



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE ELEKTRO RODINNÉHO DOMU V ROZSAHU PRO REALIZACI

PROJECT DOCUMENTATION OF ELECTRICAL WIRING FOR THE FAMILY HOUSE IN SCOPE FOR
REALIZATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jakub Nedoma

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

BRNO 2019

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Jakub Nedoma

ID: 195399

Ročník: 3

Akademický rok: 2018/19

NÁZEV TÉMATU:

Projektová dokumentace elektro rodinného domu v rozsahu pro realizaci

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznámení s problematikou silových a datových instalací
2. Definice zásad pro tvorbu projektové dokumentace elektro
3. Osvojení základních dovedností s projekčními programy
4. Zpracování realizačního projektu elektroinstalace pro rodinný dům (výkresová i textová část)

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 4.2.2019

Termín odevzdání: 27.5.2019

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

Konzultant:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Bibliografická citace práce:

NEDOMA, Jakub. *Projektová dokumentace elektro rodinného domu v rozsahu pro realizaci* [online]. Brno, 2019 [cit. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/119153>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Petr Mastný

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Projektová dokumentace elektro rodinného domu v rozsahu pro realizaci“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.“

V Brně dne: 27. 5. 2019

.....

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval svému vedoucímu panu doc. Ing. Petru Mastnému Ph.D. za jeho vstřícnou a věcnou nápomoc při tvorbě bakalářské práce i poskytnutí praktických rad a cenných zkušeností v oblasti projektování.

V Brně dne: 27. 5. 2019

.....

ABSTRAKT

Cílem této práce je seznámení se s problematikou návrhu projektové dokumentace elektro pro rodinný dům. Teoretická část práce shrnuje požadavky vyplývající z příslušných právních norem a pojednává o hlediscích návrhu jak silnoproudých obvodů včetně LPS a osvětlovacích soustav, tak obvodů slaboproudých včetně elektronického požárního systému. Praktická část práce se věnuje návrhu projektové dokumentace silnoproudých i slaboproudých okruhů a zahrnuje technickou zprávu a rozpočet.

KLÍČOVÁ SLOVA: Projekt; projektová dokumentace; slaboproudá elektroinstalace; silnoproudá elektroinstalace; EPS; LPS; technická zpráva; osvětlení.

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to get acquainted with the topic of electrical design documentation for a family house. The theoretical part summarizes the requirements that must be followed according to the relevant legal standards, and discusses the aspects of both power circuits including LPS and lighting systems and low-voltage circuits including fire alarm system. The practical part of the bachelor thesis focuses on the design of project documentation of heavy and low-current circuits, including technical report and budget.

KEY WORDS: Project; project documentation; low-current circuits; heavy-current installation; fire alarm system; LPS; technical report; lighting systems.

OBSAH

OBSAH	7
SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	11
1 ÚVOD	12
2 ELEKTRICKÁ ROZVODNÁ SÍŤ	13
2.1 SÍŤE IT, TT, TN	14
2.1.1 Síť IT	14
2.1.2 Síť TT	15
2.1.3 Síť TN-C.....	15
2.1.4 Síť TN-S	16
2.1.5 Síť TN-C-S	16
3 PŘIPOJENÍ OBJEKTU DO DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY	17
3.1 ELEKTRICKÁ PŘÍPOJKA NN	17
3.1.1 TYPY ELEKTRICKÝCH PŘÍPOJEK.....	17
3.1.2 UKONČENÍ ELEKTRICKÉ PŘÍPOJKY	17
3.2 PŘÍVODNÍ VEDENÍ NN	18
3.2.1 HLAVNÍ DOMOVNÍ VEDENÍ.....	19
3.2.2 ODBOČKY K ELEKTROMĚRŮM	19
3.2.3 ELEKTROMĚROVÝ ROZVADĚČ	20
4 HLAVNÍ DOMOVNÍ ROZVADĚČ	20
5 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM	20
5.1 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA BEZPEČNOST	20
5.2 PROSTŘEDKY ZÁKLADNÍ OCHRANY	21
5.3 PROSTŘEDKY OCHRANY PŘI PORUŠE	21
5.4 PROSTŘEDKY ZVÝŠENÉ OCHRANY	21
6 SILNOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE	21
6.1 ZNAČENÍ ELEKTRICKÝCH KABELŮ	22
6.1.1 ZNAČENÍ DLE ČSN 33 0166 ED. 2.	22
6.1.2 ZNAČENÍ DLE ČSN 34 7409	22
6.1.3 BAREVNÉ ZNAČENÍ VODIČŮ.....	23
6.2 PROVEDENÍ ELEKTRICKÝCH ROZVODŮ	23
6.2.1 INSTALACE V BYTOVÝCH PROSTORÁCH	24
6.2.2 INSTALACE V NEBYTOVÝCH PROSTORÁCH.....	25
6.2.3 INSTALACE V KOUPELNÁCH	25
6.3 UŽITÍ SPOJOVACÍHO MATERIÁLU	28
6.4 ZÁSUVKOVÉ OBVODY	29
6.4.1 JEDNOFÁZOVÝ ZÁSUVKOVÝ OBVOD.....	29

6.4.2 TROJFÁZOVÝ ZÁSUVKOVÝ OBVOD	31
6.5 SVĚTELNÉ OBVODY	32
6.5.1 ŘAZENÍ SVĚTELNÝCH OKRUHŮ	32
6.5.2 MINIMÁLNÍ HODNOTY OSVĚTLENOSTI	34
7 SLABOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE	34
7.1 STRUKTUROVANÁ KABELÁŽ	35
7.2 STA	36
7.3 EPS	37
7.3.1 MANUÁLNÍ HLÁSIČE	37
7.3.2 AUTOMATICKÉ HLÁSIČE	37
7.3.3 CENTRÁLA EPS	38
7.3.4 ELEKTROINSTALACE EPS	38
8 LPS	39
8.1 BOUŘKOVÝ BLESK	39
8.2 VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM	40
8.2.1 PROVEDENÍ JÍMACÍ SOUSTAVY	43
8.2.2 SVODY	43
8.2.3 UZEMNĚNÍ	44
8.3 VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM	45
8.3.1 POTENCIÁLOVÉ VYROVNÁNÍ	45
9 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE	48
9.1 STUPNĚ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	48
9.2 TECHNICKÁ ZPRÁVA	49
9.3 VÝKAZ VÝMĚR A ROZPOČET	50
9.4 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	50
10 ZÁVĚR	51
11 BIBLIOGRAFIE	52
12 SEZNAM PŘÍLOH	55

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Síť IT [3].....</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 2: Síť TT [3].....</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 3: Síť TN-C [3].....</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 4: Síť TN-S [3]</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 5: Síť TN-C-S [3]</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 6: Hlavní domovní pojistková skříňka (Zdroj: vlastní fotografie).....</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 7: Hl. domovní kabelová skříňka (Zdroj: vlastní fotografie).....</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 8: Instalační zóny [5].....</i>	<i>24</i>
<i>Obrázek 9: Instalační zóny v koupelně [19])</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 10: Vymezení umývacího prostoru [20].....</i>	<i>28</i>
<i>Obrázek 11: Řezni č. 1 [27]</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 12: Řazení č. 5 [27]</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 13: Řazení č. 6 [27]</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 14: Řazení č. 7 [27]</i>	<i>33</i>
<i>Obrázek 15: Zapojení konektoru dle normy EIA/TIA-568 A a B [30]</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 16: Závislost velikosti ochranného úhlu na výšce budovy a třídě LPS (Zdroj [36])</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 17: Metoda bleskové koule (Zdroj: [36])</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 18: Metoda ochranné úhlu (Zdroj: [36]).....</i>	<i>42</i>
<i>Obrázek 19: Ochranný úhel u sedlové střechy (Zdroj: [36]).....</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 20: Metoda mřížové soustavy (Zdroj: [36])</i>	<i>43</i>
<i>Obrázek 21: Znázornění zón ochrany LPZ a typů svodičů [40]</i>	<i>47</i>
<i>Obrázek 22: Příklad přepěťových ochran značky Noark - zleva: typ 1+2, typ 2, typ 3 [41].....</i>	<i>47</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Určení průřezu dle stupně elektrizace</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka 2: Stupně krytí IP.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabulka 3: Přídavná a doplňková písmena kódů IP</i>	<i>26</i>
<i>Tabulka 4: Stanovení průřezů vodičů jednotlivých obvodů</i>	<i>30</i>
<i>Tabulka 5: Minimální počty vývodů v jednotlivých obvodech</i>	<i>30</i>
<i>Tabulka 6: Souhrnná tabulka dimenzování a jištění vedení.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabulka 7: Minimální nároky na osvětlení dle normy ČSN 73 4301</i>	<i>34</i>
<i>Tabulka 8: Určení třídy LPS dle druhu objektu</i>	<i>40</i>
<i>Tabulka 9: Hodnoty d v závislosti na třídě LPS.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabulka 10: Ochranný úhel pro jímací tyče do 2 m.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabulka 11: Velikost ok dle třídy LPS.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabulka 12: Minimální rozestupy svodů</i>	<i>44</i>
<i>Tabulka 13: Průřezы vodičů vyrovnání potenciálu</i>	<i>46</i>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	Ampér
AES	Samonosný slaněný kabel s PE izolací
Al	Hliník
AYKY	Kabel s hliníkovými žilami a PVC izolací
Cu	Měď
CYKY	Kabel s měděnými žilami a PVC izolací
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
EPS	Elektronická požární signalizace
HDO	Hromadné dálkové ovládání
HDV	Hlavní domovní vedení
IP	Ingress protection
L	Fázový vodič
LPS	Lightning protective system (ochrana před účinky blesku)
Lx	Lux
m	Metr
mm ²	Milimetr čtvereční
MN	Malé napětí
N	Střední vodič
NN	Nízké napětí
PE	Ochranný vodič
PELV	Protective extra low voltage (bezpečné malé napětí)
PEN	Vodič slučující funkci ochranného a středního vodiče
PPDS	Pravidla provozování distribučních soustav
PVC	Polyvinylchlorid
Sb	Sbírka zákonů
SELV	Safety extra low voltage (bezpečné malé napětí)
V	Volt
VN	Vysoké napětí
VVN	Velmi vysoké napětí
W	Watt
ZVN	Zvláště vysoké napětí
Ω	Ohm

1 ÚVOD

Elektrická energie dostupná každému k libovolnému užití ve spojení s možností odebírat ji tam, kde si přejeme, je standard, kterému jsme si nejen ve svém obydlí, ale třeba i na pracovišti přivykli. Napájíme jí zařízení, bez kterých bychom si náš všední život již nedokázali představit. Spolehlivost, s jakou elektřinu odebíráme, je dána mimo jiné korektním návrhem rozvodů v tomto odběrném místě. Tímto korektním návrhem se zabývá projektová dokumentace. Tato práce má za cíl vytvořit souhrn definic, teoretických znalostí a požadavků spojených s realizací elektroinstalace v rodinném domu tak, aby na základě těchto poznatků byla vypracována kompletní projektová dokumentace. Práce sestává z části teoretické a praktické.

Teoretická část se zaměřuje na souhrn všech potřebných teoretických znalostí, které jsou čerpány z příslušných platných norem a literatury. Začátkem jsou shrnuty a podrobněji popsány používané typy elektrických rozvodných sítí. V následující části je podrobně popsán řetězec prvků sloužící k připojení objektu na síť distributora. Jedná se o pojistkovou skříňku, přírodní vedení v podobě hlavního domovního vedení a odboček k elektroměrům i o domovní rozvaděč. Všem prvkům byl věnován podrobný popis jejich funkčnosti, provedení i dimenzování. Tyto praktické poznatky jsou následovány důležitou pasáží – bezpečností a ochranou proti úrazu elektrickým proudem. Zde jsou rozebrány základní požadavky na bezpečnost a popsány způsoby ochrany před úrazem elektrickým proudem. Další rozsáhlá část práce je věnována praktickým stránkám návrhu silnoproudých rozvodů. V úvodu této části jsou popsány metody označování vodičů i význam jejich barevného značení. Text se také věnuje praktickému popisu rozvodu v různých částech domácnosti – bytových i nebytových prostorech, koupelnách a prostorech s mycí plochou. Nachází se zde rovněž detailní pojednání o zásuvkových okruzích, podmínkách jejich korektního návrhu i o provedení a zapojení samotných zásuvek. Kapitola silnoproudých rozvodů je uzavřena komplexním popisem návrhu světelných obvodů, jejich funkcionality a také shrnutím doporučených hodnot osvětlenosti v různých prostorách, pro zaručení uspokojivé zrakové práce. Další velkou kapitolou je slaboproudá elektroinstalace. V této kapitole jsou rozebrány zásady spojené s návrhem obvodů strukturované kabeláže, STA a EPS, včetně vysvětlení funkcionality dílčích prvků systému. Předposlední kapitola je věnována LPS – tedy vnitřní i vnější ochraně před bleskem a vzniklým přepětím. Jsou zde rozepsány základní metody návrhu jímací soustavy spolu s popisem užití svodičů přepětí. Závěrem teoretické práce je pojednáno o projektové dokumentaci, jejím smyslu, obsahu i provedení.

Praktická část bakalářské práce je zaměřena na zpracování kompletní projektové dokumentace v oboru elektro pro zadaný objekt – rodinný dům. Její podstatou je návrh silnoproudých obvodů, obvodů umělého osvětlení, slaboproudých obvodů a ochrany před bleskem. Dokumentace sleduje požadavky investora na vybavení objektu a odpovídá na ně návrhem adekvátního řešení elektroinstalace. Při návrhu dokumentace byl brán zřetel na respektování všech platných norem v aktuálních zněních, vyhlášek a zákonů s tímto návrhem spojených. Projektová dokumentace se snaží reflektovat požadovaný komfort budoucích uživatelů objektu komplexními řešeními a zajistit maximální ochranu před úrazem elektrickým proudem, přičemž jsou dodrženy požadavky na hospodárnost a finanční únosnost navrhovaných řešení.

2 ELEKTRICKÁ ROZVODNÁ SÍŤ

Pro rozvod elektrické energie na rozličných napěťových hladinách slouží elektrická rozvodná síť. Jedná se o soubor technologických zařízení přenášející požadovaný elektrický výkon buď ze zdrojů, z transformoven, nebo z míst napojení na nadřazenou síť na určitá místa odběru energie. Požadavkem na elektrickou síť je hospodárny přenos elektrické energie a její spolehlivý a bezpečný provoz. Rozvodné sítě je možné rozdělit dle:

- **Napětí mezi vodiči:**
 - MN - malé napětí (0 - 50 V),
 - NN- nízké napětí (50 - 100 V),
 - VN - vysoké napětí (1 kV - 52 kV),
 - VVN - velmi vysoké (52 kV - 300 kV),
 - ZVN- zvlášť vysoké (300 kV - 800 kV).
- **Charakteru napětí:**
 - stejnosměrné (=),
 - střídavé (\approx).
- **Spojení uzlu se zemí:**
 - síť izolované,
 - síť s přímo uzemněným uzlem,
 - síť s uzlem nepřímo spojeným se zemí.
- **Topologie sítě:**
 - paprskové,
 - průběžné,
 - kruhové,
 - mřížové,
 - napájené ze dvou stran,
 - napájené z jedné strany.
- **Účelu a použití:**
 - přenosová (220 kV; 400 kV),
 - distribuční (22 kV; 35 kV; 110 kV),
 - průmyslová (6 kV),
 - spotřebitelská (3x 230/400 V - IT; TT; TN) [1].

V rámci rezidenčních sítí se v ČR využívá elektrické rozvodné sítě s nízkým napětím, a to trojfázové o napětí 3x400 / 230 V 50 Hz. Parametry napětí a frekvence jsou totožné v mnoha zemích Evropy. V celosvětovém měřítku se lze však setkat i s odlišnými napěťovými a kmitočtovými hladinami jako např. 240/208/120 V 50 Hz ve Spojených státech amerických a dalšími [2].

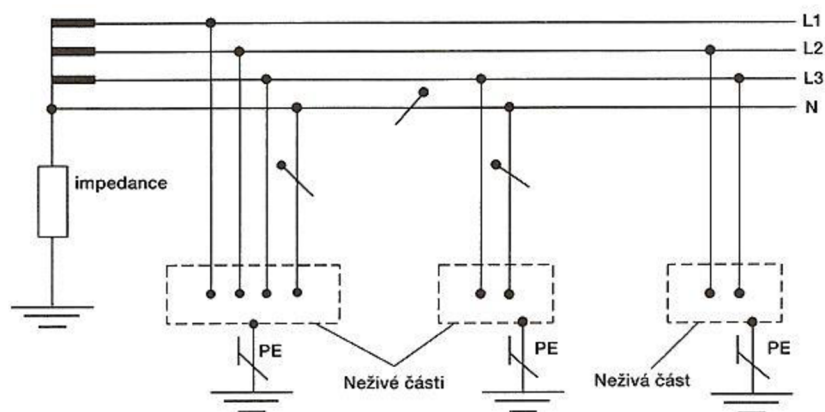
2.1 Sítě IT, TT, TN

Provedení a použitelnost některých ochran před úrazem elektrickým proudem úzce souvisí s tím, zdali je zdroj a také některý z vodičů uzemněn. K jednoznačnému rozlišení vztahu sítě k jejich uzemnění slouží stanovené dvou a třípísmenné zkratky mající následující význam:

- **První písmeno:**
 - T – bezprostředně uzemněný bod sítě - zpravidla uzel,
 - I – všechny části sítě jsou od země izolované.
- **Druhé písmeno:**
 - N – všechny neživé části obvodu jsou bezprostředně spojeny s uzemňovací bodem sítě - ochranným vodičem,
 - T – všechny neživé části obvodu jsou přímo spojeny se zemí nezávisle na uzemnění pracovního bodu sítě.
- **Třetí písmeno:**
 - C – střední vodič (N) je kombinovaný s ochranným (PE) v jednom vodiči (PEN),
 - S – střední vodič (N) je oddělen od ochranného vodiče (PE) [3].

