

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**Návrh silnoproudých elektrických rozvodů
v bytovém domě**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vypracoval:

Michal Buk

Vedoucí práce:

doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.

2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Buk Jméno: Michal Osobní číslo: 460493
 Zadávající katedra: k125
 Studijní program: Stavební inženýrství
 Studijní obor: C- konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh silnoproudých elektrických rozvodů v bytovém domě

Název bakalářské práce anglicky: Design of heavy current electrical wiring in an apartment building

Pokyny pro vypracování:

Zpracování projektové dokumentace silnoproudých elektrických rozvodů v bytovém domě. Návrh elektrické přípojky, definování a výpočet dimenze vodičů a jištění elektrických rozvodů.

Návrh rozvodných zařízení včetně zabezpečení ochran proti přepětí, nadproudu a ochrany v nebezpečných prostorách.

Zpracování projektové dokumentace pro stavební řízení.

Seznam doporučené literatury:


Garlík, Bohumír: Technická zařízení budov / Elektrická instalace v budovách

Norma Elektrické instalace nízkého napětí- Vnitřní elektrické rozvody ČSN 33 2130 ed.3

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.

Datum zadání bakalářské práce: 03.10. 2019 Termín odevzdání bakalářské práce: 5.1. 2020

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

3.10. 2019
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

Roudnice nad Labem, 05.01.2020

Michal Buk

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat za odborné vedení panu doc. Ing. Bohumíru Garlíkovi CSc. a za poskytnuté materiály a konzultace, při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat mým rodičům, kteří mi po celou dobu studia umožnili finančně i materiálově studovat na vysoké škole.

Obsah:

Anotace:.....	7
Klíčová slova:.....	7
Seznam použitých symbolů a zkratk	8
Úvod	9
Použité normy a vyhlášky	10
Část 1.	11
1. Přenosová soustava elektrické energie.....	11
2. Sítě pro střídavé nízké napětí	13
2.1 Sítě TN-C [4]	13
2.2 Sítě TN-S [4]	13
2.3 Sítě TN-C-S [4]	14
2.4 Sítě TT [4]	14
2.5 Sítě IT [6].....	15
3. Typy a značení vodičů.....	15
3.1 Typy vodičů	16
3.2 Barevné značení vodičů	16
3.3 Starší značení kabelů [7].....	16
3.4 Značení harmonizovaných vodičů.....	17
3.5 Uložení vodičů.....	17
4. Instalační zóny.....	18
4.1.1 Vedení elektrických rozvodů v koupelnách:.....	19
5. Podmínky připojení a návrh elektrické přípojky	21
5.1 Podmínky pro připojení k distribuční soustavě [9]	21
5.1.1 Žádost o připojení [9]	21
5.2 Elektrické přípojky	21
6. Dimenzování průřezů	22
6.1 Dimenzování pomocí výpočtu	22
6.1.1 Výpočet zatížení hlavního domovního vedení (HDV)	22
6.1.2 Výpočet úbytku napětí	24
6.1.3 Dimenzování vodičů podle vypočítané plochy průřezu	25
6.2 Dimenzování HDV podle tabulek	26
7. Přípojkové skříně a rozvaděče	26

7.1	Přípojková skříň.....	26
7.2	Rozvaděče obecně.....	27
7.2.1	Elektroměrové rozvaděče.....	27
7.2.2	Stupeň krytí IP.....	27
8.	Elektrické přístroje	29
8.1	Elektroměry	29
8.1.1	Zapojení jednofázového jednosazbového elektroměru	30
8.1.2	Zapojení jednofázového dvousazbového elektroměru	30
8.1.3	Zapojení třífázového jednosazbového elektroměru.....	30
8.1.4	Zapojení třífázového dvousazbového elektroměru	31
8.1.5	Chytré elektroměry	31
8.2	Pojistky.....	31
8.3	Jističe	32
8.4	Proudové chrániče	34
9.	Světelné obvody.....	36
9.1	Jednopolový vypínač	36
9.2	Sériový přepínač.....	37
9.3	Střídavý přepínač	37
9.4	Dvojitý střídavý přepínač	37
9.5	Křížový vypínač.....	38
10.	Zásuvkové obvody	38
	Část 2. Návrh silnoproudých rozvodů v bytovém domě	40
11.	Seznámení s objektem	40
12.	Seznam místností a výkonů světel.....	40
13.	Dimenzování vodičů a jističů	42
14.	Závěr	45
15.	Seznam použité literatury a podkladů.....	46
16.	Seznam příloh	49

Anotace:

Předkládaná bakalářská práce se zabývá projektováním silnoproudých elektrických rozvodů v bytovém domě. Tato práce se skládá ze dvou hlavních částí. První část se zabývá teoretickým řešením elektroinstalací v objektech, popisuje jednotlivé typy a možnosti prvků tvořící silnoproudé elektrické rozvody v bytových objektech a uvádí normy používané pro vnitřní elektrické rozvody. Druhá část práce obsahuje konkrétní řešení silnoproudých rozvodů daného objektu, v tomto případě bytového domu.

Klíčová slova:

Elektrické rozvody, silnoproudé rozvody, elektroinstalace, vnitřní elektrické rozvody.

Annotation:

Concerned with the design of heavy current electrical wiring system in apartment buildings. The thesis consists two main parts. The first part explains the theoretical basis of the electrical wiring solution for buildings. Moreover, the first part describes specific types of elements which make up the heavy current wiring system and states the norms used for internal electrical wiring. Thereupon, the second part offers a final solution for the heavy current wiring system used in apartment buildings scenario.

Keywords:

Electrical wiring, Heavy current wiring, Electrical installation, Internal electrical wiring

Seznam použitých symbolů a zkratek

Al= hliník
BR= bytová rozvodnice
$\cos(\varphi)$ = účinník
Cu= měď
ČR= Česká republika
HDV= hlavní domovní vedení
HDO= hromadné dálkové ovládání
I= proud
L= fáze
N= pracovní vodič
NN= nízké napětí
PE= ochranný vodič
PEN= střední vodič
PS= pojistková skříň
S= plocha průřezu vodiče
U= napětí
VN= vysoké napětí
VVN= velmi vysoké napětí
ZVN= zvlášť vysoké napětí
β = činitel soudobosti
γ = měrná elektrická vodivost

Úvod

Cílem této bakalářské práce je zpracování silnoproudých rozvodů ve vybraném objektu v úrovni stavebního řízení. Projekt bude vypracován podle platných norem a předpisů.

První část mé bakalářské práce je založena na popisu jednotlivých částí elektrického rozvodu. Od samotné elektrické sítě až po koncové zásuvky, spotřebiče a svítidla. Budou detailně popsány principy fungování bezpečnostních elektrických zařízení, jako jsou pojistky, jističe, proudové chrániče apod. V práci budou také schémata zapojení jednotlivých typů vypínačů a přepínačů a jejich kombinace, které se nejčastěji používají v praxi.

Druhá část bakalářské práce je aplikování teoretických znalostí na zadaný bytový dům. Obsahuje už konkrétní výpočty dimenzí vodičů, návrhy rozmístění elektrických vývodů pro světla, vypínače, zásuvky a spotřebiče.

V přílohách jsou obsaženy jednotlivé výkresy rozdělené zvlášť pro světelné a zvlášť pro zásuvkové rozvody, dále obsahují schémata zapojení rozvaděčů a technickou zprávu.

Toto téma jsem si vybral z důvodu mého zájmu o elektrotechniku v budovách a z důvodu získání nových znalostí, které se na našem oboru příliš neučí, a které mi pomohou v navazujícím magisterském studiu na oboru Inteligentní budovy.

Použité normy a vyhlášky

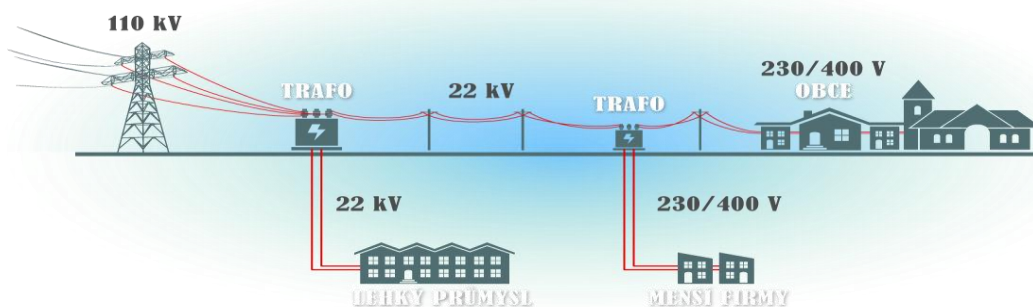
- ČSN 33 2000-5-51 ed. 3- Elektrické instalace nízkého napětí- Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy
- ČSN 33 2000-7-701 ed.2- Prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory
- ČSN33 2000-4-41 ed.2- Elektrické instalace nízkého napětí- Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ČSN 73 0802- Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty.
- ČSN EN 60 529– Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód)
- ČSN 33 2000-4-443 ed.2- Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím
- ČSN 33 2130 ed.3- Elektrické instalace nízkého napětí- Vnitřní elektrické rozvody
- ČSN 33 2000-1 ed.2- Elektrické instalace nízkého napětí- Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice
- ČSN 33 3320 ed.2- Elektrotechnické předpisy - Elektrické přípojky
- ČSN 33 2000-4-44, Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 4-43: Ochrana proti nadproudům
- ČSN 33 2000-5-54 ed. 3- Elektrické instalace nízkého napětí- Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče
- ČSN 33 2000-5-52 ED. 2- Elektrické instalace nízkého napětí- Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení
- ČSN 33 0166 ED.2- Označování žil kabelů a ohebných šňůr
- ČSN 34 7409- Systém značení kabelů a vodičů
- Vyhláška č. 51/2006 Sb.
- ČSN 35 9754- Závěry a klíče pro zajišťování hlavních domovních skříní, rozpojovacích jisticích skříní a rozvodných zařízení nn, umístovaných v prostředí venkovním

Část 1.

