



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky

**Připojení rodinného domu na distribuční síť a návrh
jeho elektroinstalace**

**Connection of a family house to the distribution network
and design of its electrical installation**

Diplomová práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Elektroenergetika

Vedoucí práce: Ing. Ivan Cimbolínek

Bc. Petr Mazač

Praha 2015

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

katedra elektroenergetiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Petr Mazač**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Obor: Elektroenergetika

Název tématu: **Připojení rodinného domu na distribuční síť a návrh jeho elektroinstalace**

Pokyny pro vypracování:

- 1) Energetická bilance objektu a možnosti jeho připojení k distribuční soustavě na hladině nízkého napětí.
- 2) Technické úpravy stávající distribuční sítě a jejich financování.
- 3) Popis objektu a prvků elektroinstalace, zásady návrhu rozvodů NN.
- 4) Návrh elektroinstalace objektu včetně SAT&TV, telefonu.
- 5) Návrh ochrany objektu před bleskem.
- 6) Náklady na projekt elektroinstalace, předpokládané roční energetické náklady.

Seznam odborné literatury:

- [1] Fencel F., Elektrický rozvod a rozvodná zařízení, skriptum ČVUT v Praze, 2006
- [2] Pravidla provozování distribuční soustavy, aktualizace 2015
- [3] ČSN EN 33 3070, ČSN EN 33 2000-4-41, ČSN EN 33 2000-5-54
- [4] Zákon 458/2000 Sb., 183/2006 Sb.,
- [5] Vyhláška 51/2006 Sb., 540/2005 Sb.,

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

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá projektováním elektroinstalace rodinného domu. Práce seznamuje s obecnými požadavky na návrh elektroinstalace a obsahuje stručný teoretický popis prvků elektroinstalace a nastínění principu jejich funkce. Dále práce obsahuje popis a nutné podmínky k připojení objektu na distribuční soustavu a seznamuje se souvisejícími předpisy. Další část práce ukazuje postup určení velikosti hlavního jističe a volby jednotlivých prvků elektroinstalace. Součástí práce je návrh TV&SAT rozvodů, domovní LAN sítě a ochrana objektu před přepětím a bleskem. U ochrany objektu před přepětím jsou nastíněny různé způsoby návrhu a popsány běžně používané komponenty. Práce obsahuje také návrh elektronického zabezpečovacího systému. Celý návrh projektu je proveden na základě stavební dokumentace a v souladu s platnou legislativou a normami ČSN. Diplomová práce je zakončena ekonomickou bilancí projektu a odhadem předpokládaných ročních nákladů. V práci jsou přiloženy všechny výkresy elektroinstalace, které byly provedeny v softwaru Autodesk AutoCAD 2015.

Klíčová slova

Rodinný dům, elektroinstalace, bleskosvod, elektronický zabezpečovací systém, přípojka, jistič, pojistka, rozvaděč, kabel, přepět'ová ochrana, ekonomická bilance

Abstract

The topic of this Master thesis is a design of an electrical installation of a family house. The thesis brings information about general requirements on a design of an electrical installation and contains a brief theoretical description of specific components of the installation and the brief description of their function. The thesis also contains a description and requirements for connection of the house to the distribution network and shows related regulations. The next part of the thesis brings the instructions in determination of the level of a main circuit breaker and choosing specific components of the electrical installation. Another part of the thesis is a design of a communications installation and an overvoltage protection and the design of lightning rod. The thesis brings different ways of designing the overvoltage protection and describes generally used components. This thesis also contains a design of alarm system. The whole project is designed of using the building documentation and current laws. The end of this Master thesis contains an economical balance of the whole project and the prediction of annual costs. There are designs of the electrical installation as the part of the thesis, I used a computer software Autodesk AutoCAD 2015 for creating these designs.

Key Words

Family house, electrical installation, lightning rod, alarm system, electric connection, circuit breaker, fuse, distributor, cable, overvoltage protection, economical balance

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

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval Ing. Ivanovi Cimbolincovi za odborné vedení mé diplomové práce a jeho cenné a profesionální rady při jejím vzniku. Děkuji také stavební firmě KORESTA, která mi poskytla výkresy a potřebná data týkající se zvoleného objektu. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině a přítelkyni za podporu a pochopení po celou dobu mého studia.

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Požadavky na elektrický rozvod	11
2.1. Bezpečnost osob a věcí	11
2.2. Provozní spolehlivost.....	11
2.3. Hospodárnost	12
2.4. Estetika zapojení	13
3. Návrh velikosti napájecího zdroje	14
3.1. Výpočtové zatížení homogenní skupiny spotřebičů	15
3.2. Výpočtové zatížení nehomogenní skupiny spotřebičů.....	15
3.3. Výpočtový proud	16
4. Návrh vodičů.....	17
4.1. Provozní teplota	17
4.2. Hospodárný průřez vodiče	18
4.3. Mechanická pevnost.....	19
4.4. Kontrola úbytku napětí	19
4.5. Odolnost proti účinkům zkratových proudů	20
5. Podmínky připojení na DS	23
5.1. Přípojka elektrické energie.....	23
5.2. Hlavní domovní vedení a odbočky k elektroměrům.....	24
5.3. Elektroměrový rozvaděč	24
5.4. Vedení od elektroměru k hlavnímu domovnímu rozvaděči.....	26
6. Funkční prvky elektroinstalace.....	27
6.1. Pojistky	27
6.2. Jističe.....	28
6.3. Proudové chrániče.....	29
6.4. Přepět'ové ochrany	30

6.5.	Vodiče	31
6.6.	Spotřebitelské obvody	33
6.7.	Elektrický rozvod v koupelnách	36
7.	Bleskosvod (hromosvod)	38
7.1.	Základní části hromosvodu	38
7.2.	Stanovení rizika	38
7.3.	Druhy jímacích soustav	39
7.4.	Metody návrhu jímacích soustav	39
7.5.	Realizace jímací soustavy	40
7.6.	Uzemnění	41
8.	Elektronický zabezpečovací systém	42
8.1.	Ústředna EZS	42
8.2.	Čidla a detektory	43
8.3.	Ovládání	45
8.4.	Sirény	46
9.	Technická zpráva	47
9.1.	Identifikační údaje	47
9.2.	Základní technické údaje	51
9.3.	Připojení k inženýrským sítím, energetická bilance	52
9.4.	Připojení objektu a měření odběru elektrické energie	54
9.5.	Dimenzování kabelů	55
9.6.	Hlavní domovní rozvaděč (HDR) a podružný rozvaděč (R2)	61
9.7.	Silnoproudé elektrické rozvody	62
9.8.	Slaboproudé rozvody	64
9.9.	Elektrický zabezpečovací systém	65
9.10.	Ochrana objektu před bleskem a přepětím	66
10.	Ekonomická bilance	68

10.1. Investiční náklady elektroinstalace	68
10.2. Předpokládané roční energetické náklady.....	71
11. Závěr	72
12. Literatura	73
Seznam obrázků.....	76
Seznam příloh	77
Seznam příloh přiložených na CD-ROM	77
Přílohy	I

1. Úvod

V práci se budu zabývat návrhem elektroinstalace rodinného domu. Jako podklady pro mou práci mi poslouží stavební plány a data k navrženému a realizovanému domu na lokalitě v blízkosti Plzně. Tyto podklady mi byly poskytnuty firmou KORESTA. Návrh elektroinstalace bude proveden v souladu s normami ČSN, které jsou v současné době platné. Provádět bude komplexní návrh celé elektroinstalace, včetně návrhu sdělovacích rozvodů, ochrany objektu před bleskem a elektronického zabezpečovacího systému. Součástí návrhu bude také připojení objektu na distribuční soustavu a ověření správného dimenzování všech prvků. Samozřejmě součástí bude taktéž sestavení předpokládaných nákladů na realizaci a odhad ročních energetických nákladů.

V teoretické části práce popíši základní zásady při návrhu nízkonapěťových rozvodů, které je nezbytné dodržet. Zabývat se zde budu určením energetické bilance objektu a následným vypočtením proudu, který bude sloužit k určení velikosti hlavního jističe. Popíši taktéž požadavky pro připojení objektu na distribuční soustavu a následné provedení tohoto připojení. V neposlední řadě provedu základní popis jednotlivých prvků, které budou v návrhu elektroinstalace a elektronického zabezpečovacího systému použity. Popis prvků doplním o základní nastínění jejich funkce.

V praktické části této diplomové práce bude proveden vlastní návrh celého projektu. Při návrhu mi poslouží výkresy od stavební firmy a požadavky udané touto firmou, které budou sloužit jako požadavky majitele a bude nezbytné je v projektu dodržet. Celé vypracování elektroinstalace provedu v počítačovém programu Autodesk AutoCAD 2015. V technické zprávě se poté bude nacházet nutný popis těchto výkresů a použitých zařízení. V samostatné části bude provedena ochrana objektu proti blesku a přepětí a nutné zabezpečení objektu před narušiteli pomocí elektronického zabezpečovacího systému. V poslední kapitole celé práce vypracuji ekonomickou bilanci projektu, která bude vycházet ze současných cen jednotlivých použitých komponentů. Dále provedu odhad předpokládané roční spotřeby energie a na základě současného ceníku společnosti ČEZ Distribuce vypočtu předpokládané roční energetické náklady.

2. Požadavky na elektrický rozvod

Návrh elektrického rozvodu v průmyslovém objektu i v objektu občanské výstavby se musí vždy řídit platnými národními i mezinárodními předpisy a měl by také respektovat aktuální elektrotechnické normy. Každý návrh by měl odpovídat požadavkům na bezpečnost osob a věcí, provozní spolehlivost, hospodárnost provozu, estetiku zapojení apod. Níže jsou popsány pouze některé z mnoha různých požadavků.

2.1. Bezpečnost osob a věcí

Je nutné zajistit provedení všech elektrických zařízení (elektrická instalace, rozvaděče, spotřebiče atd.) tak, abychom vyloučili jakoukoliv možnost náhodného dotyku vodičů, svorek či dalších živých částí elektrického rozvodu, a předcházeli jsme ohrožení zdraví osob elektrickým proudem. Při provozu elektrických zařízení nesmí dojít k jakémukoliv ohrožení osob či majetku, které by mohlo způsobit například požár zařízení, je tedy nutné předcházet i těmto situacím [1].

2.2. Provozní spolehlivost

Jedná se o schopnost zařízení transportovat a předat elektrickou energii v požadovaném množství a kvalitě na určité místo v určitém čase. Musíme tomuto požadavku přizpůsobit návrh zařízení či rozvodu. V některých případech se může jednat i o další zvláštní požadavky na dodávku energie, rozlišujeme tedy tři tzv. stupně důležitosti spotřeby [1].

Spotřeba 1. stupně důležitosti

Do této kategorie zařazujeme zařízení, jejichž výpadek může vést k ohrožení zdraví, popřípadě života, nebo může způsobit velké ekonomické ztráty, například zničením technologického procesu. Pro tato zařízení je nutné zajistit záložní zdroj energie pro pokrytí nejdůležitější spotřeby, tento zdroj musí být nezávislý na pracovním zdroji. Může se jednat o záložní silový transformátor, který budeme napájet dalším vedením z nadřazené elektrizační soustavy, ale jako náhradní zdroj lze také využít kogenerační jednotku, akumulátorové baterie, záložní generátor s benzinovým či dieselovým spalovacím motorem atd. Nejlepším příkladem pro spotřebu 1. stupně důležitosti jsou zdravotnická zařízení s nepřetržitým provozem, ale jedná se také o zařízení pro přenos dat či elektrické tavicí pece. Požadavky na rychlost náběhu záložního zdroje se budou nicméně lišit. Ve zdravotnickém zařízení požadujeme napájení bez přerušování dodávky, u tavicí pece nám nemusí (díky velké tepelné setrvačnosti zařízení) vadit ani výpadek v řádu minut [1].

Spotřeba 2. stupně důležitosti

Zařízení spadající do této kategorie nevyžadují nepřetržitost dodávky elektrické energie. Výpadek napájení se projeví omezením výroby, popřípadě jejím zastavením, ale nepovede k větším ekonomickým ztrátám či ohrožení zdraví lidí. U těchto zařízení chceme dodávku energie pokud možno zajistit, ale nevyžadují se náhradní zdroje napájení. Příkladem takovýchto zařízení jsou různé průmyslové provozy [1].

Spotřeba 3. stupně důležitosti

V této kategorii jsou zařazena všechna ostatní zařízení, u nichž není potřeba zajišťovat dodávku energie zvláštními opatřeními. Zahrnujeme sem domácnosti, školy, úřady a některé části průmyslových závodů, například sklady, kanceláře apod.

2.3. Hospodárnost

Hospodárnost můžeme rozdělit na hospodárnost provozu a na hospodárné využití materiálu. Hospodárnost provozu můžeme zajistit provozováním zařízení při co největší účinnosti a zároveň co nejmenších ztrátách. Toto je nutné zohlednit při návrhu rozvodu, kdy volíme zdroje elektrické energie, průřezy vodičů i elektrické přístroje na základě předpokládané úrovně zatížení a využití elektrických spotřebičů. Není vhodné navrhovat například kabely a vodiče s příliš velkou rezervou zatížení, pokud nepředpokládáme velký nárůst zatížení v době životnosti vodiče, jinak bychom materiál využívaly neekonomicky a zároveň měli velké investiční náklady. Totéž platí pro elektrické spotřebiče, nemá smysl volit velký výkon spotřebiče, pokud ho dostatečně nevyužijeme. Důležité je také hospodárné jednání v oblasti spotřeby elektrické energie, abychom jí zbytečně neplýtvali. Hospodárnou spotřebu je nutné respektovat u drobných spotřebitelů v domácnostech i u velkých průmyslových provozů [1].

Hospodárně je třeba nakládat i s barevnými kovy používanými jako materiál pro vodiče v elektrickém rozvodu. Nejčastěji využíváme měď, hliník a ocel. Ocel se využívá pro venkovní elektrické vedení, hlavně jako nosná část AlFe lan. Pro vnitřní rozvody se dnes používají měděné vodiče, které se ukázaly být lepším řešením oproti dříve používaným hliníkovým. Hliník se používal díky svým dobrým elektrickým vlastnostem a příznivější ceně oproti mědi, ale má menší houževnatost a vyšší tvrdost. Bylo tedy nutné volit hliníkový vodič s průřezem jádra o jeden stupeň větší než měděný, a bylo nutné zohledňovat možnost lomu hliníkového vodiče při neopatrné manipulaci. Docházelo také k řadě poruch v elektrických rozvodech způsobovaných tzv. tečením hliníku, vodič pod tlakem svorky měnil časem tvar a docházelo ke zhoršování elektrického spojení. Z těchto důvodů dnes v bytových rozvodech využíváme stálejší měděné vodiče [1, 2].

2.4. Estetika zapojení

Tento požadavek je důležitý pro obytné prostory, kanceláře, různé společenské prostory a další. Na řešení uložení vodičů, zásuvek, vypínačů, a také výběru a umístění svítidel je dobré spolupracovat s majitelem či architektem, aby byl interiér vyřešen dle představ majitele, a zároveň splňoval určité technické požadavky. V určitých případech může být nutné zohledňovat i směrovost, intenzitu, barvu světla nebo jeho další vlastnosti pro určitou činnost, která bude prováděna v objektu. Například ve výstavní síni či jiném veřejném objektu je nutné toto respektovat. Dalším příkladem mohou být kanceláře, kde bude vše uzpůsobeno pro maximální výkon zaměstnanců. Odlišné požadavky budeme respektovat v laboratorních či průmyslových prostorách, kde jsou rozhodující provozní, technické a ekonomické podmínky [1].

3. Návrh velikosti napájecího zdroje

Při návrhu rozvodu je potřeba zabývat se i návrhem velikosti napájecího zdroje, abychom byli schopni vybrat správný hlavní jistič pro naši hodnotu odběru. Výběr správného jističe je důležitý z hlediska hospodárnosti popsané výše, ale i z ekonomického hlediska, jelikož cena za jistič, kterou platíme dodavateli elektrické energie, se liší dle jeho hodnoty.

Pokud bychom vycházeli při určování výkonu zdroje pouze ze součtu výkonů či příkonů spotřebičů v uvažované skupině, tedy $P_i = \sum P_n$, pak bychom jednali neekonomicky. Takovýto zdroj by byl v reálném provozu využíván pouze z malé části. Při návrhu musíme zohlednit skutečnost, že pravděpodobně nikdy nepoběží všechny spotřebiče současně a je téměř nemožné, že budou současně využívat plný jmenovitý výkon. Z těchto důvodů zavádíme tzv. činitel současnosti k_s , který určujeme jako poměr jmenovitých výkonů současně připojených spotřebičů k celkovému instalovanému výkonu všech spotřebičů [1].

$$k_s = \frac{\sum P_{ns}}{\sum P_n} \quad (-, kW, kW) \quad (1)$$

Pro další přiblížení realitě ještě zavádíme činitel zatížitelnosti k_z , který je možné spočítat jako poměrné zatížení současně připojených spotřebičů dané skupiny dle rovnice 2. Činitel současnosti a činitel zatížitelnosti následně použijeme pro výpočet náročnosti β dle vztahu 3. Činitel náročnosti nám slouží k určení skutečného zatížení, toto zatížení se nazývá výpočtové zatížení P_v . Podle výpočtového zatížení se nakonec volí napájecí zdroj, průřez vodičů, elektrické ochrany a další zařízení. Jedná se tedy o důležitou hodnotu pro dimenzování elektrického rozvodu [1].

$$k_z = \frac{\sum P_s}{\sum P_{ns}} \quad (-, kW, kW) \quad (2)$$

$$\beta = \frac{k_s k_z}{\eta_m \eta_s} = \frac{1}{\eta_m \eta_s} \frac{\sum P_s}{\sum P_n} \quad (3)$$

$\sum P_s$ (kW) ...skutečné zatížení současně připojených spotřebičů

η_m (-) ...účinnost spotřebičů při daném využití

η_s (-) ...účinnost napájecí soustavy (od uvažovaného zdroje až ke spotřebiči)

3.1. Výpočtové zatížení homogenní skupiny spotřebičů

Jedná se o výpočtové zatížení pro skupinu spotřebičů přibližně stejných nebo srovnatelných výkonů. Pro takovou skupinu lze určit výpočtový výkon podle rovnice 4. Pro stanovení výpočtového výkonu je nutné nejdříve znát činitel náročnosti této skupiny, který určíte podle rovnice 3 nebo podle údajů v tabulkách z norem či jiných publikacích [1].

$$P_v = \beta P_i = \beta \sum P_n \quad (kW, -, kW) \quad (4)$$

β (-) ...činitel náročnosti

$P_i = \sum P_n$ (kW) ...instalovaný výkon všech spotřebičů dané skupiny

Lze říci, že určené výpočtové zatížení je předpokládaným reálným maximem celé skupiny n spotřebičů.

$$P_v = P_{max}(n) \quad (kW) \quad (5)$$

3.2. Výpočtové zatížení nehomogenní skupiny spotřebičů

V praxi může nastat případ, kdy je potřeba navrhnout zdroj pro skupinu spotřebičů, které nemají stejný výkon. Některé spotřebiče mají výkon výrazně odlišný od ostatních spotřebičů ve skupině, například o jeden či více řádů. V takovém případě se jedná o nehomogenní skupinu spotřebičů a je nutné uvažovat zvlášť skupiny spotřebičů, které se výrazně liší.

Výkon odlišných spotřebičů si označíme jako P_x a určíme si odpovídající činitel náročnosti β_x pro tuto odlišnou skupinu. Stejně jako pro homogenní skupinu si určíme celkový instalovaný výkon skupiny P_i včetně spotřebičů o výkonu P_x , kdy $P_i = \sum P_n$ a také odpovídající činitel náročnosti β_i . Ze znalosti těchto veličin jsme schopni následně určit výpočtové zatížení pro uvažovanou nehomogenní skupinu spotřebičů [1].

$$P_v = \beta_x P_x + \beta_i P_i \quad (kW) \quad (6)$$

U malé skupiny spotřebičů může nastat případ, kdy výpočtové zatížení určené z rovnice 6 bude nedostačující pro pokrytí jmenovitých příkonů dvou největších spotřebičů skupiny. To znamená, že zdroj je nedostatečný a musíme výpočtové zatížení upravit minimálně na velikost zmíněného součtu [1].

3.3. Výpočtový proud

Ze znalosti výpočtového zatížení pro homogenní či nehomogenní skupinu budeme ještě zjišťovat výpočtový proud spotřebiče. Výpočtový proud se liší pro jednofázový (rovnice 7), trojfázový (rovnice 8) či stejnosměrný spotřebič (rovnice 9). Výpočtové zatížení a odpovídající výpočtové proudy jsou pro nás výchozími hodnotami pro návrh velikosti napájecího zdroje, pro velikost průřezu vodičů a pro výkony ochranných, spínacích a měřicích přístrojů pro danou skupinu spotřebičů [1].

$$I_{v1} = \frac{P_v \cdot 10^3}{U \cdot \cos \varphi} \quad (A, kW, V, -) \quad (7)$$

$$I_{v3} = \frac{P_v \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (A, kW, V, -) \quad (8)$$

$$I_{v,ss} = \frac{P_v \cdot 10^3}{U} \quad (A, kW, V) \quad (9)$$

4. Návrh vodičů

Návrh vodičů pro elektrický rozvod je velice důležitou součástí celkového návrhu rozvodu elektroinstalace. Správně navržené vodiče jsou důležité pro bezproblémový přenos elektrické energie od zdroje ke všem spotřebičům. Návrh vodiče tedy musí zohlednit vliv prostředí a provozních podmínek, způsob uložení vodiče a volbu vhodného průřezu vodiče pro přenos požadovaného elektrického výkonu.

Pokud chceme, aby vodič plnil svou funkci za všech okolností, je třeba dodržet následující zásady [1, 2]:

- teplota a úbytek napětí musí být v dovolených mezích
- průřez vodičů musí být hospodárný
- vodič musí odolat silovým i tepelným účinkům zkratových proudů
- vodiče musí být dostatečně mechanicky pevné

4.1. Provozní teplota

Pro vodiče stanovujeme dovolenou provozní teplotu, která je závislá na provozních podmínkách a na použitém materiálu izolace vodičů. Jedná se o nejvyšší teplotu, při níž můžeme vodič trvale používat. Teplotu vodiče ovlivňuje teplota prostředí, v němž se vodič nachází, a dále proudové zatížení vodiče. U venkovních vodičů musíme zohlednit i vliv dopadajícího slunečního záření.

Provozní teplotu lze pro určité materiály vodičů a jejich izolace využít pro určení jmenovité proudové zatížitelnosti vodičů I_{nv} , což je velikost proudu, kterou je možno trvale zatěžovat vodič při základním způsobu uložení bez překročení dovolené provozní teploty vodiče. Základním způsobem uložení vodiče je a) uložení ve vodorovné poloze v klidném vzduchu o základní teplotě dané normou nebo b) vodorovné uložení v zemi s měrným tepelným odporem $0,7 \text{ K} \cdot \text{m} \cdot \text{W}^{-1}$ v hloubce asi 70 cm pod povrchem terénu a s teplotou půdy 20° C . Jmenovitou proudovou zatížitelnost tedy určuje výrobce podle použitých materiálů a lze ji nalézt ve výrobních katalozích. Pomocí přepočítacích činitelů respektujících různé uložení vodičů, které lze nalézt v normě či jiných odborných publikacích, můžeme určit dovolené proudové zatížení I_{dov} [1].

$$I_{dov} = k_1 \cdot \dots \cdot k_n \cdot I_{nv} \quad (10)$$

I_{dov} (A) ...dovolené proudové zatížení

k_1, \dots, k_n ...přepočítací činitelé

Pomocí dovoleného proudového zatížení jsme schopni určit potřebný průřez vodiče A . Skutečný zatěžovací proud musí poté odpovídat vztahu 12.

$$A \geq \frac{I_{dov}}{J} \quad (mm^2) \quad (11)$$

$$I \leq I_{dov} \quad (12)$$

A (mm^2) ...potřebný průřez vodiče

J ($A \cdot mm^{-2}$) ...dovolená proudová hustota pro daný materiál vodiče

4.2. Hospodárný průřez vodiče

Při návrhu vodičů bychom měli zohlednit i ekonomické hledisko návrhu, tudíž by se průřezy vodičů v provozu neměly zatěžovat proudem větším, než odpovídá hospodárné proudové hustotě. Hodnota hospodárné proudové hustoty je závislá na materiálu vodiče a na způsobu zatěžování vodiče, který lze charakterizovat dobou plných ztrát τ_z . Doba plných ztrát je doba, po kterou bychom museli vyrábět maximální ztrátový výkon, abychom vyrobili stejnou ztrátovou práci, jako při proměnlivém ztrátovém výkonu P_z v celém sledovaném období T . Velikost doby plných ztrát lze určit ze vztahu 14, který vychází z rovnice 13 [1].

$$\int_0^T Ri^2(t)dt = RI_{max}^2\tau_z \quad (13)$$

$$\tau_z = \frac{\int_0^T i^2(t)dt}{I_{max}^2} \quad (14)$$

T (h) ...sledované období

τ_z (h/rok) ...doba plných ztrát

I_{max} (A) ...zatěžovací proud

Pomocí doby plných ztrát získané z rovnice 14 můžeme určit hospodárný průřez vodiče.

$$A_h = k \cdot I_v \cdot \sqrt{\tau_z} \quad (mm^2) \quad (15)$$

A_h (mm^2) ...hospodárný průřez vodiče

k ($mm^2 \cdot A^{-1}$) ...součinitel závislý na druhu vodiče

I_v (A) ...výpočtový proud

τ_z (h/rok) ...doba plných ztrát

Kontrolu hospodárneho průřezu není nutné provádět u světelných sítí nebo u napájecích vedení k menším a drobným spotřebičům.

4.3. Mechanická pevnost

Z hlediska mechanické pevnosti je třeba vodiče navrhovat tak, aby odolaly mechanickému namáhání při montáži a dynamickým silám působícím při zkratech. Při návrhu vodičů pro sil-noproudý rozvod uvnitř objektu stačí pouze uvažovat již zmíněné síly a vzájemné působení sil mezi vodiči zatěžovanými největším dovoleným proudem. Při navrhování vodičů pro venkovní rozvod je situace složitější, a musíme uvažovat i klimatické vlivy jako je síla větru, tíhové síly námrazku v zimním období a vlastní tíhové síly vodičů [1].

4.4. Kontrola úbytku napětí

Při návrhu vodičů je nutné uvažovat úbytek napětí na vodiči daného průřezu a délky. Musí spotřebiteli zajistit dodávku elektrické energie v potřebné kvalitě, tedy v pásmu dovolených hodnot napětí a frekvence. Úbytky napětí vznikají při přenosu elektrické energie zatěžováním vodičů, a jsou závislé na parametrech vodičů a velikosti zatěžovacího proudu [1].

Velikost úbytku napětí lze obecně stanovit ze vztahu 16.

$$\Delta \hat{U}_f = \hat{Z} \cdot \hat{I} = (R + jX)(I_c \mp jI_j) \quad (16)$$

U_f (V)...fázové napětí

Z (Ω)...podélná impedance vodiče

I (A)...komplexní zatěžovací proud

R, X (Ω)...parametry vodičů

I_c (A)...činná složka proudu

I_j (A)...jalová složka proudu

Znaménko + odpovídá kapacitnímu proudu, – odpovídá induktivnímu proudu

Po úpravě, a budeme-li uvažovat, že při běžném zatěžování vodičů převážně induktivním zatížením je imaginární část malá a můžeme ji tedy zanedbat, dostaneme vztah 17.

$$\Delta \hat{U}_f = \Delta U_f = (R \cdot I_c \pm X \cdot I_j) = R \cdot I \cos \varphi \pm X \cdot I \sin \varphi \quad (17)$$

Znaménko + odpovídá induktivní zátěži

Znaménko – odpovídá kapacitní zátěži

V soustavě nízkého napětí je pro velikost úbytku napětí rozhodující vliv rezistance vodičů, který v jednofázové soustavě určíme pomocí vztahu 18, v trojfázové soustavě vztahem 19 [1].

$$\Delta U = \frac{2\rho l}{A} I \cos \varphi = \frac{2\rho l}{A} \frac{P}{U_f} \quad (18)$$

$$\Delta U = \frac{\rho l}{A} \sqrt{3} I \cos \varphi = \frac{\rho l}{A} \frac{P}{U_s} \quad (19)$$

ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$)...měrná rezistance na jednotku délky

l (m)...délka vodiče

A (mm^2)...průřez vodiče

I (A)...proud v jednom vodiči

$\cos \varphi$ (-)...účinník

P (W)...výkon přenášený po vedení

U_f (V)...fázové napětí

U_s (V)...sdružené napětí

Číslovka 2 v rovnici 18 respektuje dvouvodičový jednofázový obvod dané délky

4.5. Odolnost proti účinkům zkratových proudů

Vodiče dimenzujeme tak, aby odolaly účinkům zkratových proudů, které mohou být několikanásobně větší než proudy při jmenovitém zatížení. Z tohoto důvodu je nutné kontrolovat jejich silové i tepelné účinky na vodiče i konstrukční prvky rozvodu.

Silové účinky zkratového proudu lze určit ze vztahu 20, což je vztah pro velikost síly, kterou na sebe působí dva rovnoběžné vodiče, jimiž protéká proud o určité velikosti [1].

$$F = BIl \sin \alpha; B = \mu_0 H \quad (20)$$

F (N)...velikost působící síly

I (A)...proud protékající vodiči

l (m)...délka vodičů

B (T)...magnetická indukce, H (Am^{-1})...intenzita elektromagnetického pole

α ...úhel, který svírá směr síly s osou vodiče

μ_0 (Hm^{-1})...permeabilita vakua

Největší síla bude působit ve směru kolmém k ose vodiče ($\sin \alpha = 1$), takže dostaneme vztah 21. Budeme-li chtít stanovit největší okamžitou sílu působící na jednotku vodiče, musíme ve výpočtu uvažovat nejvyšší okamžitou hodnotu zkratového proudu, tedy nárazový zkratový proud. Výpočet největší okamžité síly provedeme dle vztahu 22 [1].

$$F = \mu_0 H I l = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{I}{2\pi a} I l = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I^2}{a} l \quad (21)$$

$$f_k = 2k_1 k_2 10^{-7} \frac{I_{km}^2}{a} \quad (22)$$

f_k (Nm^{-1})...síla působící na 1 m délky vodiče

k_1 ...činitel tvaru vodiče, respektující rozložení proudu po průřezu vodiče

k_2 ...činitel respektující uspořádání vodičů a fázový posun proudů

I_{km} (A)...nárazový zkratový proud

a (m)...vzdálenost vodičů

Činitele k_1 a k_2 lze určit dle podkladů v normě

Časově proměnný zkratový proud po dobu trvání zkratu způsobuje tepelné namáhání vodičů. Můžeme předpokládat, že doba trvání zkratu do zapůsobení ochran je velmi krátká a teplo ve vodičích se tedy nestačí odvést ani vyzářit, ale způsobí oteplení vodičů. Časově proměnný zkratový proud můžeme nahradit tzv. ekvivalentním oteplovacím proudem určeným pomocí vztahu 23 [1].

$$I_{ke} = \sqrt{\frac{1}{t_k} \int_0^{t_k} i_k^2(t) dt} \quad (23)$$

I_{ke} (A)...ekvivalentní oteplovací proud

t_k (s)...doba trvání zkratu

i_k (A)...zkratový proud

Ekvivalentní oteplovací proud je konstantní hodnota proudu, který by vyvolal stejné tepelné účinky za dobu trvání zkratu, jako proměnný zkratový proud, a dle normy ho lze určit také ze vztahu 24 jako násobek počátečního rázového zkratového proudu [1].

$$I_{ke} = k_e I_k'' \quad (24)$$

I_k'' (A)...počáteční rázový zkratový proud

k_e ...stanovuje se z tabulek na základě doby trvání zkratu a dle soustavy napětí

Pomocí ekvivalentního oteplovacího proudu lze určit ze vztahu 25 velikost průřezu vodiče, který vyhoví tepelnému namáhání zkratovými proudy. Pomocí vztahu 25 kontrolujeme, zda zvolený vodič vyhoví tepelnému namáhání, či zda musíme zvolit větší průřez vodiče [1].

$$A = \frac{I_{ke} \sqrt{t_k}}{K} \quad (25)$$

I_{ke} (A)...ekvivalentní oteplovací proud

t_k (s)...doba trvání zkratu

K ($As^{\frac{1}{2}}mm^{-2}$)...materiálová konstanta

5. Podmínky připojení na DS

K napájení objektu elektrickou energií je vždy nutné připojit objekt na distribuční soustavu elektrické energie. Toto připojení není automatické a žadatel vždy musí splnit podmínky připojení, které jsou stanoveny konkrétním provozovatelem distribuční soustavy na základě platného energetického zákona a v souladu s platnou technickou normou.

5.1. Přípojka elektrické energie

Na distribuční soustavu nízkého napětí¹ se objekt připojuje pomocí připojovacího vedení či přípojky. Jedná se o část vedení, která odbočuje od veřejného rozvodu směrem ke spotřebiteli. Dle zákona č. 458/2000 Sb., což je Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), hradí na své náklady zřízení elektrické přípojky v zastavěném území a mimo toto území do vzdálenosti 50 m včetně, distributor elektrické energie. Dle vyhlášky č. 51/2006 Sb. se žadatel o připojení k distribuční soustavě NN musí podílet na nákladech spojených s připojením a zajištěním požadovaného rezervovaného příkonu dle vyhlášky č. 51/2006 Sb. částkou 500 Kč/A při trojfázovém odběru. Vlastníkem přípojky je její zřizovatel, tedy distributor. Vlastník přípojky je povinen zajišťovat její provoz, údržbu a opravy tak, aby se nestala příčinou ohrožení života a zdraví osob či poškození majetku [10, 11, 12].

