



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická
K13115 - Katedra elektroenergetiky

Návrh elektroinstalace v bytové zástavbě

Design of Electro-installation in Home Building

Bakalářská práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Aplikovaná elektrotechnika

Vedoucí práce: Procházka Radek Ing., Ph.D.

Jakub Znamenáček

Praha 2015

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra elektroenergetiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Jakub Znamenáček**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Obor: Aplikovaná elektrotechnika

Název tématu: **Návrh elektroinstalace v bytové zástavbě**

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte projektovou dokumentaci silnoproudého rozvodu bytového domu. Práce bude obsahovat následující náležitosti:

- 1) způsob napájení objektu, schémata rozvaděčů,
- 2) dispoziční řešení vnitřní elektroinstalace,
- 3) ochranu před atmosférickými vlivy (hromosvod, uzemnění),
- 4) technicko-ekonomické zhodnocení návrhu.

Seznam odborné literatury:

- [1] Fencel F.: Elektrický rozvod a rozvodná zařízení. ČVUT, Praha 2009
- [2] PowerWiki: podklady k předmětu A1B15IND
- [3] Příslušné ČSN, jejich změny a dodatky

Vedoucí: Ing. Radek Procházka, Ph.D.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2015/2016

L.S.

Ing. Jan Švec Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 1. 4. 2015

Prohlášení:

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

V Praze dne 20. 5. 2015

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu práce panu Ing. Radku Procházkovi, Ph.D. za odborné vedení, rady, trpělivost a vstřícný přístup, díky nimž jsem mohl dokončit tuto práci.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je uvést základní předpisy a přehled znalostí potřebných k projektování NN silnoproudé elektroinstalaci bytového domu. První polovinou práce je teoretická část, kde jsou shrnuty základní požadavky na elektroinstalaci v bytové zástavbě. Teoretická část sestává z poznatků získaných z elektrotechnických norem a právních předpisů týkajících se návrhu elektroinstalace v bytové zástavbě, stručně seznamuje s principy a dává ucelený pohled na způsob projektování sítě NN. Část druhá pojednává o konkrétním návrhu silnoproudé instalace skutečného bytového domu, včetně všech nezbytných součástí vyplývajících z požadavků v teoretické části. Součástí práce je i technicko-ekonomické zhodnocení návrhu silnoproudé elektroinstalace projektu.

Klíčová slova

Elektroinstalace, dimenzování, kabel, jistič, hromosvod, jímací soustava, ochranné pospojování.

Summary

The aim of this Bachelor thesis is to provide an overview of the basic regulations and the knowledge needed to design high voltage wiring in apartment house. The first half of the work is the theoretical part, which summarizes the basic requirements for electrical installations in residential buildings. The theoretical part consists of the knowledge obtained from the electrical standards and regulations relating to the design of electrical installations in residential buildings, briefly introduces the principles and gives a comprehensive look at the way of the network designing. Part two discusses the specific design of electro-installations of the actual apartment house, including all necessary components resulting from requirements in the theoretical part. Part of the work is also a techno-economic evaluation of the design of the heavy current installations of the project.

Key words

Electrical installation, sizing, cable, circuit breaker, lightning interception system, protective grounding connection.

Seznam použitých zkratk a symbolů

| | |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| HDS | Hlavní domovní skříň |
| HDV | Hlavní domovní vedení |
| IP | International Protection (Stupeň ochrany proti vniknutí pevných těles a vody) |
| LPZ | Lightning Protection Zone (Zóna ochrany před bleskem) |
| LPS | Lightning Protection System (Stupeň ochrany před bleskem) |
| PE | Ochranný vodič |
| N | Vodič střední - nulový |
| PEN | Vodič plnící současně funkci ochranného a středního vodiče |
| SPD | Přepětové ochranné zařízení |
| HOP | Hlavní ochranné pospojování |
| VZT | Vzduchotechnika |
| NP | Nadzemní podlaží |
| TN-C | Soustava s vodičem PEN |
| TN-S | Soustava s rozdělenými vodiči N a PE |
| Al | Chemická značka hliníku |
| Cu | Chemická značka mědi |
| A | Stupeň elektrizace bytu se zavedeným plynem, běžné SV a ZÁS rozvody, vaření na plynu |
| B | Stupeň elektrizace bytu A s tepelnou přípravou stravy pomocí elektřiny |

Obsah:

| | |
|--------------------------------------------------|----|
| 1. Úvod..... | 10 |
| 2. Teoretická část..... | 11 |
| 2.1 Základní požadavky na elektroinstalaci | 11 |
| 2.1.1 Bezpečnost osob a věcí..... | 11 |
| 2.1.2 Spolehlivost..... | 11 |
| 2.1.3 Přehlednost..... | 11 |
| 2.1.4 Hospodárnost..... | 11 |
| 2.1.5 Rušení a vnější vlivy | 11 |
| 2.1.6 Architektonické požadavky..... | 12 |
| 2.2 Koordinace projektu..... | 12 |
| 2.2.1 Profese stavby..... | 12 |
| 2.2.2 Požárně-bezpečností profese | 12 |
| 2.2.3 Profese slaboproudů..... | 12 |
| 2.2.4 Profese tepelných rozvodů | 13 |
| 2.2.5 Profese vzduchotechniky | 13 |
| 2.2.6 Profese ZTI | 13 |
| 2.3 Vedení a kabely | 13 |
| 2.3.1 Venkovní vedení..... | 13 |
| 2.3.1.1 Kabelové vedení výkopem | 14 |
| 2.3.1.2 Vedení zavěšeným kabelem..... | 15 |
| 2.3.2 Vnitřní vedení..... | 15 |
| 2.3.2.1 Zapuštěná vnitřní vedení..... | 15 |
| 2.3.2.2 Povrchová vnitřní vedení | 16 |
| 2.3.2.3 Vodiče pro pevné uložení..... | 16 |
| 2.3.3 Dimenzování kabelů..... | 17 |
| 2.3.3.1 Úbytek napětí..... | 17 |
| 2.3.3.2 Dimenzování..... | 19 |
| 2.4 Vnější vlivy a zóny prostředí | 20 |
| 2.4.1 Vnější vlivy | 20 |
| 2.4.2 Vnější zóny | 21 |

| | | |
|---------|----------------------------------------------|----|
| 2.4.3 | Vnitřní zóny | 23 |
| 2.4.3.1 | Výběr elektrických zařízení..... | 24 |
| 2.4.3.2 | Ochrana před úrazem elektrickým proudem..... | 24 |
| 2.5 | Ochranné prvky vnitřní | 24 |
| 2.5.1 | Pojistka..... | 25 |
| 2.5.2 | Jistič..... | 25 |
| 2.5.3 | Napěťový chránič | 26 |
| 2.5.4 | Proudový chránič | 26 |
| 2.5.5 | Přepětové ochrany..... | 26 |
| 2.6 | Ochrana před atmosférickými vlivy | 26 |
| 2.6.1 | Třídy LPS..... | 27 |
| 2.6.2 | Metody LPS | 27 |
| 2.6.3 | Jímací soustava | 28 |
| 2.6.4 | Uzemnění | 28 |
| 2.7 | Ochranné pospojování..... | 29 |
| 2.7.1 | Ochranné vodiče | 29 |
| 2.7.1.1 | Typy ochranných vodičů..... | 30 |
| 2.7.1.2 | Vodiče PEN | 30 |
| 2.7.2 | Vodiče hlavního ochranného pospojování | 30 |
| 2.8 | Umělé osvětlení | 30 |
| 2.8.1 | Parametry umělého osvětlení | 31 |
| 2.8.2 | Světelné obvody..... | 31 |
| 3. | Projektová část..... | 32 |
| 3.1 | El. Síť..... | 32 |
| 3.2 | Vnější vlivy | 32 |
| 3.3 | Ochrana před nebezpečným dotykem | 32 |
| 3.3.1 | Neživých částí při poruše | 32 |
| 3.3.2 | Živých částí..... | 32 |
| 3.3.2.1 | Hlavní ochranné pospojení | 33 |
| 3.4 | Energetická bilance | 33 |
| 3.4.1 | HDV 1 | 33 |
| 3.4.2 | HDV 2 | 34 |

| | | |
|-------|-----------------------------------------------|----|
| 3.4.3 | Výtah | 34 |
| 3.4.4 | Obytné prostory..... | 34 |
| 3.5 | Ochrana před přepětím | 35 |
| 3.6 | Požární ochrana stavby..... | 35 |
| 3.7 | Všeobecná ustanovení..... | 35 |
| 3.8 | Silnoproudé rozvody | 36 |
| 3.8.1 | Koncepce společných rozvodů NN..... | 36 |
| 3.8.2 | Koncepce bytových rozvodů NN..... | 37 |
| 3.9 | Hromosvod (bleskosvod) | 38 |
| 3.10 | Výměry | 40 |
| 4. | Technicko-ekonomické zhodnocení objektu | 43 |
| 5. | Závěr | 44 |
| | Literatura | 45 |
| | Seznam tabulek..... | 48 |
| | Seznam obrázků..... | 49 |
| | Seznam příloh | 50 |

1. Úvod

Tématem této bakalářské práce je kompletní silnoproudý návrh elektroinstalace bytového domu. Předlohou stavby je bytový dům v ulici Lublinská v Praze, který byl pro účely práce nepatrně pozměněn. Bytový dům bude považován za jedenácti-patrovou a nepodsklepenou novostavbu, ve které je za účelem budování bytových prostor prováděna NN silnoproudá elektroinstalace. Dokumentace je ve stupni provedení stavby.

Práce je rozdělena na teoretickou a realizační část. V první části je rozebrána problematika požadavků elektrotechnických norem, které jsou nedílnou součástí každé projektové práce. V části druhé je samotná realizace projektu, vycházející z požadavků teoretické části. Vstupy ostatních profesí jsou uměle zvoleny.

2. Teoretická část

2.1 Základní požadavky na elektroinstalaci

Jak docházelo k postupné elektrifikaci, začala být kritéria při práci či obsluze na zařízeních využívající elektrickou energii přísnější. Elektrické spotřebiče a prvky elektrické instalace a vedení se vyskytují v místech pobytu osob bez elektrotechnické kvalifikace a proto je kladen důraz zejména na bezpečnost a spolehlivost. Veškeré části silnoproudého návrhu proto musí být navrhovány tak, aby za všech okolností byla zaručena bezpečnost provozu.

Existuje celá řada hledisek posuzujících požadavky na elektroinstalaci. V této kapitole budeme vycházet zejména z [2], [3] a [10].

2.1.1 Bezpečnost osob a věcí

Veškerý návrh elektrických zařízení a rozvodných instalací musí být prováděn tak, aby nedocházelo k ohrožení zdraví či majetku osob a zvířat, ať už na zařízeních pracují, či je jen obsluhují.

2.1.2 Spolehlivost

Důraz je též kladen na spolehlivost provozu, tj. zajištění dodávky elektrické energie k odběratelům. Jsou rozlišovány různé stupně důležitosti, od zdravotnických institucí, kde je nutné instalovat záložní zdroje, až po obytná zařízení, kde výpadek dodávky elektrické energie nezpůsobí významné hmotné škody.

2.1.3 Přehlednost

Požadavky na přehlednost jsou kladeny zejména s možností vzniku poruch a havárií. V přehledné elektroinstalaci se daná porucha snáze lokalizuje a odstraní. Revizní technik, provádějící pravidelnou revizi, bude mít také snadnější orientaci.

2.1.4 Hospodárnost

Při návrhu silnoproudého vedení a elektroinstalace je ekonomické zajistit co možná nejlepší účinnost. Tudíž je třeba dimenzovat jednotlivé kabely na jejich adekvátní zatížení, aby byly maximálně využity a pracovali pokud možno s co nejmenšími ztrátami.

2.1.5 Rušení a vnější vlivy

Návrh silnoproudé elektroinstalace by měl být proveden tak, aby bylo zamezeno vzájemnému ovlivňování s ostatními bytovými rozvody. Silnoproudé kabely nesmí být záměrně mechanicky namáhány.

2.1.6 Architektonické požadavky

Dispoziční rozmístění elektrických zařízení má být v souladu s požadavky architekta projektu. Elektrické instalace a rozvody musí splňovat dané normy a zároveň být uloženo dle možností interiéru.

2.2 Koordinace projektu

Profese silnoproudé elektroinstalace nebývá ani zdaleka jediným projektem na výstavbě nového bytového domu. Je proto nutné veškeré práce koordinovat s ostatními částmi celkového projektu, aby se dosáhlo maximální efektivity a minimalizovali se případně nesrovnalosti vzniklé nedostatečnou výměnou informací ohledně vzájemně propojených a souvisejících bloků. Správná koordinace může celkové práce značně usnadnit a urychlit.

