



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

PROJEKTOVANIE ELEKTRICKÝCH ROZVODOV POLYFUNKČNÉHO OBJEKTU

DESIGN OF ELECTRICAL WIRING MULTIPURPOSE BUILDING

BAKALÁRSKA PRÁCA

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adrián Mikloš

VEDÚCI PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

BRNO 2016

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

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav elektroenergetiky

Bakalárska práca

Projektovanie elektrických rozvodov polyfunkčného objektu

Adrián Mikloš

vedúci: Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brne,

Brno

2016



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Faculty of Electrical Engineering and Communication

Department of Electrical Power Engineering

Bachelor's Thesis

Design of electrical wiring multipurpose building

Adrián Mikloš

Supervisor: Ing. Branislav Bátor, Ph.D.

Brno University of Technology,

Brno

2016

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Adrián Mikloš

ID: 164340

Ročník: 3

Akademický rok: 2015/2016

NÁZEV TÉMATU:

Projektování elektrických rozvodů polyfunkčního objektu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Principy návrhu silových rozvodů.
2. Návrh umělého osvětlení.
3. Návrh ochrany před přepětím.
4. Zpracování projektové dokumentace pro provedení stavby.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 8.2.2016

Termín odevzdání: 24.5.2016

Vedoucí práce: Ing. Branislav Bátora, 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.

ABSTRAKT

Bakalárska práca sa zaoberá problematikou projektovania elektrických rozvodov. V teoretickej časti sa rozoberajú princípy silnoprúdových rozvodov, systémov na ochranu pred úderom blesku a návrh umelého osvetlenia. Praktická časť pozostáva z výkresových dokumentácii svetelných a zásuvkových obvodov, spracovania hlavného a podružných rozvádzačov, návrh umelého osvetlenia pre každú miestnosť, technickej správy pre stavebné povolenie a rozpočtu objektu z hľadiska elektrickej profesie.

KLÚČOVÉ SLOVÁ: projektovanie, polyfunkčná budova, elektrické rozvody, bleskozvod, osvetľovacia sústava, technická správa, výkaz výmer

ABSTRACT

Bachelor thesis deals with the design of electrical wiring. The theoretical part discusses the principles of electric wiring, systems to protect against lightning and design of artificial lighting. The practical part consists of drawing documentation for lighting and socket circuits, processing principal and secondary distribution, design of artificial lighting for each room, a technical report for the building permit and the building of the budget in terms of the electrical professions.

KEYWORDS: designing, electrical wiring, multipurpose building, lighting protection system, lighting systems, technical report, financial statement

MIKLOŠ, A. *PROJEKTOVANIE ELEKTRICKÝCH ROZVODOV POLYFUNKČNÉHO OBJEKTU*. BRNO: VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNE, FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ, 2016. 67 s. VEDÚCI BAKALÁRSKEJ PRÁCE ING. BRANISLAV BÁTORA, PH.D..

POĎAKOVANIE

Týmto spôsobom by som rád poďakoval Ing. Branislavovi Bátorovi, Ph.D. za čas, ktorý mi venoval a za cenné rady pri tvorbe bakalárskej práce, ďalej firme ASTRA Zlín za poskytnutie bezplatnej licencie pre softwar potrebný pri tvorbe výkresovej dokumentácii.

OBSAH

OBSAH	8
1 Úvod a cieľ práce	15
1.1 ÚVOD	15
1.2 CIEĽ	15
2 Popis objektu	16
3 Návrh silnoprúdových rozvodov	18
3.1 SVETELNÉ OBVODY	20
3.2 ZÁSUVKOVÉ OBVODY	20
3.2.1 POPIS INŠTALAČNÝCH ZÓN	22
3.3 ELEKTRICKÉ INŠTALÁCIE V PRIESTOROCH S VAŇOU ALEBO SPRCHOU	23
3.4 DOPLNKOVÉ POSPÁJANIE	26
4 Návrh bleskozvodu	26
4.1 ZACHYTÁVACIA SÚSTAVA	28
4.1.1 SÚSTAVY NEIZOLOVANÉ	28
4.1.2 SÚSTAVY IZOLOVANÉ	29
4.1.3 UMIESTNENIE ZACHYTÁVACEJ SÚSTAVY	30
4.2 SÚSTAVA ZVODOV	33
4.3 ÚZEMNENIE	34
4.4 VNÚTORNÁ ČASŤ OCHRANY PRED BLESKOM	35
4.4.1 EKVIPOTENCIÁLNE POSPÁJANIE PROTI BLESKU	35
4.4.2 PREPÄŤOVÉ OCHRANY SPD	36
4.4.3 ELEKTROMAGNETICKÉ TIENENIE	37
4.5 VÝPOČET RIZÍK	38
4.5.1 ÚDER BLESKU	38
4.5.2 ŠKODY SPÔSOBENÉ BLESKOM	39
4.5.3 TYPY STRÁT	39
4.5.4 RIZIKÁ STRÁT	39
5 Návrh umelého osvetlenia	42
5.1 ÚVOD	42
5.2 ROZBOR ZÁKLADNÝCH UKAZOVATEĽOV UMELÉHO OSVETLENIA	42
5.2.1 OSVETLENOSŤ	42
5.2.2 ROVNOMERNOSŤ OSVETLENIA	43
5.2.3 INDEX PODANIA FARIEB	43
5.2.4 OSLNENIE	44
5.2.5 FAREBNÝ TÓN SVETLA	44
5.2.6 ROZLOŽENIE JASU	45

5.3 SPRACOVANIE SVETELNÉHO TECHNICKÉHO NÁVRHU.....	46
5.4 VÝPOČTOVÉ METÓDY OSVETLEOVACEJ SÚSTAVY.....	47
5.4.1 BODOVÁ METÓDA	47
5.4.2 TOKOVÁ METÓDA	47
5.5 PROGRAM NÁVRHU A VÝPOČTU UMELÉHO OSVETLENIA	48
6 Záver.....	49
7 Použitá literatúra.....	50
8 Zoznam príloh	52
9 Prílohy	53
9.1 PRÍLOHA 1.....	53
9.2 PRÍLOHA 2.....	61

Zoznam obrázkov

Obrázok č.1: Pôdorys 0. poschodia polyfunkčného objektu	17
Obrázok č.2: Pôdorys 1. poschodia polyfunkčného objektu	17
Obrázok č.3: Pôdorys 2. poschodia polyfunkčného objektu	18
Obrázok č.4: Zapojenie jednofázovej zásuvky	21
Obrázok č.5: Zapojenie trojfázovej zásuvky	21
Obrázok č.6: Inštalčné zóny v miestnosti[12]	22
Obrázok č.7 : Inštalčné zóny v kúpeľniach[14].....	24
Obrázok č.8: Zóny v kúpeľniach, bočný pohľad[15]	24
Obrázok č.9: Umývacie priestory[5]	25
Obrázok č.10: Základné časti bleskozvodu[7]	27
Obrázok č.11: Hrebeňová zachytávacia sústava[8].....	28
Obrázok č.12: Mrežová zachytávacia sústava[8]	28
Obrázok č.13: Tyčová zachytávacia sústava[8]	29
Obrázok č.14: Stožiarová zachytávacia sústava[8]	29
Obrázok č.15: Lanová zachytávacia sústava[8]	30
Obrázok č.16: Kľetková zachytávacia sústava[8].....	30
Obrázok č.17: Metóda ochranného uhlu[8].....	31
Obrázok č.18: Metóda ochranného uhlu[8].....	32
Obrázok č.19: Veľkosti uhlov α v závislosti na výške zachytávacej tyče[10]	32
Obrázok č.20: Metóda valivej gule[8].....	33
Obrázok č.21: Kategórie prepätí[19].....	37
Obrázok č.22: Výpočet rizík pre objekty	41
Obrázok č.23: Diagram návrhu umelého osvetlenia	46
Obrázok č.24: Návrh umelého osvetlenia kancelárie 1.04	53
Obrázok č.25: Návrh umelého osvetlenia kancelárií 1.05 a 1.06	54
Obrázok č.26: Návrh umelého osvetlenia kancelárie 1.07	55
Obrázok č.27: Návrh umelého osvetlenia kancelárie 1.14	56

Obrázok č.28: Návrh umelého osvetlenia kancelárie 1.14(menšia)	57
Obrázok č.29: Návrh umelého osvetlenia vstupnej miestnosti 1.01.....	58
Obrázok č.30: Návrh umelého osvetlenia obchodu na II.poschodí	59
Obrázok č.31: Návrh umelého osvetlenia výrobnjej haly na 0.poschodí	60
Obrázok č.32: Schéma strechy chráneného objektu pre návrh bleskozvodu	61
Obrázok č.33: Návrh bleskozvodu pomocou metódy valivej gule južný pohľad	61
Obrázok č.34: Návrh bleskozvodu pomocou metódy valivej gule východný pohľad.....	62
Obrázok č.35: Metóda ochranného uhla – určenie chráneného priestoru	62
Obrázok č.36: Rozmiestnenie zberacej sústavy	63
Obrázok č.37: Izokeraulická mapa Slovenska.....	67

Zoznam tabuliek

Tabuľka č.1: Prierezy vodičov a ich istenia[17].....	19
Tabuľka č.2: Zoradené objekty podľa dôležitosti v triedach LPS[10]	31
Tabuľka č.3: Vodiče pre sústavu zvodov[10]	34
Tabuľka č.4: Minimálne prierezy vodičov spájajúcich rôzne prípojnice na vyrovnávanie potenciálov alebo spájajúcich prípojnice vyrovnávania potenciálov s uzemňovacou sústavou[10].....	38
Tabuľka č.5 : Minimálne prierezy vodičov spájajúcich vnútorné kovové inštalácie s prípojnícou vyrovnávania potenciálov[10]	38
Tabuľka č.6: Hodnota prípustného rizika R_T [10]	40
Tabuľka č.7: Hodnota udržiavaného osvetlenia úkolu a v blízkosti úkolu[18].....	43
Tabuľka č.8: Požiadavky na osvetlenie pre priestory, úkoly a činnosti STN EN 1246-1	44
Tabuľka č.9: Teplota chromatičnosti farebného tónu svetla.[18].....	45
Tabuľka č.10: Doporučené hodnoty činiteľa odrazu od hlavných plôch priestoru[18].....	45
Tabuľka č.11: Zložky rizika s použitím ochrany pred úderom blesku (hodnoty 10^{-5})	66
Tabuľka č.12: Zložky rizika bez použitia ochrany pred úderom blesku (hodnoty 10^{-5})	67

Zoznam skratiek a symbolov

A	počet zvodov
h_1	výška zachytávacej tyče nad rovinou
I	svietivosť zdroja smerom k vyžarovanému bodu (cd)
IP	krytie elektrických zariadení
LEMP	elektromagnetický impulz vyvolaný bleskom
LPS	systém ochrany pred bleskom
L_x	udáva straty spôsobené škodami
NN	nízke napätie
N_x	udáva počet úderov blesku
O	obvod budovy
P_x	udáva pravdepodobnosť poškodenia objektu
r_1	vzdialenosť bodu od zdroja svetla (m)
r	polomer chránenej plochy
R_A	úraz živých bytostí z dôvodu zásahu do stavby
R_B	hmotná škoda na stavbe z dôvodu zásahu do stavby
R_C	porucha vnútorných systémov z dôvodu zásahu do stavby
R_M	porucha vnútorných systémov z dôvodu zásahu v blízkosti stavby
R_U	úraz živých bytostí z dôvodu úderu do pripojenej inžinierskej siete
R_V	hmotná škoda na stavbe z dôvodu zásahu do pripojenej inžinierskej siete
R_W	porucha vnútorných systémov z dôvodu zásahu do pripojenej inžinierskej siete
R_Z	porucha vnútorných systémov z dôvodu zásahu v blízkosti inžinierskej siete
R_x	riziko škôd
S	plocha miestnosti
SELV	bezpečné malé napätie
SPD	prepätová ochrana
STN	slovenské technické normy
V1	požadovaná vzdialenosť zvodov pre triedu LPS III
V	vrchol zvislej zachytávacej tyče nachádzajúci sa v osi

z	udržovací činiteľ
α	ochranný uhol
θ	uhol dopadu svetla v danom bode ($^{\circ}$)
Φ	je svetelný tok všetkých svetelných zdrojov v miestnosti
η	účinnosť osvetlenia

1 ÚVOD A CIEĽ PRÁCE

1.1 ÚVOD

Výber témy na bakalársku prácu bol podmienený snahou oboznámenia sa s problematikou kompletného návrhu elektrických rozvodov pre rôzny typ objektov. Polyfunkčný objekt sa skladá z výrobnéj haly, administratívnej a skladovej časti, takže v práci som sa oboznámil s rôznymi problémami projektovania elektrických rozvodov pre rôzny typ prostredia. V problematike návrhu elektrických rozvodov je stále miesto na zlepšovanie spôsobov prevedenia elektrických rozvodov a hlavne ušetrenie elektrickej energie pri objektoch, čo znamená menšie zaťaženie pre životné prostredie. Otázka znie, prečo práca rieši práve klasické silnoprúdové rozvody, keď už existujú a sú používané aj modernejšie spôsoby rozvodov elektrickej energie. Dôvodom je dôsledné oboznámenie sa s problémami, ktoré obnášajú klasické silnoprúdové rozvody a následne čerpať z týchto skúseností.

Bakalárska práca rieši projektovanie klasických silnoprúdových rozvodov, návrh umelého osvetlenia, ochranu pred atmosférickým prepätím, výkaz výmer a vypracovanie technickej správy pre stavebné povolenie.

Silnoprúdové rozvody sú neoddeliteľnou súčasťou každého objektu. Základné požiadavky na projektovanie a následne realizáciu elektrických rozvodov je bezpečnosť osôb a majetku, požiadavky investora, spoľahlivosť za prevádzky i pri poruche a hospodárnosť. Silnoprúdové rozvody v objekte sú spracované pomocou softwaru ASTRA.

Návrh umelého osvetlenia je veľmi dôležitý pre zrakovú pohodu osôb, preto sa kladú stále väčšie požiadavky na správne prevedenie umelého osvetlenia. Návrh umelého osvetlenia bol vypracovaný pre každú miestnosť v budove pomocou programu WILS.

Objekt patrí medzi väčšie budovy v okolí, čo znamená, že je zvýšená pravdepodobnosť úderu blesku do objektu, preto bol vypracovaný výpočet rizík pomocou programu PROZIK a následne spracovaná výkresová dokumentácia bleskozvodu.

Technická správa je základná časť pre získanie stavebného povolenia, keďže popisuje spôsob napojenia objektu na distribučnú sieť elektrickej energie a samotnú realizáciu elektrických rozvodov v budove. Výkaz výmer je dôležitá časť projektu. Udáva predpokladanú cenu kompletnej elektrickej časti projektovaného objektu.

1.2 CIEĽ

Cieľom bakalárskej práce je zoznámiť sa s problematikou projektovania elektrických rozvodov. Zoznámiť sa so softwarom, ktorý slúži na projektovanie elektrických rozvodov praktickým vyskúšaním, problematikou návrhu umelého osvetlenia, ochranami pred úrazom elektrického prúdu a ochranami pred atmosférickým prepätím.

2 POPIS OBJEKTU

Objekt sa nachádza v priemyselnej časti mesta Liptovský Mikuláš, konkrétne v prímestskej časti Okoličné. Objekt patrí medzi staršie a z hľadiska bezpečnosti a súčasným potrebám na rozmiestnenie elektrických spotrebičov nevyhovuje. V najbližšej dobe, t.j. rok maximálne dva roky, prejde objekt kompletnou rekonštrukciou, kde budú menené elektrické rozvody z pôvodnej siete TN-C na sieť TN-S. Objekt bude slúžiť na podnikateľské účely. Pozostáva z 2 poschodí nad zemou a 1 poschodia čiastočne pod zemou. Zastavaná plocha objektu je 668,85 m². Hrubá podlahová plocha je 2006,55 m².

Pôdorysy poschodí sú zobrazené na obrázkoch č.1 (0. poschodie) č.2 (1. poschodie) č.3 (2. poschodie) bez rozmiestnenia jednotlivých spotrebičov a elektrických obvodov.

Nulté poschodie je situované čiastočne pod zemou -2,7 m. Pozostáva z:

- výrobná hala (č.m. 0.01) o výmere 472,50 m²,
- šatňa a WC (č.m. 0.05) o výmere 48,85 m²,
- nákladný výťah (č.m. 0.04) o výmere 5,5 m²,
- rampa (č.m. 0.02) o výmere 33,5 m²,
- schodisko (č.m. 0.03) o výmere 12,40 m².

Poschodie bude slúžiť ako výrobná hala. Hlavný účel výrobnej haly bude výroba NN káblov. Technologický proces výroby káblov vyžaduje použitie NN motorov a to štyroch motorov o menovitom výkone 11 kW (2ks) a 15 kW (2ks).

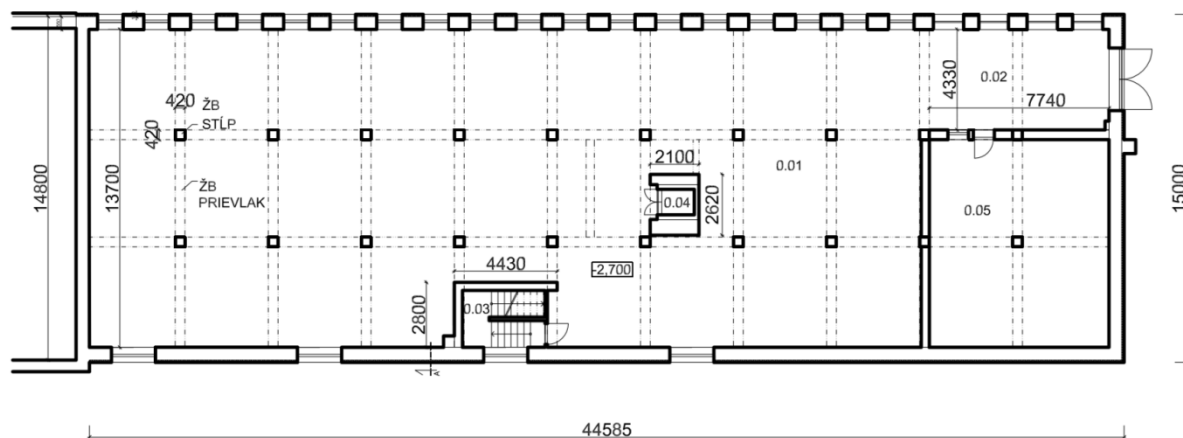
Prvé poschodie je situované nad zemou +0,0 m. Poschodie bude slúžiť na administratívnu činnosť. Pozostáva z:

- chodba (č.m. 1.01) o výmere 27,36 m²,
- nákladný výťah (č.m. 1.02) o výmere 5,50 m²,
- schodisko (č.m. 1.03) o výmere 12,40 m²,
- kancelária (č.m. 1.04) o výmere 35,56 m²,
- kancelária (č.m. 1.05) o výmere 20,70 m²,
- kancelária (č.m. 1.06) o výmere 16,80 m²,
- kancelária (č.m. 1.07) o výmere 209,73 m²,
- chodba (č.m. 1.08) o výmere 13,07 m²,
- WC muži (č.m. 1.09) o výmere 9,06 m²,
- WC ženy (č.m. 1.10) o výmere 8,55 m²,
- výlevka (č. m. 1.11) o výmere 1,11 m²,
- kuchyňa (č.m.1.12) o výmere 16,33 m²,
- kancelária (č.m. 1.13) o výmere 24,32 m²,
- kancelária (č.m.1.14) o výmere 61,43 m²,
- kancelária (č.m.1.15) o výmere 19,47 m².

