

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

NÁVRH OCHRANY PŘED BLESKEM PRO OBJEKTY OBČANSKÉ
VÝSTAVBY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ONDŘEJ ŠEBESTA

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Ondřej Šebesta

ID: 125650

Ročník: 3

Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Návrh ochrany před bleskem pro objekty občanské výstavby

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Blesk a jeho účinky na objekty občanské výstavby
2. Ochrana před bleskem – základní typy a koordinace
3. Návrh ochrany před bleskem pro rodinný dům

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 25.5.2012

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

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:

ŠEBESTA, O. *Návrh ochrany před bleskem pro objekty občanské výstavby*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 53 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Toman, Ph.D..

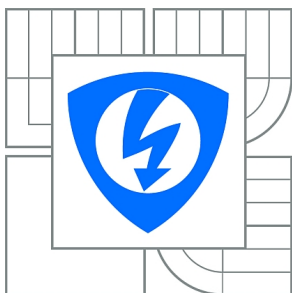
Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících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

.....



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

NÁVRH OCHRANY PŘED BLESKEM PRO OBJEKTY OBČANSKÉ VÝSTAVBY

THE DESIGN OF THE LIGHTING PROTECTION FOR CIVIL BUILDINGS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ONDŘEJ ŠEBESTA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR TOMAN, Ph.D.

BRNO 2012

ABSTRAKT

Práce se zabývá problematikou ochrany před bleskem a řídí se soustavou norem ČSN EN 62 305. První část teoreticky rozebírá účinky blesku na objekty a inženýrské sítě. V druhé části je seznámení s vnější ochranou proti blesku a možnosti její realizace. Následně je rozebrána problematika vnitřní ochrany proti blesku a přepět'ových ochran.

V druhé polovině práce je seznámení s chráněným rodinným domem a je pro něj proveden výpočet rizika. Je navrhnutá vnější ochrana proti blesku, která je ověřena metodou ochranného úhlu a metodou valící se koule. Poslední část se zabývá vnitřní ochranou proti přepětí a jsou zde navrženy jednotlivé stupně přepět'ových ochran.

KLÍČOVÁ SLOVA: blesk; hromosvod; přepětí; přepět'ová ochrana; analýza rizika

ABSTRACT

This thesis focuses on the issue of lightning protection and goes along with ČSN EN 62 305 norms. First part goes into effects of lightning on objects and engineering networks in theory. Second part familiarizes external lightning protection and possibilities of its realization. The issues of internal protection against lightning and surge protection are analysed afterwards.

Second half familiarizes protected family house and the risks are calculated for this house. External protection is designed and verified by protective angle and rolling sphere methods. Last part of this thesis focuses on internal surge protection and individual levels of surge protection are designed.

KEY WORDS: lightning; lightning conductor; surge; surge protection; risk analysis

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	9
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	11
1 ÚVOD.....	12
2 CÍLE PRÁCE	13
3 BLESK A JEHO ÚČINKY NA OBJEKTY OBČANSKÉ VÝSTAVBY.....	14
3.1 ÚČINKY BLESKU NA STAVBU	14
3.2 PŘÍČINY A TYPY POŠKOZENÍ STAVEB.....	15
3.2.1 ÚDERY DO STAVBY	15
3.2.2 ÚDERY V BLÍZKOSTI STAVBY	15
3.2.3 ÚDERY DO INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ PŘIPOJENÝCH KE STAVBĚ.....	15
3.2.4 ÚDERY V BLÍZKOSTI INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ PŘIPOJENÝCH KE STAVBĚ	16
3.3 ÚČINKY BLESKU NA INŽENÝRSKÉ SÍTĚ	16
3.3.1 PŘÍČINY A TYPY POŠKOZENÍ INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ	17
4 VNĚJŠÍ SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM - HROMOSVOD.....	18
4.1 JÍMACÍ SOUSTAVA	19
4.1.1 METODA OCHRANNÉHO ÚHLU	20
4.1.2 METODA VALÍCÍ S KOULE	21
4.1.3 METODA MŘÍŽOVÉ SOUSTAVY	23
4.1.4 NÁHODNÉ JÍMAČE	23
4.2 SVODY	24
4.2.1 POČET SVODŮ	25
4.2.2 UPEVNĚNÍ A PŘIPOJOVÁNÍ SVODŮ	25
4.2.3 NÁHODNÉ SVODY	26
4.3 UZEMNĚNÍ	26
4.3.1 USPOŘÁDÁNÍ TYPU A.....	26
4.3.2 USPOŘÁDÁNÍ TYPU B.....	27
5 VNITŘNÍ SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM.....	28
5.1 EKVIPOTENCIÁLNÍ POSPOJENÍ.....	29
5.2 ELEKTRICKÁ IZOLACE OD HROMOSVODU	30
5.3 PŘEPĚŤOVÉ OCHRANY	30
5.3.1 SPD TYP 1	30
5.3.2 SPD TYP 2	31
5.3.3 SPD TYP 3	31
5.3.4 SCHÉMATA ZAPOJENÍ OCHRAN	32
6 NÁVRH OCHRANY PŘED BLESKEM PRO RODINNÝ DŮM.....	34
6.1 SEZNÁMENÍ S CHRÁNĚNÝM DOMEM	34

6.2 ANALÝZA RIZIKA	35
6.2.1 ÚDAJE A CHARAKTERISTIKY	35
6.2.2 VÝPOČET ODPOVÍDAJÍCÍCH VELIČIN.....	38
6.2.3 VÝPOČET RIZIKA PRO ROZHODNUTÍ O POTŘEBĚ OCHRANY	40
6.2.4 ZÁVĚRY Z OCENĚNÍ RIZIKA ZTRÁT NA LIDSKÝCH ŽIVOTECH R_1	42
6.2.5 VÝBĚR OCHRANNÝCH OPATŘENÍ.....	42
6.3 NÁVRH A PROVEDENÍ VNĚJŠÍ OCHRANY PŘED BLESKEM	43
6.3.1 MATERIÁL SVODŮ A JÍMAČŮ.....	43
6.3.2 NÁVRH SYSTÉMU SVODŮ	43
6.3.3 ZEMNÍCI SOUSTAVA.....	44
6.3.4 NÁVRH JÍMACÍ SOUSTAVY	45
6.4 NÁVRH A PROVEDENÍ VNITŘNÍ OCHRANY PŘED BLESKEM.....	49
6.4.1 PŘEPĚŤOVÉ OCHRANY	50
6.4.2 EKVIPOTENCIÁLNÍ POSPOJENÍ.....	51
7 ZÁVĚR.....	52
POUŽITÁ LITERATURA	53

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 4-1- Metody návrhu jímací soustavy dle normy ČSN EN 62035-3 [13].....</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 4-2 Ukázka vnějšího systému ochrany před bleskem [7].....</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 4-3 Metoda ochranného úhlu.....</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 4-4 Určení ochranného úhlu na výšce stavby a třídě LPS [7].....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 4-5 Metoda valící se koule- boční pohled [16].....</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 4-6 Metoda valící se koule-půdorys [16].....</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 4-7 Doporučené rozměry umístění svodů na stěně objektu [7]</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 4-8 Zemnič typu A</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 4-9 Zemnič typu B.....</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 5-1 Zóny ochrany před bleskem [3].....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 5-2 Jmenovité impulsní výdržné napětí zařízení [3].....</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 5-3 Hlavní vyrovnání potenciálů pro vstupující sítě [7].....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 5-4 Zapojení zásuvek s SPD typu 3 - základní způsob [3].....</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 5-5 Zapojení zásuvek s SPD typu 3 - "do hnízd" [3]</i>	<i>31</i>
<i>Obrázek 5-6 Ochrana zásuvkových okruhů SPD typem 3 [3]</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 5-7 Zapojení ochran v síti TN [3].....</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 5-8 Zapojení ochran v síti TT, IT [3].....</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 5-9 Princip zapojování ochran v sítích TN [3].....</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 6-1 Chráněný dům - pohled zepředu.....</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 6-3 Izokeraunická mapa ČR [17]</i>	<i>36</i>
<i>Izokeraunická mapa udává počet bouřkových dnů za rok na území ČR.</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 6-5 Metoda ochranného úhlu - pohled zepředu.....</i>	<i>45</i>
<i>Obrázek 6-6 Metoda ochranného úhlu - boční pohled.....</i>	<i>46</i>
<i>Obrázek 6-7 Metoda valící se koule - pohled zepředu</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 6-8 Metoda valící se koule - pohled zepředu detail.....</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 6-9 Metoda valící se koule - boční pohled.....</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 6-10 Metoda valící se koule - boční pohled detail.....</i>	<i>48</i>
<i>Obrázek 6-11 Umístění prvků uvnitř domu</i>	<i>49</i>
<i>Obrázek 6-12 FLP-B+C MAXI VS/3 [3].....</i>	<i>50</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 3.1- Účinky blesku na daný typ stavby [1]</i>	14
<i>Tab. 3.2- Účinky blesku na daný typ inženýrské sítě [1]</i>	16
<i>Tab. 4.1- Třídy LPS [1]</i>	18
<i>Tab. 4.2 Poloměr valící se koule na třídě LPS</i>	21
<i>Tab. 4.3 Požadovaná tloušťka plechu pro náhodný jímač [2]</i>	23
<i>Tab. 4.4 Materiál, tvar, rozměry jímací soustavy, jímacích tyčí a svodů [2]</i>	24
<i>Tab. 4.5 Vzdálenost mezi svody [1]</i>	24
<i>Tab. 4.6 Minimální rozměry zemničů podle materiálu a tvaru [7]</i>	27
<i>Tab. 5.1 Zóny ochrany před bleskem LPZ [1]</i>	28
<i>Tab. 6.1 Rozměry domu</i>	34
<i>Tab. 6.2 Data o chráněné stavbě [15]</i>	35
<i>Tab. 6.3 Charakteristiky vedení a připojených vnitřních systémů [15]</i>	37
<i>Tab. 6.4 Charakteristiky zóny Z2 [15]</i>	38
<i>Tab. 6.5 Sběrné plochy stavby a vedení</i>	38
<i>Tab. 6.6 Očekávaný počet nebezpečných událostí za rok</i>	39
<i>Tab. 6.7 Příslušné součásti rizika a jejich výpočet</i>	40
<i>Tab. 6.8 Příslušné součásti rizika po použití zvolené ochrany</i>	42
<i>Tab. 6.9 Technické parametry FLP-B+C MAXI VS/3 [3]</i>	50
<i>Tab. 6.10 Technické parametry SLP-275 V/4 [3]</i>	51
<i>Tab. 6.11 Technické parametry DA-275 PP CLASSIC [3]</i>	51

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

A_d	sběrná oblast při úderu do stavby
A_t	sběrná oblast při úderu do vedení
A_i	sběrná oblast při úderu v blízkosti vedení
h	výška chráněného objektu
IT	rozvodná síť, která má všechny živé části izolovány od země nebo jeden uzel spojený se zemí přes velkou impedanci.
LEMP	<i>Lighting Electromagnetic Pulse</i> - bleskový výboj
LPS	<i>Lightning Protection System</i> - systém ochrany před bleskem
LPZ	<i>Lightning Protection Zone</i> - zóny ochrany před bleskem
m	velikost ok mřížové soustavy
N_D	počet úderů blesku do stavby
N_g	hustota úderů blesků
N_i	počet úderů blesku v blízkosti vedení
N_L	počet úderů blesku do vedení
r	poloměr valcíc se koule
R_A	riziko úrazu živých bytostí při přímém úderu blesku
R_B	riziko hmotné škody na stavbě při přímém úderu blesku
R_T	přípustná hodnota rizika dle normy
R_U	riziko úrazu živých bytostí při úderu blesku do připojené inženýrské sítě
R_V	riziko hmotné škody na stavbě při úderu blesku do připojené inženýrské sítě
R_l	riziko ztrát na lidských životech
SPD	<i>Surge Protection Device</i> - ochrana proti přepětí
T_d	počet bouřkových dnů za rok
TN-C	rozvodná síť, ve které je ochranný vodič veden odděleně
TN-S	rozvodná síť, ve které jsou funkce ochranného a středního vodiče sloučeny do jedné části
TT	rozvodná síť, která má jeden bod přímo uzemněný a neživé části připojených el. zařízení jsou v této síti spojeny se zemí zemniči nezávislými na uzemnění sítě
α	ochranný úhel jímací tyče

1 ÚVOD

Jelikož se v občanských výstavbách nachází stále větší množství finančně nákladnějších zařízení, zajímá nás jak je účinně chránit před účinky blesku. V první řadě se snažíme chránit samotný objekt před přímým úderem blesku, což je velmi silný elektrický výboj mezi mrakem a zemí o vysoké teplotě.

Jako první s nápadem bleskosvodu přišel Prokop Diviš v polovině 18. století. Postupem času se ochrana proti přímému úderu blesku (*LPS*), tedy vnějším systémem ochrany rozvíjela. Díky vysokému technologickému pokroku v oblasti výpočetní techniky a elektroniky, která je velmi citlivá se v dnešní době zabýváme ještě tzv. vnitřním systémem ochrany před bleskem, který nám chrání tato zařízení před účinky přepětí.

Od 1.12.2006 platí v České republice soubor českých technických norem ČSN EN 62305 Ochrana před bleskem, podle kterých se ochrana před bleskem (*LPS*) realizuje.

Soubor norem ČSN EN 62305 je složen z následujících částí:

1. **ČSN EN 6230-1 Obecné principy** - norma přináší informace o nebezpečí a parametrech blesku
2. **ČSN EN 6230-2 Řízení rizika** - podle ní se stanovují odhady míry rizika pro stavby
3. **ČSN EN 6230-3 Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života** - část, zabývající se vnějším LPS, včetně pospojování proti blesku
4. **ČSN EN 6230-4 Elektrické a elektronické systémy ve stavbách** - norma obsahuje informace pro návrh, instalaci, revizi, údržbu a zkoušení ochranných opatření před LEMP pro systémy uvnitř staveb

2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je teoreticky se seznámit s účinky blesku na objekty občanské výstavby a popsat je. Prostudovat základní typy ochrany před bleskem a vzájemnou koordinaci těchto ochran a navrhnout ochranu před bleskem pro rodinný dům.

3 BLESK A JEHO ÚČINKY NA OBJEKTY OBČANSKÉ VÝSTAVBY

Blesk, který udeří do stavby může způsobit poškození vlastní stavby, jejích obyvatel a obsahu, včetně poruch vnitřních systémů. Poškození a poruchy mohou také zasáhnout okolí stavby a dokonce postihnout místní životní prostředí. Míra tohoto zasažení závisí na vlastnostech stavby a na charakteristikách úderu blesku.

3.1 Účinky blesku na stavbu

Hlavní charakteristické vlastnosti stavby z hlediska účinků blesku podle [1] zahrnují:

- konstrukci (například dřevěná, cihlová, betonová, železobetonová, ocelová skeletová konstrukce),
- účel (obytný dům, kancelář, zemědělská stavba, divadlo, hotel, škola, nemocnice, muzeum, kostel, vězení, obchodní dům, banka, továrna, průmyslový objekt, sportovní areál),
- obyvatele a obsah (osoby a zvířata, přítomnost hořlavých nebo nehořlavých materiálů, explozivní nebo neexplozivní materiály, elektrické a elektronické systémy s nízkým nebo vysokým výdržným napětím),
- připojené inženýrské sítě (silnoproudá elektrická vedení, telekomunikační vedení, potrubí),
- existující nebo připravovaná ochranná opatření (například ochranná opatření na snížení hmotných škod a nebezpečí života, ochranná opatření na snížení poruch vnitřních systémů),
- míra rozšíření nebezpečí (stavba s problémy evakuace nebo stavby, kde může vzniknout panika, stavby nebezpečné pro okolí, stavby nebezpečné pro životní prostředí).

Tab. 3.1- Účinky blesku na daný typ stavby [1]

Typ stavby z hlediska účelu a/nebo obsahu	Účinky blesku
Obytný dům	Průraz elektrických instalací, požár a materiální škoda Škoda je obvykle omezena na objekty exponované v místě úderu nebo na cestě bleskového proudu. Porucha elektrického a elektronického zařízení a instalovaných systémů (například televizorů, počítačů, modemů, telefonů atd.)
Divadlo Hotel Škola Obchodní dům Sportovní areál	Poškození elektrických instalací (například elektrického osvětlení), které může způsobit paniku. Porucha požární signalizace, která vede k opožděným požárním opatřením.
Banka Pojišťovací společnost Obchodní společnost, atd.	Jako je uvedeno výše a navíc problémy vyvolané ztrátou komunikace, poruchami počítačů a ztrátou dat.

Nemocnice Sanatorium Vězení	Jako je uvedeno výše a navíc problémy lidí s intenzivní péčí a potíže se záchranou nepohyblivých lidí.
Muzeum a archeologická naleziště Kostel	Ztráta nenahraditelného kulturního dědictví

3.2 Příčiny a typy poškození staveb

Příčinou poškození je proud blesku. Podle polohy místa úderu vzhledem ke stavbě se musí brát v úvahu podle [1] následující situace:

- S1: údery do stavby,
- S2: údery v blízkosti stavby,
- S3: údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě,
- S4: údery v blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě.

