napojen kabelem CYKY-J 5x4. Napájecí kabel bude ukončen na zdi vypínačem se signálkou zapnutého stavu. 1,4m nad sporákem. Vlastní napojení sporáku se provede šňůrou H05 VV-F 5x4 (CYSY).

3.6. Napojení el. boileru

El. boiler bude napojen přes stykač v rozvaděči (RD1) ovládaný impulzem HDO pomocí kabelu CYKY-J 3x2,5. Napájecí kabel bude ukončen na zdi vypínačem se signálkou zapnutého stavu. Vlastní napojení boileru se provede šňůrou H05 VV-F 3x2,5 (CYSY).

3.7. Napojení digestoře

Digestoř bude napojen na světelný okruh kuchyňské linky. Připojení digestoře bude přes zásuvku umístěnou nad sporákem, napojení bude kabelem CYKY-J 3x1,5.

3.8. Venkovní osvětlení

Venkovní osvětlení je umístěné vždy na fasádě před dvěma vchody do objektu a před garáží, bude ovládáno jak spínači uvnitř domu, tak i pomocí IR čidel pohybu.

4. SLABOPROUDÉ ROZVODY

4.1. Zabezpečovací požární systém (EPS)

V celém objektu je použit jen jeden typ požárního adresářového detektoru a to opticky kouřový. Detektory jsou propojeny sériově s ústřednou. V místnostech kde hrozí minimální vznik požáru (Hala, koupelna, WC) nejsou použity žádné hlásiče požáru. Ústředna EPS je umístěna v 1.NP (m.č.1S11). Při aktivaci detektoru musí být, schopen detektor zajisti varování akustickou signalizací s hladinou zvuku 90dB.

Kabel pro EPS se navrhne a instaluje tak, aby nebyl přístupný bez použití nástrojů. Kabel lze umístit pod omítku do instalačních trubek, do lišt, pod obložení, do sádkartonových zdí. Zvolený kabel je SYKFY 2x2x0,5. Dodržet minimální vzdálenost vedení se silovými kabely a to 100mm. Není přípustné vést v jednom kabelu s EPS jiné slaboproudé zařízení (LAN, zvonek, telefon atd.).

Napájení ústředny je provedeno z domovního rozvaděče (RD1) o napětím 230V, vedeným CYKY-J 3x1,5 a samostatným jištěním (4A). Při výpadku ze sítě je instalován záložní napájecí zdroj, napájení ze sítě a dobíjení akumulátoru jsou umístěni v ústředně EZP.

Napájení systému z akumulátoru:

Je zvolen 1 stupeň => 12 hodin

Dobíjení akumulátoru:

Požadovaná max. doba za který je akumulátor nabit na 80% své maximální kapacity je zvolen 3 stupeň => 24 hodin.

4.2. Telefonní připojení

Objektu je zřízen jen jeden telefon, který je umístěn v 1.NP (obývacím pokoji). Telefonní přípojka je ukončena v oplocení, dále pokračuje do objektu vedením SYKFY 2x4x0,5 v PVC trubce 80cm pod zemí. Rozvod telefonu po domě bude proveden kabelem SYKFY 2x4x0,5 v PVC ohebné trubce. Zásuvka tel. bude provedena pomocí koncovky (RJ11 bílá). Pomocí tel. Přípojky je instalován internet vedení bude sdělovacím kabelem (UTP) do WIFI-ROUTRU, který bude mít pokrytí v celém objektu.