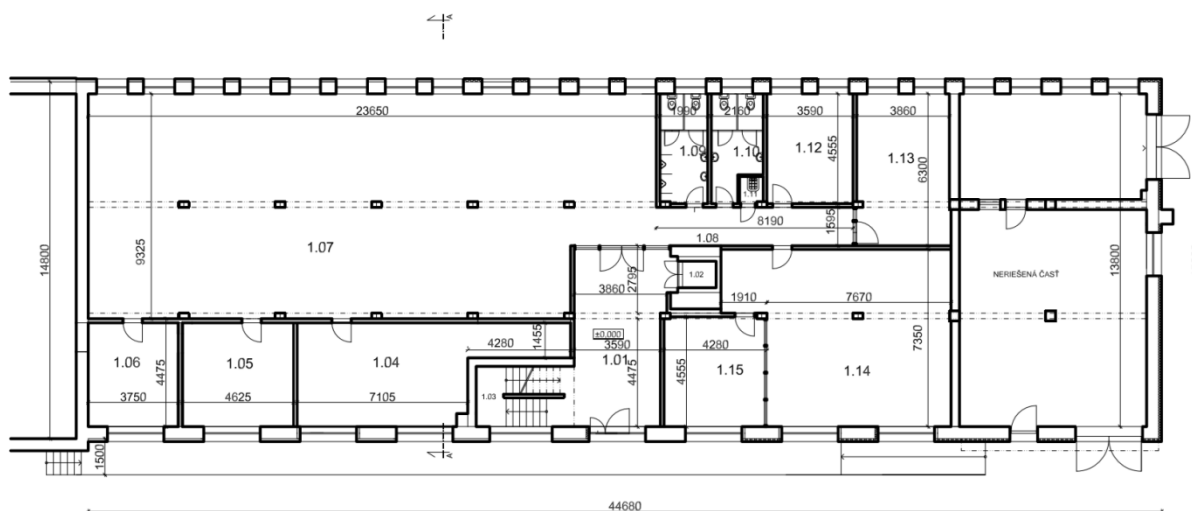
Druhé poschodie je situované nad zemou +3,450 m a bude slúžiť ako sklad.

Pozostáva z :

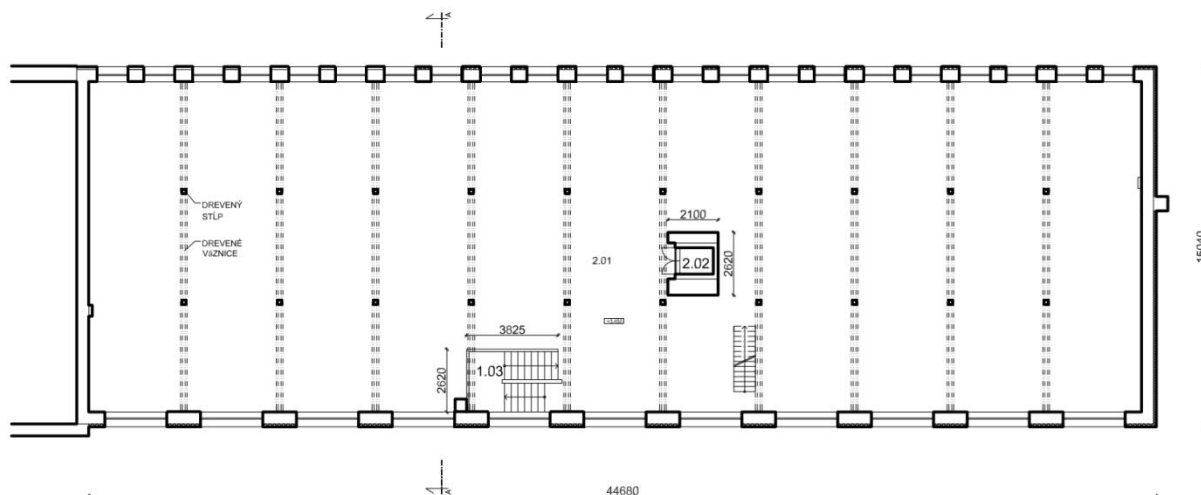
- sklad (č.m. 2.01) o výmere 592,50 m²,
- nákladný výťah (č.m. 2.02) o výmere 5,50 m².



Obrázok č.1: Pôdorys 0. poschodia polyfunkčného objektu



Obrázok č.2: Pôdorys 1. poschodia polyfunkčného objektu



Obrázok č.3: Pôdorys 2. poschodia polyfunkčného objektu

3 NÁVRH SILNOPRÚDOVÝCH ROZVODOV

Silnoprúdové rozvody tvoria základ stavebného objektu. Silnoprúdovým rozvodom v objektoch sa zaoberá norma STN 33 2130:85, ktorá popisuje základné požiadavky na rozvody:

- ochranu pred úrazom elektrickým prúdom,
- ochranu pred preťažením a pred skratom,
- prehľadnosť (umožňujúcu rýchlu lokalizáciu a odstránenie porúch),
- estetika,
- spoľahlivosť prevádzky,
- hospodárnosť rozvodov,
- pred uvedením do prevádzky musí byť vykonaná záverečná revízia správa,
- po pravidelných lehotách musí byť vykonaná pravidelná revízia správa.[17]

Elektrická inštalácia je sústava elektrických zariadení, ktoré sú vzájomne pospájané elektrickými vodičmi, s koordinovanými charakteristikami, určené k plneniu stanovených cieľov.

Na ukladanie káblového vedenia sa môže použiť viacero možností:

- pod alebo na omietku,
- v rúrkach,
- mostíkovými izolovanými vodičmi pod omietku,
- káblami uloženými v stene alebo na nej,
- káblami v podlahe alebo na strope na horľavých podkladoch a v nich.[16]

Spôsob uloženia káblového vedenia má rozhodujúci vplyv na oteplenie vodiča a na jeho dimenzovanie. V administratívnych budovách sa vedenie väčšinou ukladá pod omietku, kvôli bezpečnosti a estetike rozvodov. V prípade zníženého rastru sa nad raster upevnia žľaby, kde je možnosť ukladať káble. Vo výrobných halách je preferovaný spôsob ukladania káblového vedenia v drôtených žľaboch, kde je dobrá cirkulácia vzduchu a teda môžu byť vodiče viacej prúdovo zaťažené, čo má vplyv aj na hospodárnosť rozvodov. Aby sa predišlo mechanickému poškodeniu vodičov, odporúča sa použiť chránička.

Prierez vodičov sa volí podľa prúdového zaťaženia, úbytku napätia a dovoleného oteplenia. Vzhľadom na mechanickú bezpečnosť, sú dovolené najmenšie prierezy vodičov stanovené pre Cuvodiče $1,5\text{mm}^2$.

Dovolený úbytok napätia na sieti nn je 10%. Norma ďalej stanovuje prípady, kedy dovolený úbytok napätia môže byť iný ako stanovených 10% :

- vnútorné rozvody v objektoch občianskej vybavenosti: 2% – 5 % (záleží podľa odberu),
- motory v podzemí pri ťažkom rozbehu : 20%,
- elektromotory, pohony a stroje: 7%,
- priemyslové rozvody: 3% - 8% (záleží podľa odberu).

Tabuľka č.1: Prierezy vodičov a ich istenia[17]

Fázy	Obvod	Menovitý prúd ističa alebo poistky[A]	Prierez jadier vodičov [mm ²]	
			V rúrkach na lištách	Pod omietkou
			Cu	Cu
1	<i>Svetelný</i>	10	1,5	1,5
	<i>Zásobníkový</i>	10	1,5	1,5
	<i>Kotol</i>	10	1,5	1,5
	<i>Zásuvkový</i>	16	2,5	1,5
	<i>Práčka</i>	16	2,5	1,5
	<i>Mikrovlnná rúra</i>	16	2,5	1,5
	<i>Umývačka riadu</i>	16	2,5	1,5
3	<i>Šporák</i>	16	2,5	2,5
	<i>Akumulačné kachle do 6 kW</i>	16	1,5	1,5

3.1 Svetelné obvody

Sú určené pre pevné pripojenie svietidiel. Na svetelný obvod je možné pripojiť aj jednu zásuvku.

Svetelné zdroje nevyžadujú zvláštne istenie. Proti nadprúdu a skratu sa istí prírodné vedenie. Prierez vedenia je zvolený tak, aby bolo predradeným ističom alebo poistkou istený obvod proti preťaženiu. Istenie obvodu sa vykonáva pomocou ističov alebo poistkami s menovitým prúdom maximálne 25 A. Na svetelné obvody je možné zapojiť taký počet svietidiel, aby súčet menovitých prúdov všetkých svietidiel neprekročil hodnotu menovitého prúdu istiaceho prístroja obvodu. V obytných domoch a administratívnych budovách sú najčastejšie používané ističe s menovitým prúdom 10 A a vypínacou charakteristikou ističa B. Pri ističi s menovitým prúdom 10 A je dovolené pri menovitom napätí 230 V zapojiť svietidlá s maximálnym príkonom 2 300 W na jeden svetelný obvod.

V rodinných domoch, kde si to situácia vyžaduje (schodisko, chodba, atď.) a pri administratívnej budove, kde sú väčšie plochy (otvorené kancelárske priestory), norma odporúča použiť aspoň dva svetelné obvody, aby pri poruche jedného svetelného obvodu bolo možné zaistiť aspoň orientačné osvetlenie.

Spínače sú elektrické prístroje slúžiace k zapínaniu, prepínaniu a vypínaniu elektrických obvodov.[16]

Spínače na ovládanie svetelných obvodov majú byť umiestnené pri vchodových dverách v miestnosti ovládaného svetelného obvodu, na strane kľučky dverí. Ak to z bezpečnostných podmienok nie je možné, je umožnené umiestniť spínače aj inde. Spínače majú byť vo výške 0,9 m až 1,2 m nad podlahou. Vo výnimočných prípadoch môžu byť umiestnené aj nižšie. Tlačítkové spínače sa osádzajú tak, aby poloha zapnuté nastala stlačeným tlačítkom nahor, toto osadenie ale neplatí pri striedavých a krížových prepínačoch.[17]

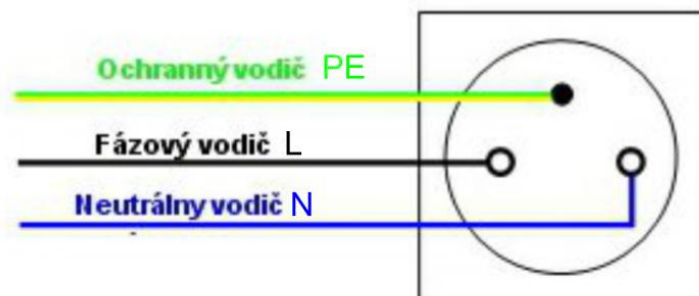
3.2 Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody slúžia na pripojenie pohyblivých a prenosných elektrických zariadení a spotrebičov. Musia mať ochranný kolík pripojený na ochranný vodič. Pripojenie jednofázových zásuviek sa vykonáva tak, aby fázový vodič (pri pohľade spredu na zásuvku) bol na ľavej strane, nulový vodič bol na pravej strane a ochranný vodič bol pripojený na ochranný kolík. Pre lepšie ozrejmienie zapojenia jednofázovej zásuvky je obrázok č. 4.

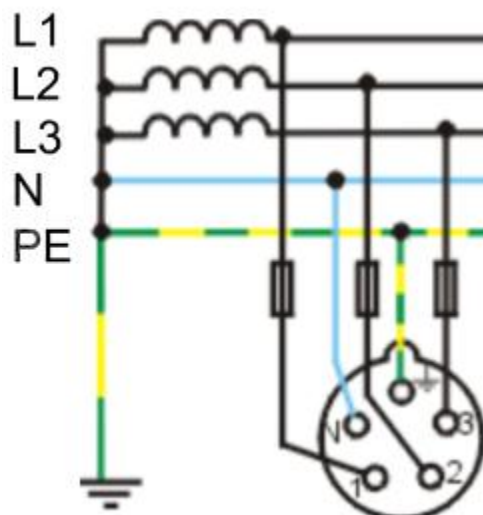
Na jeden jednofázový zásuvkový obvod podľa normy je dovolené inštalovať maximálne 10 zásuviek. Dvojzásuvka alebo viacnásobná zásuvka sa považuje ako jeden zásuvkový vývod. Istiť zásuvkový obvod je vykonané ističom alebo poistkami s menovitým prúdom 10 A alebo s menovitým prúdom 16 A s vypínacou charakteristikou ističa B, ktoré odpovedajú najvyššiemu menovitému prúdu zásuvky. Pri istení zásuvkových obvodov ističom 10 A nemôže výkon spotrebičov pripojených na všetky zásuvky jedného obvodu prekročiť hodnotu 2 300W. Ističom s menovitým prúdom 16 A výkon spotrebičov pripojených na všetky zásuvky jedného obvodu nemôže prekročiť hodnotu 3 680 W.

Obvod s trojfázovou zásuvkou sa istí podľa menovitého prúdu zásuvky. Rozlišujú sa trojfázové zásuvky 16 A/400 V a 32 A/400 V. Istenie trojfázovej zásuvky na menovitý prúd 32 A resp. 16 A sa istí trojpólovým ističom alebo poistkou s menovitým prúdom 32A resp. 16A s vypínacou charakteristikou ističa B. Na jeden trojfázový obvod je možné pripojiť niekoľko trojfázových zásuviek, každú s rovnakým menovitým prúdom. Trojfázové spotrebiče môžu byť pripojené na jeden obvod, pokiaľ ich celkový výkon nepresiahne 15 kVA. Prierez vedenia sa určí tak, aby nedošlo k zničeniu izolácie na prívodnom vodiči, pôsobením zvýšenej teploty dôsledku preťaženia resp. skratu na spotrebiči. Zapojenie trojfázovej zásuvky je na obrázku č.5.

Všetky jednofázové zásuvky, voľne dostupné laikom (osoba bez vyhlášky), je podľa normy povinné inštalovať cez prúdový chránič s reziduálnym prúdom 30 mA. Pred nebezpečným dotykom sa používajú zásuvky s bezpečnostnými zátkami, a to najmä v miestach, kde sa pohybujú deti.[17]



Obrázok č.4: Zapojenie jednofázovej zásuvky



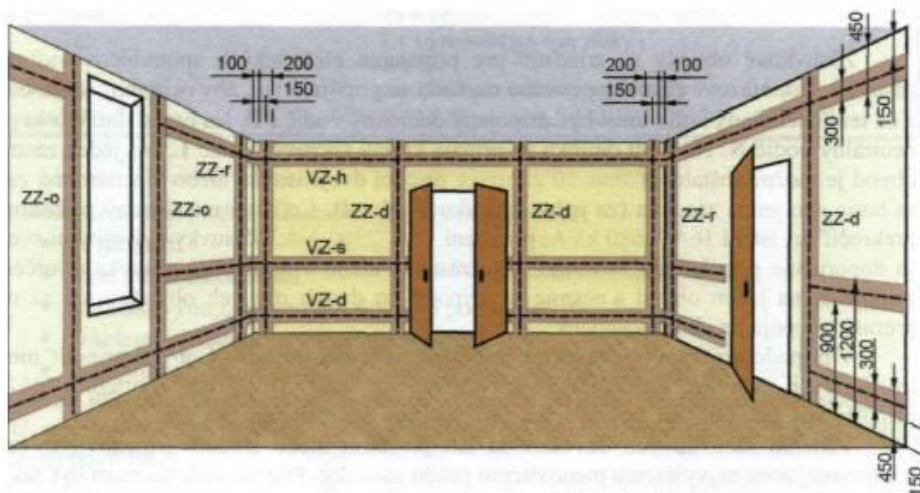
Obrázok č.5: Zapojenie trojfázovej zásuvky

3.2.1 Popis inštalačných zón

Káblové vedenie v bytových jednotkách sa ukladá skryte hlavne kvôli bezpečnosti a estetike. Pre ukladanie elektrického vedenia v múroch sú podľa normy STN 33 3210 určené nasledujúce inštalačné zóny:

- vodorovná inštalačná zóna je široká 300mm,
 - vodorovná zóna horná je od 150 mm až do 450 mm pod dokončeným stropom,
 - vodorovná zóna dolná je od 150 mm až do 450 mm nad dokončenou podlahou,
 - vodorovná zóna stredná je od 900 mm až do 1200 mm nad dokončenou podlahou v priestoroch, v ktorých pracovná plocha je pri stene,
 - zvislá zóna je široká 200 mm,
 - zvislá zóna dverná je od 100 mm až do 300 mm vedľa dverového otvoru hrubej stavby:
 1. pre jednokrídlové dvere na strane zámky,
 2. pre dvojkrídlové dvere z oboch strán dverového otvoru,
 - zvislá zóna okenná je od 100 mm až do 300 mm vedľa rohu miestnosti hrubej stavby z oboch strán okenného otvoru,
 - zvislá zóna rohová je 100 mm až 300 mm vedľa rohu miestnosti hrubej stavby.
- [17]

Inštalačné zóny nie sú určené pre stropy a podlahy.



Obrázok č.6: Inštalačné zóny v miestnosti[12]

Ukladanie káblového vedenia je možné aj mimo inštalačných zón a to len v nevyhnutných prípadoch a za súčasného dodržania podmienok:

- vodiče sú v rúrkach v stenách, pričom krycia vrstva rúrok je minimálne 60 mm,

- pripojenie vývodov, spínačov, zásuviek, ktoré sú z nutného dôvodu mimo inštaláčnej zóny, sa urobí zvislým vedením z najbližšej vodorovnej inštaláčnej zóny.[17]

3.3 Elektrické inštalácie v priestoroch s vaňou alebo sprchou a v umývacích priestoroch

V priestoroch s vaňou alebo sprchou sa musí brať do úvahy osobitné bezpečnostné opatrenia a to s ohľadom na znížený odpor ľudského tela, ktoré je ponorené do vody. Norma STN 33 2000-7-701 ed.2. popisuje elektrické vedenie v týchto priestoroch.

