

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A ELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

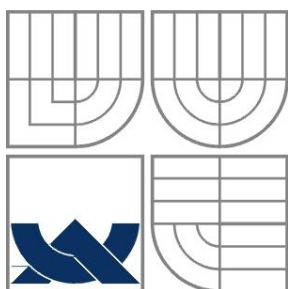
ŘEŠENÍ ELEKTRICKÝCH ROZVODŮ V RODINNÉM DOMĚ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

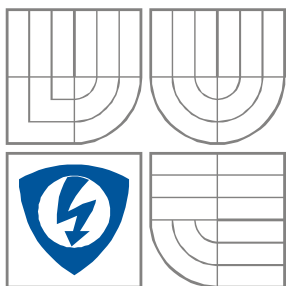
MICHAL ZELENKA

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A
ELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC
ENGINEERING

ŘEŠENÍ ELEKTRICKÝCH ROZVODŮ V RODINNÉM DOMĚ

REQUIREMENTS AND SOLUTION OF HOUSEHOLD ELECTRICAL INSTALLATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL ZELENKA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ VALENTA, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Michal Zelenka

ID: 136600

Ročník: 3

Akademický rok: 2012/2013

NÁZEV TÉMATU:

Řešení elektrických rozvodů v rodinném domě

POKyny PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Zpracujte současné trendy v řešení elektroinstalace v rodinném domě.
2. Uveďte požadavky norem na elektroinstalaci
3. Vypracujte projekt složitější elektroinstalace podle normativních požadavků a proveďte výpočetní kontrolu.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle doporučení vedoucího

Termín zadání: 17.9.2012

Termín odevzdání: 4.6.2013

Vedoucí práce: Ing. Jiří Valenta, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

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.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá elektroinstalací v rodinném domě. První část této práce slouží jako podklad pro návrh a realizaci elektroinstalace v rodinném domě. Uvádí nejdůležitější požadavky na jednotlivé části silových domovních elektrických rozvodů podle platných českých technických norem. Práce také popisuje nejdůležitější způsoby ochrany, zejména ochranu proti nadproudům a ochranu před úrazem elektrickým proudem. Další část práce je věnována návrhu konkrétního projektu elektroinstalace v rodinném domě podle normativních požadavků. V závěru práce je provedena výpočetní kontrola projektu elektroinstalace.

Abstract

This bachelor's thesis deals with the electrical installation in a family house. The first part of this thesis serves as a basis for a project of electrical installation in the family house. The thesis presents the most important requirements for the household electrical installation in accordance with applicable czech technical standards. The thesis further describes the most important methods of protection, especially protection against overcurrent and protection against electric shock. The next part is devoted to proposal of specific project of household electrical installation in accordance with applicable technical standards. The project of the electric installation is checked by calculation at the end of the thesis.

Klíčová slova

Elektroinstalace; Zóny pro ukládání vedení; Rozváděč; Ochrany; Bezpečnost; Výpočet

Keywords

Electrical installation; Zones for the wiring; Switchgear; Protection; Safety; Calculation

Bibliografická citace

ZELENKA, M. *Řešení elektrických rozvodů v rodinném domě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 76 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Valenta, Ph.D..

Prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Řešení elektrických rozvodů v rodinném domě 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 § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

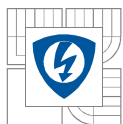
Podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Valentovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

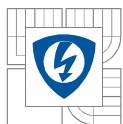
V Brně dne

Podpis autora

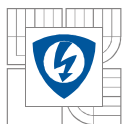


OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	9
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	11
1 ÚVOD	12
2 SOUČASNÉ TRENDY V ŘEŠENÍ ELEKTROINSTALACE.....	13
2.1 Klasická elektroinstalace	13
2.2 Inteligentní elektroinstalace	13
3 POŽADAVKY NOREM NA ELEKTROINSTALACI	14
3.1 Elektrická přípojka.....	14
3.1.1 Přípojka provedená venkovním vedením	14
3.1.2 Přípojka provedená kabelovým vedením.....	15
3.2 Požadavky na vnitřní elektrické rozvody	16
3.2.1 Základní požadavky na elektrické rozvody	16
3.2.2 Světelné obvody	16
3.2.3 Zásuvkové obvody.....	17
3.2.4 Pevně připojené spotřebiče	18
3.3 Elektrické silové rozvody v budovách pro bydlení.....	19
3.3.1 Hlavní domovní vedení	19
3.3.2 Odbočky od hlavního domovního vedení	20
3.3.3 Rozváděče, elektroměrové rozváděče a rozvodnice	21
3.3.4 Rozvody a vedení za elektroměrem.....	23
3.4 Požadavky na jednotlivé místnosti.....	26
3.4.1 Obývací pokoj a ložnice	27
3.4.2 Místnost pro domácí práce	28
3.4.3 Kuchyně.....	29
3.4.4 Koupelna.....	31
3.4.5 WC.....	34
3.4.6 Chodba.....	34
3.4.7 Sklep, půda, terasa	34
4 OCHRANA	35
4.1 Ochrana proti nadproudům	35
4.1.1 Ochrana před přetížením.....	35
4.1.2 Ochrana před zkratem.....	36

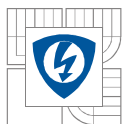


4.2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem	37
4.2.1 Automatické odpojení od zdroje.....	38
4.2.2 Ochrana malým napětím SELV a PELV	41
4.3 Ochrana před účinky tepla	42
5 PROJEKT ELEKTROINSTALACE	43
5.1 Charakteristika projektu.....	43
5.2 Návrh elektroinstalace	43
5.3 Rozpočet projektu	50
5.4 Výpočetní kontrola.....	51
6 ZÁVĚR.....	55
LITERATURA	56
PŘÍLOHY	58



SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1: Přípojka provedená venkovním vedením</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 2: Přípojka provedená kabelovým vedením</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 3: Hlavní domovní kabelová skříň</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 4: Jednofázová zásuvka a); trojfázová zásuvka b).....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 5: Elektroměrový rozváděč</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 6: Bytová rozvodnice</i>	<i>23</i>
<i>Obr. 7: Zóny pro ukládání elektrického vedení v pokojích</i>	<i>27</i>
<i>Obr. 8: Zóny pro ukládání elektrického vedení v pracovně nebo v kuchyni</i>	<i>29</i>
<i>Obr. 9: Umývací prostor</i>	<i>30</i>
<i>Obr. 10: Zóny v prostorech s koupací nebo sprchovou vanou.....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 11: Zóny v prostorech se sprchou bez sprchové vany</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 12: Zapojení proudového chrániče v síti TN</i>	<i>40</i>



SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1: Minimální počet obvodů v bytech stupně elektrizace A.....</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 2: Maximální délky vedení s jádrem Cu bytových obvodů v závislosti na úbytku napětí</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 3: Maximální doba odpojení od zdroje při poruše v síti TN.....</i>	<i>39</i>
<i>Tab. 4: Meze bezpečných malých napětí s ohledem na členění prostoru a na způsob dotyku</i>	<i>41</i>
<i>Tab. 5: Označení jednotlivých obvodů ve výkresové dokumentaci a jejich popis.....</i>	<i>47</i>
<i>Tab. 6: Typy jističů a proudových chráničů a jejich označení ve výkresové dokumentaci</i>	<i>48</i>
<i>Tab. 7: Označení, typy a příkony svítidel v jednotlivých místnostech.....</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 8: Výpis materiálu a jeho ceny (duben 2013) pro rekonstrukci elektroinstalace</i>	<i>50</i>
<i>Tab. 9: Základní parametry jednotlivých obvodů pro výpočtový program Sichr</i>	<i>53</i>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbol	Popis	Jednotka
β	součinitel náročnosti (soudobost)	[-]
γ	měrná vodivost (konduktivita)	[Sm/mm ²]
ΔU	úbytek napětí	[V]
$\cos\varphi$	účinník	[-]
I	efektivní hodnota účinného zkratového proudu	[A]
I_{L1}	efektivní hodnota proudu fáze L1 přívodního vedení	[A]
I_{L2}	efektivní hodnota proudu fáze L2 přívodního vedení	[A]
I_{L3}	efektivní hodnota proudu fáze L3 přívodního vedení	[A]
I_2	proud zajišťující účinné zapůsobení ve smluvené době	[A]
I_a	proud zajišťující samočinné působení ve stanovené době	[A]
I_B	proud použitý ve vedení	[A]
I_n	jmenovitý proud jisticího prvku	[A]
I_P	výpočtový proud	[A]
I_Z	dovolené proudové zatížení vodiče	[A]
$I_{\Delta n}$	jmenovitý vybavovací reziduální proud chrániče	[A]
I^2t	energie, kterou propustí ochranný přístroj	[A ² s]
k	součinitel respektující měrný odpor a tepelnou kapacitu	[-]
k^2S^2	energie, kterou snese vodič	[A ² s]
l	délka vedení	[m]
P	činný výkon	[W]
P_i	instalovaný příkon	[W]
P_P	očekávané (výpočtové) zatížení	[W]
S	průřez vodiče	[mm ²]
t	doba trvání zkratu	[s]
U_0	jmenovité střídavé napětí vodiče proti zemi	[V]
U_f	jmenovité fázové napětí jednofázové soustavy	[V]
U_S	jmenovité sdružené napětí trojfázové soustavy	[V]
Z_S	impedance poruchové smyčky	[Ω]
1,5	součinitel respektující chybu výpočtu impedance poruchové smyčky	[-]

1 ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá elektroinstalací v rodinném domě. Vnitřní elektrické rozvody neboli elektroinstalace jsou v současné době neoddělitelnou a samozřejmou součástí každé budovy. Skládají se zejména z elektrických vedení a z jisticích, chránicích, spínacích a ovládacích prvků. Vnitřní elektrické rozvody jsou elektrické rozvody nacházející se uvnitř budovy. K těmto rozvodům však patří také elektrická zařízení umístěná vně budovy, která ale slouží pouze této budově [2]. Na domovní elektroinstalace jsou kladeny vysoké požadavky z hlediska technických norem, proto je problematika elektroinstalace poměrně složitá.

První část práce slouží jako podklad pro návrh a realizaci elektroinstalace v rodinném domě. Uvádí nejdůležitější požadavky na jednotlivé části silových domovních elektrických rozvodů podle platných českých technických norem. Jsou zde postupně rozebírány jednotlivé části elektroinstalace od elektrické přípojky až po jednotlivé zásuvkové a světelné obvody, včetně domovních rozváděčů a vedení před i za nimi. Tato část také uvádí požadavky na umístění elektrických rozvodů v jednotlivých místnostech rodinného domu.

V následující části práce popisuje nejdůležitější způsoby ochrany používané v rodinných domech. Jedná se o ochranu proti nadproudům (přetížení, zkratu), ochranu před úrazem elektrickým proudem a ochranu před účinky tepla. V případě ochrany před úrazem elektrickým proudem se práce zaměřuje na ochranu automatickým odpojením od zdroje a ochranu malým napětím obvodů SELV a PELV.

Základem každé nové domovní elektroinstalace je projektová dokumentace. Proto je další část věnována konkrétnímu projektu elektroinstalace. Jedná se o rekonstrukci elektroinstalace v trojpodlažním rodinném domě. Projekt se zabývá návrhem vnitřních silových rozvodů, jejich jištěním před přetížením a před zkratem, přepětíovou ochranou objektu, ochranným pospojováním a osazením jednotlivých domovních rozvodnic. Součástí projektu je technická zpráva a výkresová dokumentace, která obsahuje výkresy zásuvkových i světelných obvodů v jednotlivých podlažích domu a také výkresy jednotlivých domovních rozvodnic včetně jejich přístrojového vybavení. Závěr práce je věnován výpočetní kontrole správnosti návrhu projektu z hlediska dimenzování a jištění vedení proti přetížení a zkratu.

2 SOUČASNÉ TRENDY V ŘEŠENÍ ELEKTROINSTALACE

V současné době se setkáváme se dvěma typy elektroinstalace. Těmi jsou:

- a) klasická elektroinstalace;
- b) inteligentní elektroinstalace.

2.1 Klasická elektroinstalace

Klasická elektroinstalace je vhodná pro jednodušší instalace. Skládá se pouze ze silového vedení. Jednotlivé spotřebiče jsou ovládány spínacími nebo ovládacími prvky umístěnými ve společném obvodu (zásuvkovém nebo světelném). Spotřebiče jsou tedy ovládány pouze spínáním daného obvodu. Nevýhodou tohoto typu elektroinstalace je omezená funkce. Daný obvod je obvykle buď sepnutý, anebo vypnutý. Dalšími nevýhodami jsou vysoké náklady a stavební úpravy spojené se změnami v instalaci a složitost a nepřehlednost zapojení v rozsáhlejších elektroinstalacích. Také s rostoucími požadavky na množství funkcí instalace rostou náklady. Výhodou klasické elektroinstalace je obvykle nízká cena vůči elektroinstalaci inteligentní. To je také důvod, proč je klasická elektroinstalace i v současné době stále používaným a běžným typem elektroinstalace v menších nebo středně velkých domech. Pro větší domy je klasická instalace vhodná pouze tehdy, pokud se v domě nenachází složité ovládání. [8]

2.2 Inteligentní elektroinstalace

Mezi požadavky současné doby na elektroinstalaci je jistě úspora času a energie, komfortní ovládání a jednoduchost zapojení vedení. Proto se do budov stále více zavádějí tzv. inteligentní elektroinstalace. Jejich pomocí je v budově vytvořeno systémové řešení celého objektu. Funkce klasického vypínače je v tomto systému rozdělena na ovládací část (senzor), která slouží k detekci požadavků na systém a na vykonávací část (aktor), která slouží ke spínání samotného silového obvodu spotřebiče [9]. Podstatou funkce inteligentní elektroinstalace je obvykle sběrníkový systém. Na ten jsou napojeny všechny senzory, aktory a centrální jednotka. Projektování takové instalace je proto jednodušší než projektování klasické instalace. V centrální jednotce je možné pomocí počítače nastavovat jednotlivé funkce instalace. Hlavní výhodou těchto systémů je možnost naprogramovat funkce systému podle vlastních potřeb. Vše může fungovat zcela automaticky. Příkladem je řízení osvětlení, okenních žaluzií, otevírání oken, teploty v jednotlivých místnostech atd. Nevýhodou tohoto systému jsou však vysoké pořizovací náklady v jednodušších instalacích (např. v rodinných domech). [8]

3 POŽADAVKY NOREM NA ELEKTROINSTALACI

3.1 Elektrická přípojka

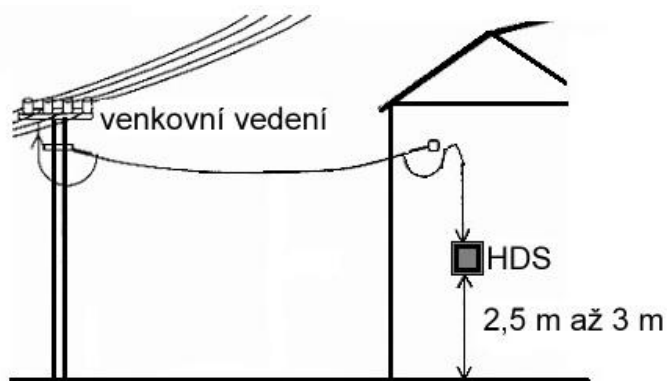
Elektrickými přípojkami se obecně zabývá norma ČSN 33 3320. Podle této normy se budeme pro účel této práce věnovat pouze požadavkům na přípojky nízkého napětí.

Elektrická přípojka slouží k připojení objektu (nemovitosti) k elektrorozvodné síti. Elektrické přípojky rozdělujeme podle způsobu provedení na přípojky provedené venkovním vedením, kabelovým vedením nebo kombinací obou předešlých způsobů. Elektrická přípojka začíná odbočením od rozvodného zařízení dodavatele elektřiny směrem k odběrateli. Odbočením rozumíme odbočení od spínacích prvků nebo přípojníc v elektrické stanici, vychází-li elektrická přípojka z elektrické stanice. Mimo elektrické stanice začíná přípojka odbočením od venkovního nebo kabelového vedení. Přípojky nízkého napětí končí v přípojkové skříni, kterou je:

- a) hlavní domovní pojistková skříň – je-li přípojka provedena venkovním vedením.
- b) hlavní domovní kabelová skříň – je-li přípojka provedena kabelovým vedením.