3.2.1 Údery do stavby

Údery do stavby mohou způsobit podle [1] :

- přímé mechanické poškození, požár a/nebo výbuch způsobený vlastním horkým plazmatem bleskového oblouku, nebo proudem způsobujícím odporové ohřátí vodičů (přehřáté vodiče) a nebo nábojem způsobujícím narušení obloukem (roztavený kov),
- požár a/nebo výbuch zapálený jiskrami způsobenými přepětími, která vznikla odporovou a induktivní vazbou a průchodem dílčích bleskových proudů,
- úraz osob krokovými a dotykovými napětími způsobenými odporovou a induktivní vazbou,
- poruchu nebo nesprávnou činnost vnitřních systémů způsobenou LEMP.

3.2.2 Údery v blízkosti stavby

Údery v blízkosti stavby mohou způsobit podle [1] :

- poruchu nebo nesprávnou činnost vnitřních systémů způsobenou LEMP.

3.2.3 Údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě

Údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě mohou způsobit podle [1] :

- požár a/nebo výbuch zapálený jiskrami způsobenými přepětími a bleskovými proudy přenesenými připojenými inženýrskými sítěmi,
- úraz osob způsobený dotykovými napětími uvnitř staveb způsobenými bleskovými proudy přenesenými připojenými inženýrskými sítěmi,
- poruchu nebo nesprávnou činnost vnitřních systémů způsobenou přepětími vznikajícími na připojených vedeních a přenesenými do stavby.

3.2.4 Údery v blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě

Údery v blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě mohou způsobit podle [1] :

- poruchu nebo nesprávnou činnost vnitřních systémů způsobenou přepětími indukovanými do připojených vedení a přenesenými do stavby.

Souhrnně může blesk způsobit tři základní typy škod:

- D1: úraz živých bytostí způsobený dotykovými a krokovými napětími,
- D2: hmotnou škodu (požár, výbuch, mechanickou destrukci, uvolnění chemikálií) způsobenou účinky bleskového proudu včetně jiskření,
- D3: poruchu vnitřních systémů způsobenou LEMP.

3.3 Účinky blesku na inženýrské sítě

Hlavní charakteristiky inženýrských sítí s ohledem na účinky blesku podle [1] zahrnují:

- konstrukci (vedení: venkovní, podzemní, stíněné, nestíněné, optická vlákna, potrubí: nadzemní, podzemní, kovové, plastové),
- funkci (telekomunikační vedení, silnoproudé elektrické vedení, potrubí),
- zásobovanou stavbu (konstrukce, obsah, velikost, umístění),
- existující nebo připravovaná ochranná opatření (například stínící vodič, SPD, zálohování cest, systém skladování prchavých látek, generátorová soustrojí, bezvýpadkový energetický systém).

Tab. 3.2- Účinky blesku na daný typ inženýrské sítě [1]

Typ inženýrské sítě	Účinky blesku
Telekomunikační vedení	Mechanické poškození vedení, tavení stínění vodičů, průraz izolace kabelů a zařízení, který vede k primární poruše s okamžitou ztrátou služby. Sekundární poruchy optických kabelů s poruchou kabelu, ale bez ztráty služby.
Silnoproudá elektrická vedení	Poškození izolátorů venkovního vedení nízkého napětí, průraz izolace kabelového vedení, průraz izolace zařízení na vedení a transformátorů s následnou ztrátou dodávky energie.
Vodovodní potrubí	Poškození elektrických a elektronických regulačních zařízení, které pravděpodobně způsobí ztrátu dodávky vody.
Plynové potrubí Palivové potrubí	Proděravění nekovových těsnění mezi přírubami, která pravděpodobně způsobí požár a/nebo výbuch. Poškození elektrických a elektronických regulačních zařízení, které pravděpodobně způsobí ztrátu dodávky paliva nebo plynu.

3.3.1 Příčiny a typy poškození inženýrských sítí

Příčinou poškození je proud blesku. Z hlediska polohy místa úderu vzhledem k inženýrské síti se musí brát do úvahy podle [1] následující situace:

- S1: údery do napájené stavby,
- S3: údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě ,
- S4: údery v blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě .

3.3.1.1 Údery do napájené stavby

Údery do napájené stavby mohou způsobit podle [1] :

- tavení kovových vodičů a stínění kabelů vyvolané dílčími proudy blesku tekoucími do inženýrských sítí (jako následek odporového ohřevu),
- průraz izolace vedení a na připojeném zařízení (způsobeno odporovou vazbou),
- proděravění nekovových těsnění mezi přírubami na trubkách, stejně jako těsnění v izolačních spojkách .

3.3.1.2 Údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě

Údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě mohou způsobit podle [1] :

- přímé mechanické poškození kovových vodičů nebo potrubí následkem elektrodynamického namáhání nebo tepelných účinků způsobených bleskovým proudem (přetržení a/nebo tavení kovových drátů, stínění nebo potrubí) a následkem tepla samotného obloukového plazmatu blesku (proděravění plastového ochranného pokrytí),
- přímé elektrické poškození vedení (průraz izolace) a připojeného zařízení,
- proděravění tenkých venkovních kovových trubek a nekovových těsnění mezi přírubami, které v závislosti na charakteru dopravovaných kapalin může následně přerůst v požár a výbuch.

3.3.1.3 Údery v blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě

Údery v blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě mohou podle [1] způsobit:

- průraz izolace vedení a připojeného zařízení následkem induktivní vazby (indukovaných přepětí)

Souhrnně může blesk způsobit dva základní typy poškození:

- D2: hmotnou škodu (požár, výbuch, mechanickou destrukci, uvolnění chemikálií) způsobenou účinky bleskového proudu,
- D3: poruchu elektrických a elektronických systémů způsobenou přepětími.

4 VNĚJŠÍ SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM - HROMOSVOD

Podle normy ČSN EN 62305 existují 4 základní ochranné úrovně pro systém ochrany před bleskem (*LPS*).

Tab. 4.1- Třídy *LPS* [1]

třída <i>LPS</i>	příklady
I	Nemocnice, banky, vodárny, elektrárny
II	Školy, supermarkety, katedrály
III	Rodinné domy a obytné domy se standardní výbavou, zemědělské objekty
IV	Objekty a haly bez výskytu osob a vnitřního vybavení

Vnější ochrana před bleskem primárně ochraňuje objekty před účinky blesku a to především mechanickými a tepelnými. Podle vyhlášky Ministerstva pro místní rozvoj se musí tato ochrana zřizovat na objektech, kde by mohl podle [2] blesk způsobit:

- ohrožení života nebo zdraví (např. bytový dům, stavba pro shromažďování většího počtu osob, stavba pro obchod, zdravotnictví a školství, stavy veřejných ubytovacích zařízení nebo většího počtu zvířat),
- poruchu s rozsáhlými důsledky (například elektrárna, plynárna, vodárna),
- výbuch (např. výroby a sklady výbušných látek),
- škody na kulturních, popřípadě jiných hodnotách (například obrazárna, knihovna, muzeum),
- přenesení požáru stavby na sousední stavby, které musí být dle předchozích odstavců chráněny,
- ohrožení stavby, u které je zvýšené nebezpečí zásahu bleskem v důsledku jejího umístění na návrší nebo vyčnívá-li nad okolí.

Mezi hlavní části hromosvodu patří:

- jímací soustava,
- svody,
- uzemnění.

Funkce vnější ochrany před bleskem je zachytit přímý úder blesku a následně ho bezpečně svést do uzemňovací soustavy, která by jej měla rozvézt do země.

4.1 Jímací soustava

Jímací soustava má v systému LPS za úkol ochránit prostory objektu před úderem blesku. Její provedení by mělo být takové, aby bylo zabráněno úderům do objektu, ale ty udeřily pouze do jímací soustavy. Pokud bude jímací soustava dobře nadimenzovaná, budou kontrolovaně sníženy účinky bleskového proudu při úderu do objektu. [7]

Vnější LPS bývá většinou uchycena přímo ke chráněné stavbě a může být tvořena kombinací následujících částí:

- tyče (včetně samostatně stojících stožárů),
- závěsná lana,
- mřížové vodiče.

Při umísťování jímačů v systému LPS by měla být věnována pozornost ochraně rohů a hran objektu. Jímače by měly být umístěny na rozích budov a hranách objektů.

Při návrhu jímací soustavy existují následující metody:

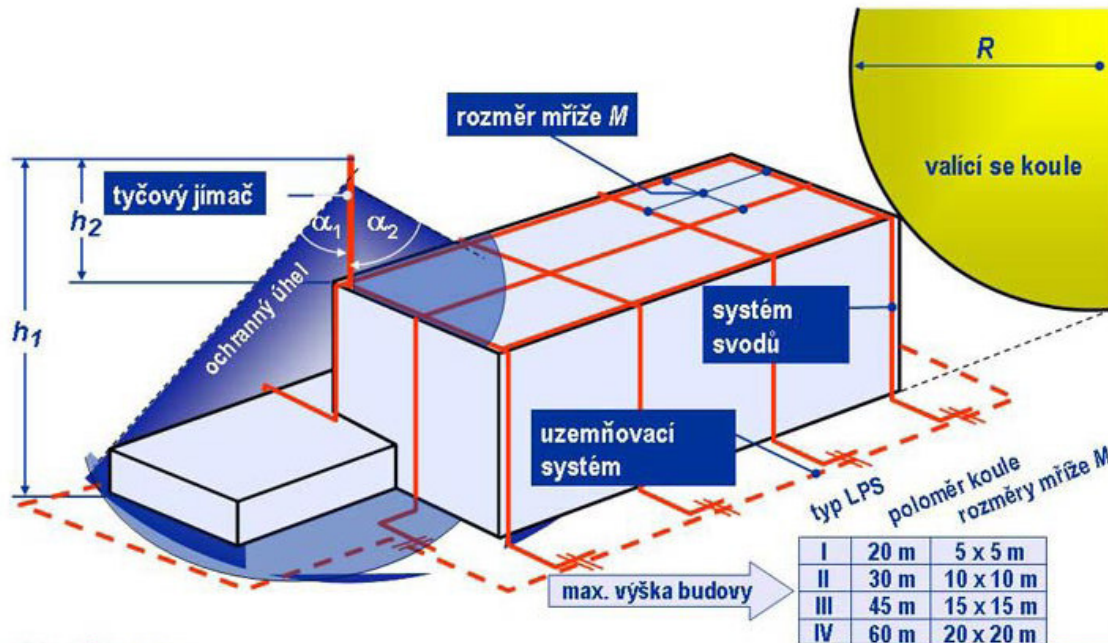
- metoda valící se koule ,
- metoda ochranného úhlu ,
- metoda mřížové soustavy.

Tyto jednotlivé metody se mezi sebou v praxi kombinují.

Jímací soustava je dobře navržena, pokud jsou všechny součásti chráněného objektu uvnitř ochranného prostoru, který je dán jímací soustavou.

metoda	ochranný úhel [°]				valící se koule	mřížová soustava	
	výška objektu h [m]					poloměr koule r [m]	velikost oka mříže [m]
třída LPS (úroveň ochrany)	20 m	30 m	45 m	60 m			
I	25°	*	*	*	20	5 × 5	10
II	35°	25°	*	*	30	10 × 10	10
III	45°	35°	25°	*	45	15 × 15	15
IV	55°	45°	35°	25°	60	20 × 20	20

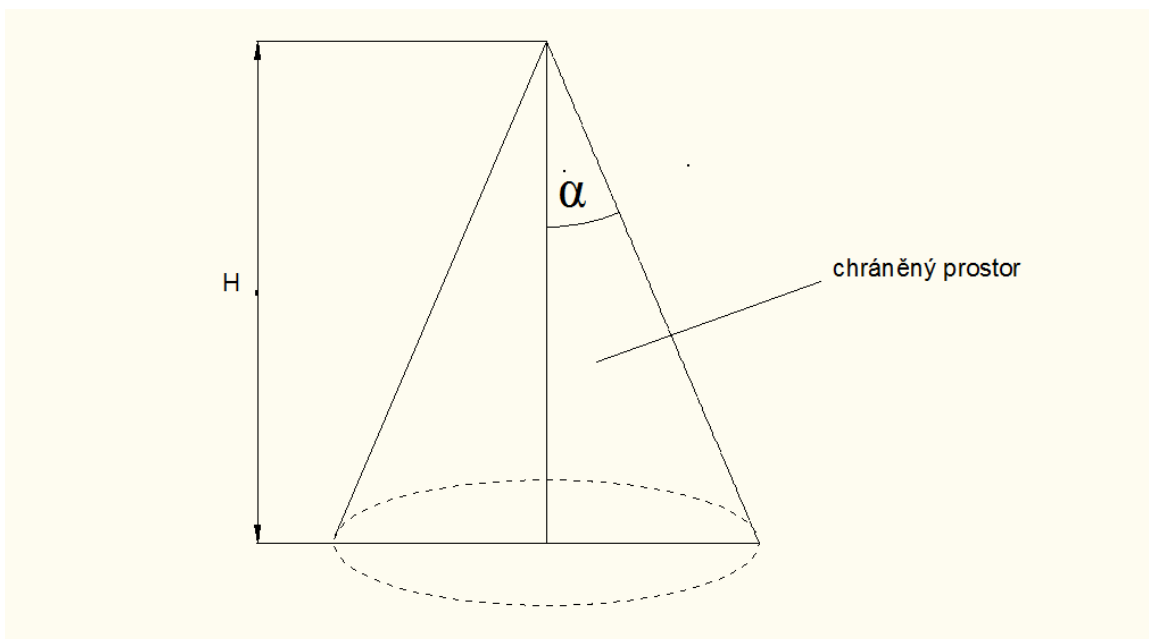
Obrázek 4-1- Metody návrhu jímací soustavy dle normy ČSN EN 62035-3 [13]



Obrázek 4-2 Ukázka vnějšího systému ochrany před bleskem [7]

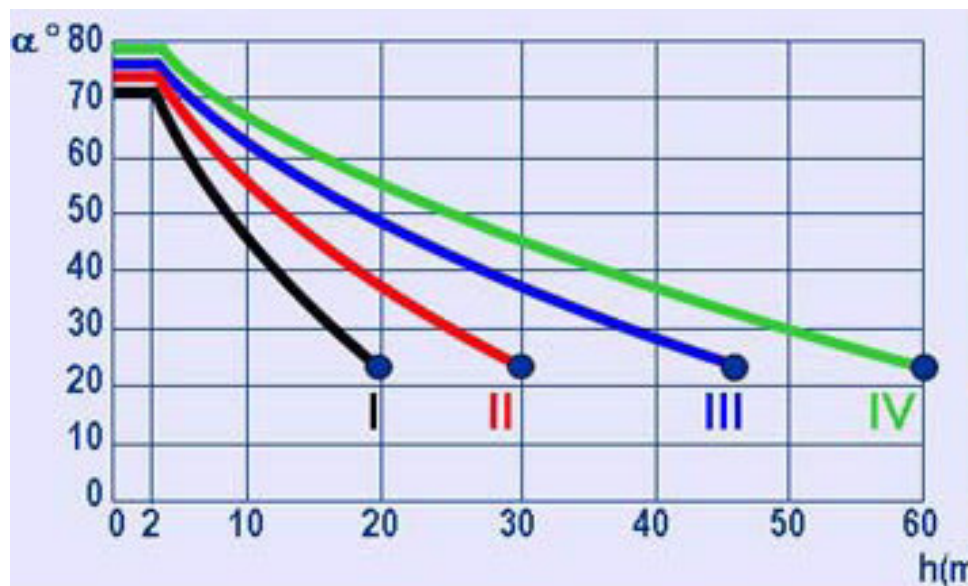
4.1.1 Metoda ochranného úhlu

Byla odvozena od metody valící se koule, hodí se pro jednodušší stavby, nebo malé části větších staveb. Pro stavby vyšší 45 m se tato metoda nehodí. Ochranný prostor svíslé jímací tyče je tvořen pravouhlým kuzelem s vrcholem v ose jímací tyče a polovičním úhlem α , který je závislý na třídě LPS. Jímací vedení, jímací tyče, oka a dráty by měly být navrženy tak, aby všechna zařízení a konstrukční části, které jsou součástí chráněného objektu, ležely v ochranném prostoru jímací soustavy.



Obrázek 4-3 Metoda ochranného úhlu

Učení ochranného úhlu v závislosti na třídě ochrany před bleskem LPS a výšce objektu nám udává obrázek 4-4.



