

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta elektrotechnická**

**Katedra elektroenergetiky**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Obor: Aplikovaná elektrotechnika



**Elektroinstalace rodinného domu**

**Electrical instalation of a family house**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vypracoval: Ondřej Vít  
Vedoucí práce: Ing. Ivan Cimbolínek  
Rok: 2015

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
katedra elektroenergetiky

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Ondřej Vít**

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

Název tématu: **Elektroinstalace rodinného domu**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Navrhnout elektroinstalaci v rodinném domě.
- 2) Provést výpočty související s návrhem elektroinstalace.
- 3) Navrhnout způsob připojení z distribuční sítě nízkého napětí dle skutečných podmínek.
- 4) Provést odhad pořizovacích a ročních provozních nákladů elektroinstalace při odhadované spotřebě elektrické energie.

Seznam odborné literatury:

- [1] Fencel F. - Elektrický rozvod a rozvodná zařízení, skriptum ČVUT 2009
- [2] ČSN 332130 - Vnitřní elektrické rozvody
- [3] ČSN 332000-4-41 - Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- [4] ČSN 332000-5-54 - Uzemnění, ochranné vodiče a vodiče ochranného pospojování
- [5] PPDS - Kodex DS
- [6] Zákon 458/2000 Sb. - Energetický zákon
- [7] Vyhláška 51/2006 Sb. - o podmínkách připojení k elektrizační soustavě

Vedoucí: Ing. Ivan Cimbolínek

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

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 .....

.....

Podpis autora práce

Děkuji pedagogickému sboru ČVUT fakulty elektrotechnické za věnovaný čas a pečlivost při výuce. Hlavní poděkování patří Ing. Ivanu Cimbolinci za odborné vedení této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval své rodině a přátelům za podporu během celého studia.

Ondřej Vít

## **Bibliografická citace**

Vít, O. Elektroinstalace rodinného domu. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, 2015. 54 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Ivan Cimbolinec.

## **Anotace**

Bakalářská práce se zabývá návrhem elektroinstalace rodinného domu provedenou klasickým způsobem. V první části práce jsou zpracovány základy teorie elektroinstalace a dále jsou v této pasáži popsány základní požadavky z pohledu nejdůležitějších norem a předpisů, které se týkají elektryckých instalací nízkého napětí. Druhá část práce se zabývá vlastním návrhem elektrické instalace, kde jsou uvedeny veškeré výpočty potřebné pro správné dimenzování všech prvků a technická zpráva provádějící návrh. Závěr práce je věnován vyčíslení nákladů na zhotovení a odhadu ročních provozních při předpokládané spotřebě elektrické energie.

## **Klíčová slova**

elektroinstalace; jistič; rozvaděč; kabel; vodič; elektrické napětí; elektrický proud

## **Abstract**

Bachelor's thesis is focused on project of electrical instalation of a family house by the classical way. In the first part there are basics of wiring system theory and the most important standarts and regulations which are suitable for electrical instalation. The next part focus on the design of electrical instalations and there are all the mathematical calculations needed for the correct selection of components. In the second part there is also tecnical report. The last part is about enumeration of the construction the wiring system and estimentation of one year payment for eletrical energy.

## **Keywords**

electrical instalation; circuit breaker; switchboard; cable; condudtor; voltage; electric curent

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| Seznam použitých zkratk a symbolů.....                                   | 9  |
| Úvod.....  | 11 |
| 1 Teorie elektroinstalace .....  | 12 |
| 1.1 Legislativa.....   | 12 |
| 1.2 Vybrané technické normy v elektrotechnice .....                      | 13 |
| 1.2.1 ČSN 33 2000-1 ed. 2 .....  | 13 |
| 1.2.2 ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 .....                                       | 13 |
| 1.2.3 ČSN 33 2000-4-42 ed. 2 .....                                       | 14 |
| 1.2.4 ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 .....                                       | 14 |
| 1.2.5 ČSN 33 2000-5-51 ed. 3.....  | 14 |
| 1.2.6 ČSN 33 2000-5-52 ed. 2.....  | 15 |
| 1.2.7 ČSN 33 2000-5-54 ed. 3.....  | 15 |
| 1.2.8 ČSN 33 2000-5-559 ed. 2.....                                       | 15 |
| 1.2.9 ČSN 33 2000-6 .....  | 16 |
| 1.2.10 ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 .....                                     | 16 |
| 1.2.11 ČSN 33 2000-7-714 ed. 2 .....                                     | 16 |
| 1.2.12 ČSN EN 60529.....   | 17 |
| 1.2.13 ČSN 33 0165 ed. 2.....  | 18 |
| 1.2.14 ČSN 33 2130 ed. 2.....  | 19 |
| 1.3 Připojení k elektrizační soustavě .....                              | 19 |
| 1.3.1 Podmínky připojení zařízení žadatele k distribuční soustavě .....  | 19 |
| 1.3.2 Posuzování žádosti o připojení zařízení k distribuční soustavě.... | 20 |
| 1.4 Kvalita dodávek elektřiny .....                                      | 20 |
| 1.5 Uložení vodičů .....   | 21 |
| 1.5.1 Instalace pod omítkou.....   | 21 |
| 1.5.2 Umisťování vedení do dutých stěn .....                             | 21 |
| 1.5.3 Instalace v betonových panelech.....                               | 22 |
| 1.5.4 Instalace v trubkách .....   | 22 |
| 1.5.5 Instalace v lištách nebo kanálech .....                            | 22 |
| 1.5.6 Kably uložené na povrchu .....                                     | 23 |
| 1.6 Ukládání skrytého vedení v objektu .....                             | 23 |
| 1.7 Vnitřní elektrické obvody .....                                      | 24 |
| 1.7.1 Zásuvkové okruhy.....  | 24 |
| 1.7.2 Světelné okruhy .....  | 25 |
| 1.8 Elektrický rozvod v koupelnách .....                                 | 25 |
| 1.9 Značení vodičů a svorek elektrických zařízení .....                  | 28 |
| 1.10 Elektrické ochrany v rozvodu nízkého napětí .....                   | 30 |
| 1.10.1 Pojistky .....  | 30 |
| 1.10.2 Jističe.....  | 31 |
| 1.10.3 Jistící nadproudá relé .....                                      | 32 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1.10.4 | Proudový chránič .....  | 32 |
| 1.10.5 | Napěťový chránič.....   | 33 |
| 2      | Technická zpráva .....  | 34 |
| 2.1    | Identifikace .....  | 34 |
| 2.1.1  | Obsah projektu .....  | 34 |
| 2.1.2  | Identifikace objektu .....  | 34 |
| 2.2    | Technická data.....   | 35 |
| 2.2.1  | Napěťové soustavy v objektu .....   | 35 |
| 2.2.2  | Stupeň elektrizace objektu .....  | 35 |
| 2.2.3  | Krytí elektroinstalace.....   | 35 |
| 2.2.4  | Ochrana před úrazem elektrickým proudem.....  | 36 |
| 2.2.5  | Ochrana proti přetížení a zkratu .....  | 36 |
| 2.2.6  | Kompenzace účinníku .....   | 36 |
| 2.2.7  | Stupeň důležitosti zajištění dodávky elektrické energie.....                          | 36 |
| 2.2.8  | Podklady pro projektovou dokumentaci .....  | 36 |
| 2.3    | Technický popis .....   | 37 |
| 2.3.1  | Připojení objektu .....   | 37 |
| 2.3.2  | Domovní rozvaděč.....   | 37 |
| 2.3.3  | Světelné okruhy .....   | 38 |
| 2.3.4  | Zásuvkové okruhy .....  | 38 |
| 2.3.5  | Koupelnové okruhy .....   | 38 |
| 2.4    | Spotřebiče a určení výpočtového výkonu $P_{v\dot{y}p}$ a proudu $I_{v\dot{y}p}$ ..... | 39 |
| 2.5    | Výběr hlavního jističe .....  | 41 |
| 2.6    | Výpočet zkratových proudů .....   | 41 |
| 2.7    | Kontrola správného dimenzování přívodního kabelu .....                                | 43 |
| 2.7.1  | Podmínka dovoleného zatížení .....  | 43 |
| 2.7.2  | Kontrola na úbytek napětí.....  | 44 |
| 2.7.3  | Kontrola přívodního kabelu na minimální průřez.....                                   | 45 |
| 3      | Náklady na zhotovení a provoz .....   | 46 |
| 3.1    | Náklady na zhotovení elektroinstalace.....  | 46 |
| 3.2    | Odhad ročních nákladů na provoz.....  | 48 |
|        | Závěr.....  | 49 |
|        | Seznam použité literatury.....  | 50 |
|        | Seznam obrázků .....  | 53 |
|        | Seznam tabulek .....  | 53 |
|        | Seznam příloh.....  | 54 |



## Seznam použitých zkratek a symbolů

|            |   |
|------------|---|
| ČSN        | Česká technická norma   |
| EN         | Evropská norma  |
| NN/nn      | Nízké napětí  |
| IP         | Ingress protection - ochrana proti vniknutí   |
| IEC        | Mezinárodní elektrotechnická komise   |
| L          | Fázový vodič  |
| N          | Střední vodič   |
| PE         | Ochranný vodič  |
| PEN        | sdružený vodič PE+N   |
| TN         | Síť, ve které je jeden bod zdroje uzemněn a neživé části chráněných zařízení jsou spojeny s tímto bodem       |
| TN - C     | Síť TN, ve které jsou vodiče N a PE sdruženy do PEN   |
| TN - C - S | Síť TN, jejíž vstupní část je tvořena sítí TN-C a druhá část po rozdělení PEN vodiče je zhotovena v síti TN-S |
| TN - S     | Síť TN, kde jsou vodiče N a PE vedeny samostatně  |
| AC         | Alternating current - střídavý proud  |
| DC         | Direct current - stejnosměrný proud   |
| AYKY       | Kabel s PVC izolací s hliníkovými jádry v PVC izolaci   |
| CYKY       | Kabel s PVC izolací s měděnými jádry s PVC izolací  |
| SP         | Skříň přípojková  |
| ER         | Elektroměrový rozvaděč  |
| HDO        | Hromadné dálkové ovládání   |
| HDS        | Hlavní domovní skříň  |
| HDV        | Hlavní domovní vedení   |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| DR                           | Domovní rozvaděč                                   |
| HOP                          | Hlavní ochranná přípojnice                         |
| ES                           | Elektrizační soustava                              |
| $U, U_{\Delta}$ [V]          | Elektrické napětí, úbytek elektrického napětí      |
| $U_S$ [V]                    | Sdružené elektrické napětí                         |
| $I$ [A]                      | Elektrický proud                                   |
| $P_i, P_s, P_z$ [W]          | Instalovaný, součtový a zátěžný výkon              |
| $k_s, k_z, \beta$ [-]        | Koeficient současnosti, zatížitelnosti, náročnosti |
| $P_{výp}$ [W]                | Výpočtový výkon - maximální odebíraný instalací    |
| $I_{výp}$ [A]                | Výpočtový proud - maximální odebíraný instalací    |
| $\cos\varphi$ [-]            | Účinník  |
| $\omega$ [ $s^{-1}$ , rad/s] | Úhlová frekvence, úhlová rychlost                  |
| $t_d, t_{kr}$ [°C]           | Teplota dovolená, kritická                         |
| $S_k, S_v, S_n$ [VA]         | Zdánlivý výkon zkratový, vztažný, jmenovitý        |
| $x_{ES}, x_{Tr}, x_v$ [-]    | Poměrná reaktance soustavy, transformátoru, vedení |
| $R_v$ [-]                    | Poměrná rezistence vedení                          |
| $Z_c$ [-]                    | Poměrná celková impedance                          |
| $p$ [-]                      | Převod transformátoru                              |
| $u_k$ [%]                    | Impedance na krátko                                |
| $r_v$ [ $\Omega/km$ ]        | Poměrný odpor vedení                               |
| $L$ [H/km]                   | Indukčnost   |
| $l$ [m]                      | Délka  |
| $I_k, I_{ke}$ [A]            | Zkratový proud, ekvivalentní oteplovací proud      |
| $t_k$ [s]                    | Doba vypnutí                                       |
| $K_E$ [-]                    | Součinitel ekvivalentního oteplovacího proudu      |
| $I_n, I_{nk}$ [A]            | Proudová zatížitelnost jmenovitá, korigovaná       |
| $S, S_{min}$ [ $mm^2$ ]      | Průřez, minimální průřez                           |
| $k_1, k_2$                   | Součinitelé proudového zatížení                    |
| VT, NT [MWh]                 | Spotřeba elektrické energie vysoký a nízký tarif   |

# Úvod

Tématem této bakalářské práce je elektroinstalace rodinného domu.

Toto téma může na mnohé působit jako všední, neboť je tento systém známý již po dlouhá desetiletí. Opak je však pravdou. V dnešní době, kdy rychle vzrůstá náročnost spotřebičů a tím i zatížení vodičů, je velice důležité, aby instalace splňovala veškeré požadavky tak, aby dokázala zajistit nejen spolehlivý rozvod elektrické energie po objektu, ale také bezpečnost všech připojených spotřebičů. V mnohých objektech je nutná rekonstrukce, protože dochází k únavě materiálu a tím pádem i k potřebě výměny vodičů s hliníkovými jádry za vodiče s jádry měděnými.

A proto je nutné tuto tematiku i nadále rozvíjet a diskutovat, i vzhledem ke stále se vyvíjejícímu technologickému pokroku, jako jsou například inteligentní instalace, které komplexně řídí objekt s propojením všech prvků instalovaných v daném objektu.

Mohlo by se zdát, že tato práce by se měla zabývat právě inteligentní instalací, avšak pravdou je, že v majoritní většině novostaveb i rekonstrukcí se stále využívá léty prověřeného klasického typu instalace, a proto není toto téma zdaleka zanedbatelné.

Cílem této práce je vypracování projektu elektroinstalace rodinného domu dle legislativních a normativních předpisů, které se týkají elektrických instalací nízkého napětí. Bude třeba vytvořit spolehlivou elektroinstalaci rodinného domu, která bude dobře fungovat po celou dobu její životnosti. Aby bylo možné tohoto cíle dosáhnout je důležité počítat se vzrůstající náročností spotřebičů, a také s velkým pokrokem technologií, díky čemuž se neustále zvyšuje počet spotřebičů v domácnosti. Z těchto důvodů se pro instalaci vybírají takové komponenty, které svými vlastnostmi nejenže plní veškeré zákony a normami předepsané podmínky, ale ponechávají i značnou rezervu, díky které budou tyto podmínky dodrženy i po předpokládaném navýšení odběru elektrické energie s následujícím postupem let.

# 1 Teorie elektroinstalace

Všechny činnosti spojené s elektroinstalačními pracemi, ať již u rodinných domů, bytových zástaveb či výrobních průmyslových hal, spadají pod obecně platné předpisy a musí s nimi být v souladu. Výsledky těchto prací musejí splňovat požadavky technických předpisů, vyhlášek a normativních dokumentů. [1]

Při projektování elektroinstalace je třeba dbát zvýšené pozornosti na bezpečnost osob, zvířat a případně věcí, které se budou v objektu pohybovat či nacházet. Toho se docílí použitím bezpečnostních prvků, které zajistí například ochranu před úrazem elektrickým proudem, nebezpečným dotykovým napětím, nebo nechtěným vzplanutím materiálu. [1]

Dále je třeba zajistit, s ohledem na podmínky, ve kterých se daná elektroinstalace nachází, aby byla provozně spolehlivá a přehledná. V žádném případě nesmí svou funkcí rušit provoz ostatních elektrických zařízení. Jako další požadavky na elektroinstalaci lze zmínit možnost rychle odstranit poruchy, hospodárnost provozu, hospodárnost využití barevných kovů. Ale také neméně důležité jsou estetické požadavky a v dnešní rychle se vyvíjející době též dobrá přizpůsobitelnost rozvodného zařízení. [1]

## 1.1 Legislativa

Význam provádění elektrických instalací a typy výrobků, které lze užit pro výstavbu udává stavební zákon č. 183/2006 Sb.. Tento zákon je nutné dodržet, aby bylo zajištěno, že tyto výrobky budou splňovat navržený účel, požární bezpečnost, hygienu, stabilitu, požadavky na mechanickou pevnost, ochranu zdraví osob a životního prostředí.