3.1.1 Přípojka provedená venkovním vedením

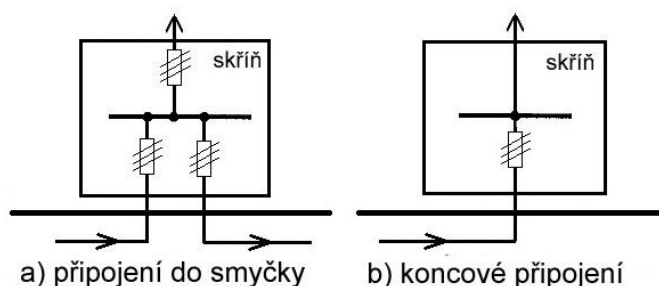
Minimální průřezy vodičů pro AlFe u holých vodičů jsou 16 mm^2 a pro Al u závěsných kabelů 10 mm^2 . Přípojková skříň je součástí přípojky a umísťujeme ji zpravidla na odběratelově objektu nebo na hranici tohoto objektu či v blízkosti hranice jeho nemovitosti tím způsobem, aby byl k ní umožněn přístup i bez přítomnosti odběratele. Pokud se nachází poslední podpěrný bod přípojky na objektu odběratele, má být spodní okraj přípojkové skříně ve výšce 2,5 m až 3 m nad definitivně upraveným terénem. Pokud je posledním podpěrným bodem přípojkový sloup nacházející se na pozemku odběratele, lze umístit skříň na tomto sloupu. I v tomto případě je vzdálenost přípojkové skříně 2,5 m až 3 m nad definitivně upraveným terénem. Jištění v přípojkové skříni musíme volit alespoň o jeden stupeň vyšší, než je jištění před elektroměrem.



Obr. 1: Přípojka provedená venkovním vedením

3.1.2 Přípojka provedená kabelovým vedením

Přípojka provedená kabelovým vedením se obvykle používá v městské řadové zástavbě. Kabel se táhne v zemi podél domu. Pokud je připojení objektu provedeno zasmyčkováním kabelu rozvodu dodavatele elektřiny, tvoří přípojku pouze přípojková skříň. Minimální průřezy kabelů elektrických přípojek jsou $4 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Al}$ při odbočení v rozpínací skříně kabelového vedení dodavatele elektřiny z jedné samostatné sady pojistek. Při odbočení přípojky z kabelového vedení dodavatele elektřiny T spojkou je minimální průřez $4 \times 25 \text{ mm}^2 \text{ Al}$. Použijeme-li kabel s měděnými vodiči, je minimální průřez o stupeň nižší. Přípojková skříň se zpravidla umísťuje na odběratelově nemovitosti v oplocení, obvodovém zdivu budovy nebo jiném vhodném místě, které je přístupné i bez přítomnosti odběratele. Spodní okraj skříně má být ve výšce 0,6 m nad definitivně upraveným terénem před skříní. Není doporučeno ji však umísťovat výše než 1,5 m nad terénem. Jištění v přípojkové skříně musí být alespoň o jeden stupeň vyšší, než je jištění před elektroměrem. Odbočuje-li kabelová přípojka z venkovního vedení, umísťuje se přípojková skříň většinou na objektu odběratele. Je možné ji však také umístit na podpěrný bod venkovního vedení ve výšce 2,5 m až 3 m, pokud se v blízkosti nachází hranice nemovitosti odběratele.



Obr. 2: Přípojka provedená kabelovým vedením



Obr. 3: Hlavní domovní kabelová skříň

3.2 Požadavky na vnitřní elektrické rozvody

Požadavky na vnitřní elektrické rozvody se zabývá norma ČSN 33 2130 ed. 2, která je základní normou pro domovní elektroinstalace. Uvedeme zde tedy základní požadavky na světelné a zásuvkové obvody a také na obvody pro pevně připojené spotřebiče.

3.2.1 Základní požadavky na elektrické rozvody

Elektrické rozvody musí podle druhu provozu splňovat požadavky na:

- a) bezpečnost osob, chovaných zvířat a majetku za normálního stavu i při poruše;
- b) provozní spolehlivost (při způsobu provozu a vlivu prostředí);
- c) přehlednost rozvodu, umožňující rychlou lokalizaci a odstranění případných poruch;
- d) snadnou přizpůsobivost rozvodu při požadovaném přemísťování elektrických zařízení a strojů;
- e) hospodárnost provozu (v investičních i provozních nákladech);
- f) hospodárné použití typizovaných jednotek a celků (např. rozvodnic, rozváděčů, transformoven apod.);
- g) vzhled;
- h) zamezení nepříznivých vlivů a rušivých napětí při křížování a souběhu se sdělovacím vedením.

Při projektování budov musíme brát v úvahu stavební úpravy, které jsou nutné pro hospodárné provedení elektrických rozvodů. Stavební konstrukce musí umožnit provedení elektrických rozvodů a umístění vývodů v místech, kde tyto rozvody a vývody je nutné umístit z hlediska jejich provozu. U nových druhů stavebních konstrukcí je potřeba, aby při jejich navrhování bylo současně řešeno uložení elektrických rozvodů. Vedení ukládáme skrytě. Pouze v nebytových prostorech a při dodatečné montáži můžeme vedení ukládat na povrchu. Za skryté vedení je považováno také dodatečné uložení vedení do elektroinstalačních lišt v budovách. Pro ukládání elektrického vedení ve zdech jsou určeny instalační zóny.

3.2.2 Světelné obvody

Světelné obvody slouží převážně pro pevné připojení svítidel, popřípadě pro připojení svítidel na zásuvky ovládané spínači. Na světelné obvody můžeme připojit také zásuvky, přičemž v jedné místnosti nejvýše jednu zásuvku. Zásuvky pro osvětlení, které jsou ovládány spínačem u vchodu do místnosti, musí být viditelně odlišeny od ostatních zásuvek.

Na jeden světelný obvod můžeme připojit jen tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jističe a ovládacího přístroje.

Jmenovitý proud svítidel stanovíme z maximálního příkonu, pro který jsou svítidla typována. Jmenovitý proud ovládacího přístroje nesmí být menší, než součet jmenovitých proudů svítidel, která jsou tímto přístrojem ovládána. Pokud jsou do světelného obvodu zapojeny zásuvky ovládané spínači, nesmí být předřazený jistič na větší jmenovitý proud, než je jmenovitý proud spínače. V případě světelných obvodů, které obsahují výbojková svítidla ovládaná běžnými spínacími přístroji, je doporučeno, aby maximální proud v takovém obvodu nepřekročil 25 % jmenovité hodnoty těchto spínačů. Abychom v prostorách s větším počtem světelných zdrojů dosáhli optimální regulace osvětlení, je třeba rozčlenit světelné obvody na více samostatně ovládaných skupin.

V budovách pro bydlení obvykle svítidla v jednotlivých místnostech nepředepisujeme. Volí si je sám uživatel bytu. Obvykle uprostřed místnosti zřizujeme světelný vývod, který je ovládán spínačem od vchodu do místnosti, aby bylo možné ovládat osvětlení od dveří. Spínače pro ovládání světelných obvodů v místnosti zpravidla instalujeme u dveří na straně kliky ve výšce 105 až 110 cm nad podlahou a to tím způsobem, aby zapnutí bylo provedeno pohybem páčky či kolébky nahoru.

Vedení světelného obvodu musí mít takový průřez, aby bylo jištěno proti přetížení i proti zkratu předřazeným jističem o jmenovitém proudu nejvýše 25 A.

Osvětlení společných komunikací zřizujeme podle příslušných norem, hygienických a požárních předpisů. Takové osvětlení můžeme provést svítidly připojenými na jeden obvod (u budov do čtyř nadzemních podlaží), na dva obvody připojené na jednu fázi (u budov od pěti nadzemních podlaží), se dvěma a více obvody připojenými na různé fáze (u budov od devíti nadzemních podlaží). Samočinné schodišťové ovládače musí mít světelnou signalizaci.

Nouzové osvětlení obvykle zřizujeme na chráněných únikových cestách u budov pro bydlení od šestnácti nadzemních podlaží a u budov občanské výstavby již od devíti nadzemních podlaží. Musí být napájeno z nezávislého zdroje (například z baterie) a při přerušení napájení obvodu pro osvětlení společných komunikací musí nouzové osvětlení automaticky zapnout.

3.2.3 Zásuvkové obvody

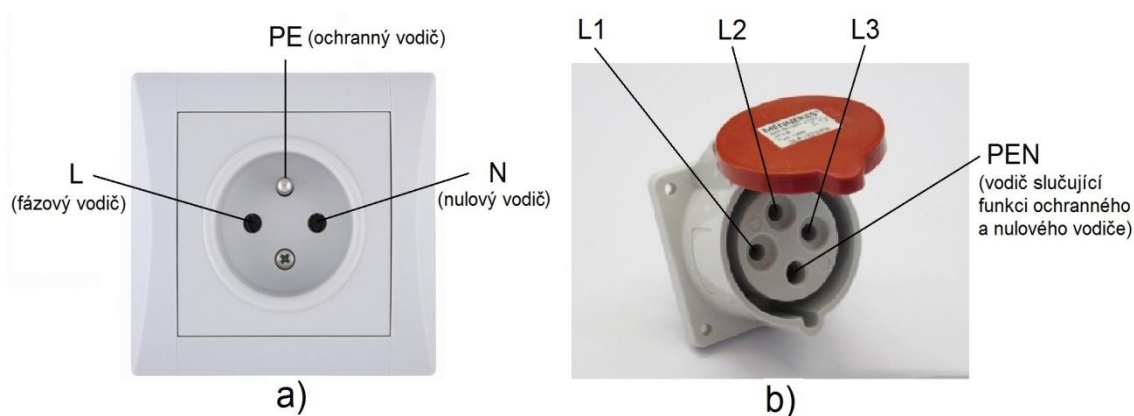
Zásuvkové obvody slouží pro připojení elektrických spotřebičů vidlicí do zásuvky. Na jeden zásuvkový obvod můžeme pevně připojit jednoúčelové spotřebiče s celkovým příkonem nepřesahujícím 2000 VA. Pro elektrické spotřebiče, u kterých je to výrobcem určeno, zřizujeme samostatný zásuvkový obvod.

Zásuvky volíme podle napětí a proudové soustavy. Zásuvky dvou různých napěťových soustav musí být vždy nezáměnné. Zásuvky se jmenovitým proudem nepřesahujícím 16 A musí odpovídat příslušným národním normám. Zásuvky musí mít

ochranný kolík připojený na ochranný vodič. Jednofázové zásuvky připojujeme tak, aby ochranný kolík byl umístěn nahoře a nulový (střední) vodič, byl připojen na pravou dutinku při pohledu na zásuvku zepředu.

Na jeden jednofázový zásuvkový obvod můžeme připojit nejvýše 10 zásuvkových vývodů. Celkový instalovaný příkon však nesmí překročit 3680 VA při jištění 16 A a 2300 VA při jištění 10 A. Vícenásobnou zásuvku považujeme za jeden zásuvkový vývod a připojujeme ji vždy na jeden obvod. Nesmíme ji připojit do dvou různých obvodů. Na jeden trojfázový zásuvkový obvod můžeme připojit několik trojfázových zásuvek, ale pouze na stejný jmenovitý proud.

Vedení zásuvkových obvodů musíme jistit jističem se jmenovitým proudem, který odpovídá nejvýše jmenovitému proudu zásuvky. Vedení musí mít takový průřez, aby bylo předřazeným jističem jištěno proti přetížení a také proti zkratu. Zásuvkové obvody do 20 A musí mít doplňkovou ochranu tvořenou proudovým chráničem s vybavovacím reziduálním proudem nejvýše 30 mA. Toto opatření se týká také trojfázových zásuvek připojených na obvod s jištěním do 20 A. Pro trojfázové zásuvky se jmenovitým proudem od 20 A do 32 A je doporučeno rovněž použít proudový chránič s reziduálním proudem nejvýše 30 mA. Avšak u trojfázových zásuvek s jištěním od 32 A je doporučeno použít proudový chránič s reziduálním proudem 100 mA. Použití doplňkové ochrany proudovým chráničem nemusíme zřizovat u zásuvek nepřístupných laické veřejnosti a zásuvek pro speciální druh zařízení, kde nežádoucí vypnutí může způsobit značné škody. Jedná se například o kancelářskou a výpočetní techniku.



Obr. 4: Jednofázová zásuvka a); trojfázová zásuvka b)

3.2.4 Pevně připojené spotřebiče

Pro pevně připojené jednofázové spotřebiče o příkonu od 2000 VA zřizujeme samostatně jištěné obvody. Spotřebiče menšího výkonu, které nevyžadují jištění (například ventilátor), můžeme připojit na společný obvod s jiným zařízením. Trojfázové spotřebiče do celkového příkonu 15 kVA můžeme připojit na jeden obvod.

3.3 Elektrické silové rozvody v budovách pro bydlení

Podrobněji se budeme podle normy ČSN 33 2130 ed. 2 zabývat elektrickými rozvody v budovách pro bydlení.

Elektrické zařízení v objektu (budově) se skládá:

- a) z přívodního vedení nízkého napětí;
- b) z rozváděčů (rozvodnic);
- c) z rozvodu za podružnými rozváděči (rozvodnicemi).

Přívodní vedení od přípojkové skříně patřící k odběrnému elektrickému zařízení se většinou dělí na tyto části:

- a) hlavní domovní vedení;
- b) odbočky k elektroměrům;
- c) vedení od elektroměru k podružným rozváděčům (rozvodnicím).

Přívodní vedení začíná odbočením od jisticích prvků nebo přípojníc v přípojkové, popřípadě hlavní domovní kabelové skříně. Jeho součástí jsou také upevňovací šrouby nebo svorky, jakéhokoliv provedení.

Podle rozsahu elektrického zařízení a rozsahu použití elektrické energie v nových či rekonstruovaných bytech rozlišujeme tyto stupně elektrizace bytů:

- a) stupeň A – byty, ve kterých se elektřina požívá pro osvětlení a pro domácí elektrické spotřebiče, přičemž příkon žádného ze spotřebičů není větší než 3,5 kVA;
- b) stupeň B – byty s elektrickým vybavením jako byty stupně A, kde se k vaření a pečení používají elektrické spotřebiče o příkonu větším než 3,5 kVA;
- c) stupeň C – byty s elektrickým vybavením jako byty stupně A nebo B, kde se elektrické spotřebiče používají také pro vytápění nebo klimatizaci.

3.3.1 Hlavní domovní vedení

Hlavní domovní vedení je elektrické vedení, které vede od výstupních svorek (nebo šroubů) přípojkové skříně až k odbočce k poslednímu elektroměru. Slouží zejména k připojení všech odběrných míst objektu. V rodinných domcích a budovách nejvýše se třemi odběrateli nemusíme hlavní domovní vedení zřizovat a odbočky k elektroměrům můžeme provést přímo z přípojkové skříně. V bytových domech a objektech občanské výstavby, kde je to vhodné (např. z hlediska dispozice podlaží, z hlediska typizovaných elektroměrových rozváděčů nebo rozmístění všech silových rozvodů), zřizujeme více hlavních domovních vedení. Rozbočení na více stoupacích vedení v takovém případě provádíme obvykle v přípojkové skříně nebo v elektroměrovém rozváděči.

Hlavní domovní vedení musíme vést veřejně přístupnými prostory a musíme jej uložit odděleně od ostatních měřených vedení. Musíme jej provést tak, aby byl ztížen neoprávněný odběr nebo neoprávněná dodávka elektřiny a aby jeho výměna byla možná bez stavebních zásahů (např. v trubkách nebo kanálech). To platí také pro odbočky od hlavního domovního vedení a pro vedení za elektroměrem. Pro hlavní domovní vedení používáme izolované vodiče nebo kabely. Můžeme použít také holé vodiče, které však musejí být uloženy v izolovaných, mechanicky pevných krytech, aby byla zaručena potřebná ochrana před nebezpečným dotykem živých částí.

Průřez hlavního domovního vedení volíme podle očekávaného (výpočtového) zatížení P_P , což je součin soudobosti β a součtu očekávaného maximálního příkonu všech připojených bytů. Průřez musí být takový, aby dovolené proudové zatížení vodičů bylo vyšší než výpočtový proud I_P . Jmenovitý proud pojistek jisticích hlavní domovní vedení musí být alespoň o 2 stupně vyšší než jmenovitý proud jističů před elektroměry. Stanovený průřez následně kontrolujeme na úbytek napětí.

Změna průřezu vedení je možná pouze v těchto případech:

- a) kde je odbočka k větším spotřebičům (např. díly, strojovny, výtahy apod.);
- b) kde z kmenového hlavního vedení odbočují jednotlivé větve hlavního domovního vedení;
- c) kde část hlavního domovního vedení od přípojkové skříně k prvnímu odbočení k elektroměrům je z vodičů jiné konstrukce než hlavní stoupací vedení.

Každé hlavní domovní vedení jistíme v přípojkové skříně, případně v hlavním rozváděči příslušně dimenzovanou pojistkou.