2.2.1 Profese stavby

Jedná se o základní profesi, zodpovídající za konstrukci stavby. Stěžejní částí stavby pro silnoproud je v umístění patrových prostupů pro vedení, aniž by byla narušena statika objektu, případně ve vytvoření dalších míst pro centrální kabelová vedení, ať už v bytovém, nebo v nebytovém prostoru, a též vytvoření nik pro rozvodnice silnoproudu.

2.2.2 Požárně-bezpečností profese

Tato profese se zabývá požárně-bezpečnostním systémem v budově. Její projektanti vydají požárně-bezpečnostní řešení stavby (PBŘS), dle které se musí ostatní profese řídit. Pro silnoproud to znamená především nouzové osvětlení únikových cest, napájecí vývody pro technická protipožární zařízení, dále vlastní provedení elektroinstalace po stránce požární odolnosti, včetně těsnění prostupů mezi jednotlivými požárními úseky.

V případě požadavku PBŘS na centrální odpínání se instaluje v blízkosti domovního vchodu tlačítko „central stop“, kterým lze odpojit elektroinstalaci objektu od distribuční sítě (vřazení blokovacího stykače v HDV). V případě použití centrálního záložního zdroje může být ještě požadavek na osazení tlačítka „total stop“, které odpojí centrálně zálohované okruhy od záložního zdroje.

2.2.3 Profese slaboproudů

Profese slaboproudů řeší umístění sdělovacích vedení budovou, dispozice jednotlivých rozvodnic a páteřních tras kabelů. Vzhledem k tomu, že kabely pro slaboproud bývají umístěny ve stoupacím vedení HDV, je velmi důležité koordinovat návrh dle požadavků projektantů slaboproudů. Minimální odstup silnoproudých a

slaboproudých kabelů, dle [21] musí být alespoň 20 cm na souběžně vedených trasách delších než 3 m.

2.2.4 Profese tepelných rozvodů

Výstupem této profese je soubor rozvodů potrubí otopné soustavy a jejich umístění. Opět je tedy nutné znát příslušné dispozice, aby nedocházelo ke kolizím. V oblasti nejnižšího podlaží, kde nejsou rozvody pod povrchem, je zvláště důležité vybírat umístění světelných obvodů.

2.2.5 Profese vzduchotechniky

Profese se zabývá zejména odvětráním schodiště a chráněných únikových cest v případě požáru. V běžném režimu odvětrání sociálních zázemí bytových jednotek centrálním systémem VZT. Od silnoproudé profese očekává adekvátní výzbroj rozvodnice vzduchotechniky a její správné napojení na odvětrávací zařízení umístěné na střeše budovy.

2.2.6 Profese ZTI

Náplní profese zdravotně-technické instalace jsou rozvody kanalizace, studené a teplé vody. Je proto nutné, jako u profese vytápění počítat s umístěním světelných a zásuvkových vývodů dle výstupu ZTI, zvláště pak v oblasti kuchyně a koupelny.

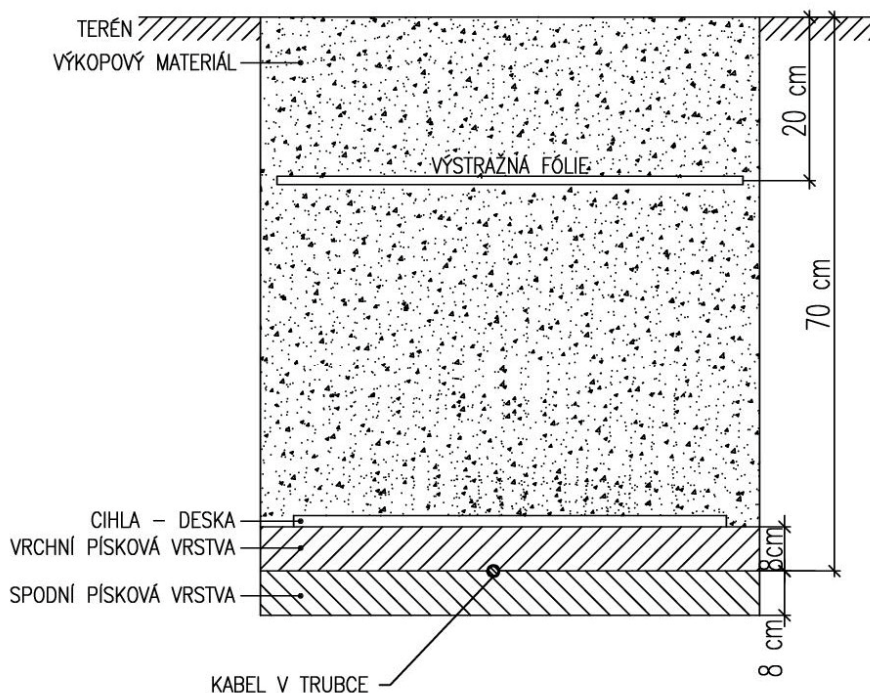
2.3 Vedení a kabely

Tato kapitola bude pojednávat zejména o ukládání kabelů v exteriérech a interiérech, způsobu jejich ukládání, a požadavků na dimenzování. Zakládá se na [15] a [21].

2.3.1 Venkovní vedení

Za venkovní vedení se považuje přípojka od HDS (pokud není HDS z nějakého důvodu umístěna na fasádě objektu) do prostoru bytového domu. Můžeme rozlišovat dva základní typy venkovního vedení, kabelové vedení v zemi výkopem, a vedení zavěšeným kabelem.

2.3.1.1 Kabelové vedení výkopem



Obr. 1 Kabelový výkop [15]

Tento způsob vedení kabelu je nejpraktičtější, nemusí totiž uvažovat vnější vlivy působící na kabel, který je uložen ve výkopu do plastové trubky v pískovém loži. Uložení do trubky není nutností, ale lze ho považovat za doplňkovou ochranu před mechanickým poškozením. Nejčastěji se používá trubka Kopoflex. Na pískové lože je umístěná deska z tvrdého materiálu, aby bylo zamezeno případnému přeseknutí kabelu, a téměř k povrchu terénu se ještě pokládá výstražná fólie, jež má varovat před uložením kabelu vespod.

Hloubky uložení kabelů ve výkopu se liší podle způsobu použití terénu nad ním.

| Hloubka uložení v cm | | |
|----------------------|---------|-------------------|
| terén | chodník | vozovka, krajnice |
| 35 (70) | 35 | 100 |

Tab. 1 Hloubka uložení kabelového vedení [15]

(pozn.: Číslo terénu v závorce udává hloubku uložení při pokládce kabelů bez mechanické ochrany, či při uložení kabelů do orné půdy)

Při křižování dalších rozvodných vedení platí minimální vzdálenosti mezi jednotlivými podzemními sítěmi a kabely NN.

| Druh sítí | Odstup silových kabelů do 1 kV v cm |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| silové kabely do 1 kV (10 kV) | 5 (15) |
| Sdělovací kabely | nechráněné 30, chráněné 10 |
| Plynovodní potrubí do 0,005 MPa | 40 |
| vodovodní sítě a přípojky | 40 |
| tepelné sítě | 30 |
| kabelovody | 10 |
| koleje tramvajové dráhy | 100 |

Tab. 2 Odstupy podzemních sítí [21]

2.3.1.2 Vedení zavěšeným kabelem

Zavěšený kabel se užívá hlavně v místech, kde není možno použít kabel uložený do výkopu. Kabel je typizovaný, jeho kotvící lano slouží k upevnění kabelu do fasády. V oblasti velkým měst se použití závěsného kabelu omezuje pouze na rodinné domy v řidší zástavbě. Pro bytové domy není zpravidla používán.

2.3.2 Vnitřní vedení

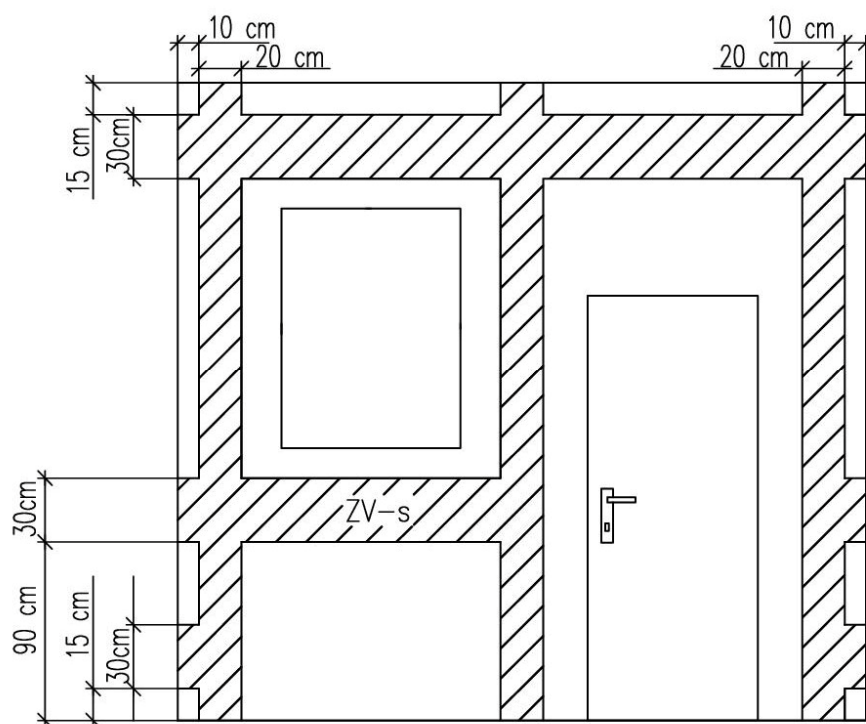
Vnitřní elektrická instalace se vede buď zapuštěně pod omítkou, či v betonové mazanině podlahy, nebo po povrchu v trubkách a v kabelových žlabech, případně jsou kabelům vytvořeny umělé prostory, ve kterých jsou kabely též uloženy do plastových trubek. Každý kabel, či samostatný vodič, musí být vhodným způsobem chráněn před mechanickým poškozením, chemickým nebo elektrochemickým rozrušováním a před elektrodynamickými a termodynamickými silami.

2.3.2.1 Zapuštěná vnitřní vedení

Pro elektrická vedení ve stěnách jsou předem stavbou připravena místa, drážky, do kterých se posléze vodiče ukládají, ať už samostatně, nebo v plastových trubkách. Instalace je posléze bodově zakotvena sádrovým tmelem, a celý rozvod je nakonec omítnut. Kabel musí být alespoň 1 cm pod povrchem.

Vhodná umístění elektrických rozvodů, daná normou [11] v oblasti bytového prostoru jsou patrná z Obr. 2. Střední vodorovná zóna (ZV-s) se užívá v místnostech s pracovní plochou u zdi, tj. v kuchyních, pracovnách, dílnách apod.

Vedení mimo instalační zóny jsou možná pouze za předpokladu, že je vedení uloženo ve zdi v trubkách, jejichž krycí vrstva je alespoň 6cm, nebo je-li vedení uloženo v prefabrikovaných stěnových dílcích chránících proti poškození. Pro podlahy a stropy se instalační zóny neurčují. Ukládání v těchto prostorech vychází z normy ČSN 37 5245.



Obr. 2 Instalační zóny [11]

2.3.2.2 Povrchová vnitřní vedení

Za povrchová vedení jsou považovány vedení taková, jež jsou umístěna na stěně, či stropu místnosti. V nebytových prostorech se užívá vedení v trubkách při stropu, případně v kabelovém žlabu upevněném na stěně. Kabely v kabelovém žlabu jsou volně položeny. Výhodou tohoto vedení je snadná dostupnost pro případné revize a opravy. V prostorách bytů mohou být kabely ukládány do lišt, umístěných dle architektonického návrhu. Do parapetních lišt lze instalovat zásuvky, spínače osvětlení, či jiné elektrotechnické zařízení podobné velikosti.

Vedení je možné ukládat i do dutin určených pro elektrická vedení. Nejčastěji se užívá sádkartonové obložení stěn, či stropní sádkartonové podhledy.

2.3.2.3 Vodiče pro pevné uložení

Značení žil silových Cu kabelů užívaných pro elektroinstalace v bytové zástavbě je patrná z Tab. 3. Rozložení vyháází z ČSN 33 0166 ed.2 a odpovídá harmonizačnímu dokumentu HD 308 S2:2001.

| Vodič | Fázový vodič hnědý | Fázový vodič černý | Fázový vodič šedý | Vodič nulový | Vodič ochranný |
|-------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| 20 | ano | - | - | ano | - |
| 3J | ano | - | - | ano | ano |
| 30 | ano | ano | ano | - | - |
| 4J | ano | ano | ano | - | ano |
| 40 | ano | ano | ano | ano | - |
| 5J | ano | ano | ano | ano | ano |
| 50 | ano (2x) | ano | ano | ano | - |

Tab. 3 Značení žil silových kabelů

2.3.3 Dimenzování kabelů

Elektrická energie se do místa spotřeby přenáší elektrickým vedením tvořeným vodičem, jež vede elektrický proud, a izolací, jejímž účelem je udržovat rozdíl potenciálů mezi vodičem a okolím. Průchodem elektrického proudu vznikají ztráty, čímž se vyvíjí teplo (vodiče se zahřívají). Elektrická energie musí být v potřebném rozsahu dovolených odchylek od jmenovitého napětí, kabel má mít dobrou mechanickou odolnost, což z valné části záleží na výrobci a pracovníkovi provádějícím montáž, a v neposlední řadě záleží i na hospodárnosti daného řešení. Veškeré poznatky pochází z [11].