Přípojka NN vždy začíná odbočením z veřejného venkovního či kabelového vedení a končí v hlavní domovní skříni² připojovaného objektu. Skříň by měla být oceloplechová či litinová a může mít dvě provedení. Prvním provedením je kabelové připojení objektu, kdy je skříň umístěna ve venkovní stěně objektu či v pilíři a její spodní okraj se musí nacházet minimálně 0,6 m nad definitivně upraveným terénem. Skříň obsahuje kabelovou koncovku a vstupní nožové či závitové pojistky objektu. V druhém případě se jedná o připojení venkovním vedením, kdy je skříň umístěna na objektu či podpěrném bodě se spodním okrajem ve výšce 2,5-3 m nad definitivně upraveným terénem. Tato skříň obsahuje závitové pojistky pro připojení objektu [1, 10, 11, 12].

Pro HDS jsou ještě požadovány další podmínky. Hlavní domovní skříň musí být označena symbolem blesku a být přístupná z veřejná místa, aby mohl pracovník distributora provádět odečet i za nepřítomnosti vlastníka objektu, který je zároveň vlastníkem elektroměru. Střed elektroměru musí být umístěn ve výšce 1-1,7 m nad definitivně upraveným terénem

¹ Dále jen NN

² Dále jen HDS

a před elektroměrovým rozvaděčem musí být minimálně 0,8 m volného prostoru pro bezpečné provádění obsluhy a údržby [11].

5.2. Hlavní domovní vedení a odbočky k elektroměrům

Hlavní domovní vedení³ je vedení od HDS k elektroměru. Systém HDV se volí dle dispozice objektu, v rodinných domech obvykle není nutné zřizovat HDV a odbočku k elektroměru můžeme vést z HDS přímo. Musíme pouze osadit nezbytný počet jisticích prvků v HDS. Hlavní domovní vedení musí být provedeno v soustavě TN-C a vždy v souladu s normami a co nejkratší trasou. Vodiče HDV musí mít po celé délce stejný průřez a nesmí být přerušeny. Průřez HDV se volí s ohledem na očekávané zatížení, dle platných technických norem, ale vždy musí být minimálně $4 \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ nebo $4 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ [11].

Odbočky k elektroměrům u rodinných domů obvykle vychází přímo z HDS a musí být provedeny v soustavě TN-C. Odbočky musí být provedeny a uloženy tak, aby byl ztížen neoprávněný odběr elektřiny. Vodiče musí být možné vyměnit bez stavebních zásahů a mohou být uloženy v trubkách či kabelových kanálech v dutinách stavebních konstrukcí. Průřez vodičů odbočky musí odpovídat svou dovolenou proudovou zatížitelností vodičů alespoň výpočtovému proudu soudobého příkonu bytu, ale průřez nesmí nikdy být menší než $6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ [11].

5.3. Elektroměrový rozvaděč

U rodinných domů se nejčastěji umísťuje do pilíře či na vnější stranu objektu tak, aby byl vždy, i za nepřítomnosti majitele objektu, volně přístupný k provádění prací z veřejně přístupného místa. Elektroměrový rozvaděč⁴ nesmí být osazen do společných skříní s plynoměry, pokud se nejedná o sestavu skříní, které jsou pro tento účel schváleny. Další podmínky týkající se umístění RE byly již uvedeny výše [11].

Elektroměrový rozvaděč musí být proveden v soustavě napětí TN-C (přívod), TN-C, případně TN-C-S (vývod) a u třífázových elektroměrů je nutné dodržet správný sled fází. Rozvaděč musí být vždy typově schválen distributorem a musí splňovat požadavky na pracovní podmínky, ve kterých bude použit. Například uzavřený rozvaděč, který se bude nacházet u okraje komunikace, musí být proveden s krytím alespoň IP44. Svou konstrukcí musí RE také minimalizovat možnost neoprávněného odběru [11].

³ HDV

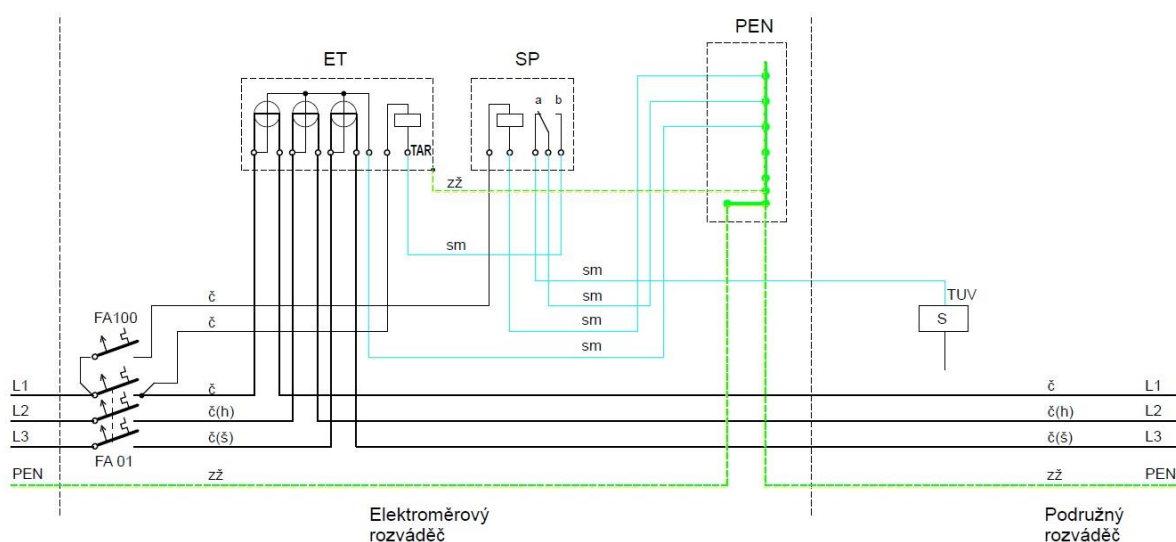
⁴ RE

Před elektroměrem musí být osazen hlavní jistič se stejným počtem pólů, jako má elektroměr fází. Hlavní jistič před elektroměrem je jisticí zařízení odběratele, který svou funkcí omezuje výši rezervovaného příkonu v odběrném místě. Dle ČSN EN 60 898 a ČSN EN 60 947-2 musí být jako hlavní jistič použit jistič s charakteristikou typu B a nesmí být použit jistič s dálkovou vypínací automatikou.

Spojovací vodiče použité v rozvaděči musí mít plná jádra o celistvých délkách. Vodiče musí být označeny barvami v souladu s ČSN EN 60446 a musí být zřetelně označeny návléčkami s popisem.

Do RE nelze umístit přepět'ové ochrany, jelikož se nesmějí nacházet ve společném prostoru s elektroměrem, spínacím prvkem a v prostoru hlavních jističů. Přepět'ové ochrany lze tedy umístit až do části elektrické instalace za měřením.

Pro přívody a vývody elektroměrů s přímým měřením musí být vždy použity vodiče průřezu, který bude odpovídat předpokládanému proudovému zatížení. Vodiče musí mít minimální průřez 6 mm² Cu a maximální průřez 16 mm² Cu, výjimku tvoří ovládání tarifu. Vodiče pro ovládání tarifu, stykače a spínacího prvku musí mít průřez 1-1,5 mm² Cu. Ochranné propojení elektroměru se svorkovnicí PEN se provádí vodičem s minimálním průřezem 4 mm² Cu a s jeho maximální délkou 2 m [11].



Legenda:

- ET - elektroměr třífázový
- FA01 - jistič před elektroměrem
- FA100 - jistič obvodu sazbového spínače (max.6A)
- PEN - svorkovnice PEN
- TAR - svorka pro ovládání tarifu
- SP - spínací prvek
- S - blokování akumulčních spotřebičů - bojleru (TUV)

Všechny cívky stykačů musí být připojeny na stejnou fázi a odjištěny.

Napájení stykače fázi při použití proudového chrániče musí být připojeno před tímto proudovým chráničem.

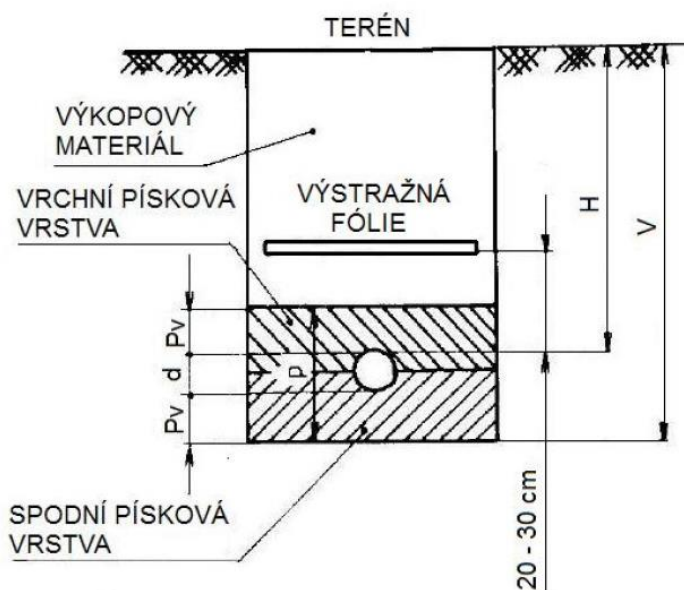
Barevné značení vodičů: č-černý (h-hnědý, š-šedý), zž-zelený/žlutý, sm-světle modrý

Obrazek 1 - Zapojení třífáz. dvoutarif. elektroměru s přijímačem HDO v síti TN-C [11]

5.4. Vedení od elektroměru k hlavnímu domovnímu rozvaděči

Kabelové vedení je uloženo v zemi a vede od elektroměru až k objektu, do něhož nejčastěji vstupuje přívodní vedení prostorem v základech domu. Následně je kabel veden zdí do hlavního domovního rozvaděče. Vedení bývá uloženo ve výkopu hlubokém 80 cm, aby mohl být kabel podložen vrstvou jemnozrnného písku vysokou 8 cm. Kabel je tedy uložen v hloubce 70 cm a následně zasypán další vrstvou písku a přikryt červenou výstražnou fólií uloženou 20-30 cm nad pískovou vrstvou. Do stejného výkopu mohou být uloženy také zemnicí pásek a slaboproudé kabely. Zemnicí pásek by měl být od kabelů vzdálen minimálně 10 cm v libovolném směru a slaboproudé kabely by měly být od silnoproudých vzdáleny minimálně 20 cm [8, 24].

Nejčastěji se na dno výkopu uloží zemnicí pásek, který by měl uložen do zeminy pro zajištění nízkého zemního odporu. Zemnicí pásek se následně zasype vrstvou písku, na kterou se položí silnoproudé kabely, které opět zasypeme vrstvou písku. Jako poslední vložíme do výkopu červenou fólii s natištěnými blesky, která se ukládá již zmíněných 20-30 cm nad vrstvu písku [8, 24].



H = hloubka uložení

V = hloubka výkopu rýhy = $H + d + P_v$

P_v = písková vrstva 8 cm do 52 kV včetně, pro 110 kV 12 cm

p = pískové lože = $d + 2 P_v$

d = vnější průměr kabelu

Obrázek 2 - Způsob uložení kabelů v zemi [24]

6. Funkční prvky elektroinstalace

Elektroinstalace je složena z mnoha funkčních prvků, které je nutné pro správnou funkci do obvodu nainstalovat. Funkčními prvky, kterými se budu zabývat v této práci, budou hlavně jističe, pojistky, chrániče a vodiče. Další důležitou částí jsou přepětové ochrany a v neposlední řadě také způsoby zapojení světelných a zásuvkových okruhů.

6.1. Pojistky

Jedná se o nejstarší přístroj, který je určený k ochraně před nadměrnými proudy v rozvodu elektrické energie. Principem ochrany je uměle vytvořené nejslabší místo v rozvodu elektrické energie, které se při nadproudu poruší a tím dojde k odpojení přetížené části obvodu. Po poruše je nutné provést opravu výměnou funkční části pojistky, tedy pojistkové vložky [1].

Podstatou činnosti pojistek je přetavení tavného přesně dimenzovaného kalibrovaného drátku nebo pásku při proudu, který hodnotu jmenovitého proudu překračuje. Rychlost přetavení drátku je závislá na velikosti nadproudu a tento drátek je uložen ve vhodném zhášecím prostředí. Vhodné prostředí je například křemenný písek, který rychle zasype dutinu vzniklou odtavením drátku a uhasí tak vzniklý oblouk. Výhodou pojistek je jejich jednoduchost a velká spolehlivost, jelikož neobsahují žádné mechanické ani pohyblivé části. Jejich nevýhodou je nutnost výměny po každém zapůsobení ochrany [1].

Dle konstrukce lze pojistky rozdělit na:

- *Závitové* - pro menší proudy
- *Nožové* - pro větší jmenovité proudy, velká rychlost vypínání
- výkonové pojistky
- *S kontaktními praporky* - velmi rychlé vypínání, dobrá omezovací schopnost
- jištění polovodičových a jiných citlivých zařízení

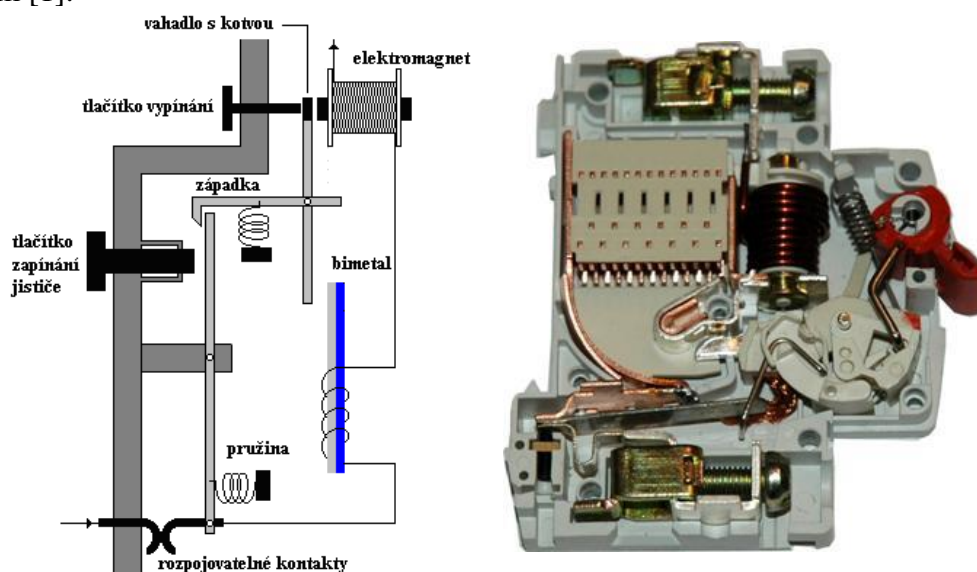


Obrázek 3- Nožové pojistky [13]

6.2. Jističe

Jističe jsou samočinné nadproudové vypínače, které chrání obvod před přetížením. Mívají spoušť nadproudovou neboli tepelnou, která sleduje růst teploty v přetíženém vodiči a je realizována pomocí přímo či nepřímou proudem ohříváním bimetalem. Dále mohou mít spoušť zkratovou, která je realizována elektromagnetem. Často mají jističe spouště obě.

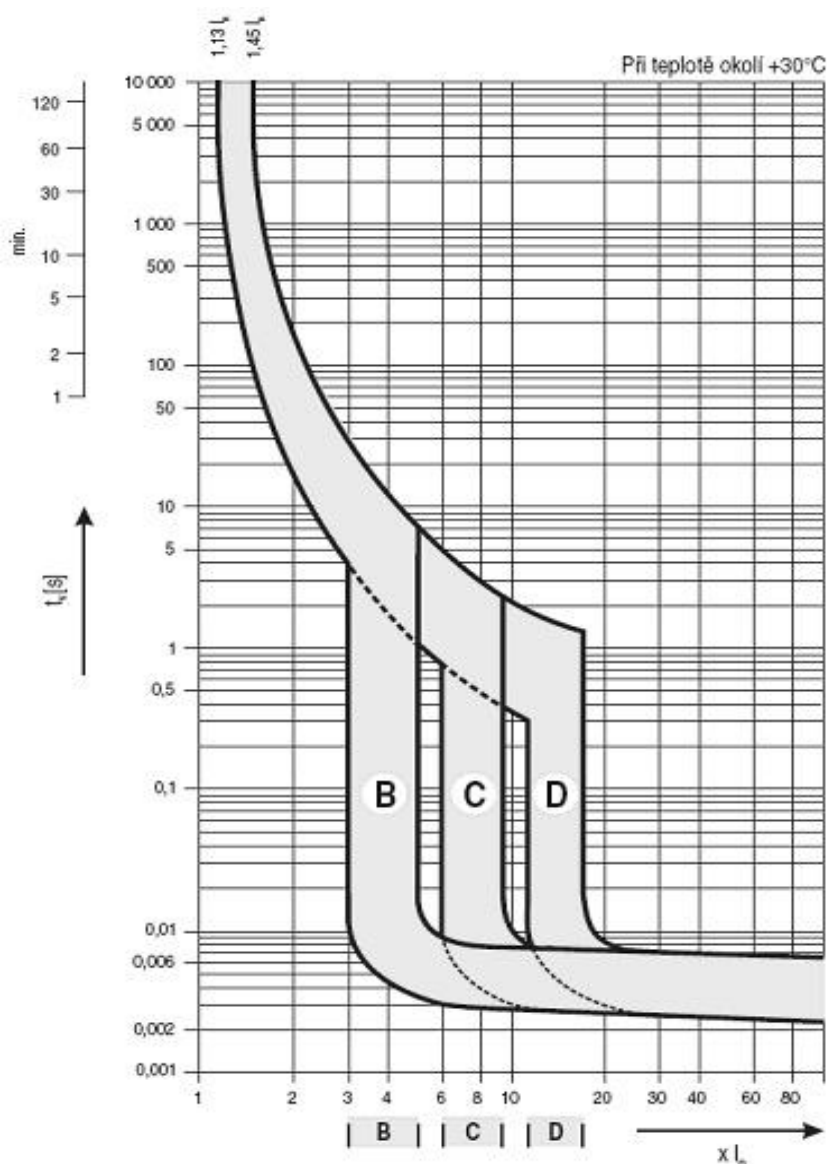
Výhodou jističů je jejich opakovatelná funkce, po odstranění příčiny přetížení můžeme jistič tedy opět zapnout a nemusíme vyměňovat žádnou jeho součást. Další výhodou je také vícepólové provedení, kdy jistič vypíná najednou všechny fáze. Nevýhodou je složitost mechanismu, která znamená větší pravděpodobnost poruchy a pořizovací náklady oproti pojistkám [1].



Obrázek 4 - Schéma jističe [25]

Jističe lze dělit dle typu vypínací charakteristiky. Rozeznáváme vypínací charakteristiky:

- Typ B - doba vypnutí je do 0,1 s při 3-5 násobku jmenovitého proudu, jistič rychle vypíná malé nadproudy
- používá se pro jištění zařízení s malou časovou oteplovací konstantou, tedy pro jištění vedení a domovních rozvodů
- Typ C - jistič vypíná do 0,1 s při 5-10 násobku jmenovitého proudu
- pro jištění zařízení s běžnou časovou oteplovací konstantou, tedy hlavně vícepólové motory
- Typ D - jistič vypíná až větší nadproudy, vypíná do 0,1 s při 10-20 násobku jmenovitého proudu
- pro jištění zařízení s vysokými proudovými rázy, tedy transformátory a dvoupólové motory



Obrázek 5 - Vypínací charakteristika jističe [26]

6.3. Proudové chrániče

Jedná se o ochranné přístroje, které zajišťují samočinné odpojení poruchy ve velmi krátkém čase. Chrániče plní pouze funkci doplňkové ochrany před nebezpečným dotykem živých částí nebo ochrany před nebezpečným dotykovým napětím na neživých částech rozvodu, nikdy však nemohou být chrániče použity jako ochrana základní [1].

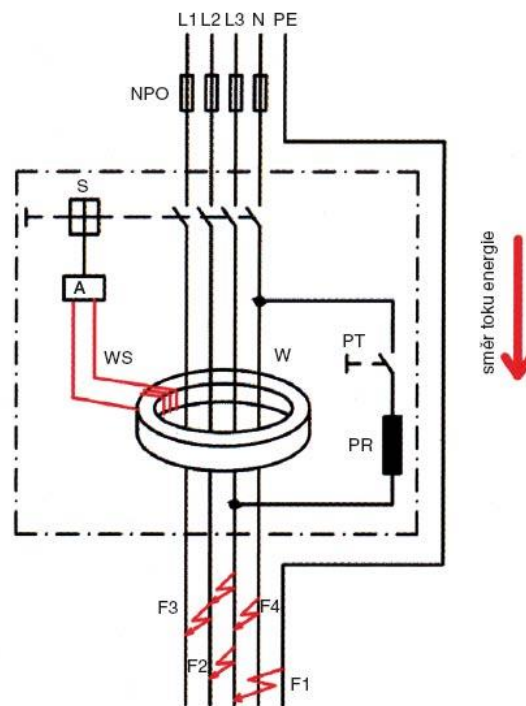
Proudový chránič je založen na principu sčítání proudů ve všech pracovních vodičích, kde součet okamžitých hodnot všech proudů v bezporuchovém stavu je nulový. Tato rovnováha je porušena, pokud část proudu odtéká jako poruchový proud mimo chráněný obvod. Součtový

transformátor reaguje na rozdíl proudů v pracovních vodičích, které vedou tímto transformátorem. Dojde-li k poruše, začne se na sekundárním vinutí transformátoru indukovat napětí a dojde k vybavení kontaktu, čímž se odpojí chráněný úsek od sítě [1].

Dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 se vyžaduje užití proudové chrániče s maximální vybavovací hodnotou reziduálního proudu 30 mA. Nejčastěji se chránič používá v místech se zvýšeným nebezpečím úrazu elektrickým proudem, příkladem takovýchto míst jsou koupelny, dílny, venkovní prostory a podobně. Rychlost vybavení chráničů bývá v řádech několika ms [1, 6].



Obrázek 6 - Ukázka proudového chrániče [28]



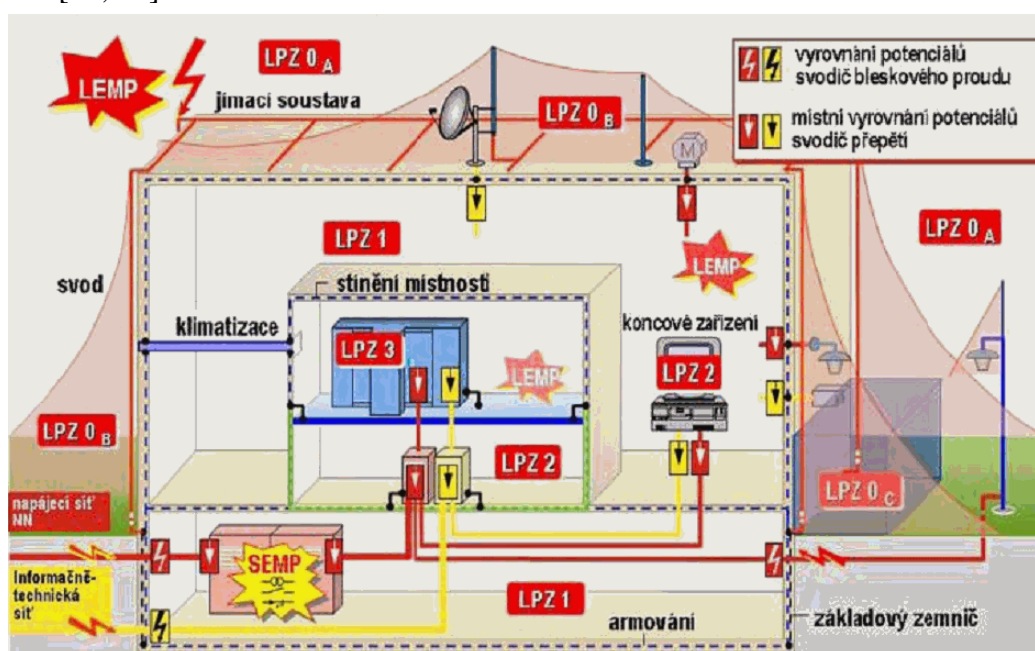
- S zámek vypínače,
- A elektromagnetický vypínač,
- PR testovací rezistor,
- PT testovací tlačítko,
- W součtový transformátor proudu,
- WS sekundární vinutí součtového transformátoru,
- F1 zkrat mezi fází L3 a ochranným vodičem PE,
- F2 zkrat mezi fázemi L2 a L3,
- F3 zkrat mezi fázemi L1, L2 a L3,
- F4 zkrat mezi fází L3 a nulovým vodičem N,
- NPO nadproudová ochrana

Obrázek 7 - Schéma proudového chrániče [27]

6.4. Přepět'ové ochrany

Jedná se o ochrany sloužící k ochraně před vysokým přepětím a k vyrovnání potenciálu. Nejdůležitějšími prvky jsou napět'ově závislé odpory, například varistory či jiskřiště. Přes tyto ochrany je provedeno připojení živých částí rozvodu na ekvipotenciální přípojnicí. Při pracovním napětí mají velkou hodnotu odporu, ale při zvýšení pracovního napětí na jeho maximální dovolenou hodnotu dojde k poklesu odporu a po dobu trvání tohoto přepětí se vytvoří galvanické spojení pracovního vodiče s ekvipotenciální přípojnicí. Dalo by se říci, že dojde ke krátkodobému řízenému zkratu, který zabrání průniku přepětí na chráněné zařízení [30, 31].

Přepětové ochrany mají zamezit škodám na zařízeních, což lze dodržet hlavně pomocí podmínky selektivity. Z tohoto důvodu rozlišujeme zóny ochrany před bleskem a různé stupně ochrany. Zóny ochrany před bleskem ukazuje obrázek 8. Nejčastěji se používají stupně ochrany B, C a D. Stupeň ochrany B, tzv. hrubá ochrana, se umísťuje do hlavního rozvaděče (zóna LPZ 0 – LPZ 1) a snižuje zde hodnotu impulsního napětí na hodnotu 4 kV. Následuje ochrana stupně C, tzv. střední ochrana, která bývá v podružném rozvaděči (zóna LPZ 1 – LPZ 2) a omezuje napětí na hodnotu 2,5 kV. Posledním stupněm ochrany je ochrana stupně D, tzv. jemná ochrana, která se umísťuje v rozvaděči u zařízení či přímo v zařízeních, v krabicích, přímo v zásuvkách a podobně (zóna LPZ 2 – LPZ 3). Ochrana stupně D snižuje napětí na 1,5 kV [30, 31].



Obrázek 8 - Zóny ochrany před bleskem [29]

6.5. Vodiče

Jedná se o prostředek sloužící k vedení elektrického proudu v uzavřeném elektrickém obvodu. Vodiče lze rozdělit na:

- *Jednožilové* – nejčastěji se používají v rozvaděčích
- *Kabelové* – ukládají se do země, betonu a při použití pro vnitřní instalaci se ukládají pod omítku
- *Šňůry* – používají se k pohyblivému prodloužení elektrického vedení a jako přírůdky elektrických spotřebičů

Typy vodičů můžeme rozdělit také dle:

- Materiálu jádra – měděné, hliníkové, atd.
- Holé vodiče x izolované vodiče
- Typu izolace – plastová, minerální, atd.
- Konstrukce jádra – lanové, plné, atd.
- Počtu žil – jednožilové x vícežilové

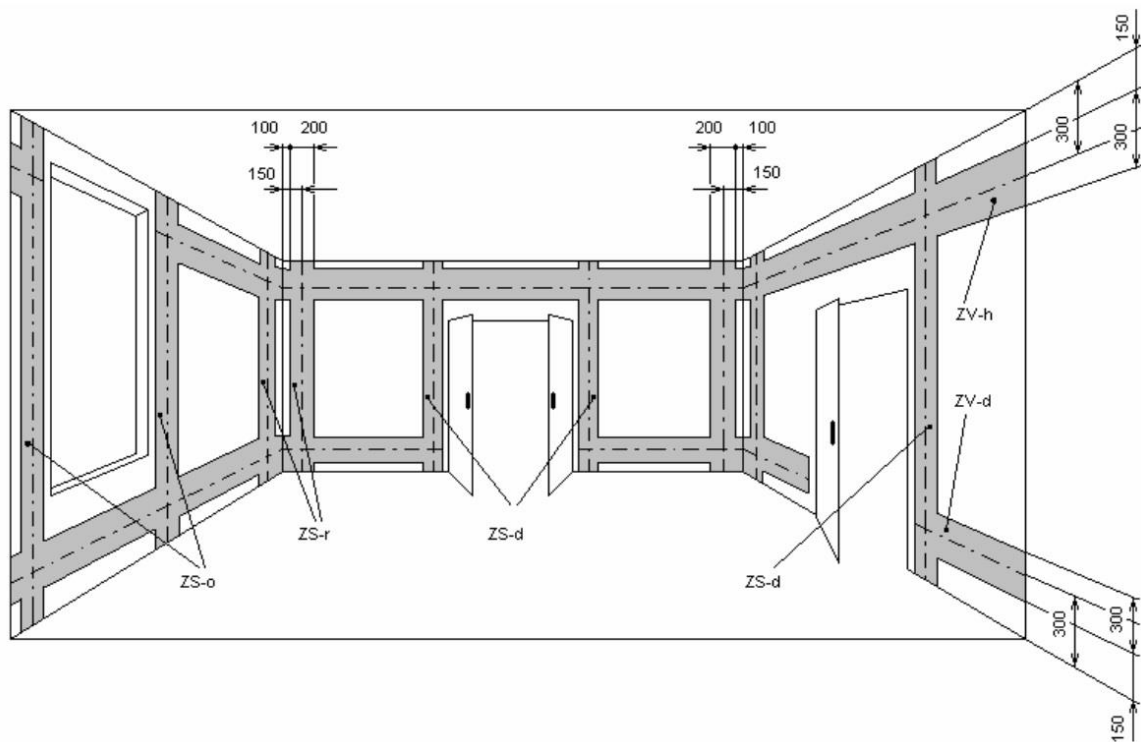
Vodiče se běžně značí kódem, který nám říká, o jaký vodič se jedná. Příkladem takového značení může být kabel CYKY.

- První písmeno určuje materiál jader (C – měď, A – hliník)
- Druhé a čtvrté písmeno určuje materiál izolace (Y – měkčené PVC, E – PE, atd.)
- Třetí písmeno určuje provedení kabelu (K – kabel pro pevné uložení, V – vodič pro vysoké napětí, L – slaněný vodič, atd.)