Obrázek 4-4 Určení ochranného úhlu na výšce stavby a třídě LPS [7]

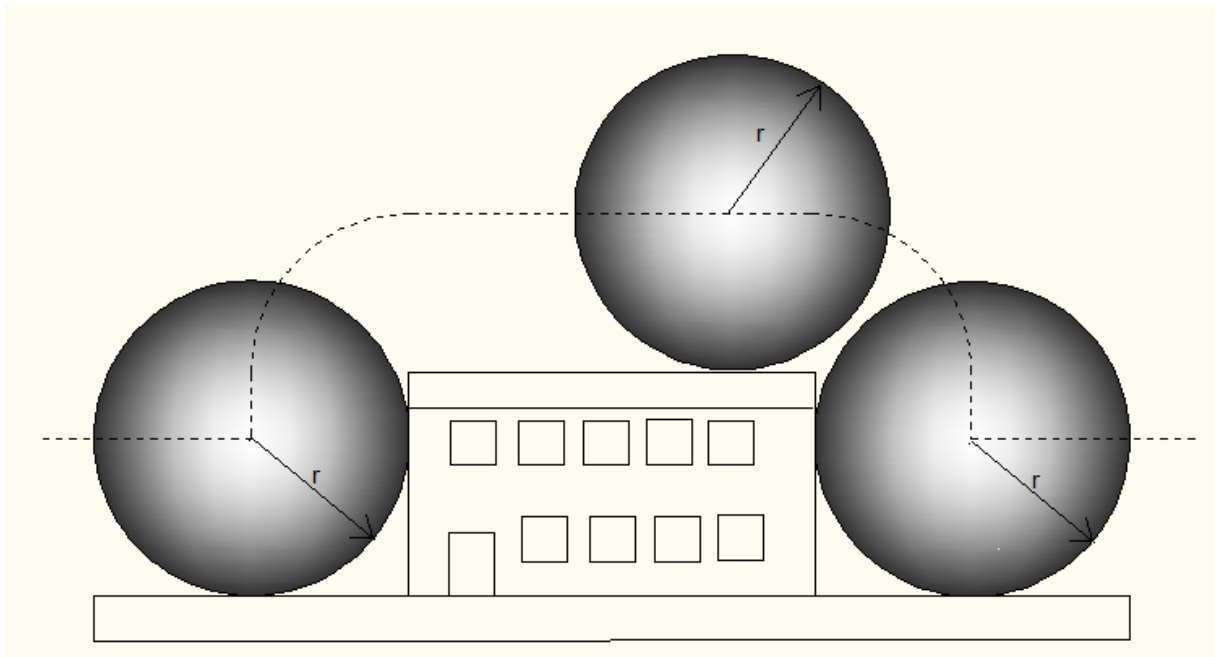
4.1.2 Metoda valící se koule

Jedná se o nejuniverzálnější projekční metodu, která se hodí pro geometricky složitější objekty. Poloměr valící se koule v podstatě představuje výboj ze země, nebo z jímací soustavy proti vřdčímu výboji, který sestupuje z mraku [2]. Žádná část stavby se nesmí dotýkat koule o poloměru závislém na třídě LPS, která se valí kolem chráněné budovy. Koule se smí dotýkat pouze jímací soustavy.

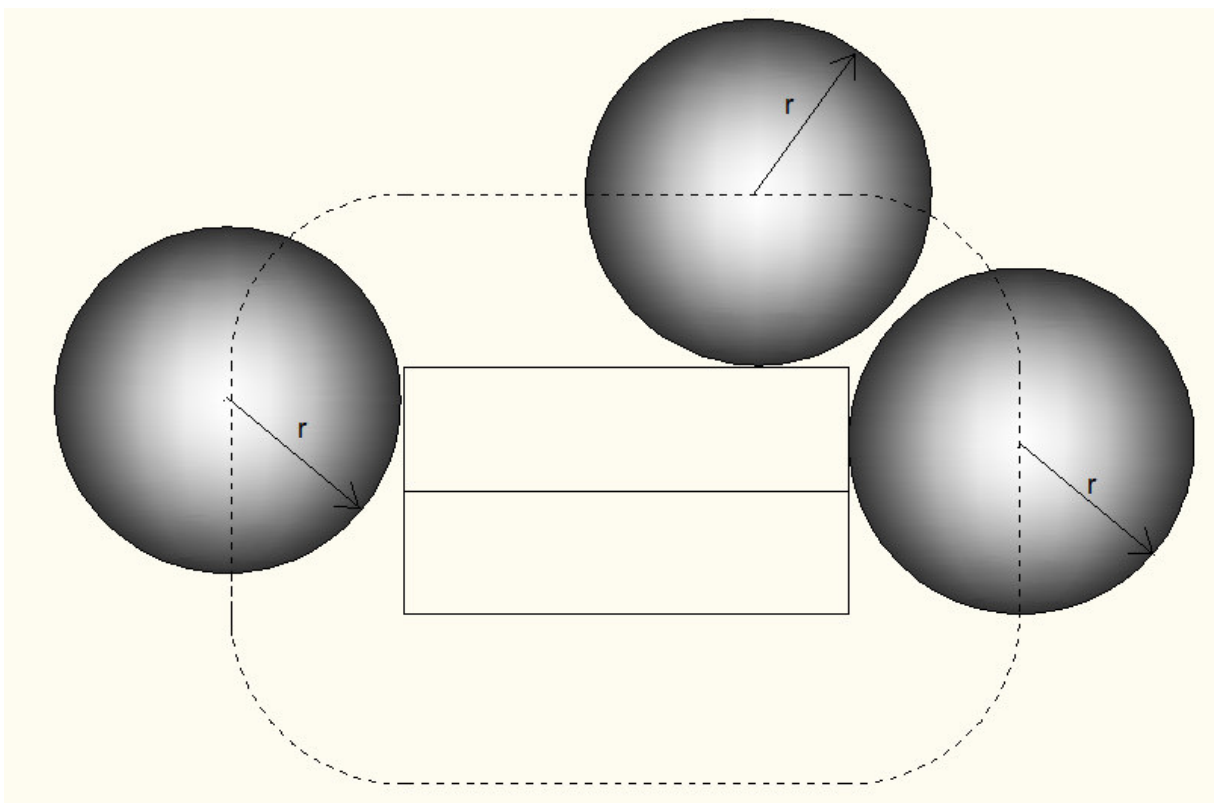
Maximální hodnoty poloměru valící se koule udává Tab. 4.2

Tab. 4.2 Poloměr valící se koule na třídě LPS

Třída LPS	Poloměr koule [m]
I	20
II	30
III	45
IV	60



Obrázek 4-5 Metoda valící se koule- boční pohled [16]



Obrázek 4-6 Metoda valící se koule-půdorys [16]

4.1.3 Metoda mřížové soustavy

Metoda mřížové soustavy vznikla jednotlivou kombinací jímacích vodičů spojených do mříže, čímž vzniká výsledný ochranný prostor. V podstatě je to kombinace metody ochranného úhlu a metody valící se koule. Není závislá na tvaru a výšce střechy. Jímací soustava by měla být pokud možno na vnějších hranách objektu.

4.1.4 Náhodné jímače

Podle normy [12] by se za náhodné jímače měly považovat tyto části stavby:

- kovové oplechování chráněné stavby, při trvalém elektrickém propojení mezi různými díly (např. pájením na tvrdo, svařením, falcováním, lisováním, šroubováním nebo nýtováním) a při dodržení minimální tloušťky oplechování, aby nenastal průpal plechu a v jeho důsledku vznikl požár. Náhodné součásti nesmí být potaženy izolační hmotou.

Tab. 4.3 Požadovaná tloušťka plechu pro náhodný jímač [2]

třída LPS	materiál	tloušťka (mm)
I až IV	ocel (pozinkovaná)	4
	měď	5
	hliník	7

- kovové součásti střešní konstrukce (nosník, vzájemně spojené armování atd.) pod nekovovou krytinou, pokud tyto součásti střešní konstrukce nepatří k chráněnému objektu,
- kovové díly, jako jsou ozdoby, zábradlí, rýny, potrubí, krytí parapetů atd. jejichž průřez odpovídá jímací soustavě,
- kovová potrubí a nádrže na střeše, pokud jejich tloušťka a průřez odpovídá ČSN EN 62305-3,
- kovová potrubí a nádrže, která obsahují lehce hořlavé nebo výbušné látky, pokud jsou vyrobeny z materiálů, jejichž tloušťka a průřez není menší než hodnota t (uvedena v předchozí tabulce) a zvýšení teploty na vnitřní straně v místě úderu nezpůsobí žádné nebezpečí.

Tab. 4.4 Materiál, tvar, rozměry jímací soustavy, jímacích tyčí a svodů [2]

materiál	tvar	minimální průřez (mm ²)	poznámka
měď	pásek	50	min. tloušťka 2 mm Ø 8mm min. Ø každého drátu 1,7mm
	drát	50	
	lano	50	
hliník	pásek	50	min. tloušťka 3 mm Ø 8mm min. Ø každého drátu 1,7mm
	drát	50	
	lano	50	
pozinkovaná ocel	pásek	50	min. tloušťka 2,5 mm Ø 8mm min. Ø každého drátu 1,7mm
	drát	50	
	lano	50	
nerezová ocel	pásek	50	min. tloušťka 2 mm Ø 8mm min. Ø každého drátu 1,7mm
	drát	50	
	lano	50	

4.2 Svody

Svod je v podstatě pouze elektricky vodivý článek mezi jímací a uzemňovací soustavou. Pokud jsou svody dobře navrženy, měly by svést bleskový proud do země tak, aby díky vysokému oteplení svodových vodičů nevznikla na chráněné stavbě škoda. Počet svodů je závislý na třídě LPS a obvodu chráněného objektu.

Svody umisťujeme tak, aby byla vytvořena vícenásobná paralelní cesta se zemí. Délka od zachycení bleskového proudu, až do jeho svodu do země by měla být co nejkratší..

Podle normy by pro každý neoddálený hromosvod měly být vybudovány minimálně 2 svody. Měly by být rozmístěny pravidelně po obvodu chráněného objektu. Vzdálenost mezi svody je udána v tabulce 3.5 .

Tab. 4.5 Vzdálenost mezi svody [1]

třída LPS	vzdálenost mezi svody (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

4.2.1 Počet svodů

Počet svodů je pro každou třídu ochrany před bleskem LPS dán normou. Pokud známe obvod chráněné budovy vydělíme jej vzdáleností mezi svody, dle tabulky 4.5 a výsledný počet se rovnoměrně rozdělí po obvodu. Svody se obvykle umísťují na každém nechráněném rohu budovy.

4.2.2 Upevňování a připojování svodů

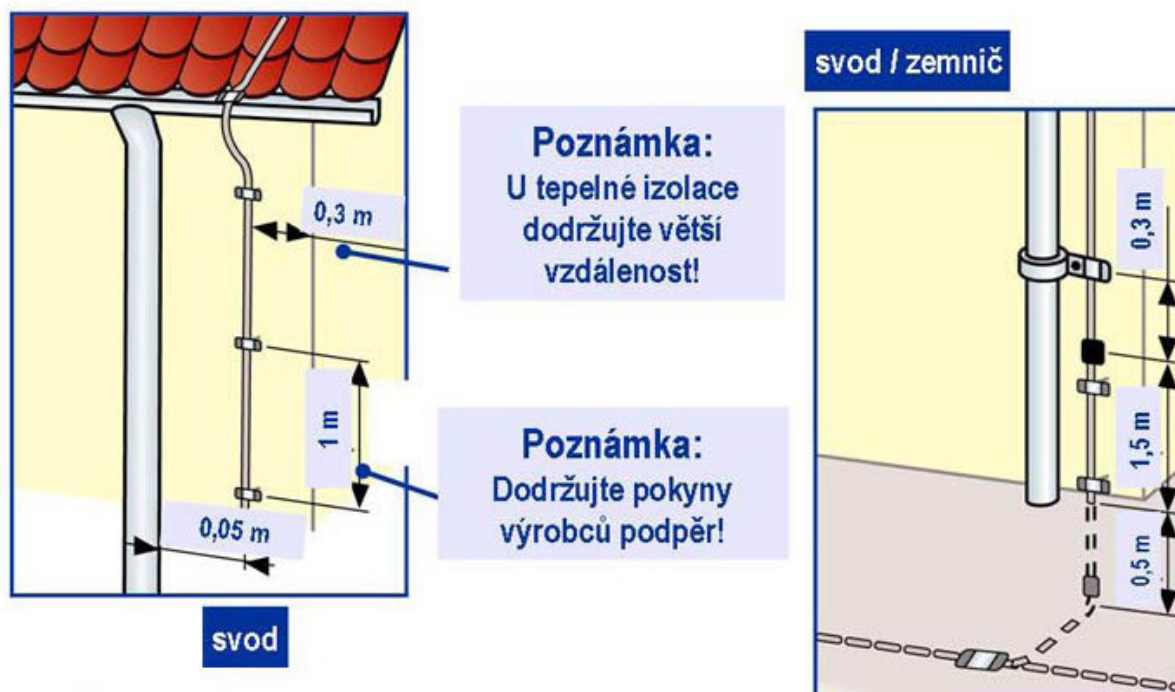
Z důvodu co nejkratšího přímého spojení jímací soustavy se zemí se svody instalují přímo a svisle.

Aby svody nekorodovaly, nesmí se umísťovat do okapových rour a okapů. Měly by se dodržovat minimální vzdálenosti od dveří a oken.

Svody neoddáleného LPS chráněné stavby smí být instalovány:

- přímo na stěně, nebo v ní, pokud se jedná o stěnu z nehořlavého materiálu,
- na stěně, pokud je z lehce hořlavého materiálu a zvýšení teploty průchodem proudů na ní nezpůsobí škodu.

V případě stěny z lehce hořlavého materiálu, kde zvýšení teploty svodů je nebezpečné, musí být svody umístěny tak, aby vzdálenost mezi svody a stěnou byla větší než 0,1m. Součásti pro uchycení se smí dotýkat stěny. Není-li dodržena vzdálenost mezi svodem a hořlavým materiálem, měl by být průřez svodů minimálně 100 mm². [12]



Obrázek 4-7 Doporučené rozměry umístění svodů na stěně objektu [7]

Na každém připojení svodu k uzemňovací soustavě musí být umístěna zkušební svorka. Tato svorka nám slouží pro měření zemního odporu. Měla by být rozebíratelná pomocí nářadí a šrouby s matkami by měly být chráněny proti korozi. Umisťuje se obvykle 1,5m nad terén. Umisťuje se zde štítek, který nám říká o kolikátý svod se jedná.

4.2.3 Náhodné svody

Za náhodné svody se podle [12] dají považovat:

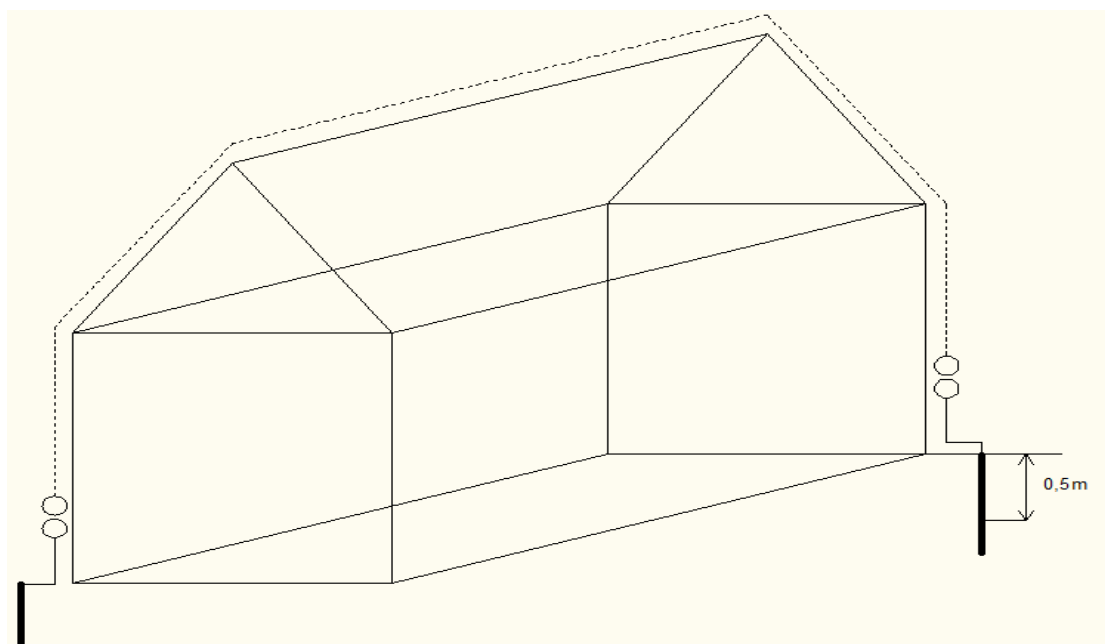
- kovové instalace, mají-li elektrické vodivé spojení a jejich rozměry odpovídají minimálním rozměrům svodu,
- kovově nebo elektricky propojené železobetonové skelety budovy,
- vzájemně propojený ocelový skelet stavby,
- součásti fasády, profilové lišty a kovové spodní konstrukce fasády za předpokladu, že jejich rozměry odpovídají požadavkům kladeným na svody.