Zóny v kúpeľni

V miestnostiach s vaňou alebo sprchou sú požiadavky normy rozdelené do troch zón, ktoré označujeme 0,1,2. Pre každú z týchto zón platia pravidlá pre elektrické inštalácie a umiestnenie elektrických zariadení.

Zóna 0:

- vnútorný priestor kúpacej alebo sprchovej vane,
- v priestore so sprchou je zóna vymedzená podlahou a rovinou vo výške 0,1 m nad podlahou,
- nemôžu byť použité žiadne ovládače a spínače,
- elektrické zariadenia musia byť s pevným pripojením a chránené pomocou SELV (nepresahujúce striedavé napätie 12 V alebo jednosmerné napätie 30 V),
- elektrické zariadenia s krytím minimálne IPx7. [15]

Zóna 1 je ohraničená :

- od povrchu podlahy vodorovnou rovinou do výšky 2,25 m nad podlahou(nad zónou 0),
- ak je priestor pod vaňou dostupný bez použitia nástroja, aj tento priestor sa považuje za zónu 1,
- pre sprchu bez vane s odoberateľnou sprchovacou hlavice, ktorá sa môže pri používaní pohybovať ľubovoľne vo vodorovnej rovine, je zóna ohraničená 1,2 m od maximálneho dosahu sprchovacej hlavice,
- pre sprchu bez vane s neodoberateľnou sprchovacou hlavice je zóna 1 vymedzená zvislými plochami s polomerom 0,6 m od sprchovacej hlavice,
- v tejto zóne môžu byť použité krabice a zásuvky pre zariadenia SELV,
- elektrické zariadenia s krytím minimálne IPx4.[15]

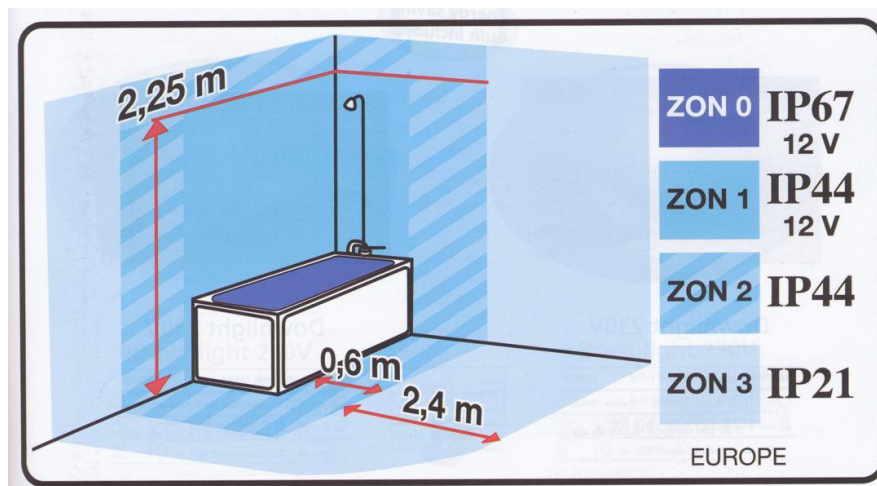
Zóna 2 je priestor:

- nadväzujúci na zónu 1,
- priliehajúci k okraju vane na vonkajšej strane zóny 1, je široký 0,6 m a vysoký nad 2,25 m od podlahy,

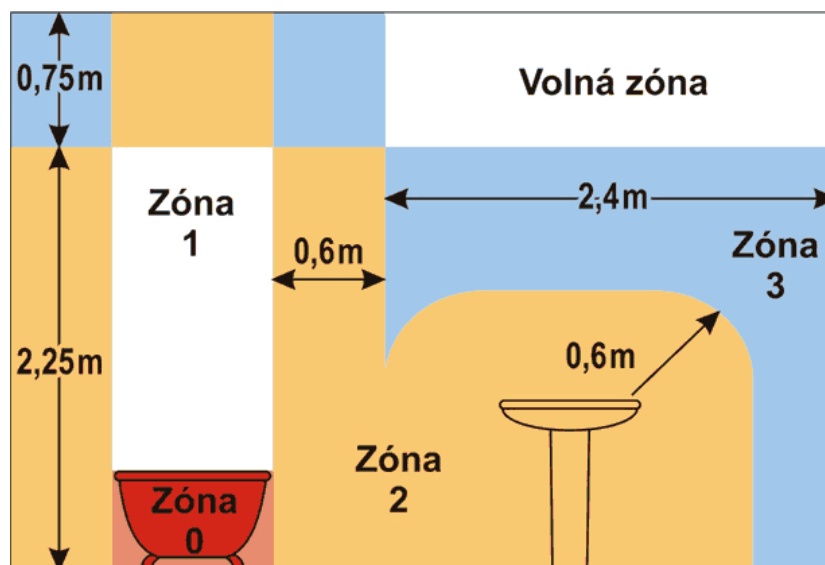
- nad podlahou a vodorovnou rovinou nad výškou 2,25 m nad zónou 1 až k stropu alebo do výšky 3,0 m, podľa toho keď je miestnosť vyššia,
- sprchy bez sprchovej vane zónu 2 nemajú,
- môže byť použité bežné príslušenstvo okrem zásuviek na 230 V (výnimkou sú zásuvky, ktoré napájajú holiace strojčeky),
- elektrické zariadenia s krytím minimálne IPx4.[15]

V miestnostiach s kúpacou vaňou a sprchou musia byť elektrické obvody (zásuvkové a svetelné obvody) chránené doplnkovou ochranou prúdovým chráničom s reziduálnym prúdom 30 mA.

Pod zónami 1 a 2 je dovolené použiť elektrické vykurovacie systémy za podmienky, že vykurovacie káble budú vyhotovené s kovovým plášťom a krytom alebo z jemnej kovovej mriežky, ktoré sa musia pripojiť na ochranný vodič.



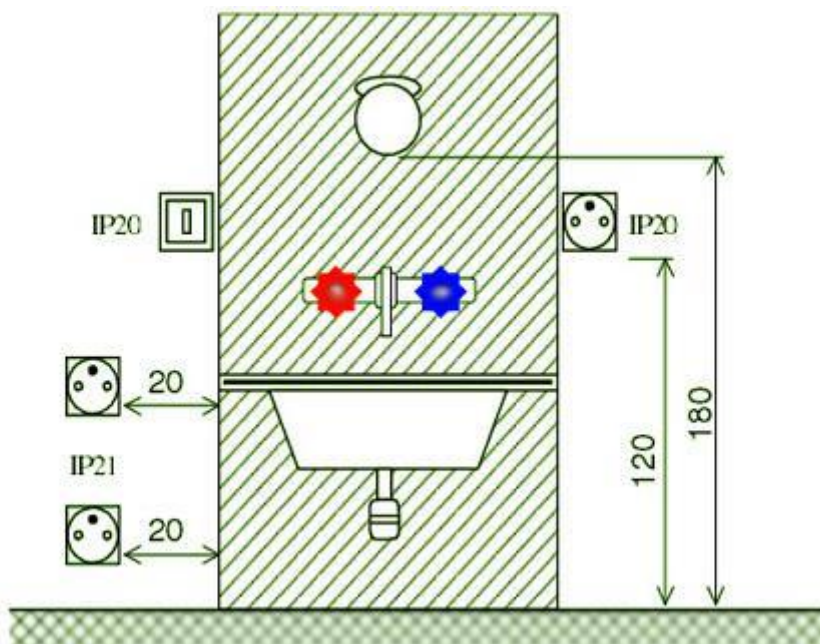
Obrázok č.7 : Inštalčné zóny v kúpeľniach[14]



Obrázok č.8: Zóny v kúpeľniach, bočný pohľad[15]

Za umývací priestor sa považuje okolie umývadla a drezu. Pre umývacie priestory platia dané podmienky:

- umývacie priestory sú vymedzené plochou umývadla (prípadne drezu, keď je súčasťou umývadla) a priestorom pod a nad umývadlom,
- spínače a zásuvky musia byť umiestnené mimo umývací priestor,
- spínače a zásuvky môžu zasahovať do umývacieho priestoru, ak sú súčasťou zariadenia, ktoré je určené do umývacieho priestoru napr. zrkadlové skrinky,
- ak sú spínače a zásuvky umiestnené 1,2 m vysoko od podlahy, môžu byť umiestnené na hranici umývacieho priestoru,
- ak sú spínače a zásuvky umiestnené nižšie ako 1,2 m, musia byť umiestnené aspoň 0,2 m od kraja umývacieho priestoru,
- svietidlo v umývacom priestore sa upevní do výšky 1,8 m spodným okrajom od podlahy a musí byť z izolantu a zakryté ochranným sklom. Ak je umiestnené nižšie, musí byť chránené pred mechanickým poškodením krytu. Stupeň ochrany musí byť minimálne IP X1.[12]



Obrázok č.9: Umývacie priestory (rozmery sú v cm) [5]

3.4 Doplnkové pospájanie

Všetky neživé časti v zónach 1, 2, 3 a ochranné vodiče zásuviek s cudzími vodivými časťami v zónach 0, 1, 2, 3 je potrebné spojiť podľa normy STN 33 200-7-701 ed.2.

Cudzíe vodivé časti:

- kovové napájacie rúrky a kovové rúrky,
- prístupné kovové stavebné prvky,
- ostatné vodivé predmety,
- nie je požadované pospájanie okenných rámov a kovových dverových zárubní.

Doplnkové pospájanie musí byť vyhotovené vodičom Cu s minimálnym prierezom 2,5 mm², ak je vodič chránený pred mechanickým poškodením alebo vodičom Cu s minimálnym prierezom 4 mm², ak nie je vodič chránený pred mechanickým poškodením.

4 NÁVRH BLESKOZVODU

Blesk je elektrostatický výboj, ktorý môže vzniknúť medzi búrkovými mrakmi alebo medzi zemou a mrakom. Z hľadiska ohrozenia života a spôsobenia škôd je pre ľudí nebezpečnejší elektrostatický výboj medzi zemou a mrakom. Blesk má tepelné (teplota až 30 000K), mechanické (elektrodynamické sily) a elektrické (prieraz izolácie) účinky. Pred údermi bleskov je potrebné sa chrániť systémom ochrany pred bleskom. Tento systém pozostáva z vonkajšieho a vnútorného opatrenia. Princíp vonkajšieho opatrenia pozostáva zo zachytenia atmosférického výboja a vytvorenia umelej vodivej cesty pre bleskový prúd a následného zvedenia náboja do zeme. Bleskozvod sa volí na mieste najväčšej pravdepodobnosti úderu blesku na chránenom objekte, väčšinou to je na najvyššom mieste objektu. Vnútorný systém ochrany pred bleskom sa skladá z ekvipotenciálneho pospájania a prepäťových ochrán, ktoré slúžia na obmedzenie prechodových prepätí a zvedení bleskových prúdov. Veľmi dôležité pre vnútorný systém ochrany pred bleskom je vhodné vybratie a skordinovanie prepäťových ochrán.

Problematike systému ochrany pred bleskom sa venuje norma STN EN 62 305, ktorá sa skladá zo štyroch častí:

Časť 1: Obecné princípy.

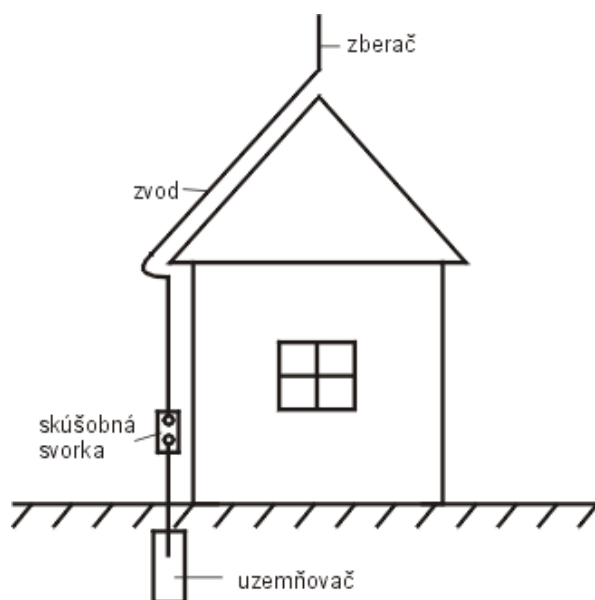
Časť 2: Manažment rizika.

Časť 3: Ohrozenie života a hmotné škody na stavbách.

Časť 4: Elektrické a elektrónové systémy v stavbách.

Základné časti vonkajšieho systému ochrany pred bleskom tvoria nasledujúce časti:

- Na zachytenie atmosférického výboja slúži zachytávacia sústava. Musí sa konštruovať tak, aby výboj preskočil do zachytávacej sústavy a v žiadnom prípade nie do inej časti chráneného objektu. Návrh rozmiestnenia a použitia zachytávacej sústavy sa určí pomocou metód ochranného uhla, valivej gule a mrežovej sústavy.
- Náhodné vodivé časti, ktoré sú súčasťou stavby, môžu byť použité ako časť bleskozvodu (kovové opláštenie stavby, atď.).
- Po zachytení bleskového prúdu vedie bezpečne po zvodoch do zeme. Zvody tvoria bezpečnú vodivú cestu medzi zachytávacou sústavou a uzemňovacou sústavou.
- Uzemňovacia sústava a sústava zvodov sú vodivo prepojené pomocou skúšobnej svorky. Uzemnenie slúži na rozptýlenie bleskového prúdu do zeme.
- Skúšobná svorka slúži na meranie celkového odporu uzemňovacej sústavy. [8]



Obrázok č.10: Základné časti bleskozvodu[7]

Podľa spôsobu prevedenia bleskozvodu rozoznávame dva základné typy:

- LPS neizolovaný – je to vonkajší systém ochrany pred bleskom, ktorý je priamo prichytený s chránenou stavbou.
- LPS izolovaný – je to vonkajší systém ochrany pred bleskom, ktorý nie je prichytený k chránenému objektu. Dôvod, prečo systém nie je prichytený k objektu je kvôli tepelným a výbušným účinkom v mieste úderu blesku, ktoré by mohli spôsobiť škody na chránenom objekte. [8]

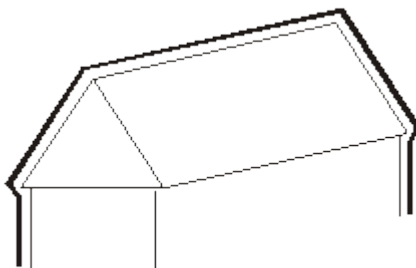
4.1 Zachytávacia sústava

4.1.1 Sústavy neizolované

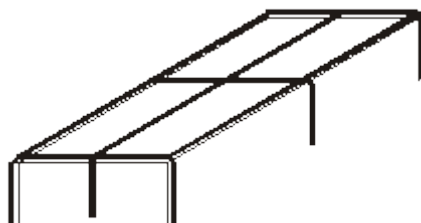
Neizolované sústavy sú priamo spojené s chráneným objektom. Medzi neizolované sústavy patrí:

- Hrebeňová sústava – tvorí ju zberacie vedenie na hrebenu strechy, prevyšujúca dolný okraj strechy minimálne o 1 m, zberacie vedenie na povrchu strechy sa považuje za zachytávač bleskového prúdu.
- Mrežová sústava – používa sa hlavne na plochých strechách, pozostáva z mrežovej siete zberacích vedení (zachytávača), ktorá je navzájom na mieste kríženia spojená. Krajné vodiče mrežovej siete sú ťahané vonkajším obvodom strechy. Maximálny rozmer oka môže byť 20x20 m (LPS IV).
- Tyčová sústava – používa sa hlavne na objekty, ktoré sú vo svojom okolí vyššie, tvoria ju zberacie tyče, ktoré sa umiestnia na najpravdepodobnejšom zásahu blesku. [8]

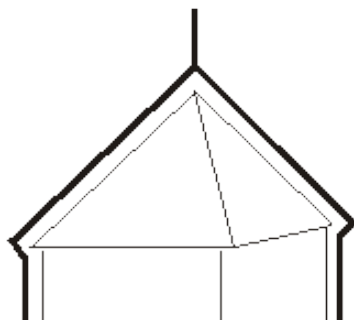
Neizolované sústavy je možné medzi sebou kombinovať, čím sa vylepší ochrana pred úderom blesku.



Obrázok č.11: Hrebeňová zachytávacia sústava[8]



Obrázok č.12: Mrežová zachytávacia sústava[8]

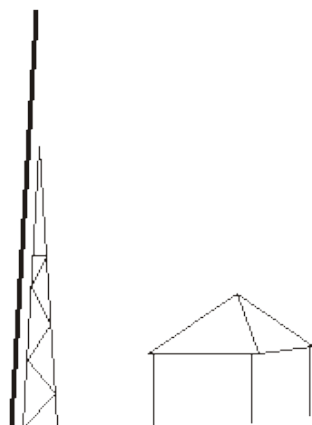


Obrázok č.13: Tyčová zachytávacía sústava[8]

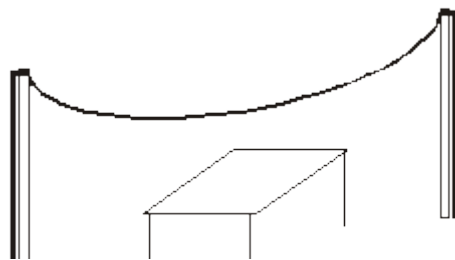
4.1.2 Sústavy izolované

Izolované sústavy nie sú spojené s chráneným objektom. Medzi izolované sústavy patrí:

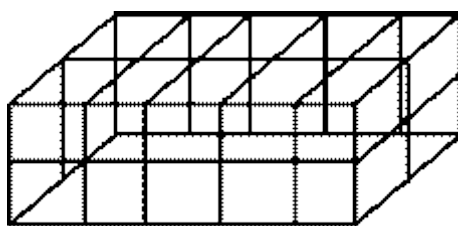
- Stožiarová sústava – zachytávacía sústava sa umiestňuje na vysoký stožiar, ktorý je blízko chráneného objektu, nie je ním spojená žiadnou časťou.
- Lanová sústava – pozostáva zo zachytávacieho lana, ktoré je nad chráneným objektom a nie je s ním spojená.
- Klieťková sústava – tvorí ju mreža zachytávacích vedení umiestnená v bezpečnostnej vzdialenosti nad chráneným objektom.[8]



Obrázok č.14: Stožiarová zachytávacía sústava[8]



Obrázok č.15: Lanová zachytávacia sústava[8]



Obrázok č.16: Kietková zachytávacia sústava[8]

4.1.3 Umiestnenie zachytávacej sústavy

Pre minimalizovanie škôd spôsobením úderom blesku do objektu je potrebné správne navrhnuť zachytávaciu sústavu. Zachytávacia sústava môže byť tvorená kombináciou nasledujúcich častí:

- zachytávacia tyč,
- závesné laná,
- mrežová sieť z vodičov.[8]

Kvôli väčšej pravdepodobnosti zachytenia bleskového prúdu smerujúceho do chráneného objektu je potrebné vysunúť vodivú časť nad objekt. Časti zachytávacej sústavy musia byť umiestnené na hranách, rohoch a miestach s elektrickým zariadením uloženým na streche objektu. Pri vyšších stavbách (60 m a viac) je väčšia pravdepodobnosť, že blesky udrú aj do bokov budov, hrán a rohov vonkajších plôch. Preto na stavby vo výške 60 m a viac je potrebné umiestniť zachytávaciu sústavu na ochranu hornej časti objektov, teda najvyšších 20% výšky stavby. Pri nižších stavbách je malá pravdepodobnosť úderu blesku do strán chráneného objektu, preto sa s takou možnosťou nepočíta.