U každé stavby je nutné vypracovat dokumentaci. Tato dokumentace se vypracovává dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. „O technických požadavcích na stavby“, která nahradila vyhlášku č.137/1998 Sb. „O obecných technických požadavcích na výstavbu“. Tato vyhláška stanoví technické požadavky na stavby, které náležejí do působnosti obecných stavebních úřadů. [2]

## **1.2 Vybrané technické normy v elektrotechnice**

Nesmí být opomenuty jedny z nejdůležitějších technický norem, které se zabývají elektrickou instalací budov. Například normy z řady ČSN 33 2000, ale také další níže zmíněné.

### **1.2.1 ČSN 33 2000-1 ed. 2**

#### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice**

„ČSN 33 2000-1 ed. 2 určuje základní pravidla pro návrh, stavbu a revize elektrického zařízení nízkého napětí, která zajišťují bezpečnost osob, užitných zvířat a věcí před úrazem a nebezpečím poškození, které může vzniknout při normálním použití tohoto elektrického zařízení. Norma též obsahuje opatření pro řádné fungování těchto zařízení.“ [3]

### **1.2.2 ČSN 33 2000-4-41 ed. 2**

#### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem**

„Tato norma stanoví základní požadavky na ochranná opatření, která je nutno v elektrických instalacích o napětí do 1 000 V provést, aby byla zajištěna ochrana osob před úrazem elektrickým proudem. Je založena na EN 61140, která je základní normou bezpečnosti, jež se uplatňuje na ochranu osob a hospodářských zvířat. EN 61140 je určena k tomu, aby určila základní principy a požadavky, které jsou společné pro elektrické instalace a zařízení, nebo které jsou potřebné pro koordinaci těchto požadavků.“

Tato norma stanovuje podrobnější pravidla a požadavky na ochranu v elektrických instalacích, a to především v případě poruchy na elektrickém předmětu nebo připojovaném zařízení. Zabývá se také uplatněním a koordinací těchto požadavků ve vztahu k vnějším vlivům. Uvádí též pro určité případy požadavky na uplatnění doplňkové ochrany.“ [5]

### **1.2.3 ČSN 33 2000-4-42 ed. 2**

#### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-42: Bezpečnost - Ochrana před účinky tepla**

„Tato norma platí pro elektrické instalace s ohledem na opatření na ochranu osob, užitkových zvířat a majetku před tepelnými účinky, hořením nebo degradací materiálů a rizikem popálení způsobeným elektrickým zařízením, plameny v případě nebezpečí požáru šířícího se od elektrické instalace do ostatních požárních úseků oddělených přepážkami, které jsou v blízkosti a narušením bezpečné funkce elektrického zařízení včetně bezpečnostních instalací.“ [6]

### **1.2.4 ČSN 33 2000-4-43 ed. 2**

#### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy**

„Tato norma popisuje, jak jsou živé vodiče chráněny jedním nebo více přístroji zajišťujícími automatické odpojení od zdroje v případě přetížení a zkratu. Norma uvádí též výjimky, kdy tuto ochranu není třeba zajišťovat (v případě omezení nadproudu charakteristikami napájení, v případě, kdy by přerušení napájení bylo nebezpečné nebo kdyby se přerušením napájení mohlo zvýšit nebezpečí - např. u zabezpečovacích zařízení). Norma pokrývá též otázky koordinace nadproudové a zkratové ochrany (aby prvek jistící zařízení před nadproudem nemohl být poškozen proudem, který vznikne v případě zkratu).“ [7]

### **1.2.5 ČSN 33 2000-5-51 ed. 3**

#### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy**

„ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 se zabývá výběrem a zařizováním elektrického zařízení. Elektrická zařízení musí být volena a zřizována v souladu s opatřeními k ochraně z hlediska bezpečnosti, s požadavky na řádnou funkci pro určené užití v instalaci a s požadavky na přiměřenou odolnost proti předpokládaným vnějším vlivům.“ [8]

### **1.2.6 ČSN 33 2000-5-52 ed. 2**

#### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení**

„Tato norma se zabývá výběrem a stavbou elektrických vedení. Uvádí způsoby instalace elektrických vedení (vyjma vedení podle 521.4) ve vztahu k druhům použitých vodičů nebo kabelů, ve vztahu k umístění vedení a v přílohách informuje o proudové zatížitelnosti elektrických vedení podle druhu vedení, způsobu jeho uložení a podle vnějších vlivů, které na vedení během jeho provozování působí. Stanoví též zásady pro provedení vedení s ohledem na nebezpečí šíření požáru i s ohledem na blízkosti rozvodů sdělovacích i neelektrických.“ [9]

### **1.2.7 ČSN 33 2000-5-54 ed. 3**

#### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče**

„Tato norma je určena pro zřizování uzemnění a pro ochranné vodiče včetně vodičů ochranného pospojování tak, aby elektrická instalace byla bezpečná.

Norma je zaměřena na provedení uzemnění a pospojování v objektech a prostorech s elektrickými instalacemi. Doplnuje jednak požadavky ČSN 33 2000-4-41 z hlediska ochrany automatickým odpojením od zdroje a je také výchozím dokumentem pro pospojování prováděné z hlediska ochrany před elektromagnetickým rušením. V normě jsou uvedeny požadavky na ochranné vodiče a vodiče pro uzemnění (minimální průřezy a materiál). Nově norma zohledňuje též požadavky na uzemnění z hlediska ochrany před bleskem.“ [10]

### **1.2.8 ČSN 33 2000-5-559 ed. 2**

#### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-559: Výběr a stavba elektrických zařízení - Svítidla a světelná instalace**

„ČSN 33 2000-5-559 ed. 2 platí pro návrh a zhotovení světelné instalace včetně svítidel, které jsou součástí venkovní, pevné instalace. Zvláštní požadavky této části ČSN platí pro návrh a zhotovení světelné instalace včetně svítidel, které jsou součástí venkovní, pevné elektroinstalace.“ [11]

## **1.2.9 ČSN 33 2000-6**

### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 6: Revize**

„Norma je zaměřena na provádění výchozích a pravidelných revizí v elektrických instalacích a na vypracování zpráv o revizích. Revize, a to výchozí i pravidelné se provádějí, aby se ověřilo, zda elektrická instalace je z hlediska své bezpečnosti vyhovující. To se považuje u výchozích revizí elektrických instalací za prokázané, jestliže instalace vyhovuje souboru ČSN 33 2000. Pokud se týká pravidelných revizí, považují se za bezpečné i ty elektrické instalace, které odpovídají předpisům a normám, podle kterých byla tato zařízení zřizována a provozována, pokud se ustanovení těchto předpisů a norem, nepovažují v době provádění revizí již za natolik zastaralá, že by podle nich provedené elektrické zařízení ohrožovalo zdraví, nebo bylo nebezpečné životu nebo by ohrožovalo bezpečnost věcí.“ [12]

## **1.2.10 ČSN 33 2000-7-701 ed. 2**

### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou**

„Tato norma se zabývá výběrem a zřizováním elektrického zařízení v prostorech obsahujících upevněnou koupací vanu či sprchu s obklopujícími zónami, jak je popsáno v této normě; ustanovení této normy neplatí pro nouzová zařízení, jako jsou například nouzové sprchy užívané v průmyslu nebo v laboratořích.“ [13]

## **1.2.11 ČSN 33 2000-7-714 ed. 2**

### **Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-714: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Venkovní světelné instalace**

„Tato norma platí pro návrh a zhotovení světelné instalace včetně svítidel, které jsou součástí venkovní, pevné elektroinstalace.“

Požadavky platí zejména pro osvětlovací zařízení, například pro ulice, silnice, parky, zahrady, prostranství přístupná veřejnosti, sportovní areály, osvětlení pomníků a osvěcování, telefonní budky, zastávky autobusů, reklamní panely, městské plány, silniční značky.“ [14]



## 1.2.12 ČSN EN 60529

### Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód)

„Norma obsahuje EN 60 529:1991, do které byla převzata beze změn IEC 529:1989. Platí pro klasifikaci stupňů ochrany krytem elektrických zařízení se jmenovitým napětím do 72,5 kV. Předmětem této normy jsou definice stupňů ochrany krytem elektrických zařízení z hlediska ochrany osob před dotykem nebezpečných částí uvnitř krytu, dále ochrany zařízení uvnitř krytu před vniknutím pevných cizích těles a konečně ochrany zařízení uvnitř krytu před škodlivými účinky způsobenými vniknutím vody. Dále předmětem normy je označování těchto stupňů ochrany, dále požadavky na jednotlivá označení a konečně zkoušky stanovené k prověření, zda kryty splňují požadavky této normy.“ [15]

| Ochrana před vniknutím pevných cizích předmětů |                    |  |
|--|--------------------|--|
| První číslice                                  | Stupeň krytí       |  |
|  | Krátký popis       | Definice   |
| IP 0X  | bez ochrany        | bez ochrany  |
| IP 1X  | dlaní              | velkých = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 50 mm               |
| IP 2X  | prstem             | malých = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 12,5 mm              |
| IP 3X  | nástrojem          | drobných = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 2,5 mm             |
| IP 4X  | nástrojem          | velmi drobných = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 1 mm         |
| IP 5X  | jakoukoli pomůckou | prachu částečně = ochrana před prachem   |
| IP 6X  | jakoukoli pomůckou | prachu úplně = prachotěsné (prach nesmí narušit činnost elektrického zařízení) |

Tab. 1: IP kód, Ochrana před vniknutím pevných cizích předmětů (převzato a upraveno z [26]).

| <b>Ochrana před vniknutím vody</b> |                            |   |
|------------------------------------|----------------------------|---|
| <b>Druhá číslice</b>               | <b>Stupeň krytí</b>        |   |
|                                    | <b>Krátký popis</b>        | <b>Definice</b>   |
| IP X0                              | bez ochrany                | bez ochrany   |
| IP X1                              | kapající                   | ochrana před kapkami vody dopadajícími svisle   |
| IP X2                              | kapající při sklonu do 15° | ochrana před kapkami vody dopadajícími pod úhlem do 15° od svislice                                     |
| IP X3                              | šikmo dopadající           | ochrana před deštěm dopadajícím pod úhlem do 60° od svislice  |
| IP X4                              | stříkající                 | ochrana před stříkající vodou dopadající v libovolném směru   |
| IP X5                              | tryskající                 | ochrana před tryskající vodou   |
| IP X6                              | při vlnobití               | ochrana před intenzivně tryskající vodou a vlnobitím  |
| IP X7                              | ponoření                   | ochrana před dočasným ponořením do vody (omezeno tlakem a časem)  |
| IP X8                              | trvalé ponoření pod tlakem | ochrana při trvalém ponoření do vody (případná vniklá voda nesmí narušit činnost elektrického zařízení) |

Tab. 2: IP kód, Ochrana proti vniknutí vody (převzato a upraveno z [26]).

### **1.2.13 ČSN 33 0165 ed. 2**

#### **Značení vodičů barvami a nebo číslicemi - Prováděcí ustanovení**

„Tato norma platí pro značení holých a izolovaných vodičů barvami, upřesňuje a doplňuje ustanovení uvedená v ČSN EN 60445 ed. 4, ČSN EN 60446 ed. 2. a ČSN IEC 757 (HD 457 S1).

Účelem této prováděcí normy je sjednotit, upřesnit a doplnit české zvyklosti a postupy při značení vodičů barvami, popř. číslicemi, použitých v elektrických zařízeních a rozvodech, včetně vývodů elektrických předmětů, jsou-li provedeny vodiči a které nejsou řešeny v rámci přijatých mezinárodních norem, ale jsou historicky sjednocovány a upřesňovány českou odbornou veřejností.“ [16]

## **1.2.14 ČSN 33 2130 ed. 2**

### **Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody**

„ČSN 33 2130 ed. 2 obsahuje podrobné požadavky na elektrické rozvody v budovách pro bydlení a v budovách občanské výstavby.

Tato norma platí pro navrhování, provádění a rekonstrukce vnitřních elektrických rozvodů silových a sdělovacích v objektech bytové a občanské výstavby, a v objektech s obdobným provozem, například administrativního charakteru“ [17]

## **1.3 Připojení k elektrizační soustavě**

Pro připojení objektu k elektrizační soustavě, zvýšení rezervovaného příkonu, nebo pokud je zamýšleno v daném místě provést výstavbu zařízení či objektu občanské výstavby, je třeba se řídit pravidly uvedenými ve vyhlášce 51/2006 Sb. o podmínkách připojení k elektrizační soustavě ve znění pozdějších předpisů.

Tato vyhláška obsahuje vše, co je třeba učinit proto, aby dané odběrné místo mohlo být řádně připojeno k elektrizační soustavě a nenastaly žádné problémy s tím spojené.

Pro případ, který se týká této bakalářské práce, kdy ještě není zařízení v odběrném místě vystavěno, se musí podat žádost o připojení objektu k elektrizační soustavě ještě před samotnou výstavbou.

### **1.3.1 Podmínky připojení zařízení žadatele k distribuční soustavě**

Aby mohlo být odběrné místo připojeno k soustavě, musí být splněny tyto podmínky:

- podání žádosti o připojení
- předložení studie připojitelnosti za podmínek podle § 4a vyhlášky 51/2006 Sb.
- uzavření smlouvy o připojení mezi žadatelem a provozovatelem přenosové nebo distribuční soustavy [18]

### **1.3.2 Posuzování žádosti o připojení zařízení k distribuční soustavě**

„Provozovatel přenosové soustavy nebo provozovatel distribuční soustavy posuzuje žádost o připojení zařízení s ohledem na:

- místo a způsob požadovaného připojení
- velikost požadovaného rezervovaného příkonu nebo výkonu a časový průběh zatížení
- spolehlivost dodávky elektřiny
- charakter zpětného působení zařízení žadatele na přenosovou nebo distribuční soustavu
- plánovaný rozvoj soustavy
- pořadí podaných žádostí
- limity připojitelného výkonu do elektrizační soustavy stanovených provozovatelem přenosové soustavy“ [18]

### **1.4 Kvalita dodávek elektřiny**

O problematice kvality dodávek elektřiny pojednává vyhláška č. 540/2005 Sb.: O kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice [19].

„Tato vyhláška stanoví požadovanou kvalitu dodávek a služeb souvisejících s regulovanými činnostmi v elektroenergetice, včetně výše náhrad za její nedodržení, postupy a lhůty pro uplatnění nároku na náhrady, a postupy pro vykazování dodržování kvality dodávek a služeb.“ [19]

„Standardem ukončení přerušení distribuce elektřiny je ukončení přerušení distribuce elektřiny, mimo přerušení plánovaného, v odběrném nebo předávacím místě provozovatele lokální distribuční soustavy nebo zákazníka, a to ve lhůtě do:

- 18 hodin v síti distribuční soustavy s napětovou úrovní do 1 kV a 12 hodin v síti distribuční soustavy s napětovou úrovní do 1 kV na území hlavního města Prahy
- 12 hodin v sítích distribuční soustavy s napětovou úrovní nad 1 kV a 8 hodin v síti distribuční soustavy s napětovou úrovní nad 1 kV na území hlavního města Prahy“ [19]

Tato lhůta nepočíná vznikem závady, ale okamžikem, kdy se provozovatel distribuční soustavy dozvěděl o vzniku přerušení distribuce elektrické energie, nebo kdy vznik přerušení distribuce elektrické energie mohl a měl zjistit. [19]

Pokud provozovatel tuto lhůtu nedodrží, poskytuje zákazníkovi náhradu ve výši 10% z jeho roční platby za distribuci. Maximálně však:

- 6 000 Kč v sítích do 1 kV
- 12 000 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV
- 120 000 Kč v sítích nad 52 kV [19]

## **1.5 Uložení vodičů**

Pro zhotovení elektroinstalace rodinných i bytových domů se nejčastěji používají kabely, které se nejrůznějšími způsoby ukládají. Níže jsou uvedeny nejčastější způsoby uložení, které lze použít.

