



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky**

Projekt elektroinstalace v řadovém domku

Project of electrical installation in a terraced house

Bakalářská práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Aplikovaná elektrotechnika

Vedoucí práce: Ing. Stanislav Bouček

Jitka Mánková

Praha 2014

zadání

—

—

—

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 20. 5. 2014

Podpis:

Děkuji Ing. Stanislavu Boučkovi, vedoucímu bakalářské práce, za odborné konzultace a cenné rady při tvorbě této práce. Také děkuji svému otci za podporu a trpělivost.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem elektroinstalace řadového domku. Je vypracována formou projektové dokumentace rozšířená o teorii. Práce obsahuje návrh půdorysu řadového domku, řešení vnitřní elektroinstalace, návrh přípojkové skříně a bytových rozvodnic a také návrh ochrany před bleskem. Poslední částí projektu je ekonomické zhodnocení.

ABSTRACT

This bachelor thesis describes the design of electrical installation in a terraced house. It is prepared in the form of project documentation expanded the theory. The work includes a design of a terraced house, dealing with internal wiring, design connection boxes and interconnecting board and a design of lighting protection. The last part of the project is economic evaluation.

Obsah	
Abstrakt	5
Abstract.....	6
Použité zkratky	10
Úvod	11
A Průvodní Zpráva	12
A.1 Identifikační údaje stavby	12
A.2 Údaje o území	12
A.3 Údaje o stavbě.....	12
a) Charakteristika a účel užívání stavby	12
b) Informace o dodržení obecných požadavků na výstavbu.....	12
c) Navrhované kapacity stavby.....	12
d) Základní předpoklady výstavby	12
B Souhrnná technická zpráva	13
B.1 Popis území stavby	13
a) Charakteristika stavebního pozemku.....	13
b) Požadavky na demolice a kácení dřevin	13
B.2 Celkový popis stavby.....	13
a) Požárně bezpečnostní řešení	13
B.3 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jejich ochrana	13
B.4 Požadavek na vypracování plánu BOZP.....	13
C Situační výkresy.....	14
C.1 Celková situace stavby.....	14
D Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení.....	15
D.1.1 Identifikační údaje stavby	15
D.1.2 Technické údaje	15

a) Projekt řeší:.....	15
b) Projekt neřeší:	15
c) Proudové a napěťové soustavy	15
d) Stupeň dodávky elektrické energie	15
e) Měření spotřeby elektrické energie.....	16
f) Ochrana před úrazem elektrickým proudem.....	16
g) Energetická bilance	16
D.1.3 Popis technického a funkčního řešení	17
a) Dodávka elektrické energie, měření odběru	17
b) Popis, umístění a funkce rozvaděčů	18
c) Provedení silnoproudých rozvodů	18
d) Ostatní jednofázové obvody.....	20
e) Trojfázové obvody	20
f) Koupelny	21
g) Vnitřní uzemnění objektu, ochranné pospojování.....	22
h) Ochrana proti přepětí	22
i) Hromosvod a uzemnění objektu.....	25
j) Všeobecné podmínky	28
Závěr.....	29
Seznam použitých zdrojů	30
a) Literatura	30
b) Internet	30
c) Normy	31
Seznam tabulek	31
Seznam obrázků.....	32

POUŽITÉ ZKRATKY

PS - přípojková skříň

HDS - hlavní domovní skříň

LPL - hladina ochrany před bleskem

LPS - systém ochrany před bleskem

LPZ - zóna ochrany před bleskem

HDO - hromadné dálkové ovládání

IP 44 - krytí proti vniknutí pevných cizích těles o průměru 1 mm a větších, před dotykem drátem a před stříkající vodou

CYKY O - plný měděný kabel s PVC izolací a pláštěm

CYKY J- plný měděný kabel s PVC izolací a pláštěm, s ochranným vodičem

nn- nízké napětí

TN-C-S - střední a ochranný vodič je v části sítě sloučen do jednoho vodiče PEN

TN-C - střední a ochranný vodič je sloučen do jednoho vodiče PEN

IT - izolace všech živých částí od země nebo spojení jednoho pólu se zemí přes velkou impedanci se zemí

ÚVOD

Návrh je proveden dle platných norem ČSN, ČSN EN a podnikových norem společnosti PREdistribuce a.s. V práci jsou použity i některé výpočtové programy, což přispívá ke správnosti návrhu.

Projekt jsem zpracovala podle vyhlášky 499/2006 Sb. jako dokumentaci pro provádění stavby. Obsahuje průvodní zprávu, která shrnuje základní údaje o stavbě. Dále obsahuje souhrnnou technickou zprávu. V části „Situační výkresy“ je z výkresu celkové situace patrné umístění přípojkové skříně a vedení kabelů do hlavních domovních skříní. Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení zahrnuje základní technické údaje jako proudové a napěťové soustavy a energetickou bilanci. Část „Popis technického a funkčního řešení“ se týká dodávky a měření odběru elektrické energie, popisu rozvaděčů, provedení obvodů vnitřní elektroinstalace a návrhu hromosvodu, uzemnění a přepětových ochran. Součástí jsou výkresy elektroinstalace obou pater domu, schémata rozvaděčů, výkres hromosvodu a uzemnění a celková situace.

A PRŮVODNÍ ZPRÁVA

A.1 Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Elektroinstalace v řadovém domku
Místo stavby:	lokalita na okraji Prahy
Zpracovatel dokumentace:	Jitka Máňková
Stupeň dokumentace:	realizační dokumentace
Datum zpracování:	5/2014

A.2 Údaje o území

Dům bude postaven v prostoru výstavby nových řadových domků.

A.3 Údaje o stavbě

a) charakteristika a účel užívání stavby

Jedná se o novostavbu rohového řadového dvoupodlažního domku 10,9 x 15,9 x 9 se sedlovou střechou. V prvním patře se bude nacházet byt 5+kk. V přízemí bude dvojgaráž a 2 místnosti patřící k bytu, zbylý prostor bude určen k pronájmu (kadeřnictví, kosmetický salon, apod.). Půda nebude využita jako obytný prostor. Řadový domek je trvalou stavbou.

b) Informace o dodržení obecných požadavků na výstavbu

Projektová dokumentace splňuje obecné požadavky na výstavbu stanovené prováděcími právními předpisy.

c) Navrhované kapacity stavby

Obytný prostor je navržen pro čtyřčlennou rodinu. Odhadovaný počet pracovníků v pronajímaném prostoru je pět osob.

d) Základní předpoklady výstavby

Stavba bude zahájena v květnu 2014 a bude dokončena v květnu 2015.

B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

B.1 Popis území stavby

a) Charakteristika stavebního pozemku

Dům bude postaven v prostoru výstavby nových řadových domků.

b) Požadavky na demolice a kácení dřevin

Stavba nevyžaduje demolice ani kácení dřevin.

B.2 Celkový popis stavby

Jedná se o elektroinstalaci v řadovém domku, která je navržena v souladu s platnými předpisy.

a) Požárně bezpečnostní řešení

Bytová i pronajímaná část bude vybavena hasicím přístrojem.

B.3 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jejich ochrana

Navržená novostavba nebude mít žádný trvalý nepříznivý vliv na životní prostředí.