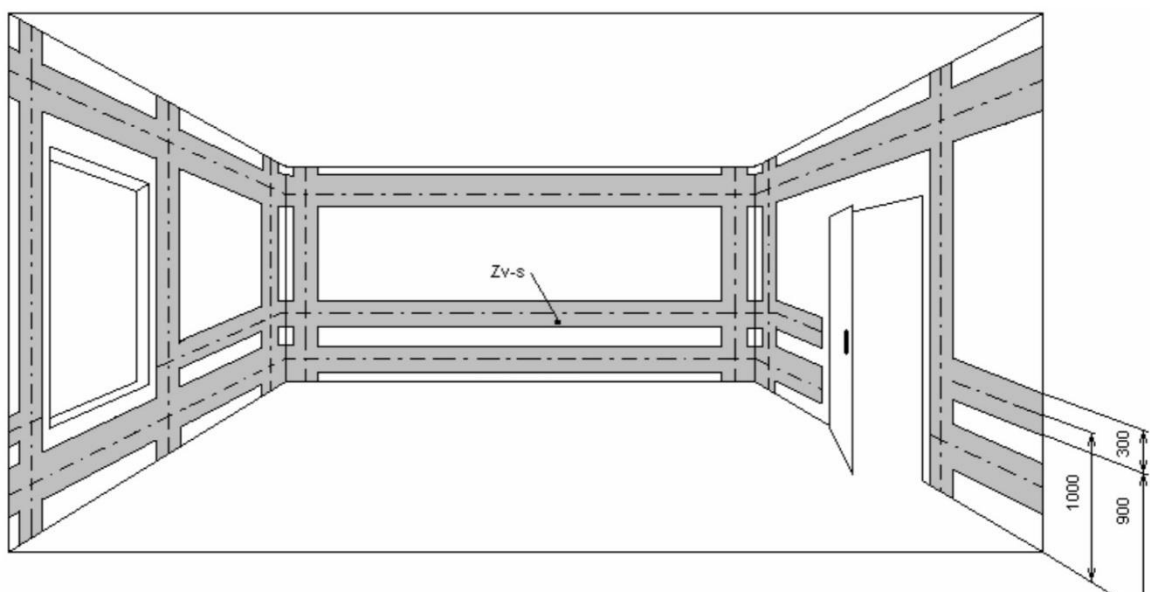


Obrázek 9 - Silový kabel CYKY [32]

Rozvody vodičů se při vnitřní instalaci realizují v tzv. instalačních zónách. Instalačních zón se využívá pro umístování skrytých vedení a také pro umístění zásuvek a spínačů. Zóny využíváme pro vymezení míst, kde se může elektrické vedení nacházet, aby při provádění různých montáží a oprav v domě nebyla tato vedení ohrožena možným poškozením. Pomocí těchto zón chráníme také bezpečnost osob, které budou tuto montáž provádět. Díky zónám tyto osoby vědí, kde by se měly vodiče nacházet a nemělo by tedy dojít k jejich náhodnému poškození a tím ohrožení těchto osob. Instalační zóny jsou zobrazeny na obrázku 10 a instalační zóny v místnosti s pracovní plochou u zdi se nacházejí na obrázku 11 [2, 3, 5, 15]



Obrázek 10 - Instalační zóny [33]



Obrázek 11 - Instalační zóny v místnosti s pracovní plochou u zdi [33]

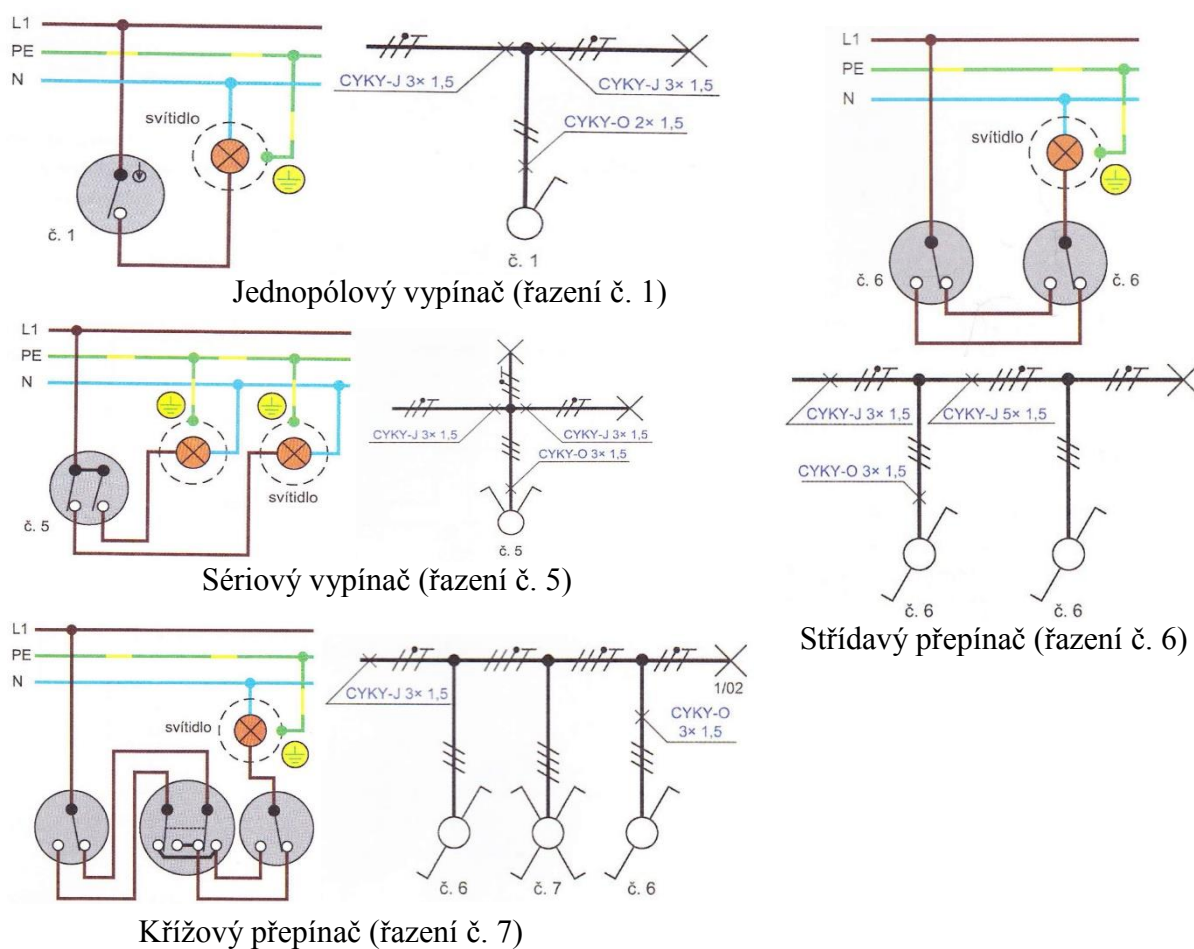
6.6. Spotřebitelské obvody

Spotřebitelské obvody mohou být jednofázové a trojfázové. Mezi jednofázové obvody řadíme obvody zásuvkové, světelné, obvod pro jednofázové topné spotřebiče a další. Trojfázové obvody jsou obvody pro elektrické sporáky s pečicí troubou a pro další trojfázové spotřebiče, například pro domácí dílnu, údržbu zahrady atd.

Světelné obvody

Světelné obvody provádíme zásadně oddělené od obvodů zásuvkových. Při zapojování vedeme fázový vodič z jističího přístroje k vypínači a dále ke svítidlu, střední vodič vedeme bez přerušení přímo ke svítidlu. Běžně není nutné u svítidel rozlišovat svorku pro střední a fázový vodič, na toto dělení si musíme dát pozor pouze u svítidel s vodivými částmi pláště. V nebezpečných a zvláště nebezpečných prostorech je nutné připojit kostru svítidel na ochranný vodič. Vypínače pro ovládání světelných obvodů jsou obvykle kolébkového typu a zapojujeme je tak, aby zapnutá poloha odpovídala stlačené horní části kolébky. Tato zásada neplatí pro střídavé a křížové přepínače, kde mohou být funkční obě polohy kolébky. Vypínače obvykle umísťujeme u vchodových dveří na straně kliky dveří. Různé druhy zapojení světelných obvodů ukazuje obrázek 12 [1, 2, 3, 5].

Světelné obvody je nutné jistit pomocí jističů, jejichž jmenovitý proud je obvykle 10 A. Jelikož můžeme na světelný obvod připojit více svítidel, je nutné dbát na to, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil hodnotu jmenovitého proudu jističe. Pro světelné obvody se nejčastěji používá vodič $1,5 \text{ mm}^2$ Cu nebo $2,5 \text{ mm}^2$ Al [1].

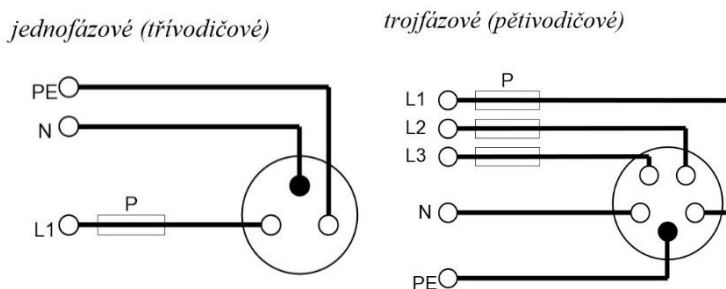


Obrázek 12 - Možnosti zapojení světelných obvodů [34]

Zásuvkové obvody

Jeden zásuvkový obvod může obsahovat maximálně 10 zásuvkových vývodů, přičemž vícenásobná zásuvka se počítá za 1 zásuvkový vývod. Zapojení zásuvky provádíme tak, že fázový vodič vedeme z jističího přístroje do levé dutinky zásuvky a střední vodič vedeme do pravé dutinky. Dále je nutné připojit ochranný vodič na ochranný kolík zásuvky.

Jištění zásuvkových obvodů se obvykle realizuje pomocí jističe 16 A a používají se vodiče o průřezu 2,5 mm² Cu nebo 4 mm² Al. Počet zásuvkových vývodů v místnosti se řídí využitím místnosti, usprádaním místnosti a předpokládaným rozmístěním spotřebičů v místnosti. Zásuvky se instalují do výšky 20-30 cm nad podlahou, nad pracovními deskami je obvyklá instalace ve výšce přibližně 1 m [1, 3, 5]



Obrázek 13 - Zapojení zásuvek dle ČSN

Trojfázové obvody

Trojfázové obvody bývají nejčastěji provedeny jako samostatně jištěná paprsková vedení pro napájení pevně připojených trojfázových spotřebičů. Příkladem může být připojení elektrického sporáku přes tzv. sporákovou kombinaci, což je vývod s trojfázovým vypínačem a doutnavkou, která signalizuje zapnutý stav. Na třífázové obvody mohou být také připojeny akumulární kamna či bojler pro ohřev teplé vody. Tyto spotřebiče se pak nejčastěji spínají časovými spínači či jsou spínány přijímačem HDO [1, 2, 3, 5].

Trojfázové obvody mohou být využity i pro připojení dalších trojfázových spotřebičů jako jsou okružní pily, míchačky a další. K tomuto účelu se využívají trojfázové zásuvky, do nichž připojujeme zařízení nejčastěji pomocí pětikolíkových zástrček na ohebných šňůrách. Takovéto zásuvky se u rodinných domů instalují nejčastěji na vnější stěnu objektu a do domácí dílny či garáže. Zásuvky pro spotřebiče napájíme obvykle samostatnými paprskovými vedeními, která jsou dimenzována dle příkonu předpokládaného spotřebiče [1, 2, 3, 5].

Slaboproudé rozvody

Někdy je nazýváme také sdělovací rozvody. V domácnosti je realizujeme pro připojení zařízení k internetové síti a pro připojení pozemního či satelitního vysílání televize. Pro rozvody internetového připojení je možné vybírat z různých druhů kabelů, popřípadě provést rozvod signálu po objektu pomocí WiFi. Pro televizní rozvody se obvykle využívá koaxiálních kabelů. Slaboproudé rozvody se vedou, co nejkratší cestou a nemělo by dojít k jejich křížení či souběhu se silnoproudými rozvody. Dojde-li k souběhu či křížování je nutné provést dodatečná opatření

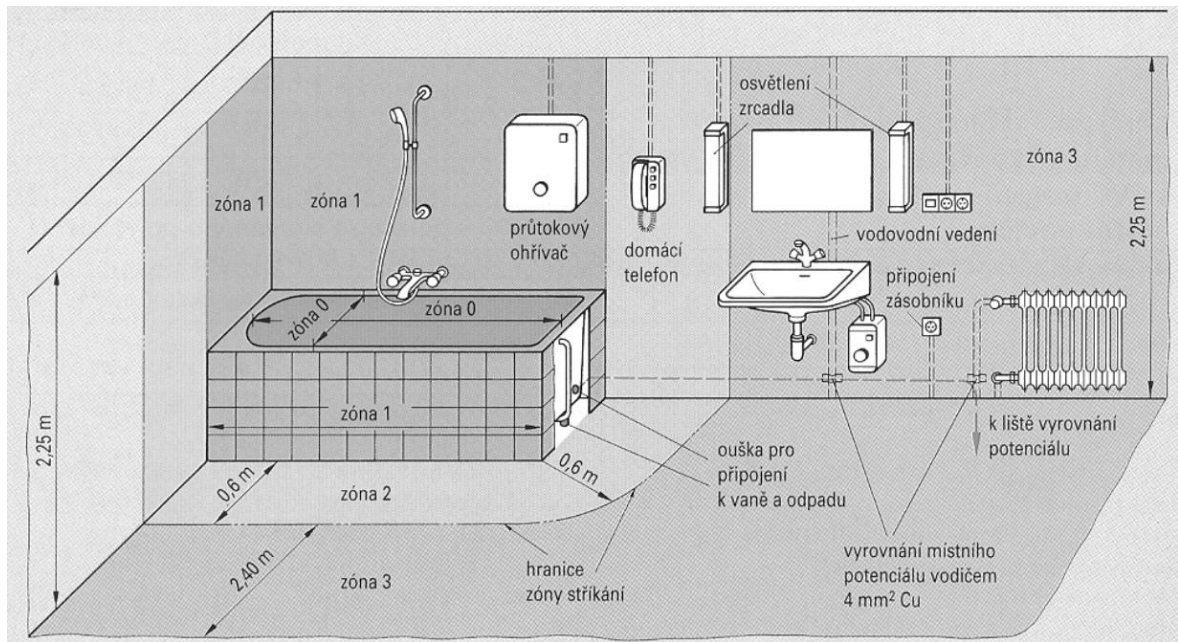
k ochraně slaboproudých rozvodů před nepříznivými vlivy způsobenými silnoproudými rozvody. Těmito nepříznivými vlivy by mohlo být oteplování, rušení, zkraty apod. Slaboproudé rozvody se vždy vedou paprskovitě [2, 3, 5].

6.7. Elektrický rozvod v koupelnách

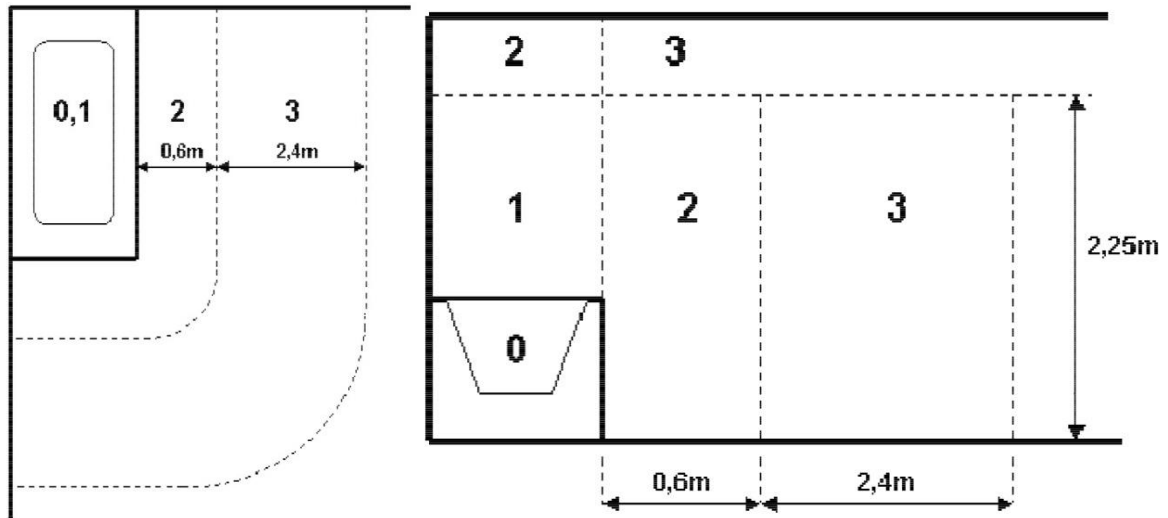
Koupelny jsou zvláštní místnosti, jelikož dle ČSN se jejich prostory dělí na zóny 0, 1, 2 a 3. Pro každou zónu platí různé podmínky pro umístění rozvodných elektrických zařízení. Klasifikace zón je založena na rozměrech zóny ve vodorovné i svislé rovině. Rozdělení jednotlivých zón je patrné z obrázku 14, 15 a 17. Na obrázku 16 je dále zobrazena obvyklá instalace zařízení v umývacím prostoru [1, 2].

- **Zóna 0** – prostor uvnitř koupelnové či sprchové vany; do této zóny se smí umístit pouze zařízení s minimálním stupněm ochrany IPX7, a které nemůže být účelně umístěno jinde; v této zóně je dovolena ochrana pouze malým napětím 12 V AC a nesmí zde být žádné spínací zařízení
- **Zóna 1** – prostor nad vanou do výšky 2,25 m nad podlahou; zde může být umístěn ohřívač vody či sprchové čerpadlo; v této zóně se smí nacházet pouze zařízení s minimálním stupněm ochrany IPX4; všechna do tohoto prostoru umístěná zařízení musí být chráněna proudovým chráničem s citlivostí 30 mA; v zóně se smí nacházet spínací zařízení pro obvody s malým napětím do 12 V AC
- **Zóna 2** – prostor nad vanou vyšší než 2,25 m od podlahy a dále prostor sousedící s okrajem vany do vzdálenosti 0,6 m až do výšky 2,25 m nad podlahou; v této zóně lze umístit zařízení vyhovující pro zóny 0 a 1 a dále zařízení vyhovující podmínkám této zóny a jsou-li jejich obvody chráněny proudovými chrániči s citlivostí 30 mA; v zóně nesmějí být umístěny spínače a zásuvky s výjimkou spínačů a zásuvek pro obvody malého napětí a zásuvky pro napájení holicího strojků
- **Zóna 3** – prostor sousedící se zónou 2, vzdálený od vnější hrany vany od 0,6 do 3,0 m ve vodorovném směru a do výšky 2,25 m nad podlahou, prostor nad zónou 2 ve výšce nad 2,25 m nad podlahou až do stropu místnosti; zde mohou být instalována zařízení vhodná pro zóny 0-2 a vypínače a zásuvky bez předepsaného umístění; obvody zásuvek musí být chráněny proudovými chrániči, ostatní elektrická zařízení nejsou nijak omezena

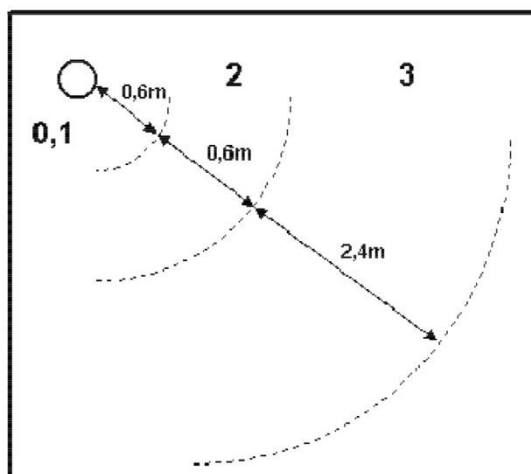
V koupelnách bývá obvyklá doplňková ochrana pospojováním. Jedná se o propojení všech vodivých předmětů, které se v koupelně nacházejí, spojení se provádí včetně ochranných vodičů zásuvek [1].



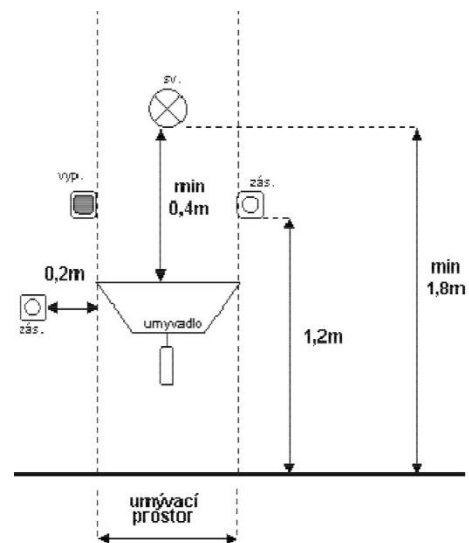
Obrázek 14 - Koupelnové zóny [35]



Obrázek 15 - Označení koupelnových zón [35]



Obrázek 17 - Zóny ve sprchovém koutu [35]



Obrázek 16 - Umývací prostor [35]

7. Bleskosvod (hromosvod)

Hlavním úkolem hromosvodní ochrany je snižování rizika škod způsobených případným úderem blesku. Týká se to především vzniku požáru, vzniku mechanických škod a také ochrany osob a zvířat uvnitř stavby a její blízkosti. V dnešní době je dalším důležitým úkolem snižovat riziko poškození elektrických a elektronických zařízení v budově přepětím. Z těchto důvodů je nutné hromosvod vypracovat jako součást komplexního systému ochrany osob a zařízení před bleskem a přepětím [31].

7.1. Základní části hromosvodu

Jímací zařízení – ochrana objektu před přímým úderem blesku; tvořeno jímači a jímacím vedením, kdy lze využít kovových předmětů na střeše (kovové střechy, zábradlí, atd.) jako náhodných jímacích zařízení

Svody – slouží k vodivému připojení jímacího zařízení na uzemnění; úkolem je svést blesk do země co nejkratší cestou, aby se zabránilo přeskokům do kovových hmot v objektu; kovových objektů na objektu lze využít jako náhodných svodů

Uzemnění – zařízení pro přechod blesku do země; bývá sestavené ze zemničů a zemního vedení; navzájem spojená uzemnění objektu vytvoří uzemňovací soustavu

Ekvipotenciální pospojování – slouží k vyrovnání potenciálů bleskových proudů na vstupu do objektu, aby nemohlo dojít ke vzniku nebezpečného jiskření mezi kovovými částmi [30, 31]

7.2. Stanovení rizika

Pro rozhodnutí, zda stavbu chránit před bleskem a jaká ochranná opatření vybrat nám pomáhá stanovení rizika. Pro stanovení rizika je nutné identifikovat typ stavby a její vlastnosti, poté identifikovat všechny typy ztrát v objektu a odpovídající rizika a nakonec vypočítat riziko pro každý typ ztrát. Po dodržení tohoto postupu budeme schopni vyhodnotit potřebu ochrany objektu dle přípustného rizika, kdy skutečné riziko musí být menší než přípustné riziko. U objektů musíme uvažovat čtyři typy rizik, jedná se o riziko ztrát na lidských životech, ztrát na veřejných službách, ztrát na kulturním dědictví a ztrát ekonomických hodnot. Stanovení rizika je velmi náročné na uvážení všech rizik a výpočet skutečného rizika, proto se pro určení rizika využívají specializované softwary, v kterých stačí pouze vybrat typ podlahových krytin, typ objektu a další parametry, díky kterým software vypočítá výsledné riziko. Pro základní zařazení objektů do třídy ochrany před bleskem lze využít tabulku 1 [30, 31, 36].

Třída ochrany před bleskem	Druh objektu
I	Energetické zdroje, budovy s prostředím s nebezpečím výbuchu, chemická výroba
II	Supermarkety, školy, muzea, nemocnice
III	Administrativní budovy, obytné budovy
IV	Sklady

Tabulka 1 - Zařazení objektů do tříd ochrany před bleskem [30, 31]

7.3. Druhy jímacích soustav

U běžných objektů se používají tři druhy soustav [30]:

- *Hřebenová soustava* – upřednostňovaná pro menší jednoduché stavby s například sedlovou střechou; jímací vedení vedeno po hřebeni střechy a svody vedené po střeše jsou považovány za součást jímacího vedení
- *Mřížová soustava* – vhodná pro ploché střechy; na střeše se vytvoří síť (mříž) jímacích vedení, která objekt chrání; pro účinnou ochranu by nemělo mít oko mříže rozměry větší než 15x15 m
- *Tyčový jímač* – umístíme jímací tyče do míst nejpravděpodobnějšího zásahu blesku; nejčastěji se používají pro ochranu komínů a jiných předmětů vyčnívajících nad okolí; bývají použity jako doplněk hřebenové či mřížové soustavy



Obrázek 18 - Druhy jímacích soustav [37]

7.4. Metody návrhu jímacích soustav

Pro návrh jímací soustavy lze využít třech různých metod [30, 31, 36]:

- Metoda ochranného prostoru
- Metoda mřížové jímací soustavy
- Metoda bleskové koule

Metoda mřížové jímací soustavy a ochranného prostoru se hodí pouze pro určité typy objektů, zatímco metoda bleskové koule je vhodná pro všechny případy. Z tohoto důvodu bude

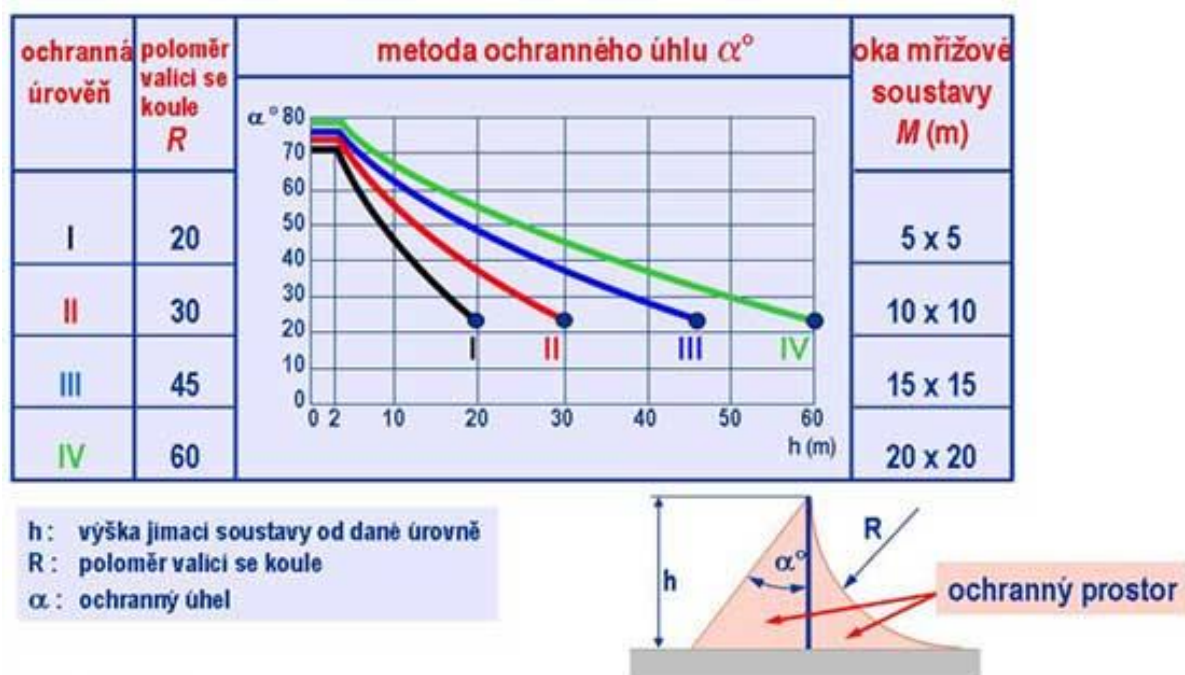
dále popsána pouze metoda ochranného úhlu a bleskové koule, což jsou metody dobře využitelné pro návrh jímací soustavy pro rodinný dům.

Metoda ochranného úhlu

Používá se u jednoduchých staveb s tyčovými jímáči, hřebenovou nebo kombinovanou hřebenovou jímací soustavou. Všechny části chráněného objektu se musí nacházet v ochranném prostoru vytvořeném jímací soustavou. Dle normy je úhel ochranného prostoru závislý na zvolené třídě ochrany a na výšce hřebenu.

Metoda bleskové koule

Vhodná pro složité objekty a objekty v husté zástavbě. Ochranný prostor je tvořen pomyslným pohybem koule po zemském povrchu a povrchu objektu. Žádný bod objektu nesmí přijít do kontaktu s koulí, ta se vždy musí dotýkat pouze země a jímací soustavy, jinak je místo dotyku ohroženo úderem blesku. Poloměr bleskové koule je zvolen dle zařazení objektu do třídy ochrany před bleskem.



Obrázek 19 - Metoda bleskové koule, ochranného prostoru a mřížové soustavy [38]

7.5. Realizace jímací soustavy

Pro realizaci jímací soustavy lze využít řadu různých materiálů. Nejčastěji se využívají jímáče a svody z hliníkové slitiny AlMgSi, pozinkované oceli či nerezové oceli. Při realizaci je dobré používat jeden až dva materiály pro použité prvky. Při použití více materiálů, se musíme ujistit, že jsou spolu kombinovatelné. Některé materiály nelze společně využít, neboť mají odlišné elektrochemické vlastnosti a docházelo by k jejich vzájemné degradaci [30].

Jímací soustava bývá u rodinných domů realizována tyčovým jímačem umístěným na komínu, popřípadě televizní anténě a dalších vyvýšených předmětech. Další částí je hřebenová soustava vedená po střeše, která bývá u okraje zakončena krátkými jímači, který tento okraj přesahují a bývají nakloněny o 15°, poté vedeme jímací vedení po hraně střechy co nejkratší cestou do země. Pro toto vedení lze využít kovových předmětů na objektu, například okapů, jako náhodných svodů. Ve výšce 1,5 m nad zemí je na každém svodu umístěna zkušební svorka, kterou chráníme před mechanickými vlivy pomocí ochranného úhelníku. Celá soustava je zakončena zemničem. Svody bývají provedeny dráty o průměru 8 mm až po zkušební svorku, za zkušební svorkou až po zem bývá svod o průměru 10 mm [30].

7.6. Uzemnění

Hlavním úkolem uzemňovací soustavy je odvedení proudu atmosférického výboje do země a rozptýlení výboje do povrchových vrstev země. Z tohoto důvodu je nejdůležitějším kritériem uzemňovací soustavy její tvar a rozměry, ale důležitý je také typ zeminy. Různé typy zeminy mají různý měrný odpor a zemina tedy může ovlivnit bezpečnost uzemnění.

Každý svod je nutné připojit na vlastní zemnič nebo na společnou uzemňovací soustavu, což je častější řešení. Můžeme využít různé druhy zemničů, například tyčové, páskové, základové strojené a další. Zemní odpor jednoho svodu by za normálních podmínek neměl překročit hodnotu 15 Ω [30].

Zemní pásky

Hodí se pro použití v sypkých půdách a ukládají se do výkopu pro základy domu do hloubky 0,5-1 m. Jsou považovány za povrchové zemniče nebo také za základové zemniče. Jedná se o nejčastěji používané zemniče, kterými lze dosáhnout požadovaných hodnot zemních odporů. Využívají se pásky z pozinkované oceli o tloušťce alespoň 3 mm a průřezu 80 mm². Běžně dodávanými pásky jsou zemní pásky s rozměry 30x3, 30x4 a 40x4 mm [1].

Zemní tyče

Vhodné v místech, kde je měrný odpor zeminy vlivem vlhkosti menší v hloubce alespoň 1 m, než je měrný odpor v povrchové vrstvě zeminy. Nejčastěji se používají tyče z pozinkované oceli o průměru 24 až 28 mm a délce 2 až 3 m. Tyče se zarážejí svisle do země a horní konec tyče musí být minimálně 0,5 m pod povrchem půdy. Tento typ zemničů je levný a hodí se, když máme k dispozici malý prostor pro realizaci uzemnění a je-li půda dostatečně prostupná pro zarážení tyče do potřebné hloubky. Tyto zemniče nelze použít ve tvrdých kameňatých a skalnatých půdách [1].

8. Elektronický zabezpečovací systém

Elektronický zabezpečovací systém⁵ má jako hlavní úkol detekovat a indikovat přítomnost či vstup, popřípadě pokus o vstup, narušitele do střeženého objektu. EZS tedy významně přispívá k ochraně osob a majetku. Celý systém je složen z jednotlivých prvků, které lze jednotlivě volit a vytvořit tak systém dle individuálních požadavků. Nejčastěji se jedná o systém složený z centrální ústředny, různých čidel a hlásičů, signalizačních zařízení a ovládacích zařízení. Moderní EZS bývají ovládány zadáváním kódu na klávesnici či přiložením čipové karty, popřípadě přívěsku na klíče. Karty i klíčenky používají unikátní plovoucí přenosový kód, který by měl znemožnit zkopírování. Dnes už je možné ovládat alarmy pomocí webového rozhraní či mobilního telefonu, ať už pomocí SMS zpráv či mobilní aplikace k ovládání alarmu určené [39, 40, 41].

Systém může být v drátovém i bezdrátovém provedení. Bezdrátové systémy se velmi snadno instalují a nepotřebujeme žádné kabely. Každý prvek bezdrátového systému obsahuje baterii, z které je napájen, a pomocí radiového signálu komunikuje s ústřednou. Nevýhodou systému je kontrola baterií každých pár let. Jejich životnost závisí na použité technologii a místě umístění signalizace EZS. Problémem je také omezená komunikační vzdálenost a její náchylnost k možnému rušení. Drátové systémy jsou oproti bezdrátovým levnější a mají nižší provozní náklady. Jejich výhodou je také vysoká spolehlivost, dlouhodobá funkčnost a téměř nulová údržba. Jedinou významnější nevýhodou drátových systémů je nutná instalace vedení mezi jednotlivými prvky, pomocí kterého jsou následně prvky napájeny a také slouží ke komunikaci s ústřednou [39, 41].

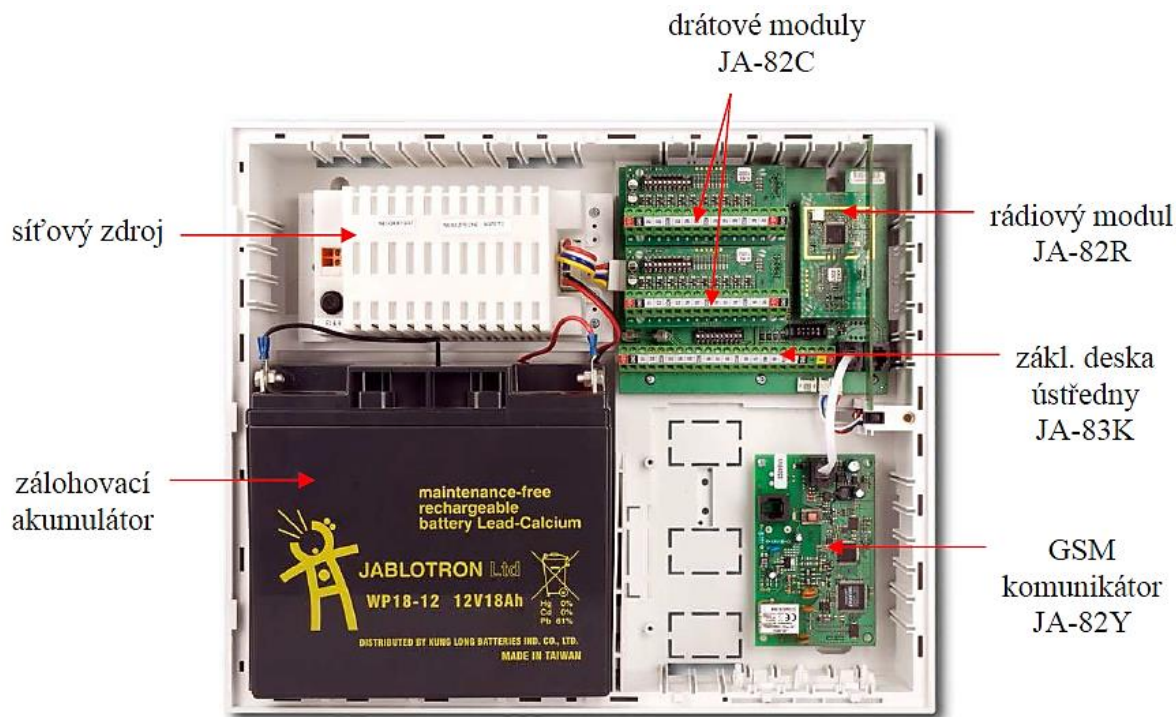
8.1. Ústředna EZS

Ústředna je základním prvkem každého zabezpečovacího systému, jelikož zajišťuje komunikaci s prvky systému a v paměti obsahuje nastavení, která slouží pro různé reakce na příchozí signál od čidel. Jedná se o zařízení, které tyto příchozí signály vyhodnocuje a následně spouští signalizační zařízení, popřípadě komunikuje pomocí GSM modulu s okolím, například odešle SMS zprávu majiteli objektu.