2.1.1 Síť IT

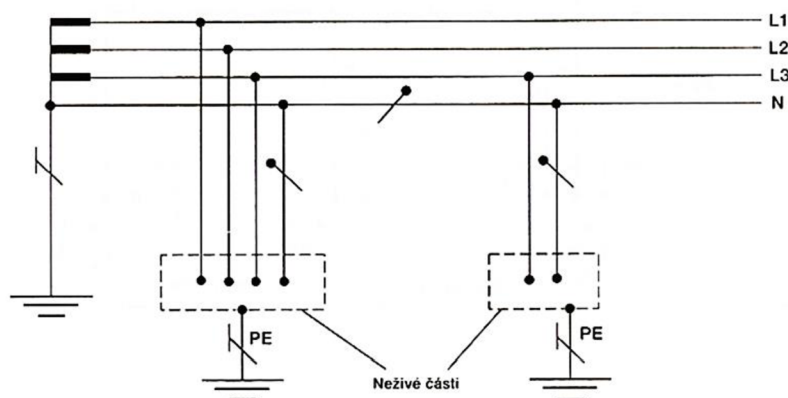
Jedná se o trojfázovou síť zcela izolovanou, popř. s uzlem uzemněným přes průrazku nebo impedanci. Všechny neživé části obvodu jsou přímo spojeny se zemí, a to buď jednotlivě, nebo skupinově. Nejčastěji je možné se se sítí typu IT setkat v nemocnicích, a to konkrétně na operačních sálech, JIP a dalších místech, kde při výpadku napájení hrozí smrtelné ohrožení pacienta. Dále je možné užít síť IT v průmyslových objektech, kde by ztráta napájení způsobila vysoké ekonomické ztráty (sklářský a hutnický průmysl) [3].



Obrázek 1: Síť IT [3]

2.1.2 Síť TT

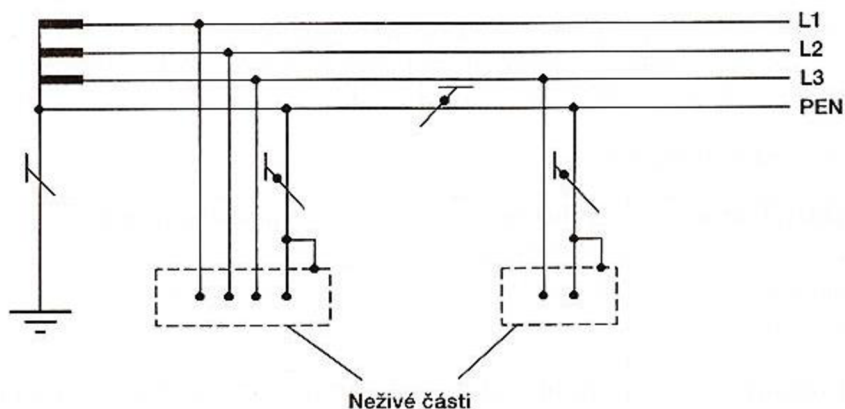
Na rozdíl od sítě IT má síť TT jeden bod přímo uzemněný (zpravidla uzel transformátoru). Uzemnění neživých částí je rovněž provedeno jednotlivým, nebo skupinovým přímým uzemněním. Hlavní výhodou sítě TT je její jednoduchý návrh i realizace. Ochranu před úrazem elektrickým proudem i požárem je možné zajistit užitím proudových chráničů. Nevýhodou jsou velké svodové proudy přítomné i za normálního provozu [3].



Obrázek 2: Síť TT [3]

2.1.3 Síť TN-C

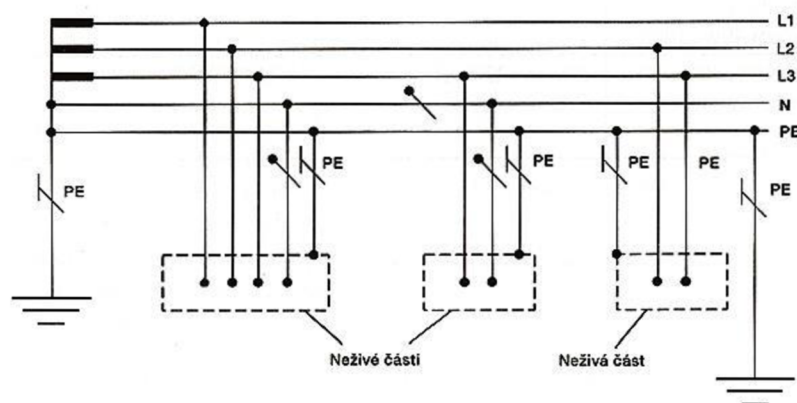
Jedná se o zpravidla trojfázovou síť s uzemněným uzlem transformátoru, kde ochranný vodič plní současně funkci středního vodiče. Takový vodič se značí PEN. Neživé části obvodu jsou tímto vodičem připojeny na uzemňovací bod sítě. Ochrana před úrazem elektrickým proudem je realizována automatickým odpojením od zdroje. V případě přerušení vodiče PEN dochází k průniku síťového napětí na neživé části zařízení. Vznik sítě TN-C ze sítě TN-S sloučením nulového a ochranného vodiče je zakázán, a to jak pro jednofázový, tak třífázový rozvod. Rozdělení uvnitř spotřebiče je dovoleno, není totiž považováno za rozdělení sítě. Z principu sítě není možné užít proudový chránič, krom chrániče integrovaného do přístroje zásuvky, za nímž dojde k rozdělení vodiče PEN na vodič N a PE [3].



Obrázek 3: Síť TN-C [3]

2.1.4 Síť TN-S

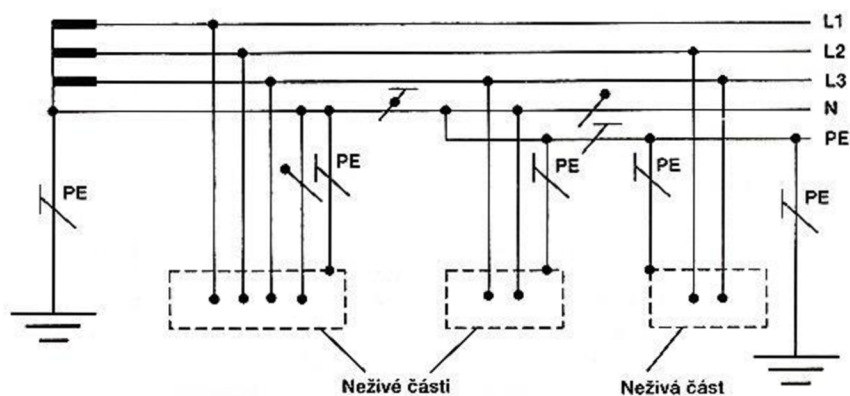
Na rozdíl od sítě TN-C je u sítě TN-S podmínkou separace středního (N) a ochranného vodiče (PE) na dva samostatné vodiče. Oproti síti TN-C při přerušení vodiče PEN nehrozí riziko proniknutí síťového napětí na neživé části zařízení a rovněž je možné užití proudových chráničů. Nevýhodou sítě TN-S je nemožnost odhalení přerušení vodiče PE, jelikož vodič PE nemá vliv na funkčnost zařízení. Jedinou možností odhalení takové závady je pouze revize sítě.



Obrázek 4: Síť TN-S [3]

2.1.5 Síť TN-C-S

Jedná se o kombinaci sítě TN-C a TN-S. V určitém bodě sítě dochází k rozdělení PEN vodiče na vodič střední (N) a vodič ochranný (PE). Příkladem sítě TN-C-S je síť v obyčejném rezidenčním objektu, kdy se místo rozdělení vodiče PEN nachází zpravidla v hlavním domovním rozvaděči [4] [3].



Obrázek 5: Síť TN-C-S [3]

3 PŘIPOJENÍ OBJEKTU DO DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY

Následující kapitoly se budou věnovat popisu za sebe řazených prvků, zabezpečující připojení objektu (např. od domovního rozvaděče) na síť distributora elektrické energie.

3.1 Elektrická přípojka NN

Elektrická přípojka je takové zařízení, jehož prostřednictvím dochází k připojení objektu, do kterého se uskutečňuje dodávka elektrické energie, k distribuční síti. Návrh, zřízení a provoz elektrické přípojky stanovuje § 45 zákona 458/2000 Sb., norma ČSN 33 3320 ed.2. a „Pravidla provozování distribučních soustav“ (PPDS) obsahující podnikové normy distributora.

Je zřízena v zastavěném území provozovatelem distribuční soustavy a v území nezastavěném žadatelem o připojení (s výjimkou přípojky vzdálené do 50 m od přípojkové skříně). Vlastníkem přípojky je ten, kdo uhradil náklady spojené s jejím zřízením a je povinen spravovat přípojku tak, aby jejím provozem nedošlo k ohrožení života nebo újmě na majetku. Dle ČSN EN 3320 ed.2. začíná elektrická přípojka odbočením od spínacích prvků nebo přípojnic v elektrické stanici a mimo ní odbočením od vedení přenosové nebo distribuční soustavy [5].

3.1.1 Typy elektrických přípojek

Norma rozlišuje následující typy přípojky dle způsobu provedení:

- **Přípojky provedené venkovním vedením** – slouží k připojení jedné, ve zvláštních případech i dvou, nemovitostí. Minimální průřez vodičů přípojky je 16 mm² holého vodiče AlFe a 10 mm² izolovaného vodiče Al. Izolovaný vodič může být veden jednotlivě (AES) nebo v závěsném kabelu (AYKYz).
- **Přípojky provedené kabelovým vedením** – slouží k připojení jedné, ve zvláštních případech i dvou, nemovitostí. Minimální průřez kabelů přípojky je AYKY 4 x 16 mm² a CYKY 4 x 10 mm².
- **Přípojky provedené kombinací obou způsobů.**

3.1.2 Ukončení elektrické přípojky

Elektrická přípojka končí v přípojkové skříně umístěné na obvodovém zdivu objektu odběratele nebo na hranici jeho pozemku tak, aby byl možný přístup k přípojkové skříně bez přítomnosti odběratele. Elektrická přípojka může být z hlediska vedení distribuční soustavy ukončena:

- smyčkovým provedením,
- paprskovým vývodem.

Norma rozlišuje dva typy přípojkové skříně – hlavní domovní skřínky (HDS):

- **Hlavní domovní pojistková skřínka** – v případě přípojky provedené venkovním vedením. Přípojková skřín musí být plombovaná, nebo vybavená zámkem na klíč. Minimální výška její spodní hrany nad terénem je 2,5 m.
- **Hlavní domovní kabelová skřínka** – v případě přípojky provedené kabelovým vedením. Minimální výška její spodní hrany nad terénem je 0,6 m, za zvláštních okolností může být však umístěna výše, ne však více než 1,5 m nad terénem [5].



Obrázek 6: Hlavní domovní pojistková skříňka (Zdroj: vlastní fotografie)



Obrázek 7: Hl. domovní kabelová skříňka (Zdroj: vlastní fotografie)

3.2 Přívodní vedení NN

Přívodní vedení začíná na výstupních svorkách přípojkové skříňe. Jedná se o součást elektrického zařízení nemovitosti, na které se již nevztahují energetické podnikové normy. Přívodní vedení dimenzujeme mimo jiné dle stupně elektrizace bytu, kdy rozlišujeme:

- **Stupeň A** – byty, kde se elektrická energie užívá k osvětlení a pro připojení spotřebičů o maximálním jednotkovém výkonu 3,5 kVA připojených pevným nebo pohyblivým přívodem. Maximální soudobý příkon bytu nesmí přesáhnout 7 kW.
- **Stupeň B** – byty s elektrickým vybavením odpovídající stupni A, kde se el. energie užívá k vaření/pečení prostřednictvím tepelných spotřebičů s příkonem vyšším než 3,5 kVA. Maximální soudobý příkon bytu nesmí přesáhnout 11 kW.
- **Stupeň C** – byty s elektrickým vybavením odpovídající stupni B, kde se el. energie navíc využívá pro vytápění a klimatizaci.

Pro správné dimenzování přívodního vedení lze vycházet z podkladů pro výpočtové zatížení a výpočtového proudu, uvedených v normě ČSN 33 2130 ed. 3.:

1. Je třeba určit výpočtové zatížení P_V

$$P_V = \beta \cdot \sum_{b=1}^n P_{bi} \text{ (kW)} \quad (3.1)$$

P_{bi} maximální soudobý příkon 1 bytu, typicky:

$P_V = 7 \text{ kW}$ pro byty stupně elektrizace A a 11 kW pro stupeň B

β soudobost pro n bytů, typicky $\beta = 0,77$ pro 2 - 3 byty, $\beta = 0,6$ pro 4 byty

n počet bytů v objektu napájených jedním HDV

2. Z výpočtového zatížení je možné stanovit výpočtový proud přívodním vedením

$$I_V = \frac{P_V}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} \text{ (A)} \quad (3.2)$$

U sdružené síťové napětí (V)

$\cos\varphi$ průměrný účinník spotřebičů, které jsou v činnosti v době maxima, zpravidla 0,95 (-)

3. Dle výpočtového proudu je možné stanovit potřebné jištění vedení a dle Tabulky 6 potřebný průřez přívodního vedení.

V případě bytových domů lze rovněž vycházet z normy ČSN 33 2130 ed.3., kdy norma stanovuje minimální průřezy přívodního vedení v závislosti na stupni elektrizace:

Tabulka 1: Určení průřezu dle stupně elektrizace

Průřez kabelu HDV v mm ²		Počet bytů	
AYKY	CYKY	stupeň A	stupeň B
-	4 x 10	do 7	do 3
4 x 16	4 x 16	8 - 10	4 - 5
4 x 25	4 x 25	11 - 14	6 - 7
4 x 35	4 x 35	15 - 19	8 - 10
4 x 50	4 x 50	20 - 26	11 - 14

(Zdroj: vlastní zpracování dle [4])

3.2.1 Hlavní domovní vedení

HDV – hlavní domovní vedení je přívodní vedení od výstupních svorek pojistkové skříně k elektroměru (v případě dvou a více elektroměrů je HDV až k poslednímu z nich). V budovách s nejvýše třemi odběrateli (rodinné domy) není třeba HDV zřizovat a odbočky k elektroměrům stačí vyvést rovnou z přípojkové skříně. V budovách s více odběrateli se zřizuje jedno, nebo i více HDV. Mezi kritéria správného návrhu HDV patří:

- **Správné dimenzování vodičů** – volí se průřezy dle očekávaného odběru objektu, minimálně však AYKY 4 x 16 mm² a CYKY 4 x 10 mm².
- **Správné dimenzování jištění vedení** – jmenovitý proud jisticích prvků HDV (zpravidla trojice pojistek „nožovek“ situovaných v přípojkové skříně) musí být alespoň o dva stupně (z řady jmenovitých proudů) vyšší než jmenovitý proud jističe před elektroměrem (na konci HDV).
- **Prevence černého odběru el. energie** – HDV musí svým provedením a umístěním znemožňovat nelegální odběr elektrické energie [6] [7].

3.2.2 Odbočky k elektroměrům

Jedná se o vedení odbočující z HDV k připojení domovních elektroměrů, elektroměrových rozvodnic. V případě rodinných domů mohou vycházet přímo z přípojkové skříně. Elektroměrové odbočky mohou být jak třífázové, tak jednofázové (byty, malé rodinné domy). Kritérii správného návrhu elektroměrových odboček jsou:

- **Správné dimenzování vodičů** – volí se průřezy dle očekávaného odběru objektu, minimálně však AYKY 4 x 16 mm² a CYKY 4 x 6 mm².
- **Provedení a uložení odboček** – musí být takové, aby byla umožněna výměna vodičů bez stavebních zásahů (užívají se např. chráničky, kabelové kanály, lišty a dutiny stavebních konstrukcí), musí však znemožňovat nelegální odběr elektrické energie [8] [5].

3.2.3 Elektroměrový rozvaděč

Elektroměrový rozvaděč je napájen HDV, popř. rovnou z přípojkové skříně, a je následován hlavním domovním rozvaděčem. V elektroměrovém rozvaděči se nachází hlavní jistič a elektroměr příslušného bytu. Instalace skříně elektroměrového rozvaděče podléhá normě ČSN EN 61439-3. Elektroměrový rozvaděč může být součástí hlavního domovního rozvaděče, popř. může mít podobu samostatného elektroměrového sloupku, v tomto případě však musí být hlavní domovní rozvaděč vybaven hlavním vypínačem. Jistič před elektroměrem musí mít stejný počet pólů, jaký má elektroměr fází, a instaluje se zpravidla s charakteristikou B. Jeho minimální jmenovitý proud se řídí dle stupně elektrizace, kdy:

- $I_n = 20$ A pro stupeň elektrizace A,
- $I_n = 25$ A pro stupeň elektrizace B.

V případě užití akumulčních tepelných spotřebičů (např. elektrický boiler) je možná instalace dvousazbového elektroměru pro tzv. nízký a vysoký tarif spolu se sazbovým spínačem hromadného dálkového ovládání (HDO). Signál HDO je modulován na síťové napětí, a je tak šířen po fázových vodičích bez potřeby separátního vedení. Je-li sazbovým spínačem vyhodnocen tzv. nízký tarif, dojde prostřednictvím stykačů k sepnutí příslušných tepelných spotřebičů a přepnutí dvousazbového elektroměru na nízký tarif. Elektroměr v takovém provozu měří veškerou spotřebu objektu v nízkém tarifu. [9]

4 HLAVNÍ DOMOVNÍ ROZVADĚČ

Hlavní domovní rozvaděč seskupuje jističe a pojistky jistící příslušné domovní okruhy. Rovněž může zahrnovat proudové chrániče, relé, stykače HDO a další komponenty. V domovním rozvaděči je poslední místo, kde je možné rozdělit vodič PEN na PE a N. Poloha domovního rozvaděče se volí tak, aby nehrozilo jeho mechanické poškození, kdy spodní okraj rozvaděče musí být minimálně 150 cm nad podlahou. Rozvaděč musí být umístěn do příslušné rozvaděčové skříně tak, aby rezerva v počtu modulů byla minimálně 30 %. [9]

5 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM

Projektovaná elektroinstalace musí odpovídat platné normě definující její provedení tak, aby byl zajištěn její bezpečný provoz a nedošlo tak k ohrožení lidského zdraví ani škodám na majetku. Aktuálně platné normy stanovující způsoby ochrany při poruše jsou ČSN EN 61140 ed.3. definující základy pro ochranu při poruše, ČSN 33 2000-4-41 ed.3., která specifikuje bližší požadavky na bezpečnost elektrické instalace a dále podnikové normy, jako např. PNE 33 000-01 vycházející právě ze zmiňované normy ČSN 33 2000-4-41 ed.3 [10].