Při provádění stavby nesmí být nadměrně narušeno životní prostředí. Pro ochranu prostředí před negativními vlivy realizace stavby je nutno dodržet následující podmínku: při stavební činnosti nesmí být překročeny limity stanovené v nařízení vlády č 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Odpady vzniklé v průběhu výstavby budou ekologicky likvidovány.

B.4 Požadavek na vypracování plánu BOZP

Plán BOZP bude vypracován odbornou firmou.

C SITUAČNÍ VÝKRESY

C.1 Celková situace stavby

viz Příloha č. 10

D DOKUMENTACE OBJEKTŮ A TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ

D.1.1 Identifikační údaje stavby

Název stavby: Elektroinstalace v řadovém domku

Místo stavby: lokalita na okraji Prahy

Zpracovatel dokumentace: Jitka Mánková

Stupeň dokumentace: realizační dokumentace

Datum zpracování: 5/2014

D.1.2 Technické údaje

a) Projekt řeší:

Součástí projektu je návrh půdorysu řadového domku, návrh elektroinstalace, návrh přípojkové skříně a hlavní domovní skříně včetně kontroly kabelů na zkratové proudy a také návrh ochrany před bleskem. Poslední částí projektu je ekonomické zhodnocení.

b) Projekt neřeší:

Projekt neřeší distribuční síť.

c) Proudové a napěťové soustavy

zařízení NN

3PEN, 3x230/400V, 50Hz, TN-C

3NPE, 3x230/400V, 50Hz, TN-S

d) Stupeň dodávky elektrické energie

Stupeň důležitosti dodávky dle ČSN 34 1610 je číslo 3. Tomuto stupni odpovídají odběratelé, kteří nemají zajištěnou dodávku elektrické energie žádnými zvláštními opatřeními.

e) Měření spotřeby elektrické energie

Měření elektrické energie bude provedeno dvěma elektroměry umístěnými v elektroměrových rozvaděčích v pilíři plotu před domem.

f) Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2:

- automatickým odpojením od zdroje
- ochranným pospojováním
- doplňková: proudovým chráničem

g) Energetická bilance

Tab. 1 Soupis předpokládaných spotřebičů

Bytové prostory				
Název	Počet fází	U_n (V)	P (kW)	pozn.
svítidla	1	230		osazena majitelem
el. kotel	3	400	12	přerušovaný provoz ovládaný termostatem a HDO
bojler	1	230	2	ovládané HDO v době nočního proudu
myčka	1	230	2,2	
pračka	1	230	2,2	
sušička	1	230	1,5	
sporák	3	400	8	
Pronajímané prostory				
svítidla	1	230		osazena majitelem
el. kotel	3	400	12	přerušovaný provoz ovládaný termostatem a HDO
bojler	1	230	2	ovládané HDO v době nočního proudu

Instalovaný výkon P_i jsem zjistila sečtením jmenovitých činných výkonů všech stejných zařízení - zvlášť pro bytové prostory a zvlášť pro provozovnu. Soudobý příkon P_s je součinem P_i a činitele náročnosti β . Činitel náročnosti β je určen na základě doporučených hodnot odpovídajících normě.

Dle normy lze spočítat jako:

$$\beta = \frac{k_s k_z}{\eta_r \eta_z}$$

k_s ...činitel soudobosti

k_z ...činitel využití

η_r ...účinnost rozvodu

η_z ...účinnost zařízení

Z těchto výpočtů vychází návrh velikosti hlavních jističů.

Tab. 2 Velikost instalovaného výkonu P_i a soudobého příkonu P_s

	bytové prostory	provozovna
P_i (kW)	42,6	17,6
P_s (kW)	25,6	12.32
β (-)	0,6	0,7

Kontrola zkratových proudů přívodního kabelu z elektroměrových rozvaděčů do bytových rozvodnic byla provedena pomocí volně dostupného programu SICHR (verze 14.00) od firmy OEZ. Tento program se používá k řešení paprskových sítí TN-C-S, TN-C a IT sítí ve standardních hladinách napětí nn. V programu bylo nejprve navrženo schéma obvodu. Přístroje byly vybírány z databáze prvků programu. Program kontroloval, zda zadané parametry přístrojů vyhovují z hlediska selektivity, zkratových proudů a impedančních smyček. Výstupem jsou schémata obvodů, výpočty parametrů (selektivita jištění, impedanční smyčky, vypínací charakteristiky) a grafické zpracování.

D.1.3 Popis technického a funkčního řešení

a) Dodávka elektrické energie, měření odběru

Pro napojení řadového domku na distribuční síť nn bude použita dvojitá přípojková skříň SS 201, která bude umístěna v pilíři v plotu před domem, čímž bude splněn požadavek PREdistribuce a.s., volného přístupu ke skříni. Skříň bude umístěna tak, aby její spodní hrana byla ve výšce 60 cm nad úrovní terénu. Dodání skříně a její připojení na distribuční síť zajistí PREdistribuce a.s. Nad PS budou umístěny dva elektroměrové rozvaděče ER_1 a ER_2. Rozvaděč ER_1 patří k bytové části a rozvaděč

ER_2 je určen pro pronajímané prostory. Z elektroměrového rozvaděče ER_1 bude kabelem CYKY – J 4x10 připojena bytová rozvodnice R_1 a z elektroměrového rozvaděče ER_2 rozvodnice R_2. Přípojková skříň bude majetkem PRE distribuce a. s., zatímco elektroměrové rozvaděče budou ve vlastnictví odběratelů. Přípojková skříň bude osazena výkonovými pojistkami - pro byt 63 A a pro provozovnu 40 A.

b) Popis, umístění a funkce rozvaděčů

Elektroměrové rozvaděče ER_1 a ER_2 budou typové, dle požadavků PRE distribuce a.s., s hlavním jističem, jedním fakturačním měřením pro dvojtarif a s HDO. Hlavní jistič pro byt je třífázový 40 A char. B. Hlavní jistič pro provozovnu je třífázový 25 A, char. B. Bytová rozvodnice R_1 bude plastová, umístěna ve zděném výklenku v místnosti 1.07. Bytová rozvodnice R_2 bude plastová, umístěná pod omítkou v místnosti 1.01. V obou rozvodnicích bude vodič PEN rozdělen na střední vodič N a ochranný vodič PE.

c) Provedení silnoprůdých rozvodů

Světelné obvody

Světelné obvody budou jistěny 10 A jističi, nebudou připojeny přes proudový chránič kromě světelného obvodu č. 5 v koupelně (2.03). Budou použity vypínače v plastovém provedení kolébkového typu.

Spínače řazení 1 (vypínače)

Přívod do instalační krabice bude proveden kabelem CYKY - J 3x1,5. Z instalační krabice povede ovládací vedení do vypínače kabelem CYKY - O 3x 1,5 a přívod ke svítidlu bude proveden kabelem CYKY - J 3x1,5.

Spínače řazení 5 (sériové spínače)

Toto svítidlo má dvě samostatně ovládané části. Jeho napájecí vedení do instalační krabice bude provedeno kabelem CYKY - J 3 x1,5. Z instalační krabice je ovládací spínač připojen kabelem CYKY - O 3 x 1,5 a přívod ke svítidlu je proveden kabelem CYKY - J 5 x 1,5.