### **1.5.1 Instalace pod omítkou**

Při použití tohoto způsobu jsou ukládány buď kabely, nebo kabely v ohebných trubkách, do vyfrézovaných drážek ve zdivu. Přístrojové krabice se nejčastěji osazují do sádrového lože. Po dokončení omítacích prací je uložení kabelů neznatelné. Na povrchu jsou jen kryty, které schovávají místa, kde se vedení větví, a tudíž musí být dobře přístupné. [1,22,23]

### **1.5.2 Umisťování vedení do dutých stěn**

V dnešní době se v interiérech dosti hojně využívá dutých stěn. Jako příklad lze uvést sádrokartonové desky. Taková stěna je tvořena nosnou konstrukcí, která je posléze obložena obkladovým materiálem. Dutiny jsou vyloženy izolačním nehořlavým materiálem, například minerální vatou. Montáž kabelů se provádí po postavení nosné konstrukce, dříve než se pokryje obkladovým materiálem. [1,22,23]

### 1.5.3 Instalace v betonových panelech

Pokud je třeba umístit vedení do betonových panelů, které se dále neomítají, a tak zde není prostor pro zakrytí vedení, je třeba panely vyrobit s dutinami pro vedení. Již před samotným odléváním betonu je nutné připevnit instalační trubky a rozvodné krabice na síťovou armaturu tak, aby po odlití vznikly cesty pro vodiče. Tato varianta je oproti výše zmíněným metodám daleko složitější a také finančně náročnější. Mnohem častěji se v panelových zástavbách používají povrchová vedení. [1,22,23]

### 1.5.4 Instalace v trubkách

Instalace v trubkách je jeden ze způsobů umístění elektroinstalace na povrchu, kde je samotné vedení chráněno trubkami. Ty jsou připevněné na stěny, či strop. Materiály se zde užívají různé, dle předpokádaného mechanického namáhání. Je možné se setkat s elektroinstalačními trubkami s plastu bez kovového pláště, nebo s pláštěm kovovým, ale také se závitovými ocelovými trubkami, nebo pancéřovými plastovými elektroinstalačními trubkami. [1,22,23]



Obr. 1: Elektroinstalační trubka ohebná 16 mm kov, PVC (převzato a upraveno z [27]).

### 1.5.5 Instalace v lištách nebo kanálech

Instalace v nástěnných, podlahových, či stropních lištách se používá nejčastěji, pokud je třeba připevnit vodiče tam, kde je není možné skrýt pod omítku, či v dutých stěnách. Oproti instalaci v elektroinstalačních trubkách se použitím lišt a kanálů dosahuje daleko lepšího vzhledu. Samotná montáž je rychlejší a jednodušší. Elektroinstalační lišty lze připevnit na podklad s jakýmkoli stupněm hořlavosti. Pokud se použijí lišty, nebo kanály pokovené, zajistí se tím spolehlivější stínění vůči nepříznivým elektromagnetickým vlivům. [1,22,23]

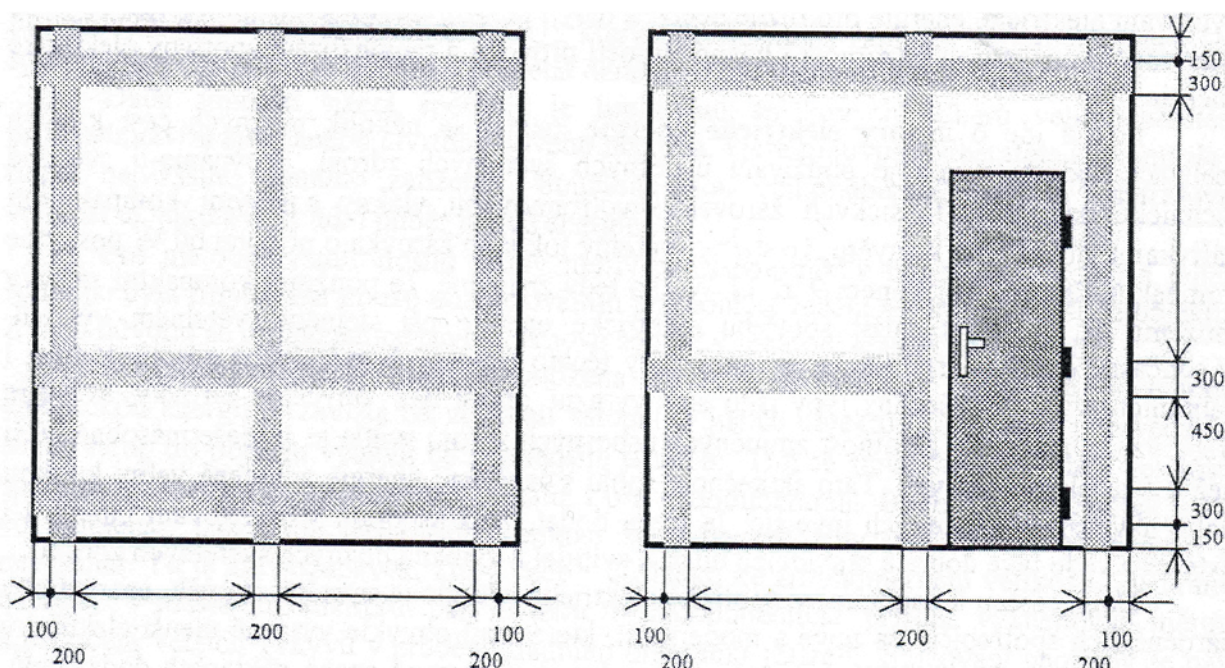
### 1.5.6 Kabely uložené na povrchu

Tohoto způsobu se užívá, pokud jsou ztížené pracovní podmínky, nebo není kladen důraz na estetický vzhled. Užívá se případně i tam, kde je takový vzhled žádoucí. Největšími výhodami tohoto uložení jsou přehlednost a snadná úprava, nebo oprava bez nutnosti cokoli bourat. [1,22,23]

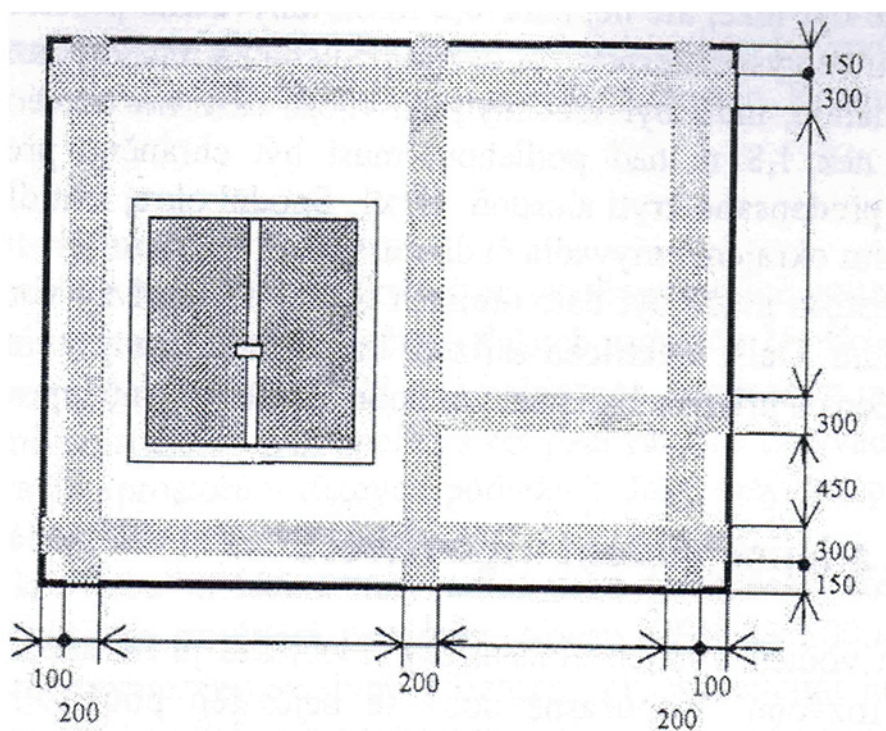
### 1.6 Ukládání skrytého vedení v objektu

Aby byla zajištěna striktní bezpečnost, což je jedním z hlavních požadavků na elektroinstalaci, musí se skrytě ukládané vedení řídit přesnými pravidly. Dle těchto pravidel se přesně vymezují instalační zóny, kam je možné vodiče ukládat. Toto opatření je důležité proto, aby bylo jasné kde je vedení, a tím byla usnadněna případná oprava, nebo montáž ostatních zařízení a zamezilo se tak poškození vedení. [1,17]

Instalační zóny jsou znázorněny na následujících obrázcích.



Obr. 2: Instalační zóny na stěně bez oken a dveří (vlevo); na stěně s dveřmi (vpravo) (převzato a upraveno z [1]).



Obr. 3: Instalační zóny na stěně s oknem (převzato a upraveno z [1]).

## 1.7 Vnitřní elektrické obvody

Při realizaci vnitřních elektrických rozvodů se musí dbát na bezpečnost osob, zvířat a majetku. Dále na provozní spolehlivost, přehlednost, přizpůsobivost a hospodárnost rozvodu. Také je nutné dodržovat instalační zóny. Obvody se dělí dle jejich určení.

### 1.7.1 Zásuvkové okruhy

Zásuvkové okruhy patří mezi základní elektrické okruhy, které se nacházejí jak v bytových, tak v nebytových prostorech. Slouží k připojení elektrických spotřebičů prostřednictvím kabelových vidlic. Zásuvkové okruhy můžeme základně rozdělit na jednofázové a třífázové. [1]

- **Jednofázové zásuvkové obvody**

Pro jednofázový zásuvkový obvod platí, že maximální počet vývodů na jeden obvod je deset. Za jeden vývod se považuje jednoduchá i vícenásobná zásuvka. Vícenásobná zásuvka musí být realizována pouze



z jednoho zásuvkového obvodu. Je tedy zakázáno zapojovat vícenásobnou zásuvku z více zásuvkových obvodů. Pro realizaci se užívají vodiče s měděnými jádry o průřezu 2,5 mm<sup>2</sup>. Pro jištění se instaluje jistič o jmenovité proudové hodnotě 16 A. Za samostatně jištěný zásuvkový obvod se také považuje pevně připojený spotřebič s příkonem větším než 2000 VA. [1]

- **Třífázové zásuvkové obvody**

Pro třífázový zásuvkový obvod platí, že na jeden obvod lze připojit několik zásuvek, ale je nutné dodržet podmínku stejného jmenovitého proudu. Připojení se provádí pomocí pětipólových třífázových zásuvek, které nahradily čtyřpólové trojfázové zásuvky, které neměly svorky pro střední vodič. Zde se používají vodiče s měděným jádrem o průřezu 2,5 mm<sup>2</sup>. Jističe se vybírají dle proudových hodnot zásuvek. Samostatně připojené spotřebiče se jistí jističi, jejichž jmenovitá proudová hodnota nesmí být větší než maximální jmenovitá hodnota proudu spotřebiče. [1]

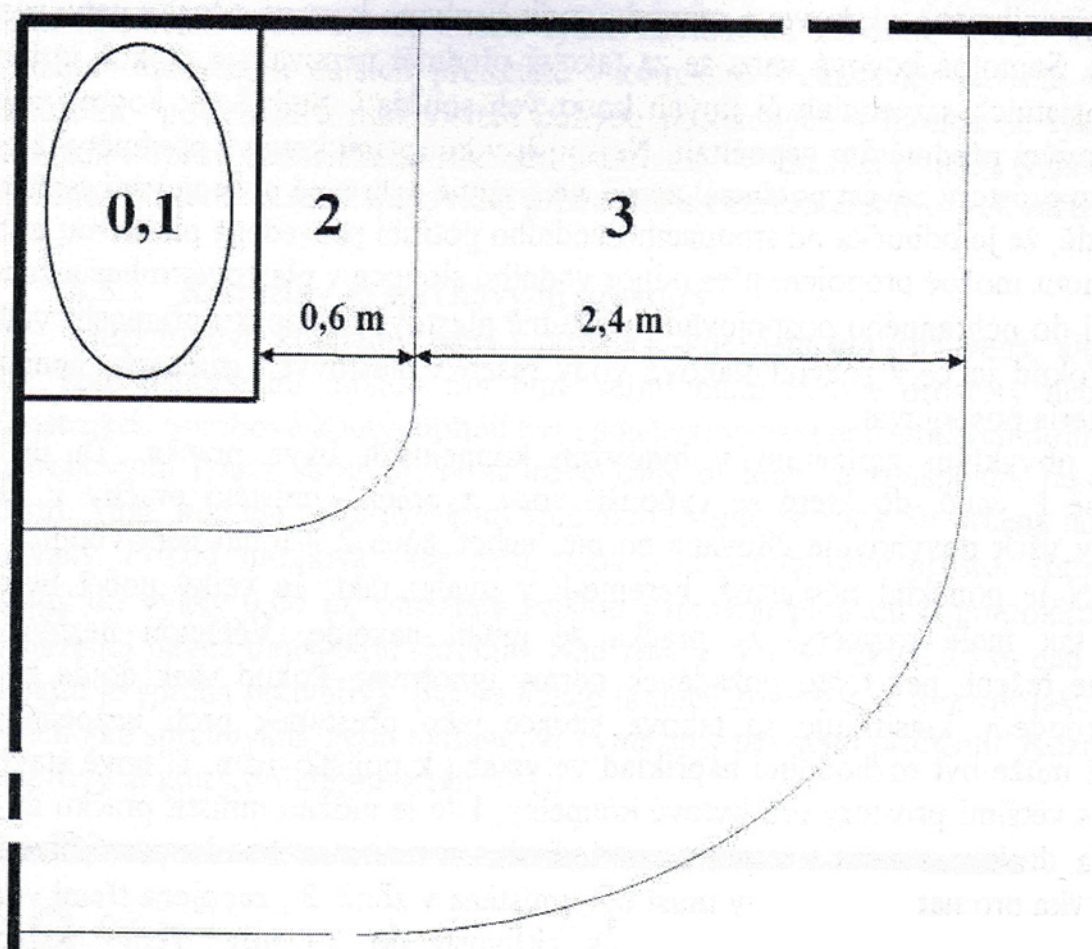
## **1.7.2 Světelné okruhy**

Světelné okruhy patří tak, jako zásuvkové okruhy, mezi základní elektrické okruhy. Slouží výhradně k připojení světelných zdrojů a jsou tak oddělené od obvodů zásuvkových. Je velice důležité, aby ve všech prostorech bylo dostatečné osvětlení. Kdyby tomu tak nebylo, mohlo by docházet ke vznikům zranění, a takové prostředí by bylo značně nebezpečné. Pro jeden světelný okruh platí, že suma maximálních příkonů světelných spotřebičů nesmí překročit jmenovitou hodnotu proudu jistícího prvku. Spínače a přepínače se umísťují ke dveřím, aby bylo možné je ovládat neprodleně po vstupu do místnosti. Celkový součtový proud svítidel instalovaných na jednom okruhu nesmí překročit jmenovitou hodnotu jističe. Světelné obvody se jistí jističem se jmenovitým proudem 10 A. [1]