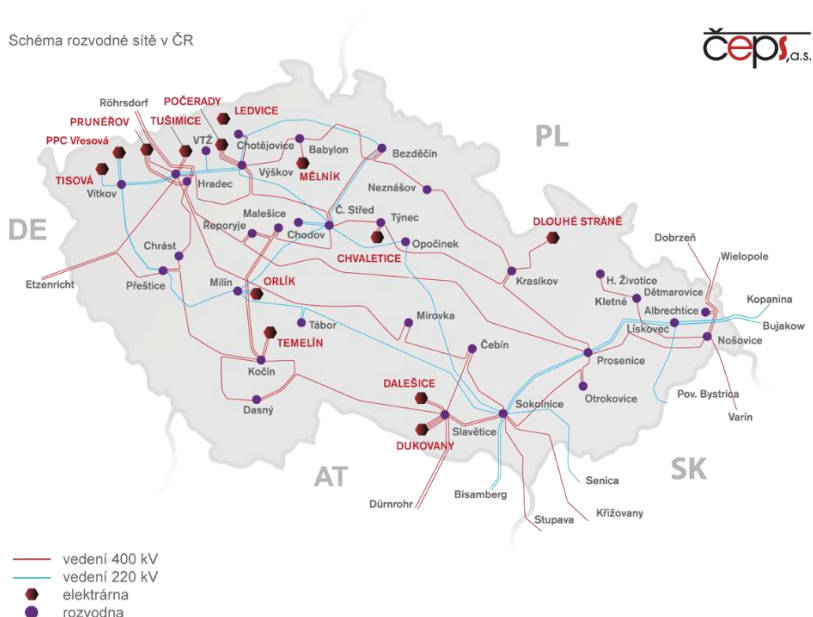
1. Přenosová soustava elektrické energie

Abychom vůbec mohli používat v domácnostech a průmyslu elektrický proud, je zapotřebí vytvořit rozvodnou elektrickou síť, která nám zajistí dostatečný výkon, abychom mohli uspokojit všechny subjekty využívající elektrický proud. V dnešní době dochází k čím dál větší elektrifikaci a je zapotřebí, aby naše rozvodná síť byla schopná pokrýt veškerou poptávku elektrické energie. Cílem projektantů budov, je navrhovat energeticky co nejúspornější domy. Dá se toho docílit například domy, které jsou postavené v pasivním nebo nulovém standardu (pokud je jako zdroj vytápění použita elektrická energie) nebo použitím Led diodových svítidel, které mají mnohem menší spotřebu, než například klasická wolframová žárovka (jejich výroba je od roku 2012 v EU zakázána, přesto jich je v provozu zejména v domácnostech stále velmi mnoho).

Elektrická síť je komplex vzájemně propojených elektrických stanic elektrickým vedením, který zajišťuje přenos elektrické energie od dodavatelů k odběratelům.



Obr.1- Distribuční síť [1]



Obr. 2- Schéma rozvodné sítě v ČR [1]

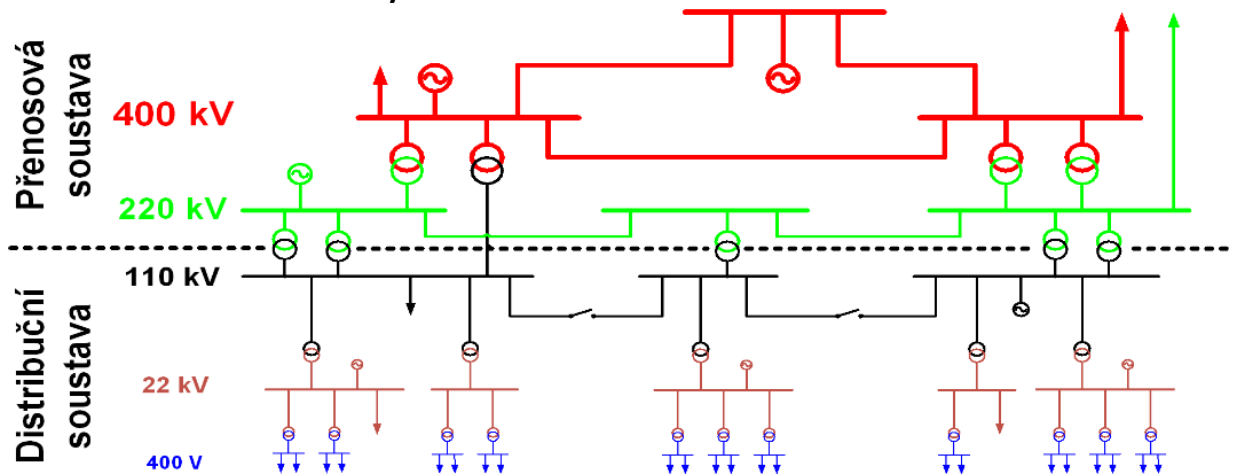
Délky tras vedení v ČR: [2]

Vedení 400 kV- 3 735 km

Vedení 220 kV- 1 909 km

Vedení 110 kV- 84 km

Rozdělení elektrické soustavy v ČR:



Obr. 3- Schéma přenosové a distribuční soustavy [3]

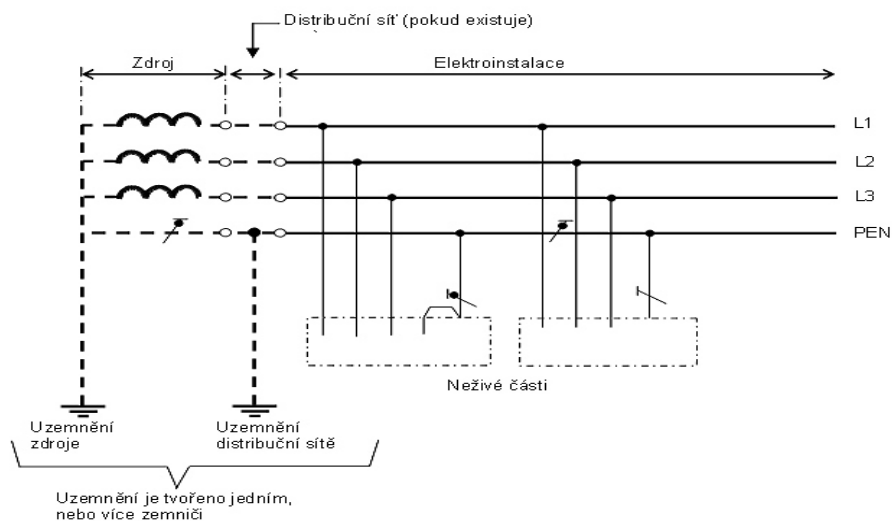
- Přenosová soustava: tvoří hlavní síť v České republice, skládá se ze 400 a 220 kV sítí. Jsou na ní napojeny zahraniční sítě a slouží k přenosu výkonů na velké vzdálenosti. Při výpadku jednoho vedení, či transformátoru, převezme zatížení jiný transformátor nebo vedení.
- Distribuční soustava: slouží k distribuci elektrické energie k odběratelům. Skládá se ze 110 kV a nižších napěťových sítí. Při výpadku dojde k přerušení dodávky proudu k odběratelům, pokud není k dispozici žádné jiné vedení.

Na síť 400/230 V se připojují domácnosti a menší firmy. Na síti 22 kV se připojuje lehký průmysl viz. obr.1.

2. Síť pro střídavé nízké napětí

2.1 Síť TN-C [4]

Jedná se o trojfázovou síť, která má uzemněný nulový bod. PEN vodič plní funkci středního (nulového) a současně i ochranného vodiče viz. obr. 4.



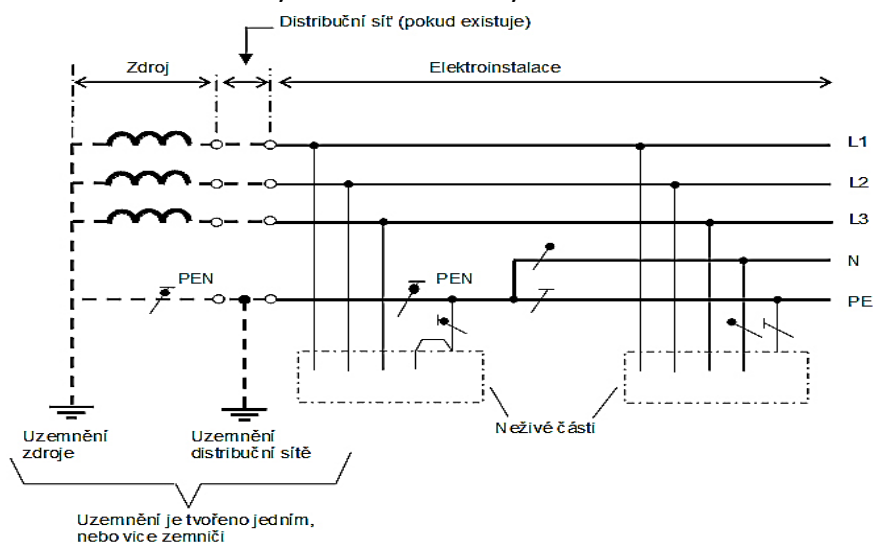
Obr. 4 Schematické naznačení sítě TN-C [6]

Poznámka:

Čárkované čáry v následujících schématech znázorňují spojení, které není normou vycházející z ČSN 33 200-1 ed. 2 přímo vyžadováno, na rozdíl od vedení vyznačeného plnou čarou, které je normou považováno za nezbytné. Pro soukromé síť může být zdroj a/nebo rozvodný systém považován za část elektroinstalace ve smyslu této normy. V tomto případě jsou všechny čáry plné.