5.1 Základní požadavky na bezpečnost

Základními bezpečnostními pravidly pro správný návrh a realizaci elektroinstalace dle normy ČSN EN 61140 jsou:

- **Nebezpečné živé části nesmí být volně přístupné** – platí za podmínek normálních i za podmínek výskytu jedné poruchy (např. porušení izolace, krytu).
- **Přístupné části nesmí být nebezpečné** – rovněž platí za normálních podmínek i za podmínek při vzniku jedné poruchy [11].

5.2 Prostředky základní ochrany

- **Základní izolace** – jejím účelem je základní prevence dotyku s živou částí elektrického zařízení. Izolace smí být odstranitelná pouze jejím zničením a musí odolávat vlivům běžného provozu, jako jsou mechanické a chemické namáhání, teplotní vlivy a další [13].
- **Přepážky a kryty** – slouží k zamezení dotyku živých částí elektrických zařízení a taktéž k zamezení vniku cizích předmětů o velikosti větší než 12 mm [12] do zařízení. Schopnost zařízení odolat vniku cizího předmětu a taktéž vody definuje stupeň krytí IP. Kód IP je charakterizován první číslicí vyjadřující stupeň ochrany před nebezpečným dotykem nebo vniknutím cizích předmětů a číslicí druhou vyjadřující stupeň ochrany před vniknutím vody. Mohou být odstraněny jen s užitím speciálního nástroje nebo klíče, popř. za automatického odpojení od zdroje.
- **Ochrana polohou** – spočívá v umístění živých částí mimo dosah.
- **Ochrana omezeným napětím** – chráněné zařízení třídy III. je napájeno ze zdroje nízkého napětí – ELV (Extra Low Voltage):
 - **SELV** – ochrana napětím omezeným na bezpečnou úroveň – max. 50 V AC a 120 V DC. Obvod je zcela oddělen od země.
 - **PELV** – stejně jako SELV, ale obvod je jednopólově uzemněn.
- **Ochrana omezením ustáleného dotykového proudu a náboje.**

5.3 Prostředky ochrany při poruše

- přídatná izolace,
- automatické odpojení od zdroje + ochranné pospojování,
- jednoduché oddělení od ostatních obvodů,
- doplňková ochrana proudovým chráničem.

5.4 Prostředky zvýšené ochrany

- zesílená izolace,
- doplňková ochrana proudovým chráničem,
- oddělení obvodů,
- zdroj omezeného proudu [13].

6 SILNOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE

Pro rozvod elektrické energie jak pro účely její spotřeby v běžných elektrických spotřebičích, tak i pro účely osvětlování slouží silnoproudá elektroinstalace. Ta sestává z kabelových tras, elektrických přístrojů, jako jsou zásuvky, vypínače, snímače, úložného spojovacího a upevňovacího materiálu a dalšího vybavení. Pro její správný návrh je potřeba vycházet z požadavků na zaručení bezpečnosti a spolehlivosti provozu, ale také ceny za elektroinstalační materiál a realizaci. Moderní elektroinstalace by měla zajistit budoucímu uživateli objektu pohodlí v podobě dostatečného počtu zásuvek i vypínačů pro ovládání světelných okruhů. Nadměrně komplexní a složitá elektroinstalace však může významně zvýšit celkové náklady pro její realizaci, a tak je vždy potřebné správně zohlednit konečné využití objektu a podle toho elektroinstalaci správně navrhnout a dimenzovat [9].

6.1 Značení elektrických kabelů

Rozličnost typů spotřebičů v podobě rozdílných příkonů, nároků na napájení i uložení jejich přívodů si vyžádala vznik velkého množství typů kabelů. Pro rychlou orientaci mezi typy kabelů a jejich rozdílnými vlastnostmi se užívá standardizovaného označení kabelů. V současné době je možné setkat se dvěma až třemi způsoby běžného označování kabelů, kdy každý vychází z jiné normy i doby zavedení [9].

6.1.1 Značení dle ČSN 33 0166 ed. 2.

Jedná se o dlouhodobě používaný způsob značení vycházející ze staršího značení dle normy ČSN 33 0165 ed.2., jež je od roku 2006 nahrazena aktuálně platnou normou, kdy nahrazením došlo k jeho částečnému zjednodušení. Celkem pět písmenný kód kabelu sestává ze čtyřmístného kódu charakterizujícího materiálové vlastnosti kabelu a doplňkového kódu charakterizujícího přítomnost ochranného vodiče.

- **První písmeno** – charakterizuje materiál jádra kabelu:
 - A – hliníkové jádro,
 - C – pro měděné jádro.
- **Druhé a čtvrté písmeno** – značí materiál izolace jednotlivých žil:
 - N – napuštěný papír,
 - Y – měkčené PVC,
 - G – vulkanizovaný kaučuk,
 - E – polyetylen.
- **Třetí písmeno** – označuje provedení kabelu:
 - K – pevné uložení,
 - S – šňůra,
- **Čtvrté písmeno** – značí materiál vnější izolace kabelu (viz druhé písmeno).
- **Dodatkové písmeno:**
 - J / G – kabel / šňůra s ochranným vodičem
 - O / X – kabel / šňůra bez ochranného vodiče [14].

6.1.2 Značení dle ČSN 34 7409






Jedná se o podrobnější systém značení, jenž zohledňuje i další vlastnosti kabelu, jako např. napěťovou úroveň, přítomnost pancíře i jeho vztah k normě.

- první znak – značí vztah k normě: H – harmonizovaný předpis, A – uznávaný národní předpis
- **Druhý znak** - vymezuje maximální napětí mezi fázemi / mezi zemí:
 - 00 – pod 100/100 V,
 - 01 – nad 100/100 V,
 - 03 – 300/300 V,
 - 05 – 300/500 V,
 - 07 – 300/750 V.
- **Třetí znak** - značí materiál izolace jádra:
 - V – měkčené PVC,
 - R – kaučuk,
 - S – silikon.

- **Čtvrtý znak** - značí izolaci pláště:
 - Q – polyuretan,
 - R – kaučuk,
 - B – pryž,
 - E – polyetylen.
- **Pátý znak** - upřesňuje provedení kabelu:
 - H – ploché rozdělitelné,
 - H2 – ploché nerozdělitelné,
 - H3 - plochá šňůra.
- **Šestý znak** – upřesňuje druh vodiče:
 - první část:**
 - A – hliník,
 - bez značky – měď,
 - Z – speciální materiál,
 - druhá část:**
 - U – jeden drát kruhový,
 - R – více drátů kruhového průřezu,
 - S – sektorová slaněná lana,
 - K – ohebný vodič pro pevné uložení,
 - F – ohebný vodič pro pohyblivé uložení (šňůra),
 - H – velice ohebný vodič [15].

6.1.3 Barevné značení vodičů

Norma ČSN 33 0166 ed. 2. rovněž definuje barevné značení izolace vodičů dle jejich funkce v obvodu. Barevné značení je pro vodiče silnoproudé elektroinstalace následující:

- **ochranný vodič (PE)**  žlutozelená,
- **nulový vodič (N)**  modrá,
- **fázový vodič (L1)**  hnědá,
- **fázový vodič (L2)**  černá,
- **fázový vodič (L3)**  šedá [14].

Plášť kabelu nepodléhá žádnému barevnému značení s výjimkou kabelů oheň retardujících s oranžovou a ohnivzdorných s hnědou barvou pláště [13].

6.2 Provedení elektrických rozvodů

Elektroinstalace v rodinném domě spadá dle ČSN 33 2000-1 ed.2. do instalace obytných budov. Samotné elektrické rozvody lze rozdělit na rozvody v bytových a nebytových prostorách a na rozvody v koupelnách. Provedení elektrické instalace je potřebné navrhnout tak, aby její provoz byl maximálně spolehlivý a bezpečný, ale také aby bylo hospodárné, přehledné a taktéž i vzhledné. Zatížení jednotlivých okruhů nesmí překročit dovolené zatížení elektrické instalace jištěné jističím prvkem o svém jmenovitém proudu I_n . Celkové zatížení by mělo být v případě trojfázové přípojky ideálně rovnoměrně rozloženo mezi všechny tři fáze [16].

6.2.1 Instalace v bytových prostorách

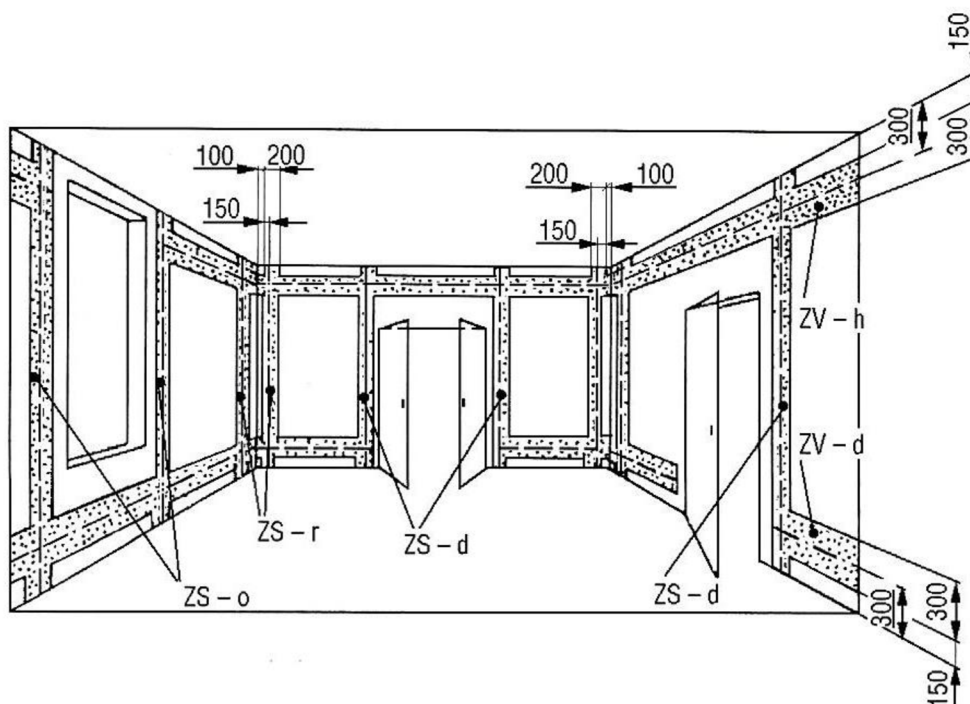
Elektrické rozvody se v bytové výstavbě umísťují pod omítku / sádkartonovou příčku (typ uložení C) na definovaných místech – instalačních zónách (viz *Obrázek 8*), díky čemuž se minimalizuje riziko porušení rozvodů neodborným zásahem uživatele objektu, jako např. zatlučením hřebíku do zdi. Rovněž může být provedena instalace do dutých stavebních prvků, podlah a stropních podhledů [16].

Vodorovné instalační zóny

- **Zóna vodorovná horní (ZV-h)** – slouží pro kladení kabelů vzdálených od dokončeného stropu 150 – 450 mm (doporučeno 300 mm).
- **Zóna vodorovná střední (ZV-s)** – slouží pro kladení kabelů vzdálených 900 – 1200 mm nad dokončenou podlahou. Doporučená vzdálenost kabelové trasy je 1000 mm u vypínačů 1150 mm nad dokončenou podlahou. Střední vodorovná zóna se zřizuje pouze v místnostech s pracovní plochou u zdi (kuchyně, dílny, technické místnosti).
- **Zóna vodorovná dolní (ZV-d)** – slouží pro kladení kabelů vzdálených od dokončené podlahy 150 – 450 mm (doporučená výška kabelové trasy, umístění zásuvek apod. je 300 mm) [16].

Svislé instalační zóny

- **Zóna svislá dveřní (ZS-d)** – pro kladení kabelů vzdálených 100 – 300 mm od dveřního otvoru hrubé stavby ze strany dveřního zámku (v případě dvoukřídlých dveří po obou stranách).
- **Zóna svislá okenní (ZS-o)** – pro kladení kabelů 100 – 300 mm od okenního otvoru hrubé stavby (doporučená vzdálenost je 150 mm).
- **Zóna svislá rohová (ZS-r)** – pro kladení kabelů 100 – 300 mm vedle rohu místnosti (doporučeno vzdálenost je 150 mm) [16].



Obrázek 8: Instalační zóny [5]

6.2.2 Instalace v nebytových prostorách

V nebytových prostorách, kde není kladen důraz na estetičnost, není třeba skrývat elektrické rozvody a v určitých podobách je tak možné je vést po povrchu. Rovněž přístroje, jako zásuvky a vypínače, mohou být umístěny ve své přístrojové krabičce určené pro povrchovou montáž. Povrchové vedení kabelů lze realizovat několika způsoby:

- **Vedení s úchytky** – samostatný kabel je pomocí kabelových úchytek, popř. jiného upevňovacího materiálu, rozmístěných v pravidelných rozstupech přichycen ke svému podkladu (zeď, strop).
- **Vedení v lištách** – kabel je samostatně, nebo ve skupině s jinými kabely veden v instalační liště určené na povrchovou montáž. Lišta může mít více provedení, jako např. zaklapávací, vkládací, oblá, podlahová a další.
- **Vedení ve žlabech** – skupiny kabelů jsou kladeny na stropní, nebo nástěnný žlab. Kovová konstrukce žlabu se běžně spojuje ochranným pospojováním a zemní se.
- **Vedení v kanálech** – skupiny kabelů jsou vedeny plastovými kanály, které umožňují instalaci přístrojů, jako jsou silnoproudé i slaboproudé zásuvky, vypínače apod. Sofistikované kanálové systémy umožňují separátní vedení slaboproudých rozvodů v odstíněné přepážce. S kanály se lze nejčastěji setkat v kancelářích, technických místnostech a specializovaných prostorách, jako jsou např. laboratoře apod. [17]

6.2.3 Instalace v koupelnách

Koupelna je místnost, kde vlivem zvýšené vlhkosti prostředí i přítomnosti vodních zdrojů hrozí zvýšené riziko úrazu elektrickým proudem. Pro minimalizaci takového rizika je třeba, aby navrhovaná elektroinstalace odpovídala normě ČSN 33 2000-7-701. Norma koupelnu rozděluje na čtyři zóny v závislosti na vzdálenosti od zdroje vody. Elektrická zařízení by měla být vybavena dostatečným krytím dle toho, v jaké zóně jsou umístěna [9] [16].

Stupnice krytí IP

Stupeň ochrany zařízení krytem před dotykem nebezpečných částí a před vniknutím pevných těles nebo vody je dán kódem IP. Kód IP sestává ze dvou číslic a až dvou dodatečných písmen. Kód IP je dán normou ČSN EN 60529.

Tabulka 2: Stupně krytí IP

První charakteristická číslice ochrana před vniknutím pevných těles:		Druhá charakteristická číslice ochrana proti vniknutí vody:	
IP	Význam	IP	Význam
0x	nechráněno	x0	nechráněno
1x	o průměru ≥ 50 mm	x1	svisle kapající
2x	o průměru $\geq 12,5$ mm	x2	kapající (ve sklonu 15°)
3x	o průměru $\geq 2,5$ mm	x3	kropením (déšť)
4x	o průměru ≥ 1 mm	x4	stříkající
5x	chráněno před prachem	x5	tryskající
6x	prachotěsné	x6	intenzivně tryskající
		x7	dočasným ponořením
		x8	trvalým ponořením

(Zdroj: vlastní zpracování dle [12])

Tabulka 3: Přídavná a doplňková písmena kódů IP

Písmeno	Stručný popis	Definice
Přídavná písmena		
A	chráněno před dotykem hřbetem ruky	sonda dotyku koule o poloměru 50 mm
B	chráněno před dotykem prstem	článekový zkušební prst o průměru 12 mm, délky 80 mm
C	chráněno před dotykem nástrojem	sond dotyku o průměru 2,5 mm, délky 100 mm
D	chráněno před dotykem drátem	sonda dotyku o průměru 1 mm, délky 100 mm
Doplňková písmena		
H	zařízení vysokého napětí	
M	zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jsou-li pohyblivé části zařízení v chodu	
S	zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jsou-li pohyblivé části zařízení v klidu	
W	vhodné pro použití za stanovených povětrnostních podmínek, krytí je dosaženo dodatečnými ochrannými metodami	

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: [12])

Zóna 0

Jedná se o prostor koupací vany nebo sprchy. Vlivem nízkého odporu těla proti zemi je v této zóně nebezpečí úrazu elektrickým proudem nejvyšší. V případě odnímatelné sprchové hlavice je šířka prostoru dána svislými rovinami prostoru sprchované osoby. Pokud je sprchová hlavice neodnímatelná, je zóna ohraničena kruhovou plochou s poloměrem 0,6 m od hlavice. Není-li sprcha vybavena vanou, je zóna vymezena rovinou o výšce 0,05 m nad podlahou.

V zóně 0 se nesmí nacházet žádné spínače ani ovladače, krom zařízení pro tuto aplikaci určených, napájené obvodem SELV / PELV a s krytím minimálně IPx7 [18].

Zóna 1

Je definována od horní hranice zóny 0, od vodorovné roviny ve výšce 2,25 m nad podlahou a od svislé plochy obalující vanu, popř. vanu sprchy. Rovněž zahrnuje prostory pod vanou, které jsou bez speciálního nářadí přístupné. V případě neodnímatelné sprchy bez vany tvoří zóna jeden válec o poloměru 0,6 m s výškou 2,25 m.

V zóně 1 je dovolené umístění spotřebičů, jakými jsou např. ventilátory sušiče ručníků a svítidla, pakliže jsou pro provoz v této zóně konstruovány, jsou napájená obvodem SELV, PELV, mají krytí alespoň IPx4, nebo IPx2 a jsou-li nad úroveň sprchové hlavice. Rovněž zde může být umístěn nezbytný elektroinstalační materiál elektrických zařízení zóny 0 a 1 [18].