4.3. Společná televizní anténa STA

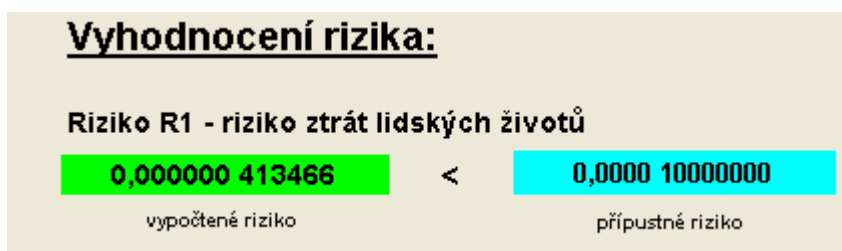
Blízkosti hřebene střechy bude umístěn stožár STA (Výkresy hromosvodu, příloha E). Na kterém bude umístěná parabola (Průměr 80cm). Vedení bude provedeno TV-COAX BeldenH125 v PVC ohebných trubkách do 1.NP a 2NP. V místě kde se uvažuje připojení TV budou instalovány krabice typu (KU68/2) pro budoucí TV zásuvky. Pro STA budou instalovány přepět'ové ochrany (viz. Vnitřní přepět'ové ochrany).

5. NÁVRH HROMOSVODU

Tento projekt řeší kompletní ochranu před bleskem v souladu ČSN EN 62305 část 1-4

5.1. Výpočet rizika

S ochranným opatřením vyšla riziko R1 – ztrát na lidských životech dle normy ČSN EN 62305-2:



Obr. 5-1 Výsledek výpočtu rizika ztráty na lidských životech

Veškeré výpočty jsou znázorněné přiloženém dokumentu: **Výpočet rizik před úderem blesku pro rodinný dům.**

5.2. Popis objektu

Stavba rodinného domu, Rozměry: šířka = 9,95 m, délka = 12,6 m, výška = 7,75 m, (výška s komínem je $v = 8,45$ m). Půdorys je ve tvaru L, krytina je nevodivá. Pro ochranu objektu byla zvolena metoda ochranného úhlu podle třídy LPS III a valivé koule podle třídy LPS III.

5.3. Popis hromosvodu

Objekt je zařazen do třídy ochrany před bleskem LPL III v souladu ČSN EN 62305-2. Na objektu je neizolovaný hromosvod. Rodinný dům má obvod 45,1m, bude vybaven čtyřmi svody vedeny po okapu k zkušebním svorkám. Uzemnění bude typu B, napojeno na základový zemnič.

5.3.1. Jímací vedení

Vedení bude z drátu FeZn o průměru 8 mm, bude uloženo na hřebenových podpěrách a podpěrách pod krytinou. Zvolení dostatečné vzdálenosti (S) jímacích tyčí vztyčené od komína je 50 cm a od anténního stožáru 52 cm jsou detailně okótovány ve výkresech (5E a 6E). Pomocné jímače (PJ), které budou umístěny na kraji hřebenu střechy, tvarované z drátu jejich úhel 45°, délka 30 cm. Tam, kde PJ a JT nevykryjí střechu, je využita ochrana hřebenového vedení.

5.3.2. Svody

Na objektu budou instalovány 4 svody (viz. Výkresy 3E a 4E). Svody budou uloženy na svislých okapových rourách rozteč podpěr 1 m. Použity drát slitiny AlMgSi 8 mm.

5.3.3. Zkušební svorky

Zkušební svorky budou umístěny 70-90 cm nad terénem na zdi objektu.

5.3.4. Uzemnění

Zemnič objektu bude proveden jako základový zemnič položený pod základový beton a prováděný s armováním objektu. Jinak kolem obvodu objektu bude položen drát zemnicí nerez. O průměru 10 mm. Jehož přívody k základovému zemniči budou provedeny pomocí zaváděcích tyčí, mohou být v nerezovém provedení nebo FeZn 10 mm opatřeny doplňkovou izolací, všechny spoje v zemi budou vhodně protikorozně ošetřeny (viz. Výkres 2E). Zemní odpor musí být přibližně 10 ohm.