2.3.3.1 Úbytek napětí

Úbytek napětí ΔU závisí na vlastnostech vodiče a na zátěži, kterou vodič napájí. Vychází z Ohmova zákona a udává se v procentech, dle [11] se pro třífázové soustavy pro jednotlivé odbočky k elektroměrům užívá vztah:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_v \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S} \quad (\text{V; m; A, -; S.m/mm}^2; \text{mm}^2) \quad (2.1)$$

| | | |
|-----|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| kde | ΔU | je úbytek napětí |
| | L | je délka vedení |
| | I_v | je výpočtový proud |
| | $\cos \varphi$ | je účinník elektrického proudu |
| | γ | je měrná tepelná vodivost jádra vodiče (konduktivita), Al=34,7947, Cu=56,0553 |

S je průřez vodiče

(pozn.: Uvedený vztah platí pro 3-fázovou soustavu. Vztah pro 1-fázovou soustavu bude ve stejné podobě, jen bude $\sqrt{3}$ nahrazena číslem 2)

Výpočtový proud I_v se v trojfázové soustavě určí pomocí vztahu:

$$I_v = \frac{1000 \cdot P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} \quad (\text{A, kW, V}) \quad (2.2)$$

kde I_v je výpočtový proud
 P_p je výpočtové zatížení
 U_s je jmenovité sdružené napětí soustavy
 $\cos \varphi$ je průměrný účinník spotřebičů, jež jsou v chodu v době maxima, u bytového odběru lze brát $\cos \varphi = 0,9$

Výpočtové zatížení hlavního domovního vedení P_p se určí ze vztahu:

$$P_p = (\sum_{i=1}^n P_{bi}) \cdot \beta_n \quad (\text{kW}) \quad (2.3)$$

kde P_p je výpočtové zatížení
 $(\sum_{i=1}^n P_{bi})$ je součet soudobých příkonů bytů připojených na HDV
 β_n soudobost pro n bytů (daná normou ČSN 33 2130)

(pozn.: Z hlediska výpočtu zatížení HDV je maximální soudobý příkon jednotlivého bytu P_p považován za příkon symbolického spotřebiče, tj. pro byt stupně elektrizace B je P_p rovno 11 kW, dále pak vnitřní normy PREdi a.s. zavádí redukcí příkonu na 0,5 hodnoty [25])

Při výpočtu úbytku napětí v trojfázovém HDV se vychází z výpočtového proudu I_v a jeho podílu v jednotlivých místech odbočení k bytovým rozvodnicím podle vzorce:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot \sum_{i=1}^m I_i \cdot L \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S} \quad (\text{V; m; A, -; S.m/mm}^{-2}; \text{mm}^2) \quad (2.4)$$

kde ΔU je úbytek napětí
 $\sum_{i=1}^m I_i \cdot L$ je součet proudových momentů (dle ČSN 33 2130)
 L je délka vedení
 I_v je výpočtový proud
 $\cos \varphi$ je účinník elektrického proudu
 γ je měrná tepelná vodivost jádra vodiče (konduktivita), Al=34,7947, Cu=56,0553
 S je průřez vodiče

2.3.3.2 Dimenzování

Dimenzování průřezu HDV ve standartních případech, tj. za předpokladu, že vodorovná část vedení (od přípojkové skříně k první odbočce k elektroměru) je do 20m.

| Počet a minimální průřez vodičů HDV v mm ² | | Stupeň elektrizace bytu | |
|-------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------|----------------|
| | | A | B |
| Al | Cu | Počet bytů připojených na HDV | |
| 4 x 16 | 4 x 10 | >7 | >3 |
| 4 x 25 | 4 x 16 | 8 - 10 | 4 - 5 |
| 4 x 35 | 4 x 25 | 11 - 14 | 6 - 7 |
| 4 x 50 | 4 x 35 | 15 - 19 | 8 - 10 |
| 4 x 70 | 4 x 50 | 20 - 26 | 11 - 14 |
| 4 x 95 | 4 x 70 | 27 - 32 | 15 - 19 |
| ----- | 4 x 95 | 33 - 46 | 20 - 27 |

Tab. 4 Dimenzování průřezu HDV [11]

Uvedený počet vodičů a jejich průřezu v Tab. 4 platí pro vodiče AY (či CY) v trubkách. Předpokládaný jmenovitý proud jističů pro byt stupně elektrizace B je 25A. Úbytek napětí u připojení jednoho bytu je nižší než 2 %. Za jiných podmínek je nutné stanovit průřezy vodičů HDV výpočtem dle kapitoly 2.3.3.1.

Dimenzování vedení odboček k elektroměrům se řídí stejnými principy jako dimenzování průřezu HDV. Hodnoty uvedené v Tab. 5 platí pro vodiče AY (či CY) pro proudové odbočky dlouhé nejvýše 15 m, při úbytku napětí do 1 %. (pozn.: Hodnoty v závorce pro PREdi a.s.)

| Stupeň elektrizace bytu | A | B |
|------------------------------------|------------------------------------|----------|
| Maximální soudobý příkon bytu (kW) | 7 (3,5) | 11 (5,5) |
| Odbočka od elektroměru | Průřez vodičů Cu v mm ² | |
| | 6 | 10 |

Tab. 5 Dimenzování odboček k elektroměrům [11]

V bytovém prostoru se rozvody dělí na světelné a zásuvkové. Principy dimenzování jsou shodné s předešlými případy. Pro všechna elektrická zařízení s příkonem větším než 2 kW se navrhuje samostatně jištěné obvody. Zásuvkové obvody s jmenovitým proudem do 20A, jež mohou být přístupné osobám bez elektrotechnické kvalifikace, musí být vybaveny doplňkovou ochranou tvořenou proudovým chráničem s vybavovacím residuálním proudem nepřekračujícím 30 mA.

| Obvod | Jmenovitý proud jističe s charakteristikou B | Průřez jádra vodiče Cu v mm ² |
|------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| Světelný | 10 | 1,5 |
| Zásuvkový | 16 | 2,5 |
| Pro chladničku | 10 | 1,5 |
| Pro pračku | 16 | 2,5 |
| Pro myčku | 16 | 2,5 |
| Pro sporák do 10 kW | 16 (3f) | 2,5 |
| Pro kombin. el. topný žebřík | 16 | 2,5 |

Tab. 6 Dimenzování bytových rozvodů [11]

Úbytek napětí od rozvodnice za měřícím zařízením ke spotřebičům nemá přesáhnout u světelných vývodů 2 %, u vývodů pro vařidla a topidla 3 %, a u ostatních vývodů 5 %, a odpor vypínací smyčky odpovídá předřazenému jistění (správnému vybavení ochrany v případě poruchy).

Principy při dimenzování zásuvkových a světelných rozvodů v nebytovém prostoru se řídí stejnými principy jako výše zmíněné případy.

2.4 Vnější vlivy a zóny prostředí

2.4.1 Vnější vlivy

Na každé elektrické zařízení působí jeho okolí jinak. Toto působení je v elektrotechnice definováno jako vnější vlivy. Aby byly zajištěny podmínky bezpečnosti při provozu elektrických zařízení, je třeba tato zařízení navrhovat a instalovat v souladu požadavky definovanými v [14]. Vnější vlivy předurčují jednotlivé posuzované prostory z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem [8].

Vnější vlivy se třídí do stupňů [8], první a druhý stupeň jsou označovány písmeny velké abecedy, stupeň třetí pak číslicí.

První písmeno označuje všeobecnou kategorii vnějších vlivů:

- A – prostředí, tj. vlastnosti posuzovaného prostoru vytvořené jím samým nebo předměty v prostoru umístěnými, jedná se především o teplotu, vlhkost, nadmořskou výšku, přítomnost vody a dalších látek,
- B – využití, tj. uplatnění objektů nebo jejich částí dané vlastnostmi osob, stupně jejich elektrotechnické kvalifikace, četnost výskytu osob a možnosti jejich úniku, a vlastnostmi zpracovávaných látek,
- C – konstrukce budovy, tj. souhrn vlastností budovy daný konstrukčním a dekorativním materiálem, či provedení a umístění budovy.

Druhé písmeno označuje povahu vnějšího vlivu. Například písmeno C značí nadmořskou výšku, písmeno D pravděpodobnost a množství výskytu vody a písmeno G míru mechanického namáhání. Číslice pak označuje třídu každého vnějšího vlivu.

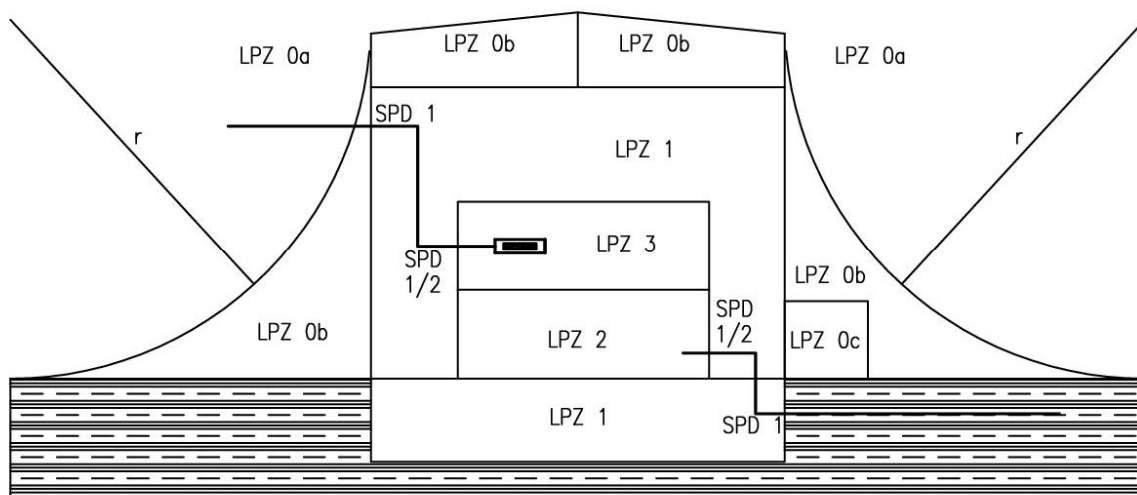
Veškeré klasifikační údaje potřebné pro jednoznačné stanovení vnějších vlivů má uvést uživatel posuzovaných prostor. Vnější vlivy musí být určeny jednoznačně. Určují se ve všech prostorech, ve kterých je umístěno a používáno elektrické zařízení. O určení vnějších vlivů se musí vydat písemný doklad, jež je součástí části elektroinstalační dokumentace.

Posuzované prostory se dle určení vnějších vlivů dělí na prostory normální, prostory nebezpečné a prostory zvláště nebezpečné. Volba krytí IP elektrického zařízení musí odpovídat typu prostoru.

2.4.2 Vnější zóny

Vnější zóny bytové zástavby chápeme, jako zóny pro ochranu objektů před přepětím způsobeným impulsy vyvolanými úderem blesku. Tento princip určuje, že objekt musí být rozdělen do vnitřních LPZ (lightning protection zone). Cílem těchto ochranných je především zamezení vzniku nebezpečného jiskření uvnitř objektu buďto potenciálovým vyrovnáním, nebo dostatečnou vzdáleností mezi částmi hromosvodné soustavy a elektricky vodivými částmi uvnitř objektu. Na Obr. 3 jsou vymezeny jednotlivé LPZ a typy přepětových ochranných při přechodech mezi zónami [6].