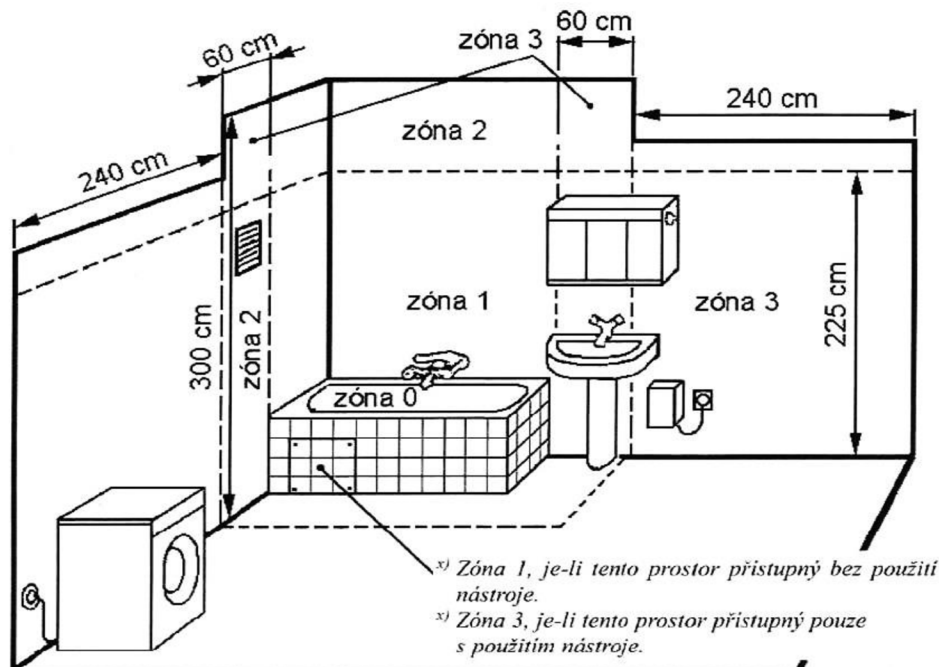
Zóna 2

Zóna 2 svisle obklopuje zónu 1 do vzdálenosti 0,6 m od její hranice a vertikálně do výšky 2,25 m nad podlahou, popř. do výšky 3 m, je-li koupelna vyšší než 2,25 m [18].

V této zóně je dovolena instalace zásuvek napájených obvodem SELV a PELV a speciálních zásuvek pro holicí strojky odpovídající ČSN EN 61558-2-5 [17]. Zdroje napětí SELV a PELV se nesmí nacházet v zónách 0, 1 a 2.

Zóna 3

Svisle obklopuje zónu 2 do vzdálenosti 2,4 m od její hranice a vertikálně tam, kde je strop vyšší než 2,25 m nad podlahou. Zahrnuje rovněž prostory pod vanou přístupné pouze nástrojem [18].



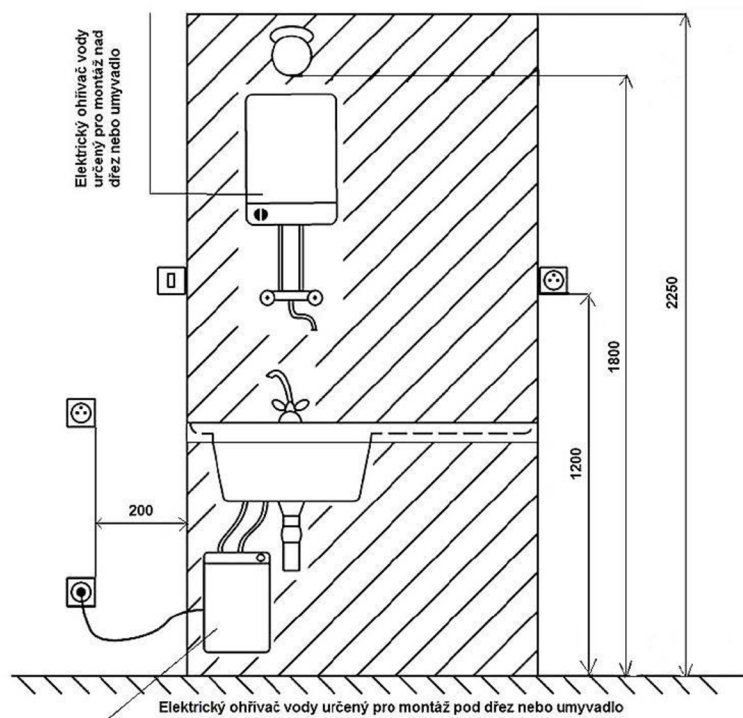
Obrázek 9: Znárodnění zón v koupelně [19])

Umývací prostory

V prostoru okolo umyvadla nebo dřezu s odkapávací plochou je předpokládáno místo instalace elektrických spotřebičů a přístrojů, jimiž jsou např. osvětlení zrcadla, elektrický ohřev vody, vypínače a zásuvky. Pro zajištění bezpečnosti je třeba, aby se jednotlivé spotřebiče a přístroje umísťovaly do normou ČSN 33 2130 ed.3, čl. 7.8 stanovených vzdáleností. Tyto vzdálenosti jsou definovány od svislých ploch, jež jsou hranicemi obrysu umyvadla, popř. dřezu s odkapávacím prostorem (viz Obrázek 10).

Zásuvky a vypínače je možné instalovat pouze vně umývacího prostoru. Je-li výška spodní hrany přístrojů od země alespoň 1,2 m, je možné je umístit na hranici umývacího prostoru, jinak minimálně 0,2 m od této hranice. V umývacím prostoru mohou být umístěny pouze takové přístroje, které jsou speciální konstrukce (např. zásuvky v nástěnné skřínce) a podléhají prohlášení ES dle zákona č. 22/1997 Sb.

Umístění svítidla musí být takové, aby spodní okraj svítidla byl alespoň 1,8 m nad podlahou. Svítidlo umístěné níže než 1,8 m nad podlahou, ne však méně než 0,4 m nad horním okrajem umyvadla / dřezu s odkapávací plochou, musí být s krytím alespoň IPx1. [17]



Obrázek 10: Vymezení umývacího prostoru [20]

6.3 Užití spojovacího materiálu

Z důvodu vyšší komplexnosti silnoproudých rozvodů nastává mnohdy potřeba vedení rozdělit, propojit, popř. dále upravit jeho funkcionalitu. K tomuto účelu slouží elektroinstalační spojovací materiál, jehož hlavním úkolem je zabezpečit dlouhodobě spolehlivé elektrické spojení dvou a více vodičů silnoproudého rozvodu. V běžném rozvodu je možné setkat se s následujícími prvky patřícími mezi spojovací materiál:

- **Krabicové svorkovnice „věnečky“** – jedná se zpravidla o čtyřpólové a pětipólové svorkovnice určené pro instalaci do elektroinstalačních krabic o průměru standardně 68 mm pro čtyřpólové a 97 mm pro pětipólové svorkovnice. Čtyřpólové svorkovnice nachází své užití zejména při rozdělení obvodu nebo při odbočení světelného obvodu na vypínač a světlo.
- **Pružinové svorky** – svou jednoduchostí nabízí moderní alternativu ke svorkovnicím, kdy jejich použití přináší úsporu místa, jednoduchou a rychlou montáž a dlouhodobou jistotu dobrého elektrického kontaktu. Pružinové svorky se vyrábí v mnoha variantách, jež se od sebe liší především počtem a průměrem otvorů pro vodiče, které může svorka spojit. Nejznámějším výrobcem, a zároveň původním držitelem patentu pro pružinové svorky, jehož platnost již skončila, je společnost WAGO-Elektro spol. s r.o. Pružinové kontakty jsou rovněž běžné pro připojení přístrojů, jako jsou vypínače a zásuvky [21].
- **Stáčecí svorky** – jedná se o jednoduchou svorku sestávající z kuželu s ostrým závitem, v níž se jejím otáčením vložené vodiče k sobě tlačí a ostrým závitem se zabezpečí jejich dokonalé spojení. V ČR se jedná o způsob spojování vodičů velice málo rozšířený, avšak možný např. užitím stáčecích svorek „Ideal“ firmy Elektro, výrobní družstvo v Bečově nad Teplou [22].

6.4 Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody slouží k přivedení elektrické energie do předpokládaného místa jejího odběru elektrickým spotřebičem. Připojení spotřebiče do zásuvkového obvodu je uskutečněné pomocí vidlice a zásuvky, která musí konstrukčně odpovídat jak proudovému odběru spotřebiče, tak počtu fází, který spotřebič pro svou činnost potřebuje. Mezi standardně vyráběné a používané typy zásuvek patří:

- **jednofázové zásuvky** – $U_n = 230 \text{ V}$; $I_n = 16 \text{ A}$ v třípólovém provedení,
- **třífázové zásuvky** – $U_n = 400/230 \text{ V}$; $I_n = 16 \text{ A}$ ve čtyř a pětipólovém provedení,
- **třífázové zásuvky** – $U_n = 400/230 \text{ V}$; $I_n = 25 \text{ A}$ ve čtyř a pětipólovém provedení,
- **třífázové zásuvky** – $U_n = 400/230 \text{ V}$; $I_n = 32 \text{ A}$ ve čtyř a pětipólovém provedení.

Pro správný návrh zásuvkových obvodů je třeba zohlednit využití a dispoziční rozmístění nábytku a budoucích spotřebičů v prostorách, kde bude zásuvkový obvod realizován. Je třeba dbát na to, aby byl uživateli zaručen dostatečný komfort tak, aby nebylo nutné použití zbytečných pohyblivých přívodů v podobě prodlužovacích šňůr a aby pohyblivé přívody spotřebičů svou přítomností nepřekážely. Zpravidla se zásuvky umísťují ve výšce alespoň 20 cm nad hotovou podlahou. Nástěnné zásuvky u pracovních ploch by měly být umístěny ve výšce alespoň 90 cm nad hotovou podlahou. Zásuvky musí být upevněny vždy tak, aby při provozu bylo zamezeno jejich uvolnění. [23]

Všechny zásuvkové obvody do 20 A je nutné vybavit doplňkovou ochranou proudovým chráničem s reziduálním proudem nepřekračujícím 30 mA [6].

6.4.1 Jednofázový zásuvkový obvod

Pro připojení spotřebiče o maximálním jednotkovém výkonu 2000 VA slouží jednofázové obvody. Na jeden jednofázový obvod může být připojeno až 10 zásuvek, kdy dvozásuvka (jeden zásuvkový přístroj se dvěma zásuvkovými vývody konstruovaný tak, že nemůže být současně připojen na dva zásuvkové obvody a ani nemůže jeden zásuvkový obvod rozpojit) se počítá jako jedna zásuvka. Jeden zásuvkový obvod s více zásuvkami se realizuje smyčkováním, kdy každá ze zásuvek má vždy svorky umožňující připojení alespoň dvou vodičů. Maximální celkový odběr spotřebičů připojených na jeden obvod nesmí přesáhnout 3680 VA při jištění obvodu 16A jističem a 2300 VA při použití 10A jističe. Dle charakteru místnosti, v níž se zásuvkový obvod navrhuje, je doporučeno dodržet minimální počet zásuvek, kdy v případě pevně instalovaných spotřebičů s odběrem vyšším než 2000 VA se zřizuje samostatný obvod pouze pro tento spotřebič (viz Tabulka 5).

Zásuvkový obvod musí být vyhotoven v síťové topologii TN-S. Zásuvky musí odpovídat normám ČSN 35 4516 a ČSN IEC 60884-1. Pro potřeby jednofázového rozvodu 230 V 50 Hz je dovoleno v ČR instalovat jednofázové zásuvky typu CEE 7/5 - (E) dle francouzského standardu. Musí být rovněž konstruovány tak, že nesmí být záměnné mezi různými napěťovými i proudovými soustavami. Fázový vodič je v rámci celého objektu vždy připojen na stejnou dutinku zásuvky, zpravidla na dutinku levou. Na druhou dutinku (zpravidla tedy pravou) se připojuje nulový vodič. Ochranný vodič se připojuje na kolík zásuvky, v případě pohyblivého přívodu je nutné, aby byl oproti zbylým vodičům delší (z důvodu zajištění jeho déletrvajícího připojení v případě vytržení vodičů ze zásuvky) [6].

Vedení jednofázového obvodu je provedeno zpravidla vodičem CYKY-J 3x2,5, popř. kabelem s vyšším průřezem vyžaduje-li to proudová náročnost spotřebiče.

Tabulka 4: Stanovení průřezů vodičů jednotlivých obvodů

Obvod		Jmenovitý proud jističe s char. B	Vedení - průřez jader Cu vodičů (mm ²)	
			Referenční způsob uložení B a C	Referenční způsob uložení A
Jednofázový	světelný	10	1,5	1,5
	zásobníkový	10	1,5	1,5
	pro chladničku	16	1,5	1,5
	zásuvkový	16	2,5	2,5
	pro pračku	16	2,5	2,5
	pro myčku	16	2,5	2,5
	pro bytové jádro	16	2,5	2,5
Trojf.	pro sporák do 10 kW	16	2,5	4
	kumulační kamna do 6 kW	10	1,5	2,5
	průtokový ohřívač do 6 kW	10	1,5	2,5

(Zdroj: vlastní zpracování dle [6])

Tabulka 5: Minimální počty vývodů v jednotlivých obvodech

Výměr / druh spotřebiče	Zásuvkových vývodů	Světelných vývodů	Spotřebiče nad 2 kW
Obývací pokoj			
do 8 m ²	2	1	
přes 8 m ² do 12 m ²	3	1	
přes 12 m ² do 20 m ²	4	1	
nad 20 m ²	5	2	
Kuchyně			
kuchyňský kout	3	2	
kuchyň	5	2	
větrák / digestoř	1		
sporák			1
chladnička, mraznička			1
myčka nádobí			1
ohřívač vody			1
Koupelna			
nespecifikováno	2	2	
ventilátor		1	
pračka			1
ohřívač vody			1
WC			
nespecifikováno	1 (s umyvadlem)	1	
ventilátor		1	
Technická místnost			
nespecifikováno	3	1	
ventilátor		1	
pračka			1
sušička			1
Chodby			
nespecifikováno	1	1 na každých 6 m	

(Zdroj: vlastní zpracování dle [6])

6.4.2 Trojfázový zásuvkový obvod

Pro napájení spotřebičů s vysokým proudovým odběrem, jakými jsou např. akumulární kamna, výkonné sporáky a trouby, elektrické boilers atd., popř. spotřebičů vyžadujících přítomnost všech tří fází pro vytvoření točivého magnetického pole, slouží trojfázový elektrický rozvod. Rovněž jako u jednofázového obvodu i na obvod trojfázový lze připojit více trojfázových zásuvek na stejný jmenovitý proud. Maximální počet zásuvek jednoho obvodu není normou specifikován. Maximální instalovaný výkon spotřebičů připojených na jeden obvod však nesmí přesáhnout 15 kVA, kdy nezáleží na proudu jištění obvodu. Trojfázové obvody, krom těch veřejnosti nepřístupných, se jmenovitým proudem od 20 A do 32 A je doporučeno vybavit doplňkovou ochranou proudovým chráničem s reziduálním proudem nepřekračujícím 30 mA a obvody nad 32 A potom proudovým chráničem s reziduálním proudem nepřekračujícím 100 mA. [6]

Jako trojfázové zásuvky se používají zásuvky stanovené normou ČSN EN 60309-1 ed.3. v několika svých modifikacích v závislosti na počtu pólů a proudové hladině. Pro připojení spotřebičů nevyžadujících střední vodič (motory v zapojení pracovního vinutí do trojúhelníku, některé tepelné spotřebiče) postačuje čtyřpólové provedení zásuvky. Při zapojení zásuvky, zejména v případě následného připojení motorů, je potřeba dodržet správný sled fází. Při pohledu na zdířky kontaktů následují od první zdířky fáze za sebou ve směru hodinových ručiček. Vedení trojfázového obvodu se dimenzuje dle jmenovitého proudu jeho jištění (viz Tabulka 4 a Tabulka 6). [24]

Tabulka 6: Souhrnná tabulka dimenzování a jištění vedení

I _n jištění [A]	Minimální průřezy vodičů [mm]		Maximální délky vedení [m] z hlediska:				Maximální připojitelný zdanlivý výkon [kVA]		
	L, N, PEN 1 fázový obvody	PE N,PE,PEN 3 fázové obvody	dovolených úbytků pro 1f / 3f napájení			samočinného odpojení pro jističe		1f	3f
			osvětl. (2 %)	topidel (3 %)	ostatní (5 %)	B	C		
Koncové obvody									
6	1,5		26/53	40/50	66/113	170	85	1,3	4,1
10			16/32	24/48	40/80	102	51	2,2	6,9
16	2,5		16/33	25/50	41/83	106	53	3,6	11,1
20	4		21/42	31/63	52/105	136	68	4,5	13,8
Vedení od přípojkové skříňe k bytové rozvodnici a stoupací vedení									
25	6		25/50			163	82	5,7	17,3
32	10		33/66			213	106	7,3	22,2
40			26/52			170	85	9,1	27,2
50	16		34/68			218	109	11,4	34,5
63	25	16	42/84			211	105	14,4	43,5
80	35	16	46/92			187	93	18,3	55,0
100	50	25	53/106			227	113	22,5	69,0

(Zdroj: vlastní zpracování dle: [25])

6.5 Světelné obvody

Pro zajištění správného osvětlení všech prostor objektu je zapotřebí užití svítidel správného dispozičního rozmístění, počtu, výkonu i charakteru vyzařovaného světla. Pro svítidla vždy zřizujeme světelné okruhy, a to ideálně tak, aby světelné okruhy na sebe logicky navazovaly a v případě vyřazení jednoho druhý zůstal v provozu za účelem orientačního osvětlení. Například pokoje domácnosti by měly být připojeny na světelný okruh jiný než světelný okruh chodby. Na jeden okruh je možné připojit tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřevyšoval jmenovitý proud jističího prvku. Světelný obvod se jistí jističi 10 A (nejvýše však 25 A) typicky s charakteristikou B vždy doplněnými proudovým chráničem s reziduálním proudem nejvýše 30 mA. Více okruhů nelze slučovat pod jeden jistič ani chránič [6].