4.3 Uzemnění

Uzemnění je nedílnou součástí, při ochraně před bleskem. Uzemňovací soustava má za úkol rozvézt do země zachycený bleskový proud z jímací soustavy. Hlavním parametrem zde jsou geometrické rozměry soustavy, což má za následek lepší rozložení bleskového proudu. Doporučená hodnota zemního odporu je pokud možno menší než 10 Ω . [12]

4.3.1 Uspořádání typu A

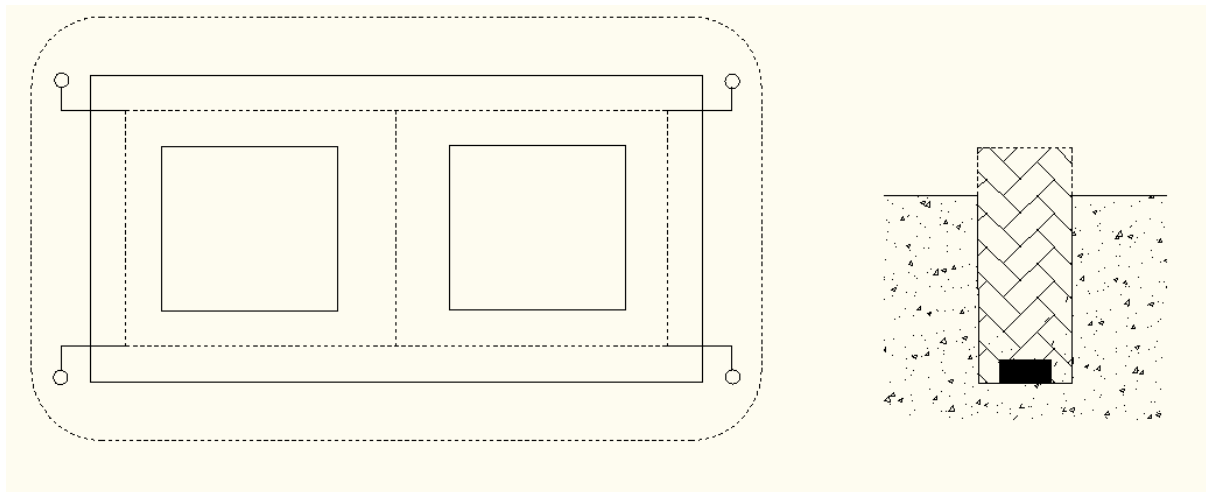
Tento zemnič je tvořen vodorovným, nebo svislým zemničem, jenž se nachází vně chráněné budovy a je spojen se všemi svody. Minimální hloubka, ve které může být uložen je 0,5 m pod povrchem. Ten druh zemniče je volen u staveb, ve kterých nebyl vytvořen základový zemnič, nebo u staveb, kde základový zemnič nevyhovuje z hlediska zemního odporu.



Obrázek 4-8 Zemnič typu A

4.3.2 Uspořádání typu B

Je tvořen základovým nebo obvodovým zemničem, který je umístěn vně chráněného objektu. Norma předepisuje, že minimálně 80% své délky musí být uloženo pod povrchem v zemině. Obvodový zemnič má být alespoň 0,5 m pod povrchem a asi 1 m od chráněného objektu.



Obrázek 4-9 Zemnič typu B

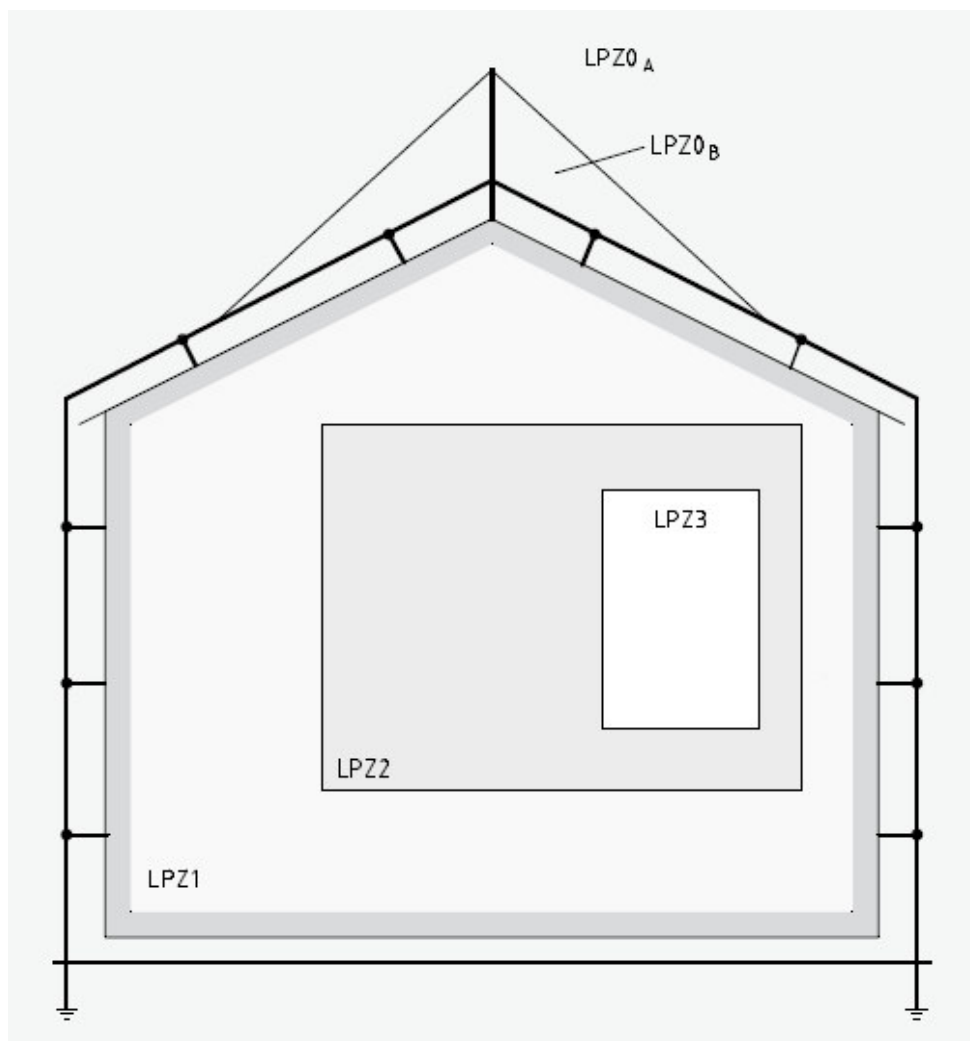
Jako náhodného zemniče lze použít vzájemně spojené armování v základovém betonu.

Tab. 4.6 Minimální rozměry zemničů podle materiálu a tvaru [7]

materiál	provedení	minimální rozměry			poznámka
		tyčový zemnič	zemníčí vodič	deskový zemnič	
měď	lano		50 mm ²		min. Ø každého drátu 1,7mm
	drát		50 mm ²		Ø 8
	pásek		50 mm ²		min. tloušťka 2mm
	drát	Ø 15 mm			
	trubka	Ø20 mm			min. tloušťka stěny 2 mm
	deska			500 x 500	min. tloušťka 2mm
ocel	pozinkovaný drát	Ø 16 mm	Ø 10 mm		
	pozinkovaná trubka	Ø 25 mm			min. tloušťka stěny 2 mm
	pozinkovaný pásek		90 mm ²		min. tloušťka 3mm
	pozinkovaná deska			500 x 500	min. tloušťka 3mm
nerez ocel	drát				Ø 8
	pásek				min. tloušťka 2mm

5 VNITŘNÍ SYSTÉM OCHRANY PŘED BLESKEM

Norma ČSN EN 62305-4 definuje zóny ochrany před bleskem LPZ z hlediska přímého a nepřímého (elektromagnetického pulsu - LEMP).

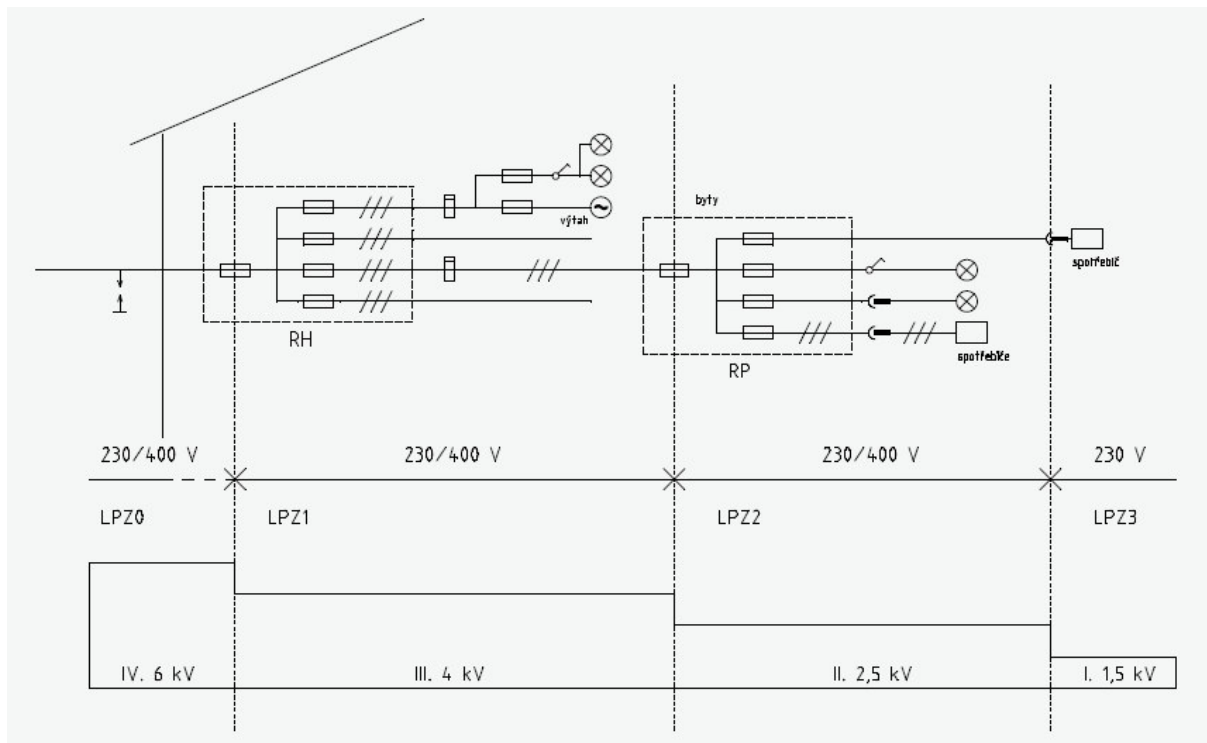


Obrázek 5-1 Zóny ochrany před bleskem [3]

Tab. 5.1 Zóny ochrany před bleskem LPZ [1]

LPZ 0 _A	Vnější nechráněný prostor mimo objekt. Zóna, ve které je ohrožení způsobeno přímým úderem blesku a plným elektromagnetickým polem. Vnitřní zóny jsou namáhány plným impulzním bleskovým proudem.
LPZ 0 _B	Vnější prostor chráněný jímecím zařízením hromosvodu. Zóna chráněná před přímým úderem blesku, ale kde ohrožení je způsobeno plným elektromagnetickým polem.
LPZ 1	Jedná se o vnitřek chráněného objektu, kde nehrozí přímý úder blesku a elektromagnetické pole je zde tlumené.
LPZ 2	Vnitřní prostor místností objektu. Není zde možný přímý úder blesku, elektromagnetické pole je tlumené.
LPZ 3	Prostor uvnitř kovových skříní, nebo stíněných místností.

Norma nám dělí elektrické rozvody v chráněném objektu do čtyř skupin. Každá skupina má určeno různé výdržné napětí. Z obrázku 5-2 jde vidět, že skupina IV má maximální hodnotu napětí 6kV. Veškeré rozvody uvnitř budovy jsou dimenzovány na hodnotu 4 kV. Klasická zařízení snesou hodnotu přepětí 2,5 kV a velmi citlivá zařízení pouze 1,5 kV. Tyto čtyři skupiny nám tvoří rozhraní, na které instalujeme přepět'ové ochrany.



Obrázek 5-2 Jmenovité impulsní výdržné napětí zařízení [3]

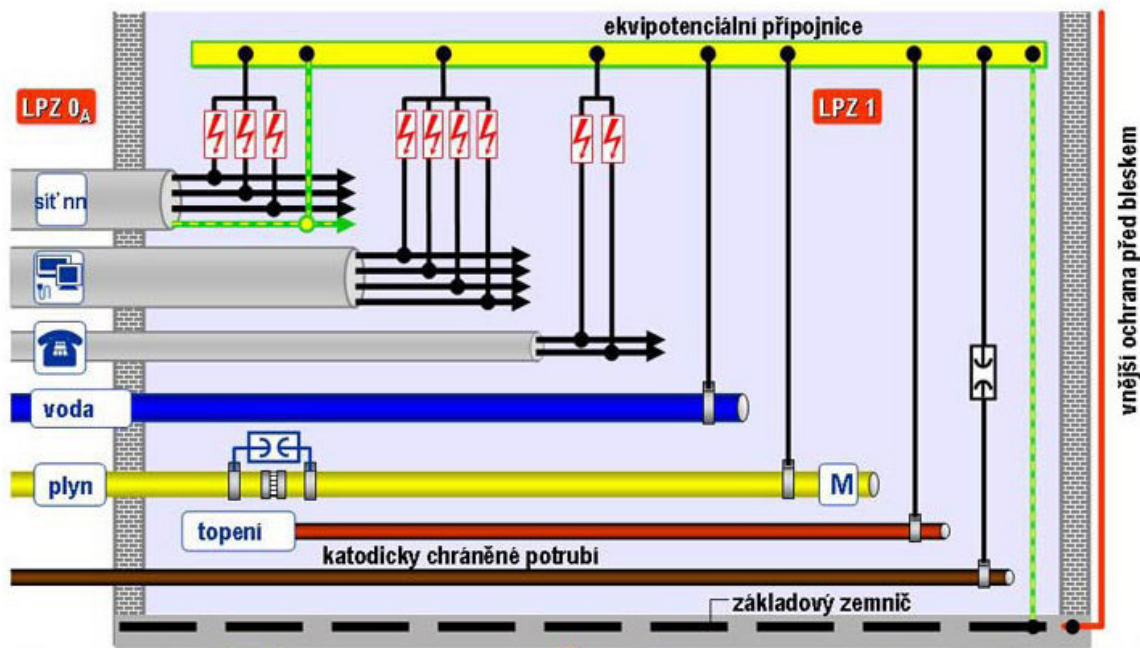
Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím spočívá ve vyrovnání potenciálů, tj. připojení všech kovových částí k ekvipotenciální přípojnici. Díky tomuto pospojování je stejný potenciál vně a uvnitř chráněného objektu na neživých součástech. Pokud by se vše důkladně nepospojovalo, hrozilo by zavlečení nebezpečného napětí.

Tento systém je v podstatě tvořen souhrnem ochran ke snížení účinků elektromagnetických impulsů, které byly způsobeny bleskovým proudem (LEMP). Nedílnou součástí je ochrana proti přepětí. Přepět'ové ochrany nám způsobí zkrat a umí jej vypnout, což se děje uvedením živých a neživých částí na stejný potenciál.

5.1 Ekvipotenciální pospojování

Cílem ekvipotenciálního pospojování je, aby byl na všech vodivých částech stejný potenciál, kterého bude dosaženo, budou-li do LPS zapojeny:

- kovové konstrukce,
- kovové instalace,
- vnější vodivé součásti a vedení, která jsou nějakým způsobem spojena s chráněným objektem,
- elektrické a elektronické systémy uvnitř chráněného objektu .



Obrázek 5-3 Hlavní vyrovnání potenciálů pro vstupující síť [7]

5.2 Elektrická izolace od hromosvodu

V podstatě jde jen o to, aby mezi jímací soustavou nebo svody, které jsou vně chráněné budovy a obvody, které se nachází uvnitř byla dostatečná vzdálenost. Vždy záleží na materiálu, který se mezi těmito částmi nachází.

5.3 Přepět'ové ochrany

Přepětí obvykle omezujeme ochranami, které jsou provedeny ve třech stupních. Jednotlivé stupně SPD (přepět'ových ochrany) mají za úkol zmenšit přepětí na požadovanou hodnotu. Tři základní skupiny jsou:

- SPD typ 1 - svodiče bleskových proudů,
- SPD typ 2 - přepět'ové ochrany,
- SPD typ 3 - přepět'ové ochrany.

Tyto stupně SPD se instalují na rozhraní zón LPZ. Typ 1 mezi zóny LPZ0 a LPZ1. Typ 2 mezi zóny LPZ1 a 2. Typ 3 mezi zónu LP2 a konečným zařízením.