2.2 Síť TN-S [4]

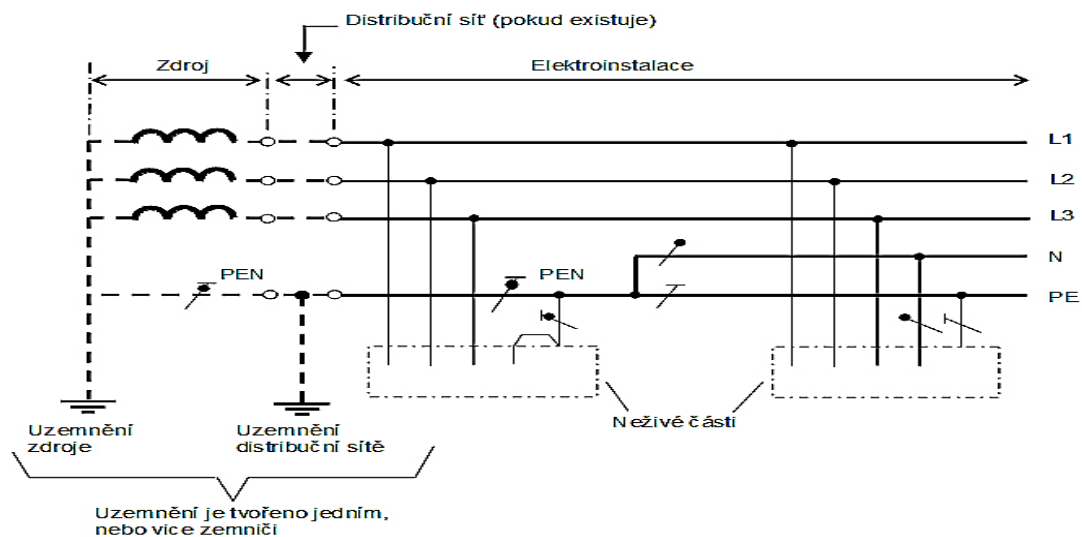
Jedná se o trojfázovou síť, která má uzemněný střední bod. Oproti síti TN-C má rozdělený vodič PEN na ochranný vodič PE a nulový vodič N viz. obr. 5.



Obr. 5 Schematické naznačení sítě TN-S [6]

2.3 Síť TN-C-S [4]

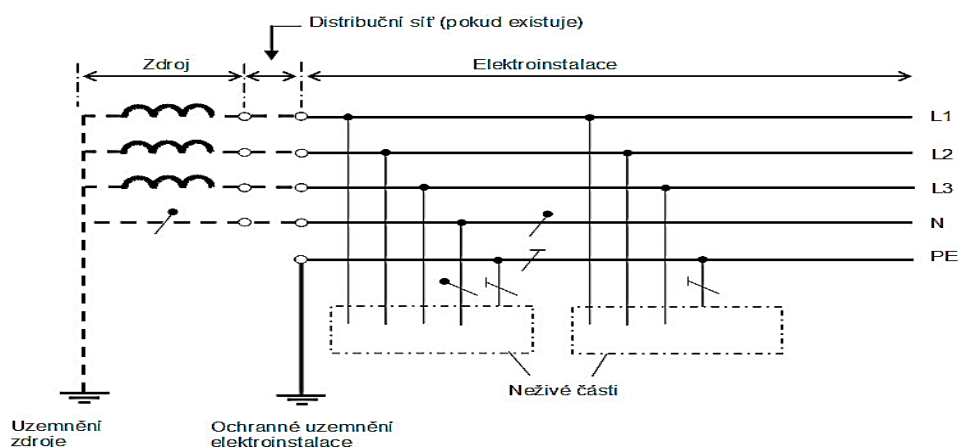
Jedná se o „kombinaci“ sítě TN-C a sítě TN-S. Má uzemněný střední bod. V první části vodič PEN plní funkci nulového i ochranného vodiče, ale ve druhé části je vodič PEN rozdělen na ochranný vodič PE a nulový vodič N viz. obr. 6.



Obr. 6 Schematické naznačení sítě TN-C-S [6]

2.4 Síť TT [4]

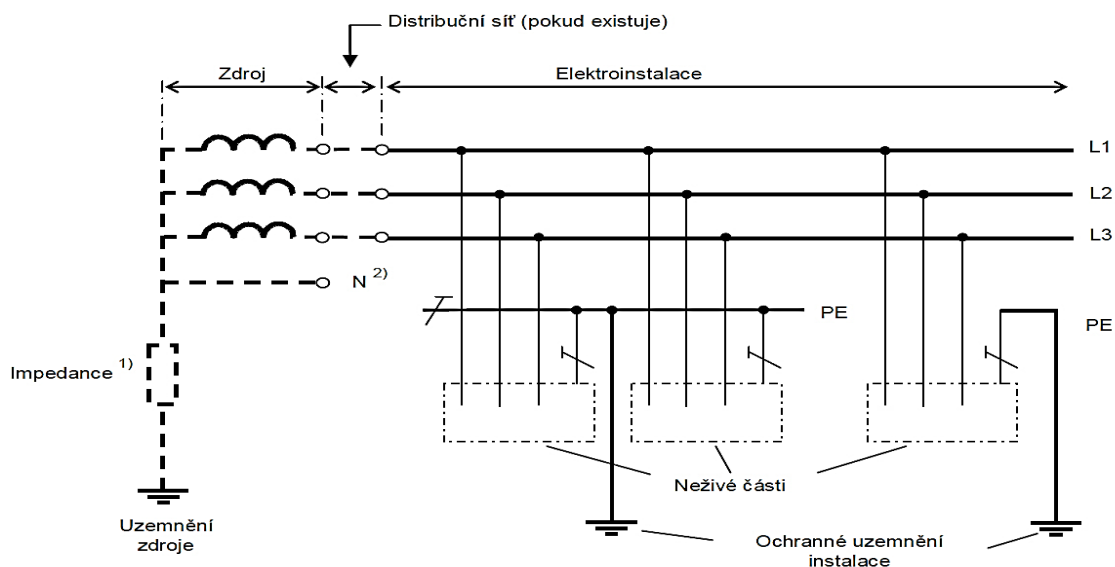
Jedná se o trojfázovou síť, která je uzemněna s ochranou neživých částí zemněním. Tato síť může být bez vyvedeného středního vodiče. Ochranným vodičem se provede ochrana neživých částí, které jsou uzemněny. Ochranný vodič je prostřednictvím země spojen s uzemněným středním bodem viz. obr. 7 [5].



Obr. 7 Schematické naznačení sítě TT [6]

2.5 Sítě IT [6]

Jedná se o trojfázovou síť, který má všechny živé části izolované od země, nebo mají jeden bod spojený se zemí přes impedanci viz. obr.8. Neživé části elektroinstalace jsou uzemněny.

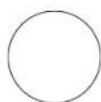


Obr. 8 Schematické naznačení sítě IT [6]

3. Typy a značení vodičů

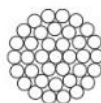
V dnešní době jsou používány 2 materiály pro vedení elektrického proudu, a to měď a hliník. Měď jako vodič je lepší než hliník, ale je těžší. Hliníkový vodič má horší vodivost a více se zahřívá na přechodu mezi vodičem a svorkou, ale je lehčí a levnější než měděný vodič. Hlavní nevýhodou hliníkového vodiče je, že tzv. „teče“, způsobuje to teplotní roztažnost hliníku, kdy se poměrně dost při zahřátí roztahuje, čímž dojde k deformaci ve svorce a po zmenšení proudu dojde k ochlazení a zmenšení vodiče. To způsobí, že svorka už nebude pevně doléhat na vodič a může dojít vlivem vysokého přechodového odporu k požáru. K tomuto jevu dochází hlavně u starých elektroinstalacích. V dnešní době existují svorky, které tyto jevy dokáží vykompenzovat a předejít tak požáru. Dle normy ČSN 332000-5-52 se hliníkový vodič smí použít až od průřezu 10 mm², tím nám v podstatě zamezí používání hliníkových vodičů ve vnitřních elektrických rozvodech, protože pro vnitřní rozvody se používají hlavně průřezy 1,5 mm² pro světla a 2,5 mm² pro zásuvky.

3.1 Typy vodičů



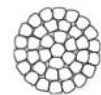
Kulatý jednodrátový (RE)

Pro malé a střední průřezy (měděné holé nebo pocínované). Používá se při výrobě kabelů a vodičů pro pevné uložení.



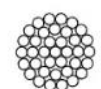
Kulatý mnohadrátový (RM)

Pro střední a velké průřezy. Používá se při výrobě kabelů a vodičů pro pevné uložení.



Kulatý mnohadrátový komprimovaný (RM)

Pro kompaktní vodiče středních a velkých průřezů. Používá se při výrobě kabelů a vodičů pro pevné uložení.



Z jemných, popřípadě velmi jemných drátků

Pro všechny průřezy z holé nebo pocínované mědi. Používá se při výrobě kabelů a vodičů pro pohyblivé uložení.



Sektorový jednodrátový (SE)

Pro střední a velké průřezy z hliníku do 240 mm. Používá se při výrobě 3 nebo 4 žilových kabelů pro pevné uložení.