Světelné obvody jsou ovládané vypínači, zpravidla umístěnými v okolí dveří (na straně kliky), ve svislé instalační zóně s výškou od 1200 do 1400 mm od země. Jejich umístění však není podmíněné a umísťují se zpravidla tam, kde se předpokládá požadavek na ovládání osvětlení (například v okolí nočních stolků). Vypínače jsou zpravidla kolébkové a instalují se tak, aby polohy zapnuto bylo dosaženo stlačením kolébky nahoru. V případě osvětlování místnosti s větší rozlohou, popř. různými částmi, je možné osvětlení rozdělit na několik sekcí ovládaných dílčími vypínači. Pro redukci počtu vypínačů je možné využít dvojitě přístroje se dvěma klapkami. V případě instalace svítidla bez svítidlových svorek, ale s přívodním kabelem, lze instalovat ovládanou zásuvku pro toto svítidlo [26].

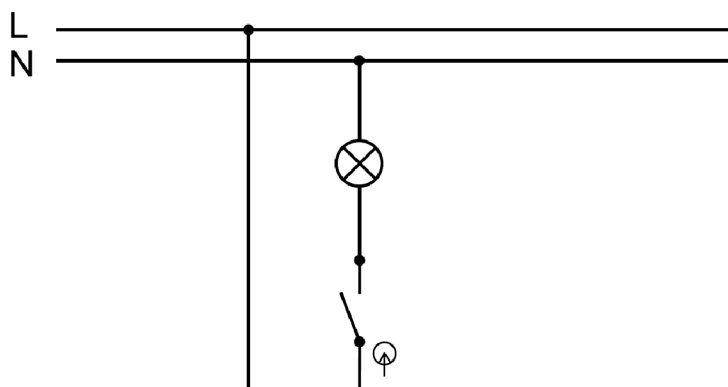
Elektroinstalace se v případě osvětlování může zřizovat s elektroinstalačními krabicemi umístěnými v horní svislé instalační zóně. V tomto případě se tato krabice volí se šroubovou svorkovnicí, nebo s pružinovými svorkami, kdy ovládací kabel k vypínači musí být typu CYKY-O. Častěji je však kladen požadavek na estetičnost instalace a krabice pro odbočení je nahrazena odbočením na světlo přímo z přístrojové krabice vypínače s využitím pružinových svorek uložených za tímto přístrojem [9].

6.5.1 Řazení světelných okruhů

Světelné okruhy je zpravidla potřeba ovládat i z více míst nežli jen z jednoho. Pro jednoduchou realizaci rozličných zapojení ovládání světelných obvodů se využívá různých řazení vypínačů. Vypínače jsou typicky k dostání v následujících řazeních:

Řazení č. 1

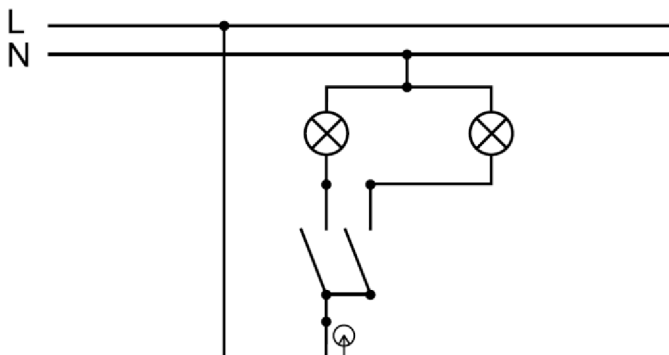
Nejjednodušší zapojení světelného obvodu je zapojení s jednopólovým vypínačem. V tomto případě je možné ovládat pouze jeden světelný okruh [26].



Obrázek 11: Řazení č. 1 [27]

Řazení č. 5

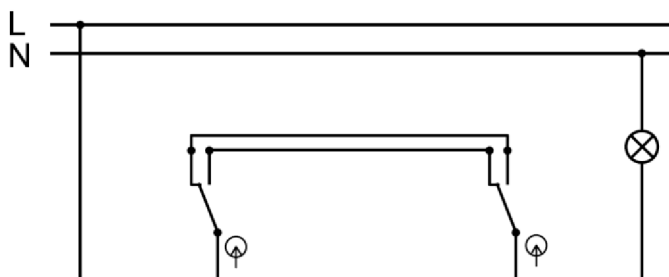
Díky tomuto zapojení je možné ovládat nezávisle dva světelné okruhy jedním dvojitým vypínačem se dvěma klapkami, což je výhodné například u větších pokojů. Vypínač řazení č. 5 je pouze zdvojenou variantou vypínače řazení č. 1 [26].



Obrázek 12: Řazení č. 5 [27]

Řazení č. 6

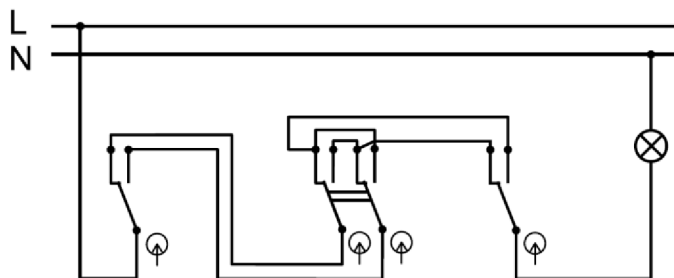
V případě potřeby ovládat světelný okruh ze dvou míst, typicky osvětlení schodiště, se využívá následující zapojení, kdy vypínače střídavě přepínají mezi dvěma ovládanými fázemi. Spínaná fáze se přivádí přímo na svítidlo, nebo se jako třetí vodič vrací od posledního vypínače zpět k prvnímu, kde dochází k odbočení na svítidlo. V případě dvou svítidlových okruhů je možné využít zdvojených (dvouklapkových) přístrojů - řazení č. 5B [26].



Obrázek 13: Řazení č. 6 [27]

Řazení č. 7

Rozšířením předchozího obvodu o vypínače řazení č. 7 je možné vytvořit obvod o libovolném počtu vypínačů. Krajní vypínače však musí mít řazení č. 6. Přístroje řazení č. 7 se vyrábí pouze v jednoduchém provedení, a tak v případě více ovládaných světelných okruhů je nutné instalovat separátní vypínače [26].



Obrázek 14: Řazení č. 7 [27]

6.5.2 Minimální hodnoty osvětlenosti

Pro zaručení uspokojujícího osvětlení při jakékoliv činnosti jsou normou ČSN 73 4301 stanoveny minimální hodnoty osvětlenosti, které se různí dle prostoru. V závislosti na charakteru prostor se liší i vodorovné srovnávací hladiny, jejichž výška reflektuje pravděpodobnou výšku nábytku, popř. pracovních ploch. Norma zároveň stanovuje doporučené hodnoty indexu osvětlení i indexu podání barev. [28]

Tabulka 7: Minimální nároky na osvětlení dle normy ČSN 73 4301

Prostor	Udržovaná osvětlenost Em (lx)	Index osvětlení UGR _L	Index podání barev Ra	Výškové vodorovné srovnávací roviny (m)
Domovní dvory	10	-	-	0
Domovní, méně frekventované komunikace	20	25	60	0
Vnitřní části domovních vstupů	50	25	60	0
Na zvonkovém tablu a na vstupu do bytu	30	-	-	-
Celkové osvětlení obytné místnosti (s místním osvětlením)	50	22	80	0,85
Komunikace v bytě	75	22	80	0
Obytné kuchyně, šatny, spíže	100	22	80	0,85
Sušárny, úschovny kočárků a kol	100	28	60	0,85
Domovní, frekventované komunikace	100	25	60	0
Domovní prádelny	150	25	80	0,85
Koupelny, WC	200	22	80	0,85
Domácí dílny, místnost pro domácí práce, mandl	300	22	80	0,85
Kuchyňská pracovní linka, varná deska sporáku	300	22	90	-

(Zdroj: [28])

7 SLABOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE

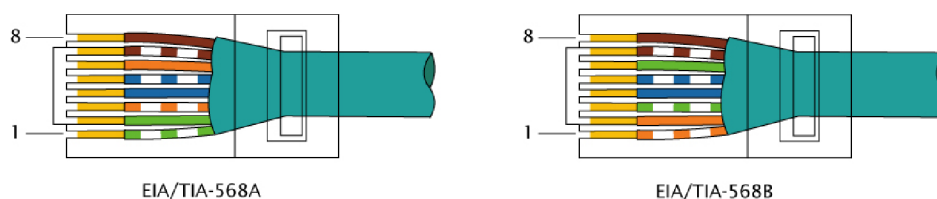
Úlohou slaboproudé elektroinstalace je distribuce informací formou elektrických signálů jak digitální, tak analogové povahy. Stejně jako rozličná povaha přenášených dat, kdy může jít o přenos televizního nebo rádiové signálu, šíření internetu, ale také propojení bezpečnostního systému, tak i samotný charakter přenášeného signálu může mít mnoho podob. Zpravidla se jedná o signály o nízkém napětí s celkově nízkou přenášenou energií, o různých nosných frekvencích. Mohou však být i čistě stejnosměrné. Je tedy zřejmé, že dle povahy použitého signálu je nutné užít rozličných konstrukcí kabelů slaboproudé elektroinstalace. Zvláště v dnešní době, kdy je např. vysokorychlostní internetové připojení zcela běžným standardem, musí tato kabeláž zvládat mimořádně velké datové toky, a to pokud možno s minimální chybovostí. Nároky na fyzické provedení slaboproudé elektroinstalace tak s rostoucím objemem přenášených dat podstatně rostou.

Oproti silnoproudé elektroinstalaci je kladen větší důraz na mechanickou odolnost kabelů, jelikož zpravidla obsahují vodiče malých průměrů, popř. jejich mechanické narušení může poškodit vnitřní integritu kabelu, nebo jeho vnitřní stínění, což může vést ke zhoršení jeho přenosových vlastností. Z tohoto důvodu slaboproudou elektroinstalaci ukládáme zpravidla do již připraveného trubkování protažením, do lišt, nebo v případě rozsáhlejší instalace na kabelovou lávku ve svazcích. Je možné ji ukládat do instalačních zón, je však důležité vyhnout se souběhu se silnoproudou elektroinstalací a minimalizovat její křížení. Elektromagnetické pole, vyzařované silnoproudými zatíženými vodiči, může být naindukováno na slaboproudý kabel, což může vést k rušení a degradaci kvality přenosu. Dle povahy přenášeného signálu a dle užitého kabelu se liší i způsob elektrického spojení. Zpravidla se jedná o lisované konektory, které zabezpečí nezměněné přenosové vlastnosti (například dodržení stínění přechodu). V případě méně náročných aplikací, jako například propojení požárních hlásičů, postačí i spojení vodičů svorkovnicí, nebo pájením.

7.1 Strukturovaná kabeláž

Strukturovaná kabeláž je pojem zastřešující datový rozvod technologie ethernet standardu IEEE 802.3 a rozvod telefonní pomocí kroucené dvojlinky. Z historického hlediska totiž tyto rozvody mohly být vedeny souběžně jedním kabelem zakončeným konektorem RJ-45 (8P8C) sdružující oba rozvody. Zpravidla se však setkáváme s odděleným provedením takových rozvodů. Pro rozvod standardního analogového telefonního signálu nejsou vzhledem k velice nízkému objemu přenášených dat kladeny žádné specifické požadavky. Postačuje tedy většinou jakýkoliv kabel minimálně s jedním párem vodičů, kdy není vyžadováno kroucení. Spojení se provádí zpravidla čtyřpólovými konektory RJ-11 (6P2C). Rozvod strukturované kabeláže se řídí normou ČSN EN 50173.

Datové připojení však vzhledem k vysokému objemu přenášených dat klade nároky na použitou kabeláž, spojovací prvky i způsob uložení kabeláže. Pro rozvod počítačové sítě se užívá kabelů UTP, které jsou dle dosažených přenosových parametrů klasifikovány označením kategorie, kterou splňují. Kabel UTP sestává ze čtyř kroucených párů metalických vodičů o průměru zpravidla 0,5 mm. Kroucení párů zamezuje přeslechům a indukci okolního rušení. V minulosti byly dva z párů vyhrazeny pro připojení dvou telefonních linek. V současnosti se pro technologii ethernet využívají všechny páry kroucené dvojlinky. Pro datový rozvod v domácnosti se považuje jako optimum užití kabelu UTP kategorie minimálně 5 - enhanced (CAT 5E). Běžně dostupné síťové prvky již standardně disponují podporou třídy CAT6, díky čemuž je možné dosáhnout ještě větších přenosových rychlostí. Pro spojování se používá osmipólový konektor RJ-45 (8P8C), který lze zapojit v závislosti na uvažované normě dvěma způsoby (T568A / T568B). Je-li zapojení konektorů na obou stranách kabelu totožné, nemá volba zapojení na jeho funkcionalitu vliv [29].



Obrázek 15: Zapojení konektoru dle normy EIA/TIA-568 A a B [30]

V prostředí domácnosti se datové připojení řeší zpravidla jako radiální síť s centrálním bodem – switchem. Tento centrální bod zajišťuje vzájemné a rovnocenné propojení všech účastníků sítě a zároveň může zprostředkovávat připojení k vnější síti, internetu, prostřednictvím routeru. Switch, router a další aktivní síťové prvky mohou být v případě rozsáhlejší instalace i v provedení montáže do racku – slaboproudé rozvodnice. Rack se zpravidla umísťuje do technické místnosti, nebo tam, kde nebude překážet a bude zajištěna ochrana vnitřních citlivých přístrojů vůči působení okolních škodlivých vlivů [29].

7.2 STA

Rozvody STA (společná televizní anténa) slouží k šíření televizního a rozhlasového signálu. Tyto signály, včetně televizního satelitního signálu, je možné díky jejich různým šířkám pásma šířit po jednom koaxiálním kabelu. Tento koaxiální kabel má zpravidla dvojité stínění – hliníkovou fólií a opletením, většinou měděným. Jeho impedance bývá vždy 75 Ω . V závislosti na místě použití kabelu, požadovaných přenosových parametrech i použitém materiálu je možné vybírat ze široké škály kabelů. Pro rozvody venkovní, zejména ty nekryté, je vhodné vybírat mezi kabely se zvýšenou odolností vůči působení UV záření a působení všech mechanických vlivů, jinak není zaručena dlouhodobá spolehlivost systému.

Rozvod STA začíná na přijímacích anténách. V závislosti na charakteru přijímaného signálu, vzdálenosti od vysílače, povaze terénu i samotného okolí místa příjmu se volí specifický typ antény. Pro příjem terestrického televizního vysílání na pásmu UHF ve většině případů postačují obyčejné antény s reflektorem, lidově zvaná „síta“. V případě složitější příjmové situace je však potřeba volit anténu s větším ziskem. Je-li síla signálu v místě příjmu stále nedostatečná, je možné užít anténního zesilovače, který se umísťuje zpravidla přímo k anténě, nebo anténního zesilovače umístěného v anténní rozvodnici. V případě příjmu více anténami (z více vysílačů) je možné, je-li rozestup mezi přijímanými kanály (pásmo) dostatečný, signály slučovat. K tomu slouží slučovače, které mohou být univerzální, nebo navržené pouze pro určité kanály. Rádiový signál FM/AM bývá šířen zpravidla stejným vysílačem jako signál televizní. Pro jeho příjem je však potřeba jiné, ale podstatně jednodušší dipólové antény. V dnešní době digitálního příjmu je však s televizním vysíláním (DVB-T) zároveň šířeno i digitální vysílání rozhlasové (DAB+). Pro příjem satelitní televize je potřeba užití parabolické antény se satelitním konvertorem (přijímačem). V případě užití více konvertorů jsou jednotlivé signály sloučeny přepínačem typu „DiSEqC“.

Ke sloučení všech příjmů (TV, rozhlas, SAT) slouží slučovače typu „TV+RAD+SAT“. Jejich výstupem je již sloučený signál, který je možné šířit po jednom koaxiálním kabelu. V účastnických zásuvkách je signál pásmovými propustmi opět rozdělen na tři konektory. V případě užití anténního zesilovače je potřeba, aby všechny anténní prvky byly průchodné pro jeho napájecí napětí, které se šíří po koaxiálním kabelu. Pro spojování se zpravidla používají koaxiální konektory typu F a pro koncové zásuvky a přijímače koaxiální konektory IEC [31].

Výsledný signál je možné rozdělit mezi účastnické zásuvky rozbočovačem (pro radiální rozvod). Lze rovněž použít rozvod průběžný, nebo jejich vzájemnou kombinaci. V případě velice nevyváženého rozvodu STA, který vznikne například při velmi rozdílných vzdálenostech účastnických zásuvek od rozbočovače, je možné použít útlumový článek pro vyrovnání úrovně signálu ve všech místech rozvodu [32].

7.3 EPS

Elektronická požární signalizace (EPS) má za úkol varovat osoby přítomné v objektu před vznikajícím požárem, podniknout přednastavené kroky k minimalizaci šíření požáru, a tak minimalizovat rizika ohrožení lidského zdraví i majetku. Toto varovní je zpravidla akustické, doplněné vizuálními signály. Signalizace může být i exteriérová, například v podobě červeného zábleskového majáku sloužícího k upozornění příjíždějících jednotek IZS. EPS sestává z centrální ústředny a k ní připojených hlásičů, od kterých přichází podnět pro vyvolání poplachu.

7.3.1 Manuální hlásiče

Manuální hlásič je tlačítko červené barvy, které je proti nechtěnému stisknutí zpravidla chráněno nařiznutým sklem překrytým fólií, aby při jeho rozbití nedošlo k poranění osoby, jež poplach vyvolala. S manuálními tlačítky je možné setkat se převážně na únikových cestách a na místech se stálou obsluhou. Lokalizace tlačítka, které spustilo poplach, je možná na základě adresování, nebo vizuálně pomocí rozbitého sklíčka.