## **1.8 Elektrický rozvod v koupelnách**

„Provedení elektrického rozvodu v bytových koupelnách se řídí zvláštními ustanoveními a předpisy, protože jde o prostor, který může znamenat zvýšené nebezpečí při manipulaci s elektrickým zařízením.“ [1]

Prostor koupelny se člení na zóny 0, 1, 2, 3, ve kterých jsou různé podmínky pro realizaci rozvodných elektrických zařízení. Tato skutečnost vychází ze zásady, že největší nebezpečí hrozí člověku, když je v přímém styku s vodou, například ve vaně, nebo ve sprchovém koutu, a zároveň by bylo možné se dotýkat elektrických přístrojů a zařízení. Toto nebezpečí klesá se vzdáleností elektrických zařízení od prostoru vany, nebo sprchového koutu. [1,13]

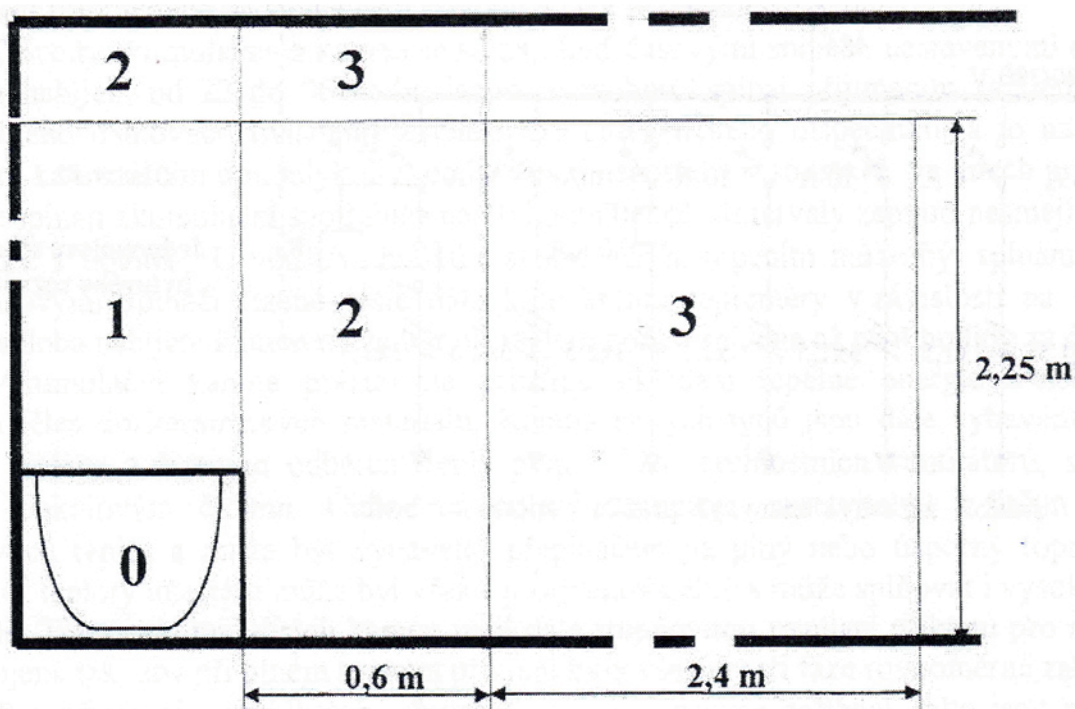


Obr. 4: Půdorysné označení koupelnových zón (převzato a upraveno z [1]).

**Zóna 0** - Prostor označený jako zóna 0 je přímo uvnitř koupelnové nebo sprchové vany. Do tohoto prostoru je povoleno umísťovat pouze taková elektrická zařízení, která odpovídají podmínkám této zóny a nemohou být účelně umístěna jinde. V zóně 0 nesmí být žádné spínací prvky a je povolena pouze ochrana malým napětím do 12 V střídavého napětí. [1,13]

**Zóna 1** - Jako zóna 1 se označuje prostor nad vanou až do výšky 2,25 m od podlahy koupelny. V tomto prostoru může být umístěn ohřívač vody, nebo sprchové čerpadlo. Ostatní elektrická zařízení mohou být v této zóně umístěna pouze tehdy, jestliže tato zařízení vyhovují podmínkám této zóny a jejich obvody musí být chráněny proudovým chráničem s citlivostí 30 mA. Pokud je třeba v zóně 1 umístit spínací zařízení, je tak povoleno pouze pro obvody s malým napětím do 12 V střídavých. [1,13]

**Zóna 2** - Zóna 2 je sousední zónou zónám 1 a 0. Nachází se tedy v prostoru nad vanou od výšky 2,25 m od podlahy koupelny a dále prostoru sousedícími s kraji vany do vzdálenosti 0,6 m, až do výšky 2,25 m od podlahy. Do tohoto prostoru se mohou umísťovat zařízení pro zóny 0 a 1 a dále se zde smějí umísťovat topidla, ventilátory a zařízení pro vířivé vany, pokud vyhovují podmínkám tohoto prostoru a jejich obvody jsou chráněny proudovými chrániči s citlivostí 30 mA. Je povoleno instalovat spínače a zásuvky pouze pro malé napětí, s výjimkou zásuvky například pro holicí strojek, která musí být jištěna proti přetížení a chráněna proudovým chráničem s citlivostí do 30 mA. [1,13]



Obr. 5: Označení koupelnových zón (převzato a upraveno z [1]).

**Zóna 3** - Jako zóna 3 se značí prostor sousedící se zónou 2, vzdálený od vnější hrany vany od 0,6 m do 3 m v horizontálním směru a do výšky 2,25 m nad podlahou ve vertikálním směru. Dále se tato zóna nachází v prostoru nad zónou 2 ve výšce nad 2,25 m nad podlahou koupelny, až do stropu místnosti. V tomto prostoru mohou být zařízení vhodná pro všechny předcházející zóny a dále vypínače a zásuvky bez předepsaného umístění. Zásuvky musí být připojeny třemi vodiči a chráněny proudovými chrániči. Ostatní elektrická zařízení nejsou nijak omezena. [1,13]

Prostor pod vanou je započítáván do zóny 1, pokud je možné se do tohoto prostoru dostat bez použití nástrojů, v opačném případě je zahrnován do zóny 3. [1]

Dále se často v koupelnách využívá ochranného pospojování. To je doplňková ochrana, která spočívá v pospojování všech vodivých předmětů, které se v koupelně nacházejí. [1]

## **1.9 Značení vodičů a svorek elektrických zařízení**

K docílení některých základních požadavků na elektroinstalaci, jako jsou například bezpečnost a přehlednost, je třeba zajistit jednoznačnou identifikaci všech prvků elektroinstalace.

Základní požadavky na značení jsou uvedeny v normě ČSN EN 60445 ed. 4 (Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj: značení a identifikaci - Identifikace svorek předmětů).

„Tato mezinárodní norma platí pro identifikaci a značení svorek elektrických zařízení, jako jsou rezistory, pojistky, relé, stykače, transformátory, točivé stroje a kdekoliv je to použitelné, pro kombinaci takových zařízení (například v rozvaděčích) a rovněž se vztahuje na identifikaci konců určitých vybraných vodičů.

Rovněž stanoví všeobecná pravidla pro používání určitých barev nebo písmeno-číslíkového značení pro rozeznání (identifikaci) vodičů a pro zajištění bezpečného provozu. Tyto barvy, nebo písmeno-číslíkové značení vodičů, jsou určeny k použití u kabelů nebo žil, sběrnic, elektrických předmětů a instalací.“ [20]

Pro základní značení vodičů pro běžné použití se používají barvy a písmena.

### **Fázový vodič**

Pro písmenné označení fázových vodičů se užívá písmeno L. Barevné označení se poté dělí na oranžovou barvu, kterou se označují holé neizolované vodiče, a černou, hnědou a šedou, kterou se značí izolované vodiče.

### **Střední vodič**

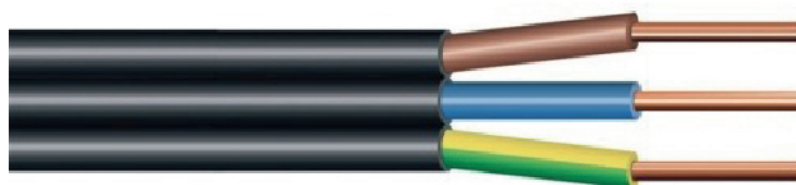
Střední vodič je označen písmenem N. Barevné značení je jednotné, jak pro izolované, tak i neizolované vodiče - barvou modrou.

### **Ochranný vodič**

Barevná kombinace barev zelené a žluté je vyčleněna pro označení ochranného, respektive sdruženého PEN vodiče. V síti TN - S se značí písmeny PE a vodič plní funkci ochranného vodiče

### **Sdružený vodič PEN**

Stejně jako ochranný vodič, i sdružený PEN vodič je značen kombinací zelené a žluté. V síti TN - C se vodič označuje písmeny PEN a vodič plní současně funkci středního a ochranného vodiče.



Obr. 6: Barevné značení vodičů CYKYLO 3Jx1,5 (převzato a upraveno z [21]).

## **1.10 Elektrické ochrany v rozvodu nízkého napětí**

V elektrickém silnoprůdém rozvodu na úrovni nízkého napětí, tedy napětí do 1 kV, je možné se setkat s řadou přístrojů, které slouží jako elektrické ochrany. Tyto ochrany mají za úkol zajistit co neoptimálnější podmínky pro provoz daného spotřebiče, v jehož obvodu jsou zapojeny. Mají zamezit vzniku podmínek, které by mohly mít na spotřebič špatný vliv nebo až devastační účinky. [1]

U elektroinstalací v rodinných domech se lze nejčastěji setkat s ochranami před nadměrnými proudy. Proud, který je větší než proud jmenovitého zatížení, mohou způsobit nebezpečné namáhání - jak silové, tak i tepelné a mohou způsobit poruchu, nebo úplné zničení spotřebiče nebo vedení. Rozhodující je velikost proudu a doba jeho trvání. I zdánlivě malé proudové přetížení může při dlouhodobém trvání způsobit škody. Naopak velké přetížení, řádově několiknásobky jmenovitého proudu, jsou nebezpečné vždy. Ochrany musí reagovat tak, aby následky poruchových stavů byly co nejmenší. [1]

Požadavky na činnost elektrických ochran:

- spolehlivost
- rychlost
- výběrová schopnost - selektivita
- citlivost a přesnost [1]

### **1.10.1 Pojistky**

Pojistky jsou nejstarším přístrojem určeným k ochraně vodičů, spotřebičů i ostatních zařízení v rozvodu elektrické energie před nadprůměrnými proudy. Jsou založeny na principu umělého vytvoření nejslabšího místa v rozvodu elektrické energie. Při překročení dovolené hodnoty proudu se rozvod v tomto místě přerušuje a tím rozpojí obvod. Pojistky musejí být dimenzovány tak, aby rozpojily obvod dřív, než by mohlo dojít ke zničení zařízení v obvodu. Je možné se setkat s mnoha typy pojistek s různými vypínacími charakteristikami. Ve starších domech se mohou nacházet pojistky závitové, pojistky nožové, nebo v motoristické sféře pojistky automobilové. [1]

Podstatou pojistky je přesně dimenzovaný drátek nebo pásek, který se přetaví, jakmile dojde k překročení dovolené hodnoty proudu. Rychlost přetavení tavného média závisí na velikosti nadproudu. Pojistky jsou konstruované tak, že tavné médium je umístěno v nehořlavém prostředí, které je schopné rychle uhasit elektrický oblouk po přetavení média. Jako příklad lze uvést třeba jemný křemenný písek. [1]



Obr. 7: Nožová pojistka PN1 16A - rychlá (převzato a upraveno z [28]).

Nespornou výhodou pojistek je naprostá jednoduchost a také spolehlivost, protože v pojistce není obsažen žádný mechanismus, ani pohyblivé části. Nevýhodou je jednorázovost použití. Pokud pojistka zapůsobí je nutné ji vyměnit. Je zakázáno pojistky neodborně opravovat. [1]

### 1.10.2 Jističe

Jističe jsou samočinné nadproudé vypínače, určené k ochraně vedení, motorů či ostatních spotřebičů před přetížením. Jističe mají spoušť nadproudou, ta sleduje růst teploty v přetíženém vodiči. Tato spoušť bývá realizována pomocí bimetalového pásku, který se průchodem proudu ohřívá buď přímo, nebo nepřímo, a po překročení dovolené hodnoty rozeprne odvod. Dále se v jističi nachází spoušť zkratová, která bývá realizována elektromagnetem. Při průchodu proudu většího, než povoleného, působí elektromagnet dostatečnou silou na to, aby rozeprnul obvod. [1]

Rozeznávají se různé druhy jističů, které se liší jmenovitým proudem. Rozeznáváme jističe drobné - do 25 A a jističe větší, než 25 A. Dále rozlišujeme jističe podle násobků jmenovitých proudů, při kterých zapůsobí zkratová spoušť. Dále lze jističe rozdělovat dle počtu pólů, uložení pracov-

ních kontaktů. Také se lze setkat s jističi kombinovanými s proudovými chrániči. [1]

Velkou výhodou jističů v silnoproudém rozvodu je skutečnost, že jistič lze po odstranění problému v obvodu znovu zapnout, a jeho funkce bude zachována. Není tedy potřeba po zapůsobení ochrany jistič měnit. Na druhou stranu je v jističi mechanismus vypínání, který je složitější oproti pojistce. Díky tomu je větší pravděpodobnost poruchy například přivařením kontaktů, a s tím také souvisí větší pořizovací náklady. Jako další výhodu lze uvést schopnost vícepólových jističů rozepnout všechny póly najednou, což je vhodné například u třífázových elektomotorů. [1]

### **1.10.3 Jistící nadproudá relé**

Jistící relé jsou ochranné prostředky v elektrickém silnoproudém rozvodu, sloužící k jištění elektrických spotřebičů před přetížením. V případě třífázových elektrických motorů slouží k ochraně před chodem na dvě fáze. Jistící nadproudá relé nemohou jistit proti zkratu kvůli nepřítomnosti dostatečné vypínací schopnosti. Lze je však použít v kombinaci s pojistkami chránícími proti zkratu. [1]

Jistící relé se velice často užívá v kombinaci se stykačem. Lze ho zapojit tak, aby relé svým působením rozeplo ovládací obvod stykače a vlastní rozpojení silového obvodu provede stykač. Některá relé se po vychladnutí tepelného článku samočinně vrací do zapnutého stavu, jiná je třeba manuálně přepnout. [1]

### **1.10.4 Proudový chránič**

Proudový chránič je doplňková ochrana, která je schopná rozpojit obvod na základě procházejícího proudu.