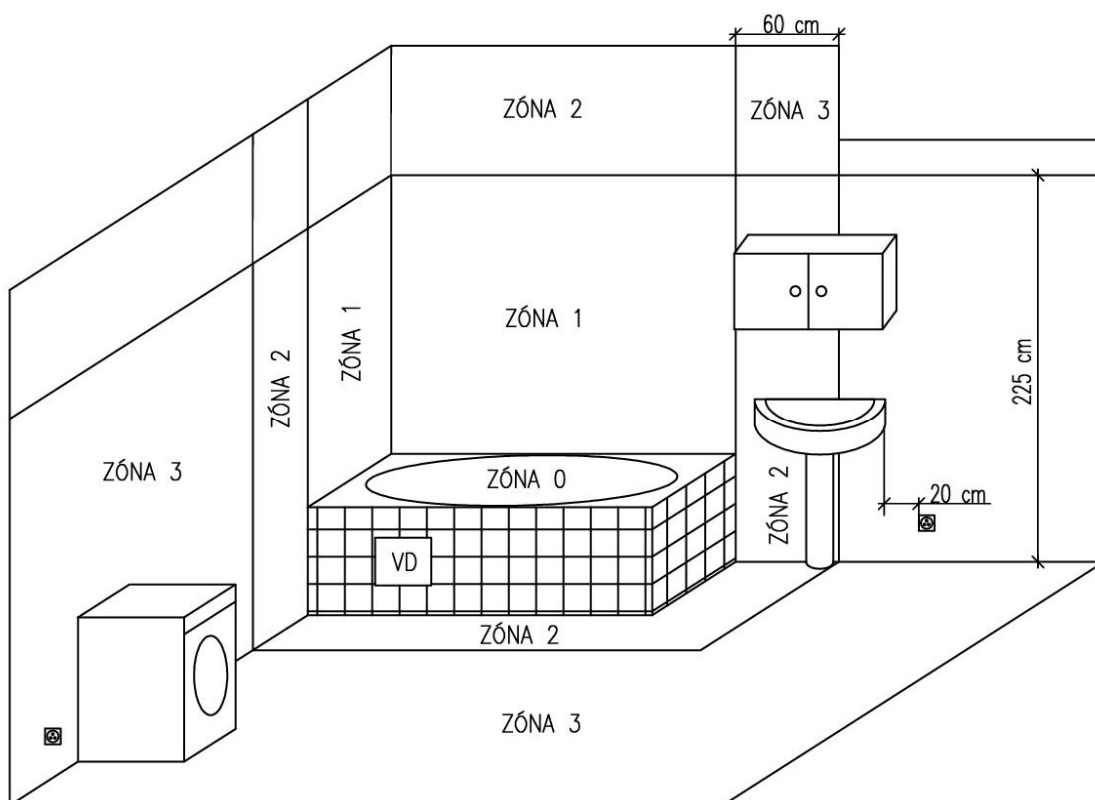
Každá zóna je charakterizována změnami podmínek elektromagnetického pole. Obecně platí, že čím vyšší číslo zóna má, tím nižší jsou parametry okolního elektromagnetického prostředí. Dále platí, že na hranici jednotlivých zón musí být zřízena ekvipotenciální přípojnice a stínící opatření.



- LPZ 0_A – vnější nechráněný prostor objektu, kde je možný přímý úder blesku a elektromagnetické pole bleskového výboje není tlumeno,
- LPZ 0_B – vnější prostor objektu chráněný hromosvodem a prostor vymezený metodou návrhu jímací soustavy, hromosvod chrání před přímým úder blesku do objektu a elektromagnetické pole je částečně tlumeno,
- LPZ 0_C – prostor 3x3 m na úrovni terénu mimo objekt, kde je pro osoby a zvířata nebezpečí vzniku krokového a dotykového napětí,
- LPZ 1 – je vnitřní prostor pod střechou a fasádou objektu, v zóně není možný přímý úder blesku a elektromagnetické pole bleskových výbojů je tlumené,
- LPZ 2 – je vymezena vnitřním prostorem místností a chodeb u vnitřních stěn objektu, v zóně opět není možný přímý úder blesku a elektromagnetické pole bleskových výbojů je tlumené, útlum závisí na materiálu stěn a jejich stínění,
- LPZ 3 – prostor uvnitř kovových skříní koncových elektrických zařízení v odstíněných místnostech.

2.4.3 Vnitřní zóny

Zvláštní požadavky pro vymezení vnitřních prostor vyplývají z [17] pro prostory s koupacími vanami, sprchami, či sprchovými kabinami. Tyto požadavky jsou založeny na rozměrech čtyř zón: zóny 0-3. Rozměry se měří s ohledem na stěny, dveře a pevné příčky, které účinně vymezují rozsah zóny. (viz Obr. 4)



Obr. 4 Schematické označení zón v koupelně

- Zóna 0 – vnitřní prostor koupací a sprchové vany, v prostoru se sprchou bez vany je zóna 0 vymezena podlahou a rovinou ve výšce 0,05 m nad podlahou, kde je sprchová hlavice snímatelná a může se s ní při použití pohybovat v horizontální rovině, jsou vodorovné hranice zóny shodné s prostorem určeným pro sprchování, kde sprchová hadice není snímatelná, je zóna ohraničena plochou 0,6 m od sprchové hadice,
- Zóna 1 – je ohraničena vodorovnou rovinou ve výšce 2,25 m nad podlahou a svislou plochou obalující koupací nebo sprchovou vanu,
- Zóna 2 - je ohraničena svislou plochou na vnější straně zóny 1 a rovnoběžnou svislou plochou vzdálenou 0,6 m vně od zóny 1, a podlahou a vodorovnou rovinou ve výšce 2,25m,
- Zóna 3 – je ohraničena plochou zóny 2 a svislou plochou vzdálenou 2,4 m vně od zóny 2,
- VD (vanová dvířka – zpřístupňující prostor pod vanou, svým provedením ovlivňují zařazení prostoru pod vanou) – jedná se o zónu 1, je-li tento

prostor přístupný bez použití nástrojů, nebo o zónu 3, je-li prostor přístupný výhradně jen s použitím nástroje.

2.4.3.1 Výběr elektrických zařízení

Elektrické zařízení musí mít alespoň tyto stupně ochrany [17]:

- Zóna 0 – zařízení stupně ochrany IPx7, a platí že se v této zóně nesmí vyskytovat spínače osvětlení, zásuvkové vývody ani příslušenství,
- Zóna 1 – zařízení ochrany alespoň IPx4, nesmí se zde instalovat žádný spínač, zásuvkový vývod ani příslušenství, s výjimkou spínačů SELV (bezpečné malé napětí) napájených jmenovitým napětím nepřevyšujícím 12 V AC, nebo 30 V DC, přičemž se bezpečnostní zdroj nesmí instalovat v zóně 0, 1, 2,
- Zóna 2 – zařízení stupně ochrany IPx4, mohou zde být jednotky napájající holící strojky vyhovující normám, svítidla, ventilátory či topná zařízení napojená na proudový chráničem,
- Zóna 3 – zde jsou zásuvky dovoleny, pokud jsou chráněny oddělovacím transformátorem, pomocí obvodu SELV nebo samočinným odpojením od zdroje pomocí proudového chrániče.

V umývacím prostoru, dle [11], (prostor vymezený šířkou umyvadla, shora a vespod ohraničen zónou 3) může být svítidlo umístěno tak, aby jeho spodní okraj byl alespoň 1,8m nad podlahou. Spínač osvětlení nebo zásuvka může být u hranice umývacího prostoru, pokud jejich spodní okraj je alespoň 1,2 m nad podlahou, a jinak nenarušuje označení zón, a jejich výběr zařízení, v této kapitole. Zařízení musí odpovídat vnějším vlivům určených v místnosti s umývacím prostorem.

2.4.3.2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Řídí se dle [12]. Ochranu před úrazem el. proudem rozlišujeme na základní ochranná a doplňující ochranná opatření. V bytových jednotkách je doplňkovou ochranou proudový chránič a místní ochranné pospojení. Místní doplňující pospojování musí spojit ochranné vodiče připojené s neživými částmi v zónách 0-3 včetně ochranných vodičů zásuvek a dalších vodivých předmětů v zónách (kovové trubky, stavební prvky a další vodivé prvky). Toto spojení musí být provedeno v těsné blízkosti prostoru.

2.5 Ochranné prvky vnitřní

Každé elektrické zařízení využívá a spotřebovává elektrickou energii, a pokud nemá vlastní zdroj, vyžaduje, aby se do něj elektrická energie přiváděla. Nejjednodušší způsob, jak se může porucha v elektrickém zařízení projevit, je nárůst příkonu, tj.

nárůst přiváděné energie, ať už se jedná o rychlou nebo pomalou změnu. To způsobuje nadměrné tepelné namáhání zařízení a jeho izolace, a může vést k jejímu poškození, průrazu a nakonec zkratu. Nárůst přiváděné energie se projeví především nárůstem protékajícího proudu, jež pak v druhé řadě způsobí pokles napětí v místě připojení spotřebiče, i fázový posun proudu vůči napětí. V případě velkého, déle trvajících nárůstu proudu je třeba zařízení odpojit, aby nedošlo k úrazu živé bytosti, či poškození chráněného zařízení. Poznatky pochází z [33].

2.5.1 Pojistka

Pojistka je konstrukčně jednoduché a nenáročné zařízení. V konstrukci pojistek je využito jevu, že proud procházející vodičem způsobuje jeho ohřev. Čím je proud větší, tím je přetavení vodiče rychlejší. Při opravdu velkém proudu (2,1 násobek jmenovité hodnoty proudu) se vodič v pojistce ohřeje za tisíce sekund a k jeho přerušení dojde ještě před tím, než proud dosáhne svého maxima. Právě v tomto aspektu spočívá hodnota pojistek.

Tavné pojistky jsou nejspolehlivějším elektrickým ochranným přístrojem. Jejich výhody spočívají v malých provozních ztrátách a pouhým nepatrným oteplením, zaručením vypínací schopnosti v celém širokém rozsahu nadproudů, jakož i rozlišení jednotlivých stupňů, a tím zajištění selektivity a optimálního využití vedení. Dále pak schopnost omezovat zkratové proudy, spolehlivá funkce i po letech nečinnosti a velká odolnost proti provozním poruchám.

2.5.2 Jistič

Tento ochranný prvek byl vyvinut jako náhrada pojistky a v mnoha ohledech také pojistku nahradil, má však menší zkratovou odolnost. Jistič má naproti pojistce tu výhodu, že po jeho vybavení (vypnutí) jej postačí jen opět zapnout. Jeho základními součástmi jsou nadproudová a zkratová spoušť. Při menších nadproudech, jež jsou vypínány tepelnou, či bimetalovou, spouští, se charakteristika do značné míry podobá pojistce. Při větších nadproudech způsobí zkratová spoušť, jejíž působení je oproti tepelné spoušti o mnoho rychlejší (v čase do 0,2 s). Tento nadproud by tepelná spoušť vypnula až v čase několika sekund, a proto vykazuje charakteristika pro tento nadproud zlom:

- charakteristika B – 3- až 5násobek (vedení)
- charakteristika C – 5- až 10násobek (univerzální)
- charakteristika D – 10- až 20násobek (motorová)

2.5.3 Napěťový chránič

Toto ochranné zařízení sloužilo především k ochraně před nebezpečným dotykovým napětím na neživých částech elektrického obvodu. Pokud zaznamená na spotřebiči nebezpečné napětí, ať už v důsledku nesprávného zapojení, či narušení izolace, ochrana odpojí spotřebič od napětí. Dnes se už nepoužívá, je nahrazeno jinými druhy ochran.

2.5.4 Proudový chránič

Proudové chrániče slouží jako doplňková ochrana, takže nejistí před přetížením ani zkratem, nýbrž se používají v místech, kde hrozí větší riziko nebezpečí úrazu elektrickým proudem. V každém časovém úseku zařízení kontroluje rovnováhu proudů přicházejících a odcházejících do měřeného úseku a při zjištění nesrovnalosti vše odpojí. V silnoproudém návrhu využíváme proudové chrániče s vybavovacím residuálním proudem nepřekračujícím 30 mA.

2.5.5 Přepětové ochrany

Úder blesku do jímací soustavy a okolí, či elektrostatické výboje způsobují přepětové špičky trvající pár milisekund, jež ale mohou způsobit rozsáhlé škody. Ochrana proti přepětí spočívá jednak v pospojování předepsaných neživých částí na hlavní ochranné pospojení budovy, a pospojování živých částí přes svodiče přepětí na ekvipotenciální svorkovnici. Svodiče přepětí mají při normálním pracovním napětí velký vnitřní odpor. Při překročení pracovního napětí však jejich odpor klesne a tím se vytvoří dočasný zkrat mezi částí s přepětím a ekvipotenciální svorkovnicí. Rozeznáváme 3 typy přepětových ochran – svodičů přepětí SPD (surge protection device) [6]:

- Typ 1 – tyto svodiče jsou instalovány k zvládnutí přímého úderu blesku, jsou zkoušeny simulovaným zkušebním bleskovým proudem o tvaru vlny 10/350 μ s,
- Typ 2 – slouží pro ochranu před přepětím v pevných instalacích (elektrické rozvody), jsou zkoušeny jmenovitým impulsním proudem o tvaru vlny 8/20 μ s,
- Typ 3 – jsou svodiče pro instalaci v pevné mobilní částí rozvodu, tj. v oblasti zásuvkových vývodů a terminálů, zkouší se hybridním generátorem generujícím impulsní napětí naprázdno ve tvaru 1,2/50 μ s, a proudovým impulsem nakrátko 8/20 μ s.