Spínače řazení 6, (střídavé spínače)

Tyto spínače umožňují ovládání svítidla ze dvou míst. Přívodní vedení do první instalační krabice se provede kabelem CYKY - J 3x1,5. K propojení první a druhé instalační krabice bude použit kabel CYKY - J 5x1,5. Vedení bude z instalačních krabic odbočeno do spínače vodičem CYKY - O 3x 1,5 a přívod ke svítidlu bude proveden kabelem CYKY - J 3x 1,5.

Spínače řazení 6+6 (dvojité střídavé spínače)

Tyto spínače umožňují ovládání svítidla ze dvou míst pro každé svítidlo zvlášť. Napájecí vedení do první instalační krabice se provede kabelem CYKY - J 3x1,5. Z instalační krabice do vypínače povede kabel CYKY - O 2x1,5. K propojení obou krabic bude použit kabel CYKY - O 5x1,5. Vypínač a druhá instalační krabice budou propojeny kabelem CYKY - O 3x1,5. Každé svítidlo bude připojeno zvlášť a to kabelem CYKY - J 3x1,5.

Většina těchto spínačů bude umístěna u vchodových dveří do místností na straně kliky ve výšce 1,2 - 1,5 m nad podlahou.

Svítidla nebudou osazována, ale budou pro ně vytvořeny vývody ze stropu nebo stěn zakončené lustrovými svorkami.

Pro venkovní osvětlení a osvětlení garáže musí být použita svítidla s krytím minimálně IP 44.

Nad vchodem do zahrady bude instalováno pohybové čidlo. Takto spínané svítidlo nebude ovládáno ručně spínačem.

Odtahové ventilátory s doběhem budou napájeny ze světelného okruhu, samostatně spínané rovněž. Digestoř bude napájena ze světelného okruhu.

Zásuvkové obvody

Na jeden zásuvkový obvod může být připojeno nanejvýš 10 zásuvkových vývodů. V projektu je na jeden obvod připojeno maximálně 8 zásuvkových vývodů. Počet zásuvek v místnosti je dán využitím místností.

Tab. 3 Doporučený počet zásuvkových vývodů v obytných místnostech

Název místnosti	Počet vývodů
Ložnice	2
Obývací pokoj	3
Samostatná kuchyň	3
Kuchyňský kout	2
Koupelna	1
Předsíň	1

Zásuvky budou jištěny 16 A. Jednofázové zásuvky budou připojeny kabelem CYKY - J 3x2,5. Trojfázová zásuvka bude připojena kabelem CYKY - J 5x2,5. Kabe-ly budou vedeny pod omítkou. Všechny zásuvky budou připojeny přes proudový chránič s reziduálním proudem 30 mA. Kromě zásuvek v koupelně a zásuvky pro myčku v kuchyni budou všechny jednofázové zásuvky dvojité. Pro pračku, myčku a sušičku budou instalovány samostatně jištěné 1f. zásuvky.

d) Ostatní jednofázové obvody

Tyto obvody budou připojeny jako samostatně jištěné paprskové obvody. Patří sem vývod pro elektrickou patronu topného žebříku, který je jištěn 16 A a připojen přes proudový chránič spolu s dalšími obvody kabelem CYKY - J 3x2,5. Jednofázovým vývodem budou také připojeny bojler pro ohřev vody. Ty budou spínány pomocí stykače, ovládaného HDO z elektroměrového rozvaděče v nízkém tarifu. Bojler v kuchyni bude připojen do zásuvkového okruhu č. 5. Pro pohon otevírání garážových vrat je navržen vývod ve zdi garáže.

e) Trojfázové obvody

Trojfázové obvody se provádí jako samostatná paprsková vedení pro napájení trojfázových spotřebičů.

Sporák bude připojen přes „sporákovou kombinaci“. Sporáková kombinace je trojfázový vypínač s doutnavkou, která signalizuje zapnutý stav. Spotřebič se připojuje na svorky sporákové kombinace. Trojfázový vývod pro sporák bude připojen kabelem CYKY - J 5x2,5.

Elektrické kotle budou připojeny kabelem CYKY - J 5x2,5. Provoz bude spínán pomocí stykačů, ovládaných z HDO v nízkém tarifu. Požadovaná teplota bude regulována termostatem.

f) Koupelny

Podle normy ČSN 33 2000-7-701 ed.2 jsou koupelny rozděleny na 4 zóny - 0, 1, 2, 3. Umisťování elektrických zařízení musí vycházet z tohoto rozdělení. Nejnebezpečnějším místem v koupelně pro člověka je vana v případě, že by se dotýkal elektrických zařízení. Z tohoto předpokladu rozdělení vychází. Nebezpečí klesá se snižující se vzdáleností zařízení od prostoru vany.

Prostor uvnitř vany odpovídá zóně 0. U sprchového koutu je tato zóna vnitřním prostorem sprchové vany. Nesmějí zde být žádná spínací zařízení a ochrana je povolena pouze malým napětím do 12 V střídavého napětí.

Jako zóna 1 je označen prostor nad vanou do výšky 2,25 m od podlahy nebo prostor nad sprchovou vanou rovněž do výšky 2,25 m. Zde může být umístěno čerpadlo či ohřívač vody. Mohou zde být umístěna i elektrická zařízení, jejichž obvody jsou chráněny proudovým chráničem s citlivostí do 30 mA, a dále spínací zařízení pro obvody s malým napětím do 12 V střídavého napětí. V navrhované koupelně se v této zóně nenachází žádná zařízení.

Jako zóna 2 je definován prostor nad vanou ve výšce vyšší než 2,25 m a prostor do vzdálenosti 0,6 m od hran vany do výšky 2,25 m. Zde se mohou vyskytovat zařízení vhodná pro zónu 0 a 1, svítidla, ventilátory a jiné, pokud jsou jejich obvody chráněny proudovými chrániči s citlivostí do 30 mA. Nesmějí se zde nacházet ani zásuvky, ani spínače kromě zásuvek a spínačů pro obvody malého napětí a zásuvky pro holicí strojek chráněné proudovými chrániči s citlivostí do 30 mA a jištěné proti přetížení. Bude se zde nacházet stropní svítidlo připojené přes proudový chránič s reziduálním proudem 30 mA.

Zbýlý prostor je považován za zónu 3. Zde se mohou vyskytovat zařízení vhodná pro zóny 0, 1 a 2 a vypínače a zásuvky. Zásuvkový obvod musí být chráněn proudovými chrániči. V této zóně bude umístěna pračka a zásuvka pro její napájení. Také zde bude instalován bojler, který bude samostatně jištěný.

Použita bude doplňková ochrana pospojováním, což je propojení všech neživých vodivých předmětů umístěných v koupelně, včetně ochranných vodičů zásuvek vodičem CY 4 zž.