„Princip proudového chrániče je založen na vyhodnocení rozdílu proudů, které tečou do spotřebiče, a které se vracejí zpátky do uzlu zdroje. Je-li rozdíl větší, než nastavená mez, dojde k vybavení proudového chrániče. To znamená, že projde-li část proudu mimo chránič, například porušenou izolací nebo částí těla, proudový chránič toto vyhodnotí jako poruchu a obvod rozepne. Proto musí přes chránič (respektive jeho sčítací transformátor) procházet všechny pracovní vodiče a ochranné vodiče musí být připojeny k chráněným spotřebičům přímo. Srdcem proudového chrániče



je sčítací transformátor. Ten vyhodnocuje vektorový součet proudů tekoucích obvodem. Nejčastěji využívá chránič jako vyhodnocovací obvod diferenciální relé s permanentním magnetem. Při sepnutých kontaktech chrániče, je kotva relé přitažena působením permanentního magnetu. Dojde-li ke vzniku reziduálního (rozdílového) potenciálu, zareaguje diferenciální relé. Nutno podotknout, že z tohoto principu vyplývá, že při stárnutí chrániče (slábnutí permanentního magnetu) dochází teoreticky ke zvyšování citlivosti proudového chrániče. Proudový chránič, na rozdíl od jističů a pojistek, neomezuje velikost poruchového proudu. Jeho důležitou vlastností ale je jeho časová závislost v návaznosti na velikosti poruchového proudu." [24]

„Proudové chrániče třídíme podle různých znaků. Kromě základních parametrů, jakými jsou počet pracovních vodičů a velikost jmenovitého napětí a proudu je to charakteristika (respektive průběh) reziduálního proudu a další časové charakteristiky. Třídění proudových chráničů odpovídá potřebě řešení dvou protichůdných požadavků v obvodech proudových chráničů. Jednak požadavek na vypnutí každého proudu, který by mohl být nebezpečný pro lidský organizmus a zároveň zabránění nežádoucím výpadkům, které poruchovým stavem nejsou." [24]

### **1.10.5 Napěťový chránič**

„Cívka elektromagnetu je jedním koncem připojena na chráněnou část, druhým je uzemněna. Vyskytne-li se na chráněné části proti zemi napětí dosahující úrovně nastavení elektromagnetu, chránič odpojí chráněné zařízení od zdroje." [25]

„Chráničový vodič se smí spojit pouze s chráněnými částmi. Proti jiným neživým částem musí být izolován. Rovněž svod chrániče k pomocnému zemniči musí být vůči ochrannému vodiči a chráněné části, jakož i všem kovovým částem, které jsou s chráněnou částí zařízení vodivě spojeny, uložen izolovaně, aby cívka nebyla přemostěna. Za pomocný zemnič musí být použito samostatného zemniče, který je umístěn mimo oblast působení jiných zemničů. Zemní odpor pomocného zemniče nemá být větší než  $200\Omega$ ." [25]

## **2 Technická zpráva**

### **2.1 Identifikace**

#### **Účel vypracování technické zprávy**

Zhotovení projektu elektroinstalace pro rodinný dům.

#### **2.1.1 Obsah projektu**

Cílem projektu je zpracování návrhu elektroinstalace rodinného domu pro plánovanou výstavbu v lokalitě Rтынě v Podkrkonoší. V rámci návrhu je mimo elektroinstalace domu také řešeno připojení vlastního objektu k distribuční síti nízkého napětí a měření spotřeby elektrické energie. Tento projekt řeší provedení elektroinstalace všech prostor objektu. Projekt je proveden v rozsahu potřebném pro provedení elektroinstalace.

#### **2.1.2 Identifikace objektu**

- Druh stavby: Rodinný dům - jednopodlažní
- Lokace objektu: Rтынě v Podkrkonoší
- Příslušný stavební úřad: Rтынě v Podkrkonoší
- Zodpovědný projektant: Ondřej Vít
- Datum vyhotovení: 30.4.2015

## **2.2 Technická data**

### **2.2.1 Napěťové soustavy v objektu**

- 3 + PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C

V této soustavě bude vytvořeno propojení mezi elektroměrem a domovním rozvaděčem.

- 3 + PEN, 3 + PE + N, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C-S

Tato soustava bude pouze v domovním rozvaděči, kde bude provedeno rozdělení vodiče PEN na dva samostatné vodiče PE a N.

- 3 + PE + N, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-S

Soustava TN-S bude v celém objektu, počínaje domovním rozvaděčem, až po jednotlivé spotřebiče či zásuvky.

### **2.2.2 Stupeň elektrizace objektu**

Stupeň elektrizace objektu B.

V objektu se bude elektrické energie využívat k osvětlení, k připojení spotřebičů do 3,5 kVA a k vaření a pečení s využitím spotřebičů s příkonem převyšujícím 3,5 kVA. Pro vytápění bude použit hnědouhelný/peletový automatický kotel.

### **2.2.3 Krytí elektroinstalace**

Krytí elektroinstalace je určováno dle harmonizované normy ČSN EN 60529. Dle pokynů této normy je určeno krytí pro návrh takto:

- V obytných prostorech je prostředí normální. Pro normální prostředí je doporučené krytí IP 20 a pro potřeby tohoto návrhu bude dodrženo.
- Pro venkovní prostory a zařízení umístěné v koupelnových prostorách je předepsané minimální krytí IP 44. Elektroinstalace v koupelnových prostorech se dále řídí dle normy ČSN 33 2000-7-701 ed. 2.

#### **2.2.4 Ochrana před úrazem elektrickým proudem**

Chránění před úrazu elektrickým proudem budou provedeny v souladu s normou ČSN 33 2000-4-41 ed. 2. Živé části budou chráněny izolací a kryty. Ochrana neživých částí bude provedena automatickým odpojením zdroje. Dále bude použita doplňková ochrana proudovými chrániči.

#### **2.2.5 Ochrana proti přetížení a zkratu**

Ochrana proti zkratu a přetížení bude realizována jističi dle platných norem, a to zejména:

ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 - Bezpečnost - Ochrana před nadproudy;

ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 - Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení

#### **2.2.6 Kompenzace účiníku**

Pro potřeby této stavby a charakter zátěže není vyžadována dodatečná kompenzace účiníku.

#### **2.2.7 Stupeň důležitosti zajištění dodávky elektrické energie**

Domácnost se považuje za spotřebu 3. stupně důležitosti. V tomto stupni není nutné žádné zvláštní zařízení, či opatření pro zajištění nepřetržité dodávky elektrické energie.

#### **2.2.8 Podklady pro projektovou dokumentaci**

Podkladem pro zpracování projektové prováděcí dokumentace byly požadavky investora a investorem dodané půdorysy a situace. Dále se návrh řídí požadavky a vyjádřením ČEZ Distribuce.

Návrh se musí řídit požadavky platných elektrotechnických předpisů a norem. Při zhotovení je nezbytně nutné dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

## **2.3 Technický popis**

Elektroinstalace bude provedena skrytě. Kabelová vedení se budou ukládat pod omítku do instalačních zón dle normy ČSN 33 2130 ed. 2.

### **2.3.1 Připojení objektu**

Připojení z distribuční sítě bude pomocí kabelu AYKY 4x16 mm<sup>2</sup> do přípojkové skříně SP 100, která bude spolu s elektroměrovým rozvaděčem ER 212 zabudována do plotového dílce na okraji pozemku, tak aby splňovala připojovací podmínky nn ČEZ Distribuce a normu ČSN 33 2130 ed. 2. V elektroměrovém rozvaděči bude umístěn třífázový elektroměr s předřazeným třífázovým jističem pro měření odběru elektrické energie a zařízení hromadného dálkového ovládní HDO pro přepínání nízkého a vysokého tarifu. Z elektroměrového rozvaděče tedy povedou dva kabely. První kabel CYKY-J 4x10 bude vést z elektroměru do domovního rozvaděče a druhý ovládací kabel CYKY-J 3x1,5 z HDO. Tyto kabely budou uloženy pod zemí dle normy ČSN 33 2000-5-52 ed. 2.

### **2.3.2 Domovní rozvaděč**

Domovní rozvaděč spolu s hlavní ochrannou přípojnici HOP bude situován v zádveří domu tak, aby byl zachován dobrý přístup k jističům. HOP bude připojena k zemnicímu pásku FeZn 30x4 mm, který bude umístěn po obvodu stavby v základech 5 cm nad spodním okrajem základu. Připojení elektrické energie bude prostřednictvím kabelu CYKY 4x10 z elektroměrového rozvaděče. V domovním rozvaděči se provede rozdělení vodiče PEN na jednotlivé vodiče PE a N. Rozvaděč bude umístěn vpravo od vstupních dveří. Bude zapuštěn do stěny ve výšce 150 cm nad rovinou podlahy.

### **2.3.3 Světelné okruhy**

Osvětlení v prostorech rodinného domu je navrženo dle platné normy ČSN EN 12464-1, která určuje podmínky dostatečného osvětlení v určených prostorech. Vedení osvětlovací soustavy bude provedeno kabely s měděnými jádry a PVC izolací CYKY 3x1,5 mm<sup>2</sup>. Pro vedení ke světelným spotřebičům bude užito kabelu CYKY 3Cx1,5 mm<sup>2</sup> a pro vedení ke spínačům a přepínačům CYKY 3Bx1,5 mm<sup>2</sup>. Spínače, přepínače a křížové přepínače budou umístěny 1,2 m nad finálně upravenou podlahou. V obvodech bude zapojen jistič B10 A a proudový chránič s reziduálním proudem 30 mA.

### **2.3.4 Zásuvkové okruhy**

Pro realizaci zásuvkových okruhů se užijí kabely s měděnými jádry CYKY 3Cx2,5 mm<sup>2</sup> pro jednofázové okruhy a 5Cx2,5 mm<sup>2</sup> pro třífázové okruhy. Jednotlivé okruhy budou osazeny jističi o hodnotě 16 A typu B a proudovým chráničem s reziduálním proudem 30 mA. Na jeden okruh bude připojeno maximálně 10 zásuvek, kdy dvojnásobná zásuvka se počítá jako jedna zásuvka. Zásuvky pro obecnou potřebu se umísťují 30 cm nad finálně upravenou podlahu, zásuvky pro blíže určené spotřebiče budou instalovány k jejich předpokládanému umístění. V případě umístění do venkovních prostor se osazují zásuvky s krytím IP 44. Pro spotřebiče s příkonem nad 3,5 kVA bude zhotoven samostatný okruh. V případě elektrické trouby a varné desky se okruh zapojí se sporákovou kombinací.

### **2.3.5 Koupelnové okruhy**

Elektroinstalace v koupelně bude vyhotovena s respektováním platných norem, zejména ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. Všechny okruhy v koupelně budou chráněny proudovými chrániči s reziduálním proudem 30 mA. Zásuvky a spínače budou umístěny v zóně 3 a dál od prostoru koupací vany nebo vany sprchového koutu. V případě těsné blízkosti umývacího prostoru mohou být zásuvky nebo vypínače umístěny minimálně 1,2 m nad rovinou podlahy. Při umístění níže než 1,2 m nad podlahou je nutné dodržet vzdálenost 20 cm od vertikální roviny umývacího prostoru.

## 2.4 Spotřebiče a určení výpočtového výkonu $P_{výp}$ a proudu $I_{výp}$

| Soupis spotřebičů   | $P_i$ [kW]  | 1/0 | $P_s$ [kW]  | dílčí $k_z$ | $P_z$ [kW]   |
|---|-------------|-----|-------------|-------------|--------------|
| el. trouba + varná deska  | 10.0        | 1   | 10.0        | 0.5         | 5.00         |
| varná konvice   | 2.0         | 0   | 0           | 1.0         | 0.00         |
| mikrovlnka  | 2.3         | 0   | 0           | 1.0         | 0.00         |
| myčka nádobí  | 2.5         | 1   | 2.5         | 0.5         | 1.25         |
| bojler  | 2.5         | 1   | 2.5         | 0.5         | 1.25         |
| TV1   | 0.4         | 1   | 0.4         | 0.8         | 0.32         |
| TV2   | 0.3         | 0   | 0           | 0.7         | 0.00         |
| žehlička  | 2.0         | 1   | 2.0         | 0.5         | 1.00         |
| notebook 1  | 0.2         | 0   | 0           | 1.0         | 0.00         |
| notebook 2  | 0.1         | 1   | 0.1         | 1.0         | 0.10         |
| PC  | 0.5         | 1   | 0.5         | 0.8         | 0.40         |
| lednice s mrazákem  | 0.4         | 1   | 0.4         | 0.5         | 0.20         |
| světla  | 4.0         | 1   | 4.0         | 0.3         | 1.20         |
| pračka  | 2.2         | 1   | 2.2         | 0.6         | 1.32         |
| vysavač   | 2.0         | 0   | 0           | 1.0         | 0.00         |
| kompresor   | 2.2         | 0   | 0           | 1.0         | 0.00         |
| fén   | 2.0         | 0   | 0           | 1.0         | 0.00         |
| ostatní sp.   | 1.0         | 1   | 1.0         | 0.1         | 0.10         |
|   |             |     |             |             |              |
| <b><math>P_i</math> celkem [kW]</b>                             | <b>36.6</b> |     |             |             |              |
| <b><math>P_s</math> celkem [kW]</b>                             |             |     | <b>25.6</b> |             |              |
| <b><math>P_z</math> celkem [kW]</b>                             |             |     |             |             | <b>12.14</b> |
|   |             |     |             |             |              |
| <b><math>k_s</math> - koeficient současnosti</b>                |             |     |             |             | <b>0.70</b>  |
| <b><math>k_z</math> - koeficient zatížitelnosti</b>             |             |     |             |             | <b>0.47</b>  |
| <b><math>\beta</math> - koeficient náročnosti</b>               |             |     |             |             | <b>0.33</b>  |
| <b><math>I_{výp}</math> [A] při <math>\cos \phi</math> 0,95</b> |             |     |             |             | <b>18.47</b> |
| <b><math>P_{výp}</math> [kW]</b>                                |             |     |             |             | <b>12.14</b> |

Tab. 3: Seznam spotřebičů a výpočet výpočtového výkonu  $P_{výp}$  a proudu  $I_{výp}$  (Tabulka poskytnuta Ing. Ivanem Cimbolincem).

### Výpočty použité v Tab. 3

#### Koeficient současnosti

$$k_s = \frac{P_{s\text{ celkem}}}{P_{i\text{ celkem}}} \quad (1)$$

#### Koeficient zatížitelnosti

$$k_s = \frac{P_{z\text{ celkem}}}{P_{s\text{ celkem}}} \quad (2)$$

#### Koeficient náročnosti

$$\beta = \frac{k_s}{k_z} \quad (3)$$

#### Výpočtový výkon

$$P_{výp} = \frac{P_{i\text{ celkem}}}{\beta} = 12,14 \text{ kW} \quad (4)$$

#### Výpočtový proud při $\cos\varphi = 0,95$

$$U_s = 400 \text{ V}$$

$$\cos\varphi = 0,95 \text{ [-]}$$

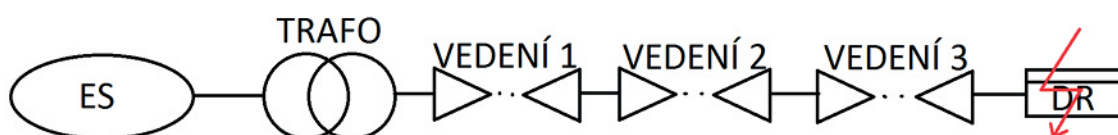
$$I_{výp} = \frac{P_{výp}}{\sqrt{3}U_s\cos\varphi} = \frac{12,14}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot \cos\varphi} = 18,47 \text{ A} \quad (5)$$



## 2.5 Výběr hlavního jističe

Pokud je brán v potaz výpočtový proud  $I_{\text{výp}} = 18,47 \text{ A}$ , je jako hlavní jistič plně dostačující 3x25 A charakteristiky typu B. Tento jistič je také vhodný s ohledem na selektivitu. Dále je zde rezerva pro případný růst náročnosti spotřebičů.

## 2.6 Výpočet zkratových proudů



Obr. 8: Schéma zkratového obvodu při zkratu v DR.