2.6 Ochrana před atmosférickými vlivy

Úder blesku si lze představit jako proud z ideálního zdroje proudu o vnitřní impedanci 3-5 k Ω . Pokud poteče bleskový proud vodivými částmi, vznikne úbytek

napětí v závislosti na vrcholové hodnotě bleskového proudu a na impedanci vodivých částí. Zjednodušeně můžeme tuto souvislost popsat Ohmovým zákonem ($U = R \cdot I$).

Vstoupí-li blesk v jednom místě do homogenní plochy, vznikne známý gradient potenciálů (potenciálový trychtýř). Tento efekt vznikne také při úderu blesku do homogenní půdy. Pokud se živé organismy nacházejí uvnitř tohoto gradientu potenciálů, mohou být ohroženy krokovým napětím. Čím vyšší je vodivost půdy, tím plošší tento gradient je.

Udeří-li blesk do budovy, která je vybavena hromosvodem, vznikne na rázovém zemním odporu R_{St} úbytek napětí způsobený průchodem bleskového proudu. Pokud je vyrovnán potenciál všech vodivých částí uvnitř objektu na stejnou hodnotu, nedojde k ohrožení osob nacházejících se uvnitř budovy. Veškeré informace pochází z [6] a [20].

2.6.1 Třídy LPS

Při projektování hromosvodu je nutné nejdříve zatřídit budovu do jedné třídy LPS – lightning protection level (LPL). Tyto třídy jsou:

LPL I – nemocnice, banky, elektrárny,

LPL II – školy, supermarkety, kostely,

LPL III – rodinné domy, obytné domy, zemědělské objekty,

LPL IV – objekty a haly bez výskytu osob a vnitřního vybavení,

toto roztrídění je jednak kvůli rozsahu ztrát, jež mohou vzniknout v jednotlivých třídách LPS, ale hlavně kvůli základním kritériím ochrany před bleskem. Pro každou třídu LPS je potřeba znát maximální a minimální hodnoty parametrů bleskového svodu.

Pro návrhy vnějšího LPS (LPL III), jsou to:

- 100 kA pro maximální vrcholovou hodnotu bleskového proudu
- 97 % pravděpodobnost, že skutečný bleskový proud je menší než max. vrcholová hodnota bleskového proudu
- 10 kA pro minimální vrcholovou hodnotu bleskového proudu
- 91 % pravděpodobnost, že skutečný bleskový proud je větší než minimální hodnota bleskového proudu
- 45 m poloměr „valící se koule“

2.6.2 Metody LPS

Metoda valící se koule je nejuniverzálnější projekční metodou, která je vhodná téměř pro všechny případy (i geometricky komplikované objekty). Poloměr valící se koule simuluje vstřícný výboj ze země, nebo z jímací soustavy vůči vůdčímu výboji (leader), který sestupuje z mraku.

Metoda mřížové soustavy může být použita univerzálně nezávisle na výšce a tvaru objektu. Hodí se zejména pro ochranu plochých střeš.

Metoda ochranného úhlu je odvozena od metody valící se koule, je však limitována výškou. Ochranný úhel je závislý na třídě LPS a na výškové úrovni chráněného objektu.

2.6.3 Jímací soustava

Již při projektování stavby by se mělo posoudit, zda je možno využít kovových konstrukcí objektu jako součástí LPS. Návrh způsobu a rozmístění LPS na stávajících objektech musí zohlednit omezení vyplývající ze stávající situace.

Hromosvod je určen k jímací přímých úderů blesku včetně úderů do boku budovy a svedení bleskového proudu do země. Dále pak k rozvedení bleskového proudu v zemi bez toho, aby vznikly tepelné a mechanické škody nebo nebezpečná jiskření, která mohou vyvolat požár nebo explozi. Hromosvod je ve většině případů uchycen k chráněnému objektu. Oddálený se používá pouze tehdy, když tepelné a výbušné účinky v místě úderu nebo ve vedeních, která vedou bleskový proud, mohou způsobit škody na objektu nebo na jeho vybavení. Náhodné součásti z kovových materiálů, které vždy zůstanou součástí objektu a nezmění se, se smí použít jako část LPS (typicky se jedná o spojené armování, ocelový skelet, apod.). Při výběru vhodné jímací soustavy se podstatně sníží pravděpodobnost, že blesk udeří do chráněného objektu. Jímací soustava může být vytvořena vzájemnou kombinací následujících částí:

- jímací tyče,
- napnutá ocelová lana,
- mřížové soustavy.

Jímací soustava by měla být umístěna na nejvyšších místech střechy (hřebenové vedení), v případě rovných střech po obvodu střechy doplněno mřížovým vedením, případně jímacími tyčemi. Při návrhu jímacích tyčí nám pomůže univerzální metoda „valící se koule“.

Vzdálenost mezi svody se opět liší podle ochranné úrovně LPL. U LPL III je vzdálenost mezi svody max. 15m. Svody by měly být rozmístěny po obvodu budovy co nejrovnoměrněji a tak, aby bylo vytvořeno přímé pokračování jímací soustavy.

Svody mohou být vedeny po povrchu nebo zapuštěné (trubkami ve fasádě).

2.6.4 Uzemnění

Další součástí LPS jsou zkušební svorky. Jejich umístění by mělo být na každém připojení svodu k uzemňovací soustavě, mimo náhodné svody, které jsou spojeny se základovým zemničem. V případě zapuštěných svodů jsou zkušební svorky skryty v krabici ve fasádě objektu. Zkušební krabice musí být otevřena s pomocí náradí, jinak musí být uzavřena.

Důležitými kritérii uzemnění jsou jeho tvary a rozměry tak, aby došlo k rozdělení bleskového proudu do země a byla zmenšena nebezpečná přepětí. Je doporučeno zemní odpor nižší než 10Ω . Rozlišují se dva základní typy zemničů:

- horizontální nebo vertikální zemnič, který je spojen s každým svodem zvlášť
- okružní zemnič vně objektu, který je uložen min. 80 % své délky v zemině

Jímací soustava a svody musí být uchyceny tak pevně, aby nedošlo elektrodynamickými nebo náhodnými silami (teplotní roztažnost, kývání) ke zlomení nebo uvolnění vodičů. Též počet spojů v jednom svodu je nutno omezit na minimum. Spoje jsou spolehlivě provedeny pájením na tvrdo, svařováním, svorkami, šroubováním nebo nýtováním.

Materiál a rozměry pro LPS je nutno vybírat s ohledem na odolnost proti korozi. Používá se buď měď, nebo ocel.

2.7 Ochranné pospojování

V každé budově musejí být do ochranného pospojování navzájem spojeny ochranný vodič, uzemňovací přívod a další vodivé části, jako kovová potrubí do budovy vstupující (voda, plyn), konstrukční kovové části objektu, pokud jsou dosažitelné, kovové ústřední topení či klimatizace, a kovová konstrukční výztuž betonu, pokud je opět dosažitelná. Vstupují-li takovéto části do budovy zvenku, musí být pospojovány, pokud možno co nejbližší k místu prostupu do budovy. Předpisy vychází z [16].

V každé elektrické instalaci, kde je použito ochranné pospojování, musí být ochranná svorka nebo přípojnice, do které musí být napojeny vodiče ochranného pospojování (popsány výše), uzemňovací přívody, ochranné vodiče a případně i uzemňovací přívody pracovního uzemnění. Ochranou svorkou rozumíme svorku nebo přípojnici, která je částí uzemňovací soustavy instalace umožňující elektrické spojení více vodičů za účelem uzemnění. Hlavní uzemňovací svorku budovy je možno zpravidla použít i pro účely pracovního uzemnění, ale platí, že požadavky na ochrannou funkci mají vždy přednost. Uzemnění se zřizuje především pro ochranu před úrazem elektrickým proudem, přepětím a bleskem.

2.7.1 Ochranné vodiče

Průřez každého ochranného vodiče musí splňovat podmínky pro automatické odpojení od zdroje a musí být schopný vydržet předpokládaný poruchový proud. Do svorek pro ochranné vodiče musí být možno připojit vodiče průřezů dané v Tab. 7.

| Průřez vodiče vedení S mm ² | Minimální průřez odpovídajícího ochranného vodiče v mm ² |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| $S \leq 16$ | S |
| $16 < S \leq 35$ | 16 |
| $35 < S$ | S/2 |

Tab. 7 Minimální průřezy ochranných vodičů [16]

Pokud se hodnoty týkají vodiče PEN, redukce jeho průřezu se dovoluje pouze v souladu s pravidly pro dimenzování nulových vodičů.

Průřezy Cu ochranných vodičů, které nejsou součástí kabelů nebo nejsou ve společném obložení vodiči fázovými, nesmí být menší než 4 mm² (například místní ochranné pospojování-koupelna).

2.7.1.1 Typy ochranných vodičů

Ochranné vodiče mohou mít následující provedení:

- vodiče v mnohožilových kabelech,
- izolované nebo holé vodiče ve společném obložení s vodiči pracovními,
- upevněné holé nebo izolované vodiče,
- kovové pláště kabelů, kovové instalační trubky, a další předměty dané normou [16] a zároveň splňující její požadavky,

případně kombinace těchto provedení.

2.7.1.2 Vodiče PEN

Vodič PEN může být použita pouze v pevných instalacích a z důvodů mechanické pevnosti nesmí mít menší průřez než 10 mm². Pokud se v nějakém místě elektrické instalace funkce nulové a ochranného vodiče rozdělí, není dále dovoleno spojovat nulový vodič s žádnou jinou uzemněnou částí. Jako vodiče PEN se nesmějí použít cizí vodivé části.

2.7.2 Vodiče hlavního ochranného pospojování

Průřez Cu vodičů ochranného pospojování nesmí být menší než 6 mm².

2.8 Umělé osvětlení

Světlo patřilo od pradávna k důležitým jevům pro náš život. S přibývajícím stupněm civilizace člověk odstoupil od používání ohnišť, krbů a plynových zdrojů k umělému osvětlení.

2.8.1 Parametry umělého osvětlení

Tak jako v každém odvětví vědy a techniky, jsou i ve světelné terminologii definovány pojmy k ohodnocení vlastností světelných zdrojů, svítidel a jejich účinků, jakožto i jednotky jim odpovídající [5] a [7].

Mezi nejzákladnější, a zároveň mezi jednotky soustavy SI, patří *svítivost* I (cd), udávající kolik světelného toku vyzáří světelný zdroj do prostorového úhlu. *Světelný tok* Φ (lm) udává, kolik světla celkem vyzáří zdroj do všech směrů. Jedná se v podstatě o světelný výkon, který je posuzován z hlediska lidského oka. *Prostorový úhel* ω (sr) je úhel, jehož velikost je definována jako poměr kulové plochy, jež vyřezává, a druhé mocniny poloměru této plochy. *Intenzita osvětlení - osvětlenost* E (lx) udává, kolik lumenů světelného toku dopadá na 1 m^2 .

Dále je důležitá *Teploty chromatičnosti* T_c (K), označována jako ekvivalentní teplota černého zářiče, tzv. Plancova zářiče, při kterém je spektrální složení těchto dvou zdrojů blízké. Neméně důležitý je i *Index barevného podání* R_a (0-100), jež je měřítkem věrohodnosti podání barev světelným tokem v okolí, jak je známe u přirozeného světla nebo od žárovek.

Všechny tyto parametry, včetně údajů o druhu proudu, příkonu, době životnosti a napájecí síti, udává výrobce svítidla.

2.8.2 Světelné obvody

Pro různá prostředí se hodí různé druhy svítidel. Zatímco v prostoru bytu, je nevhodnější ovládání osvětlení pomocí tlačítek, či spínačů OSV, u nebytových prostor, zvláště těch hodně frekventovaných je rozumnější použití svítidel s integrovaným senzorem pohybu. Vždy je také nutné brát v potaz ekonomičnost daného řešení. V prostorách kde není nutné osvětlovat pokaždé celou plochu, viz chodby v bytech, je vhodné použít orientační svítidla se senzorem pohybu, neb tyto jako taková pro průchod stačí.

Dle [11] smí na jeden světelný obvod být připojeno tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil proud jistícího přístroje daného obvodu. Jmenovitý proud se stanoví z maximálního příkonu, pro který jsou svítidla typována.

Na společných chodbách se zřizuje nouzové osvětlení, případně doplněné protipanickým osvětlením (garáže).

3. Projektová část

3.1 El. Sít'

V projektu máme na stoupacím vedení až do jednotlivých bytových rozvodnic síť TN - C . Napětí 3 x 400 V / 230 V, 50 Hz, TN - C , 3 + PEN.

Zkratové proudy: Napojením na stávající distribuční síť PRE s odstupňovaným jištěním. Trafo pro objekt je od něj vzdáleno více než 50 m a proto není třeba kontrolovat velikost zkratových proudů. Hlavní jističe před elektroměry společné spotřeby domu a bytových odběrných míst se jmenovitou zkratovou vypínací schopností 10 kA, s charakteristikou vedení "B". Jmenovité proudové hodnoty hlavních jističů jsou odvozeny od stupně elektrizace bytových jednotek a jejich soudobého příkonu, musí být odsouhlaseny s PRE a.s. Místem rozdělení vodiče PEN na N + PE je rozvaděč společné spotřeby domu (v případě instalovaných okruhů OSV) a rozvaděče jednotlivých odběrných míst (bytů a komerce).