Zásuvky v koupelnách v blízkosti umyvadel budou instalovány nejméně 0,2 m od hrany umyvadel nebo nejméně 1,2 m nad podlahou.

g) Vnitřní uzemnění objektu, ochranné pospojování

Uvnitř objektu budou pospojovány všechny neživé vodivé části vodičem CY 6 zž, který bude připojen na hlavní ochrannou přípojnici HOP, která se bude nacházet v technické místnosti. HOP bude připojena na uzemnění objektu vodičem CY 16 zž

h) Ochrana proti přepětí

Ochranou před bleskem se zabývá soubor norem ČSN EN 62305 ed. 2. Elektromagnetické impulzy vyvolané úderem blesku mohou způsobit škody na přístrojích v elektrických a elektronických systémech budov. Ochranná opatření staveb jsou navrhována pro soubor minimálních a maximálních parametrů bleskového proudu, tzv. *hladiny ochrany před bleskem LPL*. Těmto hladinám odpovídají třídy *systemu ochrany před bleskem LPS*.

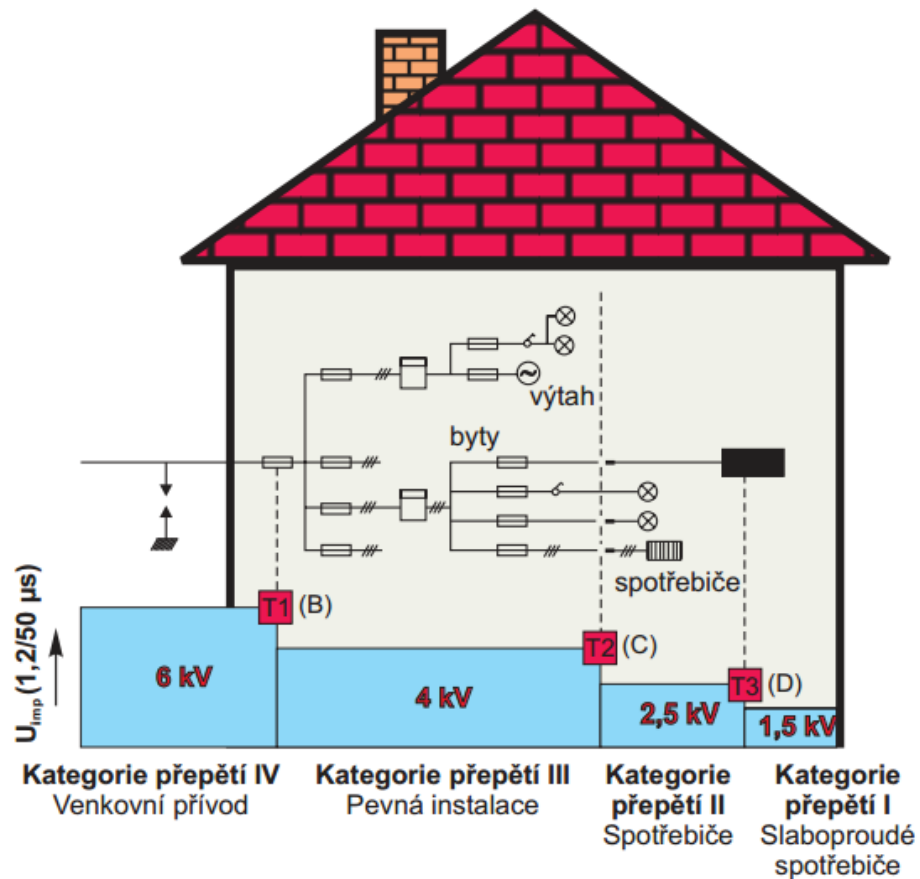
Tab. 4 Vztah mezi LPL a LPS

LPL	Třída LPS
I	I
II	II
III	III
IV	IV

Tab. 5 Rozdělení LPS na vnější a vnitřní systém

Vnější LPS	Vnitřní LPS
Jímací soustava	Ekvipotenciální pospojování proti blesku
Soustava svodů	Elektrická izolace (a dostatečná vzdálenost) proti vnějším LPS
Uzemňovací soustava	

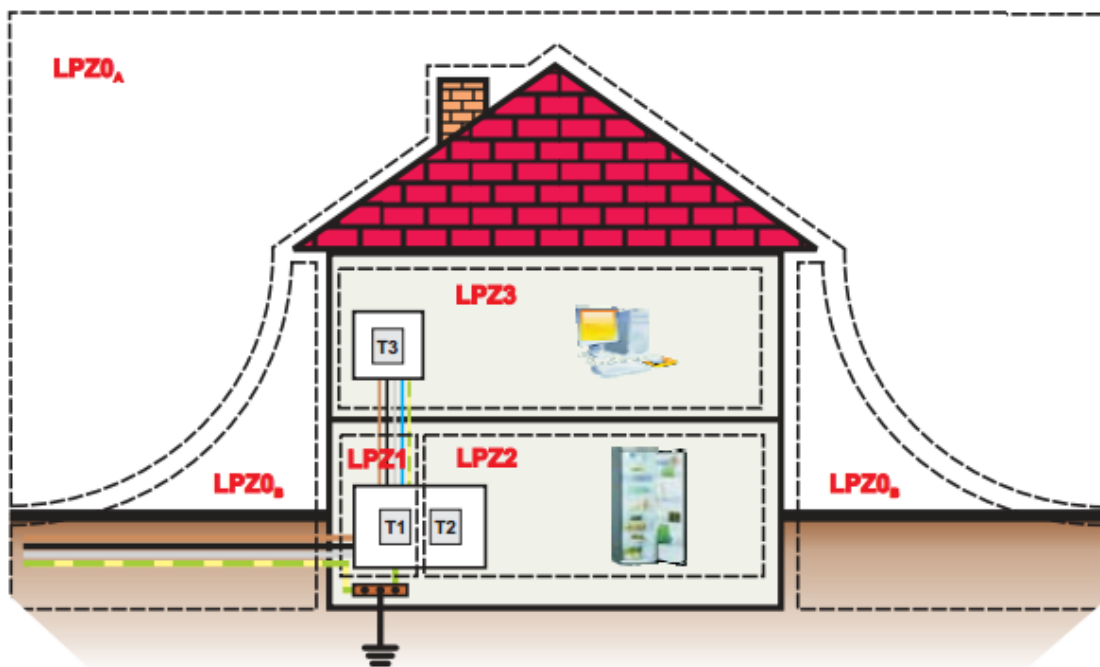
Principem přepět'ové ochrany je vyrovnání potenciálů. Díky přepět'ovým ochra-
nám jsou vodiče spojeny v okamžiku vzniku přepětí. Při překročení dané meze sníží
přepět'ové ochrany svou impedanci a tím dojde k vyrovnání potenciálů. Meze jsou ur-
čeny normou jako impulsní výdržná napětí. Po síť mn 230/400 V jsou stanoveny mezní
hodnoty napětí.