### Elektrizační soustava - ES

$$S_k = 299 \text{ MVA}$$

$$S_V = 1 \text{ MVA}$$

$$x_{ES} = \frac{S_V}{S_k} \cdot 100 = 0,33 \% \quad (6)$$

### Transformátor

$$S_n = 160 \text{ kVA}$$

$$S_V = 1 \text{ MVA}$$

$$p = \frac{35 \text{ kVA}}{0,4 \text{ kVA}}$$

$$u_k = 4 \%$$

$$x_T = \frac{u_k \cdot S_V}{S_n} = 25 \% \quad (7)$$

**Vedení 1 - AlFe 35**

$$S_V = 1 \text{ MVA}$$

$$U_n = 400 \text{ V}$$

$$r_{V1} = 0,778 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$l_1 = 325 \text{ m} = 0,325 \text{ km}$$

$$L_{V1} = 1 \text{ mH/km}$$

$$R_{V1} = \frac{r_{V1} \cdot l_1 \cdot S_V}{U_n^2} \cdot 100 = 158 \% \quad (8)$$

$$X_{V1} = \frac{L_{V1} \cdot \omega \cdot l_1 \cdot S_V}{U_n^2} \cdot 100 = 63,8 \% \quad (9)$$

**Vedení 2 - AYKY 4x16**

$$S_V = 1 \text{ MVA}$$

$$U_n = 400 \text{ V}$$

$$r_{V2} = 1,8 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$l_2 = 25 \text{ m} = 0,025 \text{ km}$$

$$L_{V2} = 0,285 \text{ mH/km}$$

$$R_{V2} = \frac{r_{V2} \cdot l_2 \cdot S_V}{U_n^2} \cdot 100 = 28 \% \quad (10)$$

$$X_{V2} = \frac{L_{V2} \cdot \omega \cdot l_2 \cdot S_V}{U_n^2} \cdot 100 = 1,4 \% \quad (11)$$

### Vedení 3 - CYKY 4x10

$$S_V = 1 \text{ MVA}$$

$$U_n = 400 \text{ V}$$

$$r_{V3} = 1,8 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$l_3 = 27 \text{ m} = 0,027 \text{ km}$$

$$L_{V3} = 0,302 \text{ mH/km}$$

$$R_{V3} = \frac{r_{V3} \cdot l_3 \cdot S_V}{U_n^2} \cdot 100 = 30 \% \quad (12)$$

$$X_{V3} = \frac{L_{V3} \cdot \omega \cdot l_3 \cdot S_V}{U_n^2} \cdot 100 = 1,6 \% \quad (13)$$

### Celková impedance

$$\begin{aligned} Z_c &= \sqrt{(X_{ES} + X_T + X_{V1} + X_{V2} + X_{V3})^2 + (R_{V1} + R_{V2} + R_{V3})^2} \\ &= 234,8 \% \end{aligned} \quad (14)$$

### Výpočet třífázového souměrného zkratového proudu

$$I_k'' = \frac{S_V \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot Z_c} = 615 \text{ A} \quad (15)$$

### Ekvivalentní oteplovací proud

Pro výpočet ekvivalentního oteplovacího proudu bylo nutné určit dobu vypnutí  $t_k$  a součinitel ekvivalentního oteplovacího proudu  $K_E$  za použití norem ČSN 33 3015 a ČSN EN 60909-0. [30,31]

$$t_k = 0,2 \text{ s}$$

$$K_E = 1,03 \text{ [-]}$$

$$I_{ke}'' = K_E \cdot I_k'' = 633,5 \text{ A} \quad (16)$$

## 2.7 Kontrola správného dimenzování přívodního kabelu

### 2.7.1 Podmínka dovoleného zatížení

Správně dimenzovaný kabel musí splňovat podmínku dovoleného zatížení vodiče, tedy  $I_{vyp} \leq I_{nk}$ .

$I_n$  - jmenovitá proudová zatížitelnost

$I_{nk}$  - jmenovitá proudová zatížitelnost s ohledem na uložení kabelu

$$I_{nk} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_n$$

$k_1$  - součinitel proudového zatížení respektující způsob uložení

$k_2$  - součinitel proudového zatížení respektující teplotu okolí

Všechny potřebné hodnoty lze nalézt v normě ČSN 33 2000-5-52 ed. 2.

$I_n = 67 \text{ A}$ , pro kabel CYKY-J 4x10

$k_1 = 1$ , kabel je uložen v zemi v pískovém loži při měrném tepelném odporu půdy  $\vartheta = 2,5 \text{ K} \cdot \text{m} \cdot \text{W}^{-1}$ .

$k_2 = 1$ , kabel uložen při základní teplotě

$$I_{nk} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_n = 1 \cdot 1 \cdot 67 = 67 \text{ A} \quad (17)$$

$$18,47 \text{ A} \leq 67 \text{ A}$$

Podmínka dovoleného zatížení vodiče je splněna.

### 2.7.2 Kontrola na úbytek napětí

Dále je třeba ověřit přípojku na úbytek napětí.

Úbytek napětí na kabelu nesmí být větší než 2 % jmenovité hodnoty sdruženého napětí.

měrný elektrický odpor mědi  $\rho = 18,8 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$ , pro kabel CYKY-J 4x10

délka kabelu  $l = 27 \text{ m}$

průřez vodiče  $S = 10 \text{ mm}^2$

indukčnost  $L_{V3} = 0,302 \text{ }\mu\text{H/m}$

$$U_{\Delta} = I_{výp} \cdot \left( \frac{\rho \cdot l}{S} \cdot \cos\varphi + L_{V3} \cdot \omega \cdot l \cdot \sin\varphi \right) \quad (18)$$

$$U_{\Delta} = 0,91 \text{ V} = 0,23 \%$$

Podmínka maximálního úbytku napětí je splněna.

### 2.7.3 Kontrola přívodního kabelu na minimální průřez

Pro výpočet minimálního průřezu bylo nutné stanovit na základě dovolené a kritické teploty jádra koeficient  $k$  dle norem ČSN 33 3015 a ČSN EN 60909-0. [30,31]

$$t_{kr} = 180 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_d = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$k = 126 \text{ [-]}$$

$$S_{min} = \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{k} = 2,25 \text{ mm}^2 < 10 \text{ mm}^2 \quad (19)$$

Kabel CYKY-J 4x10 splnil podmínky dovoleného zatížení, úbytku napětí a kontrolu na minimální průměr a je tak zcela dostačující pro potřeby dané elektroinstalace.

## 3 Náklady na zhotovení a provoz

### 3.1 Náklady na zhotovení elektroinstalace

| Elektroměrový rozvaděč, přípojková skříň |                |                               |                   |
|--|----------------|-------------------------------|-------------------|
| Identifikace položky                     | Počet jednotek | Cena v Kč za jednotku vč. DPH | Cena v Kč vč. DPH |
| Elektroměrový rozvaděč ER 212            | 1              | 4580                          | 4 580             |
| Přípojková skříň SP 100                  | 1              | 1150                          | 1 150             |
| HDO spínač                               | 1              | 1900                          | 1 900             |
| Jistič 3-pólový 3x25 A typ B             | 1              | 520                           | 520               |
| Jistič 1-pólový 6 A typ B                | 1              | 160                           | 160               |
| Elektroinstalační materiál               | 1              | 50                            | 50                |
| Celkem                                   |                |                               | 8 360             |

Tab. 3: Náklady na zhotovení elektroměrového rozvaděče a přípojkové skříně.

| Domovní rozvaděč, hlavní ochranná přípojnice, kabel DR-ER |                |                               |                   |
|---|----------------|-------------------------------|-------------------|
| Identifikace položky                                      | Počet jednotek | Cena v Kč za jednotku vč. DPH | Cena v Kč vč. DPH |
| Rozvaděčová skříň ECM24PT                                 | 1              | 340                           | 340               |
| Odpojovač 3-pólový 3x32 A                                 | 1              | 520                           | 520               |
| Stykač 3-pólový 25A                                       | 1              | 600                           | 600               |
| Jistič 3-pólový 3x16 A typ B                              | 2              | 250                           | 500               |
| Jistič 1-pólový 16 A typ B                                | 6              | 100                           | 600               |
| Jistič 1-pólový 10 A typ B                                | 6              | 90                            | 540               |
| Chránič proudový 4-p. 25/0.03 A                           | 2              | 900                           | 1 800             |
| Ekvipotencionální přípojnice                              | 2              | 200                           | 400               |
| Zemnicí pásek FeZn 50 m                                   | 50             | 26                            | 1 300             |
| Kabel CYKY-J 4x10 27 m                                    | 27             | 130                           | 3 510             |
| Kabel CYKY-J 3x1.5 27 m                                   | 27             | 13                            | 351               |
| Elektroinstalační materiál                                | 1              | 50                            | 50                |
| Celkem  |                |                               | 10 511            |

Tab. 4: Náklady na zhotovení domovního rozvaděče a přívodního vedení.

| Kabely na vnitřní rozvody |                |                               |                   |
|---------------------------|----------------|-------------------------------|-------------------|
| Identifikace položky      | Počet jednotek | Cena v Kč za jednotku vč. DPH | Cena v Kč vč. DPH |
| CYKY 5Cx2.5               | 25             | 42                            | 1 050             |
| CYKY 3Cx2.5               | 160            | 23                            | 3 680             |
| CYKY 3Cx1.5               | 250            | 13                            | 3 250             |
| CYKY 3Bx1.5               | 60             | 13                            | 780               |
| Celkem                    |                |                               | 8 760             |

Tab. 5: Náklady na zhotovení vnitřních rozvodů domu.

| Elektroměrový rozvaděč, přípojková skříň |                |                               |                   |
|--|----------------|-------------------------------|-------------------|
| Identifikace položky                     | Počet jednotek | Cena v Kč za jednotku vč. DPH | Cena v Kč vč. DPH |
| Zásuvka dvojitá IP 20                    | 32             | 150                           | 4 800             |
| Zásuvka třífázová 16 A                   | 1              | 140                           | 140               |
| Zásuvka dvojnásobná IP 44                | 5              | 210                           | 1 050             |
| Sporáková kombinace                      | 1              | 400                           | 400               |
| Vývod                                    | 4              | 120                           | 480               |
| Střídavý vypínač                         | 13             | 100                           | 1 300             |
| Střídavý vypínač dvojitý                 | 2              | 130                           | 260               |
| Střídavý přepínač                        | 2              | 100                           | 200               |
| Křížový přepínač                         | 1              | 140                           | 140               |
| Střídavý přepínač dvojitý                | 4              | 150                           | 600               |
| instalační krabička + šroubky            | 48             | 12                            | 576               |
| Stropní svítidla                         | 14             | 700                           | 9 800             |
| Stropní svítidla IP 44                   | 1              | 1500                          | 1 500             |
| Nástěnná svítidla                        | 4              | 600                           | 2 400             |
| Nástěnná svítidla IP 44                  | 2              | 1200                          | 2 400             |
| Venkovní osvětlení                       | 4              | 2000                          | 8 000             |
| Osvětlení pracovní plochy k.             | 3              | 500                           | 1 500             |
| Celkem                                   |                |                               | 35 546            |

Tab. 6: Náklady na osazení koncových vývodů elektroinstalace.

| Celková cena za zhotovení elektroinstalace vč. DPH |         |
|--|---------|
| Projekt instalace, přípojky NN                     | 18 000  |
| Práce - příprava, položení, zapojení               | 40 000  |
| Elektromateriál                                    | 63 177  |
| Revize   | 5 000   |
| Celkem   | 126 177 |

Tab. 7: Celkové náklady na provedení elektroinstalace.

Celková odhadovaná cena pro zhotovení elektroinstalace daného rodinného domu činí **126 177 Kč vč. DPH.**

### 3.2 Odhad ročních nákladů na provoz

Rodinný dům bude připojen k odběru elektrické energie prostřednictvím distributora ČEZ Distribuce, a. s.. Bude využíváno produktové řady COMFORT a tarifu Akumulace 8, tedy D25d.

Pro toto nastavení služeb je spočítána modelová situace, která bere v úvahu spotřebu elektrické energie obdobného rodinného domu. Pro výpočet roční platby za elektrickou energii je využit ceník ČEZ Distribuce, a. s..

- spotřeba el. energie VT = 2,6 MWh
- spotřeba el. energie NT = 1,5 MWh
- stálé roční platby dle ceníku činí 2 468,4 Kč vč. DPH
- úhrada za spotřebu el. energie VT činí 12 164,62 Kč vč. DPH
- úhrada za spotřebu el. energie NT činí 2 831,43 Kč vč. DPH

Celková odhadovaná cena za roční spotřebu elektrické energie pro rodinný dům je **17 464,45 Kč vč. DPH.**



## Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo, dle legislativních a normativních předpisů, týkajících se elektrických instalací nízkého napětí, vytvořit projekt elektroinstalace budovy. Dále zjištění finanční náročnosti zhotovení navržené elektrické instalace a výše roční platby za spotřebu elektrické energie pro daný dům.

Práce je rozdělena do tří celků. V prvním z nich se nachází teoretické poznatky a postupy pro tvorbu návrhu elektrických instalací nízkého napětí, které udávají normy, zákony a vyhlášky. V další části je uvedena technická dokumentace provádějící projekt návrhu elektroinstalace, nezbytné výpočty pro správné dimenzování komponentů a vlastní návrh. Součástí byly voleny s dostatečnou rezervou tak, aby bylo možné postupem doby zvětšit počet spotřebičů elektrické energie, nebo je zaměnit za spotřebiče nové, výkonnější. V poslední části je uvedena cenová bilance za kompletní zhotovení elektroinstalace v novostavbě včetně revize. Zde je uveden i výpočet ceny roční spotřeby elektrické energie.

Veškeré výkresy potřebné pro tuto práci byly vytvořené v softwaru AutoCAD. Do projektu byly zakresleny světelné a zásuvkové obvody do půdorysu budovy a jejího podkroví, situační plán s rozmístěním současného vedení elektrické energie a připojením objektu. Dále bylo zpracováno kompletní rozkreslení domovního rozvaděče. Všechna projektová dokumentace týkající se této práce je uvedena v přílohách.

## Seznam použité literatury

- [1] FENCL, František. Elektrický rozvod a rozvodná zařízení. Vyd. 4. V Praze: České vysoké učení technické, 2009, 198 s. ISBN 978-80-01-04351-6.
- [2] Česká republika. Vyhláška č. 268/2009 Sb.: o technických požadavcích na stavby. In: Sbírka zákonů č. 81/2009. 2009.
- [3] ČSN 33 2000-1 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice. 2009. vyd. Dostupné z: online verze
- [4] ČSN 33 2000-3. Elektrotechnické předpisy: Elektrická zařízení – Část 3: stanovení základních charakteristik. 1995. vyd. Dostupné z: online verze
- [5] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem. 2007. vyd. Dostupné z: online verze
- [6] ČSN 33 2000-4-42 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 4-42: Bezpečnost - Ochrana před účinky tepla. 2012. vyd. Dostupné z: online verze
- [7] ČSN 33 2000-4-43 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy. 2010. vyd. Dostupné z: online verze
- [8] ČSN 33 2000-5-51 ed. 3. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy. 2010. vyd. Dostupné z: online verze
- [9] ČSN 33 2000-5-52 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení. 2012. vyd. Dostupné z: online verze
- [10] ČSN 33 2000-5-54 ed. 3. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče. 2012. vyd. Dostupné z: online verze

- [11] ČSN 33 2000-5-559 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 5-559: Výběr a stavba elektrických zařízení - Svítidla a světelná instalace. 2013. vyd. Dostupné z: online verze
- [12] ČSN 33 2000-6. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 6: Revize. 2007. vyd. Dostupné z: online verze
- [13] ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou. 2007. vyd. Dostupné z: online verze
- [14] ČSN 33 2000-7-714 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 7-714: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Venkovní světelné instalace. 2012. vyd. Dostupné z: online verze
- [15] ČSN EN 60529. Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód). 1993. vyd. Dostupné z: online verze
- [16] ČSN 33 0165 ed. 2. Značení vodičů barvami a nebo číslicemi: Prováděcí ustanovení. 2014. vyd. Dostupné z: online verze
- [17] ČSN 33 2130 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí: Vnitřní elektrické rozvody. 2009. vyd. Dostupné z: online verze
- [18] Česká republika. Vyhláška č. 51/2006 Sb.: stanovující podmínky pro připojení zařízení k elektrizační soustavě. In: Sběrka zákonů č. 23/2006. 2006.
- [19] Česká republika. Vyhláška č. 540/2005 Sb.: o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice. In: Sběrka zákonů č. 184/2005. 2005.
- [20] ČSN EN 60445 ed. 4. Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj: značení a identifikaci - Identifikace svorek předmětů, konců vodičů a vodičů. 2011. Dostupné z: online verze
- [21] Barevné značení vodičů CYKYLO 3Jx1,5. In: GES-ELECTRONICS, a.s. [online]. © 1991–2015 GES-ELECTRONICS, a.s.. [vid. 15.4.2015]. Dostupné z: <http://www.ges.cz/cz/cykylo-3jx-1-5-GES06914980.html>
- [22] KUNC, Josef. Elektroinstalace krok za krokem. 1. vyd. Praha: Grada, 2003, 132 s. Profi & hobby. ISBN 80-247-0559-1.