7.3.2 Automatické hlásiče

Automatickými hlásiči jsou taková zařízení, která monitorují změny určitých fyzikálních nebo chemických stavů v hlídaném prostoru. Nejčastěji používanými automatickými hlásiči jsou hlásiče bodové umístěvané na strop. Dle konstrukce a způsobu detekce požáru dělíme bodové hlásiče následovně:

- **Teplotní** – jelikož plamen, potažmo vznikající požár, způsobuje nárůst okolní teploty, je možné tuto změnu pomocí termistorů detekovat, změřit a vyhodnotit. Pro korektní funkci teplotního hlásiče je třeba nastavit prahové teploty, kdy hlásič vyhodnotí požár a ústředna zpustí poplach. Příliš nízká prahová teplota může způsobit falešné poplachy, naopak teplota příliš vysoká může znesnadnit detekci požáru v době jeho vzniku a požár tak ohlásit opožděně. Řešením tohoto kritického nastavení jsou diferenciální snímače, které snímají dynamickou změnu teploty, popř. hlásiče kombinované pracující na základě obou principů. Nevýhodou teplotních hlásičů je nemožnost detekovat zakouření prostor.
- **Optické kouře** – tyto hlásiče obsahují LED a fotodiodu mající mezi sebou optickou vazbu. Tato dvojice je umístěná v komoře, která ji stíní vůči vnějšímu světlu, ale umožňuje volný pohyb vzduchu. Pronikne-li do této komory kouř, dojde k zeslabení intenzity svitu LED na fotodiodu a následné detekci požáru. Světelná soustava LED a fotodiody na sebe nemusí mít přímou viditelnost, ale může využívat odrazů paprsku od pevných částí kouře.
- **Optické plamene** – přímo detekují plamen na základě detekce UV nebo IR spektra, které produkuje. Jejich použití je však spíš doplňkové k jiným typům hlásičů.
- **Ionizační** – principem ionizačního hlásiče je měření proudu v částečně otevřené komůrce, kde je mezi dvěma elektrodami umístěný ionizační zářič – zpravidla izotop ^{241}Am . Tento izotop svými rozpady vyzařuje částice alfa, což způsobuje ionizaci prostoru komůrky a vedení proudu mezi elektrodami. Proniknou-li do komůrky krom vzduchu i cizí pevné částice, dojde k poklesu vodivosti komůrky, což je elektronikou hlásiče vyhodnoceno jako požár. Tento typ hlásiče je velice citlivý, levný a jednoduchý. Jeho nevýhodou je přítomnost izotopu ^{241}Am , jehož aktivita však pro své okolí nepředstavuje téměř žádné nebezpečí.

Umístění hlásičů se odvíjí od požadavků výrobce, kdy je zejména důležité dbát dostatečné vzdálenosti od zdí, ventilačních průduchů, pohledových jednotek klimatizace a oken. Případné odtažení kouře ventilací by totiž podstatně snížilo detekční schopnost blízkého hlásiče. Povolená vzdálenost od vyústění vzduchotechniky je stanovena na 90 cm. Rovněž není vhodné umisťovat tyto hlásiče do míst, kde hrozí jejich orosení, popř. zapaření. Hlásiče umisťujeme na nejvyšší místa střeženého prostoru, je-li to třeba i ve více hladinách. Jeden optický nebo ionizační hlásič pokrývá zpravidla plochu 100 m², tepelný pak 20 m². Rozestupy mezi hlásiči jsou přibližně do 6 m, popř. dle normy ČSN 73 0875.

7.3.3 Centrála EPS

Vyhodnocení podnětů z hlásičů, odezva na tyto podněty v podobě spouštění poplachu, přivolání složek IZS, uzavření protipožárních dveří i aktivace protipožárních zařízení jsou úlohy, jež obsluhuje centrála (ústředna) EPS. Jedná se o centrální bod systému, na nějž jsou napojeny veškeré hlásiče, audiovizuální signalizace i další prvky protipožárního opatření. Obsluhou centrály EPS mohou být pověřeny proškolené osoby, nebo její provoz může být i plně automatický. Dle principu činnosti celého systému je možné setkat se s několika typy centrály.

- **Konvenčně neadresné** – je-li k centrále připojeno větší množství hlásičů zapojených za sebou na jedné lince, není možné dohledat, z jakého místa linky podnět z hlásiče přišel. Na jednu linku je zpravidla možné připojit až 32 hlásičů. Centrála je tak schopná lokalizovat pouze linku, z které podnět přišel. Tento typ centrály je vhodný pouze pro menší objekty, kdy přesná lokalizace požáru není třeba.
- **Konvenčně adresné** – na rozdíl od konvenčně neadresných centrály tento systém využívá adresování jednotlivých hlásičů. Ty tak mohou být na stejné lince, ale ústředna rozpozná, od jakého prvku podnět přišel. Elektroinstalaci je možné zapojit do kruhu, kdy v případě poruchy dojde k vyřazení poškozené části. Na jednu linku je možné zapojit až 32 adres, v případě kruhové linky 127 adres.
- **Analogové** – oproti oběma předešlým systémům není signál, který snímač ústředně předává, binární („provoz“ x „požár“) ale víceúrovňový – analogový. Centrála na základě těchto signálů vyhodnocuje, jak se měřené parametry s časem mění, díky čemuž může kompenzovat dlouhodobé faktory působení okolí, jako je třeba zaprášení hlásičů apod. Tento systém rovněž pracuje s adresováním, čímž využívá výhod spojených s lokalizací hlásiče. Elektroinstalace se v tomto případě zpravidla spojuje do kruhové sběrnice kvůli vyššímu objemu přenášených dat.

7.3.4 Elektroinstalace EPS

Pro samotné napájení EPS je doporučeno zřídit samostatný jištěný okruh, o proudu jištění dle odběru EPS, bez doplňkové ochrany proudovým chráničem. Rozvody linek jsou zpravidla obsluhovány nízkým stejnosměrným napětím 24 V. S přihlédnutím k požární odolnosti elektroinstalace je vyhovujícím kabelem např. J-Y(ST)Y - 4x2x0,8. Je však třeba řídit se doporučením výrobce, co se požadavků na ohnivzdornost kabelu i počtu a průměru žil týče. Použitý kabel musí odpovídat normě ČSN 73 0875 popisující návrh EPS a normě ČSN EN 60332 definující nároky na plamen nešířící kabely. Spojování je dostačující svorkou se šroubkem [33] [34].

8 LPS

LPS – Lightning Protective System je soubor technických zařízení omezujících nebezpečná přepětí v síti objektu vzniklá působením bleskového výboje nebo přepětí v síti. Tato přepětí mohou být dle své intenzity nebezpečná zejména pro citlivou elektroniku v objektu. Jelikož není v lidských možnostech vyvarovat se zásahu objektu bleskem, je nutné s možností tohoto zásahu počítat a připravit se na ni.

8.1 Bouřkový blesk

Přírodní blesk je jiskrový výboj, který vzniká zpravidla příchodem studené fronty nebo při vzniku konvenční bouře vyvolané vzestupem vlhkého vzduchu zahřátého intenzivním slunečním zářením. Stoupáním teplého vlhkého vzduchu dochází postupně k jeho ochlazení a srážení vzdušné vlhkosti na ledové krystalky. Ty svým vzájemným třením a pohybem v různých výškách získávají elektrický náboj. Zpravidla se záporný elektrický náboj sdružuje v oblasti mraku, kladný pak v blízkosti země. Blesk se pak nazývá záporný a tvoří zhruba 90 % všech blesků. Je-li polarita obrácená, hovoříme o blesku kladném, který dokáže uvolnit až o řád větší bleskový proud a trvá zhruba desetkrát déle. Přibližně 80 % blesků vyvine bleskový proud v rozmezí 30 – 40 kA při napětí několik MV.

Krom přímého zásahu bleskem spočívá nebezpečí bouřkového blesku i ve vzniku přepětí v okolí místa jeho úderu. Toto okolí může být i v poloměru 2 km od místa úderu. Pro osoby i zvířata může být rovněž životu nebezpečné vzniklé krokové napětí – tzv. rozdílový trychtýř, kdy pokles napěťového potenciálu v zemině od místa zásahu může na jednotce délky znamenat rozdíl až v jednotkách kV. Takové napětí může pro rozkročeného člověka nebo zvíře, které tato dvě místa svou impedancí těla spojí, znamenat vážný úraz nebo i smrt.

Nejen bouřkový blesk může vyvolat nebezpečné přepětí v síti. Rovněž spínání velkých induktivních zátěží, například v podobě výkonných motorů, může vyvolat přepětí o 2 – 3násobku jmenovité hodnoty napětí v síti. Neméně nebezpečné je i indukované přepětí, které vzniká naindukováním do elektroinstalace objektu. V případě bleskového přepětí je však riziko vážných škod vždy nejvyšší. Dosahuje zpravidla i 100násobku jmenovité hodnoty napětí. Nebezpečné přepětí může vlivem úderu blesku vzniknout několika způsoby:

- **Přímý úder** – v případě úderu blesku do střešních prvků je nutné, aby tyto prvky byly uzemněné a byly schopné odvést bleskový proud na potenciál země. V důsledku nenulového odporu svodového vedení však dojde ke zvýšení potenciálu celého systému a tečení části bleskového proudu i přes elektroinstalaci objektu. Míra vzniklého přepětí závisí na kvalitě a provedení jímací soustavy a jejím vztahu vůči elektrickým zařízením umístěným na střeše, jež mohou být k soustavě připojena, nebo od ní plně izolována. Finální úder je výsledkem setkání vstřícného výboje, jenž stoupá směrem vzhůru z bodů, jakými jsou například antény, hromosvody i špičky stromů s hlavou vůdčího výboje směřujícího z mraku.
- **Úder v okruhu 2 km** – vlivem vzniku silného magnetického pole může dojít k indukci vysokých napěťových špiček do elektroinstalace objektu.
- **Přímý úder do napájecího vedení** – při úderu blesku do napájecího vedení, z něž je objekt napájen, dojde ke vzniku přepětí, které se vedením šíří a může způsobit tečení vysokých bleskových proudů přes koncové spotřebiče k tomuto vedení připojených.

- **Úder mimo vedení** – úder v blízkosti vedení, může mít v konečném důsledku podobný účinek jako úder v blízkosti objektu, jelikož může dojít k indukci vysoko-
napěťových špiček do vodičů vedení a následnému šíření tohoto přepětí do celého systému.

8.2 Vnější ochrana před bleskem

Základní pravidlo ochrany před bleskem a přepětím je odvedení bleskového proudu do země a uvedení všech částí rozvodu na stejný potenciál, čímž dojde k zamezení vzniku nebezpečného rozdílu potenciálů a nežádoucím přeskokům mezi částmi elektroinstalace. Systém vnější ochrany před bleskem je tvořen jímacími tyčemi, jímacím vedením, svodovým vedením a uzemněním. Jeho podstatou je svedení, pokud možno maximální hodnoty, bleskového proudu na zemní potenciál a taktéž svou přítomností chránit elektrické vybavení instalované na střeše. V případě úderu blesku do tohoto vybavení bez dostatečné ochrany jímací soustavou by mohlo dojít jak k jeho zničení, tak i k zavlečení velké části bleskového proudu do elektroinstalace objektu.

V závislosti na stupni ochrany jsou normou ČSN EN 62305 definovány čtyři třídy LPS. Od uvažované třídy se následně odvíjí účinnost jímací soustavy v zachycení bleskového proudu a zamezení vzniku přepětí v elektroinstalaci. Jelikož tuto skutečnost můžeme ovlivnit zejména změnou vzdálenosti mezi hlavou vůdčího výboje a bodem zásahu, ovlivní výběr třídy LPS zejména rozměry délek a úhlů v metodách použitých pro návrh LPS.

Tabulka 8: Určení třídy LPS dle druhu objektu

Třída LPS	Druh objektu
I	budovy s vysoce náročnou výrobou, energetické zdroje, chemická výroba, budovy s prostředím s nebezpečím výbuchu, nemocnice, automobilky, banky
II	supermarkety, muzea, školy, rodinné domy s nadstandartní výbavou
III	rodinné domy, administrativní a obytné budovy, zemědělské stavby
IV	budovy stojící v ochranném prostoru jiných objektů (bez vlastního hromosvodu), obyčejné sklady apod.

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: [35])

Pro korektní návrh vnější ochrany před bleskem lze využít následujících třech metod:

- **Metoda bleskové koule** – spočívá ve valení pomyslné koule přes příčný řez, nebo 3D model objektu. Koule reprezentuje vzdálenost od hlavy vůdčího výboje k povrchu objektu. Poloměr koule je závislý na třídě LPS, kdy s nižší hodnotou klesá i její poloměr. Koule pak více kopíruje geometrii budovy a nároky na jímací vedení rostou. V případě objektů, jejichž výška je vyšší než poloměr koule, může dojít k úderu blesku do jejich boků. U objektu s výškou nepřesahující 60 m je však pravděpodobnost těchto bočních úderů zanedbatelná. Z podstaty metody vyplývá, že jímací vedení nebo jímací tyče musí zamezit dotyku koule s budovou nebo zařízeními na střeše instalovanými.

U rozsáhlých jímacích systémů složených z více jímacích tyčí je třeba rovněž zohlednit hloubku průniku koule mezi těmito tyčemi (viz Obrázek 17). Hloubku průniku můžeme určit dle následujícího vztahu:

$$p = r - \sqrt{r^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2} \quad (\text{m}) \quad (8.1)$$

p..... hloubka vniku (m)

r..... poloměr bleskové koule (m)

d rozestup jímacích zařízení (tyčí) (m)

Tabulka 9: Hodnoty d v závislosti na třídě LPS

d [m]	LPS I r = 20 m	LPS II r = 30 m	LPS IV r = 45 m	LPS V r = 60 m
2	0,03	0,02	0,01	0,01
3	0,06	0,04	0,03	0,02
4	0,10	0,07	0,04	0,04
5	0,16	0,10	0,07	0,05
10	0,64	0,42	0,28	0,21
15	1,46	0,96	0,63	0,47
20	2,68	1,72	1,13	0,84

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: [35])

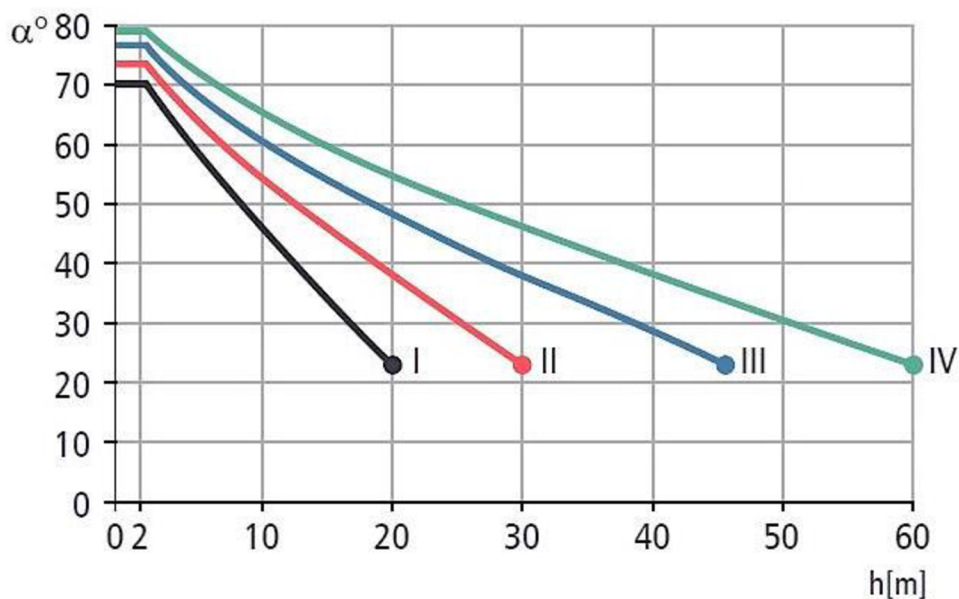
- **Metoda ochranného úhlu** – v případě méně složitých staveb, popř. řešení individuálních prvků jakými jsou jímací tyče a jímací vedení, lze využít metody ochranného úhlu. Na základě třídy LPS a výšce jímacího zařízení lze stanovit ochranný úhel, jenž toto jímací zařízení poskytuje. Předměty skryté pod tímto prostorovým úhlem jsou chráněny (viz Obrázek 18).

Tabulka 10: Ochranný úhel pro jímací tyče do 2 m

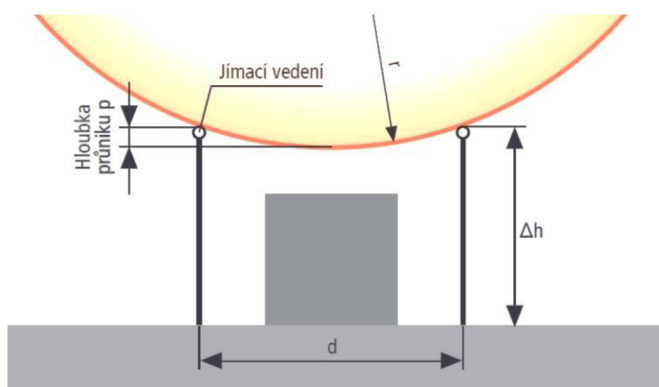
Třída LPS	Ochranný úhel α
I	70°
II	72°
III	76°
IV	79°

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: [35])

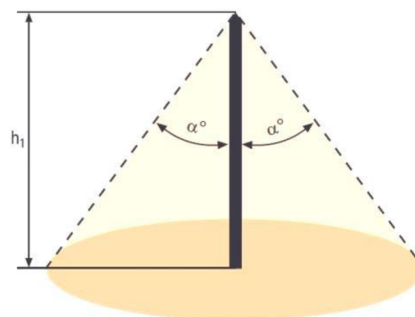
Metody ochranného úhlu lze využít i pro návrh jímacího vedení jednoduché sedlové střechy umístěného na jejím hřebenu (*Obrázek 19*). Velikost ochranného úhlu se pak odvíjí od výšky budovy a je zpravidla odečtena z grafu. Části budovy mimo ochranný úhel, jakými mohou být komíny, antény, vikýře a další, musí být dodatečně chráněny jímací tyčí nebo jímacím vedením s konci zahnutými zhruba 0,15 m nahoru. Ideální je kombinace této metody s metodou mřížové soustavy u větších střech.