Sektorový mnohadrátový (SM)

Pro střední a velké průřezy z mědi a hliníku od 35 mm. Používá se při výrobě 3 nebo 4 žilových kabelů pro pevné uložení.

Obr. 9 Možné uložení vodičů v kabelu [8]

3.2 Barevné značení vodičů

Dle ČSN 33 0166 ed.2 se vodiče značí následovně:

- Fázový vodič (L): hnědá, černá, šedá
- Střední (nulový) vodič (N): modrá
- Ochranný vodič (PE): žluto-zelená

3.3 Starší značení kabelů [7]

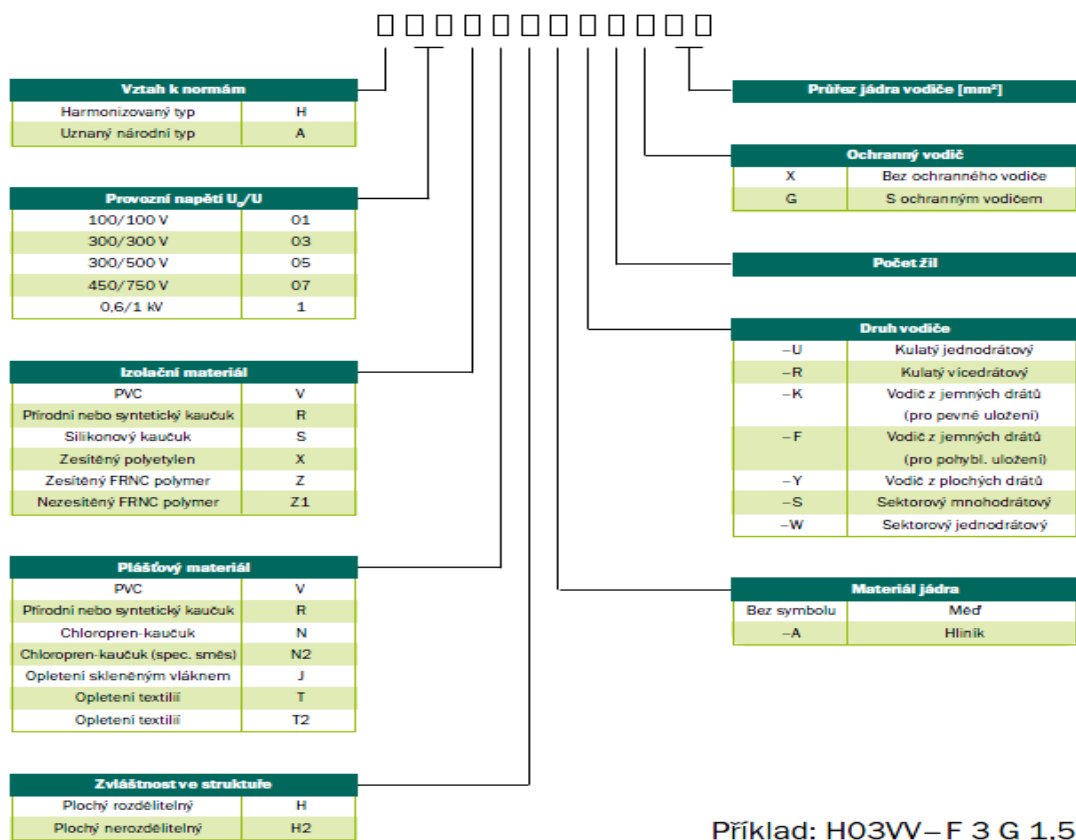
Starší, ale dnes stále používané označování kabelů se skládá ze 7 písmen/čísel.

1. písmeno	2. písmeno	3. písmeno	4. písmeno	5. znak	6. znak	7. znak
Materiál vodiče	Materiál izolace žíly	Druh vodiče	Společná izolace žil	Počet žil	Barevná kombinace	Průřez
A- hliník	Y- PVC	K- pro pevné uložení vodiče	Y- PVC			
C- měď	G- pryž	L- lehká šňůra- pro pohyblivé uložení	G- pryž			
	E- polyetylén		E- polyetylén			
	XE- zesíťovaný polyetylén		XE- zesíťovaný polyetylén			

Tab. 1 Popis značení kabelů

3.4 Značení harmonizovaných vodičů

Značení harmonizovaných vodičů a kabelů podle ČSN 34 7409.



Obr. 10 Popis značení kabelů podle ČSN 34 7409 (neúplné tabulky- pouze některé symboly) [8]

3.5 Uložení vodičů

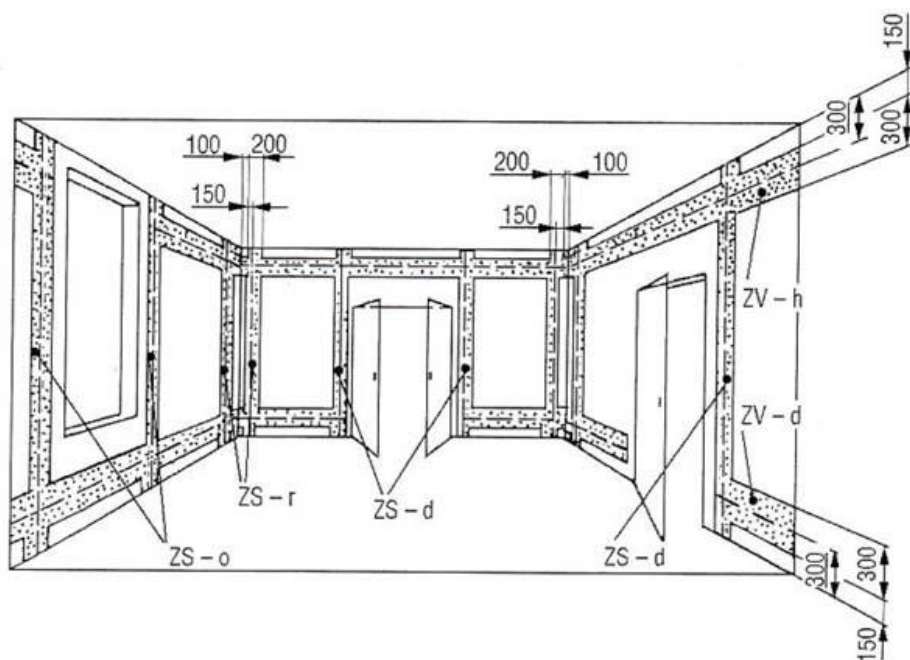
Některé způsoby uložení vodičů zobrazuje tab. 2.

způsob uložení	označení	popis
	A	Izolované vodiče v trubkách zapuštěných v izolačních stěnách.
	B	Izolované vodiče v trubkách nebo lištách na stěně.
	C	Kabely vícežilové na zdi., ve zdivu, na podlaze
	D	Kabely vícežilové v trubkách v zemi, nebo přímo v zemi.
	E	Kabely 2+3 žilové na vzduchu

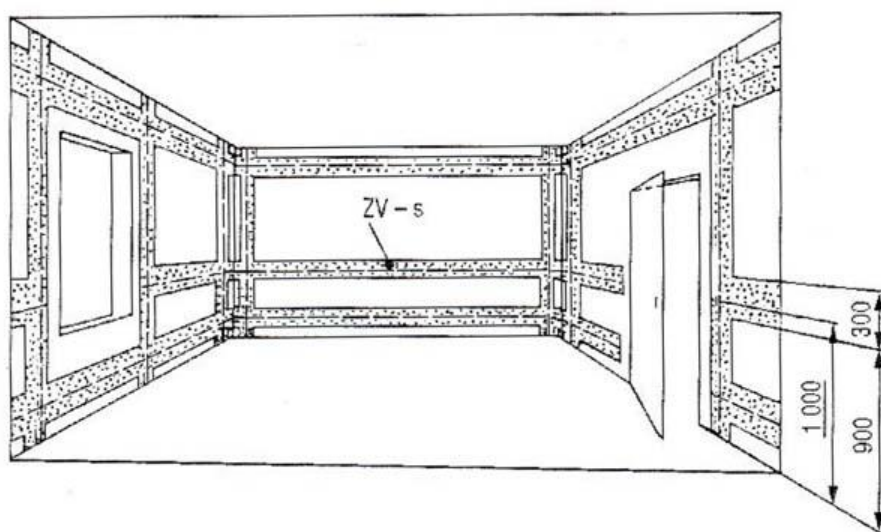
Tab. 2 Způsoby uložení vodičů [12]

4. Instalační zóny

Veškerá instalace v bytech se ukládá skrytě. Pro ukládání vodičů do zdí, jsou určeny instalační zóny podle obrázku č.11 a č.12.