Obr. 1 Kategorie přepětí a impulsní výdržné napětí [11]

Napět'ová hladina přepětí na vstupu do objektu nesmí být vyšší než 6 kV. Mezi
zařízení s tímto výdržným napětím patří například elektroměry, pojistky, jističe
a proudové chrániče. Napět'ová hladina přepětí pevné instalace (stykače, proudové
chrániče...) může být maximálně 4 kV. Snížení hladiny přepětí z 6 kV na 4 kV či nižší
hodnotu je dosaženo použitím prvního stupně přepět'ové ochrany T1. Většina domá-
cích spotřebičů připojených k pevné instalaci vydrží přepětí 2,5 kV. Druhý stupeň pře-
pět'ové ochrany T2 sníží hladinu přepětí ze 4 kV na 2,5 kV nebo nižší. Ke snížení pře-
pětí z 2,5 kV na 1,5 kV se používá třetí stupeň přepět'ové ochrany T3. při hladině pře-
pětí max. 1,5 kV jsou chráněna citlivá slaboproudá zařízení.

Oblasti s jednotlivými přístroji a spotřebiči je možné označit jako zóny ochrany před bleskem LPZ. Zóna LPZ 0_A se nachází vně objektu a hrozí zde přímý úder blesku a plné elektromagnetické pole blesku. Plný nebo dílčí bleskový proud ohrožuje vnitřní systémy. LPZ 0_B je také vně objektu, ale nehrozí zde přímý úder blesku. Vnitřní systémy mohou být ohroženy dílčími impulzními proudy blesku. Uvnitř objektu se nachází LPZ 1. Zde je impulzní proud omezen zařazením 1. stupně přepět'ové ochrany na rozhraní LPZ 0 a LPZ 1. Na rozhraní zón LPZ 1 a LPZ 2 se umísťuje 2. stupeň ochrany a mezi LPZ 2 a LPZ 3 se zařazuje 3. stupeň.



Obr. 2 Zóny ochrany před bleskem LPZ [11]

Řadovému domu odpovídá třída LPS III a hladina ochrany před bleskem LPL III. Hodnota vrcholového proudu je 100 kA. Pokud udeří blesk do jímací soustavy na domku, 50% proudu je svedeno do země a 50% protéká instalací, jestliže dojde k průrazu izolace. Na přívodním kabelu se proud rozdělí mezi čtyři vodiče, takže každým vodičem protéká proud 12,5 kA.

Přepět'ová ochrana v elektroměrových rozvaděčích je navržena jako dvoustupňová - přepět'ová ochrana prvního a druhého stupně. Přepět'ová ochrana třetího stupně bude použita na zásuvky u televizního koutu.

i) Hromosvod a uzemnění objektu

Výpočet rizika

Před samotným návrhem ochrany před bleskem by mělo být spočítáno riziko. Výpočtem se zjistí, zda je budova dostatečně chráněna proti přepětí způsobenému úderem blesku, případně v jakém rozsahu má být chráněna.

V řadovém domku se budu zabývat ztrátami na lidských životech L1 a ekonomickými ztrátami L4, kterým odpovídají rizika R1 a R4.

K výpočtu rizika byl použit program Prozik (verze 2.10) z webových stránek firmy OEZ. Tento program počítá riziko na základě zadaných údajů o stavbě, okolních budovách, elektrických vedeních, vnitřních systémech a dalších informací. Výstup počítačového programu i s výsledky je k dispozici v příloze č. 1. Programem bylo zjištěno, že dům je dostatečně chráněn proti přepětí způsobenému bleskovým proudem. Hodnoty rizik byly nižší než přípustné hodnoty. Nicméně návrh ochrany před bleskem je součástí této práce, takže se jím budu dále zabývat.

NÁVRH DLE LPS

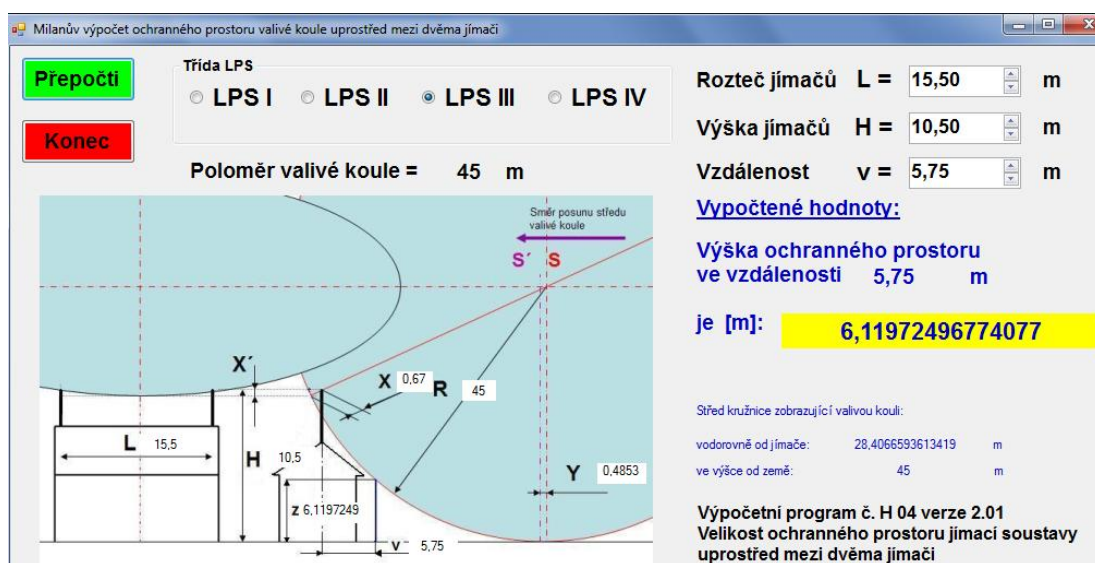
Jímací soustava

Jímací soustava sestává z kombinace tyčí, zavěšených lan a mřížových vodičů. Umístění prvků se volí podle následujících metod:

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

V tomto projektu je použita univerzální metoda valící se koule. Poloměr valící se koule pro LPS III je $r = 45$ m. Jímací soustava je umístěna vhodně, pokud žádný bod chráněné stavby není v dotyku s koulí, která se valí okolo stavby a přes její vrcholy všemi směry. Střecha je navržena jako sedlová s úhlem sklonu 60° , tudíž bude realizována hřebenová jímací soustava. Počet a vzdálenost mezi dvěma jímacími tyčemi byly ověřeny pomocí počítačového programu založeného na této metodě. Podle výsledků programu jsou dva jímače o výšce 1,5 m vzdálených od sebe 15,5 m dostačující ochranou. Jímací tyče JR 1,5 budou připojeny pomocí svorky k jímací tyči SJ 1 a budou spojeny ocelovým pozinkovaným drátem o průměru 8 mm. Tento drát bude připevněn

na hřebeni střechy podpěrami vedení na hřebenače PV15e a na okrajích střechy podpěrami vedení PV11. Vzdálenost podpěr je dle normy 1 m. Vedení na okrajích střechy má být umístěno co nejbližší k okraji.