5.3.5. Vnitřní ochrana proti přepětí

Pro ochranu zařízení před účinky atmosférického a provozního přepětí bude objekt chráněn třístupňovou ochranou proti přepětí. Kombinovaný první a druhý stupeň ochrany proti svedení přímého úderu blesku (TYP1+2) bude realizován v rozvaděči (RD1). Pro některé zásuvky je instalován stupeň přepětíové ochrany (TYP3). (Místa umístění jsou označena ve výkresech 2B a 3B, kde jsou zásuvky znázorněny kolečkem), pro ochranu citlivých zařízení (napájení PC, TV, apod.). Ochrana anténního a telefonního přívodu je provedena použitím přepětíové ochrany pro koaxiální vedení a telekomunikační zařízení. Pro přepětíovou ochranu anténní je zvoleno umístění v půdních prostorech a pro telekomunikační zařízení je ochrana instalována v 1. NP (m.č.1S11), v samostatné rozvodně. Pro zajištění správné funkce ochran proti přepětí je nutno vždy po půl roce nebo po každé větší bouři provést kontrolu ochran a při poruše, která je signalizována, provést jejich případnou výměnu.

5.3.6. Hlavní ochranné pospojování

Přípojnice hlavního pospojování (HOP) bude umístěna pod domovní rozvaděč (RD1). Vodiče hlavního pospojování musí vyhovovat ČSN 33 2000-4-41. Na HOP bude připojen vývod ze základového zemniče drátem FeZn 10 mm² a to tak, že místě vývodu ze zemniče bude instalována odbočná krabice (100x100 mm) a tam se zemnicí pásek ukončí. V krabici se pásek napojí na vodič CU 16 mm² (nejlépe) lanko, do skříně HOP. Dále bude HOP propojena s vodiči PEN, (PE) napájecí soustavy v domovním rozvaděči (RD1). V objektu bude provedeno pospojení všech vodivých částí (plynové a vodovodní potrubí atd.). Vodivé části, přicházející do budovy z venku, musí být pospojovány co nejbližší je to možné, k jejich vstupu do budovy na HOP vodičem Cu 6 mm². V koupelnách se provede doplňující pospojování dle požadavku ČSN 33 2000-7-701. Pomocí vodiče H07V-U 4 (CY), který propojí armatury vodovodních baterií, kovové konstrukce, topení apod. Anténní stožár bude připojen na HOP vodičem CU 6 mm².

6. ENERGETICKÁ BILANCE

Druh odběru	příkon [kW]	soudobost	soudobý příkon [kW]
Osvětlení	3,00		1,05
Zásuvky	24,70		8,65
Zas. Plynokotel	2,30		0,81
3f. Zás. Garáž	12,00	<u>0,35</u>	4,20
Boiler	2,60		0,91
Sporák	11,00		3,85
EPS	0,10		0,04
Celkem	55,7 kW		<u>19,5 kW</u>

7. ZÁVĚREČNÉ USTANOVENÍ

Montáž musí být provedena podle tohoto projektu a v souladu s platnými ČSN a zákonnými předpisy. Před uvedením do provozu musí být provedena výchozí revize a vystavena výchozí revizní zpráva osvědčující bezpečný provoz zařízení. Veškeré práce musí být prováděny v úzké součinnosti s investorem, musí být respektovány jejich připomínky a požadavky. Změny proti projektu mohou být provedeny pouze se společným souhlasem objednatele a projektanta.

Pracovní a provozní předpisy se musí dodržovat dle:

- ČSN 33 2000-4-41
- ČSN 33 2000-5-54
- ČSN 34 3100
- ČSN 34 3101
- ČSN 34 3102
- ČSN 34 3103
- ČSN 62 305 - (1-4)
- ČSN 33 2000-3
- ČSN 33 2000-5-51
- ČSN 33 2130
- ČSN 33 2000-7-701
- ČSN 34 2300
- ČSN 34 2710

7.1. BOZ, PO A OCHRANA ŽP

Bezpečnost práce na zařízeních je zajištěna vhodnou volbou krytí a izolací, které vyhovují daným provozním podmínkám, dále pak ochranou před nebezpečným dotykovým napětím volenou dle ČSN 33 2000-4-41. Pracovníci na elektrických zařízeních musí mít kvalifikaci podle druhu prováděné práce a musí být pravidelně přezkušováni. Druh prací, kvalifikace a přezkušování je stanoveno vyhláškou č. 50/178 Sb. Při montáži je nutno dodržovat příslušné požární předpisy a dbát, aby nedošlo k požárnímu ohrožení. Demontovaný materiál se musí ekologicky zlikvidovat a vhodně recyklovat. Za dodržení zákonných podmínek zodpovídá dodavatel stavby.