Ak je strecha vyrobená z nehorľavých materiálov, môže sa zachytávacia sústava položiť na strechu chráneného objektu. Pokiaľ je strecha vyrobená z horľavého materiálu, musí sa brať na vedomie vzdialenosť medzi materiálom strechy a zachytávacou sústavou.

Pre vhodný návrh umiestnenia zachytávacej sústavy sa používajú nasledujúce metódy:

- metóda ochranného uhla,
- metóda valiacej sa gule,
- metóda mrežovej sústavy.[8]

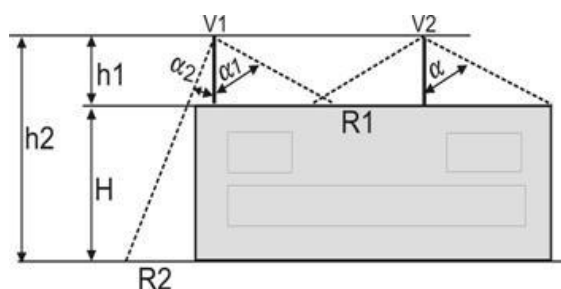
Každá z metód má využitie pri rôznych tvaroch budov. Metódu ochranného uhla je vhodné použiť pri jednoduchých stavbách. Metóda valiacej sa gule sa uplatňuje pri každom návrhu zachytávacej sústavy, preto je aj najpoužívanejšia. Metódu mrežovej sústavy sa využíva pri rovných strechách.

Tabuľka č.2: Zoradené objekty podľa dôležitosti v triedach LPS[10]

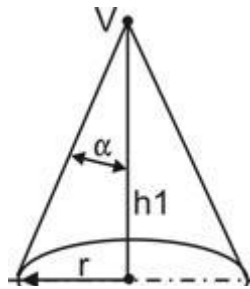
Trieda ochrany LPS	Objekt	Vzdialenosť zvodov[m]
<i>I</i>	<i>nemocnice, banky, elektrárne, vodárne,</i>	<i>10</i>
<i>II</i>	<i>školy, supermarkety, katedrály</i>	<i>10</i>
<i>III</i>	<i>obytné domy, rodinné domy</i>	<i>15</i>
<i>IV</i>	<i>objekty a haly bez výskytu osôb a vnútorného vybavenia</i>	<i>20</i>

4.1.3.1 Metóda ochranného uhla

Je vhodná na jednoduché tvary budov. Metóda je obmedzená na výšku zachytávacej tyče. Zachytávacia sústava vytvára okolo seba chránenú plochu. Objekt je chránený v prípade, že sa nachádza v chránenej ploche, ktorú vytvára zachytávacia sústava. Ochranná plocha má tvar pravouhlého kužeľa s vrcholom V umiestneným v osi zvislej zachytávacej tyče.[9]



Obrázok č.17: Metóda ochranného uhla[8]



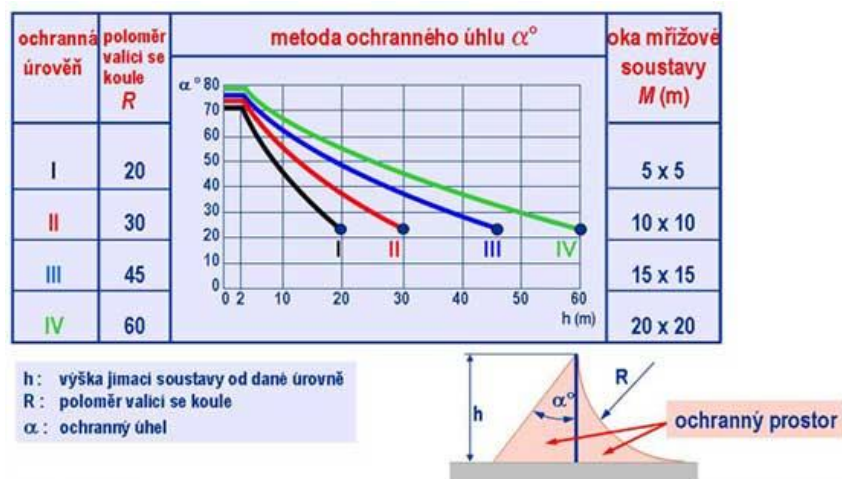
Obrázok č.18: Metóda ochranného uhla[8]

h_1 – výška zachytávacej tyče nad rovinou

α – ochranný uhol

r - polomer chránenej plochy

V – vrchol zvislej zachytávacej tyče nachádzajúci sa v osi

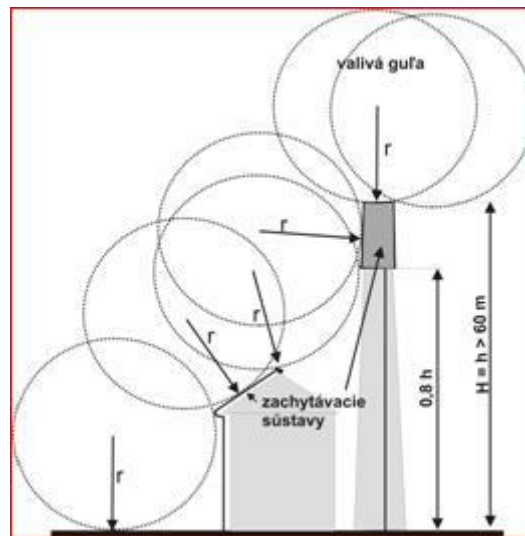


Obrázok č.19: Veľkosti uhlov α v závislosti na výške zachytávacej tyči[10]

4.1.3.2 Metóda valivej gule

Môže sa použiť u všetkých typov strechy, preto je aj najpoužívanejšou metódou. Podstatou metódy je pomyselne váľať guľu o polomeru r všetkými smery okolo chráneného objektu. Polomer r závisí na LPS triede. Tam, kde sa guľa dotkne objektu je treba doplniť zachytávaciu sústavu. Objekt je chránený pred priamym úderom blesku, ak sa valivá guľa nebude dotýkať inej časti chráneného objektu ako je zachytávacia sústava. V prípade vyšších

stavieb (60 m a viac) každé miesto, ktorého sa valivá guľa dotkne, je možným bodom úderu blesku. Tieto stavby majú byť chránené od 80 % svojej výšky. [9]



Obrázok č.20: Metóda valivej gule[8]

r – polomer valivej gule

H – výška objektu

4.1.3.3 Metóda mrežovej sústavy

Metóda určená pre rovinné typy striech. Mrežová zachytávacia sústava musí byť navrhnutá tak, aby zachytený bleskový prúd tiekol vždy minimálne dvoma vodivými cestami do uzemňovacej sústavy. Ak cez chránený priestor vyčnieva kovová inštalácia alebo elektrické zariadenie, je potrebné zachytávaciu sústavu doplniť o zachytávaciu tyč. Sústavy musia byť medzi sebou vodivo spojené. Vodiče sa ukladajú na okrajoch striech. Rozmery oka mrežovej sústavy nemôžu byť väčšie ako hodnoty uvedené na obrázku č.18. [9]

4.2 Sústava zvodov

Sústava zvodov vytvára bezpečnú cestu bleskového prúdu zo zachytávacej sústavy do uzemňovacej sústavy. Musí mať viac paralelných ciest a vytvárať priame pokračovanie zachytávacej sústavy. Zvody musia byť priame, bez zbytočných oblúkov a zakrivení. Nesmú sa ukladať do odkvapov a odkvapových rúr ani v prípade, že sú obalené izoláciou. Zvody, ktoré sú priamo pripojené k budove k chránenému objektu, môžu byť inštalované na stenu alebo do steny a to v prípade, že stena je vyrobená z nehorľavých materiálov. V prípade, že stena je vyrobená z horľavých materiálov, musí byť zvod pripevnený na držiak vo

vzdialenosti od steny minimálne 0,1 m. Ak je to z technických požiadaviek nie možné, musí sa prierez zvodov použiť minimálne 100 mm². Vodivé prepojenie zvodov a uzemňovacej sústavy sa uskutoční pomocou skúšobnej svorky, ktorá slúži na meranie celkového odporu uzemňovacej sústavy. Každý zvod musí byť číselne označený na skúšobnej svorke. Skúšobné svorky sú rozpojiteľné len s použitím náradia pre účely merania a za normálnej prevádzky musia byť spojené. Skúšobná svorka sa nedáva na náhodné zvody. Za náhodné zvody označujeme súčasti chráneného objektu, ktoré sú z vodivých materiálov a spĺňajú požiadavky podľa normy STN EN 62 305. V okolí zvodov za určitých podmienok môže vzniknúť nebezpečné dotykové napätie aj za predpokladu, že bleskozvod je správne naprojektovaný. Za daných podmienok nebezpečné dotykové napätie sa môže zmenšiť alebo vyhnúť sa mu:

- osoby sa nebudú zdržovať minimálne 3 m od zvodu pri búrke,
- použije sa sústava aspoň 10 zvodov,
- na zemi pri zvodoch je vrstva izolačného materiálu(asfalt),
- rezistivita pôdy v okruhu 3 m od zvodov je aspoň 100 kΩ,
- izolácia odkrytého zvodu,
- výstražná tabuľa a fyzická zábrana.

Tabuľka č.3: Vodiče pre sústavu zvodov[10]

Rozmery alebo prierez vodiča	Druh vodiča
$\phi 8mm$	pozinkovaný ocelový drôt
50,70 a 95 mm ²	pozinkované ocelové lano
2,5 x 20 mm (50 mm ²)	pozinkovaný ocelový pás
$\phi 8mm$	medený drôt
50 mm ²	medené lano
2,5 x 20 mm (50 mm ²)	medený pás
$\phi 8mm$	hliníkový drôt
50, 70 a 95 mm ²	hliníkové lano AlFe 6
2,5 x 20 mm(50 mm ²)	hliníkový pás
drôt $\phi 8 mm$, lano 50mm ²	AlMgSi (Aldrey)

4.3 Uzemnenie

Zvedenie a rozptýlenie bleskových prúdov do zeme umožňuje uzemňovacia sústava, čím zmenší nebezpečné prepätie. Odpor uzemňovacej sústavy, ktorý sa meria cez skúšobnú svorku, by podľa normy STN EN 62 305 nemal byť väčší ako je 10 Ω. Uzemnenie musí byť spojené s vyrovnávaním potenciálu. Pri vodivom prepojení uzemnení, ktoré sú z rôznych

materiálov (Fe, Zn, FeZn), treba dávať pozor na koróziu, ktorá môže nastať. Pri konštruovaní bleskozvodu sa veľký dôraz kladie na využívanie kovových súčastí chráneného objektu ako náhodných súčastí bleskozvodu, čo pomáha k rozloženiu a rozptýleniu bleskových prúdov do mnoho ciest.[9]

Rozpoznávame dva základné typy usporiadania uzemňovačov:

Usporiadanie typu A – predstavuje zvislé alebo vodorovné zemniče, ktoré sú spojené so zvodmi. Uzemňovacie tyče sa používajú o priemere 20 mm až 25 mm. Z ekonomického hľadiska sa uzemňovacie dosky ako zemnič nepoužívajú. Minimálny počet zemničov typu A je 2. Inštalované sú zvonku chránenej stavby. Uzemňovače sa ukladajú minimálne v hĺbke 0,5 m a musia sa čo najrovnomernejšie rozložiť, aby nevznikla v zemi vzájomná väzba medzi nimi.[10]

Usporiadanie typu B - predstavuje obvodové zemniče okolo chráneného objektu alebo základové zemniče, ktoré tvoria uzatvorenú smyčku. Uzemňovacie pásiky sa najčastejšie používajú o rozmeroch 30x4 mm a sú vyrobené z pozinkovanej ocele. Uloženie v zemi musí byť minimálne v hĺbke 0,5 m. Obvodové zemniče musia byť od vonkajších stien vo vzdialenosti 1 m. Zahadzovanie obvodového zemniča by sa malo vykonať hlinou, v žiadnom prípade nie kameňmi, ktoré nedržia vlhkosť. K usporiadaniu typu B sa môže dodatočne doplniť aj usporiadanie typu A a to v tom prípade, že nespĺňa stanovenú hodnotu danou normou. Odporúča sa, aby počet prídavných uzemňovačov nebol menší ako je počet zvodov, minimálne však dva. U nových objektoch sa odporúča konštruovať základový zemnič.[10]

4.4 Vnútoraná časť ochrany pred bleskom

Vonkajšia ochrana pred bleskom chráni objekt pred mechanickým poškodením a proti požiaru, v žiadnom prípade nechráni nárastu elektrického potenciálu budovy. A práve tieto rozdiely potenciálov, ktoré vzniknú po údere blesku prekračujú izolačnú pevnosť elektrického zariadenia. Vnútoraná ochrana pred prepätím chráni elektrické zariadenia proti prepätiu, ktoré môže zničiť izolačnú pevnosť zariadenia.

Hlavné časti vnútornej ochrany pred bleskom je vyrovnávanie potenciálov, zvodiče prepätia a elektromagnetické tienenie.

4.4.1 Ekvipotenciálne pospájanie proti blesku

Uzemňovací systém pozostáva z uzemňovacej sústavy, ktorá zvedie bleskový prúd do zeme a zo sústavy vyrovnávania potenciálov, ktoré sa dosiahne prepojením LPS s vnútorným systémom, vonkajšími vodivými časťami a kovovými inštaláciami a môže znížiť magnetické

pole. Obvodový uzemňovač okolo stavby alebo po obvode základov sa má spojiť so sieťou pod stavbou a okolo nej. Vyrovnávanie potenciálov LPS s vnútorným systémom spôsobí to, že bleskový prúd sa dostane do všetkých častí vnútorných systémov, ktoré sú spolu prepojené. [9]

4.4.2 Prepäťové ochrany SPD

Prepäťové ochrany sú súčasťou elektroinštalácie, ktoré majú pri normálnej prevádzke, teda pri menovitom napätí, veľký odpor a predstavujú izolant. Pri zvyšovaní hodnoty napätia v mieste pripojenia nad stanovenú maximálnu hodnotu začne ich odpor prudko klesať, tým sa galvanicky spoja živé časti a ekvipotenciálna prípojnica. Po prejdení prechodového javu sa opäť obnoví izolačná pevnosť. Prepäťové ochrany rozdeľujeme do tried požiadaviek I(B), II(C), III(D) podľa normy IEC 61643-1.

Prepäťová ochrana typu 1(I,B)

- inštaluje sa v hlavnom rozvádzači na vstupe vedenia do objektu (na rozhraní zón LPZ 0 a PLZ 1),
- určené pre prepätie, kde je koordinácia izolácie maximálne stanovená na 4 kV,
- ochrana pracuje na princípe zapuzdreného iskrišťa,
- zvedie podstatnú energiu do zeme a prepustí malú časť energie ďalej do inštalácie.

Prepäťová ochrana typu 2 (II,C)

- inštaluje sa v podružných rozvádzačoch (na rozhraní zón LPZ 1 a LPZ 2), môže sa inštalovať aj v hlavnom rozvádzači spolu s ochranou typu 1, je potrebné medzi tieto ochrany v hlavnom rozvádzači umiestniť rázovú oddeľovaciu tlmivku,
- určené pre prepätie, kde je koordinácia izolácie maximálne stanovená na 2,5 kV,
- pre ochranu sú použité varistory (hodnota odporu u varistorou závisí na priloženom napätí),
- zvedenie energie prepäťových impulzov v elektrických obvodoch v chránenom objekte.

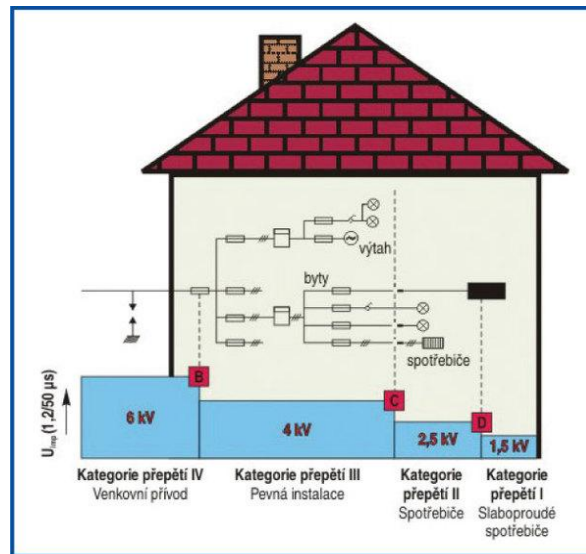
Prepäťová ochrana typu 3 (III,D)

- inštaluje sa na jednotlivé zásuvky (rozhranie zón LPZ 2 a LPZ 3),
- určené pre prepätie, kde je koordinácia izolácie maximálne stanovená na 1,5 kV,
- zvedenie energie prepäťových impulzov vo vedeniach na konci zásuvkových okruhov,
- pre ochranu sú použité varistory alebo supersorová dióda,
- samotná inštalácia prepäťovej ochrany taktiež dokáže zvieť časť prepätia.