Přípojka od HDS do sítě NN není součástí tohoto projektu. Rovněž rozvaděč komerčních prostor není součástí tohoto projektu.

3.2 Vnější vlivy

Stanoveny dle předpokládaných technologických procesů v souladu s [14]. Protokol o určení vnějších vlivů v příloze č. 1.

3.3 Ochrana před nebezpečným dotykem

3.3.1 Neživých částí při poruše

Bude provedena dle [12] a [22] - síť TN-C-S :

- NORMÁLNÍ - automatickým odpojením od zdroje části 411.3.2 v [12] a hlavním ochranným pospojováním dle čl. 411.3.1.2 [12],
- DOPLŇENÁ - automatickým odpojením od zdroje a doplňujícím pospojováním dle čl. 415.2 [12] a proudovými chrániči reziduálního proudu 30 mA dle čl. 411.3.3 [12],
- Pracovní uzemnění: zemnicí odpor menší nebo roven max. 2 Ohmy, HOP - ekvipotenciální svorkovnice - situované v těsné blízkosti rozvaděče společné spotřeby

Vodiče pospojování v souladu s [16].

3.3.2 Živých částí

- IZOLACÍ - podle čl. A1 [12],
- KRYTÍM - podle čl. A2 [12],

- PŘEPÁŽKAMI - podle čl. A2 [12].

3.3.2.1 Hlavní ochranné pospojení

V domě bude instalováno hlavní ochranné pospojení [16], k centrální ekvipotenciální svorce budou připojeny veškeré vodivé konstrukce a technologické rozvody - potrubí vody, potrubí teplovodního vytápění, potrubí požární vody (suchovod), stoupací potrubí domovní požární vody (mokrovod), místa rozdělení vodiče PEN na N + PE, hlavní ochranná svorka v HDS, stoupací vedení HOP a vývod uzemňovací soustavy. V prostoru suterénu bude připojen hlavní uzávěry vody, včetně jeho překlenutí a překlenutí vodoměru. K patrovým svorkovnicím HOP budou připojeny kostry patrových rozvaděčů a potrubí požární vody "S"+"H", dále bytové rozvodnice, jako místa rozdělení vodiče PEN na N + PE a ochranné svorky PEN na patrových svorkovnicích lanového stoupacího vedení HDV. Patrové ekvipotenciální svorky budou osazeny v poli připojovací svorkovnice přípojek odběrných míst v horním poli patrových rozvaděčů měření. Hlavní ekvipotenciální svorkovnice bude osazena v samostatné dispozici v těsné blízkosti rozvaděče společné spotřeby domu RR.

3.4 Energetická bilance

Dimenzování vodičů a kabelů je provedeno v souladu s [11]. Nulovací vodič je přizemněn. Domovní vchod má dvě paralelně vedené samostatné kabelové přípojky ze stávající pojistkové skříně. Hlavní domovní vedení (HDV1 a HDV 2) jsou bez přerušení vedena po celé trase v samostatných trubkách a prochází patrovými rozvaděči měření. Vedení HDV1 + 2 vstupují z podlahové drážky do rozvaděče RE1 a následně v podlažích 2. - 11.NP prochází vedení zaplombovanými neměřenými částmi patrových elektroměrových skříní. Po celé trase je vedení HDV uloženo v trubkách. Prostupy mezi jednotlivými patry jsou vedeny uměle vytvořenými průchody.

Navrhované vedení je stanoveno na podkladě ustanovení [11]. Vzduchotechnika odvětrání sociálního zázemí bytových jednotek je navržena jako centrální se střešními odtahovými ventilátory ovládanými tlačítkovými spínači z jedntl. bytů. Instalace je napájena ze společného rozvodu. Rozvodnice VZT je v 11.NP.

3.4.1 HDV 1

- 1. - 6.NP,
- 25x bytový odběr stupně elektrizace "B"
- 1x společná spotřeba domovního vchodu

Celková energetická bilance stoupací vedení HDV1 domovního vchodu:

Výpočtové zatížení HDV dle [11] s přihlédnutím k [25]:

Max. soudobý příkon odebíraný ze stoupacího vedení:

$$(25 \times 11 + 5,5) \times 0,36 \times 0,5 = 50,5 \text{ kW,}$$

Odpovídající proudové zatížení stoupacího vedení: 3 x 75,6 A,
Provedení stoup. vedení v souladu s [11]: CYA 4 x 95,
Elektropřípojky odběrných míst: CYKY 4Jx10,
Max. úbytek napětí na HDV: 0,89V (0,22%),
Max. úbytek napětí na 3-fáz bytové přípojce: 0,20V (0,05%)

3.4.2 HDV 2

- 7. - 11.NP,
- 25x bytový odběr stupně elektrizace "B"

Celková energetická bilance stoupací vedení HDV2 domovního vchodu:

Výpočtové zatížení HDV dle [11] s přihlédnutím k [25]:

Max. soudobý příkon odebíraný ze stoupacího vedení:

$$(25 \times 11) \times 0,36 \times 0,5 = 48,1 \text{ kW},$$

Odpovídající proudové zatížení stoupacího vedení: 3 x 74,6 A,

Provedení stoup. vedení v souladu s [11]: CYA 4 x 95,

Elektropřípojky odběrných míst: CYKY 4Jx10,

Max. úbytek napětí na HDV: 0,84V (0,21%),

Max. úbytek napětí na 3-fáz bytové přípojce: 0,20V (0,05%)

3.4.3 Výtah

Samostatná přípojka z HDS do rozvaděče měření RE1 situovaného v chodbě před výtahy ve vstupním podlaží budovy. Pro každý výtah navržena přípojka CYKY 4Jx10.

3.4.4 Obytné prostory

Druh odběrného zařízení:

- myčka nádobí - 230V – 2kW
- varná deska – 400V – 8kW
- automatická pračka – 230V – 2kW
- sušička – 230V – 2kW
- pečící trouba – 230V – 2,5kW
- chlazení a mražení potravin – 230V – 0,6kW
- zásuvkové rozvody běžné spotřebiče - 230V – 8kW
- slaboproudé rozvody, audio, video, TV, PC – 230V – 0,8kW
- umělé osvětlení (zdroje LED) – 230V – 0,5kW

Celkový instalovaný příkon P_i : 14.1 kW

Předpokládaná soudobost : $B_N=0,50$

Celkový soudobý příkon P_p : 7.05 kW

Odpovídající soudobý odebíraný proud : 3x11 A

S ohledem na soudobou zátěž kabelové přípojky a na povolený úbytek napětí na kabelové přípojce dle [11] je navržena odpovídající kabelová přípojka bytu: CYKY 4Jx10, jmenovitý proud hlavního jističe před elektroměrem: 3 x 25 A, vypínací charakteristika B, zkratová odolnost 10 kA.

3.5 Ochrana před přepětím

Dle [24] musí být objekt opatřen ochranným opatřením proti přepětí.

Objekt bude opatřen hromosvodnou soustavou jako ochranou proti atmosferickému přepětí. Vnitřní elektroinstalace je v souladu s [20] vybavena ochranou proti přepětí. V rozvaděči společné spotřeby je navržena kombinovaná přepěťová ochrana stupně B + C (SPD T1 + T2) ve trojpólovém provedení. V bytových rozvaděčích je rovněž navržena kombinovaná přepěťová ochrana stupně B + C (SPD T1 + T2) ve trojpólovém provedení.

Zásuvkové vývody určené k napájení "PC" a audio-video techniky budou vybaveny integrovanou přepěťovou ochranou SPD 3, nebo přenosným adapterem s integrovanou přepěťovou ochranou SPD 3.

V budově bude navrženo hlavní ochranné pospojení [16], připojující na hlavní ekvipotenciální svorku veškeré kovové konstrukce v budově, potrubí jednotlivých medií, místo rozdělení PEN a uzemňovací soustavu (viz 3.3.2.1).

3.6 Požární ochrana stavby

Provedení a rozsah el. instalace musí odpovídat požadavkům vyplývajícím z PBŘS budovy. Stoupací vedení HDV a režie domu prochází patrovými rozvaděči, které jsou v provedení s požární odolností EI-S30 (vsazeny no nik s protipožárním uzávěrem). Kabelové odbočky ke svítidlům na schodišti a patrových chodbách v zapuštěném uložení – minimálně 1 cm pod omítkou, nebo záklopem protipožárního SDK. Patrové prostupy stoupacího vedení HDV a další stěnové prostupy (byty) se musí utěsnit ve stupni požární odolnosti dle zprávy PBŘS. Žádná další opatření nejsou zprávou PBŘS vyžadována.

3.7 Všeobecná ustanovení

Práce na neměřených částech elektroinstalace mohou provádět oprávněné a spolupracující firmy, které mají oprávnění k práci na neměřených částech elektrické instalace od PRE distribuce, a.s.. Práce na HDV musí být prováděny plně v souladu se zněním [26] a [27]. Veškeré práce na neměřených částech je potřebné předem projednat na PRE.

Elektromontáže budou prováděny pracovníky s patřičným oprávněním podle platných právních norem ČSN a technických požadavků PRE a.s.

Po dokončení realizace bude provedena výchozí revize s vystavením písemného protokolu. Pro jednotlivá odběrná místa budou vystaveny a potvrzeny formuláře "Podklady pro uzavření smlouvy na hladině NN".

Při realizaci budou dodržovány bezpečnostní předpisy pro práci na el. zařízení NN. Dále bezpečnostní předpisy pro práci v bytových domech za provozu.

Provedení elektroinstalace:

Přípojky od HDS k rozvaděči měření v 1.NP, trubkami zapuštěnými do betonové podlahy.

Rozvaděče měření v nikách, stoupací vedení budou vedena vnitřními prostory těchto rozvaděčů.

Rozvody na jednotlivých podlažích 2. až 11. NP - osvětlení pod omítkou.

3.8 Silnoproudé rozvody

Uvedené jmenovité proudové hodnoty hlavních jističů před měřicími místy budou odsouhlaseny s PRE a.s. Osazování jističů je nutné provádět pouze na podkladě souhlasu PRE s předloženými žádostmi o rezervaci příkonů.

3.8.1 Koncepce společných rozvodů NN

- návrh domovních přípojek včetně stoupacích vedení od pojistkové skříně až po 11.NP, neměřené vodiče musí být po celé trase uloženy v trubkách, provedení bude v souladu s projektovou dokumentací, lanované vodiče s měděnými jádry budou uloženy v samozhášivé trubce, každé HDV (1 a 2) budou vedena v samostatné trubce,
- osazení patrových rozvaděčů měření ve schodišťovém prostoru 1.NP až 11.NP, veškeré rozvaděče měření tak budou volně přístupné z prostoru hlavního domovního schodiště, provedení dle požadavků PREDi a.s. (hl. jističe: vyp. char. B, zkrat. odolnost 10 kA),
- osazení rozvaděče společné spotřeby RR v rozvaděči měření RE1 ve vstupním podlaží,
- osvětlení v prostoru schodiště 1. - 11.NP – LED-diodové svítidlo s vestavěným MW senzorem na podestě a mezipodestě, relé pro trvalou aktivaci osazeno na jednotlivých patrech v rozvaděči měření,
- osvětlení v chodbách jednotlivých obytných pater 2. - 11.NP - LED-diodová svítidla s vestavěným MW senzorem, relé pro trvalou aktivaci osazeno na jednotlivých patrech v rozvaděči měření,
- osvětlení ve strojovně výtahu 12.NP – zářivkovými lineárními svítidly,
- návrh bytových přípojek kabely CYKY 4Jx10 v SDK záklopu (na stěně při stropu), zakončení kabelových přípojek odběrných míst do dispozic bytových rozvodnic osazených v zádveří bytů,

- kompletní montáž hlavního ochranného pospojení - stoupací vedení vč. odboček do bytů, připojení patrových rozvaděčů měření (kostra a svorka PEN v lanové svorkovnici) a potrubí požární vody, patrové ekvipotenciální svorkovnice v nadzemních podlažích budou umístěny v řadě RSA odvodních svorek přípojek odběrných míst, hlavní svorkovnice v prostoru vstupního podlaží bude osazena v těsné blízkosti rozvaděče společné spotřeby, v prostoru vstupního podlaží bude provedeno vzájemné propojení potrubí vody (SV + TV) a topení, překlenutí hl. uzávěrů vody, hl. ochranné svorka PEN rozvaděče režie,
- nouzové osvětlení, svítidla s integrovanými záložními zdroji kapacity 1 hod. budou napájena z místně příslušných světelných okruhů, vývody budou mít předřazený samostatný spínač pro provedení testu bez nutnosti vypínat standartní umělé osvětlení,
- osvětlenost prostorů viz Tab. 8 a příloha č. 2.