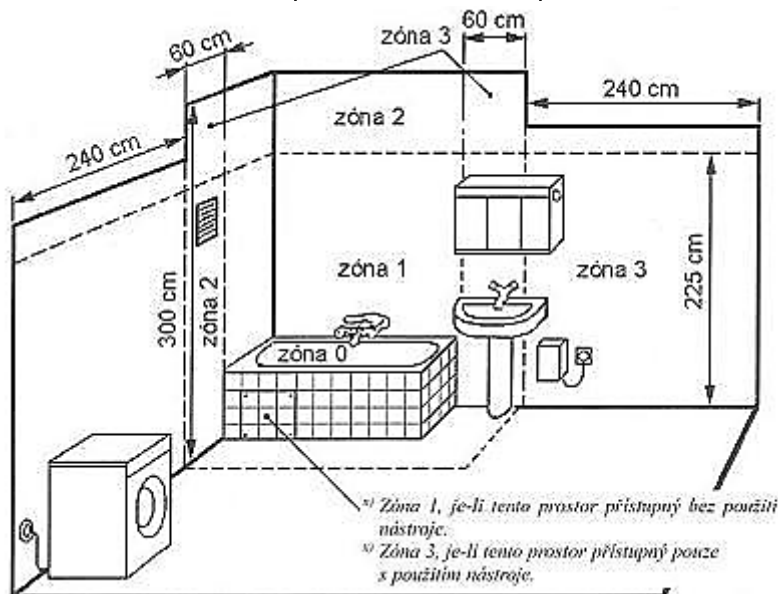


Obr. 11 Zóny pro ukládání vedení v pokojích [25]



Obr. 12 Zóny pro ukládání vedení v kuchyních a pracovnách [25]

4.1.1 Vedení elektrických rozvodů v koupelnách:

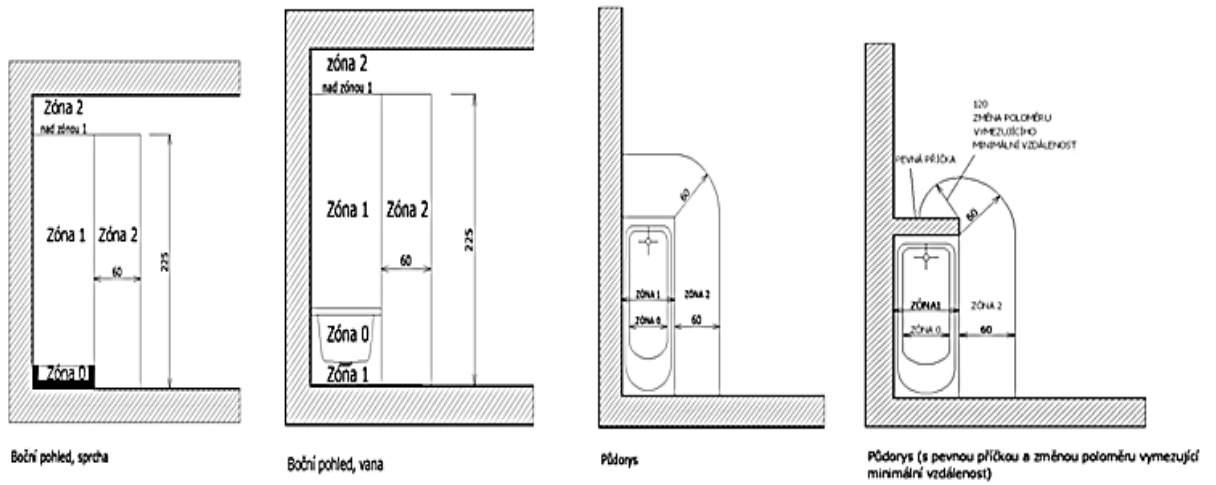


Obr. 13 Zóny pro ukládání vedení v koupelně [26]

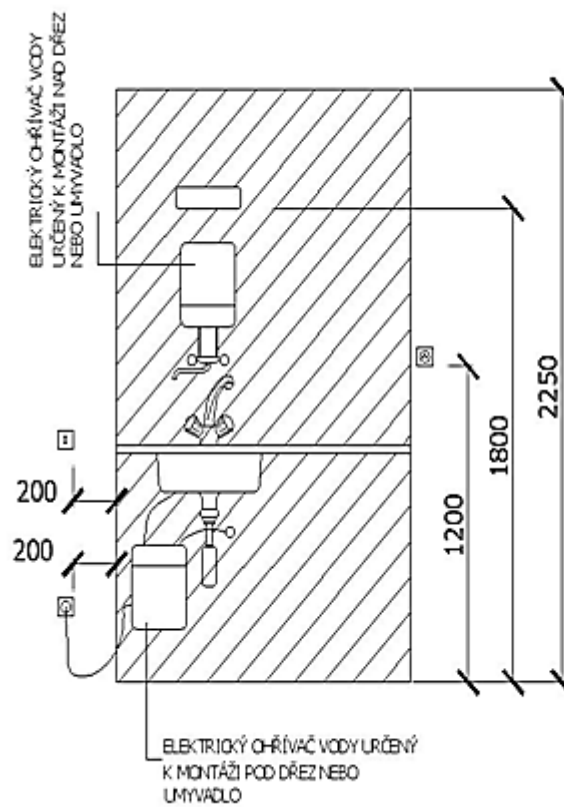
Veškeré rozvody v koupelnách musí být v souladu s normou ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 - Prostory s vanou nebo sprchou a umývací prostory.

Popis jednotlivých zón: [7]

- Zóna 0- prostor vany nebo vaničky sprchového koutu. V tomto prostoru nelze používat a zapojovat žádné elektrické přístroje s výjimkou přístrojů o malém napětí a dostatečném krytí alespoň IP X7 a musí být schváleny pro použití v tomto prostoru.
- Zóna 1- prostor nad vanou nebo vaničkou sprchového koutu do výšky 2 250 mm nad podlahou. V tomto prostoru je možné umístit ohřivač teplé vody s minimálním stupněm krytí IP X5 a elektrická ventilační zařízení z nevodivých hmot.
- Zóna 2- prostor 600 mm od zóny 1. V tomto prostoru mohou být instalovány ohřivače vody s minimálním stupněm krytí IP X5. Pokud jsou zde svítidla, musí splňovat požadavky elektrických předmětů třídy ochrany II (dvojitá izolace). Pokud svítidlo není součástí pevně připojeného elektrického spotřebiče určeného pro používání v zóně 2, musí být spodní okraj svítidla ve výši alespoň 1 800 mm nad podlahou. Další pevně připojené elektrické spotřebiče lze v zóně 2 instalovat za předpokladu, že jsou pro použití v zóně 2 určeny a že jejich použití bylo zvlášť ověřeno.
- V zónách 0; 1 a 2 se mohou pokládat jen vedení nutná pro pevně připojené spotřebiče umístěných v těchto zónách.
- V zónách 0; 1 a 2 se nesmí umísťovat krabicové rozvodky a žádná spínací a ovládací zařízení kromě těch, která jsou pevnou součástí zařízení, povolených pro tyto zóny.
- Zóna 3- v tomto prostoru je možné instalovat zásuvky s proudovým chráničem.



Obr. 14 Zóny v prostorech s vanou [27]



Obr. 15 Zóny v prostorech umyvadla [27]

5. Podmínky připojení a návrh elektrické přípojky

5.1 Podmínky pro připojení k distribuční soustavě [9]

Podmínky pro připojení k distribuční soustavě stanovuje vyhláška č. 51/2006 Sb.

- a) Žádost o připojení
- b) Studie připojitelnosti
- c) Smlouva o připojení mezi žadatelem a provozovatelem přenosové soustavy nebo provozovatelem distribuční soustavy nebo změna stávající smlouvy o připojení

5.1.1 Žádost o připojení [9]

Žádost o připojení se podává pro každé místo připojení zvlášť. Žádost o připojení zařízení se podává:

- a) před výstavbou nebo připojením nového zařízení, s výjimkou mikrodrojů připojovaných k distribuční soustavě postupem podle § 16,
- b) před změnou rezervovaného příkonu nebo výkonu stávajícího připojeného zařízení s výjimkou případů podle § 3 odst. 2,
- c) před změnou charakteru odběru podle přílohy č. 9 k této vyhlášce,
- d) v případě změny druhu výroby,
- e) v případě změny místa připojení k přenosové soustavě nebo distribuční soustavě
- f) v případě zvýšení instalovaného výkonu výroby připojené k distribuční soustavě.

Délkou elektrické přípojky se rozumí délka nejkratší stavebně a technicky proveditelné trasy přípojky promítnuté do půdorysu mezi místem odbočení z distribuční soustavy a hlavní domovní pojistkovou nebo hlavní domovní kabelovou skříní. [9]

5.2 Elektrické přípojky

Pro návrh elektrické přípojky platí norma ČSN 33 3320 ed.2- Elektrotechnické předpisy- Elektrické přípojky.

Rozdělení elektrických přípojek podle způsobu provedení:

- a) Přípojky provedené venkovním vedením
- b) Přípojky provedené kabelovým vedením
- c) Přípojky provedené kombinací venkovního a kabelového vedení

Rozdělení elektrických přípojek podle napětí:

- a) Přípojky nízkého napětí (nn)
- b) Přípojky vysokého napětí (vn)
- c) Přípojky velmi vysokého napětí (vvn)
- d) Přípojky zvlášť vysokého napětí (zvn)

Elektrická přípojka začíná odbočením od distribuční sítě a končí v přípojkové skříni. Elektrická přípojka je majetkem provozovatele distribuční sítě.

Minimální průřezy kabelů přípojky, která začíná v rozpínací skříni je u hliníkového (Al) vodiče $4 \times 16 \text{ mm}^2$ a u měděného (Cu) vodiče $4 \times 10 \text{ mm}^2$. U odbočky, která je zhotovena pomocí „T“ spojky z kabelového vedení je minimální průřez $4 \times 25 \text{ mm}^2$ (Al) nebo $4 \times 16 \text{ mm}^2$ (Cu).

Výpočet dimenze kabelu přípojky bude uveden v další kapitole.