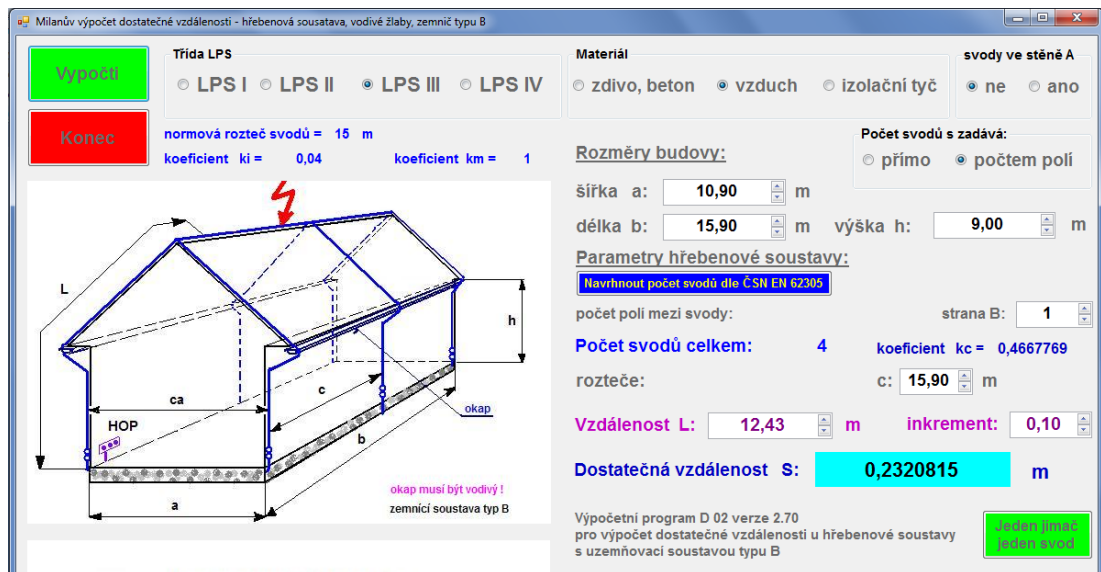
Obr. 3 Výpočet ochranného prostoru valivé koule s využitím SW [3]

Soustava svodů

Soustava svodů slouží ke svedení bleskového proudu z jímací do uzemňovací soustavy. Svody mají být instalovány tak, aby dráha bleskového proudu mezi místem úderu a zemí byla co nejkratší. Je-li systém LPS neoddělený, musí být na chráněné budově instalovány nejméně dva svody. Nejlepší volbou je však jeden svod na každém nechráněném rohu budovy.

Na řadovém domku jsou proto umístěny 4 svody. Podle normy je typická vzdálenost mezi svody pro LPS III rovna 15 m. Za pomoci uvedených údajů bylo možné nechat spočítat dostatečnou vzdálenost S mezi součástmi LPS a ostatními vodivými prvky: $S = 0,23$ m

Svody budou spojeny s jímací soustavou pomocí svorek na okapové žlaby SOa. Spodní části svodů budou opatřeny ochrannými úhelníky OU 1,7. Nad jejich konci (ve výšce 1,5 m) budou umístěny zkušební svorky SZa, umožňující měření zemního odporu při revizi hromosvodů. Tyto svorky spojují svody s výstupy zemniče. Svody jsou vedeny k zemi podél zdi ve vzdálenosti 0,3 m od rohu budovy a ke zdi budou připevněny podpěrami vedení do zdiva Pv1b-15.



Obr. 4 Výpočet dostatečné vzdálenosti „S“ s využitím SW [3]

Uzemnění

Uspořádání typu A

Toto uspořádání je tvořeno vodorovnými nebo svislými zemniči, které jsou spojeny s každým svodem.

Uspořádání typu B

Uspořádání se skládá z obvodového zemniče, který se nachází mimo chráněnou stavbu a 80% jeho délky je uloženo v zemi, nebo ze základového zemniče, který tvoří uzavřenou smyčku.

Je-li použit tento typ uspořádání, musí být střední poloměr plochy r_e , kterou základový či obvodový zemnič uzavírá, větší nebo roven hodnotě l_1 dané třídou LPS. Nesplnění této podmínky si žádá doplnění vodorovného či svislého zemniče.

U řadového domku je navrženo uspořádání typu B. Bude se jednat o základový zemnič. Střední poloměr plochy r_e byl spočítán programem a vyhovoval normě. Délka l_1 pro třídu LPS III je 5 m. Jako základový zemnič bude použita kari síť s rozměry ok 100x100 mm a po obvodu domu v základech bude položen pásek FeZn 30x4, který bude vyveden v rozích pod ochrannými úhelníky ke zkušebním svorkám. Síť bude uložena ve spodním betonu a musí být zalita alespoň 50 mm vrstvou. Díky betonu jsou minimalizovány vlivy koroze.

Zemní odpor uzemnění musí být menší než 10 ohmů.

j) Všeobecné podmínky

Pracovníci určení pro práce na elektrických zařízeních je budou provádět pouze v rozsahu, odpovídajícím jejich odborné způsobilosti.

Elektrická zařízení, u kterých se zjistí, že ohrožují život nebo zdraví osob, musí být ihned odpojena a zajištěna.

Elektrická zařízení se musí přezkušovat ve lhůtách a rozsahu stanoveném příslušnými normami a směrnicemi výrobce.

Bude dodrženo nařízení vlády č.272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Veškeré montážní práce mohou provádět jen pracovníci s potřebnou kvalifikací.

Při provádění montážních prací je třeba dodržet všechny normy týkající se bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci.

Před uvedením elektrického zařízení do provozu musí být provedena výchozí revize dle ČSN 33 1500.

Zhotovitel a jeho dodavatelé jsou povinni řídit se plánem BOZP zpracovaným koordinátorem BOZP stavby.

ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo navrhnout elektroinstalaci v řadovém domku včetně hromosvodu a uzemnění. Při zpracování projektu jsem se zabývala studiem příslušných platných norem a vyhlášek nezbytných ke správnosti navrženého řešení. Pro některé výpočty jsem používala volně dostupné softwarové programy.

Dle velikosti instalovaného výkonu jsem navrhla velikost hlavních jističů a průřez přívodního kabelu, který je odolný proti zkratovým proudům. Dále byly navrženy kabelové trasy vnitřní elektroinstalace a ochrana před bleskem.

Součástí projektu je také výkaz výměr, který obsahuje výčet prvků elektroinstalace použitých při návrhu, jejich typ a cenu za kus, 1 metr délky či 1 kilogram váhy. Celková cena za prvky elektroinstalace je 90 148 Kč včetně DPH. Není uvažována cena za projekt, montáž ani revizi. Ceny většiny prvků a kabelů jsou velkoobchodní.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

a) Literatura

- [1] Fencel, F. Elektrický rozvod a rozvodná zařízení. 4. vyd. Praha: Česká Technika - nakladatelství ČVUT, 198 s.
- [2] Dvořáček, K. Správná a bezpečná elektroinstalace. 4. vyd. Brno: ERA, 149 s.