H – SOUPIS MATERIÁLU

ELEKTROINSTALACE

AKCE: Rodinný dům č.p. 14

MÍSTO STAVBY: Rožnov pod Radhoštěm

PROJEKTANT: Aleš Chromík

VEDOUCÍ PROJEKTU Ing. Branislav Bátora

V Brně 2011

Seznam prací a dodávek elektrotechnických zařízení

CÚ

Akce: Rodinný dům

Z. č.:

Projekt: Návrhy hromosvodu, silových a datových rozvodů

A. č.:

Investor:

Smlouva:

Zpracovatel: Aleš Chromík

Základní náklady

Dodávka	0,00	
Doprava 3,60%, Přesun 1,00%	0,00	0,00
Materiál		127 402,31

Mezisoučet 1	0,00	127 402,31
---------------------	-------------	-------------------

Nátěry		0,00
Zemní práce		0,00
PPV 0,00% z nátěrů a zemních prací		0,00

Mezisoučet 2	0,00	127 402,31
---------------------	-------------	-------------------

Dodav. dokumentace 0,00% z mezisoučtu 2		0,00
Rizika a pojištění 0,00% z mezisoučtu 2		0,00
Opravy v záruce 0,00% z mezisoučtu 1		0,00

Základní náklady celkem		127 402,31
--------------------------------	--	-------------------

Vedlejší náklady

GZS 0,00% z pravé strany mezisoučtu 2		0,00
Provozní vlivy 0,00% z pravé strany mezisoučtu 2		0,00

Vedlejší náklady celkem		0,00
--------------------------------	--	-------------

Kompletační činnost		0,00
---------------------	--	------

Náklady na materiál celkem		127 402,00
-----------------------------------	--	-------------------

Základ a hodnota DPH 20%	127 402,00	25 480,00
Základ a hodnota DPH 9%	0,00	0,00

Náklady na materiál celkem s DPH		152 882,00
---	--	-------------------

Roční nárůst cen 0,00%		0,00
Roční nárůst cen 0,00%		0,00

Datum: 22.4.2011

Vypracoval: Aleš Chromík

Kontroloval: Ing. Branislav Bátora

Součty odstavců	Materiál	Montáž
MATERIÁL	127 402,00	0,00
Hromosvod	14 061,00	0,00
Přepětové ochrany	25 433,00	0,00
Silnoprůdové rozvody	71 072,00	0,00
Slaboprůdové rozvody	16 837,00	0,00