Uživatel používá pro komunikaci s ústřednou nejčastěji klávesnici či dálkové ovladače, čímž může celý systém nebo pouze jeho části uvést do stavu klidu či stavu střežení. Máme-li systém v drátovém provedení, pak ústředna slouží jako napájecí zdroj celého systému a zároveň

⁵ EZS

veškerou komunikaci provádí skrze kabelové vedení. V drátovém provedení systému je běžné do ústředny umístit záložní akumulátor, který bude systém napájet při výpadku elektrické energie. Pro řadu systémů může být výhodné použití tzv. hybridní ústředny, která obsahuje modul s drátovými vstupy a zároveň bezdrátový modul. Tato ústředna dokáže tedy komunikovat s drátovými i bezdrátovými prvky a slouží k vytvoření kombinovaného systému, který je pro řadu objektů nejvýhodnějším řešením [39, 40, 41].



Obrázek 20 - Ústředna Jablotron JA-83K [39]

8.2. Čidla a detektory

Čidel a detektorů lze nalézt v nabídkách výrobců EZS celou řadu, ale ne všechna je nutné pro ochranu objektu použít. Doporučuje se používat detektory plášťové ochrany, což mohou být detektory otevření dveří, rozbití oken a podobně. Tyto detektory je výhodné kombinovat s detektory prostorové ochrany, což mohou být například pohybová čidla, která umístíme do všech prostor chráněného objektu, či minimálně do klíčových prostor. Systém je následně vhodné doplnit o detektory kouře, detektory úniku plynu a ochrany před podobnými nebezpečími [39].

Magnetický dveřní kontakt

Jedná se o jednoduché detektory, které používáme ke střežení oken a dveří. Skládají se ze dvou částí, jedná se o kontakt jazýčkového relé a permanentní magnet. Při otevření dveří či oken dojde k oddálení magnetu od kontaktu jazýčkového relé a k přerušení tohoto obvodu.

Po přerušení obvodu dojde k odeslání signálu do ústředny, která provede další akce, například začne odpočítávat čas pro deaktivaci alarmu či rovnou spustí poplach [39].



Obrázek 21 - Dveřní kontakt Jablotron SA-201-A [39]

Detektor rozbití skla



Dnes se nejčastěji používají akustické detektory rozbití skla, které vyhodnocují akustické vlnění způsobené tříštěním skla. Moderní čidla vyhodnocují tříštivý zvuk s vysokou frekvencí a zároveň nízké kmitočty, které vyvolá rázová vlna při nárazu do skleněné plochy. Tato duální metoda umožňuje předcházet falešným poplachům [39].

Obrázek 22 - Detektor rozbití skla Jablotron GBS-210 [39]

Detektor pohybu osob



Běžná jsou pasivní infračervená čidla, která zachycují změny infračerveného záření vyřazovaného člověkem. Detektor zachycuje pouze změny způsobené pohybem člověka, který má odlišnou teplotu než okolí. Směr a dosah záběrného pole čidla je závislý na použité optice, proto je nutné volit jinou optiku pro dlouhou úzkou chodbu a jinou pro obytné prostory a podobně [39].

Obrázek 23 - Detektor pohybu Jablotron JS-20 LARGO [39]

Detektor kouře a teploty

Jedná se o detektor, který obsahuje dva samostatné detektory. Prvním je optický detektor kouře, který pracuje na principu rozptýleného světla. Tento detektor je citlivý na větší částice vyskytující se v hustých dýmech, ale méně citlivý je na malé částice vznikající například hořením kapalin (třeba alkoholu). Z tohoto důvodu je vestavěn ještě teplotní detektor. Teplotní detektor má pomalejší reakce, ale lépe reaguje na požár vyvíjející rychle teplo s malým

množstvím kouře. Díky dvojici detektorů je tento systém odolnější vůči falešným poplachům [39].



Obrázek 24 - Detektor kouře a teplot Jablotron SD-283ST [39]

8.3. Ovládání

Ovládací zařízení slouží primárně k uvádění celého systému či jeho částí do stavu klidu či stavu střežení. Dnes se nejčastěji používají ovládací klávesnice a dálková ovládání, ale stále více se začíná využívat i ovládání prostřednictvím internetu (webového rozhraní) a mobilního telefonu.

Ovládací prvky slouží k ovládání a nastavení celého systému. Umožňuje nám nastavit oblasti, které chceme střežit, testovat funkce systému, měnit uživatelské kódy a další různá nastavení. Ovládací systémy se snaží umožnit uživateli co nejsnadnější ovládání a nastavování systému bez specializovaných znalostí. Klávesnice také informuje uživatele pomocí optické či akustické signalizace, popřípadě oběma způsoby, o stavu systému. Dnešní klávesnice jsou vybaveny displeji, občas i barevnými, které umožňují pohodlné ovládání systému a zároveň snadnější informování uživatele o stavu systému [39, 41].



Obrázek 25 - Klávesnice Jablotron JA-81E [39]

8.4. Sirény

Jedná se o akustické výstražné zařízení vydávající hlasitý zvuk, kterým upozorní okolí a občas může vést k odrazení narušitele. Siréna by měla být aktivována při jakémkoli narušení objektu, včetně případného vzniku požáru a dalšího nebezpečí. Sirény se vyrábějí ve vnitřním i venkovním provedení a bývají napájeny primárně ústředně, ale zároveň obsahují záložní baterii. Sirény mohou být vybaveny také doplňkovou optickou signalizací, která slouží pro snadnější identifikaci narušeného objektu, pokud dojde k přerušení či ukončení zvukové signalizace. Vnější sirény bývají také vybaveny ochranou proti sabotáži [39, 40, 41].

Vnitřní sirény vytváří zvuk o velmi vysoké intenzitě a jejich hlavním úkolem je odrazení pachatele, který by měl být touto intenzitou překvapen a dát se raději na útěk. Naproti tomu venkovní sirény by měly odradit narušitele a při poplachu přilákat pozornost sousedů či jiných lidí v okolí. Venkovní sirény by měly být instalovány na špatně dostupná místa, která znesnadní potenciální sabotáž [39, 40, 41].



Obrázek 26 - Vnitřní siréna Jablotron SA-105 [39]



Obrázek 27 - Vnější siréna Jablotron OS-365A [39]

9. Technická zpráva

9.1. Identifikační údaje

Účel zprávy:

Projekt elektroinstalace rodinného domu

Předmět projektu:

Projekt řeší napojení novostavby rodinného domu na distribuční síť nízkého napětí, měření odběru elektrické energie, přípojku a silové rozvody v domě. Předmětem projektu je také uzemňovací a jímací soustava bleskosvodu, datové a televizní rozvody a také zabezpečení objektu pomocí elektrického zabezpečovacího systému. Projekt je vypracován na základě stavebních podkladů a požadavků investora.

Obecné údaje:

Stavba:	Rodinný dům
Místo stavby:	Koterov, Plzeň – město
Stavební úřad:	Plzeň 2 - Slovany
Vypracoval:	Petr Mazač
Zodpovědný projektant:	Petr Mazač
Datum zpracování:	04/2015

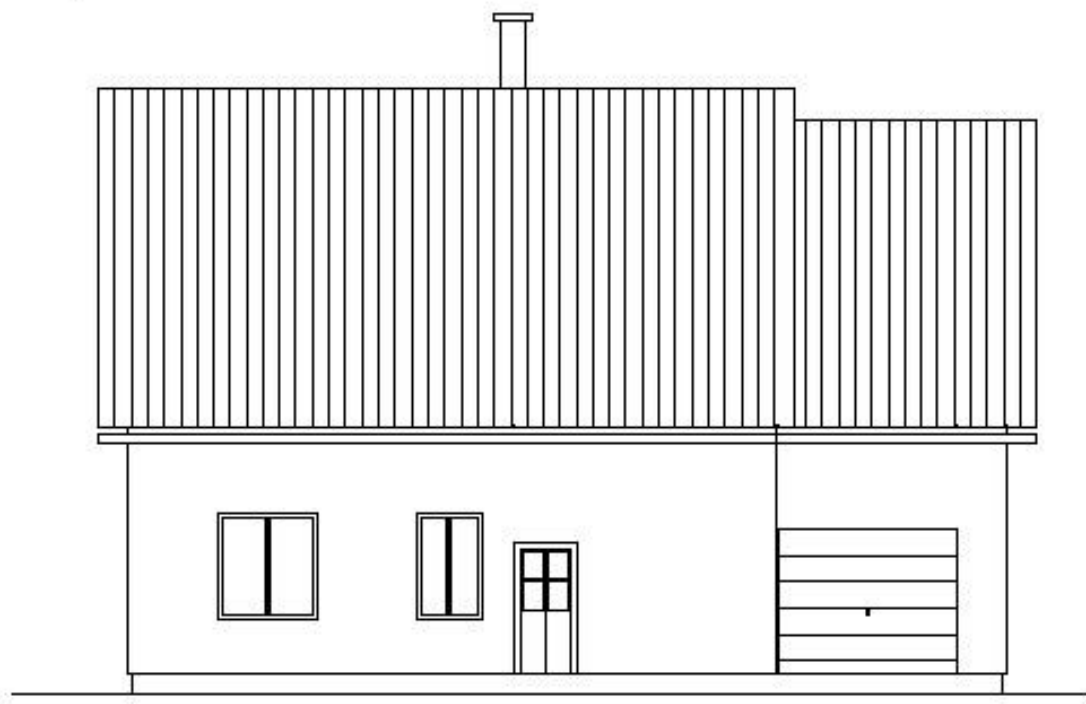
Charakteristika stavby:

Jedná se o novostavbu dvoupodlažního rodinného domku s garáží. Domek je stavěn k následnému prodeji, tudíž zatím není známo, kdo bude objekt následně užívat. Z tohoto důvodu je návrh a celá výstavba realizována co nejuniverzálněji a jsou zahrnuty i rezervy pro pozdější úpravy, pokud by je budoucí uživatelé chtěli provést.

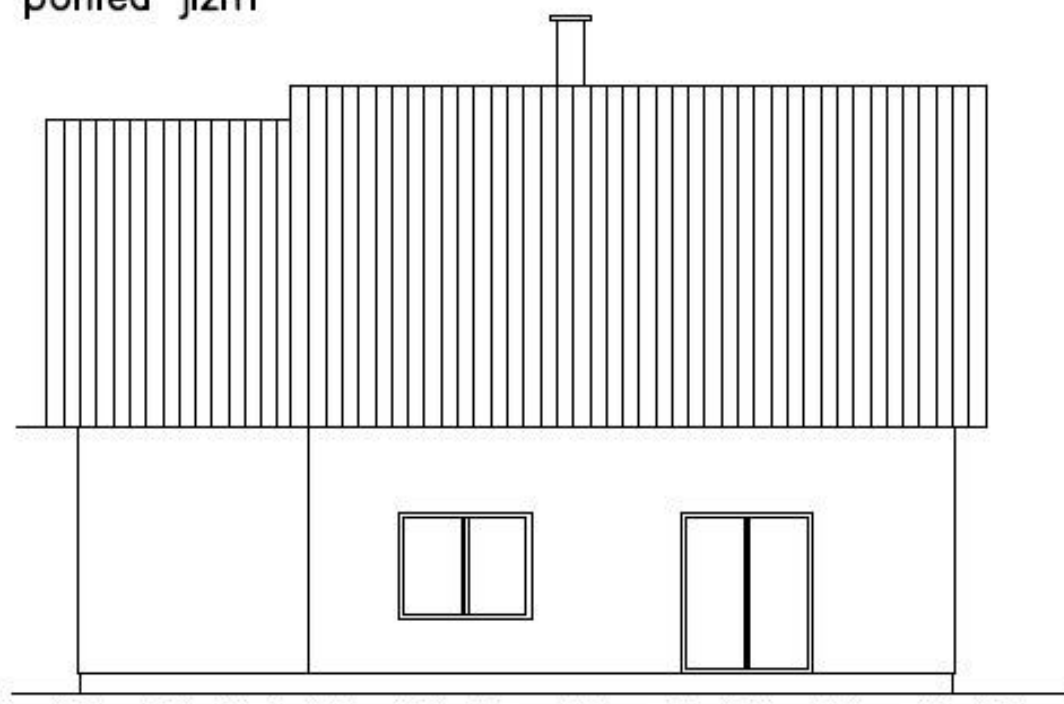
Umístění objektu:

Objekt se nachází v okrese Plzeň – město v katastrálním území obce Koterov. Je dobře přístupný z města Plzeň i ze sjezdu dálnice D5. Dům se nachází na parcele 387/19, celá situace objektu je patrná z nákresu katastrální mapy v příloze 1.

pohled severní



pohled jižní



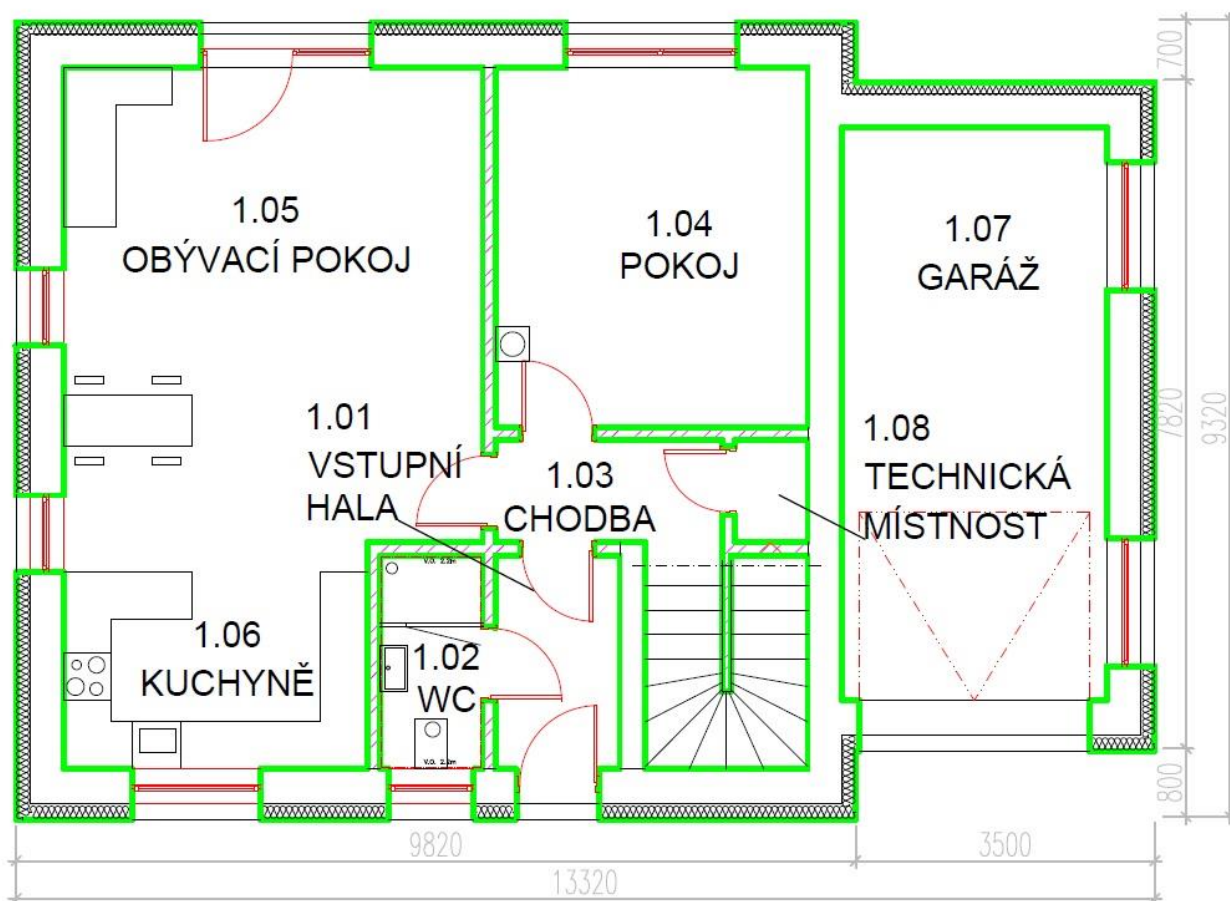
Obrázek 28 - Severní a jižní pohled na objekt

Řešení objektu:

Objekt je dvoupodlažní rodinný domek s garáží, zastavěná plocha je 124 m². Domek je postaven jako nízkoenergetický, jeho tepelné ztráty jsou 4 kW. V přízemí se nachází vstupní hala, sociální zařízení (koupelna se sprchovým koutem a toaletou), chodba, pokoj, obývací pokoj, kuchyň, technická místnost, a také garáž. Ve vstupní hale je umístěn hlavní domovní rozvaděč a rozvaděč pro sdělovací rozvody. V technické místnosti je umístěn bojler pro ohřev vody, ústředna EZS a plynový kotel sloužící k vytápění objektu. Půdorys místností přízemí je na obrázku 29.

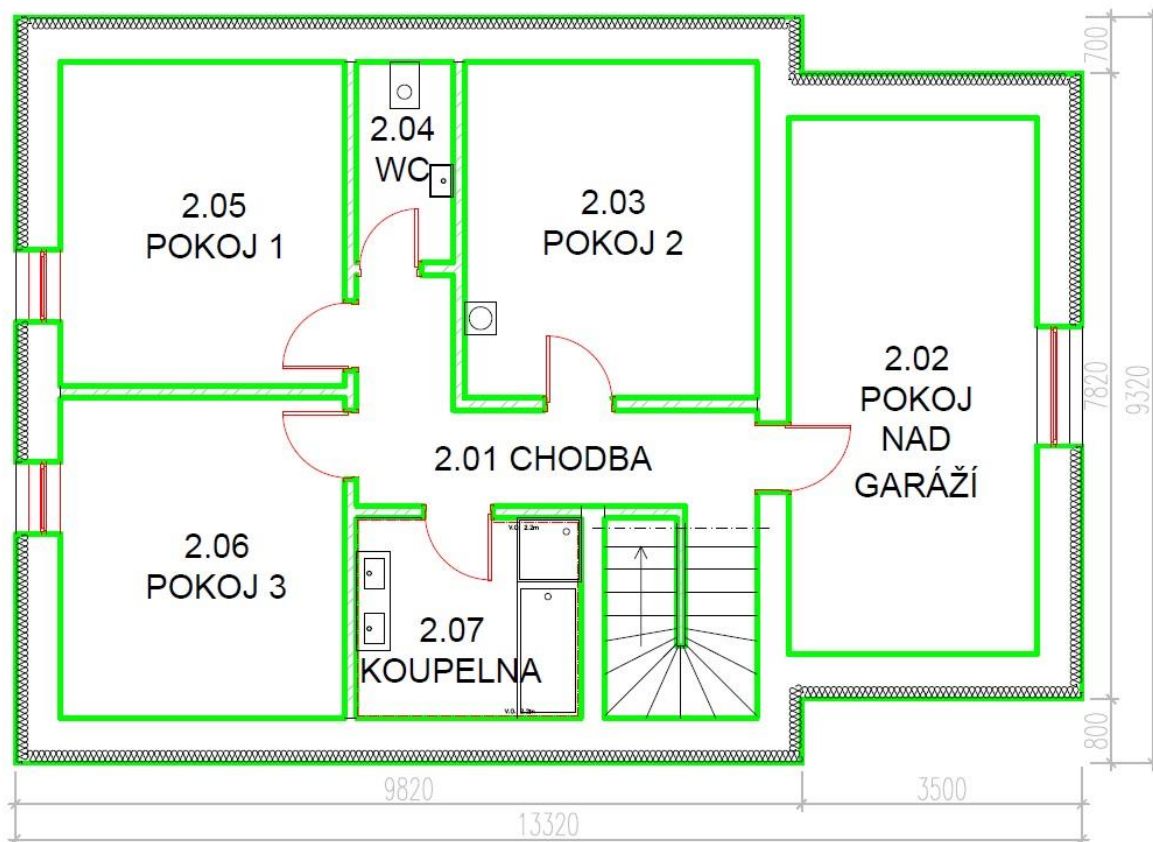
Ve druhém poschodí se nachází chodba, pokoj situovaný nad garáží, koupelna s vanou, toaleta a tři pokoje. V pokoji nad garáží je umístěn podružný rozvaděč pro druhé poschodí. Půdorys místností druhého poschodí je zobrazen na obrázku 30. U domu se nachází také terasa, která bude v budoucnu zastřešena.

PŮDORYS 1N.P.



Obrázek 29 - Půdorys přízemí

PŮDORYS 2N.P.



Obrázek 30 - Půdorys druhého poschodí

Podklady pro vypracování projektu:

Projekt byl vypracován na základě těchto podkladů a požadavků:

- Požadavky investora
- Stavební dispozice objektu
- Zákony, vyhlášky a ČSN platné v době zpracování dokumentace

9.2. Základní technické údaje

Napěťová soustava:

3+PEN, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C (přívod z DS do HDR)

3+PE+N, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-C-S (rozdělení TN-C na TN-S provedeno v HDR)

3+PE+N, 50 Hz, AC, 400/230 V, TN-S (rozvody v celém rodinném domě)

Sít' TN-C se mění na sít' TN-S v hlavním domovním rozvaděči. Zde provedeme rozdělení vodiče PEN na střední vodič N a ochranný vodič PE, které dále vedeme samostatně. Vodiče N a PE se v síti TN-S nesmí znovu spojit. Bod rozdělení vodiče PEN se spojí s centrální ochrannou svorkovnicí, která je umístěna pod hlavním domovním rozvaděčem.

Stupeň elektrizace:

B – byty, v nichž se elektřina používá k osvětlení a pro domácí elektrické spotřebiče připojované k rozvodu pohyblivým přívodem (na zásuvky) nebo pevně připojené, a v nichž se k vaření a pečení používají elektrické spotřebiče o příkonu větším než 3,5 kVA [5]

Typ prostorů:

Nebezpečné – venkovní prostředí

Normální – všechny prostory včetně koupelen s výjimkou vnějšího prostředí

Detaily určení prostorů jsou uvedeny v příloze 16 a 17.

Způsob symetrizace odběru:

Na každou fázi se připojí přibližně stejná velikost zátěže (tímto způsobem rozložíme spotřebiče), tudíž dojde k symetrizaci odběru a nebude nutné provádět dodatečnou kompenzaci účinníku.

Ochrana před úrazem elektrickým proudem a ochrana proti přetížení a zkratu:

Ochrana před přímým dotykem (neboli ochrana před nebezpečným dotykem živých částí) bude realizována základní izolací živých částí a krytím. Ochrana při poruše (ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí) bude realizována samočinným odpojením od zdroje a doplňkovou ochranou, kterou bude proudový chránič a dodatečné ochranné pospojování. Vše bude provedeno v souladu s normou ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 [6].

Ochranu proti přetížení a zkratu zajistí jističe, které budou chránit jednotlivé okruhy v napájecích bodech. Ochrana tedy bude vyřešena v souladu s normami ČSN 33 2000-4-473 a ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 [7, 8].

9.3. Připojení k inženýrským sítím, energetická bilance

Dům bude připojen na dostupné inženýrské sítě. V obci je dostupná voda, plyn, kanalizace i elektrická energie. V místě připojení je elektrická energie vedena kabelem pod veřejnou komunikací, z kterého bude vyvedena odbočka do hlavní přípojkové skříně umístěné v pilíři na hranici pozemku. V tomto pilíři bude umístěna hlavní domovní skříň a elektroměrový rozvaděč, v němž se bude provádět měření spotřeby elektrické energie (detailní náčrt HDS a RE je zobrazen v příloze 2).

Vzhledem k dostupnosti plynové přípojky a rozhodnutí investora bude vytápění domu prováděno pomocí plynového kotle. Plynový kotel bude umístěn v technické místnosti a v celém domě budou k vytápění použity radiátory, výjimku tvoří pouze kuchyň a koupelna v přízemí, kde je využito podlahové vytápění.

V tabulce 2 je uveden seznam uvažovaných spotřebičů pro výpočet velikosti napájecího zdroje pro celý objekt. Největšími spotřebiči jsou elektrický indukční sporák s troubou o výkonu 7 kW a bojler pro ohřev teplé vody o výkonu 2 kW. Bojler je automaticky spínán pomocí HDO v době nízkého tarifu.

Detaily výpočtu hodnot z tabulky 2 jsou uvedeny v kapitole 3. Pokud ve sloupci *I/O* uvádím u spotřebiče jedničku, uvažuji jeho výkon do celkového výpočtu. Pokud je ve sloupci nula, spotřebič neuvažuji. Spotřebiče nejčastěji neuvažuji z důvodu jejich občasného či velmi krátkodobého využití. Příkladem může být rychlovarná konvice či mikrovlnná trouba, tyto spotřebiče jsou zapínány pouze párkrát za den a vždy na dobu kratší než 2-3 minuty.

V tabulce je zaveden také sloupec nazvaný *dílčí k_z* . Zde zohledňuji skutečnost, že spotřebič nepoběží vždy na plný výkon. Například sporák téměř vždy poběží na menší výkon. Pravděpodobnost, že zapneme všechny plotny na plný výkon a zároveň poběží také trouba na plný výkon, je velmi malá. Koeficientem *dílčí k_z* vynásobím uvažovaný výkon spotřebiče a dostanu výkon, který je nutné zohlednit při výpočtu napájecího zdroje objektu.

Soupis spotřebičů	P_i (kW)	1/0	P_s (kW)	dílčí k_z	P_z (kW)
Světla 1.NP	1,05	1	1,05	0,5	0,52
Světla 2.NP	1,44	1	1,44	0,4	0,58
Alarm	0,02	1	0,02	1,0	0,02
Ventilátory	0,04	1	0,04	1,0	0,04
TV	0,28	1	0,28	0,6	0,17
Lampy	0,18	1	0,18	0,3	0,05
PC	0,27	1	0,27	0,8	0,22
Rádio + HiFi	0,32	1	0,32	0,5	0,16
Nabíječky (mobily, ...)	0,07	1	0,07	0,6	0,04
Router	0,02	1	0,02	1,0	0,02
Tiskárna	0,02	0	0,00		0,00
Lednice + mrazák	0,43	1	0,43	0,5	0,22
El.sporák + trouba	7,00	1	7,00	0,4	2,80
Mikrovlnná trouba	1,20	0	0,00		0,00
Rychlovarná konvice	2,20	0	0,00		0,00
Kávovar	1,45	0	0,00		0,00
Odsávač par	0,40	1	0,40	0,7	0,28
Mixér	0,80	0	0,00		0,00
Myčka	2,10	1	2,10	0,7	1,47
Domácí pekárna	0,80	1	0,80	0,6	0,48
Toustovač	0,70	0	0,00		0,00
Vrata (otevírání)	0,01	0	0,00		0,00
Instalace garáž	2,61	1	2,61	0,3	0,78
Zahradní nářadí	3,90	1	3,90	0,4	1,56
Cirkulárka/svářečka	3,10	0	0,00		0,00
Kompresor	1,50	0	0,00		0,00
Bojler	2,00	1	2,00	1,0	2,00
Vysavač	1,80	1	1,80	0,6	1,08
Žehlička	2,20	1	2,20	0,5	1,10
Pračka	2,20	1	2,20	0,7	1,54
Sušička	1,00	1	1,00	0,7	0,70
Venkovní světla	0,22	1	0,22	0,3	0,07
Čerpadlo	0,65	0	0,00		0,00
Satelit	0,03	1	0,03	1,0	0,03
Koupelnové spotřebiče	3,09	1	3,09	0,3	0,93
$P_{i,celkem}$ (kW)	45,11				
$P_{s,celkem}$ (kW)			33,48		
$P_{z,celkem}$ (kW)					16,86
k_s - koeficient současnosti					0,74
k_z - koeficient zatížitelnosti					0,50
β - koeficient náročnosti					0,37
$I_{výp}$ (A) při $\cos\varphi = 0,95$					25,61
$P_{výp}$ (kW)					16,86

Tabulka 2 - Seznam uvažovaných spotřebičů

Po zohlednění výše uvedených skutečností a provedení postupu uvedeného v kapitole 3 jsem určil koeficient náročnosti a následně hospodárny výpočtový výkon. Z výpočtového výkonu jsem dopočetl pomocí rovnice 8 symetrický trojfázový proud. Jedná se o výpočtový proud, podle kterého navrhujeme hlavní jistič.

Výpočtový proud vyšel 25,61 A, volím tedy nejbližší vyšší normovaný trojfázový jistič, což je v mém případě 3x32 A s vypínací charakteristikou typu B. Jistič s vypínací charakteristikou typu B je vyžadován distributorem elektrické energie, zvolím tedy trojpólový jistič typu LPE-32B-3 od firmy O EZ. Před hlavním jističem musí být umístěny pojistky se jmenovitým proudem minimálně o řád vyšším, zvolím tedy nožové pojistky typu PNA000 50A gG od firmy O EZ. Kompletní schéma hlavní domovní skříně a elektroměrového rozvaděče je zobrazeno v příloze 2.

9.4. Připojení objektu a měření odběru elektrické energie

Provozovatelem distribuční soustavy, z které bude objekt napájen, je společnost ČEZ Distribuce a.s. Dle zákona č. 458/2000 Sb., což je Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), hradí na své náklady zřízení elektrické přípojky v zastavěném území a mimo toto území do vzdálenosti 50 m včetně distributor elektrické energie. Distributor se tímto stává také vlastníkem této elektrické přípojky. Elektroměrový rozvaděč musí být umístěn ve veřejně přístupných prostorách. Takovéto umístění je nezbytné pro umožnění odečtu stavu elektroměru pracovníkem provozovatele distribuční soustavy i za nepřítomnosti majitele objektu, přestože ten je majitelem elektroměrového rozvaděče [10].

Uvažovaný objekt bude smyčkově napojen z veřejné sítě kabelem AYKY-J 3x240+120 mm² uloženým v zemi, který vede do hlavní domovní skříně s elektroměrovým rozvaděčem. Hlavní domovní skřín s elektroměrovým rozvaděčem a hromadným dálkovým ovládním je umístěna ve zděném pilíři na hranici pozemku. Jako HDS (přípojková skřín) bude použita přípojková skřín DCK Holoubkov ES212 + 100/PVE8P (IP44), jedná se o komplet modulu měření a přípojkové skříně. Výška spodního okraje HDS bude 0,6 m nad upraveným povrchem a před HDS bude nejméně 0,8 m volného prostoru [11, 14].

Elektroměrová skřín je již od výrobce vybavena jednofázovým jističem dimenzovaným na 2 A, který je určen pro jištění HDO. Tato hodnota je nižší než nejvyšší přípustná hodnota, která je uvedena v Připojovacích podmínkách NN od ČEZ Distribuce a.s. Dále bude v rozvaděči umístěn trojfázový dvojsazbový elektroměr sloužící k měření odběru elektrické energie. Střed elektroměru bude umístěn ve výšce 1 m nad definitivně upraveným terénem, což opět

vyplývá z podmínek stanovených provozovatelem DS. Hlavní jištění provedeme pomocí již výše uvedeného trojfázového jističe 3x32 A a nožových pojistek s o dva řády vyšším jmenovitým proudem, tedy pojistkami dimenzovanými na 50 A. Pro objekt bude sjednán dvousazbový tarif D25d (Comfort Akumulace 8) od společnosti ČEZ Distribuce a.s. [11]

Jistič 3x32 A byl zvolen s ohledem na určený výpočtový proud a zohledněna byla i určitá rezerva. Do úvahy byl vzat i malý rozdíl v poplatku za jistič distributorovi, tento cenový rozdíl mezi jističem 3x25 A a 3x32 A je 37,51 Kč/měsíc, tedy 450,12 Kč/rok. Jedná se o zanedbatelnou částku, kterou by měla vyvážit rezerva pro potenciální růst spotřeby bez nutnosti měnit jistič. Znatelně vyšší bude pouze počáteční investice při budování přípojky, jelikož žadatel o připojení k distribuční soustavě NN se musí podílet na nákladech spojených s připojením a zajištěním požadovaného rezervovaného příkonu dle vyhlášky č. 51/2006 Sb. částkou 500 Kč/A při trojfázovém odběru. V mém případě bude tento podíl činit 16 000 Kč [11, 12].

Hlavní domovní kabelová skříň a elektroměrový rozvaděč jsou propojeny pomocí kabelu CYKY-J 4x10, který dále vede do hlavního domovního rozvaděče. Ve výkopu pro tento kabel povede také kabel CYKY-O 2x1,5, který vede od HDO. U objektu bude taktéž provedeno uzemnění základovým zemničem, který realizujeme páskem FeZn 30x4 mm. Uložení kabelu bude provedeno v zemi v souladu s ČSN 33 2000-5-52 a dle popisu uložení uvedeného v kapitole 5.4. Detail trasy vedení kabelu je zobrazen v příloze 1 a úplné rozkreslení hlavní domovní skříňe s elektroměrovým rozvaděčem je v příloze 2.

9.5. Dimenzování kabelů

Dimenzování kabelu přívodu k HDR

Vstupní data

Sdružené jmenovité napětí	$U_s = 400 \text{ V}$
Účinník	$\cos \varphi = 0,95$
Celkový instalovaný příkon	$P_i = 45,11 \text{ kW}$
Soudobost	$\beta = 0,37$
Celkový soudobý příkon	$P_{výp} = 16,86 \text{ kW}$
Celkový proud přípojkou	$I_{výp} = 25,61 \text{ A}$

Pro přívod k HDR bude použit 4 žilový kabel CYKY, který bude uložen v zemi a částečně ve zdivu. Maximální dovolená tepla jádra $\vartheta_{dov} = 70^\circ \text{ C}$, základní teplota jádra $\vartheta_{zákl} = 25^\circ \text{ C}$ a délka kabelu $l = 15 \text{ m}$.