Na správnosť fungovania prepäťových ochrán má výrazný vplyv vzdialenosť medzi typmi ochrán. Medzi rôznymi typmi ochrán sú nasledujúce vzdialenosti:

- medzi typom 1 a 2 je vzdialenosť medzi zvodičmi minimálne 2 m,
- medzi typom 1 a 3, 2 a 3 je vzdialenosť medzi zvodičmi minimálne 5 m,

- medzi typom 3 a 3 je vzdialenosť medzi zvodičmi minimálne 10 m.



Obrázok č.21: Kategorie přepětí[19]

4.4.2.1 Predistenie prepäťových ochrán

Energia bleskového prúdu môže byť väčšia ako ich výdržná energia a dôjde k zničeniu prepäťových ochrán. Z toho dôvodu sa podľa odporúčania výrobcu istia prepäťové ochrany poistkami typu gG. Na istenie sa odporúča používať poistky, ktoré majú lepšiu schopnosť obmedziť skratovú energiu oproti ističom. Predisťujú sa ochrany typu 1 a typu 2. Hodnota poistiek musí byť menšia ako výdržná energia prepäťovej ochrany. Výrobca určí menovitý prúd poistky, ktorou sa predisťuje prepäťová ochrana. Podľa výrobcom určeného maximálneho menovitého prúdu sa vyberá poistka, ktorá môže mať hodnotu danú výrobcom alebo menšiu hodnotu. Na druhej strane so znižovaním menovitého prúdu poistiek sa znižuje energia, ktorá môže prejsť do prepäťových ochrán a viac energie sa dostane do inštalácie, kde môže spôsobiť škody.

4.4.3 Elektromagnetické tienenie

K zoslabeniu elektromagnetického poľa vytvoreného po údere blesku sa používa elektromagnetické tienenie. Zmenšenie rušivého poľa je možné dosiahnuť tieniacimi krytmi a tienením. Možnosť elektromagnetického tienenia jednotlivých elektrických zariadení a káblových vedení by sa malo použiť ako posledná možnosť zaistenia kompatibility. Dosiahnuť lepší tienový efekt je možné pomocou koaxiálnych káblov. Úlohou koaxiálnych káblov je potlačiť vplyv vonkajších rušivých polí.

Tabuľka č.4: Minimálne prierezy vodičov spájajúcich rôzne prípojnice na vyrovnávanie potenciálov alebo spájajúcich prípojnice vyrovnávania potenciálov s uzemňovacou sústavou[10]

Trieda LPS	Materiál	Prierez podľa STN EN 62 305(mm ²)	Typizovaný prierez
<i>I až IV</i>	<i>Med'</i>	<i>14</i>	<i>16</i>
<i>I až IV</i>	<i>Hliník</i>	<i>22</i>	<i>25</i>
<i>I až IV</i>	<i>Oceľ</i>	<i>50</i>	<i>50</i>

Tabuľka č.5 : Minimálne prierezy vodičov spájajúcich vnútorné kovové inštalácie s prípojnou vyrovnávania potenciálov[10]

Trieda LPS	Materiál	Prierez podľa STN EN 62 305(mm ²)	Typizovaný prierez
<i>I až IV</i>	<i>Med'</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>I až IV</i>	<i>Hliník</i>	<i>8</i>	<i>10</i>
<i>I až IV</i>	<i>Oceľ</i>	<i>16</i>	<i>16</i>

4.5 Výpočet rizík

Najväčším zdrojom škody pre objekty je bleskový prúd. Blesk môže spôsobiť ujmu na zdraví, poškodiť stavbu a zničiť vnútorné systémy nachádzajúce sa v objekte. Účinky úderu blesku sa líšia podľa miesta úderu, a teda líšia sa aj typy škôd po údere blesku. Kombináciou typov škôd resp. samostatná škoda môže spôsobiť rôzne typy strát v chránenom objekte. Vzniknuté straty sú závislé na vlastnostiach stavby. [9]

4.5.1 Úder blesku

Bleskový prúd je hlavnou príčinou poškodenia objektu, preto je podstatný úder blesku vzhľadom k chránenému objektu. Môžu nastať nasledujúce situácie:

- S1: úder blesku do stavby,
- S2: úder blesku v blízkosti stavby,
- S3: úder blesku do inžinierskej siete, z ktorej je objekt napájaný,
- S4: úder blesku v blízkosti inžinierskej siete, z ktorej je objekt napájaný.

4.5.2 Škody spôsobené bleskom

Základné tri typy škôd, ktoré môže blesk spôsobiť:

- D1: úraz živých bytostí a to v dôsledku krokových alebo dotykových napätí,
- D2: hmotné škody spôsobené po údere bleskom alebo následného iskrenia,
- D3: výpadok vnútorných systémov pôsobeným LEMP (elektromagnetická indukcia).

4.5.3 Typy strát

Rôzne typy škôd, ktoré vyvolá blesk môže spôsobiť straty, a to buď škody samotné alebo z ich kombináciou. Základný parameter typu strát je charakter stavby. Na stavbách sa môžu vyskytnúť nasledujúce typy strát ako dôsledok škôd:

- L1: strata na ľudských životoch,
- L2: strata na verejných službách,
- L3: strata na kultúrnom dedičstve,
- L4: strata ekonomickej hodnoty.

4.5.4 Riziká strát

Pre objektívne posúdenie nutnosti systému ochrany pred bleskom je potrebné vyhodnotiť riziká. Nasledujúce riziká odpovedajú typom strát uvedených v minulej kapitole 4.5.3:

- R1: riziko strát na ľudských životoch(L1),
- R2: riziko strát na verejných službách(L2),
- R3: riziko strát na kultúrnom dedičstve(L3),
- R4: riziko strát ekonomickej hodnoty(L4).

Charakter objektu hrá dôležitú úlohu pri systéme ochrany pred bleskom, ku konkrétnemu objektu sa vyberú možné straty a k tomu odpovedajúce riziká. Celkové riziká sa počítajú z čiastočných rizík. Následne sa celkové riziká porovnajú s prípustnou hodnotou R_T , ktorá je stanovená normou STN EN 62 305. V tabuľke č.6 sú uvedené prípustné hodnoty rizika pre jednotlivé typy strát.

Medzi súčasťou chráneného objektu, ktoré sa počítajú do celkového rizika sú okrem chráneného objektu aj obsah objektu a osoby do vzdialenosti 3 m od objektu.

Vyhodnotenie prípustného rizika:

$R \leq R_T$ - v tomto prípade nie je potrebná ochrana objektu,

$R > R_T$ - v tomto prípade musí byť prijatá ochrana objektu pre zníženie rizika a následne znova prepočítaná.

R- celkové riziko,

R_T - prípustná hodnota rizika.

Tabuľka č.6: Hodnota prípustného rizika R_T [10]

	Typ strát	R_T (rok ⁻¹)
R1,L1	<i>riziko strát na ľudských životoch</i>	10^{-5}
R2,L2	<i>riziko strát na verejných službách</i>	10^{-3}
R3,L3	<i>riziko strát na kultúrnom dedičstve</i>	10^{-3}
R4,L4	<i>riziko strát ekonomických hodnôt</i>	<i>ocenenie nákladov na straty</i>

Čiastkové riziká

Pre určenie celkového rizika R je potrebné vypočítať súčasti rizika a teda čiastkové riziká. Rozdelenie čiastkových rizík je podľa typu úderov. Týkajú sa len stavby, v žiadnom prípade nie okolia stavby. Pre konkrétnejšie stanovenie čiastkového rizika môže byť stavba rozdelená do jednotlivých zón. Čiastkové riziká rozdelíme:

S1: následkom úderu blesku do stavby môžu vzniknúť nasledujúce čiastkové riziká:

- R_A – ohrozenie živých bytostí elektrickým prúdom v objekte a do vzdialenosti 3 m od zvodov .
- R_B – hmotná škoda (požiar, výbuch) v dôsledku iskrenia vo vnútri budovy.
- R_C – poškodenie vnútorných systémov v dôsledku LEMP.

S2: následkom úderu blesku v blízkosti stavby môžu vzniknúť nasledujúce čiastkové riziká:

- R_M – poškodenie vnútorných systémov v dôsledku LEMP.

S3: následkom úderu blesku do inžinierskej siete, z ktorej je objekt napájaný, môžu vzniknúť nasledujúce čiastkové riziká:

- R_U – ohrozenie živých bytostí elektrickým prúdom vo vnútri objektu, bleskové prúdy sa môžu dostať do vnútra objektu cez vedenie inštalácie.
- R_V – hmotná škoda (požiar, výbuch) v dôsledku iskrenia medzi vonkajšími inštaláciami.
- R_W – poškodenie vnútorných systémov v dôsledku prepätia z vonkajšieho vedenia.

S4: následkom úderu blesku v blízkosti inžinierskej siete, z ktorej je objekt napájaný, môžu vzniknúť nasledujúce čiastkové riziká:

- R_Z – poškodenie vnútorných systémov v dôsledku prepätia z vonkajšieho vedenia.

Výpočet čiastkového rizika:

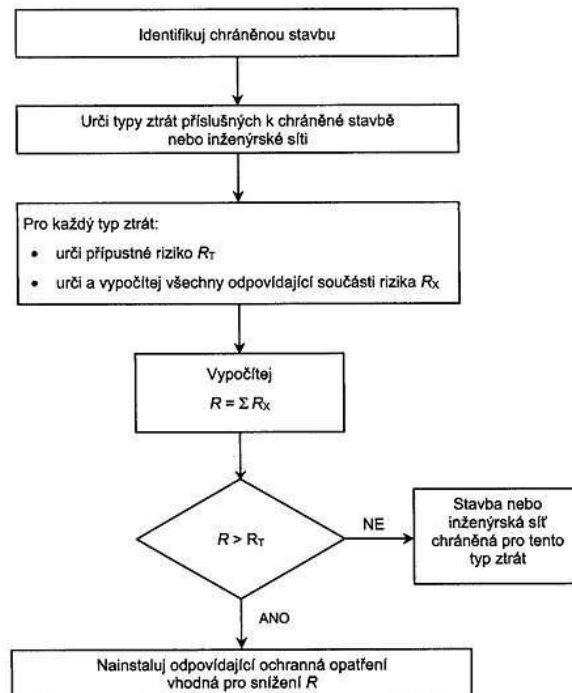
$$R_x = N_x \cdot P_x \cdot L_x \quad (4.1)$$

R_x – riziko škôd

N_x – udáva počet úderov blesku

P_x – udáva pravdepodobnosť poškodenia objektu

L_x – udáva straty spôsobené škodami



Obrázok č.22: Výpočet rizik pre objekty

Práca nerieši podrobne teoretický rozbor a výpočet výsledného rizika. Pre výpočet rizík daného objektu je použitý výpočtový program od firmy OEZ Prozik. Hlavná výhoda programu je dostupnosť (voľne stiahnuteľný na stránke firmy OEZ) a jednoduchá manipulácia.

Ukážka výpočtu rizík sa nachádza v prílohe.

5 NÁVRH UMELÉHO OSVETLENIA

5.1 Úvod

Pre ľudí je svetlo veľmi dôležitý prostriedok na získavanie a prenos informácií o okolitom prostredí. Okolo 80% až 85% všetkých informácií získavame pomocou zrakového orgánu. Podľa medzinárodných štatistík sa priemerný človek nachádza až 90% života v uzatvorených priestoroch. Hlavným účelom návrhu osvetlenia je vytvoriť svetelné prostredie, ktoré odpovedá zrakovej činnosti, ktoré sa v ňom vykonávajú. Aj keď je stále dokonalejšie umelé osvetlenie a neodmysliteľne patrí k modernej civilizácii, stále sa treba snažiť čo najviac využívať denné svetlo. Norma STN EN 12464 sa zaoberá problematikou kvalitného osvetlenia v uzavretých miestnostiach.[1]

5.2 Rozbor základných ukazovateľov umelého osvetlenia

5.2.1 Osvetlenosť

Osvetlenosť a jeho rozloženie v mieste zrakového úkolu a v jeho blízkom okolí majú výrazný vplyv na to, ako bezpečne, rýchlo a pohodlne osoba vníma a vykonáva zrakový úkol. Podľa normy STN EN 12464 sú hodnoty udržiavanej osvetlenosti, ktorá sa určuje v mieste zrakového úkolu pre rôzne činnosti, na zrovnávacej rovine, ktorá môže byť vodorovná, zvislá alebo naklonená. Starnutie svetelného zdroja a svetelnej techniky má výrazný vplyv na udržiavanú osvetlenosť po určitej dobe. No ani tieto fakty nemôžu znížiť udržiavanú hodnotu osvetlenia. Minimálne úrovne osvetlenia vychádzajú z rozpoznávania rysov ľudskej tváre. Priemerný pozorovateľ je schopný rozlíšiť ľudskú tvár pri hodnote osvetlenosti 20 lx za normálnych podmienok. Túto hodnotu teda považujeme za minimálnu hodnotu osvetlenia v mimopracovných priestoroch. Požadovanú udržiavanú osvetlenosť môžeme zväčšiť alebo zmenšiť, a to za určitých okolností. Na určenie požadovaných hodnôt osvetlenia používame výpočtové metódy: Bodová metóda a Toková metóda. Výpočtové metódy budú popísané v ďalšej kapitole 5.4.[18]

V priestoroch s trvalým pobytom osôb nemôže hodnota udržiavanej osvetlenosti klesnúť pod 200 lx, bez ohľadu na požiadavky vyplývajúce z určitého zrakového úkolu.

Udržiavaná osvetlenosť je hodnota priemernej osvetlenosti miestnosti, respektíve miesta zrakového úkolu, kde hodnota skutočného osvetlenia nemôže klesnúť pod túto hodnotu. Meria sa na zrovnávacej rovine v doporučenej výške 0,75 m nad podlahou, teda vo výške zrakového úkolu. V špeciálnych prípadoch môže byť zrovnávacia rovina umiestnená aj nižšie (škôlky, atď.).[18]

5.2.1.1 Osvetlenosť v blízkosti zrakového úkolu

Vyvážené rozloženie jasů v zornom poli je veľmi dôležité pre zrakovú pohodu a zrakový výkon. Pre zrakový výkon nie je vhodné, aby v zornom poli boli veľké zmeny v hodnotách osvetlenosti. V tabuľke č.7 sú hodnoty udržiavanej osvetlenosti v blízkosti zorného poľa, pod ktoré by hodnoty nemali klesnúť.

Tabuľka č.7: Hodnota udržiavaného osvetlenia úkolu a v blízkosti úkolu[18]

Osvetlenie úkolu(lx)	Osvetlenie v blízkosti úkolu(lx)
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
rovnomernosť osvetlenia: $\geq 0,7$	rovnomernosť osvetlenia: $\geq 0,5$

5.2.2 Rovnomernosť osvetlenia

Patrí medzi základné ukazovatele kvality osvetlenia priestoru. Určuje sa ako pomer minimálnej hodnoty osvetlenia a priemernej hodnoty osvetlenia. Hlavným parametrom na rovnomernosť je rozmiestnenie a rozteč svietidiel. Nedodržanie požadovanej rovnomernosti ovplyvňuje negatívne zrakový výkon a to tým spôsobom, že sa stále musí adaptovať.[1]

Minimálne hodnoty rovnomernosti:

- pre trvalý pobyt $r = 0,65$
- pre krátkodobý pobyt $r = 0,40$
- pre občasný pobyt $r = 0,10$

5.2.3 Index podania farieb

Aby boli farby predmetu v prostredí podané prirodzene a pre duševnú pohodu, je dôležitý parameter Ra index podania farieb.

Prirodzené podanie farby zaručujú svetelné zdroje s indexom podania farby $Ra = 100$. Svetelný zdroj s indexom farby nad 80 sa považuje za verné podanie farby, teda môžu sa používať vo vnútorných priestoroch, kde dlhodobo pobývajú alebo pracujú osoby. Pod hodnotu podania farieb 80 sa svetelné zdroje môžu použiť iba v miestach, kde dlhodobo nepobývajú ľudia. Minimálne hodnoty indexu podania farieb pre rôzne miestnosti nájdeme v tabuľke č.8

5.2.4 Oslnenie

Oslnenie je nepriaznivý stav pre zrak, ku ktorému dochádza vtedy, ak je sietnica vystavená vyššiemu jasú ako na ktorý je oko adaptované. Oslnenie môže zásadným spôsobom ovplyvniť zrakovú pohodu a teda aj zrakový výkon. Vo vnútorných priestoroch sa jedná hlavne o oslnenie spôsobené buď priamo svetelným zdrojom svetla, svietidla alebo odrazy od lesklých plôch a predmetov. Tento nepriaznivý jav môžeme potlačiť pomocou clonenia svietidiel, použiť špeciálne optické systémy, nepriame osvetlenie priestoru. Oslnenie hodnotíme pomocou indexu oslnenia UGR. Doporučené hodnoty indexu UGR pre rôzne miestnosti sú uvedené v tabuľke č. 8

Tabuľka č.8: Požiadavky na osvetlenie pre priestory, úkoly a činnosti STN EN 1246-1

Priestor, úkol, činnosť	Udržovaná osvetlenosť E_m [lx]	Index oslnenia UGR_L [-]	Index podania farieb R_a [-]
<i>technické kreslenie</i>	750	16	80
<i>písanie, písanie na PC, čítanie, zapracovanie dát</i>	500	19	80
<i>zakladanie dokumentov, kopírovanie, atd.</i>	300	19	80
<i>konferenčné a zasadacie miestnosti</i>	500	19	80
<i>archívy</i>	200	25	80
<i>šatne, kúpeľne, toalety</i>	200	22	80
<i>komunikačné priestory a chodby</i>	100	28	40
<i>prevádzkové miestnosti, rozvodne</i>	200	25	60

5.2.5 Farebný tón svetla

Udáva, aký odtieň má vyžarované „biele“ svetlo. Subjektívne vnímanie farby a jej popis nie je dostatočný, preto pre jednoznačnosť bola vytvorená stupnica farebnej teploty

v kelvinoch (K), ktorá objektívne charakterizuje spektrum bieleho svetla. Dôvod výberu teplotnej stupnice vyplýva zo vzťahu odtieňa farby zahriateho kovu. Najpríjemnejšiu teplotu chromatičnosti majú klasické žiarovky $T_{ch}=2754$ K , preto pri výbere svetelného zdroja by sa mal vybrať svetelný zdroj s teplotou chromatičnosti čo najbližší tejto teplote.[5]

Tabuľka č.9: Teplota chromatičnosti farebného tónu svetla.[18]

Farebný ton svetla	Náhradná teplota chromatičnosti T_{ch} (K)
<i>teplá biela</i>	<i>do 3 300</i>
<i>neutrálna biela</i>	<i>3 300 až 5 300</i>
<i>chladná biela</i>	<i>nad 5 300</i>