3.3.2 Odbočky od hlavního domovního vedení

Elektroměry umísťujeme co nejbližší místu připojení a na trvale veřejně přístupná neuzamykatelná místa. Není-li elektroměr soustředěn do elektroměrového rozváděče (je-li například umístěn u vchodu do bytů), musíme pro každý byt zřídit samostatnou odbočku z hlavního domovního vedení nebo od přípojkové skříně. Odbočky k měřicím zařízením se zhotovují v provedení jednofázovém (lze provést u zařízení do soudobého příkonu 5,5 kW) nebo trojfázovém a to se všemi vodiči proudové soustavy. V bytových objektech (bytech) provádíme zásadně trojfázové odbočky. Jednofázové odbočky musíme rovnoměrně rozdělit, aby všechny fáze hlavního domovního vedení byly, pokud je to možné, stejně zatěžovány.

Odbočku k měřicímu zařízení delší než 3 m, musíme jistit u hlavního domovního vedení ve stejném podlaží, ve kterém je umístěn elektroměr. Odbočku kratší než 3 m a uloženou nehořlavě, můžeme jistit až jističem před elektroměrem namontovaným na elektroměrové rozvodnici.

Odbočka musí být z celistvých vodičů a po celé délce bez přerušení. Musíme ji provést tak, aby byl ztížen neoprávněný odběr nebo neoprávněná dodávka elektřiny. Musí být bez krabic a zbytečných ohybů. Průřez vodičů odbočky k měřicímu zařízení musí být takový, aby:

- a) dovolená proudová zatížitelnost vodičů odpovídala alespoň výpočtovému proudu soudobého příkonu bytu;
- b) vodiče byly jištěny proti přetížení a zkratu;
- c) nedošlo k nežádoucímu úbytku napětí.

3.3.3 Rozváděče, elektroměrové rozváděče a rozvodnice

Rozváděč je elektrické rozvodné zařízení, u něhož přístroje a nosné konstrukce tvoří celek, který může být sestaven ve výrobním závodě a je dodáván jako stavebnice. Jeho obsahem je soubor různých typů spínacích, ochranných, řídících a měřících prvků, jejichž funkce je spojena s jedním, nebo více výstupními obvody, napájených z jednoho nebo více vstupních elektrických obvodů spolu se svorkami pro střední a ochranný vodič.

Hlavní rozváděč je rozváděč sloužící pro určitý provozní celek (objekt, nemovitost), ze kterého jsou zpravidla napájeny další rozváděče, které se nazývají podružné rozváděče. Malý rozváděč nízkého napětí, který je upevněn přímo na nosný podklad (povrch stěny) nebo je ve stěně zapuštěn se nazývá rozvodnice. Elektroměrový rozváděč je elektrické rozvodné zařízení, které obsahuje konstrukci a přípravky pro montáž měřícího zařízení a souvisejících přístrojů.

Rozváděče a rozvodnice osazujeme ve svislé poloze na místě přístupném podle provozních a bezpečnostních podmínek a musí být před nimi volný prostor o hloubce alespoň 80 cm rovné plochy nebo definitivně upraveného terénu, přičemž se tento prostor nesmí nacházet nad schody.

V budovách bychom měli elektroměrové rozváděče (rozvodnice) umístit přednostně v samotném požárně odděleném a neuzamykatelném prostoru nebo na chodbě či na schodišti. Nesmíme je však umístit na rameni schodiště. Dále je můžeme umístit také v podzemním podlaží v prostoru s normálními vnějšími vlivy. Výběr a volba umístění elektroměrových rozváděčů musí mimo jiné odpovídat zajištění úniku osob v případě jeho poruchy. V případě rodinných domků, chalup, chat a garáží umístíme elektroměrový rozváděč na veřejně přístupné místo, tj. na hranici pozemku nebo na vnější straně objektu, pokud tvoří hranici pozemku.

Elektroměr musí být umístěn co nejblíže místu připojení k distribuční síti a musí být dostatečně chráněn před vnějšími vlivy prostředí. Elektroměr nesmíme montovat do společné skříně s plynoměrem. Uvnitř budovy, kde není možné jiné řešení, se mohou nacházet ve společné místnosti plynoměr s elektroměrem, ale tato místnost musí být

dostatečně odvětrávána. V případě venkovního prostředí, je možné provedení, kdy se skříňe nacházejí vedle sebe (jedna pro plynoměr, druhá pro elektroměr).

Na elektroměrovém rozváděči montujeme obvykle pouze elektroměr, sazbový spínač (případně přijímač HDO), jistič před elektroměrem, jistící zařízení obvodu sazbového spínače, ovládací relé nebo stykač, ochrannou a nulovou svorkovnici. Další přístroje pro rozvod za elektroměrem obvykle umísťujeme na samostatném rozváděči či rozvodnici. V elektroměrových rozváděčích musíme upravit k zajištění proti neoprávněné manipulaci tyto přístroje:

- jistič před elektroměrem;
- jistič obvodu sazbového spínače;
- svorkovnice elektroměrů, sazbového spínače nebo přijímače HDO;
- nulová (ochranná) svorkovnice (můstek);
- ovládací relé akumulacních spotřebičů a kryt v skříňovém rozváděči oddělující živé neměřené části rozvodu od prostoru pro elektroměr.

Střed číselníku elektroměru musí být ve výšce 1 000 – 1 700 mm nad terénem, v případě umístění více elektroměrů nad sebou mohou být středy číselníků ve výši 700 – 1 700 mm nad terénem.



Obr. 5: Elektroměrový rozváděč

Před elektroměr musíme zařadit jistič se stejným počtem pólů, jako má elektroměr fází. Přívody pro každý jistič se zřizují samostatně. Jistič musí být dimenzován tak, aby umožňoval předpokládaný příkon měřeného odběrného zařízení. Jeho jmenovitý proud musí být alespoň o jeden stupeň vyšší, než jmenovitý proud jistícího zařízení v měřené části odběrného zařízení.

Rozváděče (rozvodnice) za elektroměrem umísťujeme obvykle v bytě. Musíme je umístit v suchých místech, kde nedochází k velkým změnám teploty, ke vzniku

škodlivých výparů, k vzniku ohně, prachu, špíny a otřesů. Dále je umístíme tak, aby nehrozilo jejich mechanické poškození. O umístění rozvodnic s ohledem na plynoměr platí totéž, co pro elektroměry. Na deskových nebo skříňových rozvodnicích za elektroměrem se nacházejí pojistky, jističe, chrániče a jiná zařízení (např. relé, stykače apod.) sloužící pro rozvod za elektroměrem. U bytových rozvodnic pro jištění silových rozvodů obvykle nepoužíváme pojistky, ale používáme jističe či proudové chrániče s vestavěnou nadproudovou ochranou. Na rozvodnicích musíme zřetelně označit (popsat) jednotlivé obvody a jejich funkce. Každou rozvodnici musí být možné samostatně vypnout (například spínačem umístěným přímo v rozvodnici). Pro bytové rozvodnice a také rozvodnice do 25 A tato podmínka neplatí s výjimkou případů, kde je nutné vypínání z bezpečnostních důvodů. V nově zřizovaných bytových rozvodech a při kompletní rekonstrukci elektrických rozvodů v bytech je bytová rozvodnice posledním možným místem pro rozdělení vodiče PEN na samostatný ochranný vodič PE a na samostatný nulový vodič N, což je přechod ze soustavy TN-C na TN-S.



Obr. 6: Bytová rozvodnice

3.3.4 Rozvody a vedení za elektroměrem

Jsou-li elektroměry pro několik odběrů soustředěny do elektroměrových rozváděčů, musíme od každého elektroměru zřídit samostatnou odbočku k podružnému rozváděči (rozvodnici). Tyto odbočky mohou být v provedení jednofázovém nebo trojfázovém. Pro provedení a průřez vodičů vedení od elektroměrů platí obdobná pravidla jako u odboček od hlavního domovního vedení.

Přívody do bytů musíme provést tak, aby jejich výměna v případě poruchy byla možná bez stavebních úprav. Tam, kde stavební konstrukce neumožňuje provedení těchto přívodů v trubkách pod omítkou, můžeme takové přívody uložit do

elektroinstalačních lišt, popřípadě do konstrukce stropu a podlahy. Pokud je tento přívod uložen do konstrukce bez možnosti výměny, musíme počítat s možností uložení náhradního přívodu na povrchu.

Pokud je přívodní vedení v trojfázovém provedení, musíme uspořádat jednotlivé jednofázové obvody v zařízení za elektroměrem tak, aby všechny fáze přívodního vedení (odbočky k elektroměru) byly rovnoměrně zatěžovány. To platí také pro připojování trojfázových spotřebičů s jednofázovými dílčími obvody. Jedná se například o akumulární kamna nebo elektrické sporáky.

Vedení za elektroměrem provádíme s takovým průřezem jader vodičů, aby vyhovoval pravděpodobnému největšímu proudu připojených spotřebičů a nebylo překročeno dovolené zatížení jednotlivých větví. Průřez vodičů vedení za elektroměrem musíme zvolit takový, aby nedošlo k nežádoucímu úbytku napětí:

- a) mezi přípojkovou skříní a rozvodnicí za elektroměrem nemá přesáhnout:
 - u světelného a smíšeného odběru 2 %,
 - u odběru jiného než světelného 3 %;
- b) mezi rozvodnicí za elektroměrem ke spotřebičům nemá přesáhnout:
 - u světelných vývodů 2 %,
 - u vývodů pro topidla a vařidla 3 %,
 - u ostatních vývodů 5 %.

Pokud výše uvedené hodnoty v některých úsecích nemůžeme dodržet, lze to připustit, nesmí se ale překročit ve vedení od přípojkové skříně až ke spotřebiči tyto úbytky napětí:

- u světelných vývodů 4 %,
- u vývodů pro vařidla a topidla 6 %,
- u ostatních vývodů 8 %.

Hodnotu úbytku napětí můžeme podle [2] určit z následujících vztahů:

- a) pro jednofázový proud

- při známém výkonu

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U_f} \quad [\text{V}] \quad (1)$$

- při známém proudu

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S} \quad [\text{V}] \quad (2)$$

- b) pro trojfázový proud

- při známém výkonu

$$\Delta U = \frac{l \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U_s} \quad [\text{V}] \quad (3)$$

- při známém proudu

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S} \quad [\text{V}] \quad (4)$$

kde ΔU je úbytek napětí [V];
 l délka vedení [m];
 P výkon [W];
 $\cos \varphi$ účinník [-];
 γ měrná vodivost (pro Cu vodiče $\gamma = 56,0533$) [Sm/mm²];
 S průřez vodiče [mm²];
 U_f fázové napětí jednofázové soustavy [V];
 U_s sdružené napětí mezi fázovými vodiči trojfázové soustavy [V].

Minimální průřez jader vodičů u kabelů, vodičů v omítce, trubkách a lištách je Cu 1,5 mm² (Al 2,5 mm²).

V bytech stupně elektrizace A zřizujeme minimální počet obvodů podle Tab. 1. Počty obvodů uvedené v závorce platí pro případ, kdy elektrické zařízení v bytovém jádru a v kuchyňské sestavě je připojeno na samostatný obvod.

Tab. 1: Minimální počet obvodů v bytech stupně elektrizace A

Obvod	Minimální počet obvodů v bytech velikostní kategorie nebo užité plochy				
	I. do 50 m ²	II. až IV. do 75 m ²	V. až VIII. do 100 m ²	do 125 m ²	nad 125 m ²
světelný	1(0)	1	1(2)	2	2
zásuvkový	1	2(1)	3(2)	3(2)	4(3)
pro bytové jádro	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)

V bytech stupně elektrizace B zřizujeme stejný minimální počet obvodů jako v bytech stupně elektrizace A a navíc trojfázový obvod pro elektrický sporák. Minimální počet obvodů v bytech stupně elektrizace C je stejný jako v bytech stupně elektrizace A nebo B a navíc obsahuje obvody pro elektrické vytápění nebo klimatizaci.

Na obvod pro bytové jádro připojujeme osvětlení, zásuvky a pevně připojené spotřebiče v bytovém jádru (alternativně v koupelně nebo WC) a v kuchyňské sestavě, s výjimkou zásuvky pro pračku, elektrického sporáku a dalších spotřebičů, které se připojují na samostatný obvod.

Dodatečné obvody zřizujeme pro sklepy, garáže a půdy. Takové obvody se obvykle napájejí z rozvodnice v příslušném bytu.

V soustavě AC 3N PE ~ 50 Hz 230/400V/TN-S pro jednotlivé obvody obecně platí tato volba jističe s charakteristikou B a tento průřez jader vodičů Cu:

- světelný, zásobníkový a pro chladničku – jistič 10 A, průřez 1,5 mm²
- zásuvkový, pro pračku, pro myčku a pro bytové jádro – jistič 16 A, průřez 2,5 mm²
- pro sporák do 10 kW – jistič 16 A, průřez 2,5 až 4 mm² (podle uložení vedení)
- průtokový ohřívač vody do 6 kW – jistič 10 A, průřez 1,5 až 2,5 mm² (podle uložení vedení)
- akumulární kamna do 6 kW – jistič 10 A, průřez 1,5 až 2,5 mm² (podle uložení vedení)

Pro jednotlivé obvody bychom měli dodržet doporučenou maximální délku podle Tab. 2.

Tab. 2: Maximální délky vedení s jádry Cu bytových obvodů v závislosti na úbytku napětí

	Průřez	Jištění	Úbytek napětí	Délka vedení	Určení
	[mm ²]	[A]	[V]	[m]	
rozměrové poměry v bytech	1,5	6	2	27	Světelné obvody
	1,5	10	2	16	
	1,5	10	3	25	Chladničky, mrazničky
	2,5	16	2	17	Bytová jádra
	2,5	16	3	26	Pračky, sušičky, myčky atd.
	2,5	16	5	45	Zásuvky
rozměrové poměry ve větších rodinných domech	4	16	2	28	Bytová jádra
	4	16	3	44	Pračky, sušičky, myčky atd.
	4	16	5	75	Zásuvky

3.4 Požadavky na jednotlivé místnosti

Norma ČSN 33 2130 ed. 2 obsahuje požadavky na jednotlivé místnosti z hlediska minimálního počtu zásuvkových a světelných vývodů. Norma také popisuje umístění elektrického vedení v jednotlivých místnostech. Uvedeme zde tedy požadavky normy na místnosti, vyskytující se v rodinném domě.

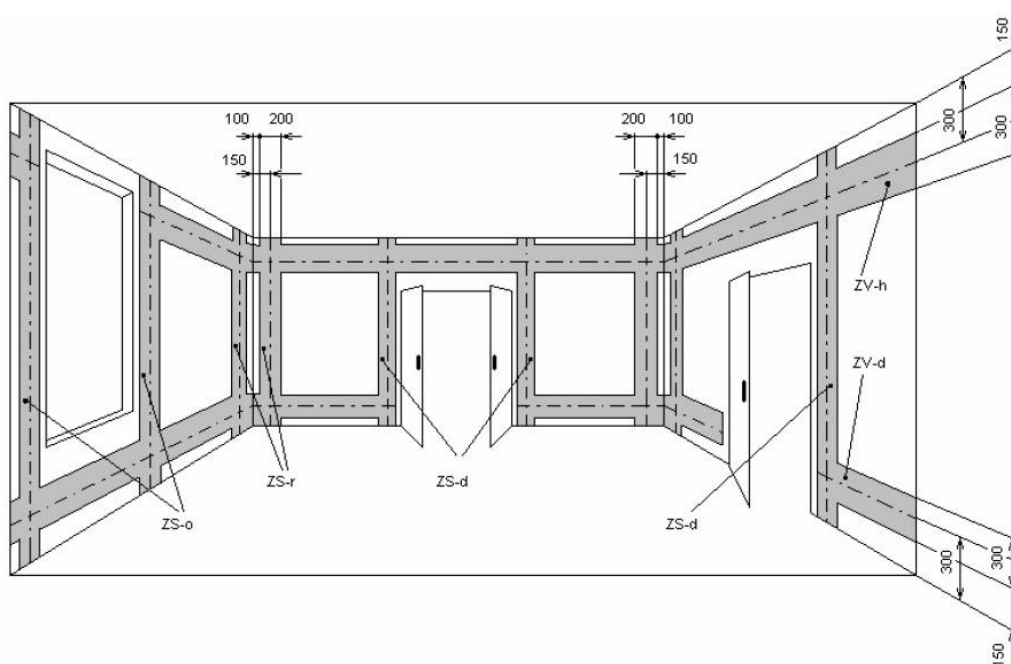
3.4.1 Obývací pokoj a ložnice

Zásuvkové a světelné vývody

Minimální počet zásuvkových a světelných vývodů v obývacím pokoji a ložnici stanovíme podle obytné plochy pokoje. Pokoje o velikosti obytné plochy do 8 m^2 musí mít nejméně dva zásuvkové a jeden světelný vývod, pokoje o velikosti obytné plochy od 8 m^2 do 12 m^2 musí mít nejméně tři zásuvkové a jeden světelný vývod, pokoje o velikosti obytné plochy od 12 m^2 do 20 m^2 musí mít nejméně čtyři zásuvkové a jeden světelný vývod a pokoje o velikosti obytné plochy od 20 m^2 pak musí mít nejméně pět zásuvkových a dva světelné vývody. V ložnici v blízkosti postele umísťujeme minimálně dvojnásobné zásuvky. U anténních zásuvek pak minimálně trojnásobnou zásuvku.