| Místnost | Osvětlenost ve srovnávací hladině (lx) |
|-------------------|----------------------------------------|
| Společné chodby | 100 |
| Schodiště | 100 |
| Technické zázemí | 100 |
| Kancelář družstva | 300 |

Tab. 8 Osvětlenost společných prostor

3.8.2 Koncepce bytových rozvodů NN

- silnoproudé rozvody budou provedeny celoplastovými kabely s měděnými jádry, uloženými pod omítkou, do SDK záklopu či do trubek v betonové mazanině podlahy (detaily určí architekt projektu),
- veškeré přístroje a úložný materiál v zapuštěném provedení pod omítku v minimálním krytí IP20,
- minimální odstup kabelových vedení SIL a SLA při souběhu je 0,2 m,
- umělé osvětlení je navrženo s ohledem na požadavky [18],
- osvětlení bude přisazenými, resp. zapuštěnými svítidly dle výběru investora s LED-diodovými světelnými zdroji, ovládání skupinově spínači od vstupních dveří do jedntl. místností, případně infrapasivními senzory pohybu,
- zásuvkovým okruhům budou předřazeny proudové chrániče s vybavovacím proudem 30 mA,
- příprava teplé stravy bude realizována v celoelektrické kuchyni:
 - elektrická pečící trouba 230 V, varná deska 400 V
 - mikrovlnná trouba, rychlovarná konvice atd. napojené do zásuvkových okruhů kuchyňské linky,
 - myčka nádobí

- zásuvkové vývody nad pracovní plochou ZK pro přenosné el. spotřebiče,
- osvětlení pracovní desky - vývod pod skříňkami,
- lednice,
- digestoř,
- detailní rozmístění vývodů elektroinstalace kuchyně bude upřesněno technologickým návrhem kuchyně,
- v prostorech koupelny je navrženo místní ochranné pospojení,
- minimální výšky spodní hrany zásuvek v obytných prostorech je 0,25m, minimální výšky spodní hrany vypínačů OSV je 1,2m, výšky vývodů elektroinstalace v prostoru koupelny 1,2m (dle [17], resp. [11]), výšky orientačních svítidel 0,2 m nad úroveň podlahy
- kabelové rozvody musí odpovídat [11],
- veškeré přístroje, spotřebiče, úložný a instalační materiál standartně používané na našem trhu s prohlášením o shodě dle [23],
- osvětlenost bytových prostor viz Tab. 9.

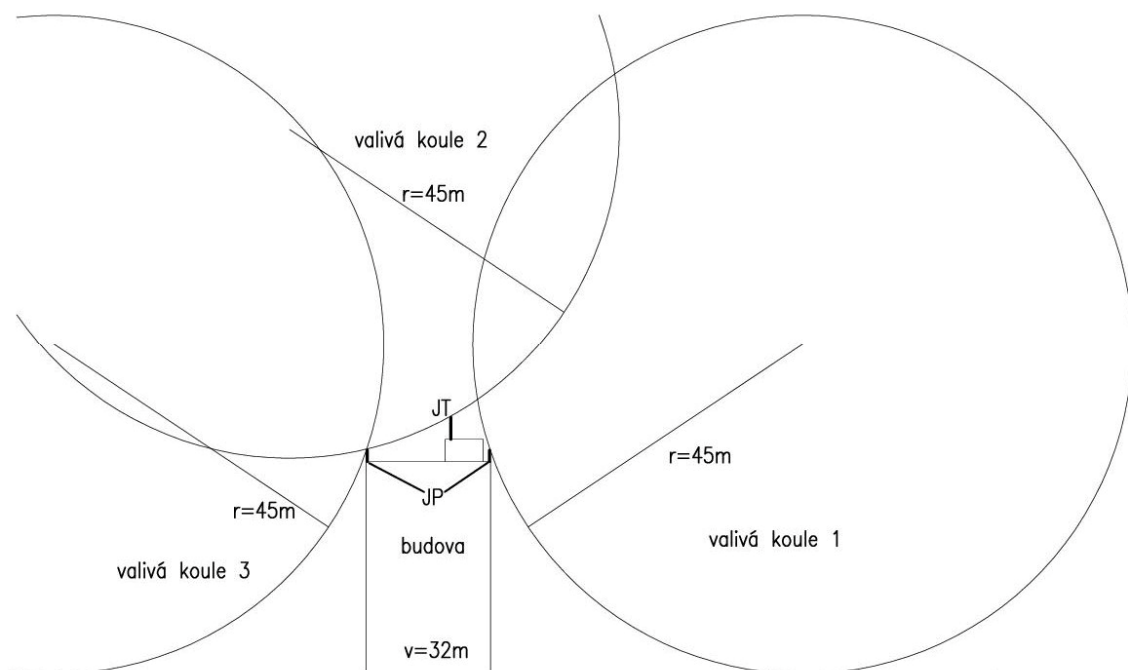
| Místnost | Osvětlenost ve srovnávací hladině (lx) |
|------------------|----------------------------------------|
| zádveří / chodba | 100 |
| ložnice | 200 |
| koupelna | 200 |
| obývací pokoj | 200 |
| jídlna | 300 |
| kuchyně | 300-500 |
| záchod | 200 |

Tab. 9 Osvětlenost bytových prostor

3.9 Hromosvod (bleskosvod)

V souladu se souborem norem [20] bude dům opatřen hromosvodnou soustavou. Návrhu předcházela výpočet rizik přiložený v příloze č. 3. Objekt má rovnou střechu, doplněnou typizovanými střešními nástavbami cihlového provedení, střešní krytina ze svařovaných izolačních pásů. Atika po obdélníkovém obvodu shora oplechována. Střešní nástavba - cihlového provedení - je oplechována.

Při návrhu se vycházelo z tvaru objektu, jeho výšky a situování a dle dalších kritérií daných v [20]. Je použita metoda valivé koule o poloměru 45 m (viz Obr. 5).



Obr. 5 Metoda valivé koule – boční pohled

Následující kritéria pro bytové domy :

- Účinky blesku - průraz technických instalací, požár a materiální škoda,
- škoda je obvykle omezena na objekty exponované v místě úderu nebo na cestě bleskového proudu,
- porucha elektrického a elektronického zařízení a instalovaných systémů (např. televizorů, počítačů, modemů, telefonů, MaR zařízení atd.).

Typy poškození staveb:

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

Typy škod:

- D1 úraz živých bytostí způsobený dotykovým a krokovým napětím,
- D2 hmotnou škodu (požár, výbuch, mechanickou destrukci) způsobenou účinky bleskového proudu včetně jiskření,
- D3 poruchu vnitřních systémů způsobenou LEMP.

Typy ztrát (viz příloha č. 3):

- L1 ztráty na lidských životech,
- L3 ztráta nenahraditelného kulturního dědictví,
- L4 ztráty ekonomické hodnoty.

Z výše stanovených kritérií vyplývá zařazení objektu do ochranné hladiny LPL III. s použitím ochrany před bleskem LPS III. Pro tuto LPS je navrhována mřížová jímací soustava doplněná jímacími tyčemi. Navržený materiál jímací soustavy AlMgSi, drát o průměru 8 mm. Jímací tyč v materiálu AlMgSi průměru 16 mm (4 m) s uchycením pomocí svorek na stožár STA na střešní nástavbě a další jímací tyče v rozích střechy ze stejného materiálu, 1,5m, upevněné pomocí betonové podpěry.

K soustavě budou vodivě připojené veškeré kovové prvky umístěné na střeše, oplechování atiky periodicky po obvodu objektu dle výkresové přílohy, oplechování strojovny výtahu. Žádný z bodů na střeše není vzdálený od jímacího vedení více než 10 m. Veškeré kovové prvky do 1 m od jímacího vedení jsou k němu metalicky připojeny.

Vzájemným vzdálenostem mezi svody 15 m +/- 15% vyhovuje navrhovaný počet svodů. Materiál svodu AlMgSi 8 mm. Od zkušebních svorek jsou vodiči FeZn 10 mm svody připojeny k zemnicí soustavě. Napojení k zemniči je opatřeno mechanickou ochranou - úhelníky FeZn. Zemnicí soustava je tvořena uzemňovacím páskem FeZn 30x4 mm uloženým do výkopu hloubky 0,8 m po obvodu budovy v odstupu 0,6 m.

Po dokončení montáží musí být před uvedením hromosvodné soustavy do provozu provedena výchozí revize jímacího vedení hromosvodu a mimořádná periodická revize svodů a uzemnění hromosvodu. Následně je potřebné provádět vizuální kontrolu jímacího vedení, svodů a zkušebních svorek v intervalu dvou let a periodickou revizi hromosvodu (jímací vedení a zemnicí soustava) každé čtyři roky. V případě zásahu bleskem je nezbytně nutná následná vizuální kontrola a revize soustavy po zásahu bleskem.

3.10 Výměry

Výrobce a typ svítidel, zásuvek a spínačů osvětlení zvolí architekt projektu. Je nutné dodržet předepsané parametry v Tab. 10.

| Název | Množství |
|-------------------------|----------|
| Společné rozvody | |
| kabel CYA 95 černá | 270 m |
| kabel CYA 95 zž | 90 m |
| kabel CYKY 4Jx10 | 540 m |
| kabel CYKY 5Jx1,5 | 450 m |
| kabel CYKY 5Jx2,5 | 40 m |
| kabel CYKY 3Jx1,5 | 480 m |
| kabel CYKY 3Jx2,5 | 130 m |
| kabel CYKY 5Jx4 | 60 m |
| kabel CYKY 30x1,5 | 80 m |
| vodič CYA 50 zž | 60 m |
| vodič CY 16 zž | 140 m |
| vodič CY 10 zž | 30 m |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| vodič CY 6 zž | 420 m |
| trubka ohebná samozhášivá HFX 63 | 90 m |
| patrový rozvaděč měření ELROZ, typ NER313 pro 6 elektroměrů s požární odolností EI-S30, včetně výstroje, rezie dle přílohy č. 9 | 11 ks |
| OCEP rozvodnice pro zapuštění PA 6/3/2 s požární odolností EI-S 30, 2.-10.NP | 9 ks |
| OCEP rozvodnice pro zapuštění PA 6/3/2 s požární odolností EI-S30, rozvaděč rezie dle přílohy č. 9, 1.NP | 1 ks |
| OCEP rozvodnice pro zapuštění PA 6/3/2 s požární odolností EI-S30, rozvaděč VZT dle přílohy č. 12, 11.NP | 1 ks |
| SDK záklop vč. konstrukce, protipožární sádkokarton, profil 10x25 cm | 200 bm |
| trubka HFX 25, bezchlór. samozhášivá hadice – byt. přípojky | 420 m |
| trubka elektroinstalační tuhá vč. přichytek – výtah. přípojky | 80 m |
| krabice rozvodná nástěnná IP44 | 16 ks |
| vypínač osvětlení jednopólový IP44 | 12 ks |
| vypínač osvětlení střídavý IP44 | 4 ks |
| vypínač osvětlení sériový IP44 | 1 ks |
| svítidlo přisazené LED-diodové, 15W, 1140lm, s vestavěným MW senzorem, IP20 – společné prostory (chodby) | 64 ks |
| svítidlo přisazené celoplastové LED-diodové, IP44 – společné prostory | 32 ks |
| svítidlo zářivkové 2x56W, IP20 | 4 ks |
| svítidlo zářivkové 2x56W, IP44 | 2 ks |
| zásuvka 250V/16A dvojitá, IP20 nástěnná | 4 ks |
| zásuvka 250V/16A jednoduchá, IP44, nástěnná | 13 ks |
| nouzové svítidlo 1h, LED-diodové včetně piktogramu | 46 ks |
| Jímací vedení | |
| izolační podpěra 0,6m – oddálená jímací tyč ke stožáru STA | 4 ks |
| držák izol. podpěry k trubce stožáru STA | 4 ks |
| svorka k jímací tyči | 10 ks |
| okapová svorka | 10 ks |
| svorka SS | 70 ks |
| podpěra vedení na rovnou střechu | 140 ks |
| podpěra vedení do zdiva včetně kotvy | 60 ks |
| zkušební svorka | 5 ks |
| číslo svodu | 5 ks |
| ochranný uhelník | 5 ks |
| držák ochranného uhelníku | 10 ks |
| svorka drát 10 mm / zemnicí pásek | 10 ks |
| zemnicí pásek FeZn 30x4 mm | 100 m |
| svorka pásek-pásek | 10 ks |
| materiál na impregnační nátěr přechodu uzemnění nad terén – BITUMEL | 1 bal. |
| vodič AlMgSi 8 mm | 380 m |
| vodič FeZn 10 mm | 15 m |
| jímací tyč AlMgSi 16 mm, 4 m (anténní stožár 3m) | 1 ks |
| jímací tyč AlMgSi 16 mm, 1,5 m | 4 ks |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| betonová podpěra jímací tyče | 4 ks |
| Bytové rozvody | |
| bytový rozvaděč 36 modulů na omítku IP40 celoplastový s přístrojovou náplní dle přílohy č. 11 | 50 ks |
| CYKY 5Jx2,5 | 950 m |
| CYKY 3Jx2,5 | 9 000 m |
| CYKY 3Jx1,5 | 8 000 m |
| CYKY 4Ox1,5 | 1 700 m |
| CYKY 3Ox1,5 | 2 000 m |
| CY 4 zž | 750 m |
| CYSY 5Jx2,5 | 100 m |
| AB svorka včetně Cu pásku | 150 ks |
| zásuvka 250V/16A jednoduchá, IP20, nástěnná | 350 ks |
| zásuvka 250V/16A dvojitá, IP20, nástěnná | 950 ks |
| vypínač osvětlení jednopólový, IP20 nástěnný | 100 ks |
| vypínač osvětlení sériový, IP20 nástěnný | 50 ks |
| vypínač osvětlení střídavý dvojitý, IP20 nástěnný | 100 ks |
| vypínač osvětlení křížový, IP20 nástěnný | 50 ks |
| vypínač osvětlení sériový-střídavý, IP20 nástěnný | 100 ks |
| stmívač osvětlení, IP20 nástěnný | 100 ks |
| tlačítkový ovladač s orientační doutnavkou, IP20 nástěnný | 200 ks |
| tlačítkový ovladač s orientační doutnavkou a popisem VZT, IP20 | 50 ks |
| sporáková kombinac | 50 ks |
| svítidlo přisazené LED-diodové, 15W, 800lm, 3000K, IP20 | 550 ks |
| pochozí (orientační) svítidlo zapuštěné | 500 ks |
| svítidlo závěsné LED-diodové, 15W, 800lm, 3000K, IP20 | 50 ks |
| LED-diodový pásek 14W/m, 3000K + typizovaná upevňovací lišta | 400 m |
| svítidlo přisazené celoplastové LED-diodové, 15W, 800lm, 3000K, IP44 | 100 ks |
| topná rohož v provedení do koupelny | 220 m ² |
| senzor pohybu 180°, IP20 nástěnný | 50 ks |
| Elektroinstalační práce - bourací | |
| frézování kapes vypínačů, vrtání prostupů, apod. | 90 h |
| Požadavky na stavbu | |
| drážka v betonové podlaze 100 x 250 mm, přílohy č. 4 | 10 m |
| patrové prostupy D 80 mm HDV, dle příloh č. 4,5,6 | 30 ks |
| prostupy stěnou od RE k bytům D 80 mm, dle příloh č. 5,6 | 30 ks |
| vyzdívka niky pro RE a PA (950 mm x ke stropu x 370 mm), dle přílohy č. 5 | 11 ks |
| příprava otvoru do niky pro RE (750 x 1435 x 270), 200 mm nad podlahu | 11 ks |
| příprava otvoru do niky pro PA (750 x 435 x 270), 100 mm nad RE | 11 ks |
| prostupy do bytů D 30 mm | 50 ks |
| prostup do střešní nástavby D 20 mm | 2 ks |
| prostup od HDS do 1.NP D 80mm, dle přílohy č. 4 | 1 ks |