Kabel není uložen v zemi při základní teplotě, proto musím z ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 určit přepočítací součinitele proudové zatížitelnosti k . K jejich určení si zvolím předběžný průřez kabelu $S = 10 \text{ mm}^2$.

k_1 – přepočítací součinitel proudové zatížitelnosti pro okolní teploty země odlišné od 20°C

$$k_1 = 0,95$$

k_2 – přepočítací součinitel proudové zatížitelnosti pro více než jeden kabel, já mám pouze jeden kabel uložený samostatně

$$k_2 = 1,0$$

I_{dov} – maximální dovolená proudová zatížitelnost

$$I_{dov} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_{nv}$$

I_{nv} – maximální jmenovitý proud daného vodiče (CYKY-J 4x10 → 81 A)

$$I_{dov} \geq I_{výp}$$

$$k_1 \cdot k_2 \cdot I_{nv} \geq I_{výp}$$

$$0,95 \cdot 1 \cdot 81 \geq 25,61$$

$$76,95 \text{ A} \geq 25,61 \text{ A}$$

→ kabel CYKY-J 4x10 z hlediska proudové zatížitelnosti vyhovuje

Kontrola přívodu na úbytek napětí

Přívodem objektu bude kabel CYKY-J 4x10 o délce 15 m. Úbytek napětí mezi elektroměrovým rozvaděčem a HDR nesmí dle normy překročit 3 % U_s .

U_s – sdružené napětí

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

l – délka kabelu

$$l = 15 \text{ m}$$

S – průřez kabelu

$$S = 10 \text{ mm}^2$$

ρ_{Cu} – rezistivita mědi

$$\rho = 0,0169 \Omega \cdot \text{mm}^{-2}$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot \rho_{Cu}}{S} \cdot I_{výp} \cdot \cos \varphi = \frac{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 0,0169 \cdot 10^{-6}}{10 \cdot 10^{-6}} \cdot 25,61 \cdot 0,95$$

$$\Delta U = 1,07 \text{ V} \approx 0,27 \% U_s$$

$$\Delta U < \Delta U_{dov}$$

→ kabel CYKY-J 4x10 z hlediska úbytku napětí vyhovuje

Návrh jištění přípojky objektu

Pro jištění hlavní přípojky použijí jistič umístěný před elektroměrem. Tento jistič musí být schopen bezpečně vypnout jak nadproudy, tak zkratové proudy. Dle ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 musí tento jistič splňovat dvě podmínky [21]:

$$\text{a) } I_{výp} \leq I_{nj} \leq I_{dov}$$

$$\text{b) } I_2 \leq 1,45 \cdot I_{dov}$$

$I_{výp}$ – výpočtový proud

I_{nj} – jmenovitý proud jističe

I_{dov} – dovolené proudové zatížení

I_2 – proud zajišťující účinné zapůsobení ochranného přístroje ve smluvené době

Dle výpočtového proudu (25,61 A) volíme třífázový jistič se jmenovitým proudem 32 A s vypínací charakteristikou B. Dovolené proudové zatížení pro náš konkrétní případ je již spočítáno výše, jeho hodnota je 76,95 A. Dle ČSN EN 60898-1 platí, že proud $I_2 = 1,45 \cdot I_{nj}$ [22]. Nyní známe všechny potřebné proudy a můžeme provést ověření výše uvedených podmínek.

$$\text{a) } I_{výp} \leq I_{nj} \leq I_{dov}$$

$$25,61 \text{ A} \leq 32 \text{ A} \leq 76,95 \text{ A}$$

$$\text{b) } I_2 \leq 1,45 \cdot I_{dov}$$

$$1,45 \cdot I_{nj} \leq 1,45 \cdot I_{dov}$$

$$1,45 \cdot 32 \leq 1,45 \cdot 75,95$$

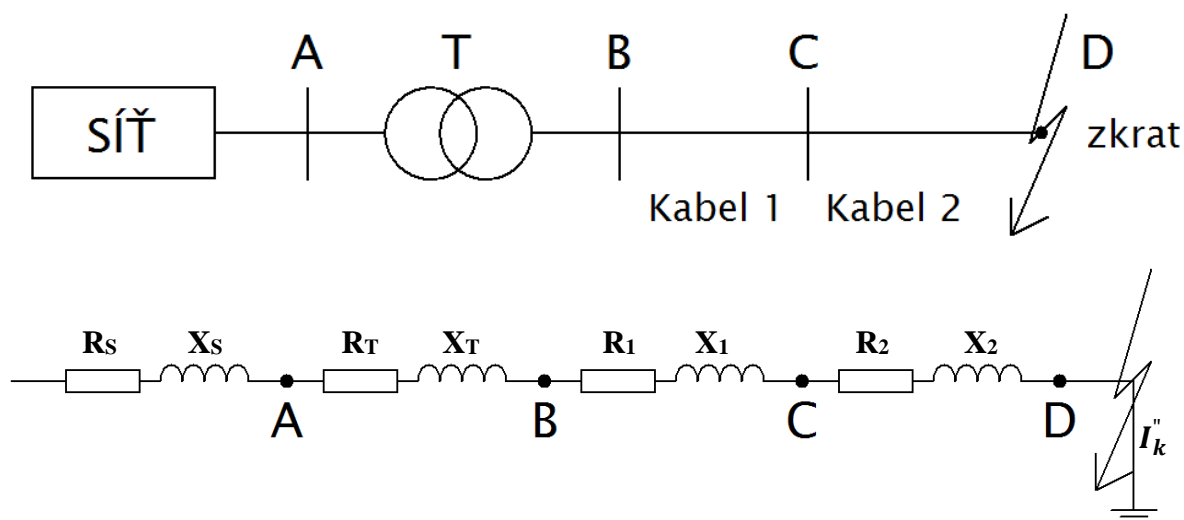
$$46,4 \text{ A} \leq 110,13 \text{ A}$$

→ obě podmínky jsou splněny a navržený jistič 3/32 A/B pro jištění přípojky vyhovuje

Výpočet rázového zkratového proudu

Rázový zkratový výkon je důležitý pro dimenzování zkratové odolnosti použitých nadproudových ochran. Jističe a chrániče se vyrábějí běžně v řadách 6 kA a 10 kA. S rostoucí hodnotou zkratové odolnosti roste cena přístroje, my zvolíme přístroje se zkratovou odolností 6 kA.

Pro výpočet rázového zkratového proudu je nutné znát zkratový výkon transformátoru. Dle ČEZ Distribuce se v našem případě jedná o transformační stanici 22/0,4 kV o výkonu 630 kVA. V návrhu budu uvažovat souměrný třífázový zkrat, který často vede k nejvyšším hodnotám předpokládaného zkratového proudu, který musí přístroje vydržet.



Obrázek 31 - Schéma zkratového obvodu

Síťový napáječ

$$S_{kS}'' = 2,5 \text{ MVA}$$

$$U_1 = 22 \text{ kV}$$

$$U_2 = 0,4 \text{ kV}$$

$$p = \frac{U_1}{U_2} = \frac{22}{0,4} = 55$$

$c = 1,1$ - konstanta zahrnující kolísání napětí v čase, přepínání odboček transformátoru, apod.

- pro elektrickou soustavu uvažujeme 1,1

Zkrat se nachází v síti NN na straně nižšího napětí transformátoru, kdy známe pouze zkratový výkon. Musíme tedy vypočítat ekvivalentní impedanci Z_s vztaženou na stranu vyššího napětí:

$$Z_s = \frac{c \cdot U_1^2}{S_{kS}''} \cdot \frac{1}{p^2} = \frac{1,1 \cdot (22 \cdot 10^3)^2}{2,5 \cdot 10^6} \cdot \frac{1}{55^2} = 0,0704 \Omega = 70,4 \text{ m}\Omega$$

Transformátor

$$u_k = 6 \% = 0,06$$

$$S_T = 630 \text{ kVA}$$

$$U_1 = 22 \text{ kV}$$

$$U_2 = 0,4 \text{ kV}$$

$$Z_T = u_k \cdot \frac{U_2^2}{S_T} = 0,06 \cdot \frac{400^2}{630 \cdot 10^3} = 0,0152 \text{ } \Omega = 15,2 \text{ m}\Omega$$

Kabel 1

$$\text{AYKY-J } 3 \times 240 + 120 \text{ mm}^2$$

$$l_1 = 211 \text{ m}$$

$$R_1' = 0,125 \text{ } \Omega \cdot \text{km}^{-1}$$

$$L_1' = 0,240 \text{ mH} \cdot \text{km}^{-1}$$

$$R_1 = R_1' \cdot l_1 = 0,125 \cdot 0,211 = 0,0264 \text{ } \Omega = 26,4 \text{ m}\Omega$$

$$X_1 = L_1' \cdot 2\pi \cdot f \cdot l_1 = 0,240 \cdot 10^{-3} \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 0,211 = 0,0159 \text{ } \Omega = 15,9 \text{ m}\Omega$$

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_1^2} = \sqrt{26,4^2 + 15,9^2} = 30,8 \text{ m}\Omega$$

Kabel 2

$$\text{CYKY-J } 4 \times 10$$

$$l_2 = 15 \text{ m}$$

$$R_2' = 1,830 \text{ } \Omega \cdot \text{km}^{-1}$$

$$L_2' = 0,300 \text{ mH} \cdot \text{km}^{-1}$$

$$R_2 = R_2' \cdot l_2 = 1,830 \cdot 0,015 = 0,0275 \text{ } \Omega = 27,5 \text{ m}\Omega$$

$$X_2 = L_2' \cdot 2\pi \cdot f \cdot l_2 = 0,300 \cdot 10^{-3} \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 0,015 = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ } \Omega = 1,4 \text{ m}\Omega$$

$$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_2^2} = \sqrt{27,5^2 + 1,4^2} = 27,5 \text{ m}\Omega$$

Celková náhradní impedance

$$Z_c = Z_S + Z_T + Z_1 + Z_2 = 70,4 + 15,2 + 30,8 + 27,5 = 143,9 \text{ m}\Omega$$

Zkratový proud

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

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_c} = \frac{1,1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 143,9 \cdot 10^{-3}} = 1765 \text{ A} = 1,8 \text{ kA}$$

→ zvolené přístroje se zkratovou odolností 6 kA vyhovují

Ekvivalentní oteplovací proud

Dle ampérsekundové charakteristiky vypnou zvolené pojistky vypočtený zkratový proud za 2,5 ms. Já budu uvažovat trvání zkratu jako nejnepříznivější povolenou dobu, tedy dobu 0,2 s. Z doby trvání zkratu určíme součinitel pro výpočet ekvivalentního proudu k_e , který bude roven 1,10 [1].

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

$$k_e = 1,10$$

$$I_{ke} = k_e \cdot I_k'' = 1,10 \cdot 1765 = 1942 \text{ A} = 1,94 \text{ kA}$$

Kontrola na minimální průřez

Pomocí ekvivalentního oteplovacího proudu lze určit velikost průřezu vodiče, který vyhoví z hlediska tepelného zkratovým proudům.

$$S_{min} \leq S$$
$$S_{min} = \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{K}$$
$$K = \sqrt{\frac{c}{\rho_{20}} (\vartheta_f + 20) \ln \frac{\vartheta_f + \vartheta_k}{\vartheta_f + \vartheta_1}}$$

$\vartheta_1 = 70^\circ \text{ C}$ – teplota, která nesmí být překročena při normálním provozu

$\vartheta_k = 160^\circ \text{ C}$ – teplota, která nesmí být překročena při zkratu (z důvodu poškození izolace)

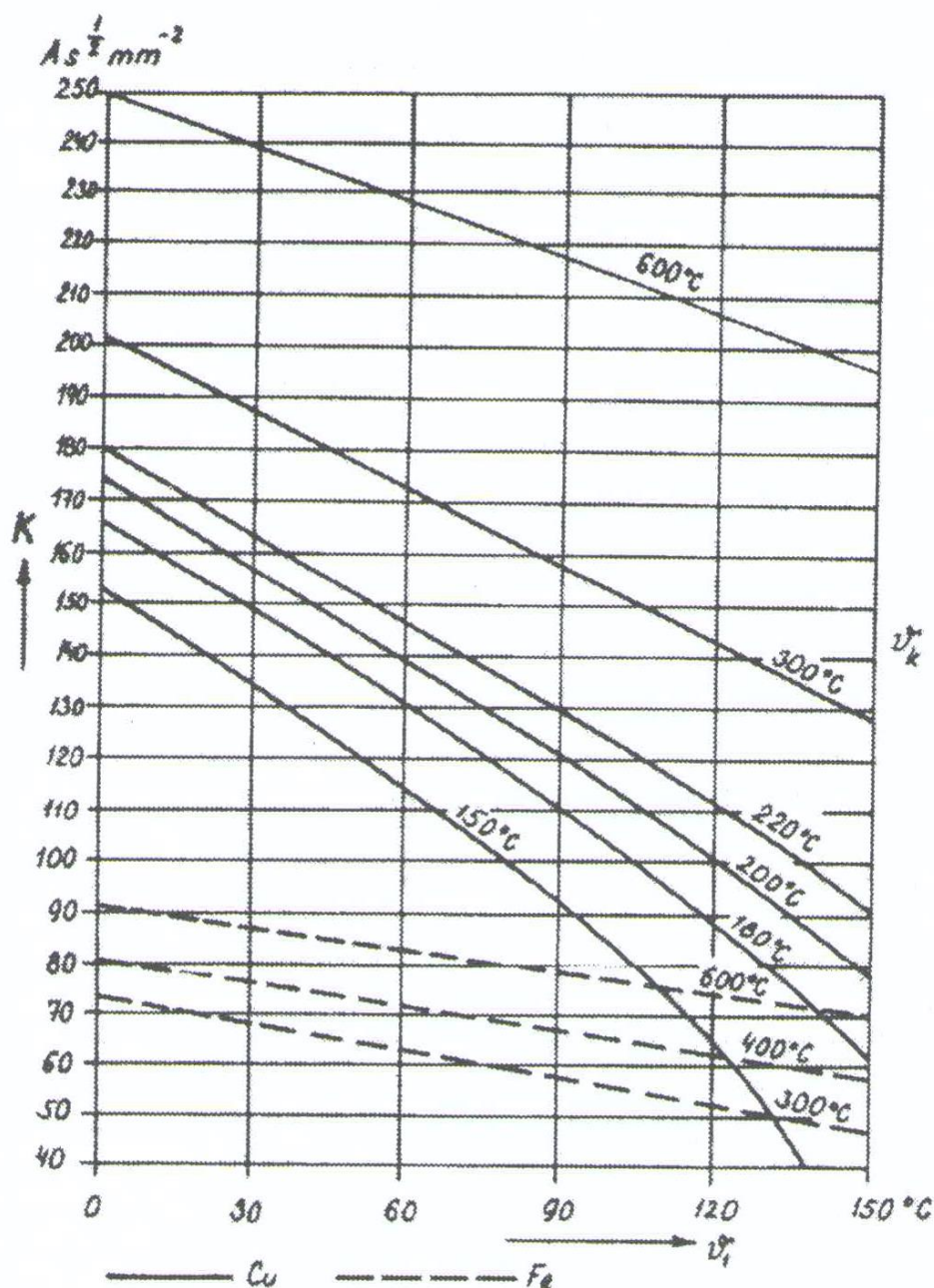
Materiálovou konstantu K lze určit výpočtem z fyzikálních parametrů materiálu vodiče či pomocí grafu na obrázku 32. Já jsem konstantu určil pomocí tohoto grafu, kdy materiálová konstanta $K = 115 \text{ A} \cdot \text{s}^{\frac{1}{2}} \cdot \text{mm}^{-2}$.

$$S_{min} = \frac{I_{ke} \cdot \sqrt{t_k}}{K} = \frac{1942 \cdot \sqrt{0,2}}{115} = 7,6 \text{ mm}^2$$

$$S_{min} \leq S$$

$$7,6 \text{ mm}^2 \leq 10 \text{ mm}^{-2}$$

→ kabel CYKY-J 4x10 z kontroly minimálního průřezu vyhovuje



Obrázek 32 - Graf pro určení materiálové konstanty K [1]

9.6. Hlavní domovní rozvaděč (HDR) a podružný rozvaděč (R2)

Hlavní domovní rozvaděč bude umístěn v přízemí ve stěně ve vstupní hale, ve výšce přibližně 1,7 m nad podlahou. Bude použit rozvaděč typu RNG-2P28 s průhlednými dvířky s levým otevíráním od společnosti OEZ [13]. V rozvaděči se počítá i s rezervou pro budoucí úpravu elektroinstalace. Detailní rozkreslení a osazení jednotlivými prvky, včetně typů těchto prvků, se nachází v příloze 3. V rozvaděči se zřetelně a srozumitelně označí jednotlivé obvody, například zásuvky – kuchyň, bojler, sporák, světla – koupelna, apod.

V HDR bude provedeno rozdělení vodiče PEN na vodiče PE a N, dojde k přechodu ze sítě TN-C na síť TN-S. Bod rozdělení (ochranný vodič) bude spojen zelenožlutým vodičem CY16 s ekvipotenciální přípojnici⁶ (centrální ochranná svorkovnice) umístěnou pod rozvaděčem v elektroinstalační plastové krabici. Pomocí EP se spojí přepět'ové ochrany s vodivými částmi vstupujícími do objektu (vodovod, ústřední topení, kanalizace, plynové potrubí, ventilace) a další kovové konstrukční části objektu. Dále se EP spojí se zemnicími pásy v základech domu. S ekvipotenciální přípojnici bude také spojeno doplňkové pospojování z koupelen a WC.

9.7. Silnoproudé elektrické rozvody

Elektroinstalace bude vedena pod omítkou. Vedení zásuvkových okruhů povedeme v dolní instalační zóně a světelné okruhy povedeme v horní instalační zóně dle ČSN 33 2130 [15]. Všechny rozvody budou provedeny měděnými kabely, počet žil a průřez bude volen s ohledem na účel a jmenovitý proud zapojovaného okruhu.

Světelné obvody

Rozvod světelných obvodů bude realizován kabely CYKY-J 3x1,5 uložených pod omítkou ve stěnách či stropěch. Všechny světelné obvody jsou jištěny 10A jističem s charakteristikou B a nejsou připojeny přes proudový chránič. Na světelné obvody jsou připojeny také ventilátory na WC, které mají nastaven automatický doběh po zhasnutí světla. Rozkreslení rozvodů se nachází v příloze 5 a 6.

Kabely k vypínačům budou taktéž vedeny ve stěnách pod omítkou a typ zvoleného kabelu se bude lišit dle typu vypínače (jednopolový, střídavý, křížový, apod.). Kromě již zmíněného kabelu CYKY-J 3x1,5 budou použity také kabely CYKY-O 2x1,5, CYKY-O 3x1,5 a CYKY-O 5x1,5.

Většina vypínačů bude umístěna vedle dveří do místnosti, vždy se budou nacházet na straně u kliky ve výšce 1,2-1,3 m nad podlahou. Venkovní svítidla nad vchodovými dveřmi a u garáže nemají mechanický vypínač, tato světla se spínají pomocí pohybového čidla. Svítidla nebudou osazena, budou pro ně pouze vytvořeny vývody ze stropů či stěn, které budou zakončeny lustrovými svorkami. Venkovní osvětlení a osvětlení garáže musí být provedeno svítidly s krytím IP 44 a vyšším. Konkrétní svítidla nejsou předem dána, jejich výběr je ponechán na pozdějším majiteli.

⁶ Dále jen EP

Zásuvkové obvody

Rozvod zásuvkových okruhů bude proveden kabely CYKY-J 3x2,5 uložených pod omítkou ve stěnách. Každý zásuvkový okruh je jištěn 16A jističem s charakteristikou B a dále jsou zásuvkové okruhy chráněny proudovým chráničem s reziduálním proudem 30 mA. Zásuvky pro pračku, sušičku a myčku jsou zapojeny na samostatně jištěné jednofázové okruhy. Zásuvka pro pračku, která je umístěna v koupelně, je ještě dodatečně chráněna pomocí doplňkového pospojování provedeného v koupelně. Rozkreslení rozvodů lze nalézt v příloze 7 a 8.

Zásuvky budou instalovány do výšky 30 cm nad podlahou. V kuchyni budou zásuvky nainstalovány jak do výšky 30 cm nad podlahou, tak do výšky 1 m nad podlahou. Tato výška bude v prostoru s pracovní deskou, kde se musí zásuvky nacházet nad touto plochou, aby byly dobře přístupné. V garáži je umístěna jedna zásuvka na stropě, která bude využita pro zapojení pohonu ovládání garážových vrat.

Součástí instalace jsou taktéž venkovní zásuvky, které musí být provedeny s krytím IP44 a vyšším, v garáži taktéž použijeme zásuvky s tímto stupněm krytí.

Ohřev TUV

Ohřev teplé vody je prováděn pomocí bojleru umístěného v technické místnosti. Bojler je připojen přes proudový chránič pomocí kabelu CYKY-J 5x4 a je spínán v nízkém tarifu pomocí stykače ovládaného HDO z elektroměrového rozvaděče.

Bojler bude vyhříván na 60-63° C, což je ekonomicky nejvýhodnější teplota, jelikož energetické ztráty jsou nejmenší, a zároveň je při této teplotě omezena tvorba minerálů a potlačen rozvoj bakterií. Vyšší teploty by byly nevýhodné z hlediska životnosti zásobníku, při vyšších teplotách by se více uvolňovaly minerály a zanášely by zásobník, tvořil by se tzv. vodní kámen. Nižší teploty jsou nevhodné ze zdravotního hlediska, jelikož při nižší teplotě nedochází k zániku bakterií, které se mohou ve vodě tvořit.

Trojfázové obvody

V garáži a venku na stěně domu jsou umístěny trojfázové zásuvky. Vždy se jedná o jednu trojfázovou zásuvku, která je jištěna 16A jističem s charakteristikou B a navíc je zapojena přes proudový chránič. Zásuvky jsou připojeny pomocí kabelu CYKY-J 5x2,5, použity budou pětikolíkové zásuvky se stupněm krytí IP44 a vyšším.

Dalším trojfázovým obvodem je rozvod pro elektrický sporák. Přívod je realizován kabelem CYKY-J 5x4 a zakončen sporákovou kombinací, což je trojfázový vypínač s doutnavkou, která signalizuje zapnutý a vypnutý stav. Jištění je provedeno proudovým chráničem s jističem, jak je naznačeno ve schématu HDR v příloze 3. Nad sporákem bude umístěna digestoř (odsavač par a pachů), která je napojena na zásuvkový okruh kuchyně.

Koupelny

V koupelně norma definuje 4 zóny (zóna 0-3) a umístění elektrických zařízení musí tyto zóny respektovat. V objektu se v koupelnách nevyskytuje zóna 0 ani zóna 1, v koupelně v prvním poschodí se v zóně 2 nachází pouze jedno nástěnné svítidlo a všechna ostatní zařízení jsou umístěna v zóně 3. Svítidlo v zóně 2 je chráněno proudovým chráničem s reziduálním proudem 30 mA a 10A jističem s charakteristikou B. Všechna ostatní zařízení v této koupelně i v koupelně v druhém poschodí už se nacházejí v zóně 3. Všechny zásuvkové obvody jsou chráněny proudovými chrániči s citlivostí 30 mA a 16A jističi, světelné obvody jsou chráněny pouze 10A jističi.

V koupelnách se nacházejí zásuvky pouze u umyvadel, tudíž tyto zásuvky budou instalovány do vzdálenosti alespoň 20 cm od hrany umyvadla či do výšky alespoň 120 cm nad podlahou. Výše zmíněné nástěnné svítidlo, které se nachází v zóně 2, bude umístěno alespoň ve výšce 1,8 m nad podlahou a zároveň nejméně 0,4 m nad hranou umyvadla.

V koupelnách bude realizována ochrana dodatečným pospojováním. Budou tedy spojeny všechny ochranné vodiče zásuvek a všechny neživé části vodivého příslušenství (vana, trubky, ...) nacházejícího se v jednotlivých koupelnách. Dodatečné pospojování bude provedeno vodičem CY4 zelenožlutým.

9.8. Slaboproudé rozvody

Slaboproudý rozvod bude veden v plastových elektroinstalačních trubkách pod omítkou v dolní instalační zóně dle ČSN 33 2130 [15]. Rozvod bude veden ve vzdálenosti 20 cm od silnoproudého rozvodu a bude proveden v souladu s ČSN 34 2300 ed. 2. Rozkreslení slaboproudých rozvodů se nachází v příloze 9 a 10.

Rozvaděč pro slaboproudé rozvody je umístěn ve vstupní hale vedle HDR. Bude použita skříň od firmy Eaton, typ SOHO 2A9/GL/ZS s 9ti pozicemi o šířce 10". V rozvaděči budou umístěny prvky televizního a ethernetového rozvodu, zároveň je počítáno i s rezervou pro budoucí úpravu prvků instalace.

Od antény umístěné na střeše jsou taženy rozvody do skříně, ve které je umístěn slučovač pro signál pozemního a satelitního vysílání, ze slučovače jsou poté rozvody vedeny k jednotlivým koncovým TV&SAT zásuvkám. Ve slučovači se bude slučovat signál pozemního digitálního vysílání se satelitním vysíláním. Satelit nebude instalován, toto se nechává na rozhodnutí budoucího majitele, ale rozvody jsou pro tuto možnost již připraveny. Rozvody k jednotlivým zásuvkám jsou provedeny koaxiálním kabelem KK 80-46 o impedanci 75 Ω . Jako koncové zásuvky jsou zvoleny zásuvky EU3302N, rámečky a krytky nebudou zvoleny, jejich volba

se ponechá na vkusu budoucího majitele. Zásuvky budou nainstalovány do výšky 30 cm nad podlahou.

Připojení k internetu může být v objektu realizováno pomocí ADSL modemu či bezdrátovým připojením Wi-Fi, konečnou variantu si zvolí budoucí majitelem sám. Rozvody k jednotlivým datovým zásuvkám budou vedeny paprskovitě ze skříně pro slaboproudé rozvody. Rozvod bude realizován datovým kabelem UTP CAT 5E 4x2xAWG24 Belden. Kabely budou vedeny v instalačních trubkách a ke každé zásuvce povede jeden kabel. Jako datové zásuvky jsou zvoleny datové zásuvky Tango s dvěma konektory RJ-45 od firmy ABB, které budou instalovány do výšky 30 cm nad podlahou. Kromě těchto zásuvek může být internet po objektu šířen pomocí Wi-Fi, což bude doporučovaná metoda šíření internetového signálu po objektu.

9.9. Elektrický zabezpečovací systém

Téměř celý zabezpečovací systém je řešen drátově a bude se skládat z prvků od firmy Jablotron. Drátová varianta je zvolena hlavně kvůli pohodlí uživatele, díky drátovému řešení nebude nutné přibližně každé 3 roky měnit baterie ve všech prvcích. U drátového řešení stačí pouze vyměnit baterii ve venkovní siréně a hlásiči požáru. Dále se bude muset vyměnit zálohovací akumulátor v ústředně a je nutná i výměna hlásiče úniku plynu, ale obojí má větší životnost než pouhé tři roky (hlásič úniku plynu vydrží přibližně 7 let, vždy je na něm doba výměny uvedena). Rozmístění prvků EZS je vyznačeno v příloze 11 a 12.

Ústředna EZS se bude nacházet v technické místnosti, zvolil jsem ústřednu JA-83K. Do tohoto typu ústředny budou doinstalovány 2 moduly JA-82C, které slouží k rozšíření počtu drátových vstupů, a GSM modul JA-82Y, který bude sloužit k dálkovému přístupu přes telefon a pro odesílání poplachových zpráv uživateli. Také bude do ústředny dokoupen 12 V/18 Ah zálohovací akumulátor SA214-18, který zajistí činnost EZS v případě výpadku elektrické energie. Z ústředny jsou vedeny rozvody k jednotlivým prvkům pomocí kabelu SYKFY 5x2x0,5, který bude uložen pod omítkou v instalačním trubkách. Tyto rozvody budou zajišťovat komunikaci s ústřednou a napájení jednotlivých prvků.

Hlavní ochrana objektu bude tvořit 13 pohybových čidel typu JS-20-LARGO, které jsou nainstalovány na všech místech s nebezpečím násilného vstupu. Všechna čidla jsou nainstalovány těsně pod hranicí stropu, ve výšce přibližně 2,5 m. V obývacím pokoji u vstupu na terasu se dále nachází detektor rozbití skla GBS-210. Vstup do domu je chráněn dveřním kontaktem SA-201-A na vstupních dveřích. Tento kontakt a pohybové čidlo ve vstupní hale nespustí poplach okamžitě, ale aktivují odložený poplach, aby měl majitel čas na zadání kódu pro deaktivování ochrany po vstupu do objektu.

V objektu se také nachází kombinovaný detektor kouře a teplot se sirénou SD-283ST, který je nainstalován na stropě v kuchyni a druhý je ve druhém patře nad schodištěm. Tento detektor je vybaven baterií, která ho napájí při výpadku elektrické energie a detektor je při takovémto výpadku zcela autonomní. Jelikož vytápění domu je prováděna plynem, je v technické místnosti, kde se nachází plynový kotel, nainstalován na stropě detektor plynu EI208DW. Detektor plynu je napájen vestavěnou baterií, která ho napájí po celou dobu životnosti a činí ho zcela autonomním. Detektor je však nutné jednou za čas vyměnit, doba životnosti je uvedena na detektoru (většinou cca 7 let).

Akustickou a optickou signalizaci poplachu zajišťuje jedna vnitřní a jedna venkovní siréna. Vnitřní siréna SA-105 bude umístěna na chodbě v prvním patře domu a venkovní siréna OS-360A je umístěna na pravé straně domu těsně pod střechou, aby byl znesnadněn přístup potenciálního pachatele k této siréně.

K ovládání EZS slouží klávesnice JA-81E, která je umístěna vedla vchodových dveří. K aktivování/deaktivování okruhu čidel v garáži lze využít bezdrátový ovladač RC-86K. Tento ovladač bude sloužit pouze k vypnutí ochrany garáže, aby majitel mohl vjíždět do garáže bez deaktivace alarmu v domě. Ovladač lze také nastavit na současné ovládání garážových vrat společně s čidly, nebyly by tedy nutné dva různé ovladače (jeden pro EZS a jeden k otevírání/zavírání vrat). Tato možnost bude ponechána na preferenci budoucího majitele.

Určení doby napájení EZS pomocí zálohovacího akumulátoru:

- Součet klidových proudových odběrů prvků EZS

$$\sum I = 0,587 A$$

- Kapacita akumulátoru

$$C = 18 Ah$$

- Doba napájení EZS

$$t = \frac{C}{\sum I} = \frac{18}{0,587} = 30,66 h \approx 30 h 39 min$$

9.10. Ochrana objektu před bleskem a přepětím

Systém ochrany objektu před hmotnými škodami způsobenými atmosférickými výboji bude tvořen vnějším a vnitřním systémem ochran. Vnější systém ochrany bude bleskosvod a vnitřním bude systém přepět'ových ochran. Celý systém ochrany objektu bude řešen v souladu s normou ČSN EN 62305-1, 2, 3, 4, všechny již v ed. 2 [17, 18, 19, 20].

Přepět'ové ochrany

V objektu bude pro maximální ochranu instalován třístupňový systém přepět'ových ochran, které budou tvořit svodiče přepětí typu 1 až 3. V hlavním domácím rozvaděči bude umístěn kombinovaný svodič bleskových proudů a přepětí, tedy 1. a 2. stupeň. Tímto svodičem bude SJBC-25E-3-MZS od firmy OEZ, který je zapojen mezi fáze a vodič PEN a je uzemněn pomocí připojení na EP. Třetí stupeň ochrany budou tvořit jednofázové zásuvky se zabudovanou ochranou před přepětím umístěné u vybraných elektrických zařízení. Vybrány budou zásuvky typové řady Tango od firmy ABB, které umístíme v obývacím pokoji v místě předpokládaného umístění TV. Dále budou naistalovány jako zásuvky pro plynový kotel a automatická garážová vrata. Třetím stupněm přepět'ové ochrany bude dále chráněno napájení ústředny EZS, zde bude zvolena přepět'ová ochrana SVD-253-1N-MZS od firmy OEZ.

Televizní anténa bude chráněna pomocí jímače na komíně, nemělo by tedy dojít k přímému úderu blesku, ale riziko indukování přepětí při průchodu bleskového proudu trvá. Z tohoto důvodu umístíme do skříně pod střechu, co nejbližší vstupu anténního vedení, svodič přepětí FX 090 F75T.

Bleskosvod

Při návrhu bleskosvodu jsem použil metodu ochranného úhlu. Pomocí normy, zvolené třídy ochrany (LPS III) a výšky domu, která je 9 m, byl ochranný úhel určen na 63°. Výsledek jsem ověřil pomocí metody bleskové koule, která má pro LPS III poloměr 45 m. Celý návrh bleskosvodu a ověření soustavy pomocí metody ochranného úhlu a bleskové koule se nachází v přílohách 13, 14 a 15.