Zóny umístění vedení

Pro ukládání elektrického vedení ve zdech jsou definovány instalační zóny (Obr. 7). Jde o rozdělení místnosti na vodorovné a svislé instalační zóny tak, aby ukládání vedení do zdi mělo určitá pravidla. Vedení přednostně ukládáme na místa vyznačená čerchovanou čarou.



Obr. 7: Zóny pro ukládání elektrického vedení v pokojích [2]

Popis instalačních zón

Vodorovné instalační zóny o šířce 300 mm:

- Zóna vodorovná – horní (ZV-h) se nachází od 150 mm do 450 mm pod dokončeným stropem;

- Zóna vodorovná – dolní (ZV-d) se nachází od 150 mm do 450 mm nad dokončenou podlahou.

Svislé instalační zóny o šířce 200 mm:

- Zóna svislá – dveřní (ZS-d) se nachází od 100 mm do 300 mm vedle dveřního otvoru;
- Zóna svislá – okenní (ZS-o) se nachází od 100 mm do 300 mm vedle okenního otvoru;
- Zóna svislá – rohová (ZS-r) se nachází od 100 mm do 300 mm vedle rohu místnosti.

Uvnitř instalačních zón elektrická vedení přednostně ukládáme:

- V zóně vodorovné – horní (ZV-h) 300 mm pod dokončeným stropem;
- V zóně vodorovné – dolní (ZV-d) 300 mm nad dokončenou podlahou;
- V zóně svislé – rohové (ZS-r) 150 mm vedle rohu hrubé stavby.

Do instalačních zón přednostně umísťujeme zásuvky, spínače a vývody. Spínače vedle dveří, umístěné ve svislé instalační zóně ZS-d, se doporučuje umístit tak, aby jejich střed byl ve výšce 1050 mm nad podlahou. Zásuvky, spínače a vývody, které se nacházejí z nutných důvodů mimo výše uvedené instalační zóny, musíme připojit svislým vedením z nejbližší vodorovné instalační zóny.

Horní zóna může probíhat také nad oknem v případě, kdy je nad oknem dostatek volného prostoru. U jednokřídlových dveří umísťujeme svislou instalační zónu pouze na straně zámku. V případě oken nebo dvoukřídlových dveří umísťujeme svislé instalační zóny po obou stranách. Pokud se v místnosti nachází šikmá stěna (například v půdních vestavbách), považujeme instalační zónu vedoucí shora dolů souběžně s rohy za instalační zónu svislou. Důležité je, že pro podlahy a stropy se instalační zóny neurčují. V těchto případech platí ČSN 37 5245.

Vedení můžeme ukládat i mimo instalační zóny v případě, že je uloženo ve zdi v trubkách s krycí vrstvou trubky nejméně 60 mm nebo je uloženo v prefabrikovaných stěnových dílcích a je chráněno proti poškození.

3.4.2 Místnost pro domácí práce

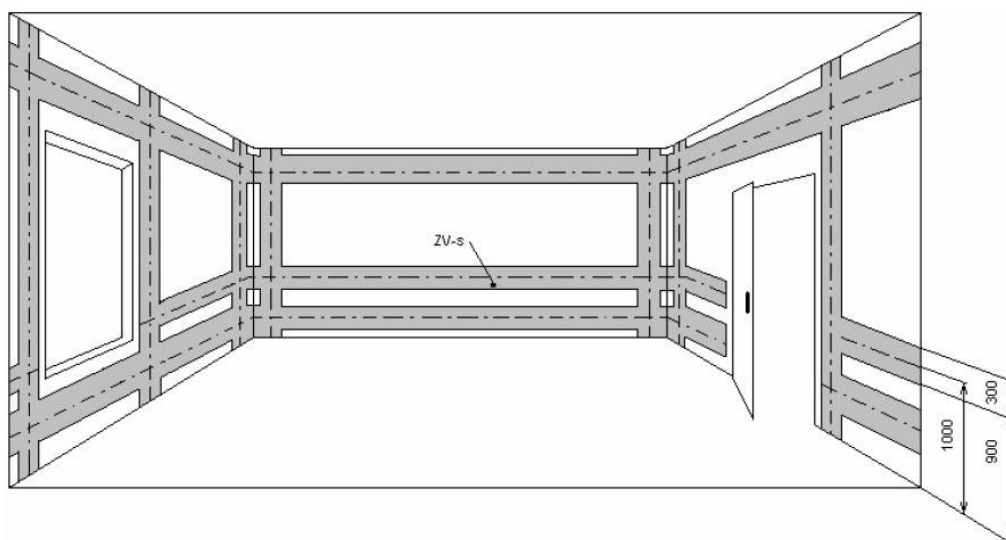
Zásuvkové a světelné vývody

V místnosti pro domácí práce (v pracovně) zřizujeme minimálně tři zásuvkové a jeden světelný vývod. Osvětlení pracovní plochy musí být takové, aby se v maximální míře zabránilo tvorbě stínu. Pokud je v pracovně instalováno samostatné elektrické větrání, zřizujeme navíc světelný vývod pro ventilátor. Pro pračku nebo sušičku, pokud nejsou

umístěny v koupelně nebo jiné samostatné místnosti, zřizujeme samostatné zásuvkové obvody.

Zóny umístění vedení

Pro ukládání elektrického vedení ve zdech v pracovně jsou definovány stejné instalační zóny a platí stejná pravidla jako v případě obývacího pokoje nebo ložnice. V místnosti s pracovní plochou u zdi, na rozdíl od obývacích pokojů a ložnic, však přibývá navíc zóna vodorovná – střední (ZV-s), která se nachází od 900 mm do 1200 mm nad dokončenou podlahou (viz Obr. 8). Zásuvky a spínače na zdech v této zóně umísťujeme tak, aby jejich střed byl ve výšce 1150 mm nad podlahou.



Obr. 8: Zóny pro ukládání elektrického vedení v pracovně nebo v kuchyni [2]

3.4.3 Kuchyně

Zásuvkové a světelné vývody

V kuchyni zřizujeme minimálně pět zásuvkových a dva světelné vývody. V kuchyňském koutě pak zřizujeme minimálně tři zásuvkové a dva světelné vývody. Osvětlení pracovní plochy musí být stejně jako v pracovně takové, aby se v maximální míře zabránilo tvorbě stínu. Pokud je v kuchyni (v kuchyňském koutě) instalováno samostatné elektrické větrání, zřizujeme navíc zásuvkový vývod pro větrák.

Pro myčku nádobí, pro ohřívač vody (pokud není zabezpečena příprava teplé užitkové vody z jiných zdrojů) i pro elektrický sporák zřizujeme samostatné obvody. Elektrický sporák z důvodu rovnoměrného rozložení zatížení zásadně zapojujeme trojfázově. V případě sporáku s elektrickou pečící troubou zřizujeme další samostatný zásuvkový obvod pro připojení této trouby. Pro chladničky, mrazničky nebo jejich kombinace, jejichž odpojení od zdroje by mohlo způsobit velkou škodu, zřizujeme

samostatný zásuvkový obvod, který nevybavujeme proudovým chráničem s vybavovacím reziduálním proudem 30 mA.

Zóny umístění vedení

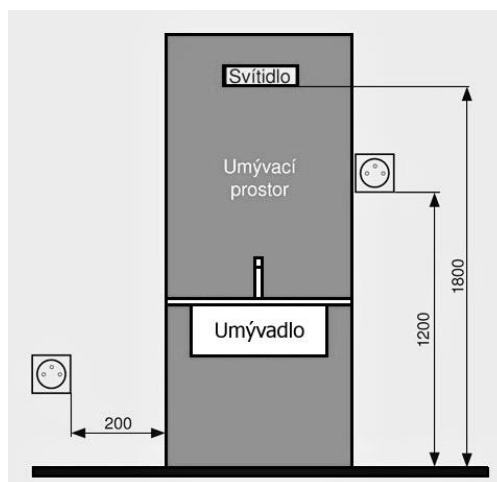
Pro ukládání elektrického vedení ve zdech v kuchyni jsou definovány stejné instalační zóny a platí stejná pravidla jako v případě místnosti pro domácí práce (pracovny) včetně zóny vodorovné – střední (ZV-s) (Obr. 8).

Elektrické zařízení v umývacím prostoru

V kuchyni (nebo v jiných místnostech, kde se nachází umývadlo) musíme zásuvky a spínače umístit mimo umývací prostor. Můžeme je umístit i těsně u hranice umývacího prostoru pokud jsou nejméně 1,2 m vysoko nad podlahou. V případě, že je umístíme níže než 1,2 m nad podlahou, pak musí být vzdáleny nejméně 20 cm od hranice umývacího prostoru. Umístění zásuvek u umývacího prostoru je znázorněno na Obr. 9.

Svítilno v umývacím prostoru umísťujeme nejméně 1,8 m vysoko nad podlahou. Pokud svítidlo umístíme níže než 2,5 m nad podlahou, pak musí být vyhotoveno z izolantu a pokud ho umístíme níže než 1,8 m nad podlahou, musí mít ochranu proti mechanickému poškození (krytí alespoň IPX1). Důležité je, že spodní okraj svítidla nikdy nesmíme umístit níže než 0,4 m nad horním okrajem umývadla či dřezu. Krytí všech elektrických předmětů (přístrojů a svítidel) i provedení instalace pak musí vyhovovat vnějším vlivům v místnosti, ve které je umývací prostor zhotoven.

Další spotřebiče, které se můžeme v umývacím prostoru instalovat, jsou ty, u nichž jsou výrobcem ověřeny jejich vlastnosti, které použití v umývacím prostoru umožňují (například průtokové ohřívače vody). Pokud je umývadlo (dřez) zabudováno těsně do pracovní desky, která plynule navazuje na stěnu za tímto umývacím prostorem, potom tato deska ruší umývací prostor pod ní. Okolí umývadla, určené pro odkládání věcí, nepovažujeme za součást umývadla i v případě, kdy toto okolí a umývadlo tvoří jeden celek.



Obr. 9: Umývací prostor

3.4.4 Koupelna

Elektroinstalací v koupelnách se samostatně zabývá norma ČSN 33 2000-7-701 ed. 2.

Zásuvkové a světelné vývody

V koupelně zřizujeme minimálně dva zásuvkové vývody, přičemž je v tomto případě možná kombinace s nástěnným svítidlem nad umyvadlem. U koupelen o ploše do 4 m² můžeme umístit pouze jeden světelný vývod nad umývadlem. V případě větší plochy je třeba použít minimálně dva světelné vývody. Pro topidla zřizujeme samostatný zásuvkový vývod. Pokud je v koupelně instalováno samostatné elektrické větrání, zřizujeme navíc světelný vývod pro ventilátor. U koupelen nebo WC totiž ovládání větrání spojujeme s ovládáním osvětlení. Pro pračku nebo ohřívač vody, pokud nejsou umístěny v jiné samostatné místnosti, zřizujeme samostatné zásuvkové obvody.

Stanovení zón

Elektrické instalace v koupelnách jsou odlišné od instalací v jiných částech domu nebo bytu. Při zřizování elektrických zařízení v koupelně vycházíme z vymezení zón. Tyto zóny se liší svými rozměry, které se určují s ohledem na stavební provedení prostorů s vanou nebo sprchou. Hranici zón tvoří vodorovný nebo šikmý strop, stěny s okny nebo bez oken, dveře a upevněné pevné příčky. V normě [3] jsou definovány následující 3 zóny:

a) Zóna 0

- Je vnitřním prostorem koupací nebo sprchové vany.
- V prostoru se sprchou bez vany je tato zóna vymezena podlahou a rovinou 10 cm nad podlahou.

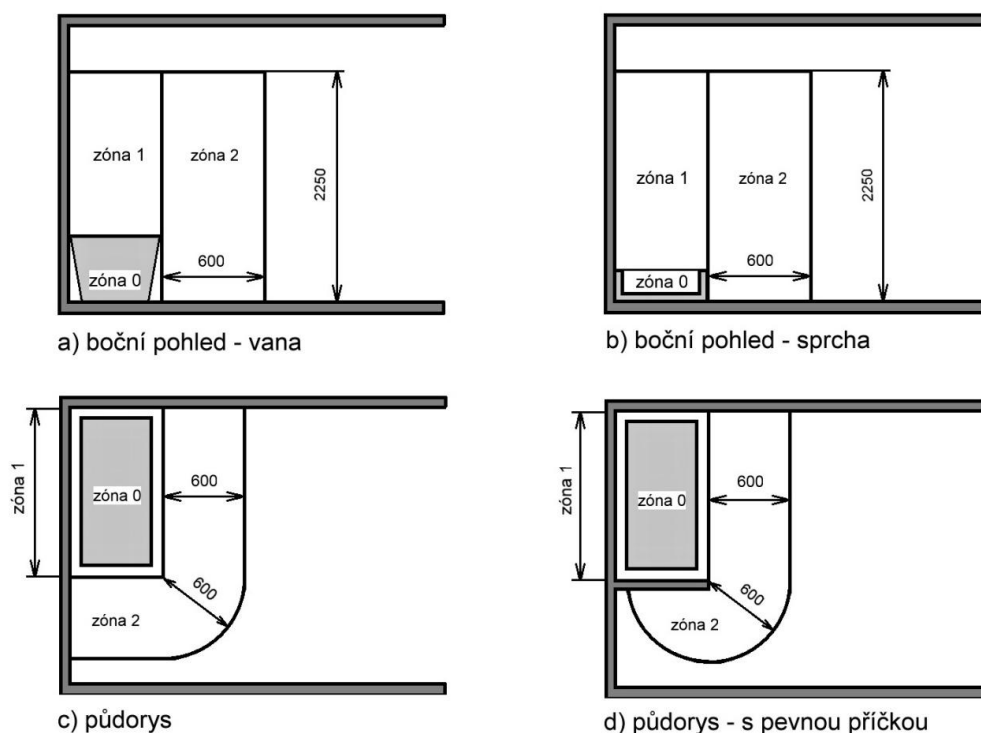
b) Zóna 1

- Tato zóna je ohraničena horní rovinou zóny 0 až do výšky 2,25 m nad podlahou a také svislou plochou, která obaluje sprchovou vanu. V případě sprchy bez sprchové vany je zóna 1 ohraničena svislou plochou ve vzdálenosti 120 cm od nesnímatelné hlavice sprchy upevněné na zdi nebo na stropě.
- Prostor pod koupací nebo sprchovou vanou uvažujeme jako zónu 1. Důležité je, že zóna 1 nesmí nahrazovat zónu 0.

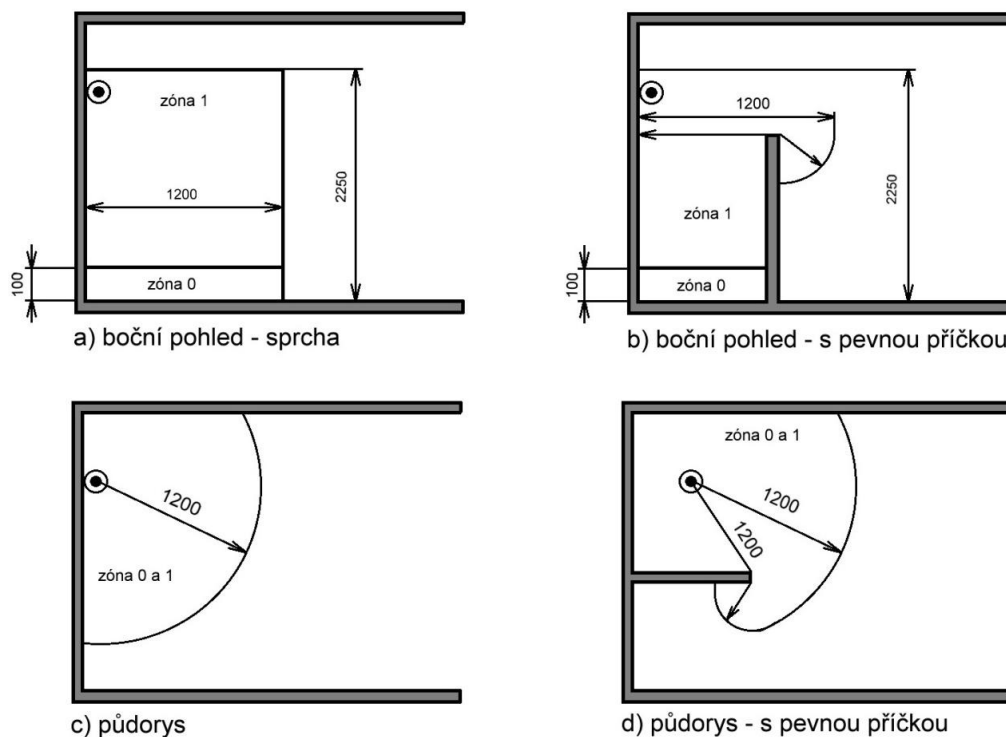
c) Zóna 2

- Tato zóna je ohraničena svislou plochou na vnější hranici zóny 1 a rovnoběžnou svislou plochou vzdálenou 60 cm vně od zóny 1. Dále je ohraničena povrchem podlahy a vodorovnou rovinou odpovídající výšce sprchové hlavice. Důležité je, že zóna 2 musí být vymezena minimálně do výšky 2,25 m nad podlahou i v případě, že sprchová hlavice je umístěna níže.