Název	Mj	Počet	Materiál	Materiál celkem
MATERIÁL				
Hromosvod				
Podpěra vedení pro hřebenače; obj. č. 204 129	ks	12,00	94,12	1 129,44
Jímací tyč s podpěrrou; l=120mm-240mm; d= 10mm; obj.č. 123 109	ks	2,00	305,03	610,06
Svorka MV; obj.č. 390 051	ks	2,00	38,69	77,38
Drát AlMgSi 8 mm; l=148 m; obj.č. 840 018	ks	1,00	49,68	49,68
Podpěra vedení svodu na střeše; obj.č. 204 199	ks	24,00	61,01	1 464,24
Křížová svorka; obj.č. 319 209	ks	14,00	207,42	2 903,88
Svorka na okapové roury; obj.č. 200 079	ks	11,00	40,09	440,99
Okapová svorka; obj.č. 339 059	ks	4,00	88,02	352,08
Zkušební svorka; obj.č. 459 119	ks	4,00	86,28	345,12
Drát zemn. nerez VA4 10 mm; l=80m; obj.č. 860 010	ks	1,00	350,34	350,34
Zaváděcí tyč; l=1,5 m; obj.č. 104 905	ks	4,00	1 254,96	5 019,84
Drát nerez. pro vedení k HOP 10mm; l=3m; obj.č. 860 130	ks	1,00	1 053,00	1 053,00
Držák tyče Rd16; s vrutem a hmož.M8 FeZn; obj.č. 275 260	ks	3,00	51,00	153,00
Krabice GEWISS; rozměr: š100 x v100 x h50; obj.č. GW 44 204	ks	1,00	60,00	60,00
Rozbočovací můstek CS-PE7; počet svorek 7; průřez 16 mm ² ; b. zelená; obj.č. 35904	ks	1,00	52,00	52,00
Hromosvod - celkem				14 061,05
Přepět'ové ochrany				
DV M TNC 255; obj.č. 951 300	ks	1,00	14 000,00	14 000,00
DEHNguard S 275; obj.č. 952 070	ks	1,00	1 112,03	1 112,03
DEHNgate GFF TV; obj.č. 909 705	ks	2,00	1 559,99	3 119,98
BXT ML4 B 180; obj.č. 920310	ks	1,00	1 629,71	1 629,71
BXT BAS; obj.č. 920300	ks	1,00	600,00	600,00
DEHNflex M 255; obj.č. 924396	ks	4,00	1 242,76	4 971,04
Přepět'ové ochrany - celkem				25 432,76
Silnoproudé rozvody				
Spínače a přepínače				
Spínač jednopólový (strojek); řazení 1; d. Tango; obj.č. 3559-A01345	ks	7,00	92,50	647,50
Přepínač střídavý (strojek); řazení 6; d. Tango; obj.č. 3559-A06345	ks	9,00	99,00	891,00
Přepínač seriový (strojek); řazení 5; d. Tango; obj.č. 3559-A05345	ks	6,00	126,00	756,00

Název	Mj	Počet	Materiál	Materiál celkem
Přepínač křížový (strojek); řazení 7; d. Tango; obj.č. 3559-A07345	ks	3,00	144,00	432,00
Přepínač střídavý dvojitý (strojek); řazení 6+1 (6+6); d. Tango; b. béžová; obj.č. 3559-A52345	ks	2,00	163,00	326,00
Přepínač střídavý IP 44, zapuštěný; řazení 6 (1); d. Tango; b. béžová; obj.č. 3558A-06940 D	ks	1,00	183,00	183,00
Přepínač sériový IP 44, zapuštěný; řazení 5; d. Tango; b. béžová; obj.č. 3558A-05940 D	ks	1,00	209,00	209,00
Přípojka sporáková se signalizační doutnavkou, zapuštěná; řazení 3; 20 A, 400 V AC; obj.č. 39563-23	ks	1,00	475,00	475,00
Spínače jednopólový se svorkou N (pro boiler); řazení 1S; b. béžová; obj.č. strojek: 3559-A21345, kryt: 3558A-A653 D, doutnavka: 3916-22221	ks	1,00	190,00	190,00
Kryt spínače kolébkového; řazení 1,6,7; d. Tango; b.bežová; obj.č. 3558A-A651 D	ks	20,00	39,50	790,00
Kryt spínače kolébkového dělený ; řazení 5, 6+6 (6+1); d. Tango; b.bežová; obj.č. 3558A-A652 D	ks	9,00	51,00	459,00
Rámeček jednonásobný vodorovný; d. Tango; b.bežová; obj.č. 3901A-B10 D	ks	23,00	25,00	575,00
Rámeček dvojnásobný vodorovný; d. Tango; b.bežová; obj.č. 3901A-B20 D	ks	3,00	45,00	135,00
Snímač pohybu; b. bílé; IP 44; obj.č. ALER JQ-30-W	ks	3,00	240,00	720,00
Zásuvky				
Zásuvka jednonásobná s ochranným kolíkem; řazení: (2P+PE); d. Tango; b.bežová; obj.č. 5518A-A2349 D	ks	11,00	117,00	1 287,00
Zásuvka dvojnásobná s ochranným kolíkem; řazení: 2x(2P+PE); d. Tango; b.bežová; obj.č. 5512A-2349 D	ks	12,00	156,00	1 872,00
Zásuvka jednonásobná IP 44 s ochranným kolíkem, s clonkami a víčkem; řazení: (2P+PE); d. Tango; b.bežová; obj.č. 5518A-2999 D	ks	3,00	198,00	594,00
Rámeček jednonásobný vodorovný (pro zas. Jednonásobné); d. Tango;b.bežová; obj.č. 3901A-B10 D	ks	11,00	39,50	434,50
Zásuvka průmyslová IP 44, 32A; řazení: 3P+N+PE; nástěnná; obj.č. D19 610 43	ks	1,00	175,00	175,00
Světla				
MODUS BRKL 300; průměr 300 mm; 1x60W; kruhové; IP40; [TYP C3]; obj. č. BRKL160KO300/E27	ks	9,00	325,00	2 925,00