5.2.6 Rozloženie jasu

Patrí medzi dôležité parametre osvetlenia. Jas a jeho priestorové rozloženie ovplyvňujú celkový dojem daného prostredia. Rozloženie jasu v zornom poli je pre zrakový výkon, zrakovú pohodu a zamedzenie únavy rozhodujúce. Príliš veľké jasy môžu spôsobiť oslnenie, príliš veľké kontrasty jasu môžu spôsobiť únavu v dôsledku trvalej readaptácie zraku a vytvárajú dramatickú až nepokojnú atmosféru. Na druhej strane malé jasy a kontrasty jasov vytvárajú veľmi pokojnú až nudnú atmosféru, čo môže viesť k monotónnemu pracovnému prostrediu. Interval priateľných jasov je vymedzený minimálnou a maximálnou úrovňou jasu. Maximálna úroveň jasu úzko súvisí s oslnením. Minimálna úroveň jasu súvisí s udržiavateľným osvetlením priestoru. Činitele odraznosti a osvetlenosti povrchu musíme brať v úvahu pri vytvorení vyváženého rozloženia jasu. Doporučuje sa v miestnostiach uprednostňovať svetlé povrchy interiéru, ktoré zvyšujú adaptačné úrovne a pohodu osôb.[5]

Tabuľka č.10: Doporučené hodnoty činiteľa odrazu od hlavných plôch priestoru[18]

Odrazová plocha	Činiteľ odrazu povrchu (%)
<i>strop</i>	<i>70 - 90</i>
<i>steny</i>	<i>50 - 80</i>
<i>podlaha</i>	<i>20 - 40</i>
<i>hlavné predmety v miestnosti</i>	<i>20 - 70</i>

5.3 Spracovanie svetelného technického návrhu

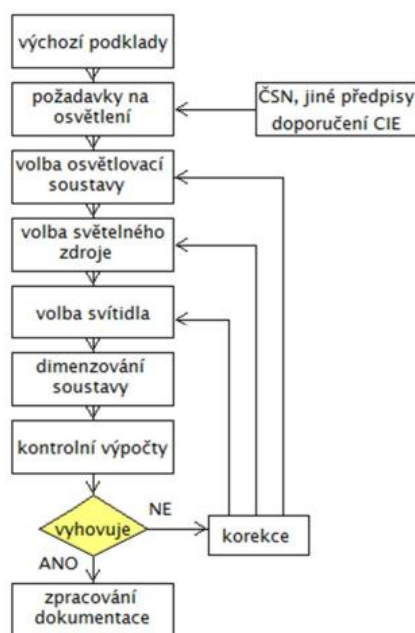
Umelé osvetlenie musí splniť požiadavky na spoľahlivé vnímanie zrkových úkolov vo vnútri miestnosti. Preto je pre projektantov dôležité získanie čo najviac informácií o miestnosti, v ktorej budú navrhovať umelé osvetlenie. Môžeme to rozdeliť do niekoľko etáp.

V prvej etape ide o preštudovanie priestoru, pre ktorý bude určené umelé osvetlenie. Treba zistiť rozmery miestnosti, svetelné požiadavky a zohľadniť požiadavky užívateľa. Dôležitým podkladom je odborná expertíza denného osvetlenia, ktorá určí, ako bude riešené umelé osvetlenie. V neposlednom rade všetky požiadavky musia spĺňať normy a predpisy.

Druhá etapa je spojená s výberom svetelného zdroja a typom svietidla. Určí sa počet svietidiel podľa požiadavky na ustálenú hodnotu osvetlenia STN EN 12464-1. Ustálenú hodnotu osvetlenia podľa počtu svietidiel určíme pomocou výpočtovej metódy ručne alebo pomocou programov.

V tretej etape sa spresňuje rozmiestnenie a počty svietidiel na základe výpočtu všetkých parametrov (ustálené osvetlenie, rovnomernosť osvetlenia, oslnenie, atď.). Popri tom sa overuje prijatá koncepcia svetelnej sústavy. V prípade nevyhovujúceho požadovaného parametra sa urobí korekcia do druhej etapy, teda vyberie sa iný svetelný zdroj alebo svietidlo.

V štvrtej etape sa rieši výpočet technicko-ekonomického ukazovateľa. Zhodnocujú sa vedľajšie účinky svetelnej techniky. [1]



Obrázok č.23: Diagram návrhu umelého osvetlenia

5.4 Výpočtové metódy osvetľovacej sústavy

Navrhovanie a projektovanie umelého osvetlenia vyžaduje mnoho výpočtov, pomocou ktorých sa určí celkový príkon do osvetľovacej sústavy a celkový počet svetelných zdrojov. Dôležité je overiť dodržiavanie parametrov potrebných na kvalitnú osvetľovaciu sústavu. Na výpočet základných svetelných veličín v krytých priestoroch používame dve metódy: Bodovú metódu a Tokovú metódu. Každá z týchto metód má svoje výhody a nevýhody, ktoré sa líšia v spôsobe použitia.

5.4.1 Bodová metóda

Môžeme ju použiť len pri priamom osvetlení alebo pri kontrole rovnomernosti osvetlenia. Základný princíp metódy je šírenie svetla z bodového zdroju. Umožňuje výpočet osvetlenosti v kontrolných miestach ľubovoľne natočených pracovných rovín. Pri výpočtoch neuvažuje vplyv odrazených svetelných tokov. Bodovú metódu môžeme popísať nasledujúcim vzťahom:

$$E = \frac{I_a \cos \theta}{r_1^2} \quad (5.1)$$

I - svietivosť zdroja smerom k vyžarovanému bodu (cd)

r_1 - vzdialenosť bodu od zdroja svetla (m)

θ - uhol dopadu svetla v danom bode (°)[4]

5.4.2 Toková metóda

Pomocou metódy počítame priemernú intenzitu osvetlenia, pri dostatočne rovnomernom rozložení svetelného toku na pracovnú plochu. Pri výpočte sa berú do úvahy svetelné toky dopadajúce na zrovnávaciu plochu priamo zo svietidiel, ale aj toky spôsobené odrazom od plôch. Priemerná intenzita osvetlenia sa určí podľa vzťahu:

$$E_p = \frac{\Phi \cdot \eta \cdot z}{S} \quad (5.2)$$

Φ - je svetelný tok všetkých svetelných zdrojov v miestnosti

η - účinnosť osvetlenia

z - udržovací činiteľ

S - plocha miestnosti[4]

5.5 Program návrhu a výpočtu umelého osvetlenia

Návrh umelého osvetlenia sa v dnešnej dobe čoraz častejšie vykonáva pomocou výpočtových softwarov. Dôvod používania softwaru je úspora času pri návrhu a nie je nutnosť orientácie vo výpočtoch. Softwar má databázy svetelných zdrojov a svietidiel a to priamo od výrobcov. Na výpočet umelého osvetlenia som použil program WILS 7.0 od firmy Astra MS software s.r.o.. Dôvodom výberu toho softwaru bola jednoduchá manipulácia, platnosť českých a slovenských noriem a bezplatná licencia.

Názorné ukážky práce vo WILSe sú v prílohe.

6 ZÁVER

Bakalárska práca sa venuje elektrickým rozvodom v administratívnej budove. Práca obsahuje niekoľko častí. V každej časti je podrobne popísaná problematika a vytvorený praktický návrh danej problematiky na projektovaný objekt.

V prvej časti práce sa rozoberá teoretická časť silových rozvodov. Rozoberajú sa inštalačné zóny v objektoch, sporné zóny v kúpeľniach. Spomenuté sú samostatné silové obvody v objektoch. Istenie silnoprúdových rozvodov práca nerieši, no aj tak je urobený návrh podružných rozvádzačov v jednotlivých poschodiach a hlavný rozvádzač. Hlavný rozvádzač pozostáva z prívodného poľa a polí odberných. Výkresová dokumentácia rozvádzačov sa nachádza v prílohe č.3.

Ďalšiu časť tvorí vonkajšia ochrana pred úderom blesku. Objektom je vysoká administratívna budova, preto problematike bleskozvodov sa práca venovala podrobne. Spomenuté sú základné časti bleskozvodu, metódy na navrhnutie bleskozvodu a zberacích tyčí. Objekt je zaradený do triedy LPS III. Zberacie tyče sú umiestnené na najvyššom mieste objektu a ich počet je 3. Počet zvodov sa určilo 9. Uzemňovacia sústava je typu B. Je tvorená obvodom zemničom s pásom FeZn 30x4mm. V chránenom objekte sú použité prvky pre vnútornú ochranu pred bleskom (uzemnenie a prepäťové ochrany).

Viac ako 90% života strávime v uzavretých miestnostiach, preto správny návrh umelého osvetlenia je dôležitý. V práci sú rozoberané fotometrické veličiny, metódy na návrh umelého osvetlenia a normy. Napriek tomu, že sú spomenuté metódy na návrh umelého osvetlenia, tak vlastný návrh pre objekt je urobený pomocou programu WILS.

Praktická časť bakalárskej práce pozostáva z výkresovej dokumentácie daného objektu. Objekt je tvorený tromi poschodiami a ku každému poschodiu je urobený silnoprúdový rozvod. Výkresovú dokumentáciu k objektu nájdete v prílohe č.3. Návrh rozvádzača je robený pomocou programu SICHR od firmy O EZ. Návrh rozvádzačov je v prílohe č.3. Pokračovaním práce bol návrh vonkajšej ochrany pred úderom blesku. Pôdorys bleskozvodu sa nachádza v prílohe č.2. Rozkreslená je zachytávacia sústava zvodov a uzemňovacia sústava. V prílohe č.1 sú návrhy umelého osvetlenia pre konkrétne miestnosti objektu, pretože každá miestnosť resp. poschodie má vlastné požiadavky na umelé osvetlenie. Pri návrhu sú rozpísané typy a počet kusov svietidiel a svetelného zdroja. Na záver práce je vypracovaná technická správa, ktorá je v prílohe č.4 a výkaz výmer v prílohe č.5.

7 POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Užití elektrické energie Světelné zdroje a osvětlování [online]. Brno, 2013 [cit. 2015-12-16].
Dostupné z: <https://moodle.vutbr.cz/mod/resource/view.php?id=50918>. Skriptum. VUT. Vedoucí práce Doc. Ing. Jiří Drápela, Ph.D.
2. Svetelný tok [online]. 2013, 17.10.2013 [cit. 2015-12-16].
Dostupné z: https://sk.wikipedia.org/wiki/Svetelný_tok
3. SOKANSKÝ, Karel, Tomáš NOVÁK, Marek BÁLSKÝ, Zdeněk BLÁHA, Zbyněk CARBOL, Daniel DIVIŠ, Blahoslav SOCHA, Jaroslav ŠNOBL, Ján ŠUMPICH, et al. Světelná technika. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04941-9.
4. KOUDELKA, Ctirád. SVĚTLO A OSVĚTLOVÁNÍ [online]. Ostrava, 2015 [cit. 2015-12-17].
Dostupné z:
<http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/prednasky/svetlo%20a%20osvetlovani.pdf>
. Elektrické skriptum. VŠB - TU Ostrava. Vedoucí práce Ing. Ctirád Koudelka.
5. BAREVNÁ TEPLOTA SVĚTLA [online]. 2015 [cit. 2015-12-17].
Dostupné z: <http://www.led-230v.cz/Nahrada-za-zarovku/Barevna-teplota-svetla/>
6. Bleskozvody [online]. [cit. 2015-12-21].
Dostupné z: <http://soseza.edupage.org/files/Blesky.pdf>
7. Ochrana před účinkami atmosférické elektriny [online]. [cit. 2015-12-21].
Dostupné z: <http://www.els.webzdarma.cz/atmel.html>
8. OCHRANA PŘED BLESKOM [online]. [cit. 2015-12-21].
Dostupné z: http://www.oze.stuba.sk/wp-content/themes/ObnovitelneZdrojeEnergie/elearning/EENERGETIKA/ELEN-2_4.htm
9. NÁVRH BLESKOZVODOV PODĽA NOVÝCH NORIEM [online]. Bratislava, 2010 [cit. 2015-12-23]. Diplomová práce. STU. Vedoucí práce Beáta Sotáková, Bc.
10. ČSN EN 62 305. Ochrana před bleskem. 2006.
11. VNITŘNÍ ELEKTRICKÉ ROZVODY [online]. Ostrava, 2003 [cit. 2015-12-23].
Dostupné z:
http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/prednasky/pred_ZEP/VNITRNI_ROZVODY.pdf. Elektronické skriptum. VŠB-TU Ostrava. Vedoucí práce Ing. Ctirád Koudelka.
12. Vyhotovenie elektrických inštalácií v objektoch budov [online]. Košice [cit. 2015-12-23].
Dostupné z: <http://people.tuke.sk/dusan.medved/Subory/16.pdf>. Elektronické skriptum. TUKE. Vedoucí práce Ing. Dušan Medved.
13. ČSN EN 60 529. Stupně ochrany krytem. 1993.
14. JANÍČEK, Pavel (ed.). Ako vybrať svietidlo do kúpeľne [online]. 2014 [cit. 2015-12-23].
Dostupné z: <http://www.svietidla.com/jak-vybrat-svitidlo-do-koupelny/text.html?id=14>

15. ČSN 33 200-7-701 ed.2. Prostory s vanou nebo sprchou. 2007
16. BERKA, Štěpán. Elektrotechnická schemata a zapojení 1. Praha: Technická literatura BEN, 2010. ISBN 978-80-7300-253-4
17. ČSN 33 2130. Vnitřní elektrické rozvody.
18. STN 12464. Svetlo a osvetlenie
19. KATEGORIE PŘEPĚTÍ[ONLINE].2015[CIT.2016-4-14].
Dostupné z:http://www.oez.cz/photo_full/obr-c-3-kategorie-prepeti?id_album=23

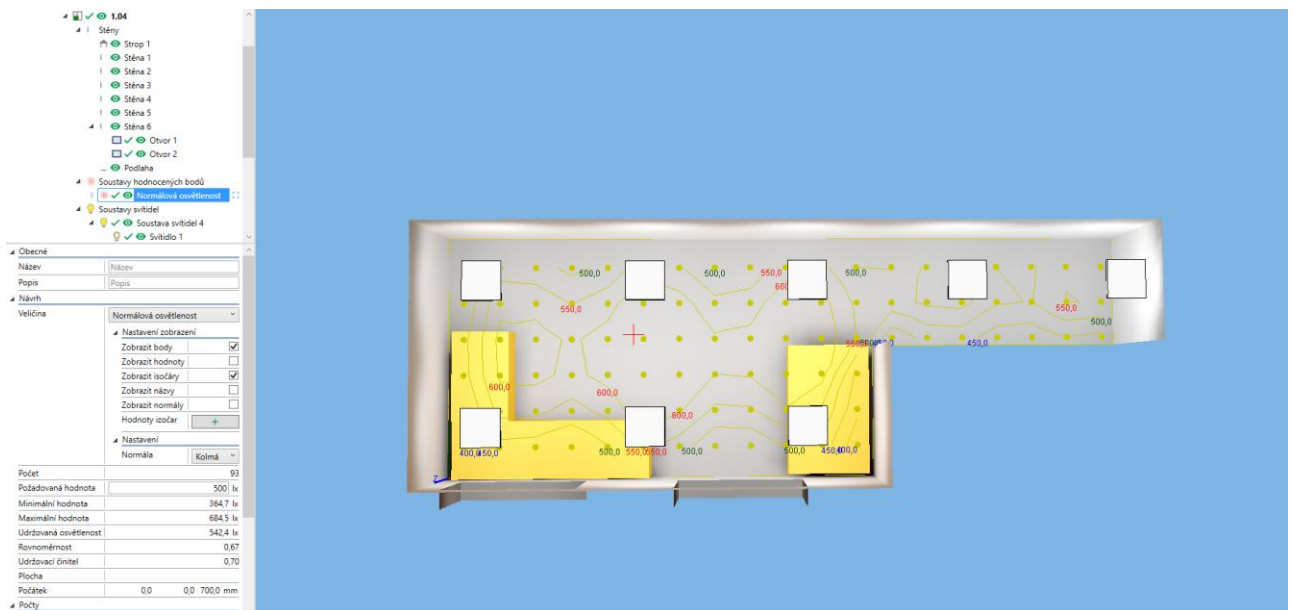
8 ZOZNAM PRÍLOH

1. Návrh umelého osvetlenia
2. Návrh ochrany pred bleskom a prepätím
3. Výkresová dokumentácia
4. Technická správa
5. Rozpočet

9 PRÍLOHY

9.1 Príloha 1

Umelé osvetlenie pomocou programu WILS



Obrázok č.24: Návrh umelého osvetlenia kancelárie 1.04

požadovaná intenzita osvetlenia $E_p=500 \text{ lx}$

priemerná intenzita osvetlenia $E_{pr}=542,4 \text{ lx}$

rovnomernosť osvetlenia $r=0,67$

svietidlá MODUS IS_AC4KO 1400 mA (8ks)

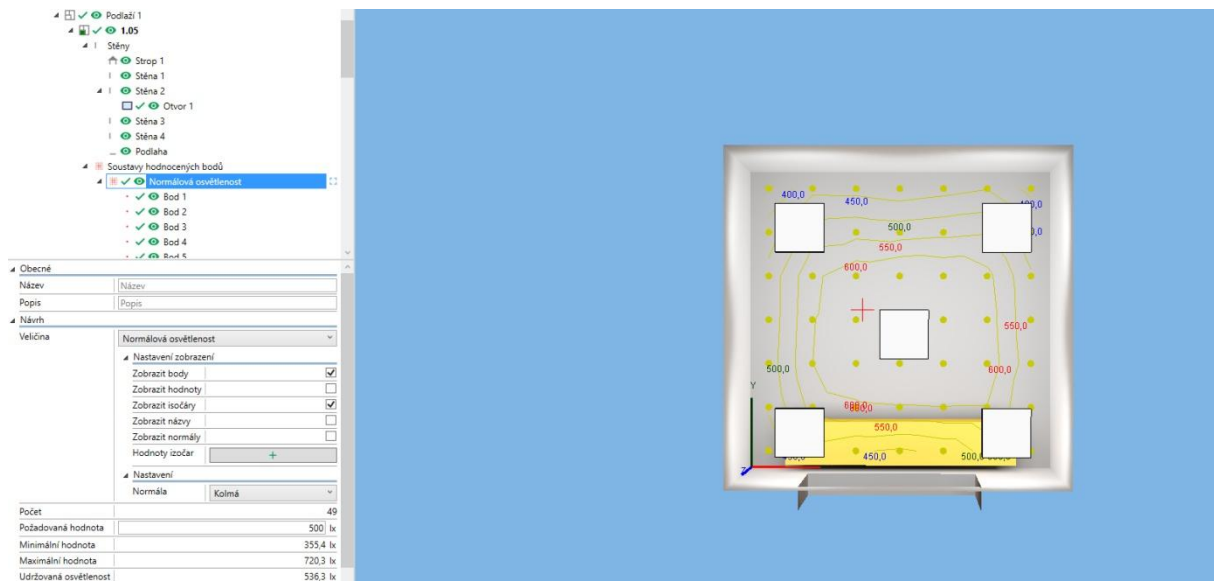
svetelný zdroj LED, 42W,4200lm (8ks)

teplota chromatičnosti $T_{ch}= 4000K$

index podania farieb $R_a 80$

oslňenie $UGR=14,8$

životnosť $t=50\ 000 \text{ h}$.