V případě, kdy sprcha neobsahuje sprchovou vanu, zónu 2 neuvažujeme. Zóna 1 je však ve vodorovném směru zvětšena na 120 cm, jak jde vidět na Obr. 11.



Obr. 10: Zóny v prostorech s koupací nebo sprchovou vanou



Obr. 11: Zóny v prostorech se sprchou bez sprchové vany

Vedení, které napájí elektrická zařízení v zónách 0, 1 a 2, musíme uložit na povrchu anebo ve stěnách alespoň 5 cm pod povrchem. Vedení, které napájí elektrické zařízení v zóně 1, musíme vést svisle shora nebo vodorovně po zdi k zadní straně spotřebiče, který je upevněn nad vanou, nebo svisle zdola v případě spotřebiče umístěného pod vanou. Jedná se například o ohřívač vody. Všechna ostatní vedení (včetně příslušenství) ve stěnách a příchkách, které se dotýkají zón 0, 1 a 2 musíme uložit tak, aby byla v hloubce minimálně 5 cm od povrchu sousedícího se zónou. Nelze-li tyto požadavky splnit, je třeba použít například ochranné opatření SELV nebo PELV, elektrické oddělení nebo doplňkovou ochranu proudovými chrániči s vybavovacím residuálním proudem nepřesahujícím 30 mA.

Provedení elektrických zařízení v jednotlivých zónách

a) Zóna 0

- Ochrana před úrazem – dovolená jsou pouze zařízení napájená z obvodů SELV se jmenovitým napětím do 12 V AC nebo 30 V DC.
- Spínací a ovládací přístroje – nesmí se instalovat.
- Jiná zařízení – mohou se instalovat pouze zařízení, která vyhovují podmínkám této zóny.
- Stupeň ochrany krytem – IPX7.
- Elektrické rozvody – smí se použít pouze ty, které napájí pevné zařízení v této zóně.

b) Zóna 1

- Spínací a ovládací přístroje – lze použít doplňky včetně zásuvek, obvody SELV a PELV s napětím do 25 V AC nebo 60 V DC, jejichž zdroj se nachází mimo zónu 0 a 1.
- Jiná zařízení – mohou se instalovat pouze zařízení, která vyhovují podmínkám této zóny. Jedná se například o vířivé vany, ohřívače vody, svítidla, sprchová čerpadla nebo sušiče rukou.
- Stupeň ochrany krytem – IPX4.
- Elektrické rozvody – smí se použít pouze ty, které jsou nezbytné pro napájení pevných zařízení v zóně 0 a 1.

c) Zóna 2

- Spínací a ovládací přístroje – lze použít spínače a zásuvky, obvody SELV a PELV, jejichž zdroj se nachází mimo zónu 0 a 1.
- Příslušenství – lze použít zásuvky signalizačního a komunikačního zařízení, napájeného z obvodů SELV nebo PELV.
- Stupeň ochrany krytem – IPX4.
- Elektrické rozvody – smí se použít pouze ty, které jsou nezbytné pro napájení pevných zařízení v zóně 0, 1 a 2.

3.4.5 WC

Zásuvkové a světelné vývody

Na WC zřizujeme minimálně jeden světelný a jeden zásuvkový vývod (v případě, že se na WC nachází umývadlo). Pokud je na WC instalováno samostatné elektrické větrání, zřizujeme navíc samostatný obvod pro ventilátor.

3.4.6 Chodba

Zásuvkové a světelné vývody

Na chodbách zřizujeme minimálně jeden zásuvkový a jeden světelný vývod. Chodby do délky 2,5 m mohou mít světelný vývod ovladatelný pouze z jednoho místa. Chodby delší než 2,5 m musí být ovladatelné ze dvou nebo více míst v závislosti na počtu vstupů a vzdálenosti spínačů od těchto vstupů. Navíc pro chodby delší než 6 m zřizujeme další samostatný světelný vývod i na každých dalších započatých 6 m délky.

Zóny umístění vedení

Pro ukládání elektrického vedení ve zdech na chodbách jsou definovány stejné instalační zóny a platí stejná pravidla jako v případě obývacího pokoje nebo ložnice (viz Obr. 7).

3.4.7 Sklep, půda, terasa

Zásuvkové a světelné vývody

Ve sklepech a na půdách zřizujeme minimálně jeden zásuvkový a jeden světelný vývod. Na terasách pak zřizujeme minimálně jeden zásuvkový a v případě terasy o ploše větší než 8 m² i minimálně jeden světelný vývod.

Zóny umístění vedení

Pro ukládání elektrického vedení ve zdech ve sklepech jsou definovány stejné instalační zóny a platí stejná pravidla jako v případě obývacího pokoje nebo ložnice (viz Obr. 7). Pokud se ve sklepech nachází místnost pro „HOBBY“, jsou pro ukládání elektrického vedení ve zdech této místnosti definovány stejné instalační zóny a platí stejná pravidla jako v případě místnosti pro domácí práce (pracovny) včetně zóny vodorovné – střední (ZV-s) (viz Obr. 8).

4 OCHRANA

4.1 Ochrana proti nadproudům

Problematika ochrany před nadproudy je obsahem normy ČSN 33 2000-4-43 ed. 2. V následujícím uvedeme obecné zásady ochrany před nadproudy podle této normy.

Ochrana proti nadproudům spočívá v ochraně pracovních vodičů jedním nebo více přístroji zajišťujícími automatické odpojení od zdroje v případě přetížení nebo zkratu. Ochranné přístroje musíme instalovat tak, aby odpojily jakýkoliv nadproud v obvodu dříve, než by takový proud mohl být nebezpečný v důsledku tepelných a mechanických účinků na izolaci, spoje, zakončení nebo hmoty, které obklopují vodiče. Musíme zajistit, aby při přetížení či při zkratu nedošlo k poškození vedení a přístrojů, které chrání před přetížením a zkratem a také aby nedošlo k nebezpečnému stavu způsobenému chybně provedeným jištěním. V případě, že použijeme samostatné ochranné prvky zajišťující ochranu před přetížením a zkratem, musí být charakteristiky těchto přístrojů koordinovány tak, aby energie, kterou propustí přístroj jistící před zkratem nebyla větší než energie, které odolá přístroj jistící před přetížením. Dále bychom měli zajistit, aby byla ochrana provedena dostatečně ekonomicky. To znamená, abychom nejistili to, co není třeba jistit. Příkladem jsou vodiče napájené ze zdroje o takové impedanci, že maximální proud, který může zdroj dodávat, není větší než dovolený proud vodičů (např. u obvodu zvonkového transformátoru).

Pro všechny vodiče vedení musí být zajištěna detekce nadproudu, která způsobí odpojení vodiče, ve kterém je proud detekován. To však neznamená, že musí způsobit odpojení ostatních vodičů, pokud vznikne nebezpečný stav (např. odpojení jednoho fázového vodiče u třífázového motoru). V síti TN nemusíme nulový vodič, který má stejný průřez jako vodič fázový, vybavit detekcí nadproudu. Naopak v případě, že nulový vodič má menší průřez než vodič fázový, detekci nadproudu jej musíme vybavit. I když je nulový vodič vybaven detekcí nadproudu, neznamená to, že musí být vypnut. Vždy jej však musíme chránit proti zkratu, což můžeme zajistit také nadproudovými ochrannými přístroji ve vodičích fázových.

Přístroje zajišťující ochranu před zkratem a přetížením musí být schopné přerušit všechny nadproudy, které jsou nižší nebo stejné jako zkratový proud v místě, kde je tento prvek instalován. Těmito jistícími prvky mohou být jističe s nadproudovými relé (se spouští proti přetížení i se zkratovou spouští), jističe ve spojení s pojistkami nebo pojistky s tavnými vložkami (charakteristika gG).

4.1.1 Ochrana před přetížením

Přístroj chránící před přetížením, tedy chránící proti překročení maximální dovolené teploty vodiče při přetížení (u vodičů s PVC izolací 120 °C), musíme obecně umístit do

místa, kde dochází ke snížení dovoleného proudu vodiče I_Z , tedy do místa, kde dochází ke změně průřezu, materiálu nebo uložení vedení.

Jistící přístroj můžeme umístit kdekoli na trase vedení mezi místem změny I_Z k místu jistícího přístroje proti přetížení. V tomto úseku však nesmí mít vedení odbočku ani zásuvku a navíc buď musí být vedení chráněno před zkratem, anebo délka vedení je menší než 3 m při minimálním riziku zkratu a při absenci hořlavých hmot v blízkosti.

Pokud v prostorách není riziko požáru nebo výbuchu, můžeme jistící přístroj proti přetížení vynechat na:

- vodiči umístěném na straně zátěže za změnou I_Z , který je účinně chráněn před přetížením ochranným přístrojem umístěným na straně zdroje.
- vodiči, kde není pravděpodobné, že bude přetížen, pokud je vodič chráněn před zkratem a nemá odbočky ani zásuvky.
- na vedení pro telekomunikace, řízení a signalizace.

Doporučeně vynecháváme jištění proti přetížení z bezpečnostních důvodů tam, kde by nečekané odpojení vyvolalo nebezpečí (např. u napájecích obvodů zvedacích magnetů).

Funkční charakteristika jistícího prvku musí dle [4] vyhovovat těmto podmínkám:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad (5)$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_Z \quad (6)$$

kde	I_B	je	proud použitý ve vedení;
	I_n		jmenovitý proud jistícího prvku;
	I_Z		dovolené proudové zatížení vodiče;
	I_2		proud zajišťující účinné zapůsobení ve smluvené době.

4.1.2 Ochrana před zkratem

Zkratem rozumíme náhodné nebo úmyslné vodivé spojení mezi dvěma či více vodivými částmi vedoucí k tomu, že rozdíl elektrických potenciálů mezi těmito částmi je roven nebo se blíží nule. Účelem jištění proti zkratu je zabránit překročení maximální dovolené teploty při zkratu (např. u vodičů s PVC izolací 160 °C) a také nebezpečnému mechanickému namáhání. V každém podstatném bodě instalace musíme určit (výpočtem nebo měřením) předpokládaný zkratový proud.

Přístroj chránící před zkratem musíme, podobně jako v případě přetížení, umístit do místa, kde dochází ke změně dovoleného proudu vodiče vlivem změny průřezu či jiné změny. Pokud není v prostorách nebezpečí požáru nebo výbuchu, můžeme ochranný prvek umístit i jinde v případě, že mezi bodem změny a umístěním přístroje nesmí být odbočka ani zásuvka a navíc tato část vodiče nesmí překročit délku 3 m (u domovních

kabelových přípojek až 35 m), musí být minimalizováno nebezpečí zkratu i ohně a ochrana před zkratem je zajištěna přístrojem na začátku instalace.

Pokud je vedení provedeno tím způsobem, že nebezpečí zkratu je minimální a vedení není umístěno v blízkosti hořlavých materiálů, můžeme ochranu proti zkratu vynechat (např. u vodičů spojující generátory).

Všechny proudy způsobené zkratem musí být přerušeny do té doby, než se izolace vodiče zahřeje na mezní dovolenou teplotu. Podmínkou správného jištění proti zkratu pro dobu působení ochranného přístroje nepřesahující 0,1 s tedy je, aby energie, kterou propustí ochranný přístroj I^2t nebyla větší, než energie, kterou snese vodič k^2S^2 . Pro dobu odpojení do 5 s pak podle [4] platí:

$$t = \left(\frac{kS}{I} \right)^2 \quad [s] \quad (7)$$

kde t je doba trvání zkratu [s];
 S průřez vodiče [mm^2];
 I efektivní hodnota účinného zkratového proudu [A];
 k součinitel respektující měrný odpor a tepelnou kapacitu materiálu vodiče (pro vodiče Cu s PVC izolací je $k = 115$ a pro Al vodiče s PVC izolací $k = 76$).

4.2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Jednou z nejdůležitějších norem je ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, která se zabývá ochranou před úrazem elektrickým proudem. V případě této normy se zaměříme na nejdůležitější ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti, používaná v rodinných domech. Jde o ochranu automatickým odpojením od zdroje a ochranu malým napětím obvodů SELV a PELV.

Ochrana před úrazem elektrickým proudem je souhrnem organizačních a technických opatření, která mají za úkol zabránit vzniku úrazu. Úraz elektřinou může způsobit proud protékající tělem při dotyku nebezpečných živých částí různé polarity, nebezpečných živých částí proti zemi nebo také při dotyku neživých částí, na kterých se při poruše objeví nebezpečné napětí. Účinek elektrického proudu na lidský organismus je dán hlavně velikostí proudu protékajícího tělem a dobou, kdy tento proud protéká. Velikost proudu protékajícího tělem je dána impedancí celého proudového obvodu, tedy impedancí zdroje, vodičů i lidského těla. Případně také impedancí uzemnění. Přitom impedance zdroje a vodičů je oproti odporu lidského těla zanedbatelná.

Ochrany před úrazem elektrickým proudem dělíme na:

- a) ochrany za normálních podmínek;
- b) ochrany při poruše.

Základním pravidlem ochrany před úrazem elektrickým proudem je, že nebezpečné živé části nesmějí být přístupné za normálních podmínek ani při poruše. Dále přístupné vodivé (obvykle neživé) části nesmějí být nebezpečné živé za normálních podmínek i při poruše. Ochranné opatření musí tedy sestávat z opatření pro zajištění základní ochrany (za normálních podmínek) a nezávislého opatření pro zajištění ochrany při poruše nebo zvýšené ochrany, která zajišťuje ochranu základní i ochranu při poruše.

Prostředky základní ochrany jsou:

- základní izolace;
- přepážky a kryty;
- zábrany;
- umístění mimo dosah;
- omezení napětí;
- omezení ustáleného dotykového proudu a náboje;
- řízení potenciálu;
- jiné prostředky.

Prostředky ochrany při poruše jsou:

- přídavná izolace;
- ochranné pospojování;
- ochranné stínění;
- automatické odpojení od zdroje;
- jednoduché oddělení obvodů;
- nevodivé okolí;
- řízení potenciálu;
- ostatní opatření.

Prostředky zvýšené ochrany jsou:

- zesílená izolace;
- ochranné oddělení obvodů;
- zdroj omezeného proudu;
- ochranná impedance;
- další prostředky.

Ochranu automatickým odpojením od zdroje a ochranu malým napětím SELV a PELV si pro účel této práce probereme podrobněji.

4.2.1 Automatické odpojení od zdroje

Pro účel této práce se budeme zabývat požadavky na automatické odpojení od zdroje pro sítě TN tj. sítě, kde jeden bod (nulový nebo střední vodič) je bezprostředně spojen

se zemí a kde neživé části elektrických zařízení jsou spojeny s tímto uzemněným bodem prostřednictvím ochranného vodiče.

Automatické odpojení od zdroje je ochranné opatření, u kterého je základní ochrana zajištěna základní izolací živých částí nebo kryty. Ochrana při poruše je zajištěna ochranným pospojováním a automatickým odpojením. Případně je použita doplňková ochrana proudovým chráničem s vybavovacím proudem do 30 mA. Ochrana automatickým odpojením od zdroje spočívá v použití ochranného vodiče ke zpětnému vedení poruchového proudu k uzlu zdroje.