b) Internet

- [3] První elektronická knižka o ochraně před bleskem [online], cit 4. 4. 2014 Dostupné z:
<http://www.kniska.eu/>
- [4] Stránky firmy HAKEL-TRADE s.r.o., cit. 2. 5. 2014. Dostupné z:
<http://hakel.cz/nazvoslovi-rozdeleni-chraneneho-prostoru-do-zon-bleskove-ochrany-2.html>
- [5] Stránky firmy Tremis vyrábějící součásti pro hromosvod a uzemnění, cit. 5.4 2014. Dostupné z:
<http://www.tremis.cz/>
- [6] Stránky firmy DCK Holoubkov, cit. 2.5 2014. Dostupné z:
http://www.dck.cz/index2_.php
- [7] Dalibor ŠALANSKÝ, Jan HÁJEK. Dehn: Tipy a triky - Jak uzemnit hromosvod. In: Profi elektrika [online]. 1998, cit. 4.4 2014. Dostupné z:
<http://elektrika.cz/data/clanky/dehn-tipy-a-triky-jak-uzemnit-hromosvod/view>
- [8] Ing. Ivo FALTUS. Proudové chrániče v bytových rozvodech. In: Odborné časopisy, cit. 16. 3. 2014. Dostupné z:
http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=37263
- [9] Ing. Ivo FALTUS. Výklad a praktický význam parametrů jisticích přístrojů a odpínačů nn. In: Odborné časopisy, cit. 26. 4. 2014. Dostupné z:
http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26413
- [10] Martin BUREŠ. Tabulka krytí IP. In: Profi elektrika, cit. 10. 3. 2014. Dostupné z:
<http://elektrika.cz/data/clanky/krip030918/view>
- [11] Aplikační příručka firmy OEZ, cit. 2. 5. 2014. Dostupné z:
<http://www.oez.cz/aktuality/prepetove-ochrany-aplikacni-prirucka>
- [12] Stránky firmy OEZ, cit 1. 4. 2014. Dostupné z:
<http://www.oez.cz/>
- [13] Stránky firmy ABB, cit. 5. 5. 2014. Dostupné z:
<http://www.abb.cz/>

[14] Stránky firmy Dektrade, cit. 5.5. 2014. Dostupné z:

<http://dektrade.cz/>

[15] Stránky společnosti Pražská energetika, cit. 15. 4. 2014. Dostupné z:

<http://www.pre.cz/>

c) **Normy**

[16] ČSN EN 62305-1 ed.2. Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy. Praha: ÚNMZ, září 2011.

[17] ČSN EN 62305-2 ed.2. Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika. Praha: ÚNMZ, únor 2013.

[18] ČSN EN 62305-3 ed.2. Ochrana před bleskem - Část 1: Hmotné škody na stavbách a řízení rizika. Praha: ÚNMZ, leden 2012.

[19] ČSN EN 62305-4 ed.2. Ochrana před bleskem - Část 1: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách. Praha: ÚNMZ, září 2011.

[20] ČSN 33 0166 ed.2. Označování žil kabelů a ohebných šňůr. Praha: ÚNMZ, červenec 2002.

[21] ČSN 332000-7-701 ed.2. Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou. Praha: ÚNMZ, září 2007

[22] ČSN 332130 ed.2. Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody. Praha: ÚNMZ, září 2009.

[23] ČSN 34 1610. Elektrotechnické předpisy. Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových budovách, Praha: ÚNMZ, září 1963

[24] 33 2000-4-41 ed.2. Elektrické instalace nízkého napětí - část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem. Praha: ÚNMZ, srpen 2007

[25] ČSN 33 1500. elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení. Praha: ÚNMZ, březen 1991.

[26] Vyhláška 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb In: Sbírka zákonů č. 499/2006, 2013.

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Soupis předpokládaných spotřebičů	16
Tab. 2	Velikost instalovaného výkonu P_i a soudobého příkonu P_s	17
Tab. 3	Doporučený počet zásuvkových vývodů v obytných místnostech	20

Tab. 4	Vztah mezi LPL a LPS.....	22
Tab. 5	Rozdělení LPS na vnější a vnitřní systém.....	22

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Kategorie přepětí a impulsní výdržné napětí [11].....	23
Obr. 2	Zóny ochrany před bleskem LPZ [11].....	24
Obr. 3	Výpočet ochranného prostoru valivé koule s využitím SW [3].....	26
Obr. 4	Výpočet dostatečné vzdálenosti „S“ s využitím SW [3].....	27

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1:	Výpočet rizika
Příloha č. 2:	Výkaz výměr
Příloha č. 3:	Výstup z programu Sichr
Příloha č. 4:	Elektroinstalace 1. NP
Příloha č. 5:	Elektroinstalace 2. NP
Příloha č. 6:	Schéma bytové rozvodnice R_1
Příloha č. 7:	Schéma bytové rozvodnice R_2
Příloha č. 8:	Schéma hromosvodu a uzemnění
Příloha č. 9:	Výkres pilíře
Příloha č. 10:	Výkres celkové situace stavby

PŘÍLOHA 1

Analyzovaná budova pro výpočet rizika - budova občanské výstavby

Sběrná plocha byla vypočítána z rozměrů budovy:

délka $L = 15.9$ m

šířka $W = 10.9$ m $A_D = 3\,910.73$ m² (pro údery do stavby)

výška $H = 9$ m $A_M = 812\,198.16$ m² (údery v blízkosti stavby)

Stavba není chráněná pomocí LPS.

SPD pro ekvipotenciální pospojování: bez SPD

Hustota úderů blesků do země: 2,24 na km² za rok.

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

V okolí budovy se nacházejí sousední budovy.

Budova 1 (sousední)

Sběrná plocha byla vypočítána z rozměrů budovy:

délka $L_J = 15.9$ m

šířka $W_J = 10.9$ m $A_{DJ} = 3\,910.73$ m² (pro údery do stavby)

výška $H_J = 9$ m

Poloha sousední budovy: stavba obklopena objekty stejné výšky nebo nižšími

Tato budova neukončuje žádnou síť.

SILNOPROUDÁ ELEKTRICKÁ VEDENÍ:

Vedení 1, Sekce 1

Typ vnějšího vedení: Nestíněné kabelové vedení

- měrný odpor půdy..... 100 Ohm.m
- délka sekce vedení..... 1 000 m

Spojení na vstupu: není definováno

Sběrná oblast pro připojenou síť (Sekce 1) síť:

$A_L = 20\,000$ m² (údery zasahující síť)

$A_I = 4\,000\,000$ m² (údery do země v blízkosti sítě)

Činitel instalace vedení: v zemi

Činitel prostředí pro vedení: předměstské

K vedení je připojeno zařízení:

Zařízení 1

- Impulzní výdržné napětí chráněného systému $U_w = 1.5 \text{ kV}$
- Použité vnitřní vedení: nestíněný kabel
 - opatření při trasování, pro vyloučení velkých smyček (plocha smyčky řádu 10 m^2)
- Není použita koordinovaná ochrana.
- Vnitřní systémy vyhovují odolností a hladinou výdržných napětí uvedenou v příslušných předmětových normách.
- Nebyla provedena koordinovaná ochrana splňující IEC 62305-4.
- Pro ekvipotenciální pospojování nebyla použita SPD podle IEC 62305-3.

K vedení je připojeno zařízení:

Zařízení 2

- Impulzní výdržné napětí chráněného systému $U_w = 2.5 \text{ kV}$
- Použité vnitřní vedení: nestíněný kabel
 - opatření při trasování, pro vyloučení velkých smyček (plocha smyčky řádu 10 m^2)
- Není použita koordinovaná ochrana.
- Vnitřní systémy vyhovují odolností a hladinou výdržných napětí uvedenou v příslušných předmětových normách.
- Nebyla provedena koordinovaná ochrana splňující IEC 62305-4.
- Pro ekvipotenciální pospojování nebyla použita SPD podle IEC 62305-3.