Název	Mj	Počet	Materiál	Materiál celkem
MODUS BRKL 375 (schodiště); průměr 375 mm; 2x60W; kruhové; IP40; [TYP C5]; obj. č. BRKL260KO375/E27	ks	2,00	406,00	812,00
Zářivkové svítidlo Vyrtych, GRIFON-T5-239-DL-EP, 2x39W; parabolická mřížka leštěného Al plech; míra 900x250; [TYP G1]; obj.č. 57325	ks	7,00	1 600,00	11 200,00
Bodové svítidlo BINGO (pokoje); 2x40W; IP20; Materiál: kov a plast; b. bílá; E14; [TYP C4]; obj.č. 6890	ks	6,00	460,00	2 760,00
Bodové svítidlo BINGO (pokoje); 3x40W; IP 20; Material kov a plast; b. bílá; E14; [TYP C1]; obj.č. 6892	ks	3,00	700,00	2 100,00
Svitidlo Panlux (koupelny), PLAFONIERA 275; IP 44; 1x60W ; [TYP E2];obj.č. PSB-60/B	ks	5,00	308,00	1 540,00
Svitidlo Panlux (venkovní), PARK N; IP 43; 1x60W; [TYP E1]; obj.č. ZOM-N-20/C	ks	3,00	345,00	1 035,00
Osvětlení kuchyňské linky, Paulmann Flatline,; 2x20W; roz. 54,3x8 cm; kartáčovaná ocel; obj.č. PAULMANN 98486	ks	2,00	770,00	1 540,00
Žárovka bodová R50 PHILIPS E14 40W; obj.č. 0002211	ks	21,00	35,00	735,00
Úsporná žárovka BC LUX E27 30W; obj.č. 0003402	ks	21,00	150,00	3 150,00
Zářivka Schrack; T16; 39 W; obj.č. LI5W646138	ks	14,00	107,00	1 498,00
Rozvaděč RD1				
Rozvodnice HANSEL, IP 54. Prostor na 36 modulů ve 2 řadách. Včetně svorkovnice; obj.č. KV 2536	ks	1,00	2 070,00	2 070,00
Jistič LPN-16B-1; In 16 A; ch. B; 1-pól; Icn 10 kA; obj.č. 33873	ks	8,00	123,00	984,00
Jistič LPN-10B-1; In 10 A; ch. B; 1-pól; Icn 10 kA; obj.č.33871	ks	6,00	143,00	858,00
Jistič LPN4B-1; In 4 A; ch. B; 1-pól; Icn 10 kA; obj.č. 33868	ks	1,00	212,00	212,00
Jistič LPN2B-1; In 2 A; ch. B; 1-pól; Icn 10 kA; obj.č. 33867	ks	1,00	243,00	243,00
Jistič LPN-20B-3; In 20 A; ch. B; 3-pól; Icn 10 kA; obj.č.34021	ks	2,00	557,00	1 114,00
Proudový chránič OFI-25-2-030AC; In 25 A; Idn 30 mA; 2-pól; Inc 10 kA; typ AC; obj.č.36797	ks	1,00	1 363,00	1 363,00
Proudový chránič OFI-40-2-030AC; In 40 A; Idn 30 mA; 2-pól; Inc 10 kA; typ AC; obj.č.36800	ks	1,00	1 480,00	1 480,00
Proudový chránič OFI-40-4-030AC; In 40 A; Idn 30 mA; 4-pól; Inc 10 kA; typ AC; obj.č.36809	ks	1,00	1 538,00	1 538,00
Instalační stykač RSI-20-20-A230-M; Ith 20 A; Uc 230 V a.c.; 2x zapínací kontakt; s manuálním ovládáním; obj.č. 36641	ks	1,00	576,00	576,00