6. Dimenzování průřezů

Navrhování vodičů podle normy ČSN 33 2130 ED.3. Tato norma platí pro navrhování, provádění a rekonstrukce vnitřních elektrických rozvodů silových a sdělovacích v objektech bytové a občanské výstavby, a v objektech s obdobným provozem, například administrativního charakteru. Vnitřní elektrické rozvody musí vyhovovat dalším souvisejícím normám a předpisům, a to zejména ze souborů ČSN 33 2000, ČSN EN 50174 a ČSN 73 08XX. [10]

6.1 Dimenzování pomocí výpočtu

6.1.1 Výpočet zatížení hlavního domovního vedení (HDV)

Pro výpočet je nutné nejprve rozdělit jednotlivé byty podle stupně kategorizace podle tab. 3:

Stupeň elektrifikace	
Stupeň A	Byty, v nichž se elektrina používá k osvětlení a pro domácí elektrické spotřebiče, kde příkon žádného spotřebiče nepřesáhne 3,5 kVA.
Stupeň B	Byty, v nichž se elektrina používá k osvětlení a pro domácí elektrické spotřebiče, kde příkon spotřebiče přesahuje 3,5 kVA.
Stupeň C	Byty s elektrickým vybavením jako byty stupně A a B, v nichž se používají spotřebiče pro vytápění nebo klimatizaci a jejich spotřeba je měřena u jednotlivých spotřebitelů zvlášť.

Tab. 3 Stupně elektrizace bytů [5]

Podle stupně kategorizace se určí maximální soudobý příkon podle tab. 4.

Stupeň elektrifikace	Maximální soudobý příkon bytu
Stupeň A	7 kW
Stupeň B	11 kW
Stupeň C	Není stanoveno

Tab. 4 Maximální soudobé příkony bytů podle ČSN 33 2130 [10]

Výpočet zatížení HDV:
$$P_p = (\sum_{n=1}^n P_b) \cdot \beta_n \quad [kW] \quad (1) [5]$$

kde: n = počet bytů připojených na HDV
 $(\sum_{n=1}^n P_b)$ = Součet soudobých příkonů všech bytů připojených na HDV [kW]
 β_n = soudobost pro n bytů (podle tab. 5)

Počet bytů ve skupině „n“	Soudobost β_n	Počet bytů ve skupině „n“	Soudobost β_n	Počet bytů ve skupině „n“	Soudobost β_n
2	0,77	13	0,42	24	0,36
3	0,66	14	0,41	25	0,36
4	0,60	15	0,41	26	0,36
5	0,56	16	0,40	27	0,35
6	0,53	17	0,39	28	0,35
7	0,50	18	0,39	30	0,35
8	0,48	19	0,38	40	0,33
9	0,47	20	0,38	50	0,31
10	0,45	21	0,37	60	0,30
11	0,44	22	0,37	80	0,30
12	0,43	23	0,37	100	0,28

Tab. 5 Soudobost β_n v závislosti na počtu bytů ve skupině [5]

Výpočtový proud:
$$I_p = \frac{1000 \cdot P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos(\varphi)} \quad [A] \quad (2) [5]$$

kde: P_p = výpočtové zatížení [kW]
 U_s = jmenovité sdružené napětí soustavy [V]
 $\cos(\varphi)$ = průměrný účinník spotřebičů; u bytového odběru je možno počítat s účinníkem $\cos(\varphi)=1$

Z vypočteného zatěžovacího proudu se přiřadí průřez vodiče podle tab. 6 a potřebný jistič podle tab. 7.

Průřez vodičů	Dovolené zatěžovací proudy [A]									
	Při dvou zatížených vodičích					Při třech zatížených vodičích				
	Způsob uložení podle tab. 2					Způsob uložení podle tab. 2				
[mm ²]	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	11	13,5	15	17,5	17	10,5	12	13,5	14,5	14,5
1,5	14,5	17,5	19,5	22	22	13	15,5	17,5	18	18,5
2,5	19,5	24	26	29	30	18	22,1	24	24	25
4	26	32	35	38	40	24	28	32	31	34
6	34	41	46	47	52	31	36	41	39	43
10	46	57	63	63	71	42	50	57	52	60
16	61	76	85	81	96	56	68	76	67	80
25	80	101	112	104	119	73	89	96	86	103
35	105	117	126	125	147	94	118	117	103	126
50	126	141	153	148	179	114	142	141	122	153
70	160	179	196	183	229	144	181	179	151	196
95	193	216	238	216	278	174	219	216	179	238
100	223	249	276	241	322	199	253	249	203	276

Tab. 6 Dovolené zatěžovací proudy měděných (Cu) vodičů s PVC při okolní teplotě 30 °C [5]

Průřez vodičů	Dovolené zatěžovací proudy [A]									
	Při dvou zatížených vodičích					Při třech zatížených vodičích				
	Způsob uložení podle tab. 2					Způsob uložení podle tab. 2				
[mm ²]	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
1	6	10	-	-	-	6	6	10	-	-
1,5	10	10	10	16	16	10	10	10	10	10
2,5	16	16	16	20	20	16	16	16	20	16
4	20	25	25	32	32	20	20	25	25	25
6	25	32	32	40	40	25	25	32	32	32
10	32	50	50	50	50	32	32	50	40	50
16	50	63	63		63	50	50	63	50	63
25	63	80	80		80	63	63	80	63	80
35	80	100	100		125	63	80	100	80	100
50	100	125	125		160	80	100	125	100	125
70	125	160	160		200	100	125	160	125	160
95	125	160	275		250	125	160	160	160	225
100	160	160	250		250	160	200	160	160	250

Tab. 7 Informativní přiřazení pojistek a jističů kabelům a vodičům s Cu jádrem a izolací z PVC [5]

6.1.2 Výpočet úbytku napětí

Po stanovení daného průřezu vedení je potřeba zkontrolovat velikost úbytku napětí, které v hlavním domovním vedení a jednotlivých odbočkách nesmí překročit 2 % a úbytek napětí v bytovém rozvodu nesmí překročit 3 %.

Výpočet úbytku napětí pro jednofázovou soustavu:

$$\Delta U_f = \frac{2 \cdot L \cdot P_b \cdot 1000}{\gamma \cdot S \cdot U_f} \quad [V] \quad (3) [5]$$

Výpočet úbytku napětí pro tří fázovou soustavu:

$$\Delta U_s = \frac{L \cdot P_b \cdot 1000}{\gamma \cdot S \cdot U_s} \quad [V] \quad (4) [5]$$

kde: L= délka vedení [m]
P_b= soudobý příkon [kW]
γ= měrná elektrická vodivost jádra vodiče [S.m/mm²],
pro měď γ= 56,2 S.m/mm², pro hliník γ= 35,2 S.m/mm²
S= průřez vodiče [mm²]
U_f= jmenovité napětí fázové [V]
U_s= jmenovité napětí sdružené [V]

Výpočet úbytku napětí pro tří fázovou soustavu HDV:

Při výpočtu úbytku napětí v trojfázovém hlavním domovním vedení se vychází z výpočtového proudu I_p a jeho podílu v jednotlivých místech odbočení k bytovým rozvodnicím. [5]

$$\Delta U_s = \frac{\sqrt{3} \cdot \sum_{i=1}^m (I_i \cdot L_i) \cdot \cos(\varphi)}{\gamma \cdot S} \quad [V] \quad (5) [5]$$

kde: $\sum_{i=1}^m (I_i \cdot L_i)$ = součet proudových momentů [m.A]
cos(φ)= účinník= 1 [-]

6.1.3 Dimenzování vodičů podle vypočítané plochy průřezu

Průřezy vodičů se lze navrhnout i pomocí spočtení nejmenší minimální plochy vodiče.

Výpočet plochy průřezu vodiče:

Normou ČSN 33 2130 ed.3 je z důvodu ohřívání vodičů při průchodu proudu doporučeno zatížení vodiče $\sigma = I/S = 8$ až 10 A/1mm². Abychom byli na straně bezpečnosti budeme ve výpočtech uvažovat zatížení $\sigma = 8$ A/1mm². Z toho vztahu získáme vzorec pro výpočet potřebné plochy vodiče v závislosti na protékajícím proudu:

$$S = \frac{I_{max}}{8} \quad [mm^2] \quad (6)$$

kde: I_{max}= maximální zatěžovací proud [A]
S= plocha průřezu [mm²]

Po vypočítání minimální plochy průřezu vodiče, přiřadíme nejbližší vyšší standartní průřez vodiče z řady 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35 atd.... mm².

Výpočet maximálního zatěžovacího proudu:

Výpočet vychází z maximálního soudobého příkonu.

$$I_{max} = \frac{P_b}{U_s} \quad [A] \quad (7)$$

kde: P_b = maximální soudobý příkon bytu [W]

U_s = jmenovité sdružené napětí [V]

6.2 Dimenzování HDV podle tabulek

Dimenze HDV můžeme navrhnout i podle následující tabulky:

Stupeň elektrizace bytů		Hlavní domovní vedení		
A	B	Průřez mm ²		Jištění
Počet bytů připojených na HDV		Al	Cu	
do 6	do 3	4 x 16	4 x 10	32
7 až 10	4 až 5	4x 25	4 x 16	40; 50
11 až 14	6 až 7	3 x 35 + 25	3 x 25 + 16	63
15 až 19	8 až 10	3 x 50 + 35	3 x 35 + 25	80
20 až 26	11 až 14	3 x 70 + 50	3 x 50 + 35	100
27 až 32	15 až 19	3 x 95 + 70	3 x 70 + 50	125
33 až 46	20 až 27		3 x 95 + 70	160

Tab. 8 Stupeň elektrizace bytů ve vztahu ke stanovení průřezu HDV [5]

7. Přípojkové skříně a rozvaděče

Rozvaděč je plastová, ocelová nebo betonová „krabice“, které obsahují podle typu rozvaděče elektroměry, jističe, pojistky, relé apod.