TELEKOMUNIKAČNÍ VEDENÍ:

Vedení 1, Sekce 1

Typ vnějšího vedení: Stíněné podzemní vedení (silové/ telekomunikační) 5 - 20 Ohm/km

měrný odpor půdy..... 100 Ohm.m

délka sekce vedení..... 1 000 m

Spojení na vstupu: stínění není spojeno se stejnou přípojnici pospojování jako zařízení

Sběrná oblast pro připojenou síť (Sekce 1) síť:

$A_L = 20\,000 \text{ m}^2$ (údery zasahující síť)

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

Činitel instalace vedení: v zemi

Činitel prostředí pro vedení: předměstské

K vedení je připojeno zařízení:

Zóna 1

Zóna se nachází uvnitř stavby a nemá žádnou nadřazenou zónu.

V zóně jsou umístěna zařízení:

PC

Vnitřní systémy

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

Typ povrchu půdy nebo podlahy: asfalt, linoleum, dřevo

Riziko požáru: požár - nízké

Opatření ke zmenšení následků požáru

- instalace hasicího přístroje

Nejsou známá žádná zvláštní rizika.

Nejsou provedena žádná ochranná opatření proti dotykovým a krokovým napětím.

Nejsou provedena žádná ochranná opatření proti dotykovým a krokovým napětím.

Ztráta lidského života (L1)

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

Nepříjatelná ztráta veřejné služby (L2)

- Hmotná škoda (D2) $L_F = 0.1$
- Porucha vnitřních systémů (D3) $L_O = 0.01$

Ztráta nenahraditelného kulturního dědictví (L3)

- Hmotná škoda (D2) $L_F = 0.1$

Ekonomická ztráta (L4)

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

Součásti rizika (hodnoty 10^{-5})

	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z	R_{celk.}	Přípustné hodnoty
R₁	0	0,022	0	0	0	0,056	0	0	0,078	1
R₂	-	0,022	0,219	1,617	-	0,056	0,56	67,2	69,67	100
R₃	-	0,022	-	-	-	0,056	-	-	0,774	100
R₄	0	0,022	0,002	0,016	0	0,056	0,06	0,672	13,997	100
R_D	0	0,022	0		-	-	-	-	0,022	
R_I	-	-	-	0	0	0,056	0	0	0,056	
R_S	0		-	-	0	-	-	-	0,000	
R_F	-	0,022	-	-	-	0,056	-	-	0,078	
R_O	-	-	0	0	-	-	0	0	0	

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

PŘÍLOHA 2

Výkaz výměr

číslo položky	název položky	typ	počet (ks)	délka (m)	cena za ks/m (Kč)	cena celkem (Kč)
1	přípojková skříň	SS 201 / KVD4W	1		Dodávka PRE	
2	elektroměrový rozvaděč	ER212 / KVP7P	2		3725,0	9014,5
3	bytová rozvodnice (28 m, 2 řady, 362x436x75)	RZG-2P28	1		513,0	620,7
4	bytová rozvodnice (24 m, 3 řady, 510x550x165)	DZ43-2403	1		2500,0	3025,0
5	jednofázová zásuvka	5517-2389 B1	4		69,6	278,4
6	dvojitá jednofázová zásuvka	5512C-2349 B1	52		99,0	5148,0
7	dvojitá jednofázová zásuvka s přepětovou ochranou	5592C-2349B1	3		901,6	2704,8
8	jednofázová zásuvka, IP44	5518-2929 B	4		93,6	374,4
9	třífázová zásuvka	4P/16A/400V	1		132,0	
10	spínač řazení 1	3553-01289 B1	7		59,3	415,1
11	spínač řazení 5	3553-05289 B1	8		93,1	744,8
12	spínač řazení 6	3553-06289 B1	2		63,7	127,4
13	spínač řazení 6+6	3553-52289 B1	12		116,6	1399,2
14	pohybové čidlo	LX16C	1		376,0	376,0
15	instalační krabice pod zásuvku	KP 67/2 KA	66		9,8	785,0
16	instalační krabice pod vypínač	KP 67/2 KA	29		9,8	344,9
17	instalační krabice	KR 97/5 KA	35		93,3	3951,7
18	termostat	REGO 97201			470,0	470,0
19	CYKY - J 3x1,5			360	10,4	3744,0
20	CYKY - J 3x2,5			500	16,8	8400,0
21	CYKY - J 5x1,5			37	17,0	629,0
22	CYKY - J 5x2,5			75	27,4	2055,0
23	CYKY - J 4x10			30	85,3	2559,0
24	CYKY - O 2x1,5			8	8,0	64,0
25	CYKY - O 3x1,5			23	10,4	239,2

číslo položky	název položky	typ	počet (ks)	délka (m)	cena za ks/m (Kč)	cena celkem (Kč)
26	CYKY - O 4x1,5			2	15,1	30,2
27	CYKY - O 5x1,5			58	17,0	986,0
28	CY 4 zž			10	9,0	90,0
29	CY 6 zž			8	21,0	168,0
30	CY 16 zž			15	46,0	690,0
31	jímací tyč	JR 1,5	2		180,0	435,6
32	svorka k jímací tyči	SJ 1	2		32,1	77,7
33	svorka univerzální	SU	4		12,6	61,0
34	svorka na okapové žlaby	Soa	4		26,0	125,8
35	podpěra vedení pro střešní krytinu	Pv11	20		37,7	912,3
36	podpěra vedení na hřebenače	PV15e	16		37,5	726,0
37	podpěra vedení do zdiva	Pv1b-15	32		14,0	542,1
38	zkušební svorka	Sza	4		29,0	140,4
39	ochranný úhelník	OU 1,7	4		143,0	692,1
40	ocelový pozinkovaný drát	drát 8		70	29 Kč/kg	820,0
41	FeZn 30x4	30x4		57	29 Kč/kg	1587,0
42	kari síť (100x100; 2x3)	KY 49 (8 mm)	25		1100	27500
43	přepěťová ochrana	SVBC - 12,5 - 1 - MZ	2		1456,0	3523,5
44	jistič 1f 6kA	LPE-2B-1	2		145,0	350,9
45		LPE-10B-1	4		78,0	377,5
46		LPE-16B-1	16		75,0	1452,0
47	jistič 3f 6kA	LPE-16B-3	1		295,0	357,0
48		LPE-20B-3	2		307,0	742,9
49	stykač 1f	RSI-20-10-A230	2		451,0	1091,4
50	stykač 3f	ESB24	2		990,0	2395,8
51	proudový chránič s nadproudovou ochranou 6kA	OLE-16B-1N-030AC	1		1145,0	1385,5
52	proudový chránič s nadproudovou ochranou 6kA	OLE-10B-1N-030AC	1		1310,0	1585,1
53	proudový chránič 1f 6kA	OFE-25-4-030AC	5		891,0	5390,6
54	vypínač	APN-32-3	1		430,0	520,3
55	vypínač	APN-63-3	1		480,0	580,8

Celková cena

90147,4