Obrázek 16: Závislost velikosti ochranného úhlu na výšce budovy a třídě LPS (Zdroj [36])



Obrázek 17: Metoda bleskové koule (Zdroj: [36])



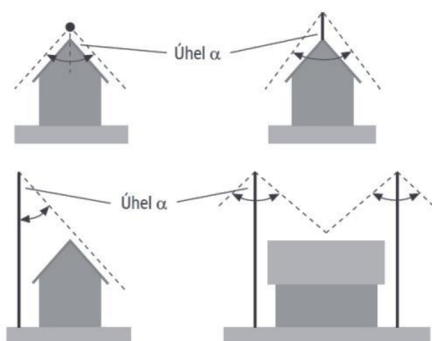
Obrázek 18: Metoda ochranné úhlu (Zdroj: [36])

- **Metoda mřížové soustavy** – jedná se o univerzální metodu, kterou lze aplikovat ideálně pro velké plochy zejména v případě pultových nebo sedlových střech. Objekt s takovou střechou je možné chránit mřížovou jímací sítí, jejíž oka mají rozměry dle třídy LPS. Krom velikosti ok se těmito rozměry rovněž řídí i rozestupy pro svodová vedení.

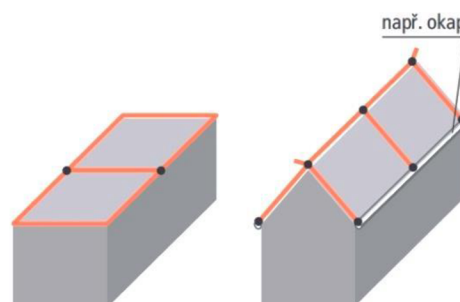
Tabulka 11: Velikost ok dle třídy LPS

Třída LPS	Velikost ok (m)
I	5 x 5
II	10 x 10
III	15 x 15
IV	20 x 20

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: [35])



Obrázek 19: Ochranný úhel u sedlové střechy (Zdroj: [36])



Obrázek 20: Metoda mřížové soustavy (Zdroj: [36])

8.2.1 Provedení jímací soustavy

Ve vztahu střešního vybavení a jímací soustavy jsou možná následující dvě řešení:

- **Neoddělený systém** – v případě nemožnosti oddálit jímací soustavu od chráněného předmětu na přeskokovou vzdálenost bleskového výboje je tento předmět k soustavě vodivě připojen. Připojením LPS např. k anténnímu rozvodu však hrozí zavlečení bleskového proudu do tohoto systému spojené se vznikem nebezpečného rozdílu potenciálů – přepětí.
- **Oddělený systém** – nedostatky neodděleného systému je možné odstranit oddálením hromosvodu od chráněného zařízení na vzdálenost větší, než je přeskoková. Teprve takové systémy odpovídají požadavkům normy ČSN EN 62305. Podpěry zajišťující mechanické kotvení jímacího vedení nebo jímací tyče k chráněnému předmětu musí být z nevodivého materiálu – nejčastěji sklolaminátu. V případě anténních systémů je nutné dbát toho, aby jímací vedení nebylo umístěno ve vyzařovacím prostoru antény nebo aby zejména dodatečně instalované antény nezměňovaly přeskokovou vzdálenost.

8.2.2 Svody

Jímací soustava, jejíž návrh může být jakkoli korektní, nemůže spolehlivě plnit svou funkci bez soustavy svodové. Na rozdíl od soustavy jímací neslouží soustava svodová k zachycení bleskového výboje, ale pouze k odvedení bleskového proudu na potenciál země připojením k uzemňovacímu systému budovy, zpravidla sdíleného se soustavou NN. Soustava je tvořena jednotlivými svody – vodiči s patřičným technickým příslušenstvím, jakým jsou podpěry, držáky, svorky a další. Při konstrukci svodů je potřeba dodržet následující pravidla:

- **Zhotovit několik paralelních svodů** – více svodů jedné jímací soustavy umožní spolehlivější odvedení bleskového proudu. Je tedy potřebné instalovat vždy minimálně dva svody pro jednu soustavu.
- **Nejmenší délka vodičů** – vodiče svodů mají nenulový odpor, na němž může vznikat nebezpečný rozdíl potenciálů. Minimalizací tohoto odporu lze zabránit nebezpečným přepětím a zvýšit tím spolehlivost celého systému.
- **Zhotovit vyrovnání potenciálu** – z důvodu nebezpečného rozdílu potenciálů, který může vzniknout, je nutné veškeré vodivé díly stavby (např. atika, plechová střecha, armování betonu apod.) objektu uvést na stejný potenciál.

- **Zhotovit měřicí bod** – v místě styku svodu s uzemňovacím systémem je třeba zhotovit rozpojitelnou uzemňovací spojkou bod pro měření odporu soustavy.

Minimální rozestupy svodů se odvíjí od třídy LPS (viz Tabulka 12). V případě mřížové soustavy je možné zachovat symetrii a volit rozestupy dle velikosti ok.

Tabulka 12: Minimální rozestupy svodů

Třída LPS	Rozestupy (m)
I	10
II	10
III	15
IV	20

(Zdroj: Vlastní zpracování dle: [35])

V případě, že není například z historických důvodů možné svod na budovu umístit, je možné jej vést skrytě. Takový svod můžeme zhotovit jedním z následujících způsobů:

- **Volně uložený** – svod lze uložit například do dutiny nebo kanálu ve zdivu o světlosti alespoň 29 mm.
- **Pevně uložený** – v betonové konstrukci, nebo zabetonovaný ve zdivu.

Skryté svody nesmějí být uloženy v dilatačních spárách a veškeré spoje, krom těch svařených, musí být volně přístupné. Zejména přístupnost zkušební svorky je důležitá. Tyto spoje je tedy vhodné umístit do skříněk zapuštěných ve zdivu. Je třeba rovněž dbát možnosti tepelné dilatace svodu s následným poničením omítky. Z důvodu tepelné dilatace se nejen pro skryté svody používají dilatační mezikusy. V důsledku dlouhodobých chemických reakcí může rovněž dojít k nevratnému zabarvení omítky v místě skrytého svodu.

Jako náhodný svod je možno použít:

- **kovové instalace** – v případě, že jejich rozměry odpovídají hodnotám rozměrů svodů,
- **kovový skelet budovy** – v případě např. železobetonových staveb,
- **armování betonu**,
- **součásti fasády** – v případě, že jejich rozměry odpovídají hodnotám rozměrů svodů.

8.2.3 Uzemnění

Uzemňovací soustava zabezpečuje vodivé spojení se zemním potenciálem a rozdělení bleskového proudu do země. Zemní odpor měřený na zkušebních svorkách by neměl přesáhnout hranici 10 Ω . Uzemnění je možné zhotovit dvěma způsoby dle jeho uspořádání:

- **Uspořádání A** – uzemnění je tvořeno jednotlivými svislými nebo vodorovnými zemniči instalovanými mimo chráněné stavby. Každý zemnič je jednotlivě spojen se svodem. Délka zemniče nemusí být dodržena dle normy, je-li odpor zemniče menší než 10 Ω . Minimálně však musí být 0,5 m. Příkladem těchto zemničů mohou být svislé zemničí tyče a profily nebo vodorovné zemničí desky a další. Tento způsob uzemnění je vhodný zejména při rekonstrukcích, kdy není možné využít uspořádání B.

- **Uspořádání B** – je tvořeno okružním, nebo základovým zemničem. Tím je nejčastěji páskový vodič z materiálu FeZn uložený 0,5 m v zemi. Základový zemnič je kladen do základů budovy, a to na speciální podpěry tak, aby pod něj mohl natéci beton. Zemnič obvodový je kladen ve vzdálenosti minimálně 1 m od vnější zdi budovy do připraveného výkopu a zasypán zeminou. Je třeba dbát na to, aby základový, nebo obvodový zemnič nebyl zespod krytý termoizolační, nebo hydroizolační fólií.

Vlivem korozivních chemických reakcí by časem mohlo dojít ke korozi a degradaci všech kovových předmětů uložených v půdě. Jejich korozi se dá zabránit např. pozinkováním. V případě šroubových spojů, kde dochází k porušení zinkové vrstvy vlivem montáže, je třeba chránit povrch těchto spojů dodatečně nátěrem gumoasfaltovou suspenzí.

Stejně jako v případě náhodného svodu lze užít i náhodný zemnič. Tím může být například armování železobetonu, vodovodní potrubí a další.

8.3 Vnitřní ochrana před bleskem

Pro zamezení vzniku nebezpečného rozdílu potenciálů v elektroinstalaci, který může vzniknout několika způsoby (viz kapitola 8.1), slouží prostředky vnitřní ochrany – svodiče přepětí. Základním pravidlem pro snížení rizika vzniku takového přepětí je eliminace rozdílu potenciálů, čili uvedení všech částí instalace na potenciál společný. Permanentně lze na zemní potenciál však uvést pouze neživé části, což však není dostatečné. Z tohoto důvodu jsou instalovány přepěťové ochrany, jejichž hlavním úkolem je v případě přítomnosti přepětí v rozvodu uvést živé části rozvodu na zemní potenciál, čímž dojde k zamezení růstu velikosti tohoto přepětí.

8.3.1 Potenciálové vyrovnání

Potenciálové vyrovnání je systém vzájemného vodivého spojení neživých částí zařízení objektu, díky němuž jsou tato zařízení uvedena na stejný potenciál. Dělíme jej na:

- **Hlavní ochranné pospojování** – systém, kdy je uvedeno na stejný potenciál propojením vodivé technické vybavení objektu, jakým je:
 - kovová potrubí vody a plynu
 - vývod základového zemniče
 - konstrukční kovové díly, jež jsou přípustné
 - ústřední topení, klimatizace
 - armování betonu, je-li přípustné a spolehlivě propojené
 - uzemnění antén
 - kovová stínění kabelů
 - doplňující ochranné pospojování
 - vodiče pod napětím silového i sdělovacího rozvodu, vždy přes přepěťovou ochranu
- **Doplňující (vedlejší) ochranné pospojování** – zahrnuje dodatečné místní pospojování, které se zároveň považuje za doplnění ochrany při poruše. Provádí se u neživých částí zařízení současně přístupných dotyku, nebo u zařízení, u nichž to vyžaduje příslušná norma (především vodivé vybavení koupelny).

Je třeba dbát na to, aby zvláště na náhodných zemničích nemohl vzniknout rozdíl potenciálů. Jedná se převážně o přerušení vodovodního potrubí ohřivačem nebo vodoměrem, přerušení plynového potrubí plynoměrem apod. Taková přerušení musí být patřičně vodivě přemostěna. Průřez vodičů tohoto přemostění musí odpovídat průřezu ochranného vodiče, jehož funkci náhodný vodič plní. V případě vodovodního potrubí přerušeného ohřivačem, které slouží jako doplňující pospojování, bude vodič odpovídat průřezům vodičů pro doplňující pospojování. Minimální průřezy stanovené příslušnými normami jsou v Tabulce 13 [37].

Tabulka 13: Průřezy vodičů vyrovnání potenciálu

Materiál	Hlavní ochranné pospojování	Doplňkové ochranné pospojování	Ochrana před bleskem a mezi přípojnicemi
Měď	6 mm ²	2,5 mm ² mech. nezatížené 4 mm ² mech. zatížené	16 mm ²
Hliník	16 mm ²	-	25 mm ²
Ocel	50 mm ²	-	50 mm ²

(Zdroj: [38])

8.3.1.1 Svodiče přepětí

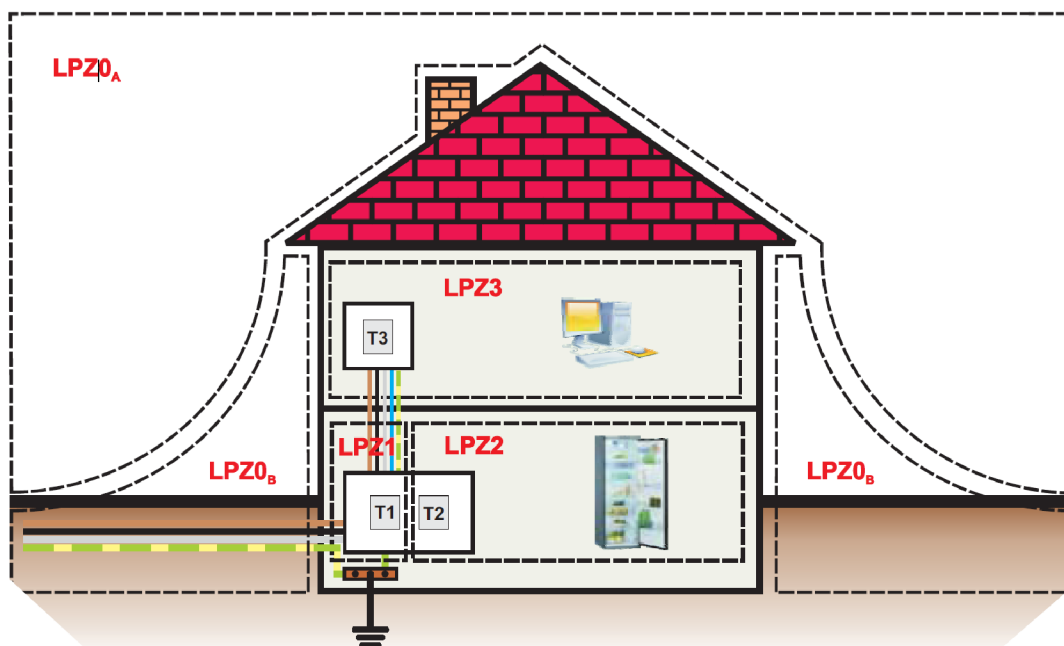
Dle intenzity přepětí v objektu je možné vyčlenit následující zóny ochrany:

- **LPZ 0 A** – jedná se o nechráněnou oblast mimo budovu. Není chráněná proti účinkům zásahu bouřkového blesku.
- **LPZ 0 B** – oblast zařízení vnější ochrany před bleskem.
- **LPZ 1** – oblast uvnitř budovy. Je zde možnost výskytu dílčích bleskových energií.
- **LPZ 2** – oblast uvnitř budovy, avšak s nízkou hodnotou přepětí.
- **LPZ 3** – oblast uvnitř budovy bez výskytu rušivých impulzů.

Svodiče přepětí jsou prostředky přepět'ové ochrany, u kterých v případě přepětí dojde ke vzniku vratného nedestruktivního průrazu, po jehož dobu trvání dochází ke svedení bleskového proudu na potenciál země a zamezení růstu přepětí. Hodnota napětí, při kterém dochází k tomuto průrazu, je taktéž hodnotou napětí, které je za ideálních podmínek při tomto přechodovém ději maximálně dosaženo. Pro zajištění spolehlivé ochrany proti přepětí je nutná kombinace několika svodičů přepětí s různými hodnotami průrazného napětí. Počáteční vysoká energie pulzu přepětí je pohlcena „hrubými“ svodiči s vysokou hodnotou napětí následovanými svodiči s hodnotami nižšími. Rozlišujeme následující typy svodičů:

- **Typ 1** – svodič bleskových proudů používaný na vstupu do budovy, kdy jeho připojení se provádí paralelně k fázovým vodičům sítě. Úroveň ochrany se musí pohybovat pod hodnotou 4 kV.
- **Typ 2** – svodič přepětí používaný v hlavních a podružných rozvodech. Svodiče typu 2 se nejčastěji užívají kombinovaně se svodičem typu 1. Je nutné jej instalovat vždy před proudový chránič, v opačném případě by totiž tento chránič mohl svedený bleskový proud považovat za proud poruchový a způsobit rozpojení obvodu. Úroveň ochrany musí být menší než 2,5 kV.

- **Typ 3** – svodič přepětí používaný na ochranu před indukční vazbou a spínacími přepětími v obvodech koncových zařízení. Tyto svodiče je možné zapojit za proudový chránič, jelikož obsahují varistor zapojený mezi fázi (L) a střední vodič (N). Propojení těchto vodičů se zemním potenciálem (vodič PE) je zajištěno až jiskřištěm. Úroveň ochrany musí být nižší než 1,5 kV. Svodič je účinný pouze do vzdálenosti 5 m, jelikož při větších vzdálenostech může dojít k opětovnému naindukování přepětí do vedení. Svodiče typu 3 jsou nejčastěji zabudovány přímo do přístroje zásuvky. Takovým přístrojem je možné chránit i skupinu více zásuvek [37] [39].



Obrázek 21: Znárodnění zón ochrany LPZ a typů svodičů [40]



Obrázek 22: Příklad přepětiových ochran značky Noark
- zleva: typ 1+2, typ 2, typ 3 [41]

9 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE

Součástí každé stavební akce je její projektová dokumentace. Takovou akcí může být jak novostavba objektu, ale také i jeho rekonstrukce popř. modernizace. V případě rekonstrukce je zpravidla nutné doplnit chybějící části projektové dokumentace například geodetickým zaměřením nebo dokumentací současného stavu. Dle projektové dokumentace, která obsahuje pro danou profesi technickou zprávu, rozpočet, výkresy, soupisku použitých materiálů a další dokumenty spojené s projektem, se řídí veškeré práce, dané stavební akce, i pracovníci tyto práce vykonávají. Autorem projektové dokumentace je projektant, který ji zhotovil na základě platných norem, vyhlášek, zákonů a podkladů, jakými jsou například půdorys nebo projektová dokumentace jiných profesí za účelem jejich vzájemné koordinace. Dokumentace je zhotovena pro každou profesi, jíž se akce týká.

9.1 Stupně projektové dokumentace

Projektová dokumentace se svým obsahem liší v závislosti na tom, v jakém stádiu práce se stavební akce nachází. Dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. rozlišujeme tyto stupně dokumentace:

- **Dokumentace o územní rozhodnutí (DUR)** – na základě této dokumentace je příslušným stavebním úřadem vydáno povolení k umístění stavby. Řídí se vyhláškou 503/2006 Sb. V praxi může být úřadem rozhodnuto požadovat dokumentaci o stavebním povolení, čímž potřeba této dokumentace zaniká.
- **Dokumentace pro stavební povolení (DSP)** – taktéž dokumentace pro ohlášení stavby (DOS), navazuje na DUR a řídí se přílohou č. 1 vyhlášky 499/2006 Sb. Obsahuje konečné konstrukční řešení objektu, materiálové specifikace stavby a prostorové uspořádání.
- **Dokumentace pro provedení stavby (DPS)** – taktéž dokumentace realizační, je detailní dokumentací, kterou se řídí veškeré stavební práce i stavební dozor. Poskytuje maximální možný obnos informací pro úspěšné dokončení stavební akce. V ideálním případě je finální stavba svým provedením totožná jako DPS. Řídí se přílohou č. 2 vyhlášky 499/2006 Sb.
- **Dokumentace skutečného provedení stavby** – v případě odchylek, které během stavební akce nastaly buď z vůle investora, nebo v důsledku řešení neočekávaného problému, je nutné tyto změny zdokumentovat. Dle platné legislativy je povinnost vlastníka objektu disponovat dokumentací skutečného stavu. Řídí se dle přílohy č. 3 vyhlášky 499/2006 Sb.