7.1 Přípojková skříň

Přípojková skříň se nachází obvykle v oplocení pozemku daného objektu, v samostatném sloupku, na fasádě objektu nebo jiném snadno přístupném místě. Místo musí být přístupné i bez přítomnosti odběratele a nesmí zasahovat do evakuační cesty. Spodní okraj skříně by měl být minimálně 0,6 m nad zemí a maximálně 1,5 m nad zemí. Před skříní musí být volný prostor, alespoň 0,8 m. Rozvaděč musí být plombovatelný nebo s uzávěrem na klíč pro rozvodná zařízení podle ČSN 35 9754. Přípojková skříň musí mít viditelné označení bezpečnostní značkou podle ČSN IEC 417, značka č. 5036. V přípojkové skříně dochází k připojení hlavního domovního vedení (HDV) na elektrickou přípojku. V rozvaděči se nachází jištění přípojky. Velikost jištění musí být minimálně o 1 stupeň vyšší z řady jmenovitých proudů, než je nejvyšší použité jištění před elektroměrem. K jištění se může použít závitové pojistky, nožové pojistky apod..

7.2 Rozvaděče obecně

Rozvaděč je rozvodné zařízení, ve kterém se nachází různé typy spínacích prvků, ochranných, řídicích nebo měřících zařízení. Je to zařízení se všemi elektrickými a mechanickými propojeními a konstrukčními prvky. Od výrobce musí být rozvaděč označen štítky, tak aby byli viditelné při běžném provozu. Štítky musí obsahovat označení nebo ochrannou známku výrobce, typové označení nebo identifikační číslo, díky kterému můžeme získat další informace od výrobce rozvaděče, datum výroby a IEC 61439-X, kde X značí danou část normy.

Výrobce musí uvádět podmínky pro manipulaci, instalaci, provoz a údržbu rozvaděče a zařízení, která obsahuje. Podle vyhlášky 48/1982 Sb. musí být elektrická zařízení upravena tak, aby je bylo možné podle potřeby vypnout. Pouze rozvodnice do 25 A nemusí obsahovat hlavní vypínač. Krytí rozvaděče musí být minimálně IP 2X. U venkovních rozvaděčů musí být minimální stupeň krytí IP 23.

7.2.1 Elektroměrové rozvaděče

Elektroměrový rozvaděč je rozvaděč, který obsahuje elektroměr nebo více elektroměrů, jističe před elektroměrem a může obsahovat další elektrická zařízení jako je například HDO (dvou sazbové měřící zařízení) a jistič pro HDO o hodnotě max. 6 A. Elektroměry mohou být jednofázové nebo trojfázové (*budou podrobněji rozepsány v další kapitole*). Krytí elektroměrového rozvaděče musí být ve vnitřním prostředí minimálně IP 40 a ve venkovním prostředí minimálně IP 43 a v blízkosti komunikace IP 44.

Umístění elektroměru musí být dohodnuto s dodavatelem elektrické energie. Jeho střed musí být ve výšce 1000 a 1700 mm na povrchu při více elektroměrech v jednom rozvaděči může být střed elektroměru 700 mm nad povrchem. Spodní hrana rozvaděče alespoň 600 mm od podlahy/země a musí být před ním prostor min. 800 mm a možnost otevření dvířek o 90°. Rozvaděč musí být umístěn na chodbě nebo na schodišti, ale ne na rameni schodiště. Mohou být i ve volně přístupných místnostech. Rozvaděč nesmí být osazen do společných skříní s plynoměry. Zkratová odolnost rozvaděče musí být minimálně 10 kA. [5]

7.2.2 Stupeň krytí IP

Stupeň krytí IP (*International Protection*) se hodnotí pomocí „stupnice“ IP XX, kde první X může nabývat hodnot 0-8 a určuje odolnost zařízení proti mechanickému poškození vniknutím pevných těles, jinými slovy prachotěsnost a druhé X může nabývat hodnot 0-9 a určuje odolnost zařízení proti vodě, jinými slovy vodotěsnost. Označení IP XX může, ale nemusí obsahovat ještě další 2 přídatná písmena. Definice čísel a písmen je podle ČSN EN 60529 následující:

První číslice v označení krytí	Stupeň krytí	
	Před nebezpečným dotykem	Před vniknutím cizích předmětů
IP 0X	bez ochrany	Bez ochrany
IP 1X	dlaní	Velkých= ochrana před vniknutím pevných těles větších než 50 mm
IP 2X	prstem	Malých= ochrana před vniknutím pevných těles větších než 12,5 mm
IP 3X	nástrojem	Drobných= ochrana před vniknutím pevných těles větších než 2,5 mm
IP 4X	nástrojem	Velmi drobných= ochrana před vniknutím pevných těles větších než 1 mm
IP 5X	jakoukoliv pomůckou	Prachu částečně= ochrana před prachem
IP 6X	jakoukoliv pomůckou	Prachu úplně= prachotěsné (prach nesmí narušit činnost elektrického zařízení)

Tab. 9 Stupeň elektrizace bytů ve vztahu ke stanovení průřezu HDV [13]

Druhá číslice v označení krytí	Stupeň krytí před vniknutím vody	
	IP X0	Bez ochrany
IP X1	Kapající= ochrana před kapkami vody dopadajícími svisle	
IP X2	Kapající při sklonu do 15°= ochrana před kapkami dopadajícími pod úhlem do 15° od svislice	
IP X3	Šikmo dopadající= ochrana před deštěm dopadajícím pod úhlem do 60° od svislice	
IP X4	Stříkající= ochrana před stříkající vodou dopadající v libovolném směru	
IP X5	Tryskající v libovolném směru= ochrana před tryskající vodou	
IP X6	Při vlnobití= ochrana před intenzivně tryskající vodou a vlnobitím	
IP X7	Při ponoření= ochrana před dočasným ponořením do vody (omezeno tlakem a časem)	
IP X8	Při trvalém ponoření pod tlakem= ochrana při trvalém ponoření do vody (případná vniklá voda nesmí narušit činnost elektrického zařízení)	
IP X9	Vysokotlaké stříkající kapaliny s vysokou teplotou	

Tab. 10 Stupeň elektrizace bytů ve vztahu ke stanovení průřezu HDV [13]

Přídavná písmena	Význam
A	Chráněné před dotykem nebezpečných částí hřbetem ruky, zkouší se koulí o průměru 50 mm
B	Chráněné pře dotykem nebezpečných částí prstem, zkouší se článkovým zkušebním prstem o průměru 12 mm a délce 80 mm
C	Chráněné před dotykem nebezpečných částí nástrojem, zkouší se sondou o průměru 2,5 mm a délky 100 mm
D	Chráněno před dotykem nebezpečných částí drátem, zkouší se sondou o průměru 1,0 mm a délky 100 mm
H	Zařízení vysokého napětí
M	Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody za pohybu pohyblivých částí
S	Zkoušeny škodlivé účinky vniklé vody, jsou-li pohyblivé části v klidu
W	Vhodné pro použití za stanovených povětrnostních podmínek

Tab. 11 Stupeň elektrizace bytů ve vztahu ke stanovení průřezu HDV [13]

8. Elektrické přístroje

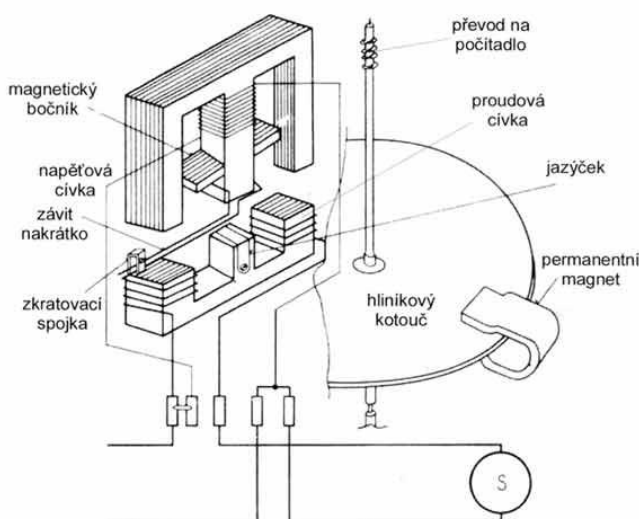
Základní rozdělení:

- Měřicí přístroje
- Jistící a ochranné přístroje
- Spínací přístroje

8.1 Elektroměry

K měření používají jednofázové nebo třífázové elektroměry. K elektroměrům může být připojen HDO (zařízení pro **H**romadné **D**álkové **O**vládání), které slouží pro přepínání sazeb proudu, je vhodné na HDO napojit například bojler, tepelné čerpadlo apod. které bude využívat levnější cenu elektřiny.

Měření činné práce elektrického proudu se provádí ve většině případech pomocí indukčních elektroměrů. Složení těchto elektroměrů je zobrazeno na obrázku 11.