Název	Mj	Počet	Materiál	Materiál celkem
Páčkový spínač APN-32-3; In 32 A, Ue 230/400 V a.c.; 3-pól; obj.č. 34341	ks	1,00	505,00	505,00
Propojovací lišta G1L-210-10; 1-pól. provedení; průřez 10 mm ² ; rozteč 17, 8 mm; poč. vývodů 12; vidličky; obj.č. 37354	ks	1,00	55,00	55,00
Propojovací lišta G1L-106-6; 1-pól. provedení; průřez 10 mm ² ; rozteč 17, 8 mm; poč. vývodů 6; vidličky; obj.č. 37353	ks	1,00	33,00	33,00
Propojovací lišta G3L-106-10; 3-pól. provedení; průřez 10 mm ² ; rozteč 17, 8 mm; poč. vývodů 2x3; vidličky; obj.č. 37362	ks	1,00	83,00	83,00
Pojistková vložka PN000 25A gG; Un 500 V a.c.; velikost 000; char. gG; Cd/Pb free; obj.č. 7013	ks	3,00	44,00	132,00
Pojistkový spodek S3PB00; 3-pól. provedení; svorkové šroby M8; obj.č. 11859	ks	1,00	322,00	322,00
Kryt kontaktů pojistek K00; pro SPB00; sada 2 ks; obj.č. 7892	ks	3,00	21,00	63,00
Rozbočovací můstek CS-N12; počet svorek 12; průřez 16 mm ² ; b. modrá; obj.č. 35902	ks	1,00	71,00	71,00
Rozvaděč RE				
Skříň: DCK Bohemia ER112/PVP7P-C; IP 44; Rozměry 400 x 600 x h220 mm; pro E.ON	ks	1,00	2 520,00	2 520,00
Jistič LPN-32B-3; In 32 A; ch. B; 3-pól; Icn 10 kA; obj.č.34023	ks	1,00	694,00	694,00
Jistič LPN2B-1; In 2 A; ch. B; 1-pól; Icn 10 kA; obj.č. 33867	ks	1,00	243,00	243,00
Rozbočovací můstek CS-PE7; počet svorek 7; průřez 16 mm ² ; b. zelená; obj.č. 35904	ks	1,00	52,00	52,00
HDS				
Skříň: DCK Bohemia SP100/PVP1P-L; IP 44; Rozměry 315 x 280 x h117 mm; pro E.ON	ks	1,00	880,00	880,00
Pojistková vložka PN000 40A gG; Un 500 V a.c.; velikost 000; char. gG; Cd/Pb free; obj.č. 7016	ks	3,00	44,00	132,00
Pojistkový spodek S3PB00; 3-pól. provedení; svorkové šroby M8; obj.č. 11859	ks	1,00	322,00	322,00
Kryt kontaktů pojistek K00; pro SPB00; sada 2 ks; obj.č. 7892	ks	3,00	21,00	63,00
Rozbočovací můstek CS-PE7; počet svorek 7; průřez 16 mm ² ; b. zelená; obj.č. 35904	ks	1,00	52,00	52,00
HOP				
Krabice GEWISS; rozměr: 240 x 190 x h90; obj.č. GW 44 208	1	1,00	300,00	300,00
Rozbočovací můstek CS-PE15; počet svorek 15; průřez 16 mm ² ; b. zelená; obj.č. 35906	1	1,00	87,00	87,00