Tab. 10 Výkaz výměr

4. Technicko-ekonomické zhodnocení objektu

Návrh silnoproudé NN elektroinstalace v tomto projektu splňuje veškeré zmíněné elektrotechnické normy a požadavky. K návrhu jsem však přistupoval i jako k investici do budoucnosti. Veškeré dimenzované prvky jsou navrženy tak, aby byly schopny pojmout vzrůstající poptávku po energii, a zároveň energii šetřily. V projektu, v hodně frekventovaných prostorech, jsou navržena LED-diodová svítidla, jež mají menší spotřebu a vyžadují menší údržbu, než svítidla žárovková, ale náklady na jejich pořízení jsou vyšší. Z ekonomického hlediska je však tato investice návratná přibližně za 5 let, LED-diodová svítidla mají pětinaový příkon a navíc se aktivují jednotlivě, což přinese další úsporu energie (50-70 % oproti spínání časovým spínačem v sekcích). Rovněž v osvětlení bytové chodby jsou navržena orientační svítidla pro úsporu spotřebovávané energie.

V patrových prostupech jsou značné prostorové rezervy, takže je lze použít pro vedení dalších sítí (slaboproudy). I SDK v prostorech patrových chodeb lze použít pro tato vedení.

Celkové náklady za návrh a realizaci tohoto projektu jsou odhadem kolem 6,5 mil. Kč, což je vzhledem k velikosti bytového domu nad rámec běžné ceny, ale náklady na provoz budovy a její údržbu budou mnohem nižší než u jiných objektů, takže počáteční investice se nakonec navrátí v úspoře.

5. Závěr

Obsahem této práce bylo napájení objektu, dispoziční a schematické uspořádání vnitřní elektroinstalace a způsob ochrany před atmosférickými vlivy. Po prostudování platných norem a předpisů byla vypracována první část – teoretická, jež podává ucelený pohled na nejdůležitější oblasti projektování silnoproudých elektroinstalací. Prochází i jednotlivými fázemi návrhu, tak aby byla zaručena jeho efektivnost a splňovala veškeré požadavky na elektroinstalaci.

V druhé části pak bylo k objektu přistupováno jako k novostavbě, do které je pouze distributorem zavedena přípojka do HDS. I zde veškeré navrhované prvky splňují platné elektrotechnické normy a právní usnesení. Součástí návrhu vnitřní elektroinstalace je i návrh ochrany proti atmosférickým vlivům, jež zahrnuje jímací soustavu, svody jímací soustavy a uzemnění objektu. Následuje pak součet veškerého použitého materiálu ve výkazu výměr.

Stěžejní částí každého projektu, především pro investora, je i technicko-ekonomické zhodnocení návrhu. Zde spíše záleželo na energetické spotřebě budovy, než na počátečních investicích.

Literatura

- [1] FENCL, František. 2009. *Elektrický rozvod a rozvodná zařízení*. Vyd. 4. V Praze: České vysoké učení technické, 198 s. ISBN 978-80-01-04351-6.
- [2] DVOŘÁČEK, Karel. 1998. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě II*. Vyd. 1. Praha: IN-EL, 157 s. Elektro. ISBN 80-862-3003-1.
- [3] DVOŘÁČEK, Karel. 2012. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. 5., aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 104 s. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-57-3.
- [4] KLIMŠA, David. 2009. *Vnější a vnitřní ochrana před bleskem*. Vyd. 1. Praha: IN-EL, 119 s. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-48-1.
- [5] HABEL, Jiří. 2013. *Světlo a osvětlování*. Praha: FCC Public, 622 s. ISBN 978-80-86534-21-3.
- [6] KUTÁČ, Jiří. 2006. *Nový připravovaný soubor evropských norem v teorii i praxi: EN/IEC 62305 Ochrana před bleskem*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 117 s. ISBN 80-866-3480-9.
- [7] PLCH, Jiří. 1999. *Světelná technika v praxi*. 1. vyd. Praha: IN-EL, 210 s. ISBN 80-862-3009-0.
- [8] DVOŘÁČEK, Karel. 1995. *Elektrické rozvody a vnější vlivy*. Díl 1. Praha: STRO.M, 80 s.
- [9] AGENTURA IRIS. 2000. *Lexikon elektrotechnika: Elektrotechnické značky*. Havířov: IRIS, 220 s.
- [10] ČSN 33 2000-1. *Elektrické zařízení nízkého napětí – základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice*. 2009. Ed.2. Praha: ÚNMZ.
- [11] ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody*. 2014. Ed.3. Praha: ÚNMZ.
- [12] ČSN 33 2000-4-41. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. 2007. Ed.2. Praha: ČNI.
- [13] ČSN 33 2000-4-473. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům*. 1994. Z1. Praha: ČNI.

- [14] ČSN 33 2000-5-51. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy*. 2010. Ed.3. Praha: ÚNMZ.
- [15] ČSN 33 2000-5-52. *Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Kapitola 52: Výběr soustav a stavba vedení*. 1998. Praha: ČNI.
- [16] ČSN 33 2000-5-54. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče*. 2012. Ed.3. Praha: ÚNMZ.
- [17] ČSN 33 2000-7-701. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Prostory s vanou nebo sprchou*. 2007. Ed.2. Praha: ČNI.
- [18] ČSN EN 12464-1. *Světlo a osvětlení – Osvětlenost pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory*. 2012. Praha: ÚNMZ.
- [19] ČSN 33 3320. *Elektrické přípojky*. 1996. Praha: ČNI.
- [20] ČSN EN 62 305. *Ochrana před bleskem*. 2013. Ed.2. Praha: ÚNMZ.
- [21] ČSN 73 6005. *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. 1994. Praha: ČNI.
- [22] ČSN 61 140. *Ochrana před úrazem elektrickým proudem – Společná hlediska pro instalaci a zařízení*. 2003. Ed.2. Praha: ČNI.
- [23] Úplné znění zákona č. 22/1997 Sb., *O technických požadavcích na výrobky*. 2014. In: *Sbírka zákonů k 1.4.2014*. Praha. Dostupné také z: <http://www.unmz.cz/urad/pracovni-uplne-zneni-zakona-c-22-1997-sb-o-technicky-pozadavcich-na-vyrobky>
- [24] Vyhláška č. 268/2009 Sb., *O technických požadavcích na stavby*. 2009. Dostupné také z: <http://www.mmr.cz/cs/Stavebni-rad-a-bytova-politika/Uzemni-planovani-a-stavebni-rad/Pravo-Legislativa/Prehled-platnych-pravnich-predpisu/archiv/Vyhlaska-Ministerstva-pro-mistni-rozvoj-c-137-199>
- [25] Podniková norma č. KA 101. *Zásady navrhování sítí NN*. 2006. Verze 3a. Praha: PREDi. Dostupné také z: <https://www.predistribuce.cz/cs/potrebuji-zaridit/spolupracujici-firmy/podnikove-normy>

- [26] Podniková norma č. PX 102. *Postup při manipulaci v sítích NN*. 2010. Verze 7. Praha: PREDi. Dostupné také z: <https://www.predistribuce.cz/cs/potrebuji-zaridit/spolupracujici-firmy/podnikove-normy>
- [27] PNE 33 0000-6. *Obsluha a práce na elektrických zařízeních pro výrobu, přenos a distribuci elektrické energie*. 2007. Praha. Dostupné také z: www.csres.cz/Upload/PNE_33_0000_6.ed.2_.pdf
- [28] Praktické pomůcky. *Elektrotechnické tabulky*. Praha: IN-EL. Elektro (IN-EL).
- [29] Studijní materiály. *Podklady k předmětu X15DEIN*. Dostupné také z: <http://www.powerwiki.cz/wiki/X15DEIN>
- [30] Astra MS Software. *Program na výpočet osvětlení*.
- [31] AutoCAD. *Program pro technické výkresy*.
- [32] Prozik. *Výpočtový program řízení rizika*.
- [33] KŘÍŽ, Michal. 1997. *Dimenzování a jištění elektrických zařízení v praxi*. Praha: IN-EL, 123 s. ISBN 80-902333-6-8.

Seznam tabulek

| | |
|---------|-------------------------------------|
| Tab. 1 | Hloubka uložení kabelového vedení |
| Tab. 2 | Odstupy podzemních sítí |
| Tab. 3 | Značení žil silových kabelů |
| Tab. 4 | Dimenzování průřezu HDV |
| Tab. 5 | Dimenzování odboček k elektroměrům |
| Tab. 6 | Dimenzování bytových rozvodů |
| Tab. 7 | Minimální průřezy ochranných vodičů |
| Tab. 8 | Osvětlenost společných prostor |
| Tab. 9 | Osvětlenost bytových prostor |
| Tab. 10 | Výkaz výměr |

Seznam obrázků

- Obr. 1 Kabelový výkop
- Obr. 2 Instalační zóny
- Obr. 3 Zóny bleskové ochrany LPZ
- Obr. 4 Schematické označení zón v koupelně
- Obr. 5 Metoda valivé koule – boční pohled

Seznam příloh

1. Protokol o určení vnějších vlivů
2. Výpočet osvětlení schodiště
3. Výpočet rizika
4. Dispozice 1.NP – vstupní podlaží
5. Dispozice 2.NP-10.NP – 1.-9.patro, dispozice typizovaného bytu
6. Dispozice 11.NP – 10.patro
7. Dispozice 12. NP – strojovna výtahu
8. Přehledové schéma napájení HDV a HOP
9. Schéma rozvaděče režie RR
10. Schéma připojení OSV na patrech
11. Schéma rozvaděče bytu RB
12. Schéma rozvaděče vzduchotechniky RVZT
13. Jímací soustava - hromosvod