Jednou z nejdůležitějších podmínek provedení ochrany je pospojování neživých částí a ostatních kovových částí budov. Zřizuje se tím způsobem, že v každé budově jsou navzájem spojeny ochranné vodiče, uzemňovací přívod, rozvod, potrubí plynu, vody, ústředního topení, klimatizace a propojená kovová konstrukční výztuž betonu a další přístupné kovové konstrukční části objektu včetně kovových plášťů sdělovacích kabelů. Vodivé části, které přicházejí do budovy, musíme připojit u vstupu do budovy. Průřez Cu vodičů ochranného pospojování musíme volit minimálně 6 mm².

Důležitou věcí je automatické odpojení při poruše. Ochranný prvek v případě poruchy mezi živou a neživou částí nebo mezi vodičem vedení a ochranným vodičem obvodu, musí automaticky odpojit zdroj napájení zařízení ve stanovené době. Maximální doba odpojení je ve střídavé síti (AC) v případě sítě TN je uvedena v Tab. 3. V případě použití proudového chrániče se vztahují doby odpojení k předpokládaným poruchovým proudům $5 \times I_{\Delta n}$, tedy pětinasobku jmenovitého vybavovacího reziduálního proudu chrániče.

Tab. 3: Maximální doba odpojení od zdroje při poruše v síti TN

fázové napětí	50 V až 120 V	120 V až 230 V	230 V až 400 V	400 V a více
doba odpojení	0,8 s	0,4 s	0,2 s	0,1 s

Doplňkovou ochranu proudovým chráničem s vybavovacím reziduálním proudem do 30 mA musíme provést ve střídavé síti u mobilních zařízení se jmenovitým proudem do 32 A určeným pro venkovní použití a u zásuvek se jmenovitým proudem do 20 A určených pro všeobecné použití. Toto opatření se však netýká speciálních zásuvek pro spotřebiče, kde by vypnutí způsobilo velké škody. Jedná se například o chladničku nebo výpočetní a kancelářskou techniku.

Další podmínkou je dodržení požadavku pro impedanci poruchové smyčky. Impedanci smyčky určíme podle [5] ze vztahu:

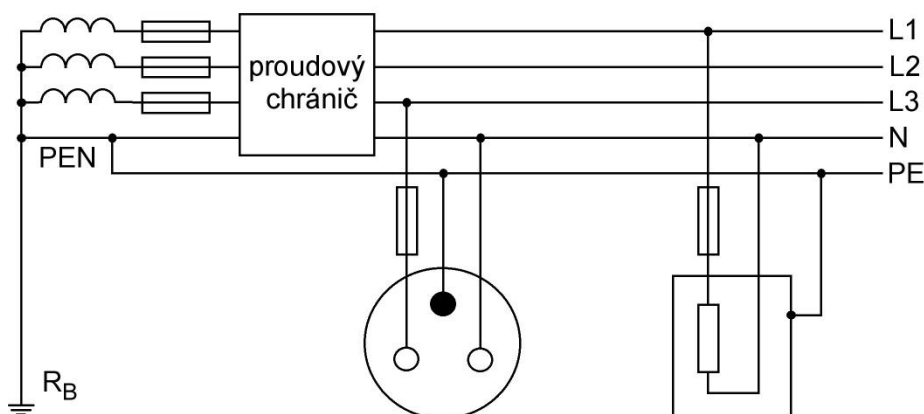
$$1,5 \cdot Z_s \cdot I_a = U_0 \Rightarrow Z_s = \frac{2}{3} \cdot \frac{U_0}{I_a} \quad [\Omega] \quad (8)$$

kde Z_s je impedance poruchové smyčky [Ω];

I_a	proud zajišťující samočinné působení odpojovacího prvku ve stanovené době [A];
U_0	jmenovité střídavé napětí vodiče proti zemi [V];
1,5	součinitel respektující chybu výpočtu (měření) impedance.

V méně rozsáhlých sítích je obvykle vyhovující, když impedance smyčky v koncových bodech není větší než $0,5 \times U_0/I_a$.

K odpojení postižené části můžeme použít nadproudové ochranné přístroje, tedy pojistky a jističe, nebo také proudový chránič. V případě použití pojistek nebo jističů je třeba v poruchovém obvodu vyvolat poměrně vysoký proud, aby byla dodržena odpojovací doba. To znamená, že vyhovující impedance poruchové smyčky bude poměrně nízká. Pokud vypínací charakteristiky pojistek a jističů nebo skutečná impedance poruchové smyčky nezajistí odpojení od zdroje v předepsaném čase, musíme zřídit doplňkové pospojování. Vhodnou ochranou je použití proudového chrániče, jelikož při vybavovacím proudu chrániče několika mA, může být impedance poruchové smyčky řádově ve stovkách až tisících ohmech. Abychom zajistili selektivitu, můžeme použít proudové chrániče typu „S“ v sérii s běžným typem. Proudové chrániče nesmíme použít v síti TN-C. Před chráničem je nutné rozdělit vodič PEN na vodiče PE a N (sít' TN-C-S). Ochranný vodič PE (PEN) se nesmí jistit.



Obr. 12: Zapojení proudového chrániče v síti TN

Aby byly následky poruchy v síti působením vnějších vlivů, do té doby, než dojde k jejich odstranění, co nejmenší, platí pro uzemnění v síti TN tyto další podmínky:

- Zemní odpor pracovního uzemnění uzlu zdroje nemá být větší než 5Ω , ve ztížených podmínkách na půdě se připouští nejvýše 15Ω .
- Celkový odpor uzemnění vodičů PEN (včetně uzemnění uzlu) nemá být pro síť s napětím 230 V větší než 2Ω . Tato hodnota nemusí být dodržena tam, kde jsou horší podmínky pro uzemnění (například na půdě).
- Ochranný vodič se musí uzemnit nebo spojit s uzemňovací soustavou sítě ještě dále ve venkovním rozvodu, u hlavních rozváděčů v objektech s vlastním

transformátorem, u hlavních rozváděčů připojených přímo na síť a u podružných rozváděčů (pokud jsou dále než 100 m od nejbližšího místa uzemnění).

- d) Uzemnění nesmí mít na začátku a na koncích sítě odpor větší než 5Ω a v průběhu sítě nesmí mít odpor větší než 15Ω .
- e) Ochranný vodič se dimenzuje s ohledem na průřez krajních vodičů.

4.2.2 Ochrana malým napětím SELV a PELV

Toto ochranné opatření zajišťuje ochranu před nebezpečným dotykem živých i neživých částí a jedná se o nejbezpečnější způsob ochrany. Bezpečnost spočívá v přivedení napětí, které nesmí být větší než bezpečné malé napětí s ohledem na jednotlivé druhy prostorů, ve kterém je elektrické zařízení umístěno. Při případném dotyku s živou či neživou částí tedy nemůže tělem procházet proud nebezpečný organismu. Meze bezpečných malých napětí s ohledem na členění prostoru a na způsob dotyku jsou uvedeny v Tab. 4.

Obvody SELV jsou obvody, v nichž živé části nesmí být spojeny se zemí nebo s živými částmi či ochrannými vodiči, které jsou součástí jiných obvodů. Mezi zemí a živými částmi obvodů SELV musí být základní izolace. Neživé části těchto obvodů pak nesmí být spojeny se zemí, ani s ochrannými vodiči nebo s neživými částmi jiných obvodů.

Obvody PELV nebo neživé části zařízení, které jsou napájené z těchto obvodů, mohou být uzemněny.

Tab. 4: Meze bezpečných malých napětí s ohledem na členění prostoru a na způsob dotyku

prostory	dotyk částí	bezpečné malé napětí	
		střídavé (AC)	stejnoseměrné (DC)
normální a nebezpečné	živá část	25 V	60 V
	kryt izolované části	50 V	120 V
Zvlášť nebezpečné	živá část	-	-
	kryt izolované části	12 V	25 V

Zdrojem malého napětí u obvodů SELV a PELV může být bezpečnostní ochranný transformátor nebo jiný zdroj. Napětí na výstupních svorkách však nesmí ani při poruše překročit stanovené hodnoty. Obvody SELV a PELV musí mít mezi živými částmi a ostatními obvody SELV a PELV provedenu základní izolaci. Důležité je, že vidlice a zásuvky musí být v nezáměnném provedení. U zásuvek SELV se nesmí, na rozdíl od zásuvek PELV, vyskytovat kontakt pro ochranný vodič.

4.3 Ochrana před účinky tepla

Ochrana před účinky tepla je předmětem normy ČSN 33 2000-4-42 ed. 2.

Ochrana před účinky tepla (tedy před požárem) spočívá v tom, aby elektrické zařízení nebylo příčinou vzniku požáru. Vždy musíme dodržovat požadavky norem a také se musíme řídit pokyny výrobce daného zařízení. Příčinou požáru může být například funkční selhání ochranných přístrojů, akumulace tepla v zařízení, nadproud, přepětí, úder blesku nebo nesprávná montáž zařízení.

V případě, že teplota na povrchu zařízení dosáhne nebezpečné hodnoty, musíme zajistit, aby zařízení bylo umístěno na hmotě, která je z hlediska požáru dostatečně odolná, nebo je oddělena od stavebních konstrukcí přepážkou. Další možností je zajištění bezpečného unikání tepla v dostatečné vzdálenosti od konstrukcí z hořlavého materiálu. Materiály krytu elektrického zařízení musí vydržet nejvyšší teplotu, která může být v tomto zařízení vyvolána. Pokud se elektrické zařízení, u kterého existuje riziko nebezpečné akumulace tepla (například svítidlo), nachází v blízkosti hořlavých materiálů stavební konstrukce budovy (stěn, podlah a stropů), musíme zajistit, aby bylo od takových stavebních prvků dostatečně vzdáleno a hořlavá konstrukce nebyla vystavena nebezpečné teplotě.

V budovách, jejichž stavební konstrukce podporují šíření požáru, musíme zajistit, aby elektrická instalace nemohla šířit požár. Použijeme například krabice a kryty určené do dutých stěn a k nim odpovídající kabely.

5 PROJEKT ELEKTROINSTALACE

5.1 Charakteristika projektu

Tento projekt se zabývá návrhem silových rozvodů v trojpodlažním rodinném domě. Jedná se o rekonstrukci elektroinstalace. Projekt je vypracován na žádost a podle požadavků investora.

Projekt řeší kompletní návrh vnitřních silových rozvodů, jejich jištění před přetížením a před zkratem, přepětřovou ochranu objektu, domovní ochranné pospojování a osazení jednotlivých domovních rozvodnic. Slaboproudé rozvody projekt neřeší. Hromosvodná soustava zůstává stávající a v projektu tedy není řešena. Dle aktuálních ceníků výrobců (duben 2013) je následně proveden rozpočet celého projektu rekonstrukce elektroinstalace. Jako podklad pro tento projekt slouží výkresová dokumentace stavby poskytnutá investorem. Při zpracování projektu bylo přihlédnuto ke konkrétním požadavkům investora na rozmístění jednotlivých prvků elektroinstalace (zásuvky, svítidla). Dalšími podklady jsou katalogové listy použitých elektrotechnických výrobků a příslušné české technické normy (ČSN) platné v době zpracování projektu.

Připojení samotného objektu k elektrorozvodné síti zůstává stávající. Je provedeno zasmyčkováním kabelu AYKY 4x50 mm² rozvodu dodavatele elektřiny (společnosti ČEZ, a.s.) v přípojkové skříni RIS (hlavní domovní kabelové skříni). Tento kabel vede v zemi podél domu. Přípojková skříň je umístěna na obvodovém zdivu budovy vedle garážových vrat. Z přípojkové skříně je napojena elektroměrová rozvodnice kabelem CYKY 4x10 mm² uloženým v obvodovém zdivu pod omítkou. Elektroměrová rozvodnice (ER) je umístěna do fasády vedle hlavního vchodu do budovy a bude v rámci rekonstrukce demontována a nahrazena novou.

Samotný projekt rekonstrukce elektroinstalace zahrnuje výměnu všech vnitřních silových domovních rozvodů včetně instalačních prvků (krabic, zásuvek, spínačů, atd.). Všechny staré zásuvkové i světelné obvody v budově jsou napojeny z jedné hlavní domovní rozvodnice, nacházející se v prvním nadzemním podlaží (1.NP) v předsíni. Tato stávající stará hlavní domovní rozvodnice bude v rámci rekonstrukce demontována. Stejně tak bude demontována i původní elektroměrová rozvodnice včetně hlavního jističe. Rekonstrukce se bude týkat také uzemnění a domovního ochranného pospojování.

5.2 Návrh elektroinstalace

Prvním krokem v návrhu je zvolení počtu domovních rozvodnic a jejich vhodné umístění. Vzhledem k požadovanému poměrně velkému počtu jednotlivých domovních obvodů (zásuvkových, světelných a obvodů pro pevně připojené spotřebiče) a také

vzhledem ke stavebnímu řešení budovy je vhodné umístit do každého podlaží jednu domovní rozvodnici. Z nové elektroměrové rozvodnice bude tedy napojena rozvodnice R1.NP, která bude umístěna v prvním nadzemním podlaží (1.NP) v předsíni, tedy na místě původní staré hlavní domovní rozvodnice. Z rozvodnice R1.NP budou napojeny dvě podružné rozvodnice R1.PP a R2.NP. Rozvodnice R1.PP bude umístěna v prvním podzemním podlaží (1.PP – v suterénu) na chodbě. Rozvodnice R2.NP pak bude umístěna ve druhém nadzemním podlaží (2.NP) v místnosti určené pro WC.

Dalším krokem je projektování zásuvkových a světelných obvodů a také obvodů pro pevně připojené spotřebiče. Rozmístění jednotlivých prvků instalace (zásuvky, spínače, svítidla) je dáno požadavky investora. Je třeba navrhnout typy, průřezy a jištění jednotlivých kabelů. Kabely musí mít takový průřez, aby byly předřazeným jističem jištěny proti přetížení a také proti zkratu. Na základě doporučené volby jištění a průřezu jader vodičů z Cu jednotlivých obvodů (3.3.4) zvolíme pro zásuvkové obvody kabel CYKY 3x2,5 mm² a jištění 16 A. Pro světelné obvody zvolíme kabel CYKY 3x1,5 mm² a jištění 10 A. Pro zapojení světelných obvodů použijeme také kabel CYKY 5x1,5 mm². Pro elektrický sporák (varnou desku) a pro trojfázovou zásuvku 400V/16A zvolíme kabel CYKY 5x4 mm² a jištění 16 A. Samotná rozvodnice R1.NP bude z elektroměrové rozvodnice napojena kabelem CYKY 4x10 mm². V rozvodnici R1.NP bude vodič PEN rozdělen na samostatný ochranný vodič PE a na samostatný nulový vodič N, což je přechod ze soustavy TN-C na TN-S. Podružné rozvodnice R1.PP a R2.NP budou z rozvodnice R1.NP napojeny kabelem CYKY 5x6 mm². V domě nebudou instalovány žádné spotřebiče, které způsobují proudové rázy. Proto všechny jističe, použité v tomto projektu, budou s charakteristikou B. Kabely jednotlivých obvodů budou začínat v příslušné rozvodnici a končit v elektroinstalačních krabicích, do kterých se nakonec po zednickém zapravení namontují jednotlivé prvky (zásuvky, spínače atd.) Zásuvky budou zapojeny tzv. smyčkováním.

Následně bude třeba vybavit jednotlivé rozvodnice kromě jisticích přístrojů také přístroji zajišťujícími ochranu při poruše (proudovými chrániči) a přístroji zajišťujícími ochranu proti přepětí (svodiči přepětí). Protože zásuvkové obvody do 20 A musí mít doplňkovou ochranu tvořenou proudovým chráničem (3.2.3), umístíme do každé domovní rozvodnice (R1.NP, R1.PP i R2.NP) jeden proudový chránič s vybavovacím reziduálním proudem 30 mA tak, aby tímto chráničem procházely všechny zásuvkové obvody a také světelné obvody nacházející se v koupelně nebo venku. Protože v domovních elektroinstalacích předpokládáme sinusové střídavé reziduální proudy, bude tento proudový chránič typu AC. Zásuvkové obvody v koupelnách vybavíme samostatnými proudovými chrániči s vybavovacím reziduálním proudem 30 mA. Pro větší bezpečnost budou proudové chrániče pro zásuvkové obvody v koupelnách typu A, reagují totiž kromě sinusových střídavých reziduálních proudů také na pulzující stejnosměrné reziduální proudy. Pro ochranu elektroinstalace i samotných spotřebičů v budově jsou určeny přepětíové ochrany. Do elektroměrové rozvodnice umístíme

svodič přepětí zajišťující přepět'ovou ochranu 1. stupně (T1), která slouží k bezpečnému svádění extrémních proudů blesku [11]. Do každé ze tří domovních rozvodnic pak umístíme svodič přepětí zajišťující přepět'ovou ochranu 2. stupně (T2), která slouží k omezení přepětí vzniklých spínacími pochody v síti nebo při úderu blesku [11]. Přepět'ovou ochranu 3. stupně (T3) zajistíme individuálně zásuvkami s vestavěnou přepět'ovou ochranou, na které připojíme chráněná zařízení (PC, TV atd.). Do každé domovní rozvodnice umístíme také trojfázový výkonový spínač, kterým bude možno celou rozvodnici (a tím celé jedno podlaží) vypnout.