5.3.1 SPD typ 1

Jedná se o svodič bleskového proudu, aneb je to hrubá ochrana, která se umísťuje mezi zóny LPZ0 a 1. Jejím úkolem je ochránit vstup do objektu před bleskem a to snížením přepětí na hodnotu menší, než 4kV. Tyto svodiče jsou konstruovány na bázi otevřeného, nebo uzavřeného jiskřiště. Otevřené jiskřiště má nevýhodu, že při aktivaci bleskový proudem vyšlehuje z pouzdra ochrany žhavý plazmat. Uzavřené jiskřiště tento problém nemá, ovšem za cenu snížení parametru zhaseného následného proudu. Tento typ se instaluje nejčastěji do hlavního rozváděče. [2]

5.3.2 SPD typ 2

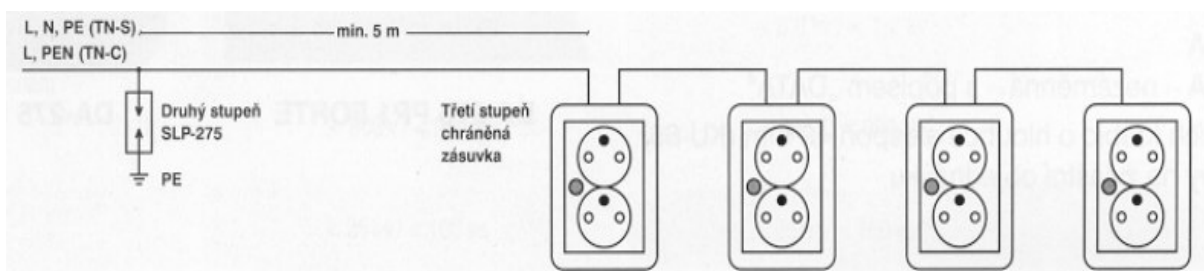
Jedná se o střední stupeň ochrany, který se umísťuje mezi zóny LPZ1 a LPZ2. Jsou konstruované na bázi varistorů, které svádějí atmosférická přepětí nebo přepětí od spínacích pochodů. Jejich úkolem je snížit hodnotu přepětí pod 2,5kV. Umísťují se za svodiče bleskových proudů a instalují do podružných rozváděčů. [2]

5.3.3 SPD typ 3

Jedná se o poslední stupeň ochrany, která doplňuje dva předchozí stupně. Základním konstrukčním prvkem jsou varistory a supresorové diody. Mají rychlou odezvu na přicházející přepětíový impuls. Instalujeme ji těsně před chráněné spotřebiče, aby mezi ochranou a daným zařízením nebylo dlouhé vedení, ve kterém by se mohlo indukovat napětí nad přijatelnou hodnotu. Je-li délka mezi svodiči typu 2 a 3 menší než 5 metrů, nemusíme typ 3 instalovat. Tato přepětíová ochrana se dá umístit přímo do koncové zásuvky. [2]

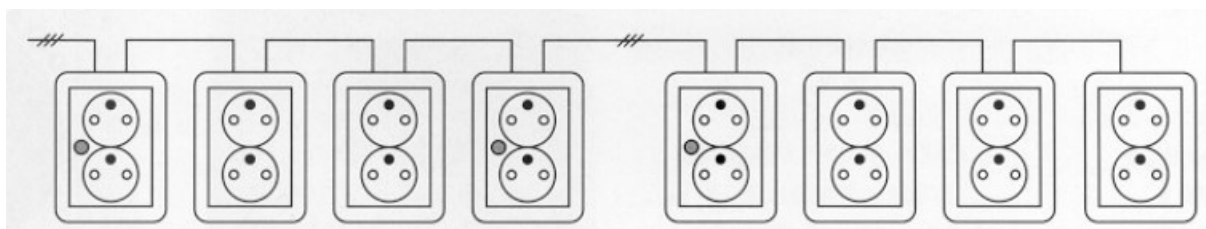
Možné zapojení těchto zásuvek

- Základní způsob - tato metoda má SPD typu 3 instalovanou v každé zásuvce. Metoda je to velmi účinná, ale ekonomicky velmi náročná.



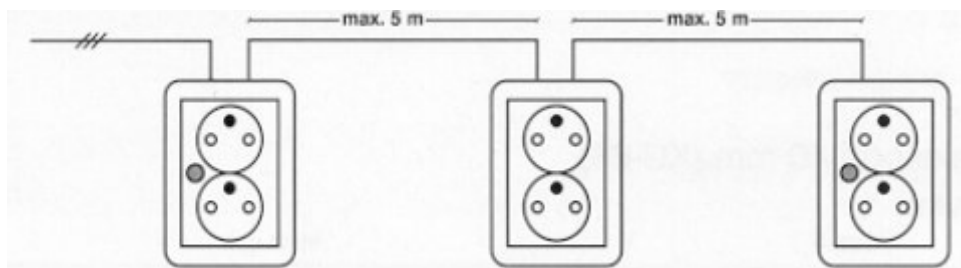
Obrázek 5-4 Zapojení zásuvek s SPD typu 3 - základní způsob [3]

- Instalace zásuvek do hnízd: Používá se v případě instalace tří a více dvojjásuvek. klasické zásuvky, které jsou umístěny mezi zásuvkami s instalovanou SPD typu 3 lze považovat za chráněné.



Obrázek 5-5 Zapojení zásuvek s SPD typu 3 - "do hnízd" [3]

- Ochrana zásuvkových okruhů: Není-li vedení tohoto okruhu vedeno v blízkosti svodu hromosvodu je možno 3-5 metrů délky vedení považovat za chráněné.



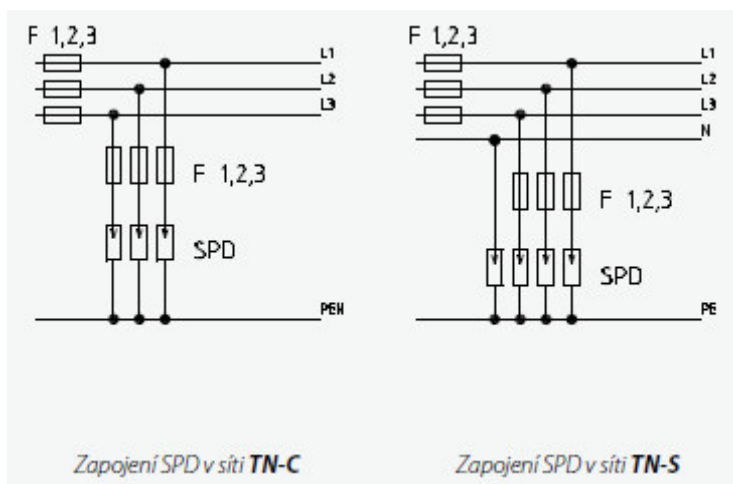
Obrázek 5-6 Ochrana zásuvkových okruhů SPD typem 3 [3]

Zásady umístování a připojování SPD

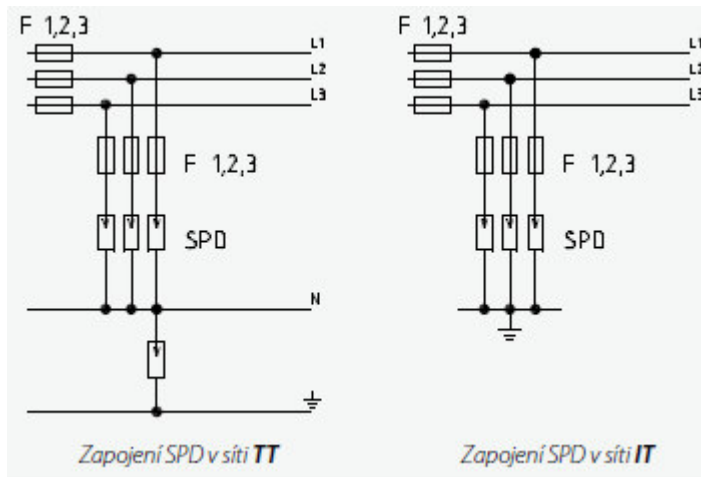
Podle [3] se SPD umístují a připojují :

- Přepět'ové ochrany a svodiče bleskových proudů nelze do rozvaděče umíst'ovat libovolně. Ochrana by měla být umístěna co nejbliž'ě k vstupnímu napájecímu kabelu do rozvaděče, aby byla minimalizována plocha indukční smyčky.
- Musíme minimalizovat impedanci připojovacích vodičů. Ochranu typu SPD 1 se má připojovat slaněným vodičem nebo páskovým vodičem. Délka vodičů má být co nejkratší.
- Pokud jsou ochrany umíst'ovány do obvodů chráněných proudovým chráničem, je třeba, aby byla ochrana osazena před něj.

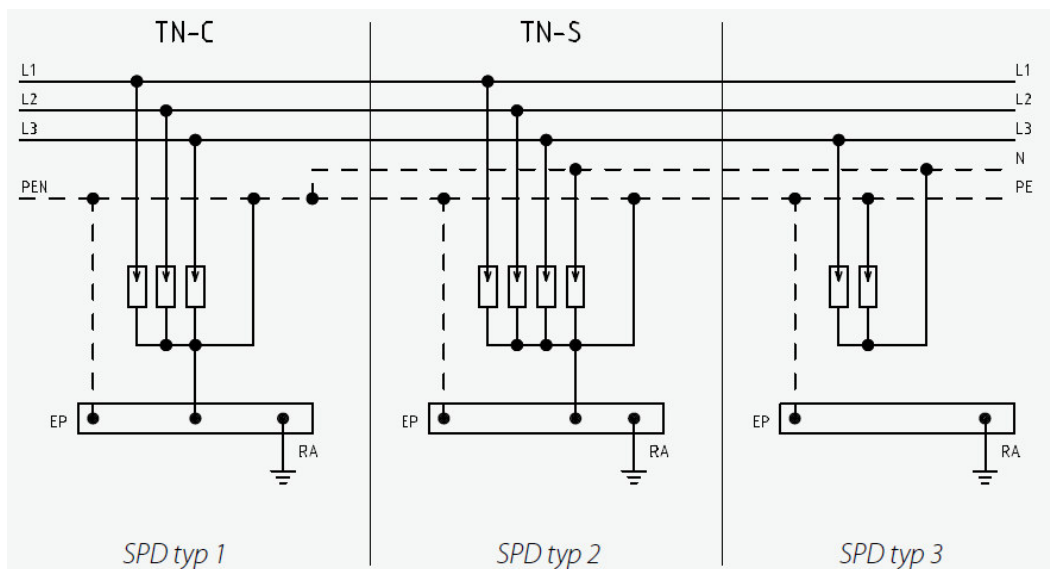
5.3.4 Schémata zapojení ochran



Obrázek 5-7 Zapojení ochran v síti TN [3]



Obrázek 5-8 Zapojení ochran v síti TT, IT [3]



Obrázek 5-9 Princip zapojování ochran v sítích TN [3]

6 NÁVRH OCHRANY PŘED BLESKEM PRO RODINNÝ DŮM

Bude proveden výpočet rizika, který řekne, jaká ochranná opatření budou použity. Navrhne se vnější ochrana před bleskem, včetně použitých materiálů a bude ověřena danými metodami.

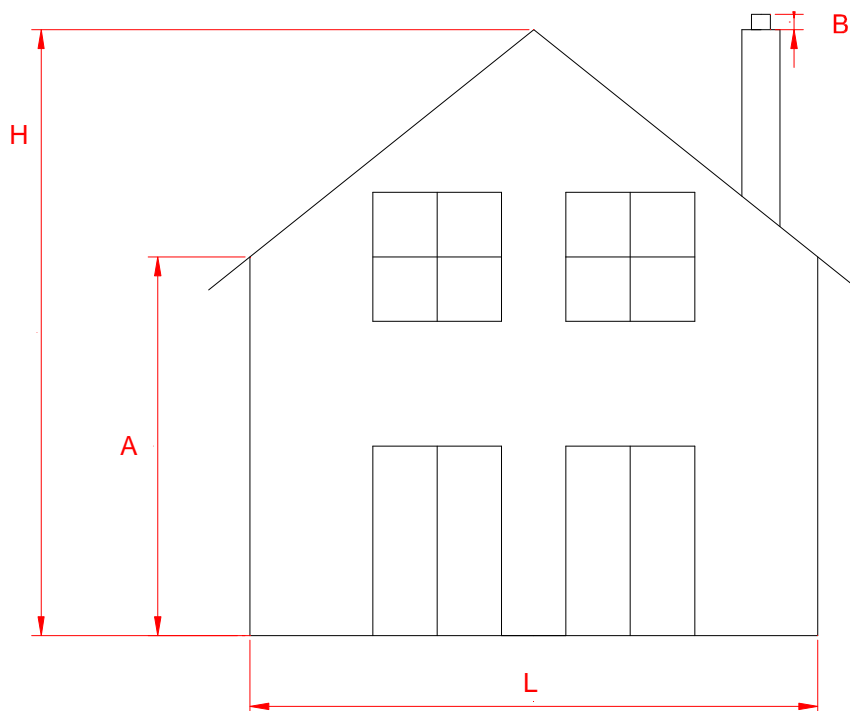
Provede se návrh opatření pro vnitřní ochranu před bleskem pomocí přepěťových ochran a ekvipotenciálního pospojení.

6.1 Seznámení s chráněným domem

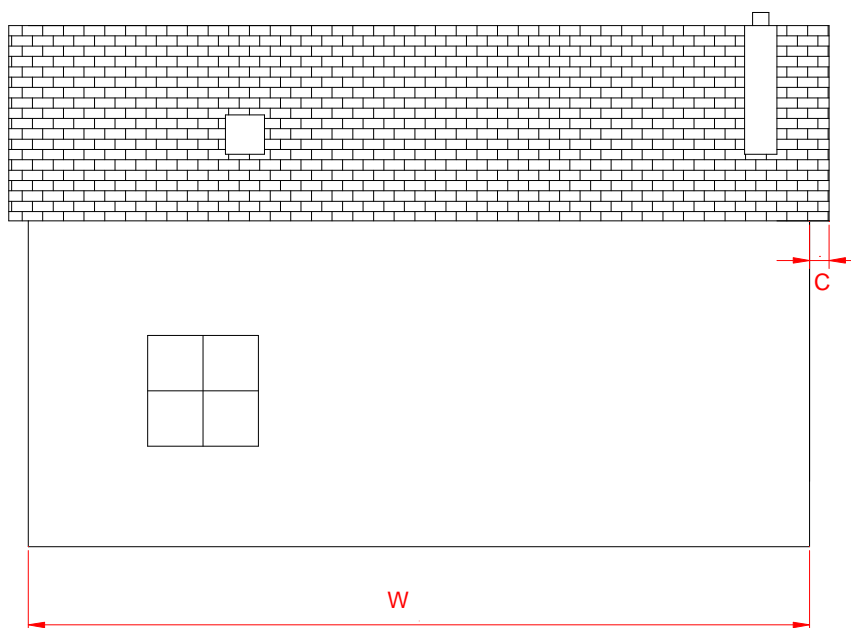
Pro návrh ochrany byl vybrán rodinný dům, který podle tabulky 4.1 patří do systému ochrany před bleskem LPS III. Ze zařazení do této skupiny se bude provádět návrh ochrany, který je na této třídě závislý.

Tab. 6.1 Rozměry domu

Veličina	Označení	Hodnota [m]
šířka	W	7,5
délka	L	12
výška	H	8
-	A	5
-	B	0,2
-	C	0,3



Obrázek 6-1 Chráněný dům - pohled zepředu



Obrázek 6-2 Chráněný dům - boční pohled

6.2 Analýza rizika

Tato analýza se provádí, aby se zjistilo, jaké riziko hrozí objektu, při úderu blesku a zda je třeba vybudovat ochranu. V tomto případě se pro rodinný dům vypočte riziko R_1 , které se porovná s přípustným rizikem R_T , které udává norma. Pokud nám vyjde riziko větší, než je povoleno, vybere se soubor ochran, který jej sníží.

Vychází se z normy ČSN EN 62305-2. Analýza rizika by měla obsahovat:

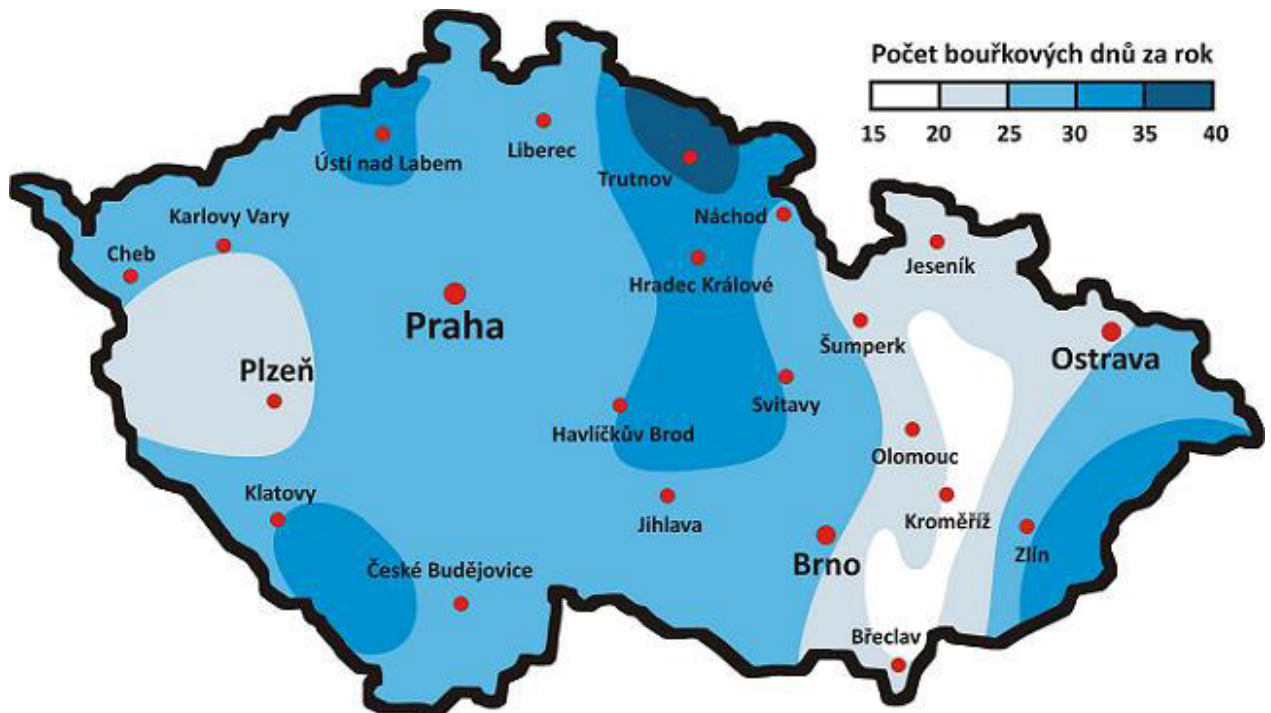
- identifikaci chráněného objektu a jeho charakteristiky,
- určení všech typů ztrát v objektu a příslušných odpovídajících rizik,
- stanovení rizika R pro každý typ ztrát,
- ocenění potřeby ochrany porovnáním rizik R s přípustným rizikem R_T .