- [23] DVOŘÁČEK, Karel. Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě. 4., dopl. vyd. Praha: IN-EL, 2004, 189 s. Dílenská příručka. ISBN 80-86230-36-8.
- [24] Princip proudového chrániče. In: [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: [http://www.schneider-electric.cz/documents/technical-releases/vsechny-clanky/2011/elektrotrh\\_cerven\\_2011\\_clanek\\_1.pdf](http://www.schneider-electric.cz/documents/technical-releases/vsechny-clanky/2011/elektrotrh_cerven_2011_clanek_1.pdf)
- [25] Napěťový chránič. In: [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://a-t.cz/novinky/napetovy-chranic.html>
- [26] Krytí IP. In: E-revize [online]. [cit. 2015-04-16]. Dostupné z: <http://e-revize.cz/kryti-ip-kod.php>
- [27] Elektroinstalační trubka ohebná 16mm kov, PVC. Rs-online [online]. [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: <http://cz.rs-online.com/web/p/ochrann-trubky-na-kabely/7558985/>
- [28] Nožová pojistka PN1 16A rychlá. Emat.cz [online]. [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: <http://www.emat.cz/pojistky/nh1gg50v200-nozova-pojistka-pn1-200a-rychla>
- [29] Připojovací podmínky nn. ČEZ Distribuce [online]. [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: [http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/technicke-informace/cezdistribuce\\_pripojovaci-podminky\\_20110401\\_web.pdf](http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/technicke-informace/cezdistribuce_pripojovaci-podminky_20110401_web.pdf)
- [30] ČSN EN 60909-0. Zkratové proudy v trojfázových střídavých soustavách: Část 0: Výpočet proudů. 2002. Dostupné z: online verze
- [31] ČSN 33 3015. Elektrotechnické předpisy. Elektrické stanice a elektrická zařízení. Zásady dimenzování podle elektrodynamické a tepelné odolnosti při zkratech. 1983. Dostupné z: online verze

## Seznam obrázků

- Obr. 1: Elektroinstalační trubka ohebná 16 mm kov, PVC (převzato a upraveno z [27]).
- Obr. 2: Instalační zóny na stěně bez oken a dveří (vlevo), na stěně s dveřmi (vpravo) (převzato a upraveno z [1]).
- Obr. 3: Instalační zóny na stěně s oknem (převzato a upraveno z [1]).
- Obr. 4: Půdorysné označení koupelnových zón (převzato a upraveno z [1]).
- Obr. 5: Označení koupelnových zón (převzato a upraveno z [1]).
- Obr. 6: Barevné značení vodičů CYKYLO 3Jx1,5 (převzato a upraveno z [21]).
- Obr. 7: Nožová pojistka PN1 16 A - rychlá (převzato a upraveno z [28]).
- Obr. 8: Schéma zkratového obvodu při zkratu v DR.

## Seznam tabulek

- Tab. 1: IP kód, Ochrana před vniknutím pevných cizích předmětů (převzato a upraveno z [26]).
- Tab. 2: IP kód, Ochrana proti vniknutí vody (převzato a upraveno z [26]).
- Tab. 3: Náklady na zhotovení elektroměrového rozvaděče a přípojkové skříňe.
- Tab. 4: Náklady na zhotovení domovního rozvaděče a přívodního vedení.
- Tab. 5: Náklady na zhotovení vnitřních rozvodů domu.
- Tab. 6: Náklady na osazení koncových vývodů elektroinstalace.
- Tab. 7: Celkové náklady na provedení elektroinstalace.

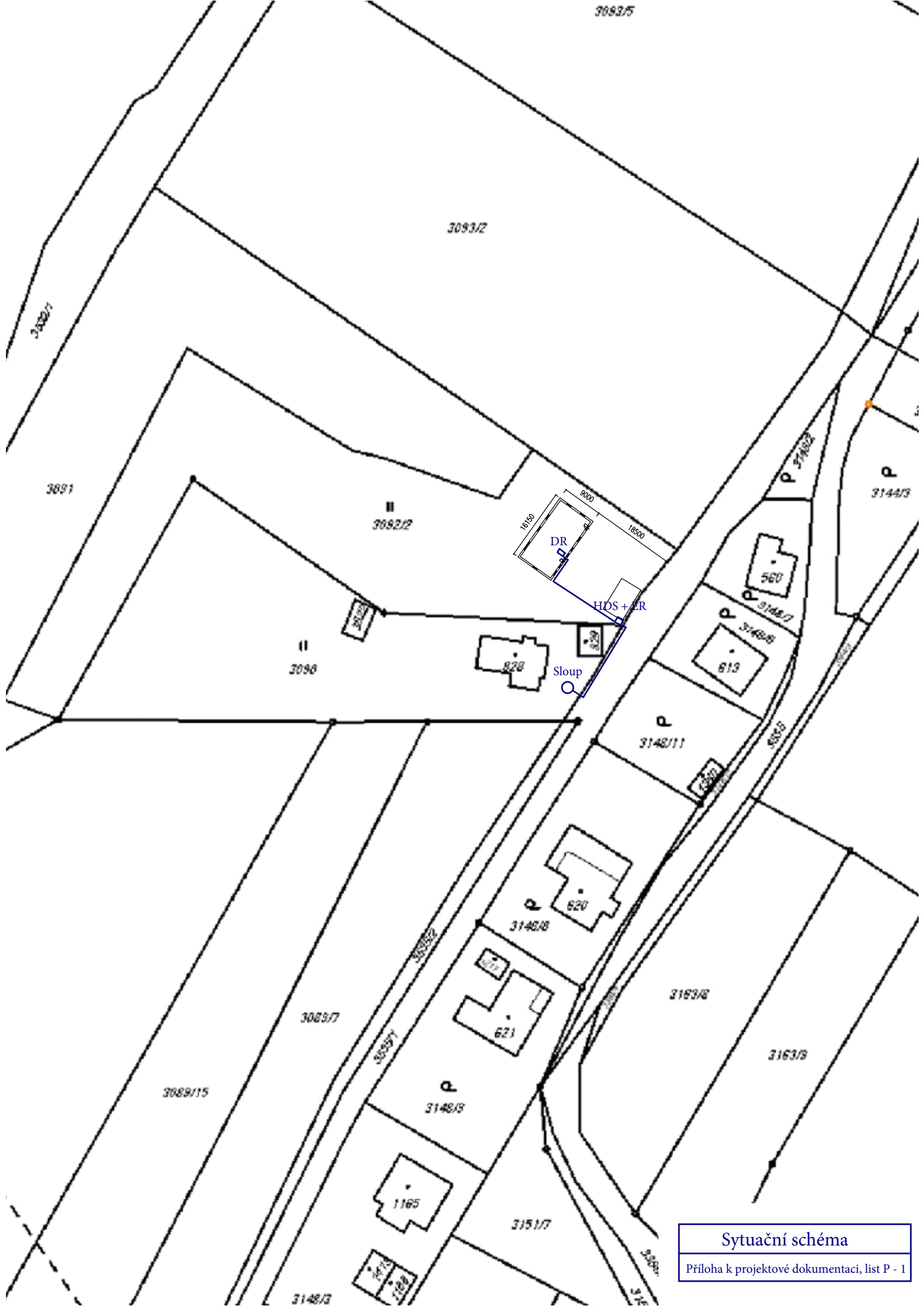
# Seznam příloh

## **Projekt elektroinstalace rodinného domu**

- P - 1 Projektová dokumentace - situační schéma, zakreslení přípojky
- P - 2 Projektová dokumentace - zásuvkové rozvody
- P - 3 Projektová dokumentace - světelné rozvody
- P - 4 Projektová dokumentace - zásuvkové a světelné rozvody podkroví
- P - 5 Projektová dokumentace - domovní rozvaděč 1. část
- P - 6 Projektová dokumentace - domovní rozvaděč 2. část

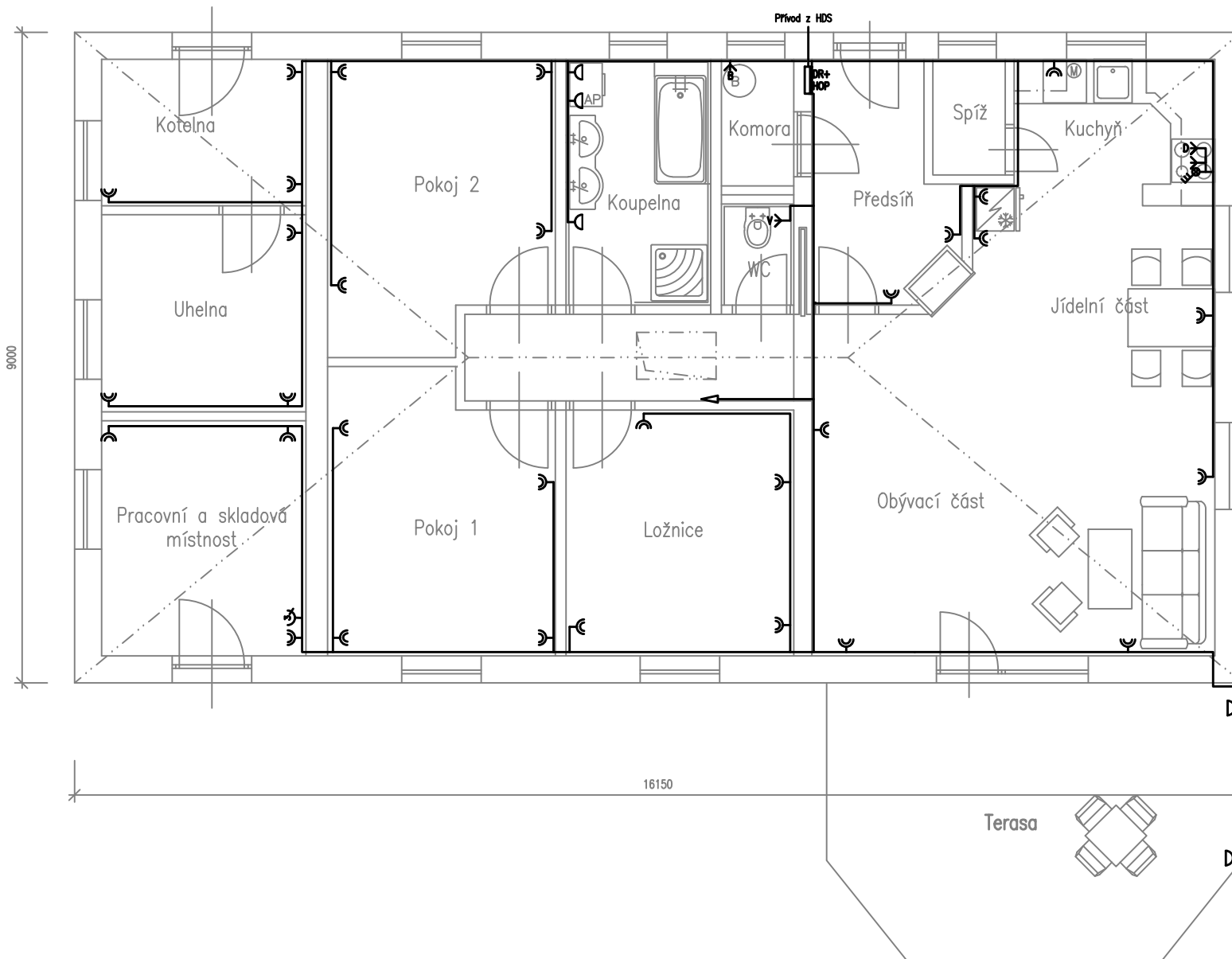
# Projekt elektroinstalace rodinného domu

Vypracoval: Ondřej Vít











Sytuační schéma  
Příloha k projektové dokumentaci, list P - 1

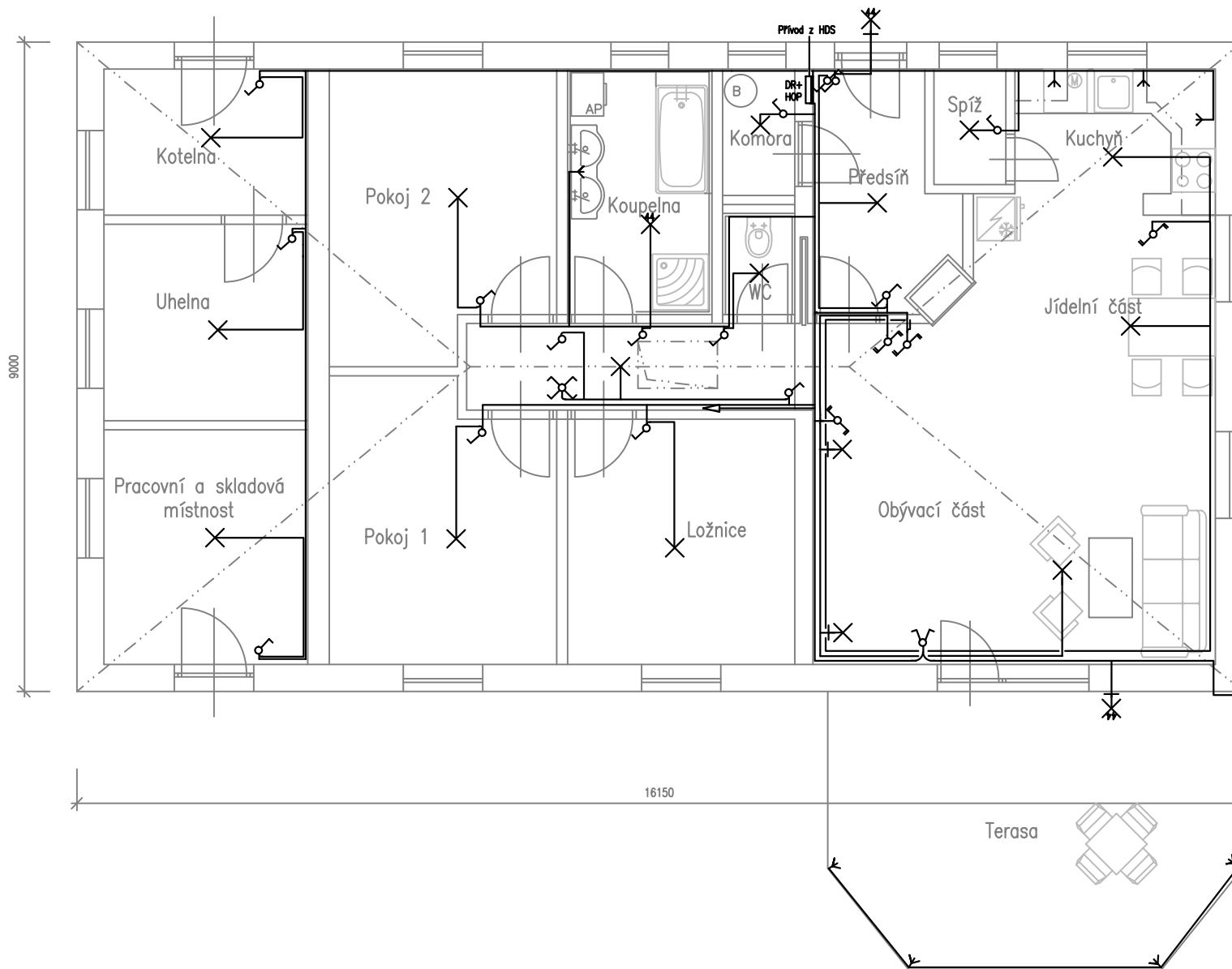




Legenda: Společná vedení v soustavě TN-S kabely CYKY. Dle možností uložení pod omítkou, v konstrukčních dutinách nebo po konstrukcích. Zásuvkové obvody jednofázové 3x2,5, třífázové a třífázová vedení 5x2,5. Nutné dodržení technických norem zejména ČSN 33 2000-5-51 ed.3, ČSN 33 2000-5-52 ed.2 a ČSN 33 2000-7-701 ed.2.