Na objektu bude bleskosvod realizován hřebenovou jímací soustavou s jedním tyčovým jímačem připevněným na komín. Tento jímač bude dlouhý 100 cm a bude spojen s pomocnými jímači, které se budou nacházet na krajích hřebene objektu. Pomocné jímače budou součástí hřebenového vedení a budou dlouhé 15 cm a nakloněny o 15° mimo objekt. Pomocné jímače, hřebenové vedení a svody budou realizovány drátem AlMgSi o průměru 8 mm. Na pomocné jímače bude s využitím křížových svorek připojeno svodové vedení, které bude přes ochranný úhelník a zkušební svorky vedeno do země. Svody budou na objektu dva a budou dále pomocí okapových svorek svedeny ke zkušebním svorkám. Okapové svorky budou spojovat okapy s jímací soustavou. Svody budou od zkušebních svorek chráněny před mechanickým poškozením pomocí ochranného úhelníku. Zkušební svorky budou pomocí štítku označeny číslem svodu. Soustava bude uzemněna pomocí svisle umístěného tyčového zemniče FeZn o průměru 20 mm a o délce 2,5 m.

10. Ekonomická bilance

10.1. Investiční náklady elektroinstalace

Pro potřeby ekonomické bilance jsem vybral prvky a jejich ceny dle aktuální nabídky, z tohoto důvodu jsou ceny pouze orientační, jelikož ceny se u jednotlivých dodavatelů liší. Při uvažování kabelů je do jejich potřebné délky zahrnuta rezerva 20 %. Do bilance jsou zahrnuty také náklady spojené s připojením na DS. Všechny uvedené ceny jsou ceny včetně DPH.

Silnoproudý rozvod			
Popis	Množ.	Cena/ks (m)	Cena celkem
<u>Rozvaděče, připojení na DS</u>			
Přípojková skříň DCK Holoubkov ES212 + 100/PVE8P	1 ks	10 115,00 Kč	10 115,00 Kč
Pojistka nožová OEZ PNA000 50A gG	3 ks	45,74 Kč	137,22 Kč
Jistič OEZ LPE-32B-3	1 ks	303,00 Kč	303,00 Kč
Nástěnná rozvodnice OEZ RNG-2P28	2 ks	558,00 Kč	1 116,00 Kč
Kombinovaný svodič přepětí OEZ SJBC-25E-3-MZS	1 ks	12 820,00 Kč	12 820,00 Kč
Svodič přepětí OEZ SVC-350-3N-MZS	1 ks	3 709,86 Kč	3 709,86 Kč
Proudový chránič Eaton PF7-25/4/003	3 ks	1 257,00 Kč	3 771,00 Kč
Proudový chránič Eaton PF7-25/2/003	6 ks	970,60 Kč	5 823,60 Kč
Svodič bleskových proudů FX 090 F75T	1 ks	1 329,00 Kč	1 329,00 Kč
Jistič OEZ LPE-16B-3	2 ks	221,93 Kč	443,86 Kč
Jistič OEZ LPE-16B-1	15 ks	65,34 Kč	980,10 Kč
Jistič OEZ LPE-10B-1	10 ks	58,98 Kč	589,80 Kč
Jistič OEZ LPE-2B-1	1 ks	109,12 Kč	109,12 Kč
Ekvipotenciální svorkovnice	1 ks	184,69 Kč	184,69 Kč
Poplatek spojený s připojením na DS		16 000,00 Kč	16 000,00 Kč
Celkem			57 432,25 Kč
<u>Zásuvky, spínače, přepět'ová ochrana 3. stupeň</u>			
Jednopolový vypínač ABB Tango (řaz. 1)	11 ks	147,00 Kč	1 617,00 Kč
Střídavý vypínač ABB Tango (řaz. 6)	7 ks	157,00 Kč	1 099,00 Kč
Křížový vypínač ABB Tango (řaz. 7)	6 ks	197,00 Kč	1 182,00 Kč
Dvojitý střídavý vypínač ABB Tango (řaz. 6+6)	4 ks	217,00 Kč	868,00 Kč
Dvojitý vypínač jednopolový ABB Tango	2 ks	187,00 Kč	374,00 Kč
Třífázový spínač s doutnavkou (sporáková komb.)	1 ks	342,81 Kč	342,81 Kč
Zásuvka 230 V/16 A ABB Tango	12 ks	98,00 Kč	1 176,00 Kč
Zásuvka dvojitá 230 V/16 A ABB Tango	31 ks	145,00 Kč	4 495,00 Kč
Zásuvka 400 V/16 A 5-pól. IP44	2 ks	116,00 Kč	232,00 Kč
Zásuvka 230 V/16 A IP44 ABB Tango	2 ks	158,75 Kč	317,50 Kč
Zásuvka dvojitá 230 V/16 A IP44 ABB	4 ks	155,00 Kč	620,00 Kč
Zásuvka dvojitá 230 V/16 A ABB Tango, s přepět'.ochr.	6 ks	835,00 Kč	5 010,00 Kč
Svodič přepětí OEZ SVD-253-1N-MZS	1 ks	1 646,00 Kč	1 646,00 Kč

Krabice univerzální Kopus KU 68-1901	50 ks	6,00 Kč	300,00 Kč
Trubka ohebná LPFLEX 16 mm	450 m	4,00 Kč	1 800,00 Kč
Celkem			21 079,31 Kč
<u>Kabely</u>			
CYKY-J 4x16	18 m	192,00 Kč	3 456,00 Kč
CYKY-O 2x1,5	30 m	11,00 Kč	330,00 Kč
CYKY-J 3x1,5	170 m	13,00 Kč	2 210,00 Kč
CYKY-J 3x2,5	225 m	23,00 Kč	5 175,00 Kč
CYKY-J 5x2,5	15 m	42,00 Kč	630,00 Kč
CYKY-J 5x4	20 m	65,00 Kč	1 300,00 Kč
CYKY-O 3x1,5	12 m	17,00 Kč	204,00 Kč
CYKY-O 5x1,5	10 m	19,00 Kč	190,00 Kč
CY4 zž	25 m	15,00 Kč	375,00 Kč
CY16 zž	5 m	51,00 Kč	255,00 Kč
Celkem			14 125,00 Kč
Celkem za silnoproudý rozvod			92 636,56 Kč
Slaboproudý rozvod			
Popis	Množ.	Cena/ks (m)	Cena celkem
<u>TV&SAT</u>			
Rozvaděč Eaton SOHO 2A9/GL/ZS	1 ks	3 523,23 Kč	3 523,23 Kč
Slučovač TEROZ T 226 X	1 ks	145,00 Kč	145,00 Kč
Anténní stožár + kotvení	1 ks	1 054,00 Kč	1 054,00 Kč
Koaxiální kabel KK 80-46 75Ohm	65 m	8,20 Kč	533,00 Kč
Zásuvka koncová TV&SAT EU3302N	6 ks	127,00 Kč	762,00 Kč
Celkem			6 017,23 Kč
<u>Datové rozvody</u>			
Kabel UTP CAT 5E 4x2xAWG24 Belden	120 m	7,00 Kč	840,00 Kč
Konektor RJ-45 pro kabel	15 ks	3,00 Kč	45,00 Kč
Datová zásuvka ABB Tango, 2xRJ-45 Cat 5e	6 ks	206,11 Kč	1 236,66 Kč
Celkem			2 121,66 Kč
Celkem za slaboproudý rozvod			8 138,89 Kč
Bleskosvod			
Popis	Množ.	Cena/ks (m)	Cena celkem
Jímací tyč, nerez, 1 m	1 ks	441,70 Kč	441,70 Kč
Okapová svorka, nerez	2 ks	37,90 Kč	75,80 Kč
Svorka zkušební, nerez	2 ks	68,90 Kč	137,80 Kč
Ochranný úhelník, FeZn	2 ks	147,72 Kč	295,44 Kč
Podpěra vedení hřebenová, nerez	20 ks	94,16 Kč	1 883,20 Kč
Podpěra vedení pod tašky, nerez	14 ks	74,64 Kč	1 044,96 Kč
Podpěra vedení do zdiva, nerez	10 ks	68,30 Kč	683,00 Kč
Držák ochranného úhelníku, FeZn	2 ks	22,43 Kč	44,86 Kč

Drát AlMgSi, průměr 8 mm	45 m	18,48 Kč	831,60 Kč
Tyčový zemnič FeZn 2,5 m, průměr 20 mm	2 ks	484,21 Kč	968,42 Kč
Štítek označení	2 ks	5,00 Kč	10,00 Kč
Zemnicí pásek FeZn 30x4 mm	30 m	34,90 Kč	1 047,00 Kč
Svorka křížová, nerez	2 ks	45,70 Kč	91,40 Kč
Držák jímače na komín, nerez	1 ks	62,40 Kč	62,40 Kč
Celkem za bleskosvod			7 617,58 Kč
Zabezpečovací systém			
Popis	Množ.	Cena/ks (m)	Cena celkem
Ústředna Jablotron JA-83K	1 ks	2 795,00 Kč	2 795,00 Kč
Modul Jablotron JA-82C	2 ks	788,00 Kč	1 576,00 Kč
GSM modul Jablotron JA-82Y	1 ks	6 025,00 Kč	6 025,00 Kč
Zálohovací akumulátor Jablotron SA214-18 12V/18Ah	1 ks	1 139,00 Kč	1 139,00 Kč
Pohybové čidlo Jablotron JS-20-LARGO	13 ks	436,00 Kč	5 668,00 Kč
Klávesnice Jablotron JA-81E	1 ks	2 030,00 Kč	2 030,00 Kč
Dveřní kontakt Jablotron SA-201-A	1 ks	81,00 Kč	81,00 Kč
Požární detektor Jablotron SD-283ST	2 ks	825,00 Kč	1 650,00 Kč
Detektor tříštění skla Jablotron GBS-210	1 ks	816,00 Kč	816,00 Kč
Detektor úniku plynu Jablotron EI208DW	1 ks	1 703,00 Kč	1 703,00 Kč
Venkovní siréna Jablotron OS-360A	1 ks	1 543,00 Kč	1 543,00 Kč
Vnitřní siréna Jablotron SA-105	1 ks	310,00 Kč	310,00 Kč
Dálkový ovladač Jablotron RC-86K	2 ks	475,00 Kč	950,00 Kč
Kabel SYKFY 5x2x0,5	85 m	11,00 Kč	935,00 Kč
Celkem za zabezpečovací systém			27 221,00 Kč
Celkem za elektroinstalaci			135 614,03 Kč

10.2. Předpokládané roční energetické náklady

Odhad ročních energetických nákladů vychází ze zvoleného tarifu D25d (Comfort Akumulace 8) od ČEZ Distribuce a.s. a z odhadnuté roční spotřeby elektrické energie, která byla odhadnuta na 6500 kWh/rok [23]. Spotřeba byla následně rozdělena na spotřebu v nízkém a vysokém tarifu, v nízkém tarifu je uvažováno 40 % celkové spotřeby a zbytek je uvažován ve vysokém tarifu.

Předpokládaná roční spotřeba	6500 kWh/rok
Předpokládaná spotřeba VT	3900 kWh/rok
Předpokládaná spotřeba NT	2600 kWh/rok
<u>Regulované platby za dopravu elektřiny</u>	
Měsíční platba za příkon dle jmenovité proudové hodnoty jističe před elektroměrem	
nad 3x25 A do 3x32 A včetně	170,61 Kč
cena za 1 MWh VT	2 090,42 Kč
cena za 1 MWh NT	44,70 Kč
Ostatní služby (cena za 1 MWh)	
cena systémových služeb	127,38 Kč
cena na podporu výkupu elektřiny	598,95 Kč
cena za činnost zúčtování OTE	8,40 Kč
<u>Silová elektřina</u>	
pevná cena za měsíc	72,60 Kč
cena za 1 MWh VT	1 828,31 Kč
cena za 1 MWh NT	1 082,95 Kč
Předpokládané roční náklady	25 909,20 Kč

11. Závěr

V práci jsem uvedl základní informace o návrhu elektroinstalace, které byly pro můj projekt relevantní. Některé kapitoly jsou pouze stručným nástinem jednotlivých témat, jelikož některá témata by vydala na celé samostatné práce.

V teoretické části jsou zahrnuty všechny důležité informace a jednotlivé prvky, které jsem následně využíval při samotném návrhu. Provedl jsem nastínění principu funkce jednotlivých prvků a zásady při navrhování elektrických rozvodů. Taktéž jsou zde uvedeny všechny podstatné vztahy, ze kterých je v praktické části určena velikost hlavního jističe a ověřen správný výběr jednotlivých prvků. Samostatnou kapitolu jsem věnoval popisu ochrany objektu před bleskem a provedení bleskosvodu společně s nutným uzemněním celé jímací soustavy. Poslední kapitola v teoretické části je věnována popisu elektronického zabezpečovacího systému objektu a popisu jednotlivých komponentů, kdy jsem čerpal hlavně z materiálů české firmy Jablotron.

Další velkou částí práce je technické zpráva a samotný praktický návrh celé elektroinstalace včetně ochrany objektu před bleskem a alarmu. Vypracování všech výkresů jsem provedl v softwaru Autodesk AutoCAD 2015, kdy jsem při návrhu dodržoval platné normy ČSN. Všechny výkresy se nacházejí v přílohách a jejich popis je uveden v praktické části v jednotlivých kapitolách a podkapitolách. Při návrhu jsou uvažovány běžně dostupné materiály a komponenty, tudíž je v poslední kapitole celé práce provedeno dohledání jednotlivých cen všech použitých prvků a proveden odhad nákladů na celý projekt. V kapitole s ekonomickou bilancí je taktéž proveden výpočet předpokládaných ročních energetických nákladů, který je proveden na základě platného ceníku společnosti ČEZ Distribuce.

12. Literatura

- [1] FENCL, František. *Elektrický rozvod a rozvodná zařízení*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009, 198 s. ISBN 978-80-01-04351-6.
- [2] DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. Brno: ERA, 2008, 149 s. ISBN 978-80-7366-120-5.
- [3] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem*. Praha: Grada, 2010, 120 s. ISBN 978-80-247-3249-7.
- [4] Přehled sortimentu, PS1-2014-C. *OEZ s.r.o.* [online]. 2014 [cit. 2015-01-26]. Dostupné z: <http://www.oez.cz/ke-stazeni/katalogy>
- [5] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. Praha: IN-EL, 2012, 104 s. ISBN 80-86230-57-3.
- [6] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, změna Z1. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Praha: ÚNMZ, 2010. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [7] ČSN 33 2000-4-473, oprava 1. *Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti - Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům*. Praha: ÚNMZ, 2007. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [8] ČSN 33 2000-5-52 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení*. Praha: ÚNMZ, 2012. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [9] ČSN 33 2000-5-51 ed. 3, změna Z1. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy*. Praha: ÚNMZ, 2014. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [10] Zákon č. 458/2000 Sb.: Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon). *Zákony pro lidi.cz* [online]. 2000 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>
- [11] Připojovací podmínky NN pro osazení měřicích zařízení v odběrných místech napojených z distribuční sítě nízkého napětí. *ČEZ Distribuce a.s.* [online]. 2011 [cit. 2015-02-21]. Dostupné z: http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/technicke-informace/cezdistribuce_pripojovacipodminky_20110401_web.pdf

- [12] Předpis č. 51/2006 Sb.: Vyhláška o podmínkách připojení k elektrizační soustavě. *Zákon pro lidi.cz* [online]. 2006 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-51>
- [13] DistriTon – Plastové rozvodnice, RS4-2011-C. *OEZ s.r.o.* [online]. 2011 [cit. 2015-02-24]. Dostupné z: <http://www.oez.cz/ke-stazeni/katalogy>
- [14] Produkty. *DCK Holoubkov Bohemia a.s.* [Online]. [cit. 2015-02-24]. Dostupné z: http://www.dck.cz/index2_.php
- [15] ČSN 33 2130 ed. 3. *Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: ÚNMZ, 2014. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [16] ČSN 34 2300 ed. 2. *Předpisy pro vnitřní rozvody vedení elektronických komunikací*. Praha: ÚNMZ, 2014. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [17] ČSN EN 62305-1 ed. 2. *Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy*. Praha: ÚNMZ, 2011. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [18] ČSN EN 62305-2 ed. 2. *Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika*. Praha: ÚNMZ, 2013. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [19] ČSN EN 62305-3 ed. 2, změna Z1. *Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a ohrožení života*. Praha: ÚNMZ, 2013. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [20] ČSN EN 62305-4 ed. 2. *Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách*. Praha: ÚNMZ, 2011. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [21] ČSN 33 2000-4-43 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy*. Praha: ÚNMZ, 2010. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [22] ČSN EN 60898-1, změna A13. *Elektrická příslušenství – Jističe pro nadproudové jištění domovních a podobných instalací – Část 1: Jističe pro střídavý provoz (AC)*. Praha: ÚNMZ, 2013. Dostupné z: <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [23] Ceník COMFORT. *ČEZ Distribuce a.s.* [Online]. 2015 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/elektrina/comfort/cenik.html#p1>
- [24] MACHÁČEK, Václav. *Elektrické přípojky nízkého napětí a připojovací podmínky dodávky elektřiny*. Praha: IN-EL, 1998, 182 s. ISBN 80-86230-01-5.
- [25] Jističe. *Multimediální Encyklopedie Fyziky* [online]. 2007 [cit. 2015-03-16]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/329-jistice>

- [26] LPN Jističe do 63 A (10 kA). *OEZ s.r.o.* [online]. 2011 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: http://www.oez.cz/uploads/oez/files/ks/3286-z01-11_cz_sk.pdf
- [27] Proudový chránič bez nadproudové ochrany. *Elektrika.cz* [online]. 2011 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/proudovy-chranic-bez-nadproudove-ochrany>
- [28] MOELLER Proudový chránič. *ELEKTRO - www.kacir.com* [online]. [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: <http://www.kacir.com/ctyrpolove-proudove-chranice-10ka/450-moeller-proudovy-chranic-pf7-25a-4p-30ma-10ka.html>
- [29] Rekonstrukce kontra opravy hromosvodů. *IN-EL.cz* [online]. 2013 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: <http://www.in-el.cz/index.php?t=201&p=103107>
- [30] BURANT, Jiří. *Blesk a přepětí: systémová řešení ochran*. Praha: FCC Public, 2006, 252 s. ISBN 80-86534-10-3.
- [31] KLIMŠA, David. *Vnější a vnitřní ochrana před bleskem*. Praha: IN-EL, 2009, 119 s. ISBN 978-80-86230-48-1.
- [32] CYKY-J 4x6. *Elektro S.M.S.* [online]. [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.kabely-jistice-svitidla.cz/produkty/cyky-j-4x-6-b-A10000012AB3>
- [33] ČSN 33 2130 - Vnitřní elektrické rozvody. *SSE Ostrava* [online]. 2014 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/50/csn_33_2130.pdf
- [34] BERKA, Štěpán. *Elektrotechnická schémata a zapojení 1: Základní prvky a obvody*. Praha: BEN – technická literatura, 2008, 199 s. ISBN 978-80-7300-229-9.
- [35] Elektroinstalace bytové jednotky. *tzb.fsv.cvut.cz* [online]. 2013 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/73/elektroinstalace.pdf>
- [36] KUTÁČ, Jiří, Zdeněk ROUS a Zdeněk HLADNÝ. *Hromosvody a zemniče*. Praha: IN-EL, 2008, 133 s. ISBN 978-80-86230-45-0
- [37] FOIT, Jaroslav. *Elektroenergetika I*. Praha: SNTL, 1981, 263 s. ISBN 04-508-81.
- [38] DEHN: Nové evropské normy v oblasti ochrany před bleskem (4. část), obrázek 3. *Elektrika.cz* [online]. 2006 [cit. 2015-03-25]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2006-01-24.6162030844>
- [39] Jablotron. *JABLOTRON ALARMS a.s.* [online]. [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.jablotron.com/cz/>
- [40] KŘEČEK, Stanislav. *Příručka zabezpečovací techniky*. Blatná: Cricetus, 2003, 351 s. ISBN 80-902-9382-4
- [41] UHLÁŘ, Jan. *Technická ochrana objektů II: Elektrické zabezpečovací systémy II*. Praha: PA ČR, 2005, 229 s. ISBN 80-7251-189-0

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Zapojení třífáz. dvoutarif. elektroměru s přijímačem HDO v síti TN-C [11]	25
Obrázek 2 - Způsob uložení kabelů v zemi [24]	26
Obrázek 3- Nožové pojistky [13]	27
Obrázek 4 - Schéma jističe [25]	28
Obrázek 5 - Vypínací charakteristika jističe [26].....	29
Obrázek 6 - Ukázka proudového chrániče [28].....	30
Obrázek 7 - Schéma proudového chrániče [27]	30
Obrázek 8 - Zóny ochrany před bleskem [29].....	31
Obrázek 9 - Silový kabel CYKY [32]	32
Obrázek 10 - Instalační zóny [33]	33
Obrázek 11 - Instalační zóny v místnosti s pracovní plochou u zdi [33]	33
Obrázek 12 - Možnosti zapojení světelných obvodů [34].....	34
Obrázek 13 - Zapojení zásuvek dle ČSN.....	35
Obrázek 14 - Koupelnové zóny [35]	37
Obrázek 15 - Označení koupelnových zón [35].....	37
Obrázek 16 - Umývací prostor [35].....	37
Obrázek 17 - Zóny ve sprchovém koutu [35].....	37
Obrázek 18 - Druhy jímacích soustav [37].....	39
Obrázek 19 - Metoda bleskové koule, ochranného prostoru a mřížové soustavy [38]	40
Obrázek 20 - Ústředna Jablotron JA-83K [39].....	43
Obrázek 21 - Dveřní kontakt Jablotron SA-201-A [39].....	44
Obrázek 22 - Detektor rozbití skla Jablotron GBS-210 [39].....	44
Obrázek 23 - Detektor pohybu Jablotron JS-20 LARGO [39].....	44
Obrázek 24 - Detektor kouře a teplot Jablotron SD-283ST [39].....	45
Obrázek 25 - Klávesnice Jablotron JA-81E [39].....	45
Obrázek 26 - Vnitřní siréna Jablotron SA-105 [39]	46
Obrázek 27 - Vnější siréna Jablotron OS-365A [39]	46
Obrázek 28 - Severní a jižní pohled na objekt.....	48
Obrázek 29 - Půdorys přízemí	49
Obrázek 30 - Půdorys druhého poschodí.....	50
Obrázek 31 - Schéma zkratového obvodu.....	58
Obrázek 32 - Graf pro určení materiálové konstanty K [1].....	61

Seznam příloh

Příloha 1 - Situace objektu	I
Příloha 2 - Hlavní domovní skříň a elektroměrový rozvaděč.....	II
Příloha 3 - Hlavní domovní rozvaděč.....	III
Příloha 4 - Podružný rozvaděč.....	IV
Příloha 5 - Světelné rozvody 1. patro	V
Příloha 6 - Světelné rozvody 2. patro	VI
Příloha 7 - Zásuvkové rozvody 1. patro	VII
Příloha 8 - Zásuvkové rozvody 2. patro	VIII
Příloha 9 - Slaboproudé rozvody 1. patro.....	IX
Příloha 10 - Slaboproudé rozvody 2. patro.....	X
Příloha 11 - Elektronický zabezpečovací systém 1. patro.....	XI
Příloha 12 - Elektronický zabezpečovací systém 2. patro.....	XII
Příloha 13 - Bleskosvod.....	XIII
Příloha 14 - Bleskosvod (metoda ochranného úhlu)	XIV
Příloha 15 - Bleskosvod (metoda bleskové koule)	XV
Příloha 16 - Protokol o určení vnějších vlivů, strana 1	XVI
Příloha 17 - Protokol o určení vnějších vlivů, strana 2	XVII

Seznam příloh přiložených na CD-ROM

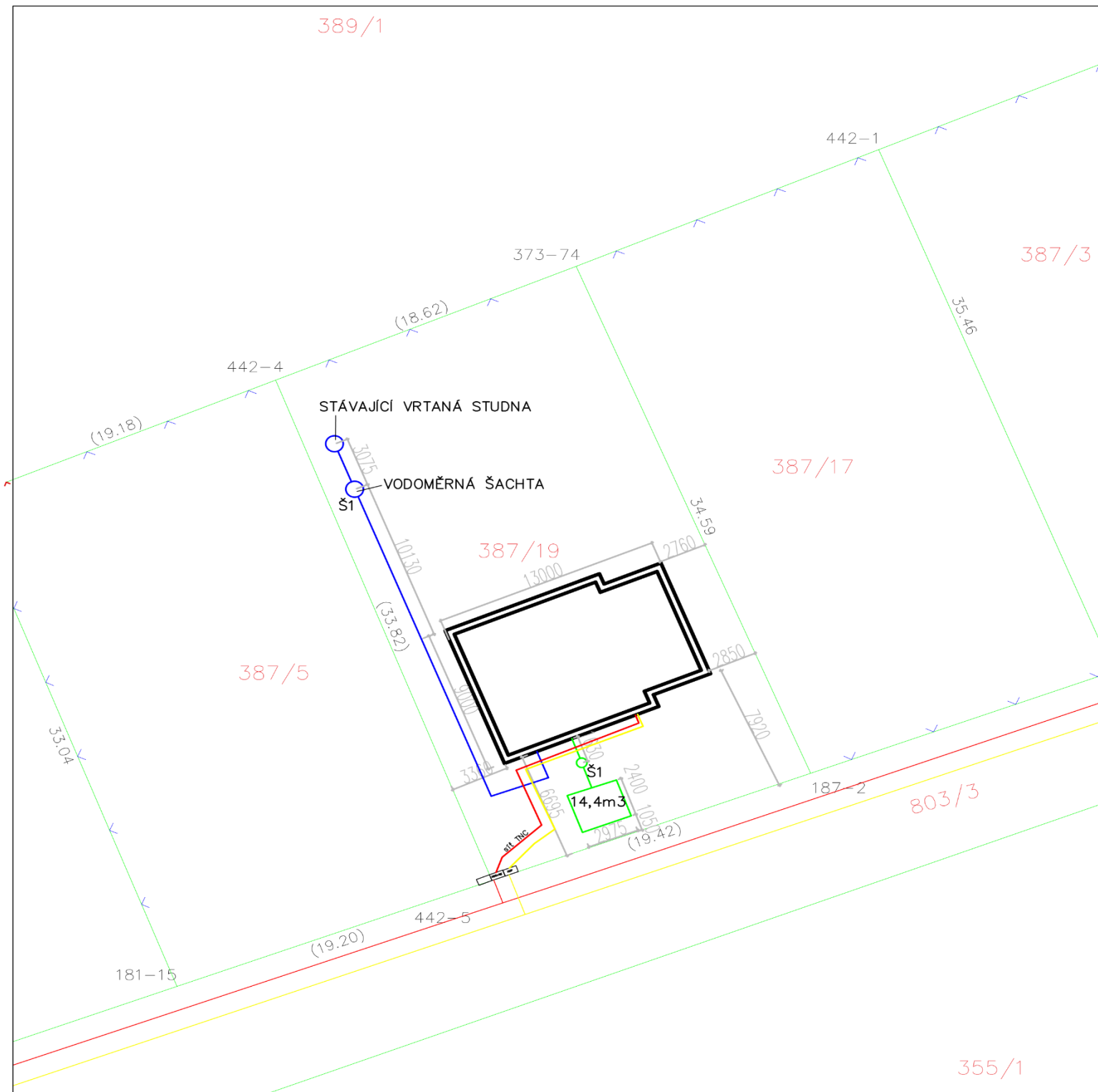
Mazac_Petr_DP.pdf

Vykresy.dwg

Vypoctovy_vykon.xlsx

Zadani_DP.pdf

Přílohy



LEGENDA INŽENÝRSKÉ SÍTĚ NAVRŽENÉ

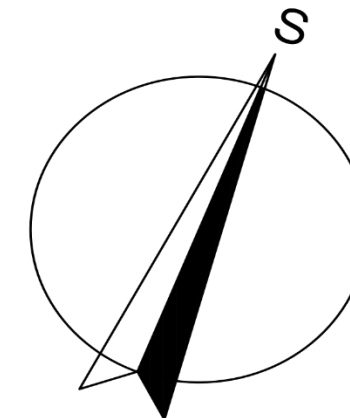
- PLYNOVODNÍ PŘÍPOJKA
- VODOVODNÍ PŘÍPOJKA
- PŘÍPOJKA SPLAŠKOVÉ KANALIZACE
- PŘÍPOJKA ELEKTRICKÉHO VEDENÍ


LEGENDA INŽENÝRSKÉ SÍTĚ STÁVAJÍCÍ

- STL DN 32 S OCHRANÝM PLÁŠTĚM
- VODOVOD
- ELEKTRICKÉ VEDENÍ

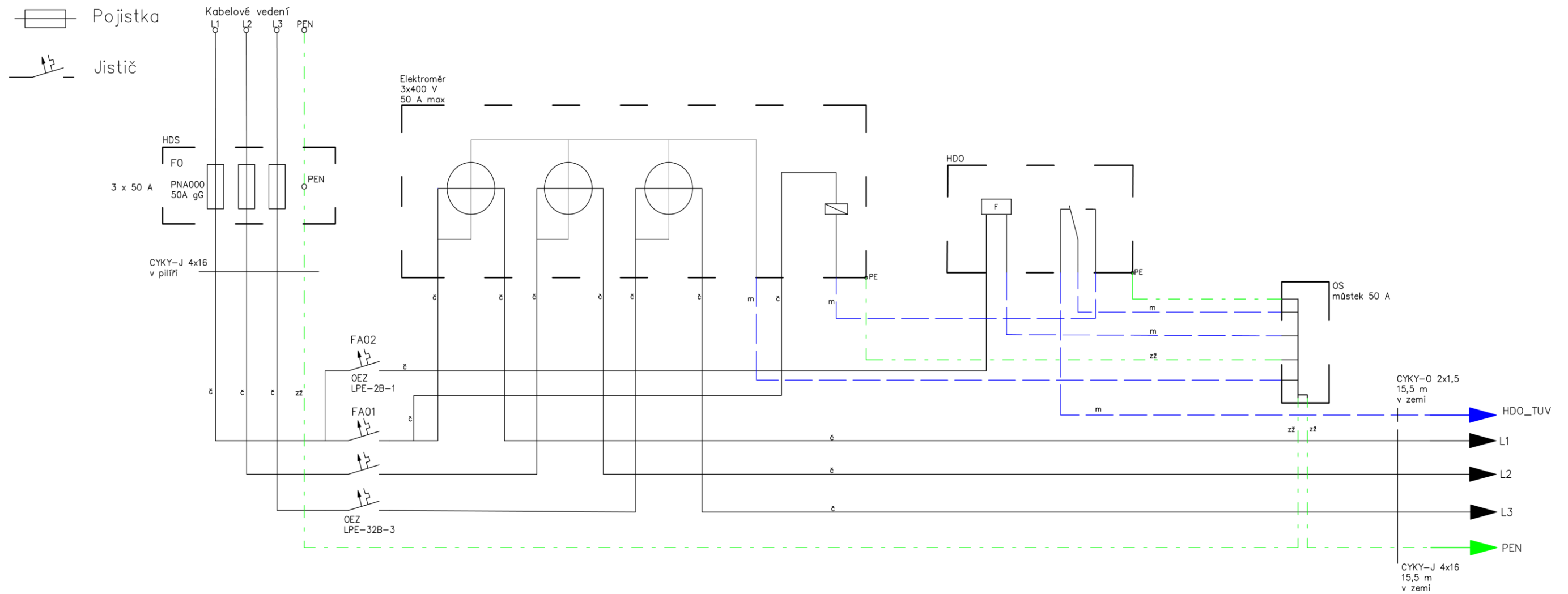
LEGENDA ŠACHET


- Š1 – REVIZNÍ ŠACHTA SPLAŠKOVÉ KANALIZACE PRŮM.600MM
- Š2 – VODOMĚRNÁ ŠACHTA PRŮM.1000MM



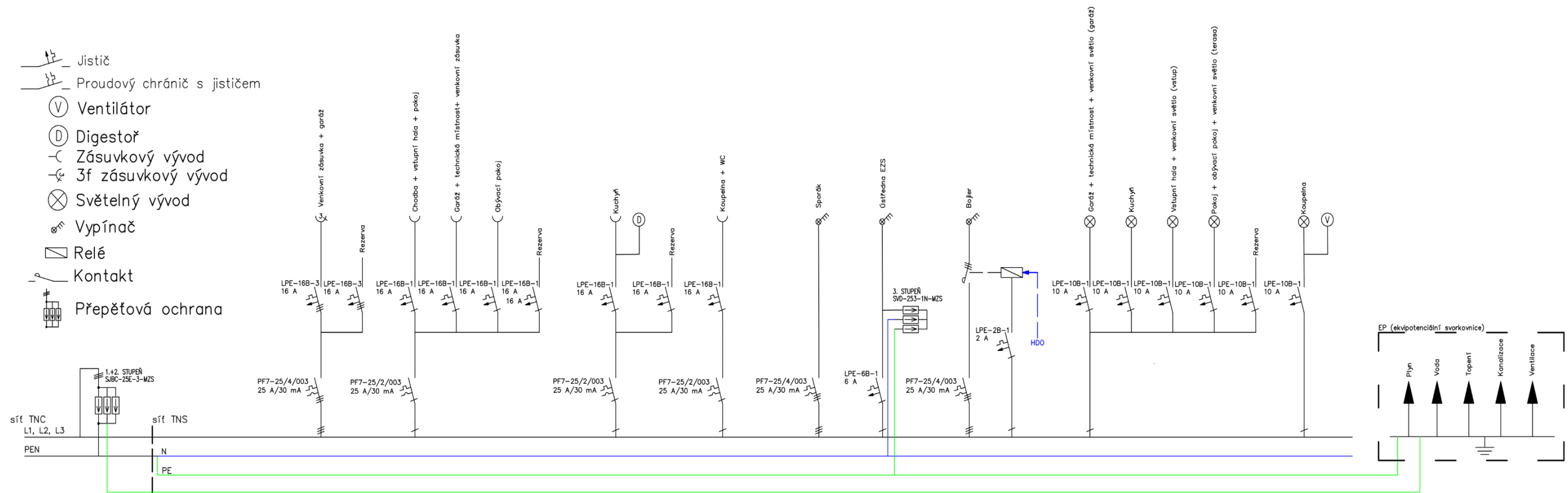
 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze			
Projekt :		Kat.území :	
RD na parc.387/19		Koterov	
Vedoucí práce :		Přídělova :	
Ing. Ivan Cimbolínek		Diplomová práce	
Vypracoval :		Datum :	
Petr Mazač		Duben 2015	
Okres :		Měřítko :	
Plzeň-město		1:50	
Výkres :		Formát :	
Situace objektu		A3	