Obrázok č.25: Návrh umelého osvetlenia kancelárie 1.05 a 1.06

požadovaná intenzita osvetlenia $E_p=500 \text{ lx}$
 priemerná intenzita osvetlenia $E_{pr}=536,3 \text{ lx}$
 rovnomernosť osvetlenia $r=0,66$
 svietidlá MODUS IS_AC4KO 1400 mA (5ks)
 svetelný zdroj LED, 42W, 3200lm (5ks)
 teplota chromatičnosti $T_{ch}= 4000\text{K}$
 index podania farieb $R_a 80$
 oslnenie $UGR=14$
 životnosť $t=50\ 000 \text{ h}$.



Obrázok č.26: Návrh umelého osvetlenia kancelárie 1.07

požadovaná intenzita osvetlenia $E_p=500 \text{ lx}$

priemerná intenzita osvetlenia $E_{pr}=522,9 \text{ lx}$

rovnomernosť osvetlenia $r=0,62$

svietidlá MODUS IS_AC4KO 1400 mA (35ks)

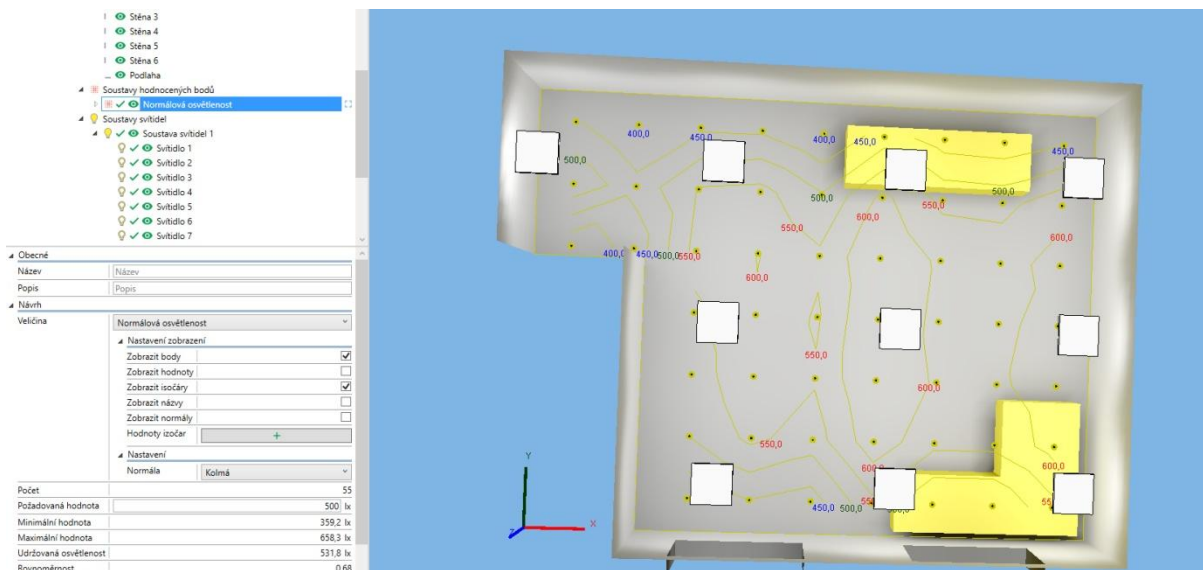
svetelný zdroj LED, 42W,3800lm (35ks)

teplota chromatičnosti $T_{ch}= 4000K$

index podania farieb $R_a 80$

oslnenie $UGR=13,3$

životnosť $t=50\ 000 \text{ h.}$



Obrázok č.27: Návrh umelého osvetlenia kancelárie 1.14

požadovaná intenzita osvetlenia $E_p=500 \text{ lx}$

priemerná intenzita osvetlenia $E_{pr}=531,8 \text{ lx}$

rovnomernosť osvetlenia $r=0,68$

svietidlá MODUS IS_AC4KO 1400 mA (10ks)

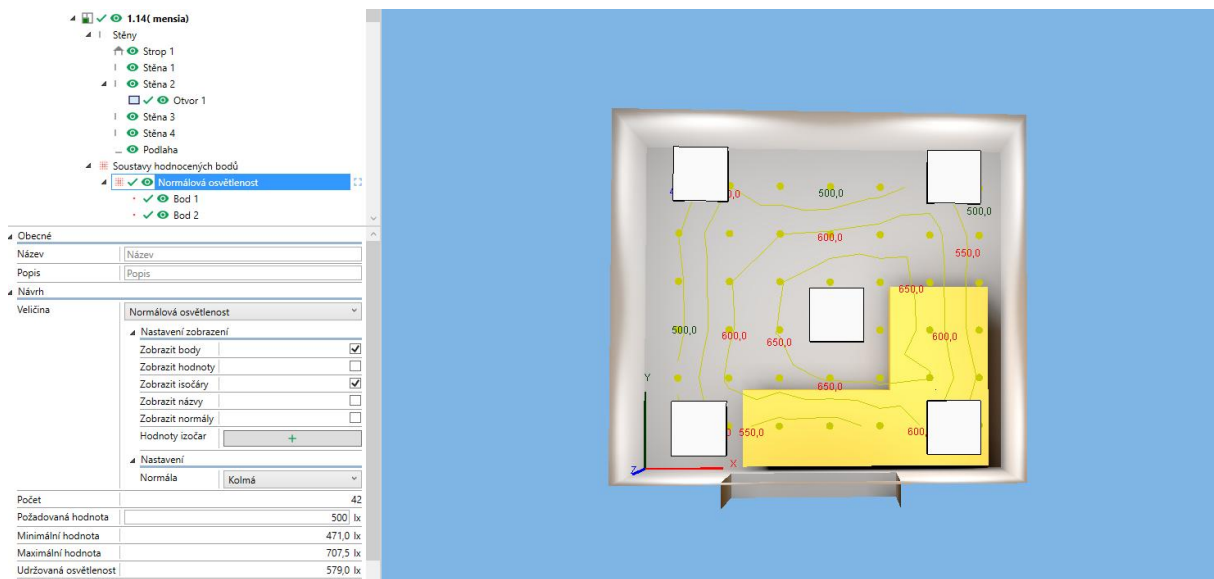
svetelný zdroj LED, 42W,4200lm (10ks)

teplota chromatičnosti $T_{ch}= 4000\text{K}$

index podania farieb $R_a 80$

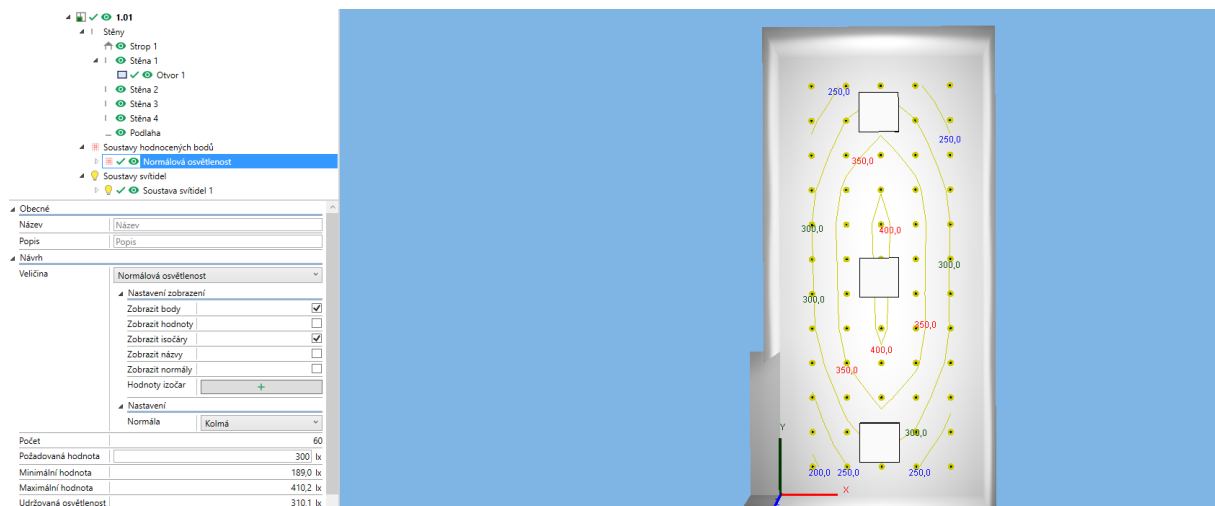
oslzenie $UGR=14,5$

životnosť $t=50\ 000 \text{ h}$.



Obrázok č.28: Návrh umelého osvetlenia kancelárie 1.14(menšia)

požadovaná intenzita osvetlenia $E_p=500 \text{ lx}$
 priemerná intenzita osvetlenia $E_{pr}=579,0 \text{ lx}$
 rovnomernosť osvetlenia $r=0,81$
 svietidlá MODUS IS_AC4KO 1400 mA (5ks)
 svetelný zdroj LED, 42W,3800lm (5ks)
 teplota chromatičnosti $T_{ch}= 4000K$
 index podania farieb $R_a 80$
 oslnenie $UGR=14,8$
 životnosť $t=50\ 000 \text{ h.}$



Obrázok č.29: Návrh umelého osvetlenia vstupnej miestnosti 1.01

požadovaná intenzita osvetlenia $E_p=300\text{lx}$

priemerná intenzita osvetlenia $E_{pr}=310,1\text{lx}$

rovnomernosť osvetlenia $r=0,61$

svietidlá MODUS IS_AC4KO 1400 mA (3ks)

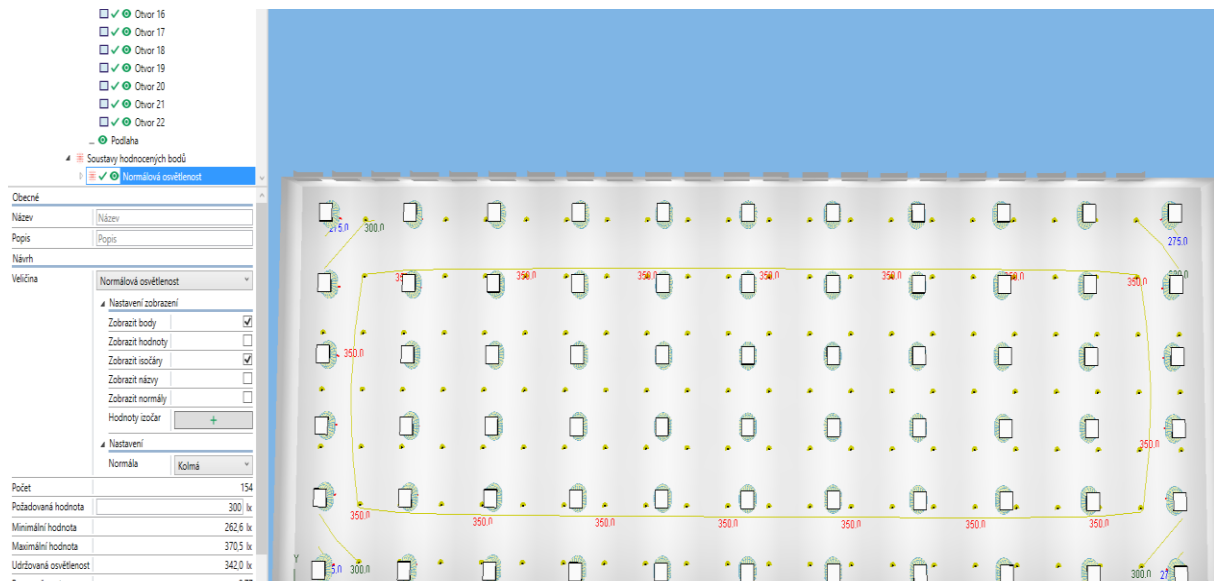
svetelný zdroj LED, 42W,4800lm (3ks)

teplota chromatičnosti $T_{ch}= 4000\text{K}$

index podania farieb $R_a 80$

oslňenie $UGR=18,1$

životnosť $t=50\ 000\ \text{h}$.



Obrázok č.30: Návrh umelého osvetlenia obchodu na II.poschodí

požadovaná intenzita osvetlenia $E_p=300 \text{ lx}$

priemerná intenzita osvetlenia $E_{pr}=342,0 \text{ lx}$

rovnomernosť osvetlenia $r=0,77$

svietidlá MODUS IS_AC4KO 1400 mA (66ks)

svetelný zdroj LED, 42W,4000lm (66ks)

teplota chromatičnosti $T_{ch}= 4000K$

index podania farieb $R_a 80$

oslzenie $UGR=18$

životnosť $t=50\ 000 \text{ h.}$

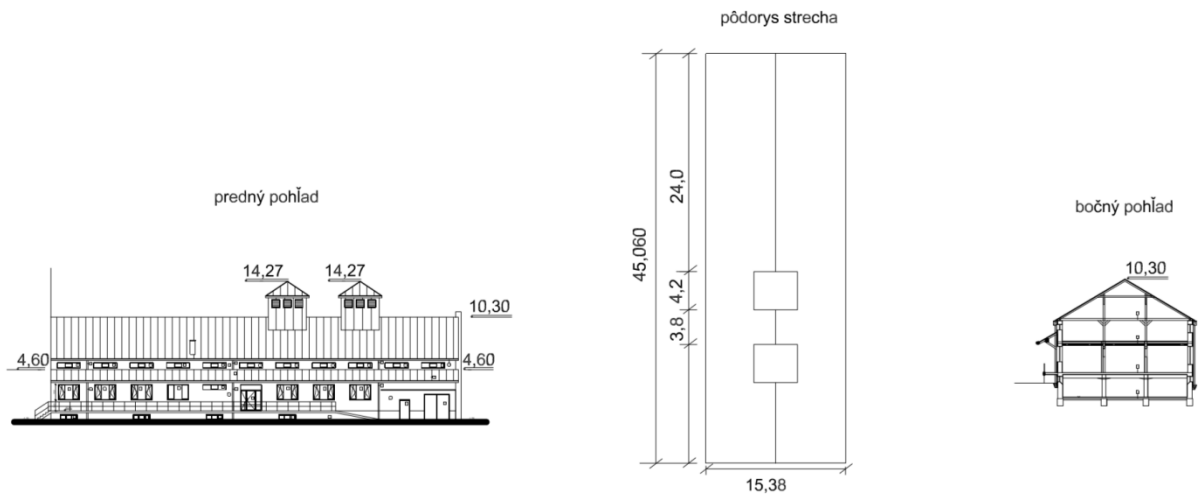


Obrázok č.31: Návrh umelého osvetlenia výrobnjej haly na 0.poschodí

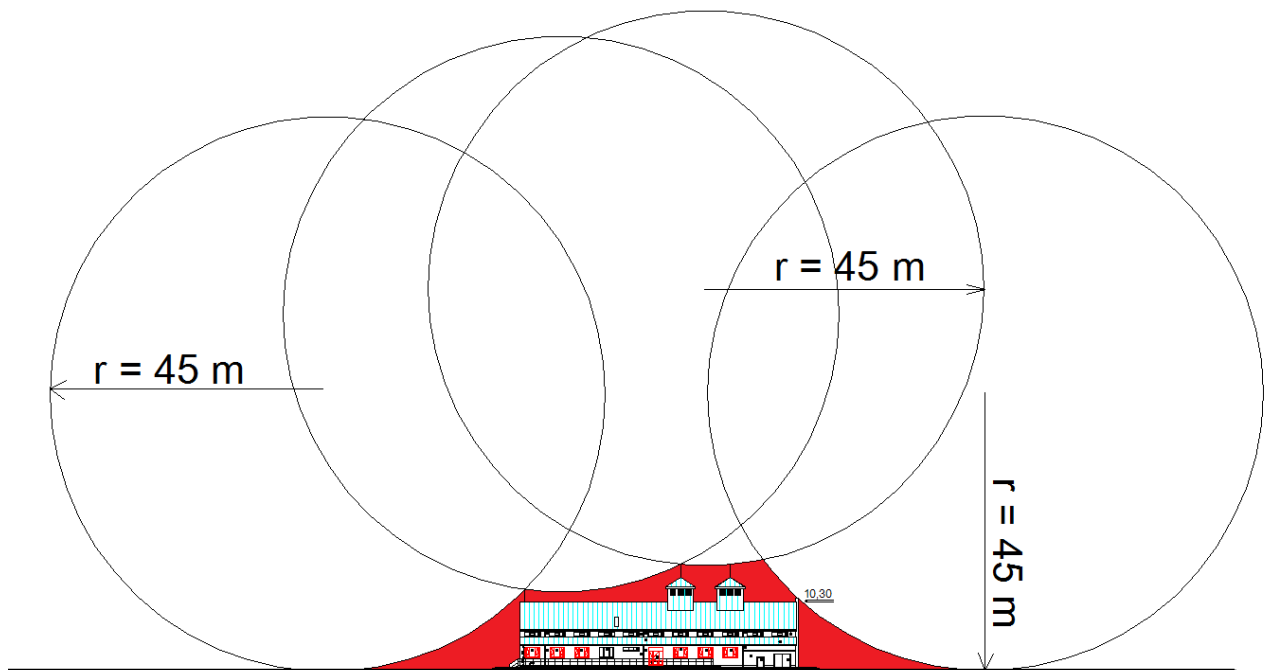
- požadovaná intenzita osvetlenia $E_p=300 \text{ lx}$*
- priemerná intenzita osvetlenia $E_{pr}=375,6 \text{ lx}$*
- rovnornosť osvetlenia $r=0,61$*
- svietidlá MODUS MEGAK2M(30ks)*
- svetelný zdroj LED, 108W,11500lm (30ks)*
- teplota chromatičnosti $T_{ch}= 5700\text{K}$*
- index podania farieb $R_a 80$*
- oslňenie $UGR=20,9$*
- životnosť $t=50\ 000 \text{ h.}$*