6.2.1 Údaje a charakteristiky

Tab. 6.2 Data o chráněné stavbě [15]

Parametr	Komentář	Označení	Hodnota	Odkaz
Rozměry	-	L_b, W_b, H_b	7,5 ,12, 8	
Činitel polohy	Osamocená	C_d	1	Tabulka A.2
LPS	Žádná	P_B	1	Tabulka B.2
Stínění na hranici stavby	Žádné	K_{S1}	1	Rovnice (B.3)
Stínění uvnitř stavby	Žádné	K_{S2}	1	Rovnice (B.3)
Přítomnost lidí mimo dům	Nikdo			
Hustota úderů blesku	1/km ² /rok	N_g	2,5	

Výpočet hustoty úderu blesků:



Obrázek 6-3 Izokeraunická mapa ČR [17]

Izokeraunická mapa udává počet bouřkových dnů za rok na území ČR.

Zkoumaná stavba se nachází v oblasti s počtem bouřkových dnů za rok $T_d = 25$.

$$N_g = 0,1 \cdot T_d \quad (1)$$

$$N_g = 0,1 \cdot 25 = 2,5 \text{ km}^2/\text{rok}$$

Tab. 6.3 Charakteristiky vedení a připojených vnitřních systémů [15]

Parametr	Komentář	Označení	Hodnota	Odkaz
Rezistivita půdy	Ω/m	ρ	500	
Silnoproudá vedení nn a jejich vnitřní systémy				
Délka (m)		L_C	1000	
Výška (m)	Podzemní	H_C	-	
Transformátor	Žádný	C_t	1	Tabulka A.4
Činitel polohy vedení	Osamocené	C_d	1	Tabulka A.2
Činitel prostředí vedení	Venkovské	C_e	1	Tabulka A.5
Stínění vedení	Žádné	P_{LD}	1	Tabulka B.6
Vnitřní opatření při kabeláži	Žádné	K_{S3}	1	Tabulka B.5
Výdržná hodnota vnitřních systémů	$U_W = 2,5 \text{ kV}$	K_{S4}	0,6	Rovnice B.4
Koordinovaná SPD ochrana	Žádná	P_{SPD}	1	Tabulka B.3
Telekomunikační vedení a jejich vnitřní systémy				
Délka (m)		L_C	1000	
Výška (m)		H_C	6	
Činitel polohy vedení	Osamocené	C_d	1	Tabulka A.1
Činitel prostředí vedení	Venkovské	C_e	1	Tabulka A.4
Stínění vedení	Žádné	P_{LD}	1	Tabulka B.6
Vnitřní opatření při kabeláži	Žádná	K_{S3}	1	Tabulka B.5
Výdržná hodnota vnitřních systémů	$U_W = 1,5 \text{ kV}$	K_{S4}	1	Rovnice B.4
Koordinovaná SPD ochrana	Žádná	P_{SPD}	1	Tabulka B.3

Poznámka: Odkazy na tabulky a rovnice odkazují na normu ČSN EN 62305-3

Pokud se vezme v úvahu, že

- typ povrchu je na vnější a vnitřní straně stavby různý,
- stavba je jednotný prostor odolný proti požáru,
- nejsou instalována žádná prostorová stínění,

mohou být definovány dvě hlavní zóny:

- zóna Z_1 , která se nachází vně budovy,
- zóna Z_2 , která se nachází uvnitř budovy .

Nevyskytují-li se vně budovy žádní lidé, může být riziko R_1 pro zónu Z_1 zanedbáno a ocenění rizika se provede pouze pro zónu Z_2 .

Tab. 6.4 Charakteristiky zóny Z2 [15]

Parametr	Komentář	Označení	Hodnota	Odkaz
Typ podlahového povrchu	Linoleum, dřevo	r_u	10^{-5}	Tabulka C.2
Riziko požáru	Nízké	r_t	10^{-3}	Tabulka C.4
Zvláštní nebezpečí	Žádné	h_z	1	Tabulka C.5
Protipožární ochrana	Žádná	r_p	1	Tabulka C.3
Prostorové stínění	Žádné	K_{S2}	1	Rovnice B.3
Vnitřní silnoproudé systémy	Ano	Připojené k silnoproudému vedení nn	-	
Vnitřní telefonní systémy	Ano	Připojené k telekomunikačnímu vedení	-	
Ztráty následkem dotykových a krokových napětí	Ano	L_t	10^{-4}	Tabulka C.1
Ztráty následkem hmotných škod	Ano	L_F	10^{-1}	Tabulka C.1

6.2.2 Výpočet odpovídajících veličin

6.2.2.1 Výpočet sběrné plochy stavby a vedení

Tab. 6.5 Sběrné plochy stavby a vedení

Označení plochy	Hodnota [m ²]
A_d	2 835,56
$A_{I(P)}$	21 824,02
$A_{i(P)}$	559 017
$A_{I(T)}$	35 136
$A_{i(T)}$	1 000 000

-Sběrná oblast při úderu do stavby

$$A_d = [L_b \cdot W_b + (L_b + W_b) + \pi \cdot (3 \cdot H_b)^2] \quad (2)$$

$$A_d = [7,5 \cdot 12 + (7,5 + 12) + \pi \cdot (3 \cdot 8)^2] = 2835,56 \text{ m}^2$$

-Sběrná oblast při úderu do silnoproudého vedení

$$A_{I(P)} = \sqrt{\rho} \cdot (L_C - 3H_b) \quad (3)$$

$$A_{I(P)} = \sqrt{500} \cdot (1000 - 3 \cdot 8) = 21 824,02 \text{ m}^2$$

-Sběrná oblast při úderu v blízkosti silnoprůdého vedení

$$A_{i(P)} = 25 \cdot \sqrt{\rho} \cdot L_c \quad (4)$$

$$A_{i(P)} = 25 \cdot \sqrt{500} \cdot 1000 = 559\,017 \text{ m}^2$$

-Sběrná oblast při úderu do telekomunikačního vedení

$$A_{I(T)} = 6 \cdot H_c \cdot (L_c - 3 \cdot H_b) \quad (5)$$

$$A_{I(T)} = 6 \cdot 6 \cdot (1000 - 3 \cdot 8) = 35\,136 \text{ m}^2$$

-Sběrná oblast při úderu v blízkosti telekomunikačního vedení

$$A_{i(T)} = 1000 \cdot L_c \quad (6)$$

$$A_{i(T)} = 1000 \cdot 1000 = 1\,000\,000 \text{ m}^2$$

6.2.2.2 Výpočet očekávaného počtu nebezpečných událostí za

Tab. 6.6 Očekávaný počet nebezpečných událostí za rok

Označení počtu	Hodnota [1/rok]
N_D	$7,0889 \times 10^{-3}$
$N_{L(P)}$	0,05456005
$N_{i(P)}$	1,3975425
$N_{L(T)}$	0,08784
$N_{i(T)}$	2,5

-Počet úderů do stavby

$$N_D = N_g \cdot A_d \cdot C_d \cdot 10^{-6} \quad (7)$$

$$N_D = 2,5 \cdot 2835,56 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 7,0889 \cdot 10^{-3} \text{ 1/rok}$$

-Počet úderů do silnoprůdého vedení

$$N_{L(P)} = N_g \cdot A_{L(P)} \cdot C_{d(P)} \cdot C_{L(P)} \cdot 10^{-6} \quad (8)$$

$$N_{L(P)} = 2,5 \cdot 21824,02 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,05456005 \text{ 1/rok}$$

-Počet úderů v blízkosti silnoproudého vedení

$$N_{i(P)} = N_g \cdot A_{i(P)} \cdot C_{i(P)} \cdot C_{e(P)} \cdot 10^{-6} \quad (9)$$

$$N_{i(P)} = 2,5 \cdot 559017 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 1,3975425 \text{ 1/rok}$$

-Počet úderů do telekomunikačního vedení

$$N_{L(T)} = N_g \cdot A_{L(T)} \cdot C_{d(T)} \cdot 10^{-6} \quad (10)$$

$$N_{L(T)} = 2,5 \cdot 35136 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,08784 \text{ 1/rok}$$

-Počet úderů v blízkosti telekomunikačního vedení

$$N_{i(T)} = N_g \cdot A_{i(T)} \cdot C_{e(T)} \cdot 10^{-6} \quad (11)$$

$$N_{i(T)} = 2,5 \cdot 1000000 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/rok}$$

6.2.3 Výpočet rizika pro rozhodnutí o potřebě ochrany

V tomto případě se musí ocenit riziko ztrát na lidských životech R_1 , které se vypočítá podle vztahu:

$$R_1 = R_A + R_B + R_{U(SV)} + R_{V(SV)} + R_{U(TV)} + R_{V(TV)} \quad (12)$$

kde

R_A - je riziko úrazu živých bytostí, přímý úder,

R_B - je riziko hmotné škody na stavbě, přímý úder,

R_U - je riziko úrazu živých bytostí, úder do připojené inženýrské sítě,

SV - silnoproudé vedení,

TU - telekomunikační vedení,

R_V - je riziko hmotné škody na stavbě, úder do připojené inženýrské sítě.

6.2.3.1 Výpočet součásti rizika

Tab. 6.7 Příslušné součásti rizika a jejich výpočet

Označení součásti	Hodnota [x 10 ⁻⁵]
R_B	0,070889
$R_{U(\text{silnoproudé vedení})}$	0,0000055
$R_{V(\text{silnoproudé vedení})}$	0,546
$R_{U(\text{telekomunikační vedení})}$	0,0000088
$R_{V(\text{telekomunikační vedení})}$	0,8784
Celkové R_1	1,4953033

Součást rizika s údery do:

- stavby s následkem hmotných škod

$$R_b = N_D \cdot P_B \cdot h_z \cdot r_p \cdot r_f \cdot L_f \quad (13)$$

$$R_b = 7,0889 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1} = 0,070889 \cdot 10^{-5}$$

- silnoproudého vedení s následkem úrazu el. proudem

$$R_{U(SV)} = (N_{L(P)} + N_{Da}) \cdot P_u \cdot r_u \cdot L_t \quad (14)$$

$$R_{U(SV)} = (0,05456005 + 0) \cdot 1 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-4} = 0,0000055 \cdot 10^{-5}$$

N_{Da} - z normy pro rovinné území, které je vedeno samostatně je 0

- silnoproudého vedení s následkem hmotných škod

$$R_{V(SV)} = (N_{L(P)} + N_{Da}) \cdot P_v \cdot h_z \cdot r_p \cdot r_f \cdot L_f \quad (15)$$

$$R_{V(SV)} = 0,05456005 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1} = 0,546 \cdot 10^{-5}$$

- telekomunikačního vedení s následkem úrazu el. proudem

$$R_{U(TV)} = (N_{L(T)} + N_{Da}) \cdot P_u \cdot r_u \cdot L_t \quad (16)$$

$$R_{U(TV)} = (0,08784 + 0) \cdot 1 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-4} = 0,0000088 \cdot 10^{-5}$$

- telekomunikačního vedení s následkem hmotných škod

$$R_{V(TV)} = (N_{L(T)} + N_{Da}) \cdot P_v \cdot h_z \cdot r_p \cdot r_f \cdot L_f \quad (17)$$

$$R_{V(TV)} = (0,08784 + 0) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1} = 0,8784 \cdot 10^{-5}$$

- celkové riziko R1

$$R_1 = R_A + R_B + R_{U(SV)} + R_{V(SV)} + R_{U(TV)} + R_{V(TV)} \quad (18)$$

$$R_1 = 0 + 7,0889 \cdot 10^{-7} + 0,55 \cdot 10^{-10} + 0,546 \cdot 10^{-5} + 0,88 \cdot 10^{-10} + 0,8784 \cdot 10^{-5} = 1,4953 \cdot 10^{-5}$$

R_A - jelikož se mimo dům nikdo nenachází, je toto riziko podle normy rovno 0

6.2.4 Závěry z ocenění rizika ztrát na lidských životech R_1

Musí se porovnat velikost vypočteného rizika R_1 a přípustného rizika $R_T = 10^{-5}$, které udává norma.

Jelikož je $R_1 = 1,4953$ větší, než přípustná hodnota $R_T = 1$, vyžaduje objekt ochranu před bleskem.

6.2.5 Výběr ochranných opatření

Aby se snížilo riziko R_1 na přípustnou hodnotu, měla by být vybrána ochranná opatření ovlivňující součást R_V a R_B .

Pro rodinný dům bude instalována LPS třídy III a na vstupujících inženýrských sítích budou připojeny SPD podle LPL třídy III. V tabulce 6.2 se díky použité LPS III změní hodnota P_B z 1 na 0,1 a tabulce 6.3 hodnoty P_U a P_V z 1 na 0,03.

Použitím těchto hodnot se získají nové hodnoty součástí rizika.

6.2.5.1 Výpočet součástí rizika po použití zvolené ochrany

Tab. 6.8 Příslušné součásti rizika po použití zvolené ochrany

Označení součásti	Hodnota [x 10 ⁻⁵]
R_A	0
R_B	0,00701
$R_{U(\text{silnopr. vedení})}$	0
$R_{V(\text{silnopr. vedení})}$	0,0164
$R_{U(\text{telekom. vedení})}$	0
$R_{V(\text{telekom. vedení})}$	0,0264
Celkové R_1	0,04981

Součást rizika s údery do:

- stavby s následkem hmotných škod

$$R_b = N_D \cdot P_B \cdot h_z \cdot r_p \cdot r_f \cdot L_f \quad (19)$$

$$R_b = 7,0889 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1} = 0,00701 \cdot 10^{-5}$$

- silnopr. vedení s následkem úrazu el. proudem

$$R_{U(SV)} = (N_{L(P)} + N_{Da}) \cdot P_U \cdot r_u \cdot L_t \quad (20)$$

$$R_{U(SV)} = (0,05456005 + 0) \cdot 0,03 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-4} = 1,64 \cdot 10^{-12} \approx 0$$

N_{Da} - z normy pro rovinné území, které je vedeno samostatně je 0

- silnoproudého vedení s následkem hmotných škod

$$R_{V(SV)} = (N_{L(P)} + N_{Da}) \cdot P_V \cdot h_z \cdot r_p \cdot r_f \cdot L_f \quad (21)$$

$$R_{V(SV)} = 0,05456005 \cdot 0,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1} = 0,0164 \cdot 10^{-5}$$

- telekomunikačního vedení s následkem úrazu el. proudem

$$R_{U(TV)} = (N_{L(T)} + N_{Da}) \cdot P_U \cdot r_u \cdot L_t \quad (22)$$

$$R_{U(TV)} = (0,08784 + 0) \cdot 0,03 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-4} = 2,64 \cdot 10^{-12} \approx 0$$

- telekomunikačního vedení s následkem hmotných škod

$$R_{V(TV)} = (N_{L(T)} + N_{Da}) \cdot P_V \cdot h_z \cdot r_p \cdot r_f \cdot L_f \quad (23)$$

$$R_{V(TV)} = (0,08784 + 0) \cdot 0,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-1} = 0,0264 \cdot 10^{-5}$$

- celkové riziko R₁

$$R_1 = R_A + R_B + R_{U(SV)} + R_{V(SV)} + R_{U(TV)} + R_{V(TV)} \quad (24)$$

$$R_1 = 0 + 0,00701 \cdot 10^{-5} + 0 + 0,0164 \cdot 10^{-5} + 0 + 0,0264 \cdot 10^{-5} = 0,04981 \cdot 10^{-5}$$

Po porovnání vypočteného rizika R_1 a přípustného rizika R_T dojdeme k závěru, že provedená ochrana je zcela dostačující, jelikož $0,04981 < 1$.

6.3 Návrh a provedení vnější ochrany před bleskem

Bude zde navržena jímací soustava, systém svodů a připojení na uzemňovací soustavu. Charakterizují se materiály jednotlivých částí vnější ochrany před bleskem.

6.3.1 Materiál svodů a jímačů

Jako materiál svodů bylo zvoleno podle tabulky 4.4 ocelové pozinkované lano o průřezu 50 mm². Materiálem jímačů je hliníkový drát o průměru 8 mm. Jímače budou přichyceny k pozinkovanému lanu pomocí hromosvodových svorek.

6.3.2 Návrh systému svodů

Pro návrh systému svodů je potřeba vypočítat jejich množství na rodinný dům. Norma udává pro třídu ochrany LPS III minimálně 2 svody a podle tabulky 4.5 je vzdálenost mezi svody 15 m.