Dále je třeba určit jmenovitý proud hlavního trojfázového jističe umístěného před elektroměrem. Ten je dán výpočtovým proudem I_p , který určíme pomocí instalovaného příkonu objektu P_i . Instalovaný příkon určíme součtem příkonů všech elektrických spotřebičů v objektu.

V objektu budou připojeny (instalovány):

- a) tepelné spotřebiče o celkem 11 kW;
- b) svítidla o celkem 3,3 kW;
- c) ostatní spotřebiče nebo zařízení o celkem 5,8 kW.

Celkový instalovaný příkon objektu je tedy $P_i = 20,1$ kW.

Při určení výpočtového proudu je však třeba uvažovat také skutečnost, že všechny instalované spotřebiče nejsou v provozu současně. Tuto skutečnost respektuje součinitel náročnosti (soudobost) β . Pro případ dvou bytů ve skupině je dle normy [2] uvažován součinitel náročnosti $\beta = 0,77$. Pro rodinný dům budeme také uvažovat součinitel náročnosti $\beta = 0,77$.

Vynásobením instalovaného příkonu P_i objektu součinitelem náročnosti β dostaneme očekávané (výpočtové) zatížení objektu P_p .

$$P_p = P_i \cdot \beta = 20,1 \cdot 0,77 = 15,48 \text{ kW} \quad (9)$$

Pro očekávané (výpočtové) zatížení platí vztah:

$$P_p = \sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_p \cdot \cos \varphi \quad [\text{W}] \quad (10)$$

kde U_s je jmenovité sdružené napětí soustavy [V];
 I_p výpočtový proud [A];
 $\cos \varphi$ průměrný účinník spotřebičů [-].

Podle normy [2] dostaneme úpravou vztahu (10) vztah pro výpočtový proud:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} \quad [\text{A}] \quad (11)$$

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos \varphi} = \frac{15,48 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 23,52 \text{ A} \quad (12)$$

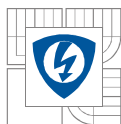
Výpočtový proud přívodního vedení (v elektroměrové rozvodnici) je tedy $I_p = 23,52 \text{ A}$. Na základě výpočtového proudu zvolíme trojfázový jistič o nejbližším vyšším jmenovitém proudu, tedy jistič 25 A.

Aby byla zajištěna selektivita jištění, musí být jmenovitý proud pojistek, umístěných v přípojkové skříně RIS, alespoň o jeden stupeň vyšší, než je jmenovitý proud hlavního trojfázového jističe před elektroměrem. V tomto případě jsou v přípojkové skříně použity pojistky o jmenovitém proudu 40 A. Podle jmenovitého proudu hlavního jističe před elektroměrem zvolíme také jmenovitý proud použitých proudových chráničů umístěných v jednotlivých domovních rozvodnicích. Použijeme tedy proudové chrániče se jmenovitým proudem 25 A.

Dalším bodem návrhu je uzemnění a ochranné domovní pospojování. Pospojování neživých částí a ostatních kovových částí je jednou ze základních podmínek ochrany automatickým odpojením od zdroje (4.2.1). Pro vyrovnání potenciálu použijeme ekvipotenciální svorkovnici, která bude umístěna pod omítkou v prvním podzemním podlaží (1.PP) naproti přípojkové skříně a bude napojena k páskovému zemniči FeZn 30x4 mm. Na tuto svorkovnici budou připojeny všechny ochranné vodiče elektrického rozvodu, můstky PE a PEN jednotlivých rozvodnic, kovové prvky objektu (zárubně dveří), inženýrské sítě vstupující do objektu (vodovodní, kanalizační a plynové potrubí) a také doplňující ochranné pospojování v koupelnách (vana, sprcha). Pro vodiče hlavního i doplňujícího ochranného pospojování použijeme silové zelenožluté (PE) vodiče CY 6 mm².

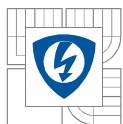
Posledním bodem návrhu bude ocenění celého projektu rekonstrukce elektroinstalace včetně výpisu materiálu a jeho ceny (viz Tab. 8).

Podrobnější informace o projektu jsou uvedeny v technické zprávě. Technická zpráva je uvedena v příloze A této práce. Součástí tohoto projektu je výkresová dokumentace, která obsahuje výkresy zásuvkových i světelných obvodů v jednotlivých podlažích domu a také výkresy jednotlivých domovních rozvodnic včetně jejich přístrojového vybavení. Výkresová dokumentace je uvedena v příloze B. Označení jednotlivých domovních obvodů ve výkresové dokumentaci včetně jejich popisu je uvedeno v Tab. 5. Typy jističů a proudových chráničů použitých pro jednotlivé obvody včetně jejich označení ve výkresové dokumentaci jsou uvedeny v Tab. 6. Označení, typy a příkony svítidel v jednotlivých místnostech jsou uvedeny v Tab. 7.



Tab. 5: Označení jednotlivých obvodů ve výkresové dokumentaci a jejich popis

rozvodnice	označení obvodu	typ obvodu	popis obvodu
R1.NP	Z1.1	zásuvkový	zásuvky - předsíň, koupelna
	Z1.2	zásuvkový	zásuvka - venek (terasa)
	Z1.3	zásuvkový	zásuvky - pokoj
	Z1.4	zásuvkový	zásuvky - obývací pokoj, chodba
	Z1.5	zásuvkový	zásuvky - kuchyň 1
	Z1.6	zásuvkový	zásuvky - kuchyň 2
	pračka	zásuvkový	obvod pro napájení pračky
	vana	samostatný	obvod pro napájení vany
	trouba	zásuvkový	obvod pro napájení trouby
	myčka	zásuvkový	obvod pro napájení myčky
	chladnička	zásuvkový	obvod pro napájení chladničky
	sporák	samostatný	třífázový obvod pro napájení sporáku
	S1.1	světelný	světla - chodba, pokoj, předsíň
	S1.2	světelný	světla - obývací pokoj, kuchyň
	S1.3	světelný	světla - venek, koupelna
R1.PP	Z0.1	zásuvkový	zásuvky - sklep (místnost 1,2,4,5)
	Z0.2	zásuvkový	zásuvky - garáž
	plyn.kotel	zásuvkový	obvod pro řízení plynového kotle
	vrata1	zásuvkový	obvod pro pohon garážových vrat 1
	vrata2	zásuvkový	obvod pro pohon garážových vrat 2
	brána	samostatný	obvod pro pohon příjezdové brány
	DR	zásuvkový	obvod pro napájení datového rozváděče
	400V/16A	zásuvkový	třífázová zásuvka 400V/16A
	S0.1	světelný	světla - místnost 1,2,3, chodba, schody
	S0.2	světelný	světla - místnost 4,5, garáž
R2.NP	Z2.1	zásuvkový	zásuvky - koupelna
	Z2.2	zásuvkový	zásuvky - pokoj 1, chodba
	Z2.3	zásuvkový	zásuvky - pokoj 3
	Z2.4	zásuvkový	zásuvky - pokoj 2, chodba
	zás. půda	zásuvkový	zásuvky - půda
	vana	samostatný	obvod pro vanu
	sprcha	samostatný	obvod pro sprchu
	S2.1	světelný	světla-pokoj 1,2,3, chodba, půda, schody
	S2.2	světelný	světla - koupelna, WC



Tab. 6: Typy jističů a proudových chráničů a jejich označení ve výkresové dokumentaci

	označení obvodu	typ jističe	označení jističe	typ proudového chrániče	označení proudového chrániče
R1.NP	Z1.1	OLI-16B-1N-030A	FI1	OLI-16B-1N-030A	FI1
	Z1.2	LPN-16B-1	4	OFI-25-4-030AC	FI2
	Z1.3	LPN-16B-1	5		
	Z1.4	LPN-16B-1	6		
	Z1.5	LPN-16B-1	7		
	Z1.6	LPN-16B-1	8		
	pračka	LPN-16B-1	9		
	vana	LPN-16B-1	10		
	trouba	LPN-16B-1	11		
	myčka	LPN-16B-1	12		
	chladnička	LPN-16B-1	13		
	sporák	LPN-16B-3	14		
	S1.1	LPN-10B-1	16	-	-
	S1.2	LPN-10B-1	17	OFI-25-4-030AC	FI2
	S1.3	LPN-10B-1	15		
R1.PP	Z0.1	LPN-16B-1	19	OFI-25-4-030AC	FI3
	Z0.2	LPN-16B-1	20		
	plyn. kotel	LPN-16B-1	21		
	vrata1	LPN-16B-1	22		
	vrata2	LPN-16B-1	23		
	brána	LPN-16B-1	24		
	DR	LPN-6B-1	25		
	400V/16A	LPN-16B-3	26		
	S0.1	LPN-10B-1	27	-	-
	S0.2	LPN-10B-1	28		
R2.NP	Z2.1	OLI-16B-1N-030A	FI4	OLI-16B-1N-030A	FI4
	Z2.2	LPN-16B-1	31	OFI-25-4-030AC	FI5
	Z2.3	LPN-16B-1	32		
	Z2.4	LPN-16B-1	33		
	zás. půda	LPN-16B-1	34		
	vana	LPN-16B-1	35		
	sprcha	LPN-16B-1	36		
	S2.1	LPN-10B-1	38	-	-
	S2.2	LPN-10B-1	37	OFI-25-4-030AC	FI5

Tab. 7: Označení, typy a příkony svítidel v jednotlivých místnostech

podlaží	označení svítidla	typ svítidla	příkon svítidla	místnost
1.PP	S0.1a	žárovkové/LED	120 W	sklep – místnost 1
	S0.1b	žárovkové/LED	60 W	sklep – místnost 3
	S0.1c	žárovkové/LED	180 W	chodba, schody
	S0.1d	žárovkové/LED	60 W	sklep – místnost 2
	S0.1e	žárovkové/LED	100 W	sklep – místnost 2
	S0.2a	žárovkové/LED	80 W	sklep – místnost 4
	S0.2b	žárovkové/LED	80 W	sklep – místnost 5
	S0.2c	zářivkové trubicové	100 W	garáž
	S0.2d	zářivkové trubicové	100 W	garáž
	S0.2e	zářivkové trubicové	100 W	garáž
1.NP	S1.1a	žárovkové/LED	120 W	pokoj
	S1.1b	žárovkové/LED	60 W	předsíň
	S1.1c	žárovkové/LED	160 W	chodba
	S1.2a	žárovkové/LED	120 W	obývací pokoj
	S1.2b	žárovkové/LED	120 W	obývací pokoj
	S1.2c	žárovkové/LED	100 W	kuchyň
	S1.2d	žárovkové/LED	100 W	kuchyň
	S1.2e	zářivkové trubicové	120 W	kuchyň
	S1.3a	žárovkové/LED	100 W	venek (u vchodu)
	S1.3b	žárovkové/LED	200 W	venek (terasa)
	S1.3c	žárovkové/LED	100 W	koupelna
	S1.3d	žárovkové/LED	60 W	koupelna
2.NP	S2.1a	žárovkové/LED	100 W	pokoj 1
	S2.1b	žárovkové/LED	120 W	chodba
	S2.1c	žárovkové/LED	120 W	pokoj 3
	S2.1d	žárovkové/LED	120 W	pokoj 2
	S2.1e	žárovkové/LED	160 W	schody
	S2.1f	žárovkové/LED	120 W	půda
	S2.2a	žárovkové/LED	60 W	WC
	S2.2b	žárovkové/LED	100 W	koupelna
	S2.2c	žárovkové/LED	60 W	koupelna

5.3 Rozpočet projektu

Tab. 8: Výpis materiálu a jeho ceny (duben 2013) pro rekonstrukci elektroinstalace

materiál	množství	cena za ks/m (bez DPH)	celková cena (bez DPH)
kabel CYKY-J 4x10	8 m	94,74 Kč	757,92 Kč
kabel CYKY-J 5x6	30 m	69,01 Kč	2 070,30 Kč
kabel CYKY-J 5x4	34 m	47,07 Kč	1 600,38 Kč
kabel CYKY-J 3x1,5	234 m	10,69 Kč	2 501,46 Kč
kabel CYKY-J 3x2,5	428 m	17,35 Kč	7 425,80 Kč
kabel CYKY-J 5x1,5	96 m	17,57 Kč	1 686,72 Kč
kabel CYKY-O 3x1,5	165 m	11,40 Kč	1 881,00 Kč
kabel CY 6 zelenožlutý	100 m	14,00 Kč	1 400,00 Kč
kabel CY 6 černý	10 m	14,00 Kč	140,00 Kč
kabel CY 6 hnědý	10 m	14,00 Kč	140,00 Kč
kabel CY 6 šedý	10 m	14,00 Kč	140,00 Kč
kabel CY 6 modrý	10 m	14,00 Kč	140,00 Kč
výkonový spínač APN-63-3N, OEZ	3 ks	633,88 Kč	1 901,64 Kč
proudový chránič OFI-25-4-030AC, OEZ	3 ks	1 184,83 Kč	3 554,49 Kč
jističochránič OLI-16B-1N-030A, OEZ	2 ks	1 202,94 Kč	2 405,88 Kč
jistič LPN-16B-1, OEZ	22 ks	97,09 Kč	2 135,98 Kč
jistič LPN-10B-1, OEZ	7 ks	112,73 Kč	789,11 Kč
jistič LPN-16B-3, OEZ	2 ks	395,77 Kč	791,54 Kč
jistič LPN-25B-3, OEZ	1 ks	462,42 Kč	462,42 Kč
jistič LPN-6B-1, OEZ	1 ks	128,36 Kč	128,36 Kč
svodič přepětí SJB-25E-3-MZS, OEZ	1 ks	8 966,94 Kč	8 966,94 Kč
svodič přepětí SVC-350-4-MZS, OEZ	3 ks	2 481,08 Kč	7 443,24 Kč
rozvodnice DISTRItton RZA-48N, OEZ	1 ks	996,69 Kč	996,69 Kč
rozvodnice DISTRItton RZA-36N, OEZ	2 ks	806,61 Kč	1 613,22 Kč
elektroměrová rozvodnice PER 1-2, ELPLAST	1 ks	3 316,67 Kč	3 316,67 Kč
zásuvka jednonásobná 250V/16A, ABB, Tango	38 ks	96,36 Kč	3 661,68 Kč
zásuvka dvojnásobná 250V/16A, ABB, Tango	6 ks	127,60 Kč	765,60 Kč
zásuvka jednonás.230V/16A s přep.ochr.,ABB,Tango	3 ks	697,36 Kč	2 092,08 Kč
zásuvka dvojnás.230V/16A s přep.ochr.,ABB,Tango	10 ks	842,31 Kč	8 423,10 Kč
zásuvka nástěnná 400V/16A, 5 pólů, BALS	1 ks	228,09 Kč	228,09 Kč
zásuvka jednonás. IP44 250V/16A, ABB, Tango	1 ks	161,98 Kč	161,98 Kč
svorkovnice pětipólová s krytem, ABB, Tango	1 ks	91,16 Kč	91,16 Kč
přístroj spínače jednopólového, řazení 1, ABB	10 ks	83,06 Kč	830,60 Kč
přístroj spínače sériového, řazení 5, ABB	9 ks	113,39 Kč	1 020,51 Kč
přístroj spínače střídavého, řazení 6, ABB	14 ks	89,09 Kč	1 247,26 Kč
přístroj přepínače křížového, řazení 7, ABB	7 ks	128,35 Kč	898,45 Kč
kryt spínače kolébk., řazení 1,6,7, ABB, Tango	31 ks	29,59 Kč	917,29 Kč
kryt spínače kolébk., dělený, řazení 5, ABB, Tango	9 ks	37,69 Kč	339,21 Kč

rámeček jednonásobný, ABB, Tango	65 ks	18,60 Kč	1 209,00 Kč
rámeček dvojnásobný vodorovný, ABB, Tango	6 ks	33,64 Kč	201,84 Kč
rámeček čtyřnásobný svislý, ABB, Tango	1 ks	63,97 Kč	63,97 Kč
nulový můstek N15 na DIN lištu, Elkon	3 ks	29,75 Kč	89,25 Kč
zemní můstek PE7 na DIN lištu, Elkon	1 ks	23,97 Kč	23,97 Kč
krabice přístrojová KP68, Kopos	113 ks	5,20 Kč	587,60 Kč
víčko na krabici KO68, Kopos	15 ks	4,20 Kč	63,00 Kč
bezšroubová svorka TYPO15, 24 A, Kopos	200 ks	4,70 Kč	940,00 Kč
ekvipotenciální svorkovnice EPS 2, Bečov	1 ks	156,42 Kč	156,42 Kč
instalační krabice KO 125 E, Kopos	1 ks	51,67 Kč	51,67 Kč
zemní svorka ZSA 16, Bečov	15 ks	10,10 Kč	151,50 Kč
zemní páska pro svorku ZSA 16 (0,5 m), Bečov	4 ks	12,89 Kč	51,56 Kč
sádra elektrikářská – 25 kg, Rigips	1 ks	90,00 Kč	90,00 Kč
Celková cena za potřebný materiál	-	-	78 746,55 Kč