- Pokud není uvedeno jinak IP 20
-  DR-Domovní rozvaděč+HOP-Hlavní ochranná přípojnice
  -  Sporáková kombinace + vývod pro sporák
  -  Zásuvka dvojnásobná
  -  Vývod pro napájení el. spotřebiče
  -  B-bojler, D-digestoř, V-ventilátor
  -  Zásuvka třífázová
  -  Zásuvka s krytím IP 44
  -  Stoupací vedení do podkrovní

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Projekt elektroinstalace RD     |                      |
| Vypracoval: Ondřej Vít          |                      |
| El. instalace-zásuvkové rozvody | Číslo výkresu<br>P-2 |

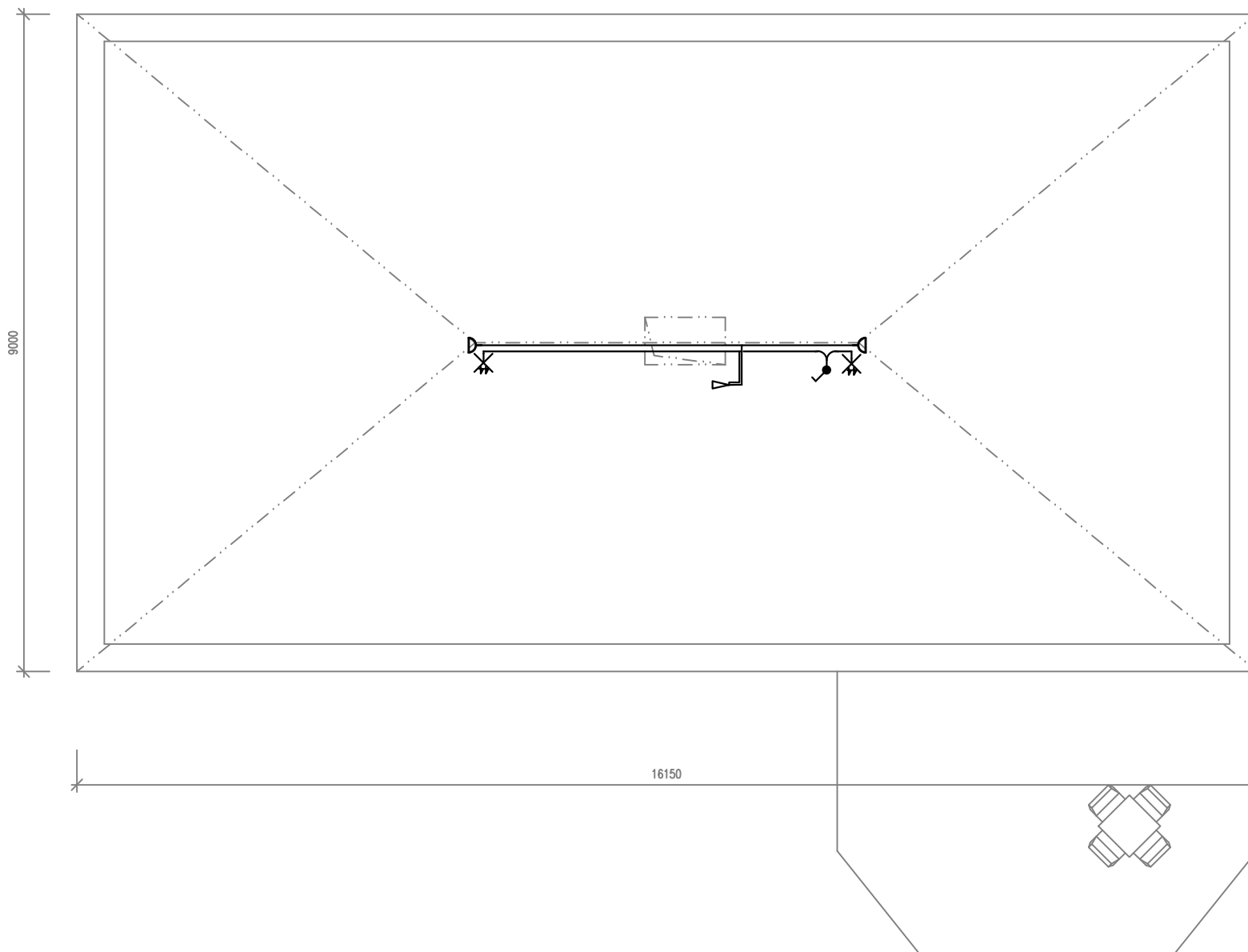


Legenda: Společná vedení v soustavě TN-S kabely CYKY. Dle možností uložení pod omítkou, v konstrukčních dutinách nebo po konstrukcích. Světelné obvody realizované 3x1,5. Nutné dodržení technických norem zejména ČSN 33 2000-5-51 ed.3, ČSN 33 2000-5-52 ed.2 a ČSN 33 2000-7-701 ed.2.

Pokud není uvedeno jinak IP 20

-  DR-Domovní rozvaděč+HOP-Hlavní ochranná přípojnice
-  Dvojitý střídací přepínač
-  Střídací přepínač
-  Vývod pro napájení svítidel
-  IS-s integrovaným spínačem
-  VS-volně stojící
-  Střídací vypínač dvojitý
-  Střídací vypínač
-  Střídací přepínač křížový
-  Stoupační vedení do podkrovní
-  Stropní svítidlo IP 20, IP 44
-  Nástěnné svítidlo IP 20, IP 44

|                                |                      |
|--------------------------------|----------------------|
| Projekt elektroinstalace RD    |                      |
| Vypracoval: Ondřej Vít         |                      |
| El. instalace-světelné rozvody | Číslo výkresu<br>P-3 |



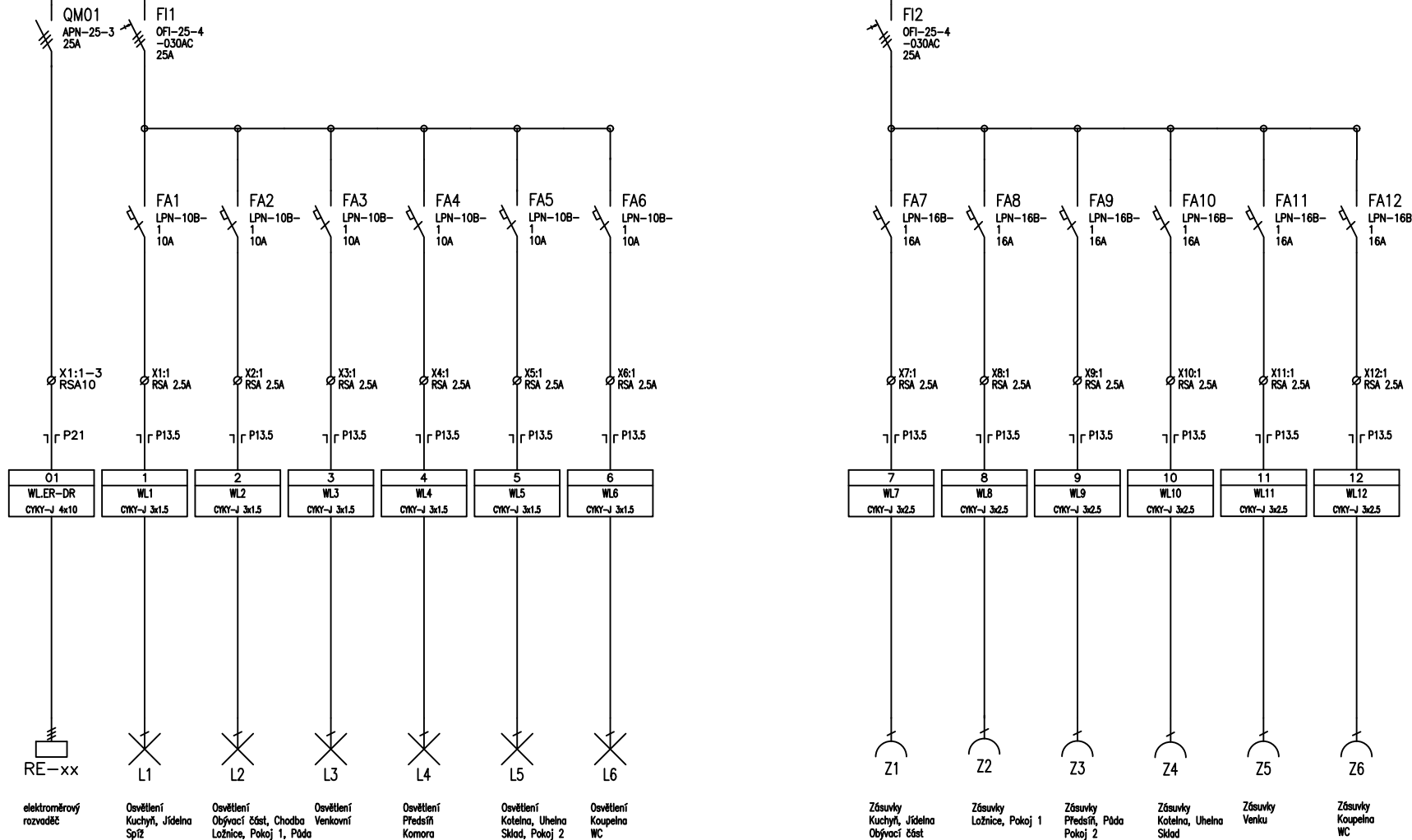
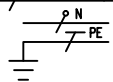
Legenda: Společná vedení v soustavě TN-S kabely CYKY vedeno po konstrukcích. Zásuvkové obvody 3x2,5, světelné obvody 3x1,5. Nutné dodržení technických norem. Světla, zásuvky a spínače v krytí IP 44.

- ✕ Stropní svítidlo IP 44
- ▷ Stoupací vedení – přívod do podkroví
- Střídavý vypínač IP 44
- D Zásuvka s krytím IP 44

|   |                      |
|---|----------------------|
| Projekt elektroinstalace RD                           |                      |
| Vypracoval: Ondřej Vít                                |                      |
| El. instalace – zásuvkové a světelné rozvody podkroví | Číslo výkresu<br>P-4 |

3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-C-S

1+N+PE st. 50Hz 230V



RE-xx

elektroměrový rozvaděč

L1

Osvětlení Kuchyň, Jídelna Spíž

L2

Osvětlení Obývací část, Chodba Ložnice, Pokoj 1, Páda

L3

Osvětlení Venkovní

L4

Osvětlení Předstíř Komora

L5

Osvětlení Kotelna, Uhelna Sklad, Pokoj 2

L6

Osvětlení Koupelna WC

Z1

Zásuvky Kuchyň, Jídelna Obývací část

Z2

Zásuvky Ložnice, Pokoj 1

Z3

Zásuvky Předstíř, Páda Pokoj 2

Z4

Zásuvky Kotelna, Uhelna Sklad

Z5

Zásuvky Venku

Z6

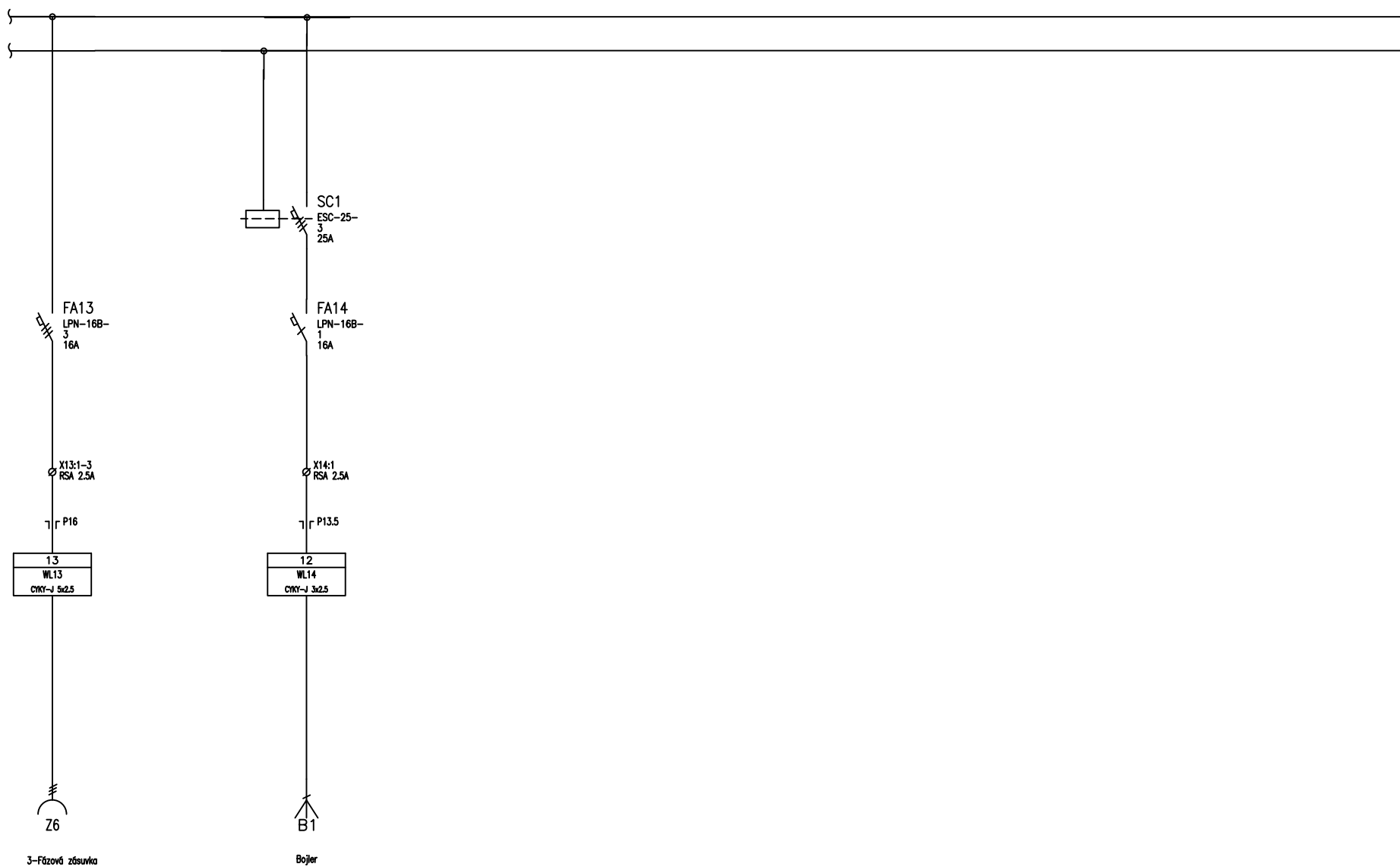
Zásuvky Koupelna WC

Projekt elektroinstalace RD

Vypracoval: Ondřej Vít

Domovní rozvaděč 1. část

Číslo výkresu P-5



|                             |                        |
|-----------------------------|------------------------|
| Projekt elektroinstalace RD | Vypracoval: Ondřej Vít |
| Domovní rozvaděč 2. část    | Číslo výkresu<br>P-6   |