Název	Mj	Počet	Materiál	Materiál celkem
Kabely a uložené krabice				
CYKY-J 3x1.5	m	240,00	15,00	3 600,00
CYKY-J 3x2.5	m	180,00	22,00	3 960,00
CYKY-J 5x4	m	30,00	60,00	1 800,00
CYKY-J 4x10	m	12,00	119,00	1 428,00
CYKY-J 4x16	m	2,00	230,00	460,00
H05VV-F 3G2,5 (CYSY 3Cx2,5) silový kabel; obj.č.02122	m	3,00	22,00	66,00
H05VV-F 5G4 (CYSY 5Cx4) silový kabel; obj.č.02242	m	3,00	65,00	195,00
Chráníčka 50 RKGS vnější průměr 50 trubka ohebná; obj.č.SEZ DK RKGS 50	m	12,00	45,00	540,00
Krabice přístrojová univerzální KP 64, zapuštěná; obj.č. 9063-31	ks	60,00	25,50	1 530,00
Silnoproudé rozvody - celkem				71 072,00
Slaboproudé rozvody				
Hlásiče Požáru				
Adresný optický hlásič kouře ARITECH, DP-1561;řada 1500; obj.č. 232 09531	ks	8,00	1 300,00	10 400,00
Adresovatelný modul ARITECH monitorování 1 konvenční linky; pro řadu 1500; připojení 20 hlas; obj.č. 232 09514	ks	1,00	2 315,00	2 315,00
Krabice GEWISS; výko pruhledná; rozměr: š300 x v220 x h120; obj.č. GW GW 44 429	ks	1,00	733,00	733,00
Zásuvky				
Zásuvky anténní televizní, rozhl. a satelitní - koncové; řazení: TV+R+SAT; obj.č. strojek:5011-A3303	ks	2,00	256,00	512,00
Zásuvky telefonní dvojnásobné; řazení: TZ-1A2Aa; obj.č. 5013U-A00105	ks	1,00	305,00	305,00
Kryt zásuvky TV+R+SAT; d. Tango; b. béžová; obj.č. 5011A-A00300 D	ks	2,00	38,00	76,00
Kryt zásuvky telefonní s 2 otvory; d. Tango; b. béžová; obj.č. 5013A-A00215 D	ks	1,00	48,00	48,00
Rámeček jednonásobný vodorovný; d. Tango; b.bežová; obj.č. 3901A-B10 D	ks	3,00	25,00	75,00
Kabely a uložené krabice a trubky				
SYKFY 2x2x0,5	m	48,00	7,00	336,00
SYKFY 2x4x0,5	m	18,00	12,00	216,00
TV-COAX Belden H125; 7mm	m	22,00	17,00	374,00
Chráníčka 32 RKGS; vnější průměr 32mm; trubka ohebná; obj.č.SEZ DK RKGS 32	m	82,00	15,00	1 230,00

Název	Mj	Počet	Materiál	Materiál celkem
Chráníčka; vnější průměr 20 RKGS 20; trubka ohebná; obj.č. SEZ DK RKGS 20	m	20,00	7,00	140,00
Krabice přístrojová univerzální KP 64, zapuštěná; obj.č. 9063-31	ks	3,00	25,50	76,50
Slaboproudé rozvody - celkem				16 836,50
Materiál - celkem				127 402,31