Příloha 1 - Situace objektu









 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze			
Projekt :		Kat.území :	
RD na parc.387/19		Koterov	
Vedoucí práce :	Předmět :	Příloha č. :	
Ing. Ivan Cimbalinec	Diplomová práce	2	
Vypracoval :	Datum :	Měřítko :	Formát :
Petr Mazač	Duben 2015		A3
Okres :	Výkres :		
Pízeň-město	HDS + RE		

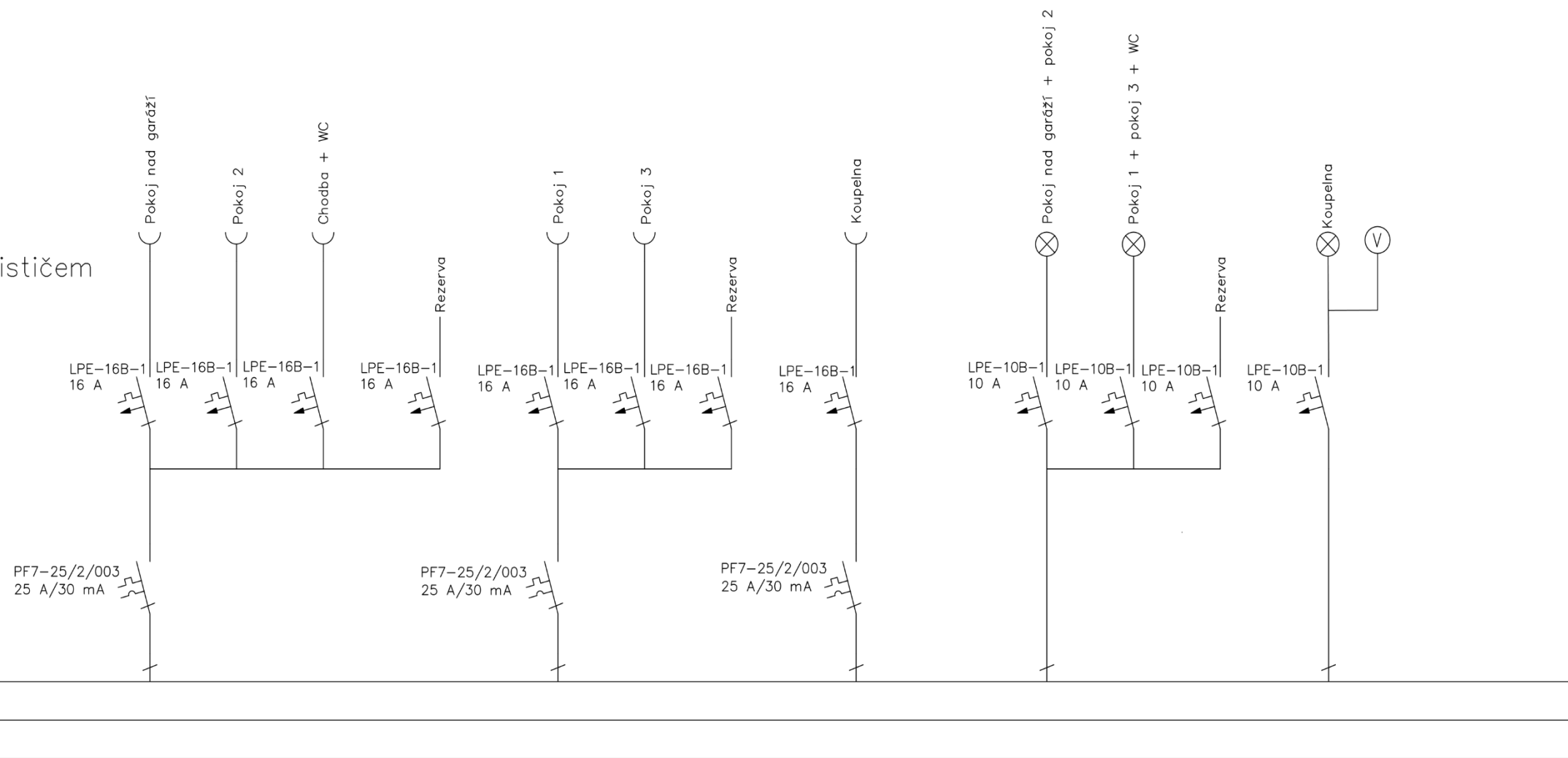
Příloha 2 - Hlavní domovní skříň a elektroměrový rozvaděč




Příloha 3 - Hlavní domovní rozvaděč

 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze			
Projekt :		Kat.území :	
RD na parc.387/19		Koterov	
Vedoucí práce :	Předmět :	Příloha č. :	
Ing. Ivan Cimbalínek	Diplomová práce	3	
Vypracoval :	Datum :	Měřítko :	Formát :
Petr Mazač	Duben 2015		A3
Okres :	Výkres :		
Plzeň-město	HDR		

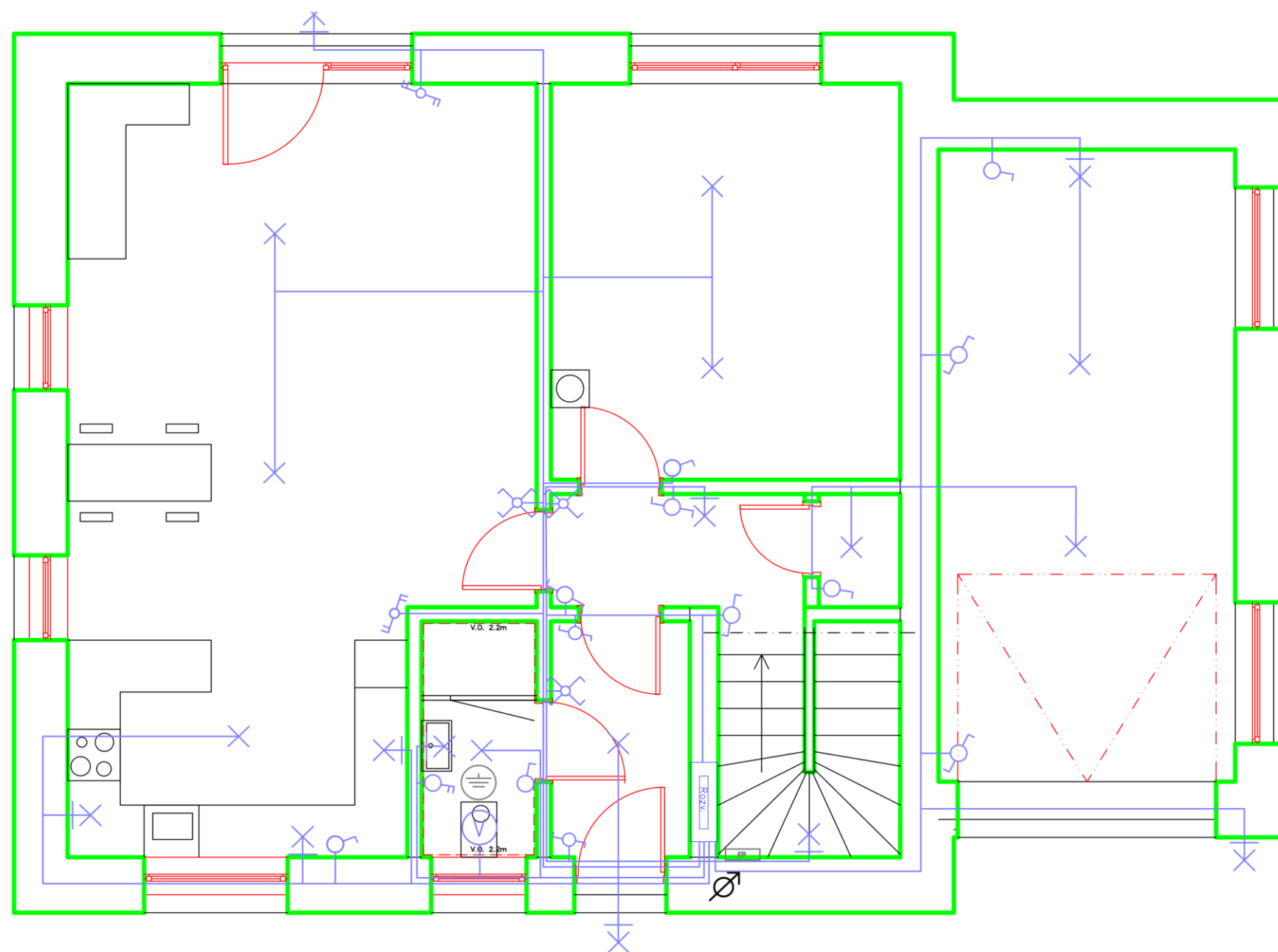
-  Jistič
-  Proudový chránič s jističem
-  Ventilátor
-  Zásuvkový vývod
-  Světelný vývod















sít TNS

 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze		Projekt :	
		RD na parc.387/19	
Vedoucí práce :		Předmět :	
Ing. Ivan Čimolinec		Diplomová práce	
Vypracoval :		Datum :	
Petr Mazač		Duben 2015	
Okres :		Výkres :	
Plzeň-město		R2	
Kat.území :		Katerov	
Příloha č. :		4	
Měřítko :	Formát :		
	A3		

Příloha 4 - Podružný rozvaděč

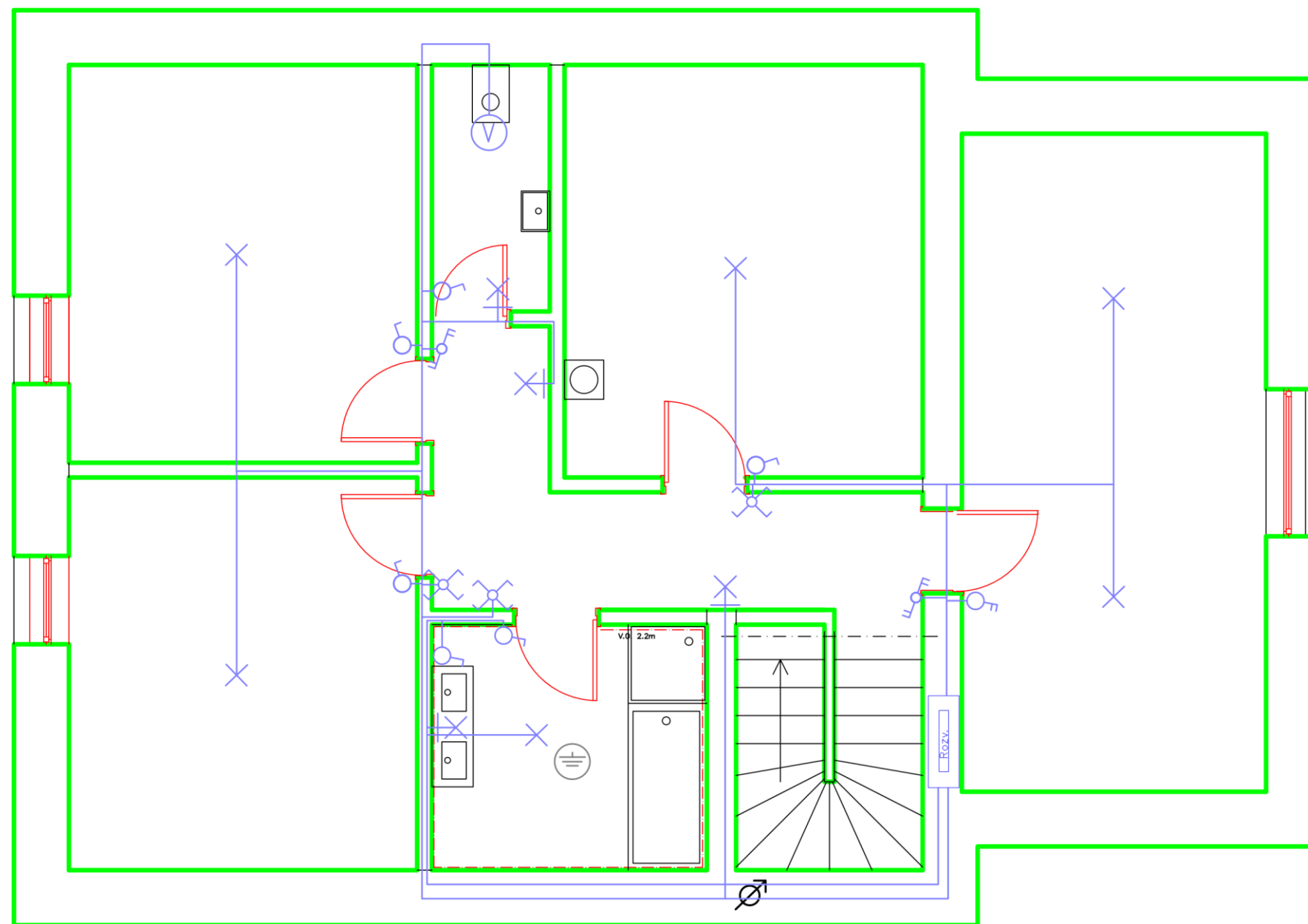


LEGENDA












-  Ventilátor
-  Ekvipotenciální přípojnice
-  Rozvaděč
-  Provedeno dodatečné pospojování
-  Stoupačka
-  Stropní svítidlo
-  Vypínač jednapolový
-  Vypínač střídavý
-  Vypínač křížový
-  Dvojitý střídavý vypínač
-  Nástěnné svítidlo
-  Dvojitý vypínač jednapolový

 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze			
Projekt :		Kat.území :	
RD na parc.387/19		Koterov	
Vedoucí práce :		Přiloha č. :	
Ing. Ivan Címbolínek		5	
Předmět :		Měřítko :	
Diplomová práce		1:50	
Datum :		Formát :	
Duben 2015		A3	
Okres :		Výkres :	
Plzeň-město		Světla 1N.P.	

Příloha 5 - Světelné rozvody 1. patro

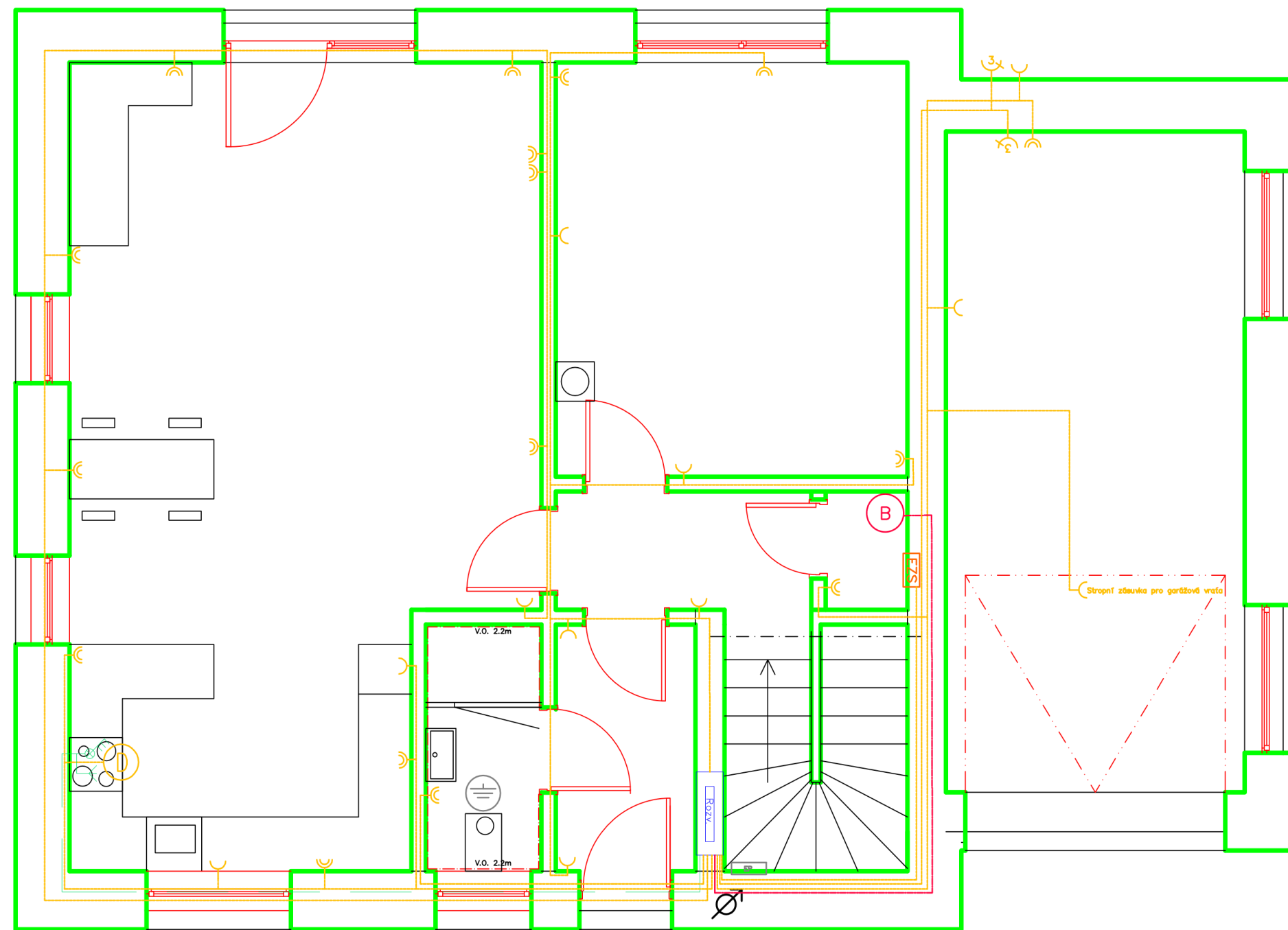


LEGENDA

-  Ventilátor
-  Rozvaděč
-  Provedeno dodatečné pospojování
-  Stoupačka
-  Stropní svítidlo
-  Vypínač jednapolový
-  Vypínač střídavý
-  Vypínač křížový
-  Dvojitý střídavý vypínač
-  Nástěnné svítidlo
-  Dvojitý vypínač jednapolový

 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze					
				Projekt :	
RD na parc.387/19				Koterov	
Vedoucí práce :		Předmět :		Příloha č. :	
Ing. Ivan Címbolinec		Diplomová práce		6	
Vypracoval :		Datum :		Měřítko :	
Petr Mazač		Duben 2015		1:50	
Okres :		Výkres :		Formát :	
Plzeň-město		Světla 2N.P.		A3	

Příloha 6 - Světelné rozvody 2. patro

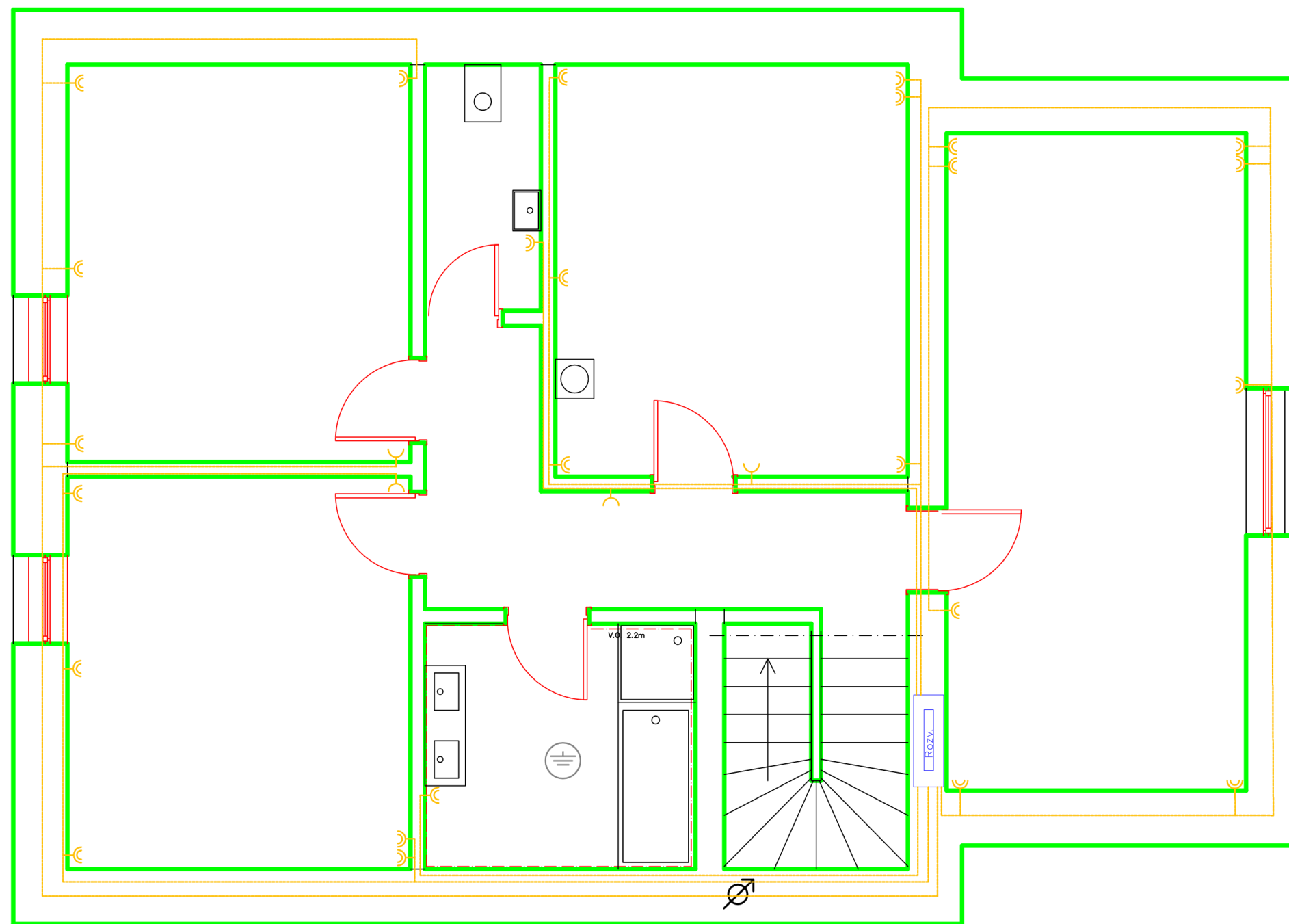


LEGENDA


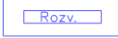




- EP Ekvipotenciální přípojnice
- Jednoduchá zásuvka 230 V
- Sporáková kombinace s vývodem
- Rozv. Rozvaděč
- Provedeno dodatečné pospojování
- B Bojler
- Stoupačka
- Zásuvka 400V
- Zdvojená zásuvka 230V
- D Digestoř
- EZS Ústředna


Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze			
Projekt :		Kat.území :	
RD na parc.387/19		Koterov	
Vedoucí práce :		Přiloha č. :	
Ing. Ivan Cimbalinec		7	
Předmět :		Měřítko :	
Diplomová práce		1:50	
Datum :		Formát :	
Duben 2015		A3	
Okres :		Výkres :	
Plzeň-město		Zásuvky 1N.P.	

Příloha 7 - Zásuvkové rozvody 1. patro

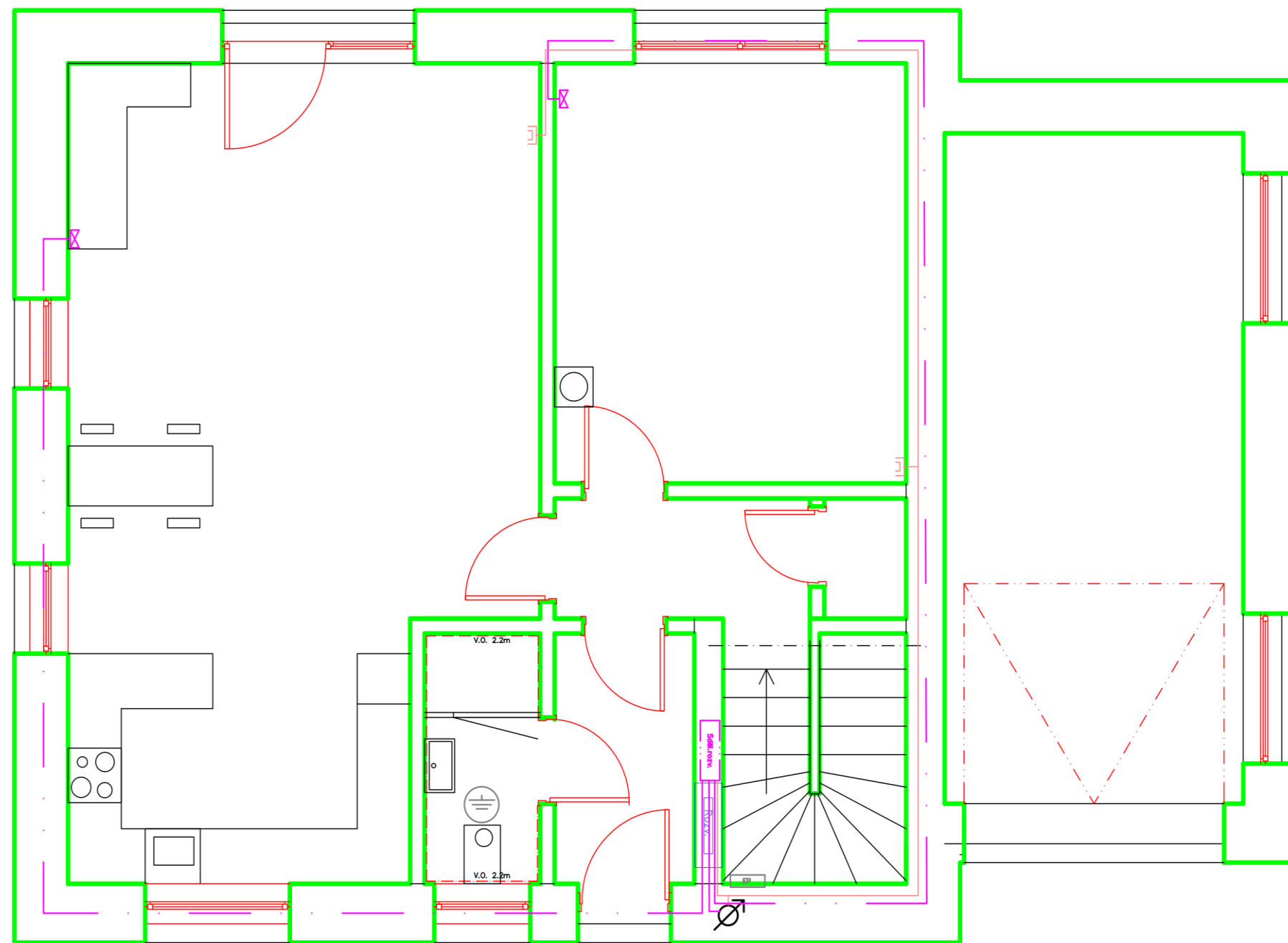


LEGENDA

-  Jednoduchá zásuvka 230 V
-  Rozvaděč
-  Provedeno dodatečné pospojování
-  Stoupačka
-  Zásuvka 400V
-  Zdvojená zásuvka 230V

 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze					
				Projekt :	
RD na parc.387/19				Koterov	
Vedoucí práce :		Předmět :		Příloha č. :	
Ing. Ivan Cimbolínek		Diplomová práce		8	
Vypracoval :		Datum :		Měřítko :	
Petr Mazač		Duben 2015		1:50	
Okres :		Výkres :		Formát :	
Plzeň-město		Zásuvky 2N.P.		A3	

Příloha 8 - Zásuvkové rozvody 2. patro

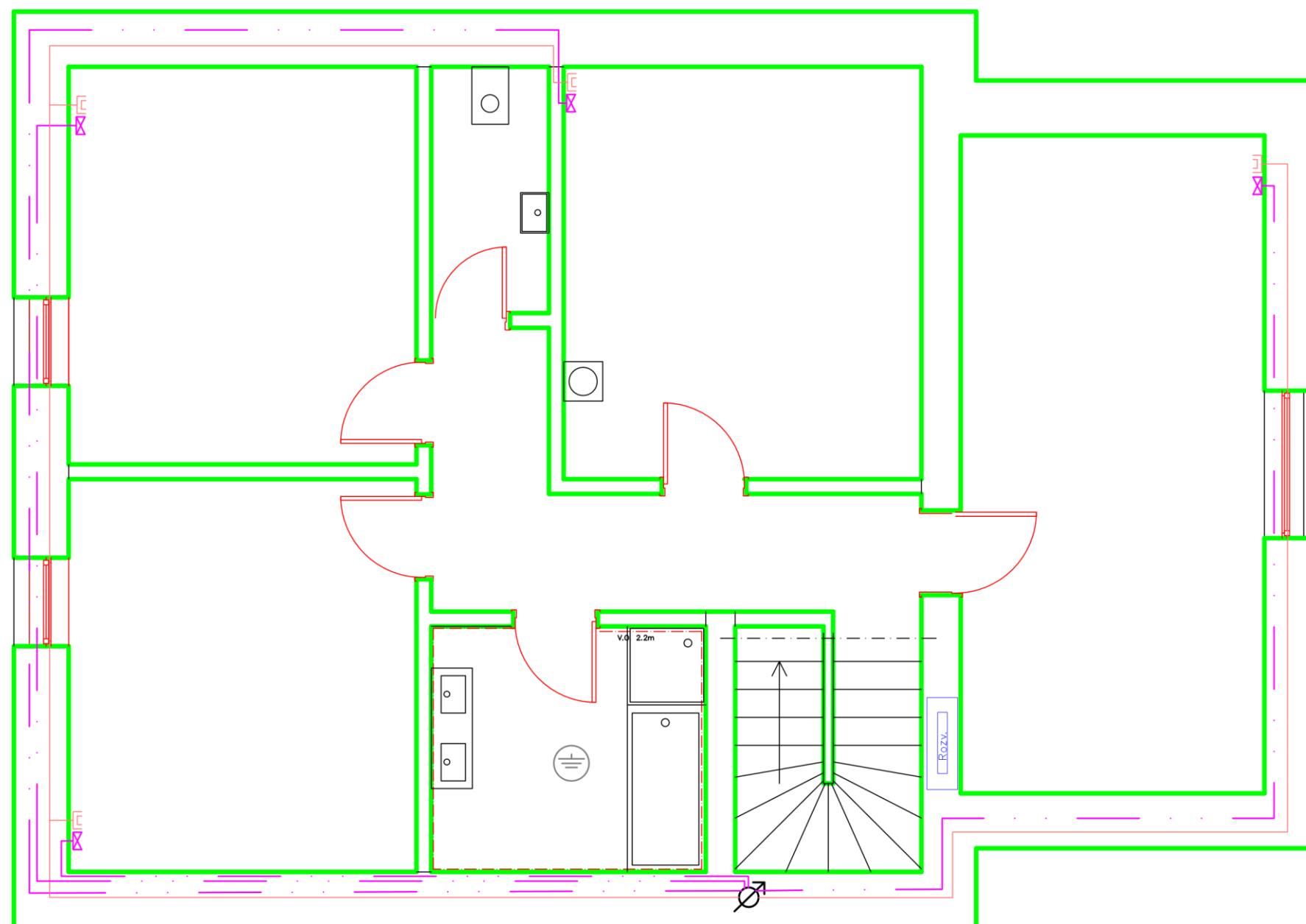


LEGENDA

- Sděl.rozv. Rozvaděč pro sdělovací rozvody
- EP Ekvipotenciální přípojnice
- Rozv. Rozvaděč
- Provedeno dodatečné pospojování
- Stoupačka
- Zásuvka pro TV&SAT
- Datová zásuvka

Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze		Projekt :	
		RD na parc.387/19	
Vedoucí práce : Ing. Ivan Cimbalinec		Předmět : Diplomová práce	
Vypracoval : Petr Mazač		Datum : Duben 2015	
Okres : Píseň-město		Výkres : Sdělovací rozvody 1N.P.	
Kat.území : Koterov		Příloha č. : 9	
Měřítko : 1:50		Formát : A3	

Příloha 9 - Slaboproudé rozvody 1. patro

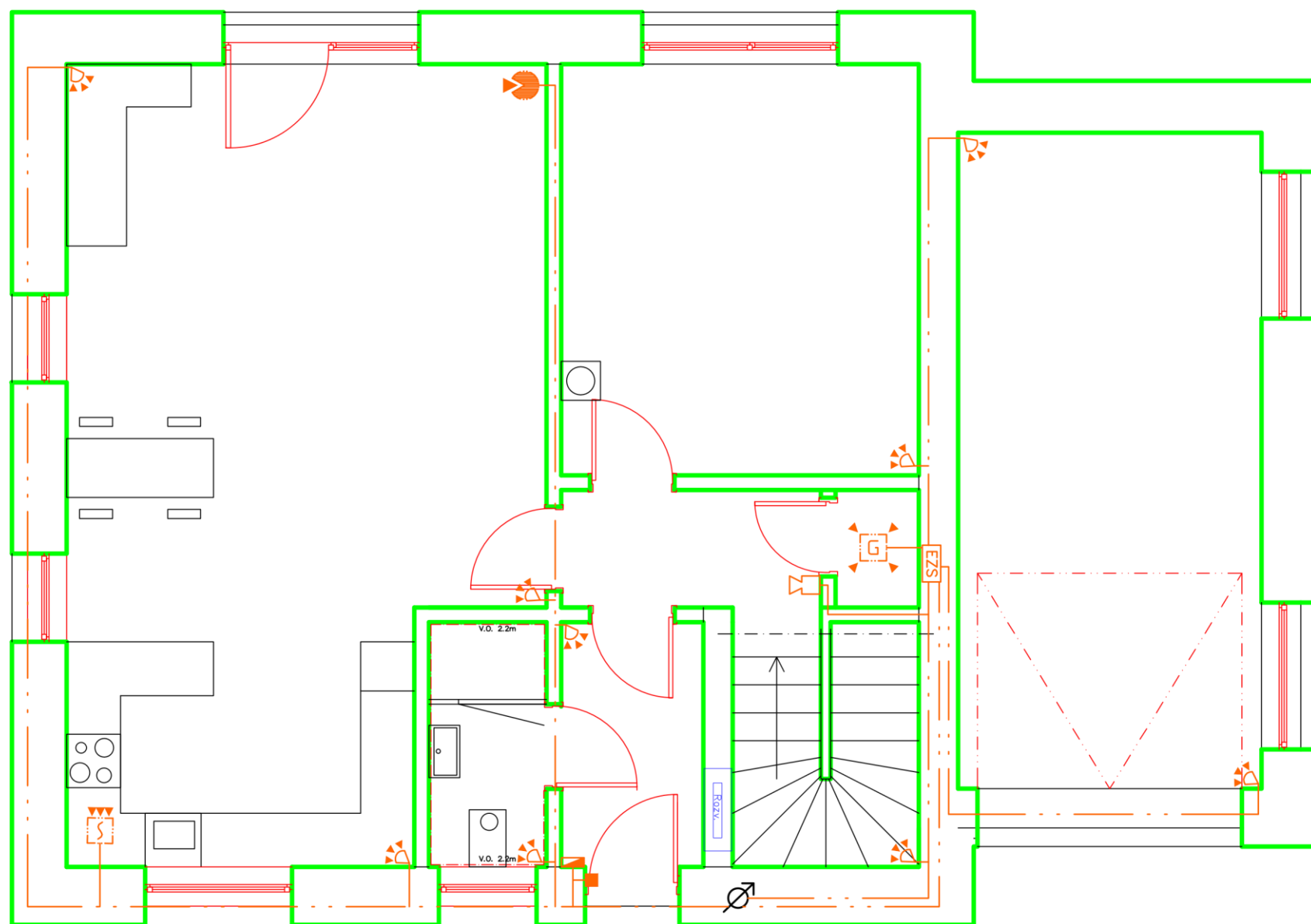


LEGENDA

- Sděl.rozv. Rozvaděč pro sdělovací rozvody
- Rozv. Rozvaděč
- Provedeno dodatečné pospojování
- Stoupačka
- ┌┐ Zásuvka pro TV&SAT
- ┌┐ Datová zásuvka


Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze			
Projekt :		Kat.území :	
RD na parc.387/19		Koterov	
Vedoucí práce :	Předmět :	Příloha č. :	
Ing. Ivan Cimbolínek	Diplomová práce	10	
Vypracoval :	Datum :	Měřítko :	Formát :
Petr Mazač	Duben 2015	1:50	A3
Okres :	Výkres :		
Pízeň—město	Sdělovací rozvody 2N.P.		