Celkové cenové zhodnocení projektu rekonstrukce elektroinstalace:

cena potřebného materiálu:	78 747 Kč
cena práce na elektroinstalaci:	60 000 Kč
cena revize:	3 500 Kč

cena celkem bez DPH:	142 247 Kč
cena celkem s DPH (21%):	172 119 Kč

5.4 Výpočetní kontrola

Kontrola na správnost návrhu projektu je provedena ve výpočtovém programu Sichr od společnosti OEZ. Tento program slouží zejména k návrhu a kontrole paprskových sítí TN-C a TN-C-S ve všech obvyklých napěťových hladinách. Program obsahuje databázi jističů a spínacích prvků, proudových chráničů a svodičů přepětí z produkce společnosti OEZ. Obsahuje také otevřené databáze transformátorů a silových kabelů. [20]

Návrh a následná výpočetní kontrola řešeného projektu v programu Sichr je provedena následujícím postupem:

- definice napájení a sestavení jednotlivých rozváděčů (rozvodnic) včetně všech paprsků;
- definice vývodů představujících jednotlivé zásuvkové i světelné obvody a také obvody pro pevně připojené spotřebiče (zatížení, soudobost, název);
- definice jističů pro jednotlivé vývody s ohledem na procházející proud a vypínací schopnost;
- definice kabelů jednotlivých vývodů s ohledem na způsob uložení, uspořádání seskupených obvodů a teplotu okolí (typ, průřez a délka kabelu);

- e) definice ostatních přístrojů v jednotlivých rozvodnicích (proudové chrániče, svodiče přepětí, výkonové spínače);
- f) definice jistících prvků v elektroměrové rozvodnici a v přípojkové skříní s ohledem na procházející proud;
- g) definice kabelů k jednotlivým domovním rozvodnicím, k elektroměrové rozvodnici a také k přípojkové skříní s ohledem na způsob uložení, uspořádání seskupených obvodů a teplotu okolí (typ, průřez a délka kabelu);
- h) výpočetní kontrola návrhu projektu u všech paprsků na impedanci poruchové smyčky, vypínací charakteristiky jistících prvků a selektivitu jištění.

Všechny prvky (jistící a spínací přístroje, proudové chrániče, svodiče přepětí a kabely) použité v návrhu ve výpočetním programu Sichr odpovídají skutečným prvkům použitým v řešeném projektu. Pouze přepět'ové ochrany 3. stupně (SVD-253-1N-MZS) na daných zásuvkových obvodech nejsou ve skutečném projektu použity. V programu tyto svodiče přepětí pouze znázorňují přítomnost přepět'ových ochrany 3. stupně v daných zásuvkových obvodech. V reálném projektu je 3. stupeň přepět'ové ochrany realizován použitím zásuvek s vestavěnou přepět'ovou ochranou.

Jednotlivé jednofázové vývody připojíme s ohledem na jejich předpokládané zatížení k jednotlivým fázím (L1, L2, L3) tak, aby jednotlivé fázové vodiče přívodního vedení (v elektroměrové rozvodnici) byly rovnoměrně zatěžovány.

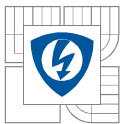
Při definici délky kabelů jednotlivých vývodů v programu Sichr, představujících zásuvkové obvody v řešeném projektu, uvažujeme přibližnou délku celého zásuvkového obvodu. To znamená délku od jistícího prvku v dané domovní rozvodnici, přes jednotlivé zásuvky, až po poslední zásuvku daného obvodu. Zatížení takového vývodu v programu Sichr definujeme hodnotou jmenovitého proudu zásuvky a jistícího prvku daného zásuvkového obvodu (tedy 16 A). Pouze u zásuvkových obvodů, určených pro samostatně připojený spotřebič (pračka, vana, trouba, sporák atd.), zatížení v programu definujeme příkonem daného spotřebiče. Při definici délky kabelů jednotlivých vývodů, představujících světelné obvody v řešeném projektu, uvažujeme (na rozdíl od zásuvkových obvodů) pouze přibližnou délku kabelu od příslušného jistícího prvku v dané rozvodnici až po nejvzdálenější svítidlo daného světelného obvodu. Zatížení takového vývodu v programu Sichr pak definujeme jako součet příkonů všech svítidel v daném světelném obvodu. Z důvodu tohoto zjednodušení je tedy při výpočtu programem uvažován nejhorší možný případ zatížení kabelu.

Při výpočtu uvažujeme dle normy [2] na sběrnicích jednotlivých domovních rozvodnic součinitel náročnosti $\beta = 0,77$. V programu musíme však uvažovat také předpokládané soudobosti jednotlivých vývodů, protože všechny spotřebiče nejsou současně v provozu. Soudobost a další základní parametry jednotlivých vývodů (obvodů) pro výpočtový program Sichr jsou uvedeny v Tab. 9. Celkové schéma návrhu

projektu v programu je uvedeno v příloze C. Přehled všech parametrů a výpočtů z programu je pak uveden také v příloze C, ale pouze v elektronické verzi.

Tab. 9: Základní parametry jednotlivých obvodů pro výpočtový program Sichr

	obvod (vývod)	zatížení	soudobost	typ kabelu	délka kabelu	jištění	proudový chránič
R1.NP	Z1.1	16 A	0.3	CYKY 3x2,5	13 m	16 A	FI1
	Z1.2	16 A	0.1	CYKY 3x2,5	20 m	16 A	FI2
	Z1.3	16 A	0.3	CYKY 3x2,5	20 m	16 A	
	Z1.4	16 A	0.3	CYKY 3x2,5	30 m	16 A	
	Z1.5	16 A	0.3	CYKY 3x2,5	30 m	16 A	
	Z1.6	16 A	0.3	CYKY 3x2,5	22 m	16 A	
	pračka	2 kW	0.3	CYKY 3x2,5	10 m	16 A	
	vana	100 W	0.3	CYKY 3x2,5	14 m	16 A	
	trouba	3 kW	0.3	CYKY 3x2,5	21 m	16 A	
	myčka	2 kW	0.3	CYKY 3x2,5	18 m	16 A	
	chladnička	200 W	0.5	CYKY 3x2,5	18 m	16 A	
	sporák	8 kW	0.3	CYKY 5x4	21 m	16 A	
	S1.1	340 W	0.9	CYKY 3x1,5	25 m	10 A	-
	S1.2	560 W	0.9	CYKY 3x1,5	25 m	10 A	-
	S1.3	460 W	0.9	CYKY 3x1,5	22 m	10 A	FI2
R1.PP	Z0.1	16 A	0.2	CYKY 3x2,5	30 m	16 A	FI3
	Z0.2	16 A	0.2	CYKY 3x2,5	13 m	16 A	
	plyn. kotel	100 W	0.3	CYKY 3x2,5	3 m	16 A	
	vrata1	200 W	0.3	CYKY 3x2,5	10 m	16 A	
	vrata2	200 W	0.3	CYKY 3x2,5	10 m	16 A	
	brána	500 W	0.3	CYKY 3x2,5	20 m	16 A	
	DR	3 A	1	CYKY 3x1,5	10 m	6 A	
	400V/16A	16 A	0.1	CYKY 5x4	13 m	16 A	
	S0.1	520 W	0.9	CYKY 3x1,5	10 m	10 A	-
	S0.2	460 W	0.9	CYKY 3x1,5	13 m	10 A	-
R2.NP	Z2.1	16 A	0.3	CYKY 3x2,5	14 m	16 A	FI4
	Z2.2	16 A	0.3	CYKY 3x2,5	27 m	16 A	FI5
	Z2.3	16 A	0.3	CYKY 3x2,5	27 m	16 A	
	Z2.4	16 A	0.3	CYKY 3x2,5	24 m	16 A	
	zás. půda	16 A	0.1	CYKY 3x2,5	20 m	16 A	
	vana	100 W	0.3	CYKY 3x2,5	4 m	16 A	
	sprcha	200 W	0.3	CYKY 3x2,5	10 m	16 A	
	S2.1	740 W	0.9	CYKY 3x1,5	25 m	10 A	-
	S2.2	220 W	0.9	CYKY 3x1,5	9 m	10 A	FI5



Na základě výpočetní kontroly v programu Sichr u všech paprsků na impedanci poruchové smyčky, vypínací charakteristiky jisticích prvků a selektivitu jištění můžeme konstatovat, že řešený projekt (dimenzování a jištění jednotlivých kabelů) je navržen správně.

Celkový výpočtový proud v jednotlivých fázích přívodního vedení (v elektroměrové rozvodnici), určený z programu Sichr, dosahuje hodnoty:

- $I_{L1} = 24,5 \text{ A}$;
- $I_{L2} = 24,8 \text{ A}$;
- $I_{L3} = 24,1 \text{ A}$.

Protože předpokládané soudobosti jednotlivých vývodů jsou voleny s dostatečnou rezervou, můžeme na základě výpočtového proudu z programu tvrdit, že zvolený trojfázový hlavní jistič v elektroměrové rozvodnici o jmenovitém proudu 25 A (tedy LPN-25B-3) je navržen správně.

6 ZÁVĚR

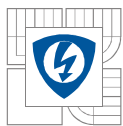
Cílem první části této práce bylo podle zadání zpracovat současné trendy v řešení elektroinstalace v rodinném domě. Byly zde tedy krátce popsány dva základní používané typy instalací, tedy klasické a inteligentní elektroinstalace.

Důraz byl kladen na druhou část práce, kde byly podrobně uvedeny požadavky na jednotlivé části silových domovních elektrických rozvodů podle platných českých technických norem. Byly zde postupně rozebírány jednotlivé části elektroinstalace od elektrické přípojky až po jednotlivé zásuvkové a světelné obvody, včetně domovních rozváděčů a vedení před i za nimi. Dále zde byly uvedeny požadavky na umístění elektrických rozvodů v jednotlivých místnostech rodinného domu.

V následující části práce byly obecně popsány nejdůležitější způsoby ochrany používané v rodinných domech. Jedná se o ochranu proti nadproudům, ochranu před úrazem elektrickým proudem a ochranu před účinky tepla. V rámci ochrany před úrazem elektrickým proudem je v práci uvedena ochrana automatickým odpojením od zdroje a ochrana malým napětím obvodů SELV a PELV.

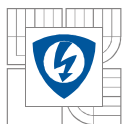
V poslední části práce byl podle zadání vypracován konkrétní projekt elektroinstalace v rodinném domě. Jedná se o rekonstrukci elektroinstalace v trojpodlažním rodinném domě. Byl proveden návrh vnitřních silových rozvodů a jejich jištění před přetížením a před zkratem a návrh osazení jednotlivých domovních rozvodnic. V projektu byla řešena také přepětěová ochrana a ochranné domovní pospojování. Podkladem pro tento projekt byla výkresová dokumentace stavby poskytnutá investorem. Při zpracování bylo přihlédnuto ke konkrétním požadavkům investora na rozmístění jednotlivých prvků elektroinstalace. Dalšími podklady byly katalogové listy použitých elektrotechnických výrobků a příslušné české technické normy (ČSN) platné v době zpracování projektu. V rámci projektu byla vypracována technická zpráva a výkresová dokumentace, která obsahuje výkresy zásuvkových i světelných obvodů v jednotlivých podlažích domu a také výkresy jednotlivých domovních rozvodnic včetně jejich přístrojového vybavení. Nakonec byla provedena kontrola správnosti návrhu projektu z hlediska dimenzování a jištění vedení proti přetížení a zkratu ve výpočtovém programu Sichr od společnosti OEZ. Na základě této kontroly lze konstatovat, že vypracovaný projekt elektroinstalace je navržen správně a může být tedy realizován.

Při vypracování tohoto projektu elektroinstalace bylo využito informací uvedených v předchozích částech práce. Jedná se zejména o požadavky norem na dimenzování a jištění jednotlivých domovních obvodů, o požadavky na umístění elektrických rozvodů v jednotlivých místnostech a také o návrh takových ochranných opatření, aby byla zajištěna maximální bezpečnost.

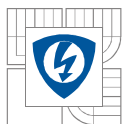


LITERATURA

- [1] ČSN 33 3320. *Elektrotechnické předpisy - Elektrické přípojky*. Český normalizační institut, 1995.
- [2] ČSN 33 2130 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [3] ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [4] ČSN 33 2000-4-43 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [5] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Praha: Český normalizační institut, 2007.
- [6] ČSN 33 2000-4-42 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-42: Bezpečnost - Ochrana před účinky tepla*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [7] GROSSMANN, František. *Bezpečnost elektrických zařízení: Učební texty*. 2012.
- [8] HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. Klasická versus inteligentní elektroinstalace. In: *TZB-info: Domovní elektroinstalace* [online]. Topinfo, 19.9.2011 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace#english_synopsis
- [9] MRÁZIK, Josef. *Implementace SW pro řízení inteligentní elektroinstalace* [online]. Praha, 2006 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: https://support.dce.felk.cvut.cz/mediawiki/images/3/3e/Bp_2006_mrzik_josef.pdf. Bakalářská práce. České vysoké učení technické, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Pavel Němeček.
- [10] JANČA V.M. *Ceník pro koncové zákazníky* [online]. 2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: http://www.jancaelektro.cz/cenik/cenik_koncovy.xlsx
- [11] OEZ. *Modulární přístroje Minia* [online]. 2011 [cit. 2013-04-21]. ISBN N1-2011-C. Dostupné z: http://www.oez.cz/file/365_1_1/
- [12] OEZ. *DistriTon - Rozvodnice do 198 modulů* [online]. 2011 [cit. 2013-04-21]. ISBN RS3-2011-C. Dostupné z: http://www.oez.cz/file/506_1_1/



-
- [13] Katalog on-line: Domovní elektroinstalační materiál. ABB. *Informační portál o domovní elektroinstalaci* [online]. Elektro-Praga, © 2006 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/catalog.asp?thema=2688&category=3205>
- [14] PER 1-2 (Modul). Elplast - KPZ Rokycany: *Katalog produktů* [online]. Elplast - KPZ Rokycany, © 2013 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.elplast-kpz.cz/per-1-2-modul>
- [15] KOPOS KOLÍN. *Katalog: Strom kategorií* [online]. OPTIMUS, © 2001–2013 [cit. 2013-04-21]. Dostupné z: <http://koposkatalog.cz/strom.php>
- [16] Produkty v kategorii: Svorky, můstky. SEDTEL. *Elektroinstalační materiál* [online]. Elmaterial.cz, © 2008 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.elmaterial.cz/product/kategorie/9-Svorky--moustky/>
- [17] ELEKTRO, výrobní družstvo v Bečově nad Teplou. *Zemní prvky* [online]. 2013 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: http://www.relko.cz/katalogy/elektro_becov/8_zem_prvky_a_EPS.pdf
- [18] Zásuvka nástěnná 400V/16A/5pólů. IElektra.cz: *Kategorie* [online]. REIMONT, © 2009–2013 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://www.ielektra.cz/zasuvka-nastenna-400v-16a-5polu/d-77969/>
- [19] Sádra elektrikářská RIGIPS - 25 kg. STAVOSPOL: *Produkty* [online]. STAVOSPOL, © 2013 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.stavospol.cz/produkty/11040019-sadra-elektrikarska-20kg-rigips-1pal-40ks/>
- [20] Výpočtový program Sichr. OEZ: *Softwarová podpora* [online]. OEZ, © 2013 [cit. 2013-05-21]. Dostupné z: <http://www.oez.cz/sluzby/vypoctovy-program-sichr>



PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Technická zpráva

Příloha B – Výkresová dokumentace

Výkres 1.PP – zásuvkové obvody
Výkres 1.NP – zásuvkové obvody
Výkres 2.NP – zásuvkové obvody
Výkres 1.PP – světelné obvody
Výkres 1.NP – světelné obvody
Výkres 2.NP – světelné obvody
Výkres rozvodnice R1.PP
Výkres rozvodnice R1.NP
Výkres rozvodnice R2.NP
Výkres elektroměrové rozvodnice ER

Příloha C – Výstupy z programu Sichr

Celkové schéma návrhu projektu
Přehled parametrů a výpočtů