9.2 Technická zpráva

Je základem textové části projektové dokumentace. Její forma je stanovena vyhláškou 499/2006 Sb. Jsou v ní popsány všechna konstrukční řešení stavební akce, a to včetně popisu a upřesnění výkresové dokumentace. Technická zpráva má předem definovanou strukturu. Technická zpráva pro řešení projekt má následující strukturu:

1) Identifikace stavby

Krátce je v bodech popsáno o jakou stavbu se jedná (novostavba RD, rekonstrukce, modernizace atd.), kde se stavba nachází a kdo je jejím investorem.

2) Úvod

V úvodní části zprávy jsou uvedeny základní technické informace, kterými jsou:

- co projekt řeší,
- rozsah a stupeň dokumentace,
- použité podklady (půdorys, výkresy jiných profesí, normy, vyhlášky ...).

3) Hlavní technické údaje

Jedná se o shrnutí technických údajů stanovených na základě podkladů, požadavků investora a výpočty. Těmito údaji jsou:

- napájecí soustava,
- stupeň důležitosti dodávky,
- instalovaný výkon,
- výpočtový výkon a proud,
- součinitel náročnosti,
- projektantem navržené jištění.

4) Výkonová bilance

Jedná se o vyjádření instalovaných výkonů všech spotřebičů a okruhů, jejichž sumaci se zjistí celkový instalovaný výkon.

5) Vnější vlivy

Součástí technické zprávy je i protokol o vnějších vlivech vypracovaný dle požadavků normy ČSN 33 2000-5-51 ed. 3. Výstupem tohoto protokolu je stanovení vnějších vlivů, kterých je třeba dbát při zpracování projektové dokumentace.

6) Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Popisuje prostředky a způsoby ochrany před úrazem elektrickým proudem, prostředky základní ochrany, ochrany při poruše a doplňkové ochrany, které v objektu budou zřízeny.

7) Napojení k síti

Popisuje řešení připojení objektu k síti distributora elektrické energie včetně umístění HPS / HDS, elektroměru a jističe před elektroměrem. Část popisuje i způsob měření odběru elektrické energie.

8) Popis provedení silnoproudých a slaboproudých rozvodů

Jedná se o podrobný popis a řešení všech silnoproudých obvodů, jakými jsou:

- zásuvkové obvody,
- světelné obvody (včetně soupisky navrženého osvětlení),
- obvodů pevně připojených spotřebičů, včetně těch pro vytápění a ohřev TUV,
- LPS

a slaboproudých obvodů:

- datové rozvody strukturované kabeláže,
- STA,
- EPS,
- EZS a další.

9) Závěr

Závěrem jsou uvedeny dodatečná doporučení projektanta a požadavky na pracovníky popř. investora [42] [43].

9.3 Výkaz výměr a rozpočet

Veškerý použitý materiál, včetně přístrojů i svítidel, musí být zanesen do výkazu materiálu, kde je vyčísleno na základě množstevní jednotky, jaké množství materiálu bylo použito. Množstevními jednotkami mohou být kusy, metry, kilogramy a další. Pro potřeby rozpočtu, který je většinou stejným dokumentem jako výkaz výměr, jsou jednotlivé položky výkazu finančně ohodnoceny, a to jak za materiál, tak i za práce s jeho instalací spojené. Položky jsou členěny do tabulky tak, že tvoří logické celky dle profesí (silnoproud, slaboproud rozvaděč atd.). Jsou vyčísleny celkové sumy za dílčí profese a nakonec i celková suma všech položek.

9.4 Výkresová dokumentace

Jedná se o hlavní část projektové dokumentace, která poskytuje grafickou formou informaci o řešení dané problematiky v podobě výkresů. V případě projektu zabývajícím se elektrickými rozvody se jedná o výkresy:

- silnoproudé elektroinstalace (zásuvkové obvody, napájení spotřebičů),
- umělé osvětlení (osvětlovací technika, žaluzie, markýzy),
- slaboproudé elektroinstalace (STA, telefon, interkom a další),
- LPS,
- EZS / EPS,
- provedení rozvaděče.

Výkresy jsou zpravidla digitálně kresleny do půdorysu objektu v uvedeném měřítku, nejčastěji např. 1:50, 1:100 nebo 1:75. Jsou šířeny buď v digitální podobě editorů CAD – soubory DWG, nebo digitálně jako soubory PDF, popř. tištěnou formou. Výkres musí obsahovat všechny náležitosti kladené normou ČSN EN 61082-1 ed.3 [43].

10 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo shrnout teoretické znalosti potřebné pro korektní návrh projektové dokumentace v oboru elektro dle aktuálních norem, jimiž se projektová dokumentace řídí, a vytvořit na základě těchto znalostí kompletní projektovou dokumentaci pro rodinný dům. Práce je rozdělena na dvě části, kdy první část se zabývá popisem realizace elektrické instalace a zásad, které při této realizaci musí být dodrženy. Druhá část se věnuje praktickému návrhu projektové dokumentace.

První, teoretická, část práce shrnuje v několika kapitolách teoretické znalosti a předpoklady spojené s návrhem projektové dokumentace. Její úvodní část se věnuje popisu různých typů rozvodných sítí a podrobnému rozboru připojení typického rodinného domu k elektrické síti. Jsou zde popsány různé druhy přípojek, zásady spojené s jejich realizací i jejich provedení. Navazující kapitolou je podrobně rozebrána problematika přírodního vedení v podobě hlavního domovního vedení a odboček k elektroměrům, spolu se zásadami pro jeho realizaci a dimenzování. Část zabývající se připojením objektu k síti je zaměřena na zásady realizace elektroměrového a hlavního domovního rozvaděče. Další samostatná kapitola je věnována bezpečnosti a ochraně před elektrickým proudem. V druhé polovině teoretické části jsou shrnuty zásady pro realizaci zásuvkových obvodů, a to ve všech prostorách rodinného domu, včetně prostor koupelny s vymezením zón. Následující kapitola, věnující se světelným obvodům, popisuje podmínky, které je při realizaci těchto obvodů nutné dodržet, a to zejména aby byly dodrženy minimální hodnoty osvětlenosti dle příslušné normy. Po tematickém celku, jenž se věnuje silnoproudým obvodům, je řazeno několik kapitol, které se věnují obvodům slaboproudým. Je v nich popsáno řešení a zásady návrhu systémů STA, datového rozvodu a EPS spolu s popisem prvků těchto systémů. Předposlední kapitola pojednává o zásadách návrhu LPS při ochraně před bleskovým proudem a o užití svodičů přepětí pro omezení účinků přechodových dějů v podobě přepětí v síti. Poslední kapitola shrnuje náležitosti projektové dokumentace a popisuje její jednotlivé části.

Druhá, praktická, část bakalářské práce se zabývá návrhem projektové dokumentace pro rodinný dům. V této části jsou využity teoretické znalosti získané v první části práce. Projektová dokumentace obsahuje návrh řešení silnoproudých i slaboproudých obvodů, řešení LPS i EPS, návrh rozvaděče, technickou zprávu a rozpočet. Výkresová část projektové dokumentace byla realizována prostřednictvím softwaru pro 2D projektování – AutoCAD 2013 společnosti Autodesk. Navržená elektroinstalace silnoproudých obvodů zajišťuje dostatečný komfort pro budoucího uživatele jak počtem, tak rozmístěním zásuvkových vývodů i přístrojů pro ovládání osvětlovacích soustav. Dispozice a volba svítidel odpovídá povaze vnitřních i venkovních prostor budovy. Kontrolní ověření navržených světelných soustav proběhlo pomocí softwaru Astra BuildingDesign s výpočetním modulem Wils. Pro oba rozvaděče byla vyhotovena jejich schémata a také výkresy skutečného osazení modulárními přístroji. Na základě výkresové dokumentace byla zhotovena technická zpráva a rozpočet, včetně cen za montážní práce. Výsledná cena pro obor elektro je včetně všech prací přibližně 420 000 Kč. S přihlédnutím k charakteru objektu, jeho modernímu vybavení a jemu odpovídající elektroinstalaci, se jedná o přijatelnou částku.

Na základě vyhotovení projektové dokumentace, na jejíž tvorbu byly aplikovány teoretické znalosti nabyté studiem odborných pramenů a norem, které byly sepsány v první části práce, je možné cíle práce považovat za úspěšně splněné.

11 BIBLIOGRAFIE

- [1] ČSN EN 60038. Jmenovitá napětí CENELC. Praha: ÚNMZ, b.r.
- [2] High-leg delta. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/High-leg_delta
- [3] MORAVEC, Jan. Rozvodné sítě TN, IT a TT – popis, výhody a nevýhody. O energetice [online]. b.r. [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <http://oenergetice.cz/elektrina/rozvodne-site-tn-it-tt/>
- [4] MEDUNA, Vladimír a Ctirad KOUDELKA. Druhy rozvodných sítí [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská TU Ostrava - Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2006 [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/prednasky/pred_ZEP/siteF.pdf
- [5] ČSN 33 3320 ED.2. Elektrotechnické předpisy - Elektrické přípojky. 2. Praha: ÚNMZ, 2014.
- [6] ČSN 33 2130 ED.3. Elektrické instalace nízkého napětí: Vnitřní elektrické rozvody. 3. Praha: ÚNMZ, b.r.
- [7] Připojovací podmínky. ČEZ Distribuce [online]. b.r. [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/technicke-informace/pripoj_podminky/cezdistribuce_pripojovacicpodminkynn_20180201.pdf
- [8] Pravidla provozování distribučních soustav. In: ČEZ [online]. b.r. [cit. 2018-10-26]. Dostupné z: <https://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds06-6-priloha.pdf>
- [9] DVOŘÁČEK, Karel. Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě. 5., aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2012. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-57-3.
- [10] DVOŘÁČEK, Karel. Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací. Třetí - aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2018. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-38-3.
- [11] ČSN EN 61140 ED. 3. Ochrana před úrazem elektrickým proudem: Společná hlediska pro instalaci a zařízení. 3. Praha: ÚNMZ, b.r.
- [12] ČSN EN 60529. Stupně ochrany krytem. Praha: ČNI, b.r.
- [13] KADLEC, Radim a Miloslav STEINBAUER. Elektrické instalace (MEIC). Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2015.
- [14] ČSN 33 0166 ED. 2. Označování žil kabelů a ohebných šňůr. Praha: ČNI, b.r.
- [15] ČSN 34 7409. Systém značení kabelů a vodičů. Praha: ČNI, b.r.
- [16] KUNC, Josef. Elektroinstalace krok za krokem. 1. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0559-1.
- [17] GARLÍK, Bohumil. Elektrické instalace v koupelnách a kuchyních, bytových i nebytových prostorách. Tzbinfo [online]. Praha, b.r. [cit. 2018-11-10]. Dostupné z: <https://elektro.tzbinfo.cz/domovni-elektroinstalace/6713-elektricke-instalace-v-koupelnach-a-kuchynich-bytovych-i-nebytovych-prostorach>

- [18] KOUDELKA, Ctírad a Vladimír MEDUNA. VŠB-TU Ostrava: Fakulta elektrotechniky a informatiky. Elektroinstalace v koupelnách a sprchách [online]. Ostrava: VŠB-TU Ostrava Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2004 [cit. 2018-11-10].
- [19] BEŠTA, Miloš. Střední škola stavební a strojní: Studijní materiály elektro. Rozvodny NN část II.: Koupelny a umývací prostory [online]. b.r. [cit. 2018-11-10]. Dostupné z: <http://www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T2.2-Rozvody-nn-%C4%8D%C3%A1st-2.pdf>
- [20] DVOŘÁČEK, Karel. Základní normativní požadavky na užití spínačů. ElektroPrůmysl.cz [online]. b.r. [cit. 2018-11-10]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/zakladni-normativni-pozadavky-na-uziti-spinacu>
- [21] DOLEJŠ, Ondřej. Výrobky Wago pro automatizaci budov. AUTOMA: Časopis pro automatizační techniku [online]. Děčín, 2016 [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/vyrobky-wago-pro-automatizaci-budov-2004_03_32247_3806/
- [22] Stáčecí konektory. Elektro Bečov [online]. b.r. [cit. 2018-11-05]. Dostupné z: <http://www.elektrobecov.cz/staceci-konektory.html>
- [23] ČSN 33 2180. Elektrotechnické předpisy ČSN. Připojování elektrických přístrojů a spotřebičů. Praha. ČNI, b.r.
- [24] ČSN 33 2000-6. Elektrické instalace nízkého napětí: Revize. Praha: ÚNMZ, b.r.
- [25] KRŽÍŽ, Michal. Dimenzování a jištění elektrických zařízení - tabulky a příklady. Čtvrté - aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2015. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-07-9.
- [26] KUNC, Josef. Elektroinstalace krok za krokem. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0559-1.
- [27] Přehledový katalog: Domovní elektroinstalační materiál. ABB: Divize elektrotechnické výroby [online]. b.r. [cit. 2018-12-15].
- [28] ČSN 73 4301. Obytné budovy. Praha: ÚNMZ, b.r.
- [29] Strukturovaný kabelážní systém: Příručka. Variant [online]. Třebíč, b.r. [cit. 2019-03-23]. Dostupné z: https://www.variant.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spol_Zarazene/01-MANU%C3%81LY%20CS/SKS%20prirucka%20-%20man-a4.pdf
- [30] RJ-45 TIA-568A Left.png. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2019-05-14]. Dostupné z: https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=File:RJ-45_TIA-568A_Left.png
- [31] LEGÍŇ, Martin. Televizní technika DVB-T. Praha: BEN - technická literatura, 2006. ISBN 80-730-0204-3.
- [32] MACOUN, Jindra. Antény a příjem digitální televize (DVB-T). Praktická elektronika - Amatérské radio. 2009, 72009(7), 2.
- [33] SLOUP, Petr a Rostislav SRSTKA. Elektrická požární signalizace - EPS. Příručka zabezpečovací techniky. Vyd. 2. [S.l.: s.n.], 2003, s. 129 - 152. ISBN 978-80-902938-2-3.
- [34] Elektronická požární signalizace: Základní příručka. Variant [online]. Třebíč, b.r. [cit. 2019-04-11]. Dostupné z: <https://www.variant.cz/soubory-ve-skladu/Dokumenty/EPS/Zakladni%20prirucka%20EPS.pdf>

- [35] ČSN EN 62305 ED. 2. Ochrana před bleskem: Část 1: Obecné principy. Praha: ÚNMZ, b.r.
- [36] Dehn - Montážní příručka 3. vydání: 5.1.01 Druhy jímacích soustav a postupy pro dimenzování. EuroVolt [online]. b.r. [cit. 2019-05-16]. Dostupné z: <http://eurovolt.eu/pl/post/5-1-01-druhy-jimacich-soustav-a-postupy-pro-dimenzovani>
- [37] KLIMŠA, David. Vnější a vnitřní ochrana před bleskem. 2., aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2014. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-98-6.
- [38] ČSN 33 2000-4-41 ED. 3. Elektrické instalace nízkého napětí: Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem. 3. Praha: ÚNMZ, b.r.
- [39] ROUS, Zdeněk. Přepět'ové ochrany v elektrických instalacích do 1 000 V. Praha: IN-EL, 1999. Knižnice Elektro. ISBN 80-862-3006-6.
- [40] Přepět'ové ochrany: Aplikační příručka. OEZ [online]. b.r. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: http://www.oez.cz/file/279_1_1/
- [41] Produktový katalog Noark: Svodiče přepětí. Noark [online]. b.r. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: http://www.noark-electric.cz/uploads/ex9ue12_12ka_cz-cz.pdf
- [42] DVOŘÁČEK, Karel. Projektová dokumentace pro elektroinstalaci podle nového stavebního zákona (I). Tzbinfo [online]. Praha, b.r. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://elektro.tzbinfo.cz/normy-a-pravni-predpisy-elektrotechnika/4798-projektova-dokumentace-pro-elektroinstalaci-podle-noveho-stavebniho-zakona-i>
- [43] Projektová dokumentace staveb. VŠB - TU Ostrava: Fakulta stavební [online]. 2015 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: http://fast10.vsb.cz/kuda/Ekonomika/Eko%20ve%20v%FDstavb%EC/P%F8edn%E1%9Ak y%202012/03_Projektov%E1%20dokumentace%20staveb.pdf

12 SEZNAM PŘÍLOH

Tištěná projektová dokumentace:

1. Technická zpráva
2. Rozpočet
3. Typový výkres domu DRAGON EVO 130
4. Výkres silnoproudých rozvodů 1. PP
5. Výkres silnoproudých rozvodů 1. NP
6. Výkres umělého osvětlení 1. PP
7. Výkres umělého osvětlení 1. NP
8. Výkres slaboproudých rozvodů 1. PP
9. Výkres slaboproudých rozvodů 1. NP
10. Výkres EPS 1. PP
11. Výkres EPS 1. NP
12. Výkres LPS
13. Výkres zemnicí soustavy
14. Schéma elektroměrového rozvaděče
15. Schéma rozvaděče RS1 - část 1/3
16. Schéma rozvaděče RS1 - část 2/3
17. Schéma rozvaděče RS1 - část 3/3
18. Schéma rozvaděče RS2 - část 1/2
19. Schéma rozvaděče RS2 - část 2/2
20. Schéma HOP a VOP
21. Výkres osazení rozvaděče RS1
22. Výkres osazení rozvaděče RS2

Nosič CD: projektová dokumentace ve formátu PDF.