Příloha 10 - Slaboproudé rozvody 2. patro

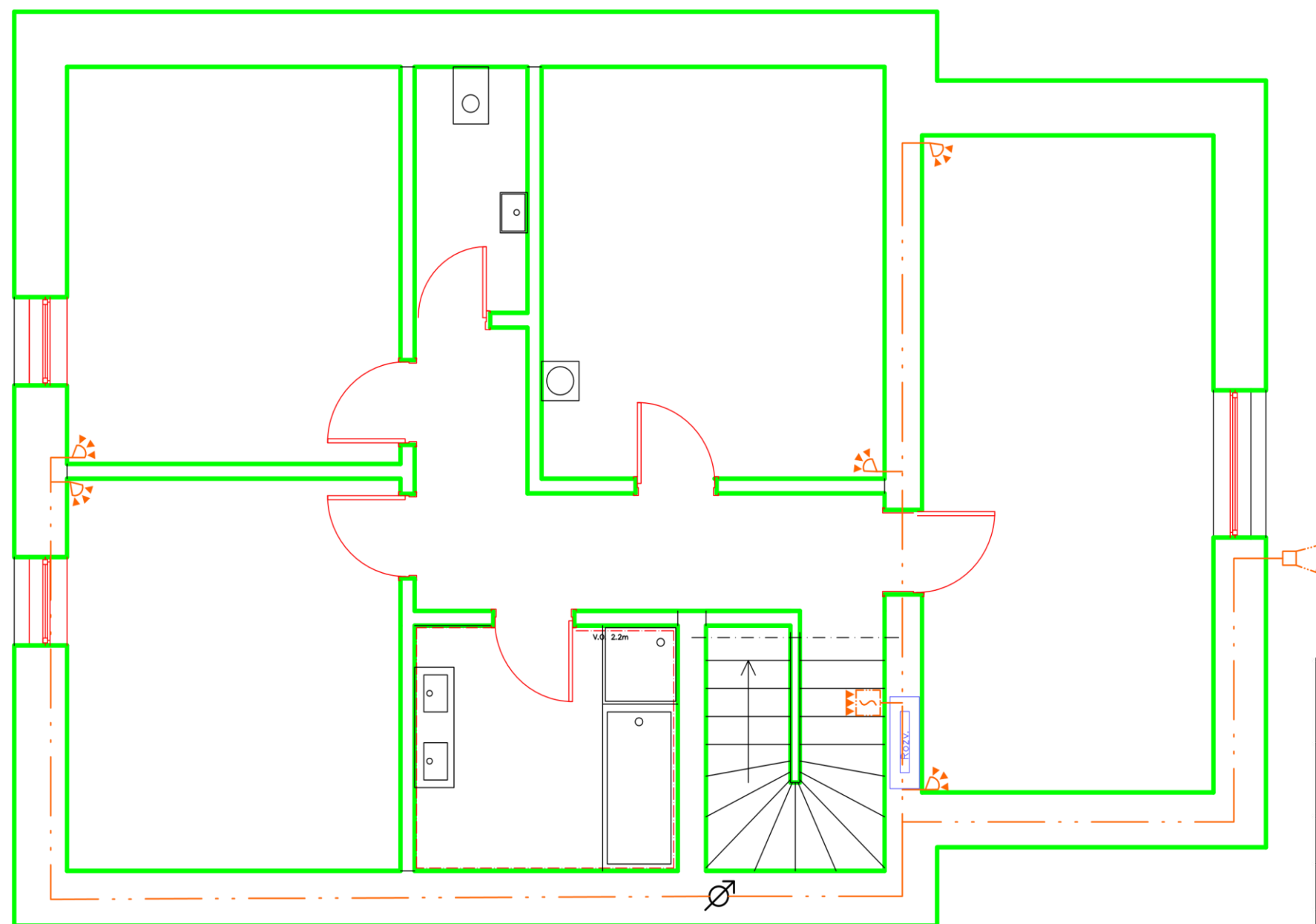


LEGENDA










- Magnetické čidlo otevření
- Detektor tříštění skla
- ◀ PIR – vějíř
- ⊠ G Hlásič úniku plynu ("GAS")
- ⊠ S Hlásič požáru
- ▭ Siréna vnitřní
- ▭ Siréna vnější (bez blikače)
- ▭ Ovládací klávesnice
- ▭ EZS Ústředna

 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze		Kat.území : Koterov	
Projekt : RD na parc.387/19		Příloha č. : 11	
Vedoucí práce : Ing. Ivan Cimbalinec	Předmět : Diplomová práce	Měřítko : 1:50	Formát : A3
Vypracoval : Petr Mazač	Datum : Duben 2015		
Okres : Píseň–město	Výkres : EZS 1N.P.		

Příloha 11 - Elektronický zabezpečovací systém 1. patra

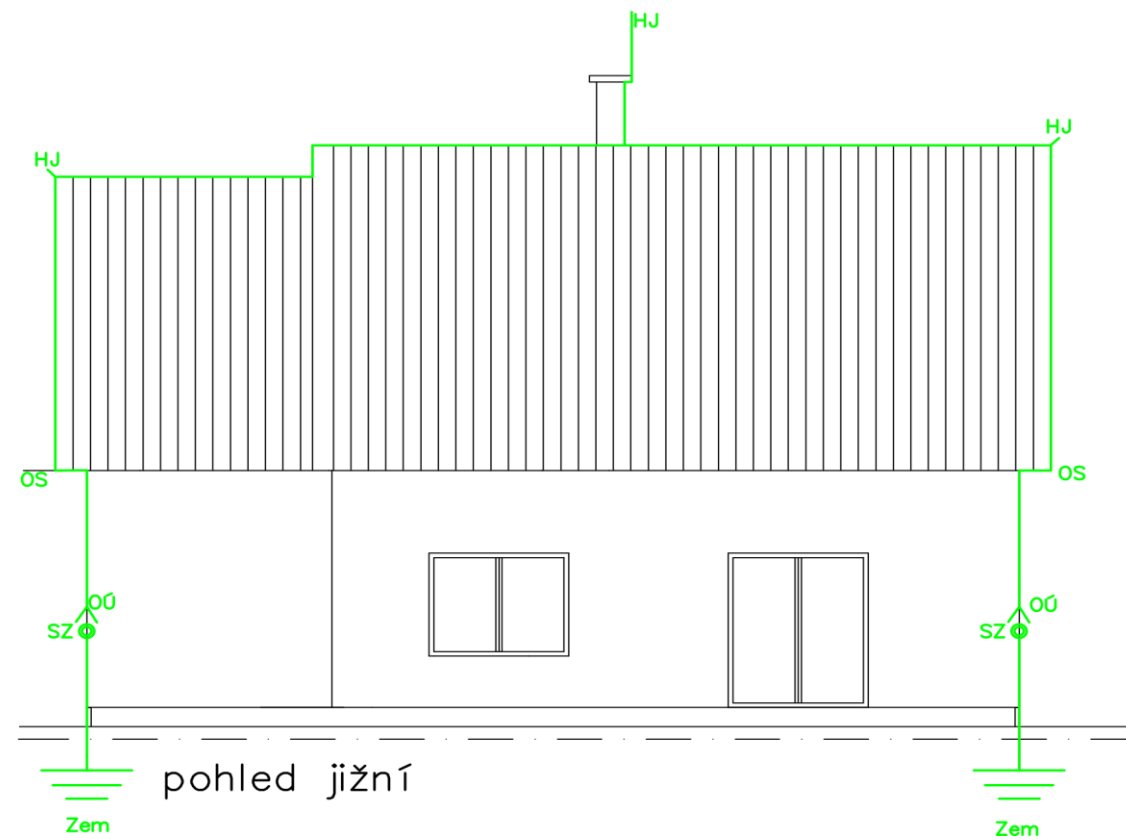
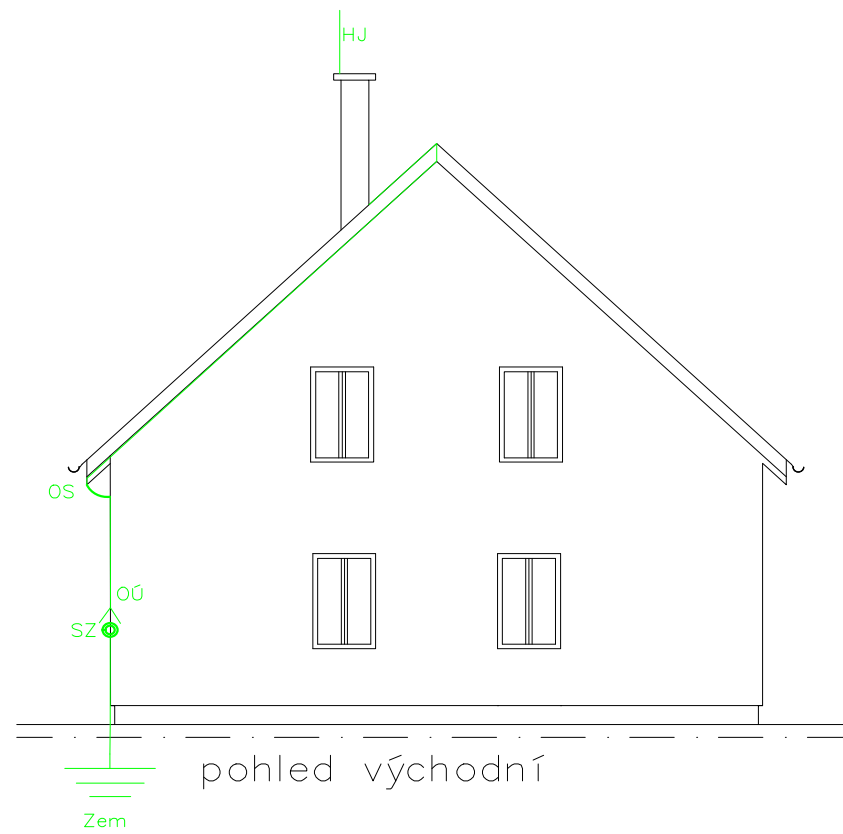


LEGENDA

-  Magnetické čidlo otevření
-  Detektor tříštění skla
-  PIR – vějíř
-  Hlásič úniku plynu ("GAS")
-  Hlásič požáru
-  Siréna vnitřní
-  Siréna vnější (bez blikače)
-  Ovládací klávesnice
-  Ústředna

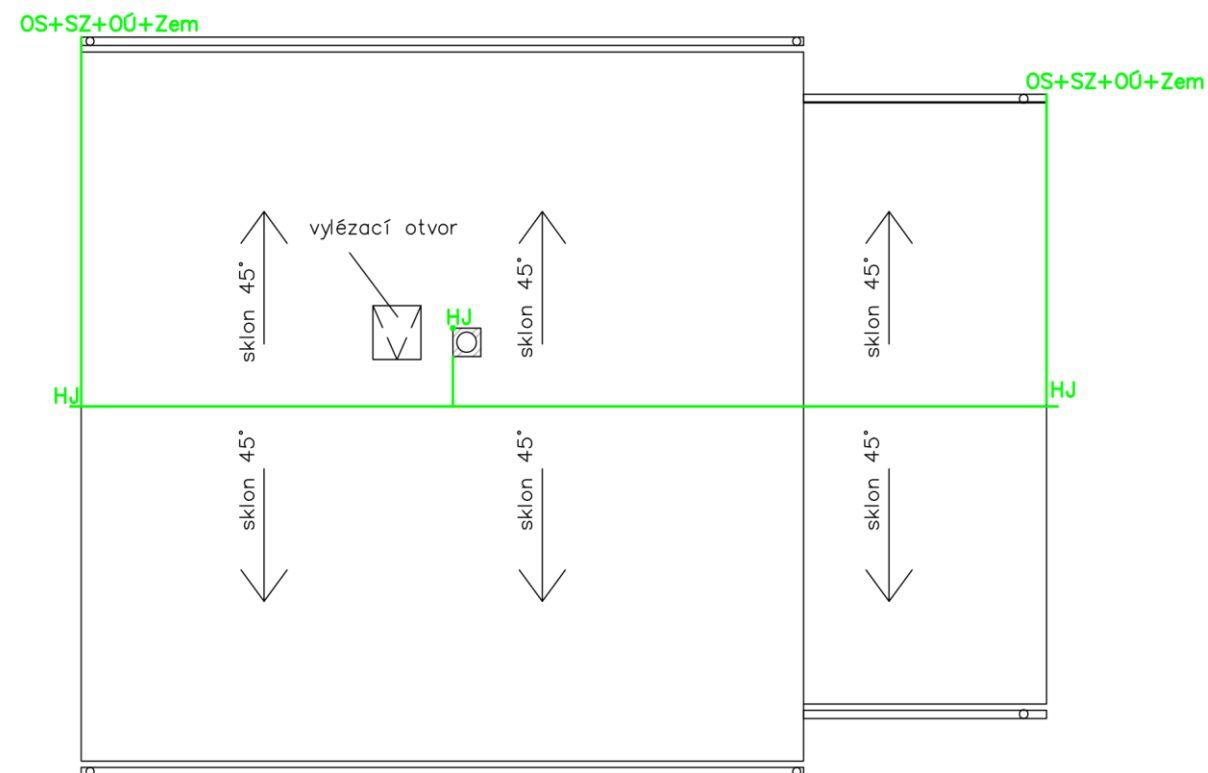
 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze		Projekt :	
		RD na parc.387/19	
Vedoucí práce : Ing. Ivan Cimolinec		Předmět : Diplomová práce	
Vypracoval : Petr Mazač		Datum : Duben 2015	
Okres : Píseň – město		Výkres : EVS 2N.P.	
Kat.území : Koterov		Příloha č. : 12	
Měřítko : 1:50		Formát : A3	

Příloha 12 - Elektronický zabezpečovací systém 2. patro




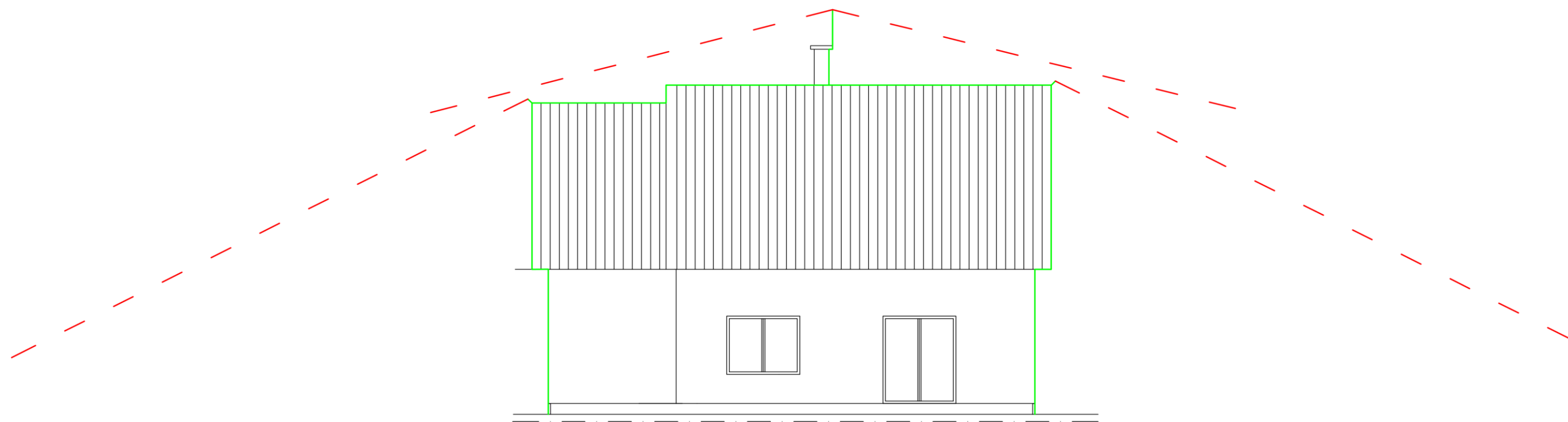
- SZ – Svorka zkušební
- HJ – Jímač
- OS – Okapová svorka
- OÚ – Ochranný úhelník

POHLED STŘECHA

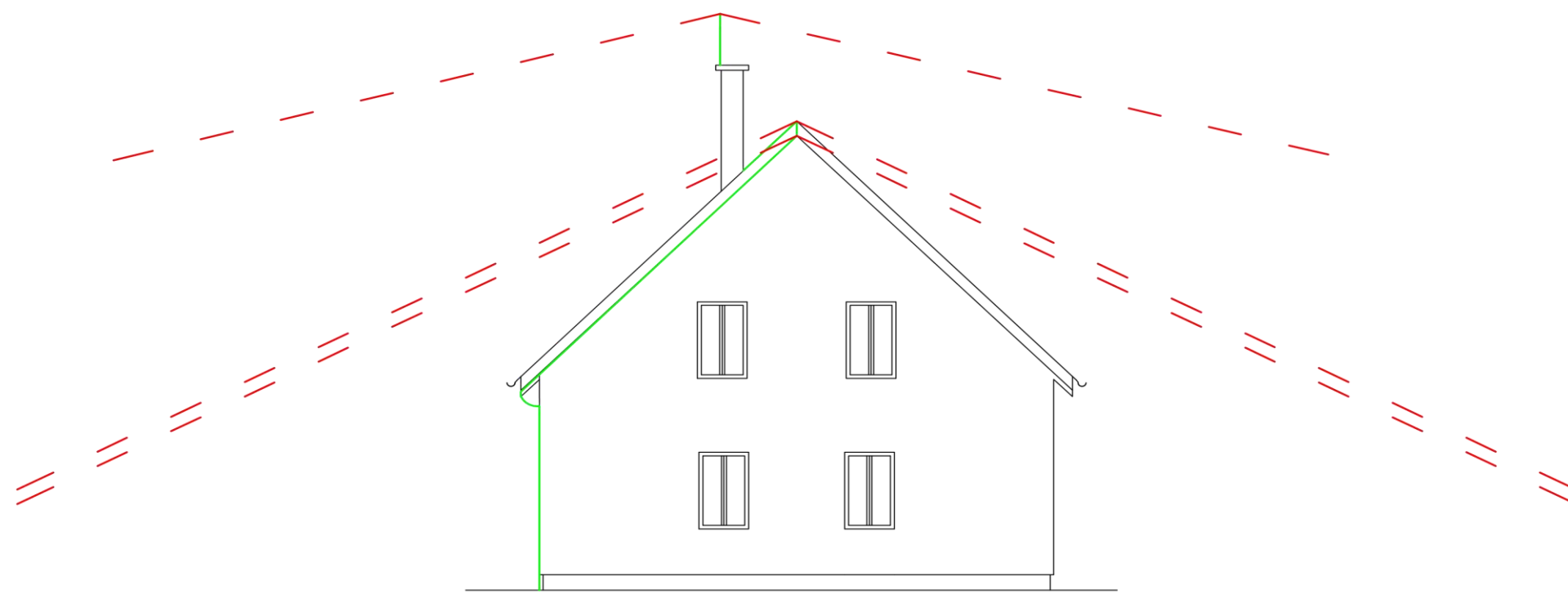


Příloha 13 - Bleskosvod

 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze			
Projekt :		Kat.území :	
RD na parc.387/19		Koterov	
Vedoucí práce :	Předmět :	Příloha č. :	
Ing. Ivan Cimbalinec	Diplomová práce	13	
Vypracoval :	Datum :	Měřítko :	Formát :
Petr Mazač	Duben 2015	1:50	A3
Okres :	Výkres :		
Pízeň-město	BLESKOSVOD		




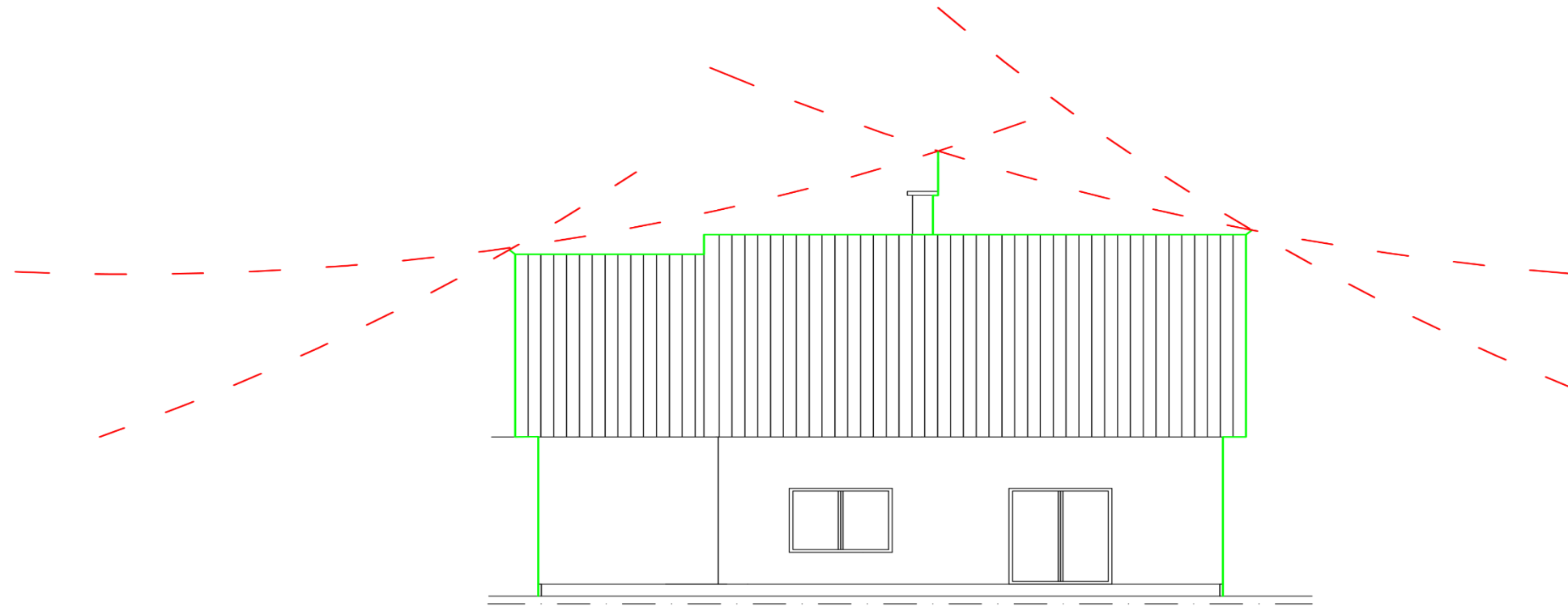
pohled jižní



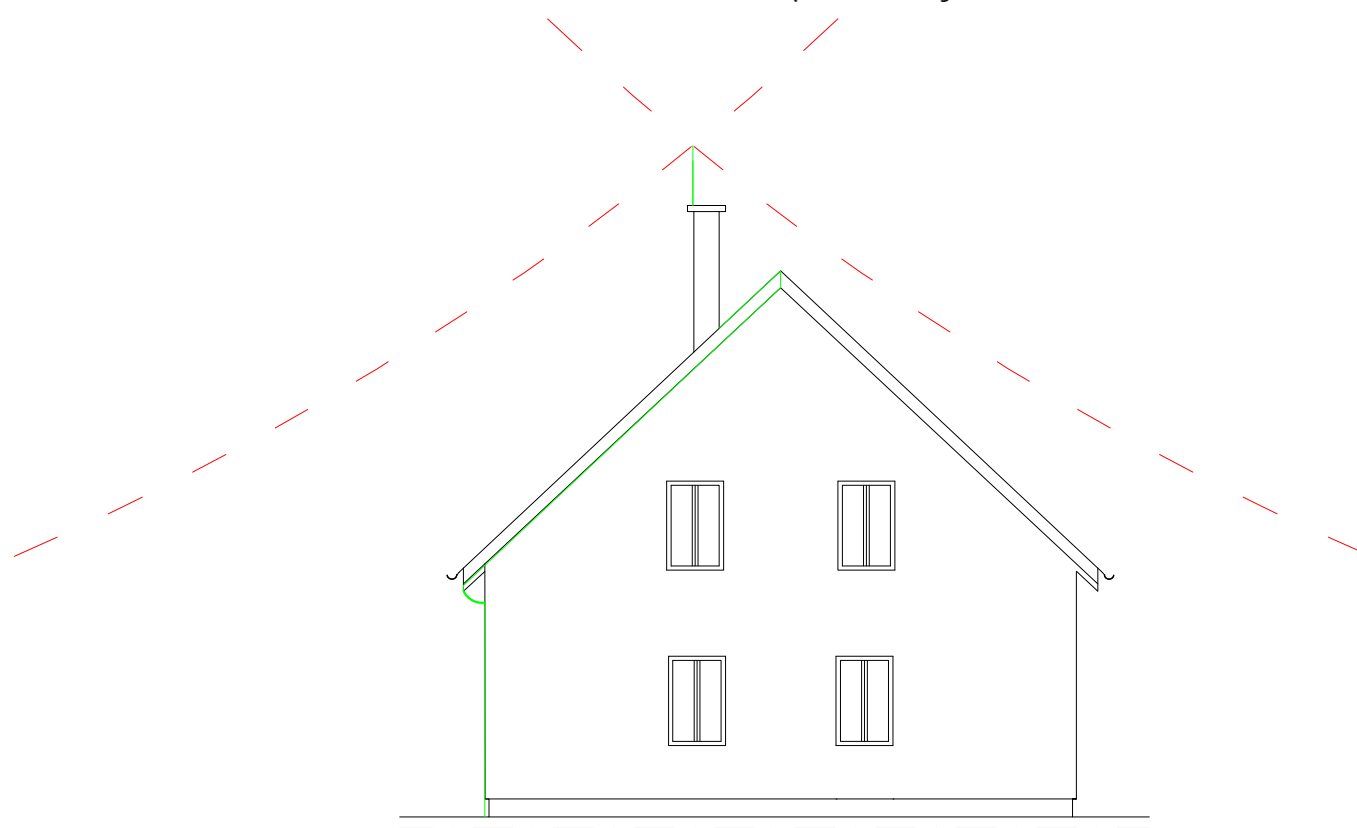
pohled východní

Příloha 14 - Bleskosvod (metoda ochranného úhlu)

 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze			
Projekt :		Kat.území :	
RD na parc.387/19		Koterov	
Vedoucí práce :	Předmět :	Příloha č. :	
Ing. Ivan Cimolinec	Diplomová práce	14	
Vypracoval :	Datum :	Měřítko :	Formát :
Petr Mazač	Duben 2015	1:50	A3
Okres :	Výkres :		
Plzeň-město	BLESKOSVOD - OCHR.UHEL		



pohled jižní



pohled východní

Příloha 15 - Bleskosvod (metoda bleskové koule)

 Katedra elektroenergetiky Fakulta elektrotechnická České vysoké učení technické v Praze			
Projekt :		Kat.území :	
RD na parc.387/19		Koterov	
Vedoucí práce :	Předmět :	Příloha č. :	
Ing. Ivan Cimbalinec	Diplomová práce	15	
Vypracoval :	Datum :	Měřítko :	Formát :
Petr Mazač	Duben 2015	1:50	A3
Okres :	Výkres :		
Pízeň-město	BLESKOSVOD - KOULE		

PROTOKOL O URČENÍ VNĚJŠÍCH VLVŮ

dle ČSN 33 2000-5-51 ed. 3, vypracovaný odbornou komisí

V Plzni 2 – Koterov dne 31. ledna 2015

Složení komise:

Předseda:	Petr Mazač	projektant elektro
Členové:	Martin N.	zástupce stavební firmy
	Tomáš L.	zástupce investora

Podklady:

Stavební dokumentace objektu

Místní šetření

Platné předpisy a ČSN, zejména ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 a ČSN 33 2000-4-41 ed. 2

Popis objektu:

Předmětem protokolu je rodinný dům v obci Plzeň 2 – Koterov

Přílohy:

Charakteristika působení vnějších vlivů v dotčených prostorách dle ČSN 33 2000-5-51 ed. 3

Rozhodnutí:

Na základě předpokládaného působení vnějších vlivů jsou všechny vnitřní prostory včetně koupelen charakterizovány jako prostory normální dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, změna Z1. Venkovní prostory jsou charakterizovány jako prostoty nebezpečné.

Zdůvodnění:

Komise rozhodovala na základě platných předpisů a norem ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 a ČSN 33 2000-5-51 ed. 3.

Společné parametry posuzovaných prostor			
A			
Vnější činitel prostředí			
kód	popis vnějšího vlivu	Třída	poznámka
AA	Teplota okolí	AA5	+5° C až +40° C
AB	Vlhkost a teplota	AB5	prostory chráněné před atmosférickými vlivy, s regulací teploty
AC	Nadmořská výška	AC1	do 2000 m
AD	Výskyt vody	AD1	zanedbatelný
AE	Výskyt cizích pevných těles	AE1	zanedbatelný
AF	Korosivní působení	AF1	zanedbatelné
AG	Ráz	AG1	mírný, normální
AH	Vibrace	AH1	mírné, normální
AK	Rostlinstvo	AK1	bez nebezpečí
AL	Živočichové	AL1	bez nebezpečí
AM	Elektromagnetická, elektrostatická nebo ionizující působení	AM-1-2	normální úroveň
AN	Sluneční záření	AN1	nízká, normální
AP	Seizmické působení	AP1	zanedbatelné
AQ	Bouřková činnost	AQ1	zanedbatelná
AR	Pohyb vzduchu	AR1	pomalý
AS	Vítr	AS1	malý
B			
Využití			
kód	popis vnějšího vlivu	Třída	poznámka
BA	Schopnosti osob	BA1	nepoučené osoby (laici)
BC	Dotyk se zemí	BC2	výjimečný
BD	Únik v případě nebezpečí	BD1	malá hustota obsazení, snadné podmínky pro únik
BE	Látky v objektu	BE1	bez významného nebezpečí
C			
Konstrukce budov			
kód	popis vnějšího vlivu	Třída	poznámka
CA	Konstrukční materiály	CA1	nehořlavé, normální
CB	Provedení budovy	CB1	zanedbatelné nebezpečí, normální
Koupelny			
A			
Vnější činitel prostředí			
kód	popis vnějšího vlivu	Třída	poznámka
AD	Výskyt vody	AD3	vodní tříšť, IPX3
Venkovní prostory			
A			
Vnější činitel prostředí			
kód	popis vnějšího vlivu	Třída	poznámka
AB	Vlhkost a teplota	AB8	venkovní prostory a prostory nechráněné před atmosférickými vlivy s nízkými i vysokými teplotami
AD	Výskyt vody	AD4	stříkající voda, IPX4
AE	Výskyt cizích pevných těles	AE2	malé předměty, IP3X
AF	Korosivní působení	AF2	atmosférické
AQ	Bouřková činnost	AQ2	nepřímé ohrožení