9.2 Príloha 2

Výpočet rizík a návrh bleskozvodu

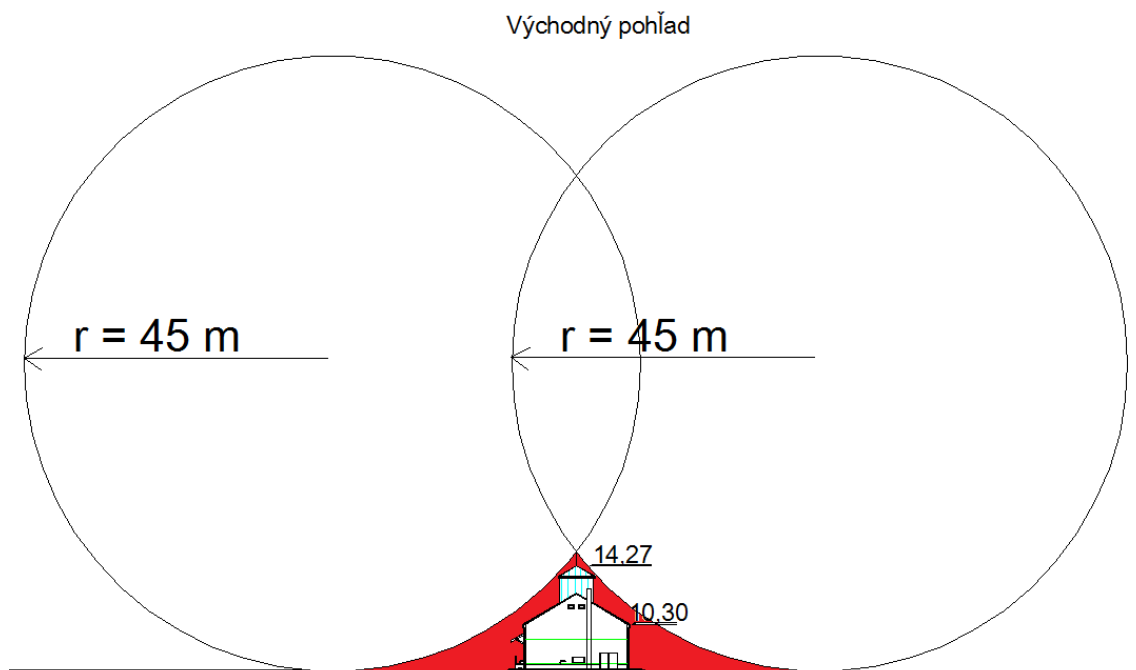


Obrázok č.32: Schéma strechy chráneného objektu pre návrh bleskozvodu



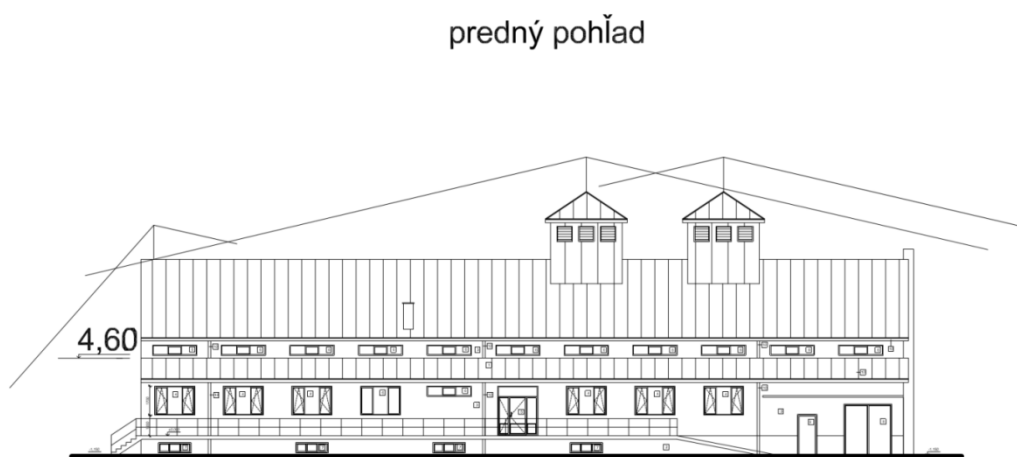
Obrázok č.33: Návrh bleskozvodu pomocou metódy valivej gule južný pohľad

Pozn. červená plocha je chránený priestor



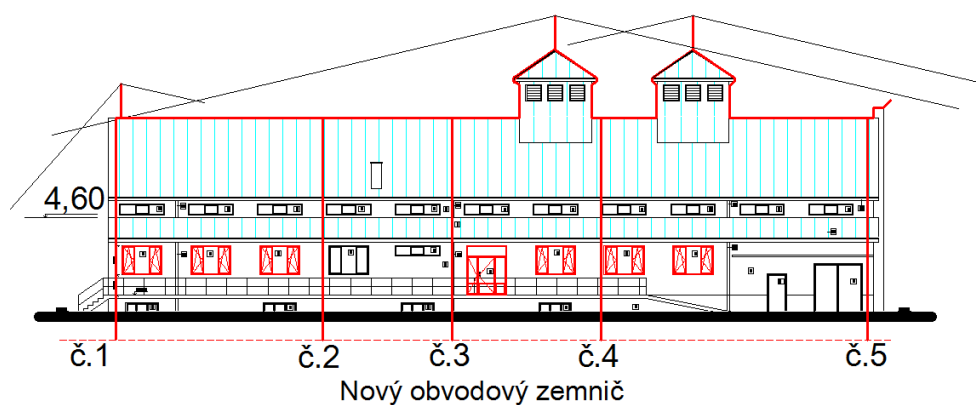
Obrázok č.34: Návrh bleskozvodu pomocou metódy valivej gule východný pohľad

Pozn. červená plocha je chránený priestor



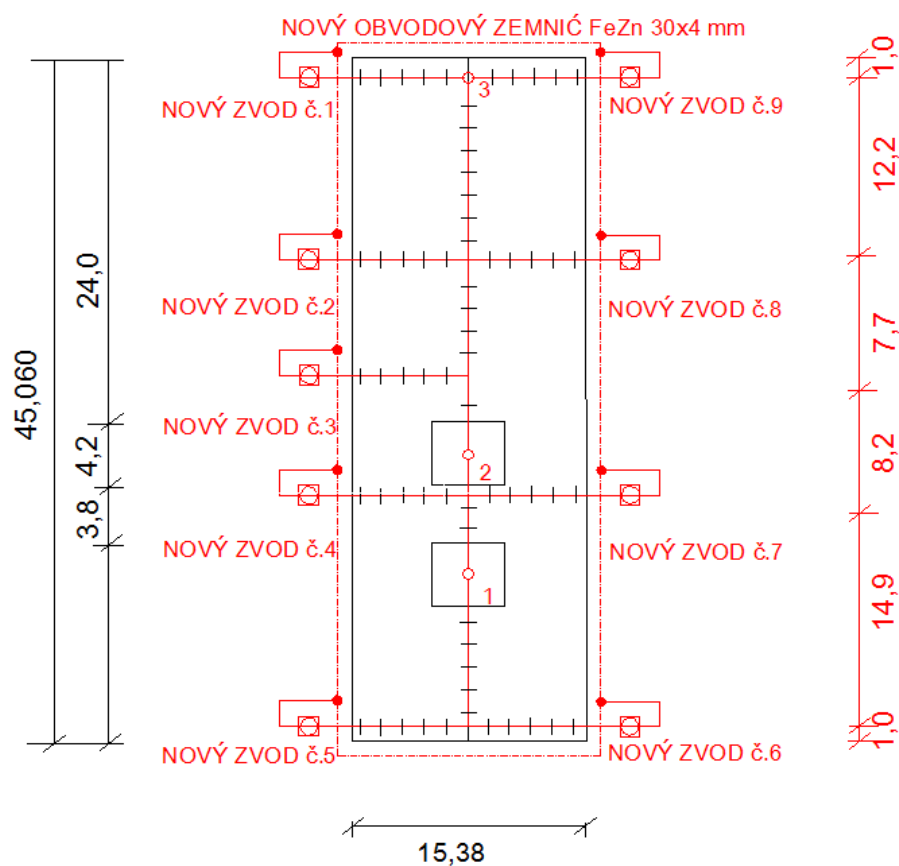
Obrázok č.35: Metóda ochranného uhla – určenie chráneného priestoru

predný pohľad (južný pohľad)



Obrázok č.36: Metóda ochranného uhla – určenie chráneného priestoru a zvodov na južnej strane budovy

pôdorys strecha



Obrázok č.37: Rozmiestnenie zberacej sústavy

Jednoduchý výpočet počtu zvodov:

Chránený objekt patrí do LPS triedy III. Vzďialenosť zvodov podľa normy STN EN 62 305 musí byť 15 m a menej. Celkový obvod objektu je 120,88 m.

$$A = \frac{O}{V_1} = \frac{120,88}{15} = 8,0587 \text{ zvodov} \quad (10.1)$$

O – obvod budovy,

V_1 – požadovaná vzdialenosť zvodov pre triedu LPS III,

A – počet zvodov.

V elektrotechnike sa počíta vždy najhorší možný prípad, ktorý môže vzniknúť, preto počet zvodov vyšlo 8,0587, ale odporučilo sa použiť na chránený objekt 9 zvodov.

Návrh bleskozvodu bol realizovaný pomocou metódy valivej gule, kde bol polomer $r = 45$ m (odpovedá triede LPS III) a pomocou ochranného uhla, kde uhol $\alpha_1 = 77^\circ$ a $\alpha_2 = 48^\circ$. Keďže polyfunkčný objekt nedosahuje výšku vyššiu ako 60 m, tak úder blesku na bočnú stranu objektu je zanedbateľná.

LPS na streche chráneného objektu bude tvorený hrebeňovou zberacou sústavou, doplnený tyčovou zberacou sústavou. Použijú sa 3 zberacie tyče (Fe/Zn 2 m). Zachytávací sústavou bude spojená so sústavou zvodov. Počet zvodov bude 9. Zachytávací sústavou sa prepojí s uzemňovacou sústavou typu B pomocou sústavy zvodov a prepoj bude cez skúšobné svorky, ktoré budú značené číslami. Uzemňovacia sústavou bude tvorená pásovinou (Fe/Zn 30x4 mm) v hĺbke minimálne 0,5m a vo vzdialenosti od vonkajších stien aspoň 1m.

Výpočet rizika (program prozik od firmy OEZ) Podľa normy STN EN 62 305-2

Analyzovaná stavba pre výpočet rizika - priemyselná budova

Zberná plocha bola vypočítaná z rozmerov stavby:

dĺžka $L = 45.06$ m

šírka $W = 15.38$ m

výška $H = 14.27$ m

$A_D = 11\,625.48 \text{ m}^2$ (pre zásahy do stavby)

$A_M = 845\,838.16 \text{ m}^2$ (pre zásahy v blízkosti stavby)

Stavba je chránená pomocou LPS III

SPD pre ekvipotenciálne pospájanie: LPL III-IV

Hustota zásahov blesku do zeme je stanovená na 3.41 na km^2 za rok.

Stavba je situovaná ako: objekt obklopený objektmi rovnakej výšky alebo nižšími.

V okolí stavby sa nenachádzajú žiadne susedné stavby zvyšujúce riziká škôd.

Inžinierske siete:

Vedenie 1

Sekcia 1

Typ vonkajšieho vedenia: Tienené podzemné vedenie (silové alebo telekomunikačné) 1 - 5 Ohm/km

dĺžka sekcie vedenia..... 1 000 m

Spojenie na vstupe: nie je definované

Zberná plocha pre pripojenú sieť (Sekcia 1) siete

$A_L = 40\,000\text{ m}^2$ (zásahy zasahujúce sieť)

$A_I = 4\,000\,000\text{ m}^2$ (zásahy do zeme v blízkosti siete)

Činiteľ inštalácie vedenia: vzdušné

Činiteľ prostredia prevedenie: mestské

Činiteľ typu vedenia: Silové NN, dátové vedenia

K vedeniu je pripojené zariadenie:

Zariadenie 1

Impulzné výdržné napätie chráneného systému $U_w = 2.5\text{ kV}$

Použitie vnútorné vedenie:

- netienený kábel

- žiadne opatrenie na trase, na zabránenie vzniku veľkých slučiek (plocha slučky do

50 m²)

Použitá koordinovaná ochrana kategórie LPL III.

Vnútorné systémy vyhovujú odolnosťou a úrovňou výdržných napätí príslušným výrobným normám.

Koordinovaná ochrana spĺňajúca IEC 62305-4 bola použitá.

Na ekvipotenciálne pospájanie boli použité SPD podľa IEC 62305-3

Použitá koordinovaná ochrana:

- Hlavný rozvádzač (1x)
SJBC-25E-3N-MZS
- Podružný rozvádzač (2x)
SVC-350-4-MZS
- Zásuvky (57x)
SVD-335-1N-AS

Zóny:

Zóna 1

Zóna sa nachádza vo vnútri stavby a nemá žiadnu nadradenú zónu.

V zóne sú umiestnené zariadenia:

Zariadenie 1

Vnútorné systémy

- Mrežová sústava pospájania je použitá.

- Nie je použité súvislé kovové tienenie.

Typ povrchu pôdy alebo podlahy: štrk, mozaika, koberec.

Riziko požiaru: požiar - nízke

Opatrenia na zníženie následkov požiaru

- jedno z: hasiace prístroje, pevné ručne ovládané hasiace inštalácie, manuálne poplachové inštalácie, hydranty, proti požiarne priehradky, chránené únikové cesty

Nízka úroveň paniky.

Použitá ochranná opatrenia - krokové a dotykové napätia - údery do stavby:

- účinné ekvipotenciálne prepojenie v pôde

Žiadne ochranné opatrenia proti dotykovým a krokovým napätiam neboli použité.

Strata ľudského života (L1)

- Úraz zásahom elektrickým prúdom (D1) $L_T = 0.01$
- Hmotná škoda (D2) $L_F = 0.02$
- Porucha elektrických a elektronických systémov (D3) $L_O = 0$

Strata služby pre verejnosť (L2)

- Hmotná škoda (D2) $L_F = 0.1$
- Porucha elektrických a elektronických systémov (D3) $L_O = 0.01$

Strata kultúrneho dedičstva (L3)

- Hmotná škoda (D2) $L_F = 0.1$

Strata ekonomickej hodnoty (L4)

- Úraz zásahom elektrickým prúdom (D1) $L_T = 0.01$
- Hmotná škoda (D2) $L_F = 0.5$
- Porucha elektrických a elektronických systémov (D3) $L_O = 0.01$

Tabuľka č.11: Zložky rizika s použitým ochrany pred úderom blesku (hodnoty 10^{-5})

	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	Celkové riziko	Prípustné riziko
R1	0	0,004	0	0	0,0001	0,0014	0	0	0,0054	1
R2	--	0,0099	0,9911	23,075	--	0,0034	0,682	20,46	45,2209	100
R3	--	0,0099	--	--	--	0,0034	--	--	0,013	100
R4	0	0,0496	0,9911	23,075	0,0001	0,0171	0,682	20,46	45,2742	100

Všetky vypočítané riziká sú nižšie ako nastavené prípustné hodnoty. Stavba je dostatočne chránená proti prepätiu spôsobeného zásahom blesku.

Tabuľka č.12: Zložky rizika bez použitia ochrany pred úderom blesku (hodnoty 10^{-5})

	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ	Celkové riziko	Prípustné riziko
R1	0	0,0396	0	0	0,0001	0,0014	0	0	0,0411	1
R2	--	0,0991	19,821	461,49	--	0,0034	13,64	409,2	904,2533	100
R3	--	0,0991	--	--	--	0,0034	--	--	0,1025	100
R4	0	0,4955	19,821	461,49	0,0001	0,0171	13,64	409,2	904,6634	100

Minimálne jedno z predmetných rizík prevyšuje nastavené prípustné hodnoty. Je nevyhnutné uskutočniť opatrenia na jeho zníženie.

Legenda:

R_A - úraz živých bytostí z dôvodu zásahu do stavby

R_B - hmotná škoda na stavbe z dôvodu zásahu do stavby

R_C - porucha vnútorných systémov z dôvodu zásahu do stavby

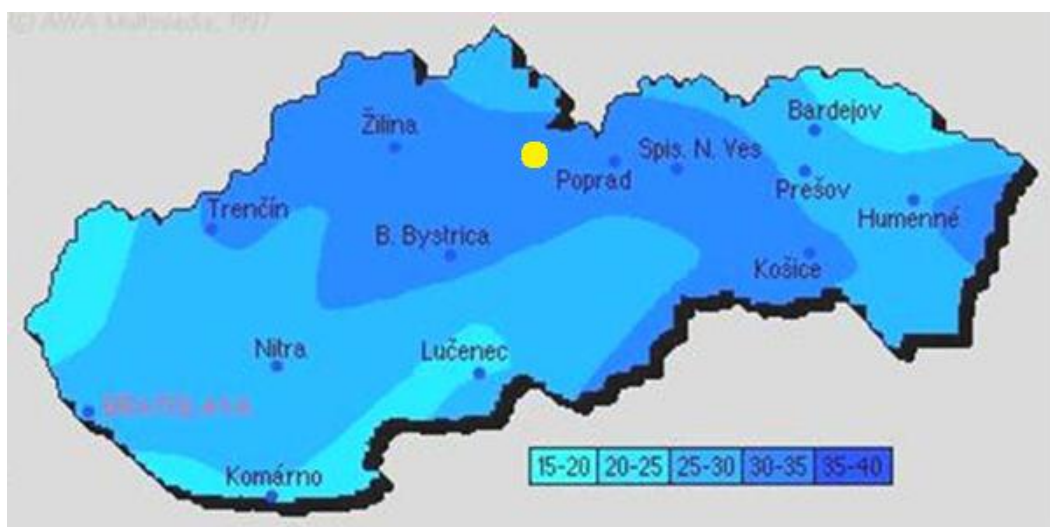
R_M - porucha vnútorných systémov z dôvodu zásahu v blízkosti stavby

R_U - úraz živých bytostí z dôvodu úderu do pripojenej inžinierskej siete

R_V - hmotná škoda na stavbe z dôvodu zásahu do pripojenej inžinierskej siete

R_W - porucha vnútorných systémov z dôvodu zásahu do pripojenej inžinierskej siete

R_Z - porucha vnútorných systémov z dôvodu zásahu v blízkosti pripojenej inžinierskej siete



Obrázok č.38: Izokeraulická mapa Slovenska (udáva počet búrkových dní v roku).

Pozn. žltou je označená poloha chráneného objektu