6.3.2.1 Výpočet množství svodů

$$\text{počet svodů} = \frac{\text{obvod domu}}{\text{vzdálenost mezi svody}} \quad (25)$$

vzdálenost mezi svody se vypočítá:

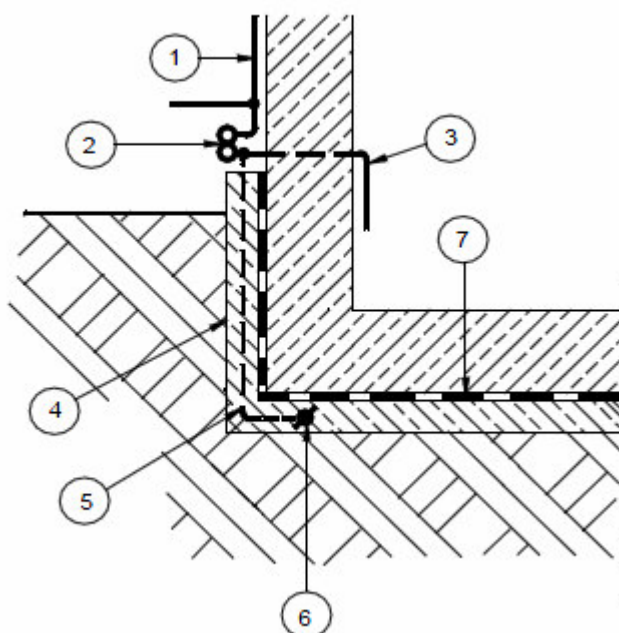
$$v = \sqrt{(L^2 + W^2)} \quad (26)$$

$$v = \sqrt{7,5^2 + 12^2} = 14,15 \text{ m} \leq 15 \text{ m}$$

I když nám norma říká, že by pro tento dům stačili pouze dva svody, zvolíme svody čtyři a to na každém rohu domu. Větší počet svodů má za následek lepší svedení bleskového proudu do zemnicí soustavy, díky více vodičům se svody i méně oteplí procházejícím proudem. Větším počtem svodů dosáhneme menší potřebné dostatečné vzdálenosti S.

6.3.3 Zemnicí soustava

Zemnicí soustava u chráněného objektu je základový zemnič typu B. Připojení svodů na zemnič může být provedeno na zdi, v omítce nebo ve stěně. V tomto případě bude provedeno propojení na stěně, podle následujícího obrázku.



kde

- 1 - Svod
- 2 - Zkušební svorka
- 3 - Vodič pospojování k vnitřnímu LPS
- 4 - Nearmovaná vrstva betonu
- 5 - Vodič spojení LPS se zemničem
- 6 - Základový zemnič
- 7 - Vodotěsná izolační vrstva

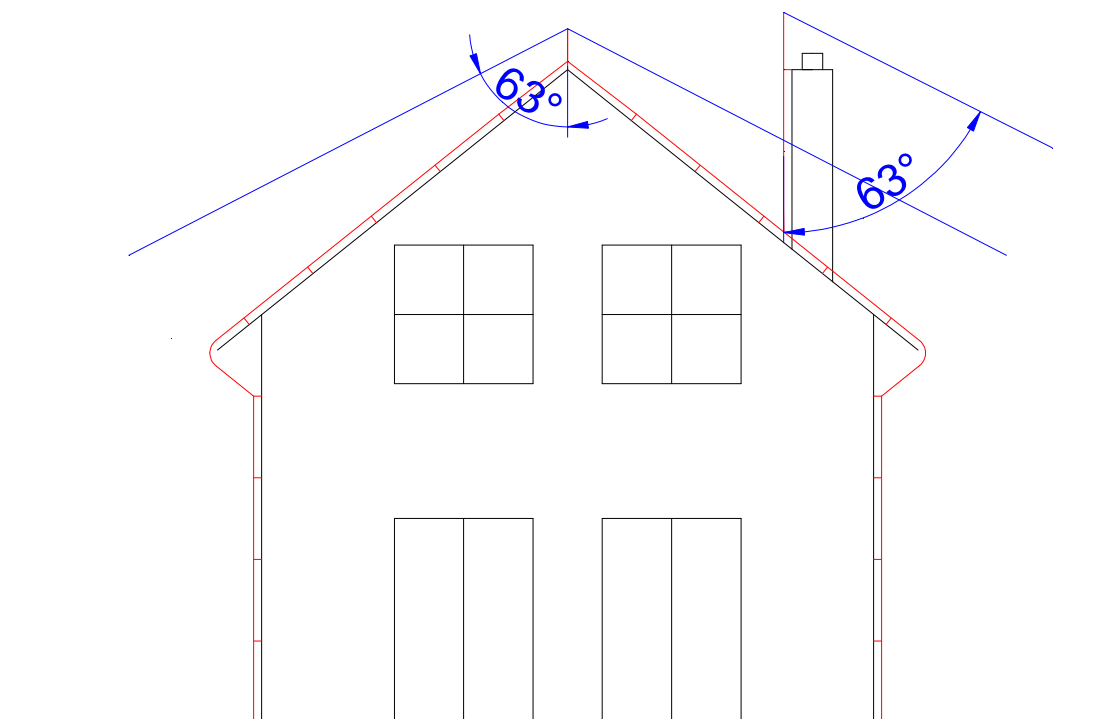
Obrázek 6-4 k Izolovaný základ se zemničem v nearmované vrstvě betonu pod izolací z bitumenu [16]

6.3.4 Návrh jímací soustavy

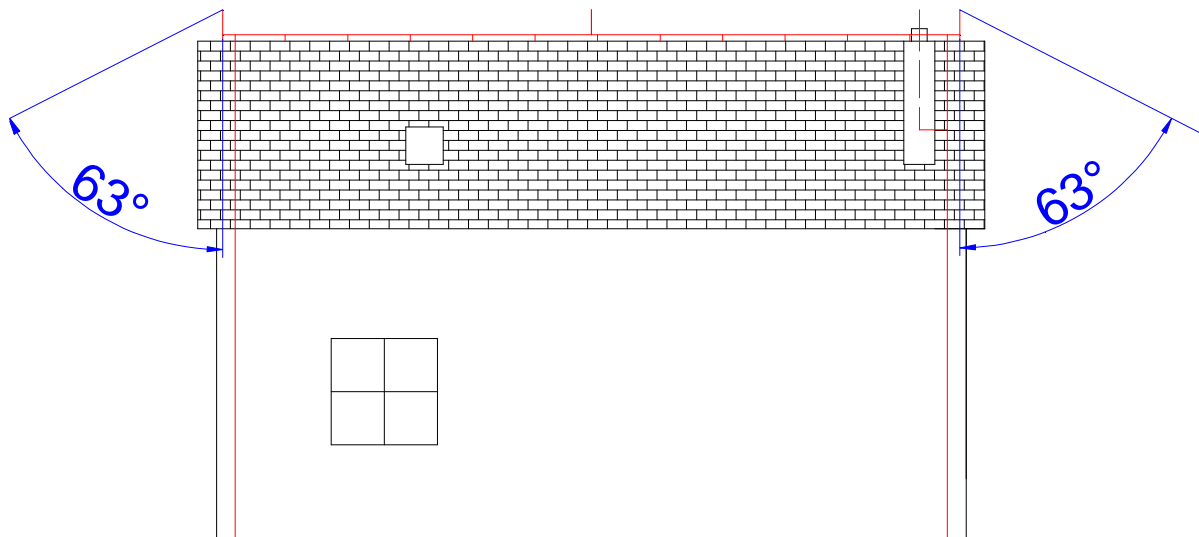
Jímací soustava bude tvořena hřebenovou soustavou, na které jsou umístěny jímače. Jelikož je na stavbě komín, budeme jej chránit dalším jímačem, který bude umístěn přímo na něm.

6.3.4.1 Metoda ochranného úhlu

Podle obrázku 4-4 můžeme určit ochranný úhel zvolených jímačů. Na hřebeni střechy jsou umístěny 3 jímací tyče. Každá z nich je 50 cm nad hřebenem. Podle obrázku 4-4 můžeme určit ochranný úhel těchto jímačů, který je 63° . Rozmístění jednotlivých podpěr bylo provedeno podle obrázku 4-7. Systém svodů byl na střeše a na zdi přichycen každých 100 cm. U bočního pohledu je svod veden 30 cm od okraje zdi.



Obrázek 6-5 Metoda ochranného úhlu - pohled zepředu

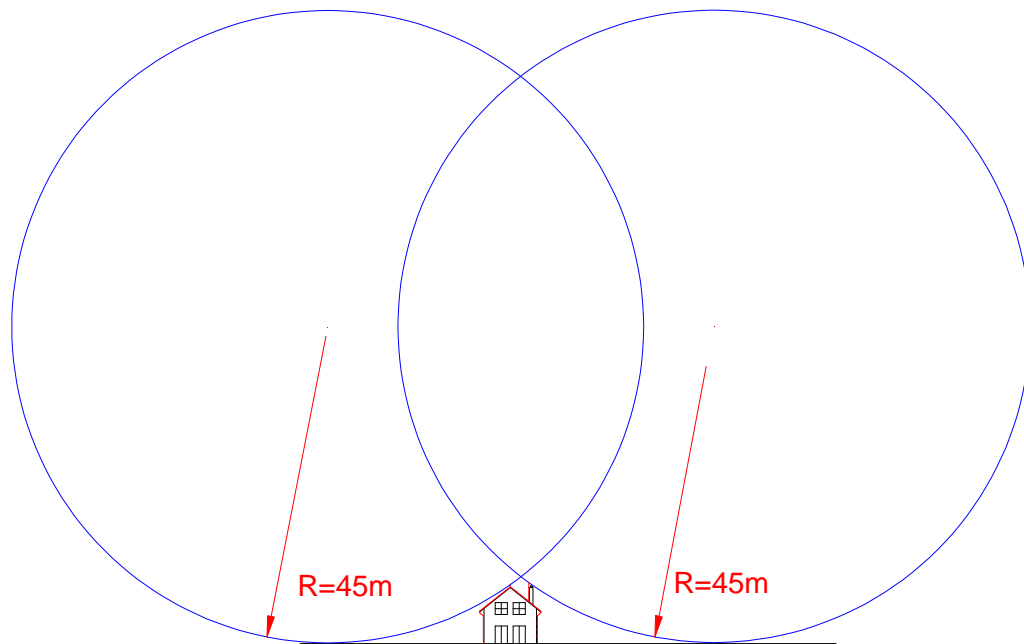


Obrázek 6-6 Metoda ochranného úhlu - boční pohled

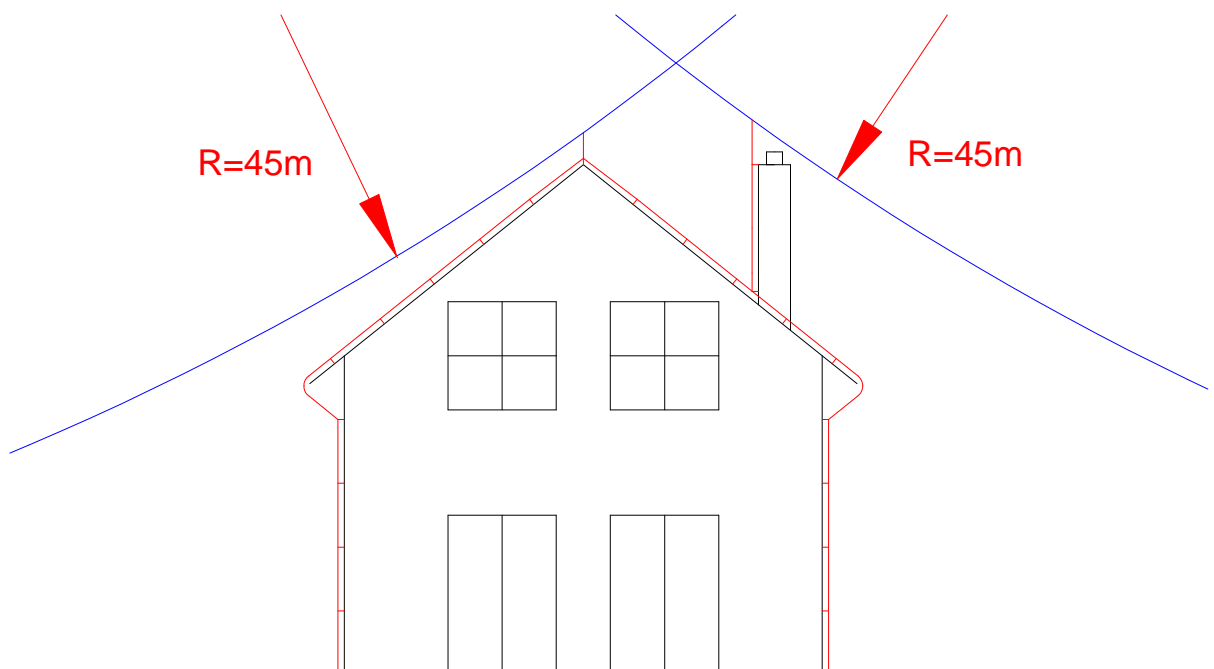
Na komíně je umístěn další jímač, který jej chrání. Výška jímače je opět 50 cm nad úrovní komínu. Zjištěný ochranný úhel je 63° . Metoda ochranného úhlu se dá dobře kombinovat s metodou valící se koule, díky které nemusí být jímací tyče tak vysoké a sníží se jejich počet, takže se provede kontrola i touto metodou.

6.3.4.2 Metoda valící se koule

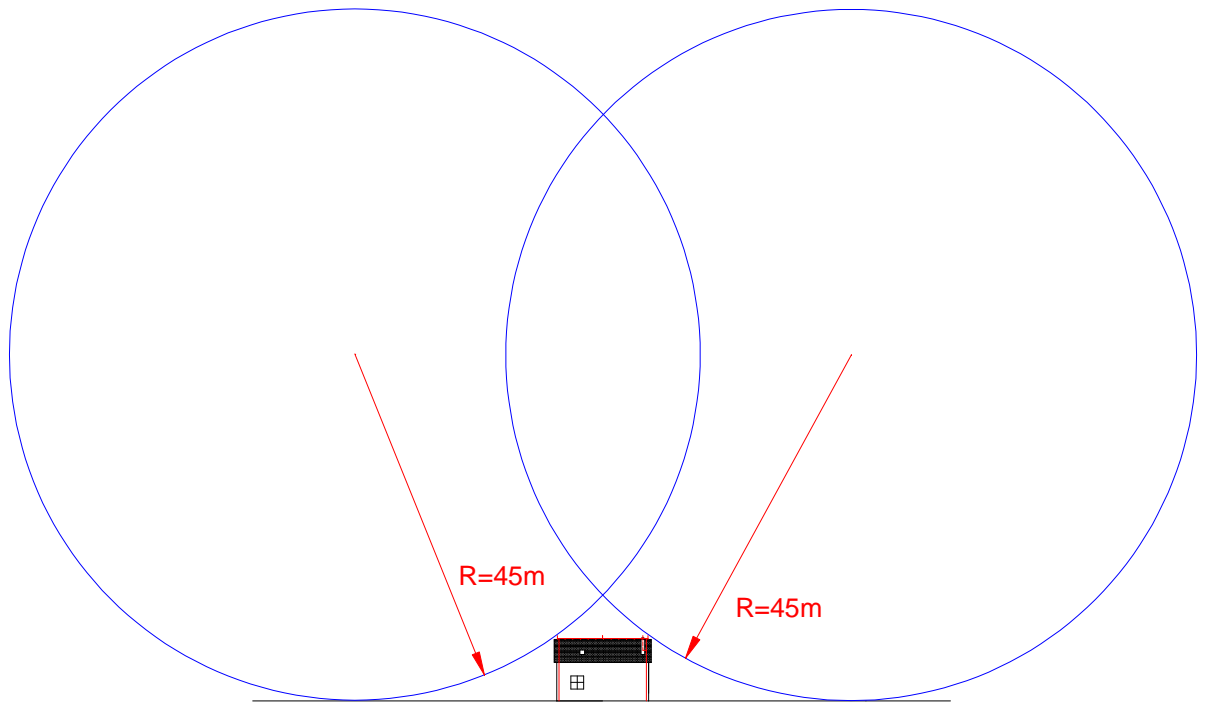
Podle tabulky 4.2 je poloměr valící se koule pro třídu ochrany před bleskem LPS III roven 45 m. V nakreslených 2D pohledech se dá zkontrolovat navržená jímací soustava valící se koulí o poloměru 45 m. Tato koule by se měla dotýkat pouze jímací soustavy, nikoliv částí stavby.



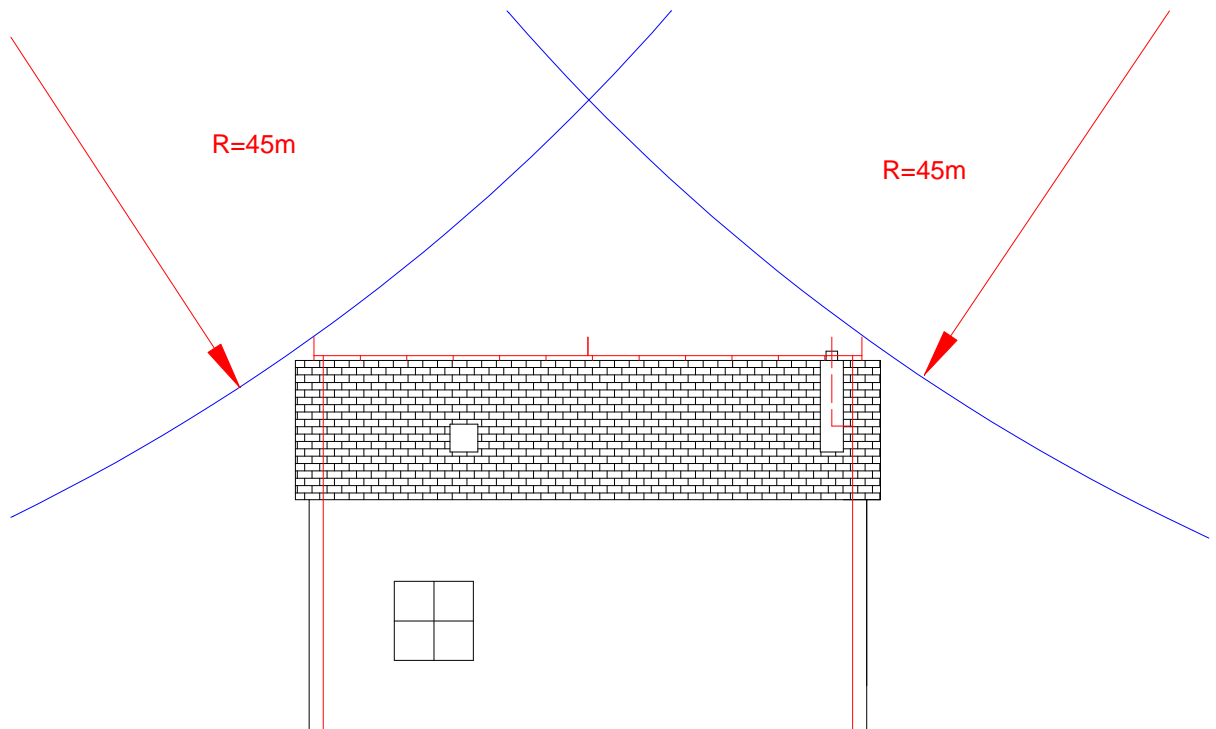
Obrázek 6-7 Metoda valící se koule - pohled zepředu



Obrázek 6-8 Metoda valící se koule - pohled zepředu detail



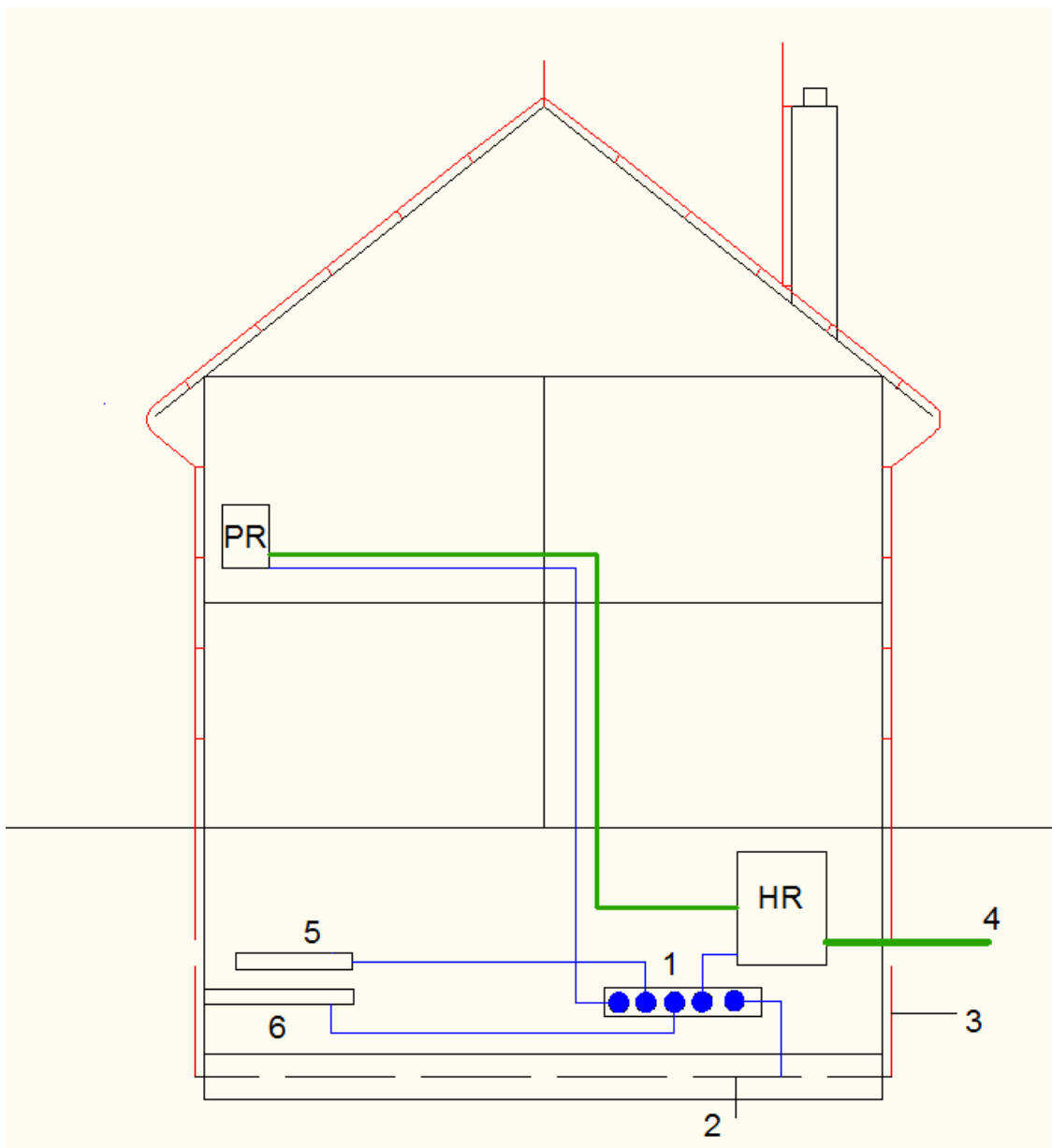
Obrázek 6-9 Metoda valící se koule - boční pohled



Obrázek 6-10 Metoda valící se koule - boční pohled detail

Jak jde vidět z předcházejících obrázků, tak jímací soustava vyhovuje i metodou valící se koule, která se opravdu dotýká pouze jímačů.

6.4 Návrh a provedení vnitřní ochrany před bleskem



Obrázek 6-11 Umístění prvků uvnitř domu

kde

HR – hlavní rozváděč

PR – podružný rozváděč

1 – ekvipotenciální přípojnice

2 – základový zemnič

3 – vodič LPS

4 – vstupující el. vedení

5 – topení

6 – vodovodní potrubí

6.4.1 Přepět'ové ochrany

Z katalogu SALTEK byl vybrán svodič SPD typ 1 a 2, FLP-B+C MAXI VS/3. Dá se zapojit do sítě TN-C, nebo TN-C-S. Jelikož přívod do domu je proveden v soustavě TN-C, bude zapojen do hlavního rozváděče, ještě před bod rozdělení na soustavu TN-C-S.



Obrázek 6-12 FLP-B+C MAXI VS/3 [3]

Tab. 6.9 Technické parametry FLP-B+C MAXI VS/3 [3]

jmenovité napětí	Un	230 V AC
maximální pracovní napětí	Uc	260 V AC
jmenovitý výbojový proud (8/20 μ s)/pól	In	30 kA
maximální výbojový proud (8/20 μ s)/pól	Imax	60 kA
bleskový impulsní proud (10/350 μ s)/pól		25 kA
napět'ová ochranná hladina	Up	1,5 kV
doba odezvy	ta	100 ns
průřez připojených vodičů		
pevný min/max		ISO: 1,5/50 mm ² ; AWG: 16/1
slaněný min/max		ISO: 1,5/35 mm ² ; AWG: 16/2

V patře domu je zřízen podružný rozváděč. Délka vedení mezi hlavním a podružným rozváděčem je větší než 10 metrů a bude zde umístěna SPD typ 2 SALTEC SLP-275 V/4.

Tab. 6.10 Technické parametry SLP-275 V/4 [3]

jmenovité napětí	Un	230 V AC
maximální pracovní napětí	Uc	275 V AC / 350 V DC
jmenovitý výbojový proud (8/20 μ s)/pól	In	20 kA
maximální výbojový proud (8/20 μ s)/pól	Imax	40 kA
napět'ová ochranná hladina	Up	1,2 kV
doba odezvy	ta	25 ns
max. předjištění		125 A gL/gG
průřez připojených vodičů		
	pevný min/max	ISO: 10/50 mm ² ; AWG: 8/1
	slaněný min/max	ISO: 10/35 mm ² ; AWG: 8/2

Pro nejcitlivější spotřebiče bude použit i poslední stupeň ochrany a to SPD typu 3. Nejlepší volbou je použití zásuvek s integrovanou přepět'ovou ochranou. Byly zvoleny zásuvky DA-275 PP CLASSIC

Na vstupu telekomunikačního vedení do domu bude použita univerzální hrubá ochrana SALTEK BD-90T. Jako kombinace hrubé a jemní ochrany bude použit výrobek SALTEK DL-TLF.

Tab. 6.11 Technické parametry DA-275 PP CLASSIC [3]

jmenovité napětí	Un	230 V AC
maximální pracovní napětí	Uc	275 V AC
jmenovitý výbojový proud (8/20 μ s) L-N, L(N)-PE	In	1,5 kA, 1,5 kA
zkušební napětí L-N, L(N)-PE	Uoc	3 kV, 3kV
napět'ová ochranná hladina L-N, L(N)-PE	Up	0,9 kV, 1,5 kV
doba odezvy L-N, L(N)-PE	ta	25 ns, 100 ns
maximální předjištění		16 A gL/gG nebo C16 A

6.4.2 Ekvipotenciální pospojení

Podle normy bude provedeno ve sklepě. Vodiče pospojování musí být připojeny k přípojnicí, která bude konstruována a instalována tak, aby byla přístupná pro následné revize. Ekvipotenciální přípojnice je spojena s uzemňovací soustavou a vnějším LPS. Mezi uzemňovací soustavou a EP přípojnicí bude použit měděný vodič o minimálním průřezu 16 mm². Mezi vnitřními kovovými instalacemi a EP přípojnicí bude použit měděný vodič o průřezu minimálně 6mm². S EP přípojnicí bude spojeno topení, vodovodní potrubí a přívodní PEN vodič.

7 ZÁVĚR

Práce se všeobecně zabývá problematikou přepětí. Řídila se souborem českých technických norem ČSN EN 62305, které charakterizují, jak se ochrana proti blesku musí realizovat. Práce se dělí na dvě části, a to teoretickou a praktickou.

V první teoretické části se pojednává o škodách, které může blesk všeobecně způsobit na stavbách. Je zde řešena problematika přímého, nebo vzdáleného úderu blesku do stavby, či do inženýrské sítě k ní připojené. Druhá část se zabývá primárně vnějším systémem ochrany před bleskem. Jsou zde popsány druhy jímacích soustav, které jsou v dnešní době používány. Dále je zde popsán systém svodů a jednotlivé druhy uzemňovacích soustav, včetně materiálů, které se v této problematice používají. Poslední stupeň teoretické části rozebírá vnitřní systém ochrany proti přepětí. Jedná se o ochranu uvnitř budov a jsou zde popsány jednotlivé ochranné principy. Jsou zde uvedeny 3 druhy přepětíových ochranných zařízení, jejich konstrukční provedení, zásady umístování a připojování a jejich vzájemná koordinace v domovním rozvodu.

V praktické části je představen chráněný rodinný dům. Podle normy ČSN EN 62305-2 je proveden výpočet rizika, který říká, že tato stavba vyžaduje ochranu před nežádoucími účinky blesku. Byla vybrána ochranná opatření spočívající ve vybudování ochrany před bleskem třídy LPS III a připojení SPD na každou vstupující síť. Tímto opatřením se hodnota vypočteného rizika R_1 snížila na hodnotu, která je podle normy přípustná.

Je provedeno navržení jímací soustavy, která je ověřena metodou ochranného úhlu a metodou valící se koule. Obě metody říkají, že navržená jímací soustava pro daný rodinný dům vyhovuje, jelikož všechny části stavby jsou uvnitř ochranného úhlu jímací soustavy a valící se koule se dotýká taktéž pouze jímací soustavy. Byl navržen systém svodů, i když podle normy by stačily pouze 2 svody, byly zvoleny 4. Větší počet svodů má za následek lepší svedení bleskového proudu z jímací soustavy a menší oteplení vodičů průchodem proudu.

Poslední část se zabývá vnitřní ochranou proti přepětí. Do hlavního rozváděče je umístěna přepětíová ochrana typu 1 a 2. Do podružného rozváděče, který je umístěn více než 10 m po vedení je umístěna SPD typu 2. Pro nejcitlivější spotřebiče jsou vybudovány zásuvky, které v sobě obsahují SPD typu 3. Telekomunikační vedení je na vstupu osazeno hrubou univerzální ochranou SPD 1, dále hrubou a jemnou ochranou SPD 2+3. Dále je provedeno ekvipotenciální pospojení. Ekvipotenciální přípojnice je umístěna ve sklepě a jsou s ní spojeny všechny vodivé části ve stavbě. Propojené prvky jsou vodovodní potrubí, topení, PEN vodič elektrické přípojky a vodiče vnější ochrany před bleskem. Díky tomuto pospojení by se na všech vodivých částech měl objevit stejný potenciál.

Díky všem použitým typům ochranných opatření je rodinný dům chráněn před účinky blesku podle souboru norem ČSN EN 62305. Všechny tři typy přepětíových ochranných zařízení by měly chránit rozvody a spotřebiče uvnitř budovy, před poškozením, které by mohlo způsobit přepětí.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČSN EN 62305-1. *Ochrana před bleskem - Obecné principy.*
- [2] VŠB-TU Ostrava, *Ochrana před bleskem* [online]. s. 33.
http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/prednasky/pred_ZEP/Ochrana%20pred%20bleskem-CSN.pdf
- [3] Katalog - *přepět'ové ochrany SALTEK 2011*
- [4] DEHN, *Oddálené hromosvody DEHN* [online]. s. 17. Dostupné z:
http://www.dehn.cz/pdf/zastoupeni/nove_publicace/DEHN_Oddalene_hromosvody_DS15_1CZ0903.pdf
- [5] *EN 62305-1: Obecné zásady* [online]. Praha, 2004[cit. 2012-05-17]. Dostupné z:
http://dehn.cz/pdf/seminars/sem09/sborniky/IP_ILPC_62305-1.pdf
- [6] *EN 62305-2: Řízené riziko* [online]. Praha, 2004[cit. 2012-05-17]. Dostupné z:
http://dehn.cz/pdf/seminars/sem09/sborniky/IP_ILPC_62305-2.pdf
- [7] *EN 62305-3: Fyzikální škody na objektech a ohrožení života* [online]. 2005[cit. 2012-05-17]. Dostupné z: http://dehn.cz/pdf/seminars/sem09/sborniky/IP_ILPC_62305-3.pdf
- [8] DEHN, *Ochrana před přepětím v praxi v souladu s normami* [online]. s. 8. Dostupné z:
http://www.dehn.cz/pdf/zastoupeni/nove_publicace/Normy-DV_2007.pdf
- [9] KUTÁČ, Jiří. *Ochrana dle před bleskem souboru norem ČSN EN 62305 realizace v praxi.*
http://www.dehn.cz/pdf/zastoupeni/archiv08_09/ETM_TNI_1_2009.pdf
- [10] SMÍLEK, Jiří. *Atmosferická a spínací přepětí.* Valašské Mezeříč: [s.n.], [2003]. s. 21.
Dostupné z: <http://www.jsmilek.cz/skripta%20pdf/prepeti%20dehn%20skripta.pdf>
- [11] *Od Prokopa Diviše k moderní ochraně před bleskem* [online]. Praha, 2004[cit. 2012-05-17]. Dostupné z: http://dehn.cz/pdf/seminars/sem09/sborniky/Sbornik_PDivis.pdf
- [12] *Návrh hromosvodní ochrany dle souboru norem ČSN EN 62305* [online]. s. 16. Dostupné z:
http://www.dashofer.cz/download/pdf/tzb_ukazka.pdf?wa=WWW11IX
- [13] *Soubor norem ČSN EN 62305 - Ochrana před bleskem* [online]. s.9. Dostupné z:
http://www.hromosvodnitechnika.cz/dehn/DehnKK09CZ_str123-131_SouborNoremCSNEN62305.pdf
- [14] HÁJEK, Jan a Dalibor ŠALANSKÝ. *První elektronická knížka o ochraně před bleskem* [online]. 2.0. 2008 [cit. 2012-05-17]. Dostupné z: <http://www.kniska.eu>
- [15] ČSN EN 62305-2. *Ochrana před bleskem - Řízení rizika.*
- [16] ČSN EN 62305-3. *Ochrana před bleskem - Hmotné škody na stavbách a ohrožení života.*
- [17] OEZ, PROZIK [počítačový program]. Ver. 1.01. Dostupné z: <http://www.oez.cz/file/496>