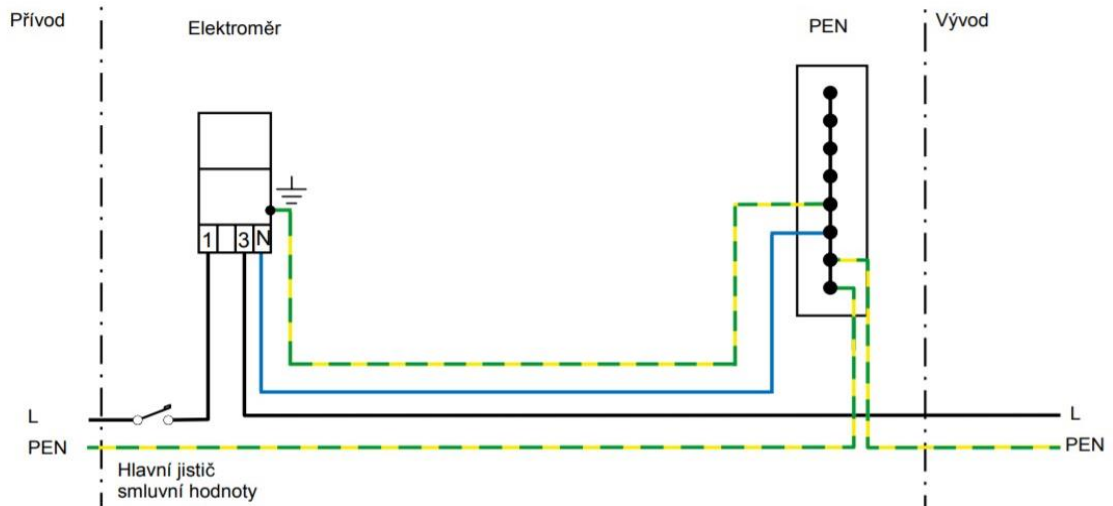


Obr. 16 Popis složení elektroměru [14]

Princip měření: Proud odebíraný ze sítě protéká dvěma pevnými cívkami a vytváří budící magnetické pole, v němž se otáčí hliníkový kotouč. Jeho otáčky se přenáší pomocí šnekového kola na počítací mechanismus. Hliníkový kotouč slouží pro vyvození pohybového momentu i brzdícího momentu.

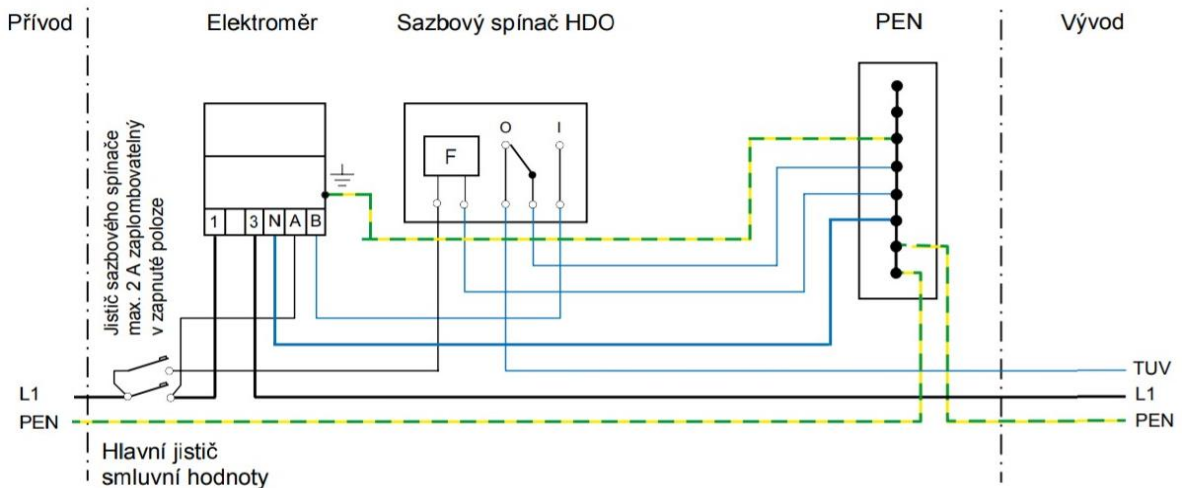
Některé principy zapojení elektroměrů jsou uvedeny v následujících podkapitolách na obr. č. 17, 18, 19, 20.

8.1.1 Zapojení jednofázového jednosazbového elektroměru



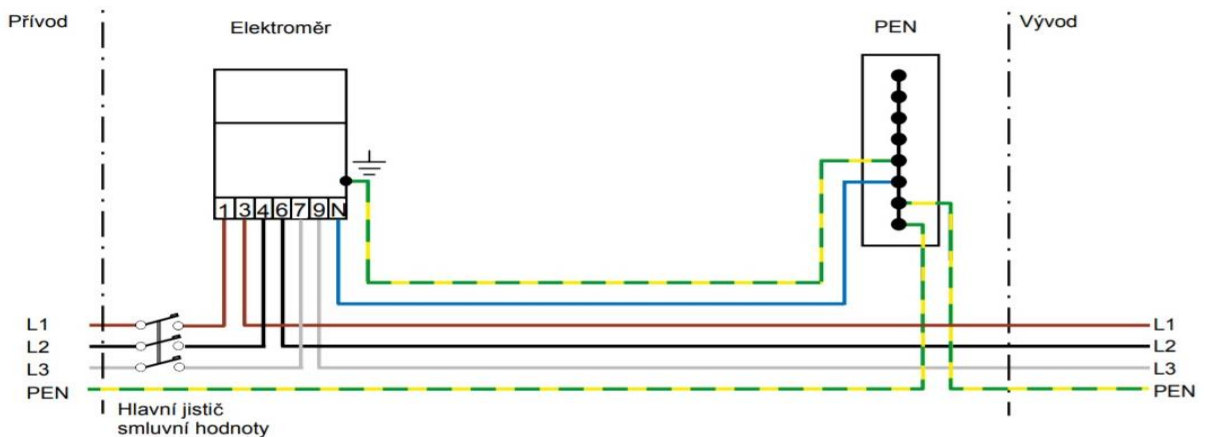
Obr. 17 Schéma zapojení jednofázového jednosazbového elektroměru v síti TN [15]

8.1.2 Zapojení jednofázového dvousazbového elektroměru



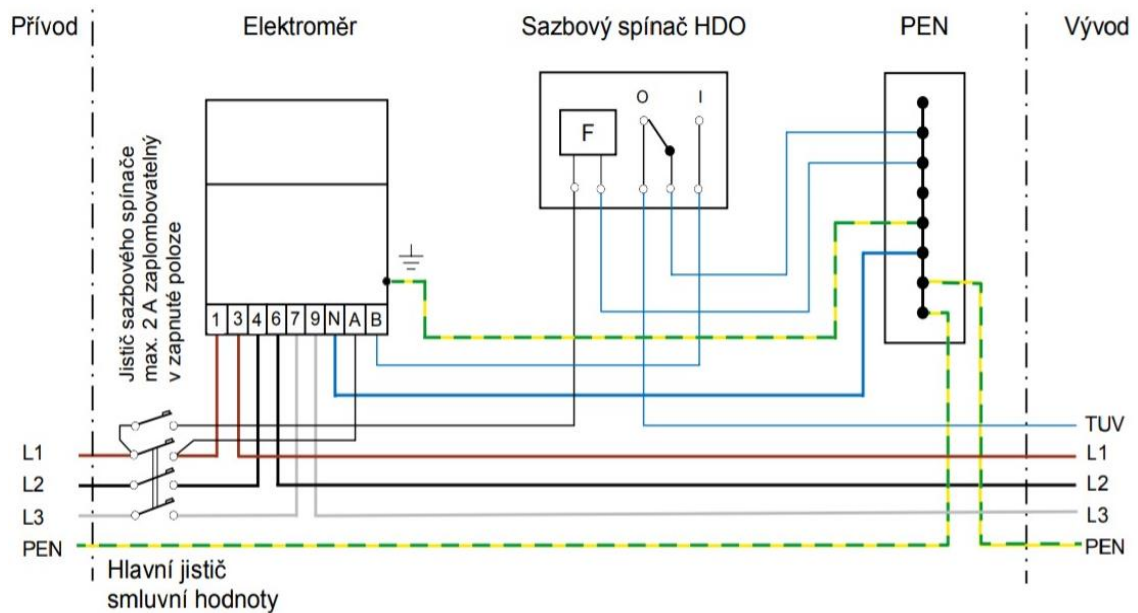
Obr. 18 Schéma zapojení jednofázového dvousazbového elektroměru s jednopovelovým HDO [15]

8.1.3 Zapojení třífázového jednosazbového elektroměru



Obr. 19 Schéma zapojení třífázového jednosazbového elektroměru v síti TN [15]

8.1.4 Zapojení třífázového dvousazbového elektroměru



Obr. 20 Schéma zapojení třífázového dvousazbového elektroměru s jednopovelovým HDO [15]

8.1.5 Chytré elektroměry

„Z hlediska spotřebitele nabízejí chytré elektroměry řadu výhod. Dovolují nastavit přesnější zúčtovací zálohy a zejména pomáhají spotřebitelům lépe řídit jejich spotřebu energie – inteligentní měřidla s displejem mohou poskytnout aktuální informaci o spotřebě elektřiny a zákazník se tak může rozhodnout, zda bude energii odebírat v tak zvané špičce nebo mimo ní.“

Pro další zvýšení komfortu odběratelů se chytrá měřidla v budoucnu propojí s řídicím systémem inteligentního domu. Zákazník pak bude mít k dispozici nejen data o své spotřebě, ale zároveň i o aktuální ceně odebírané elektřiny. Řídicí systém domu bude regulovat vnitřní teplotu domu v závislosti na okolních podmínkách, aby se interiér zbytečně nepřetápel nebo nevychlazoval. Bude ovládat i další spotřebiče v domě, včetně nabíjení elektromobilu, a to tak, aby při zachování požadovaného komfortu byly náklady domu na elektřinu minimální. Spotřebitel dokonce bude moci vše sledovat a regulovat na dálku, a to buď z počítače, nebo z aplikace v mobilním telefonu.“ [16]

8.2 Pojistky

Pojistka je elektrické zařízení, které slouží k jistění elektrických obvodů. Funguje na principu přetavení tavného drátku. K přetavení dojde vlivem nadproudu nebo zkratového proudu. Po přetavení tavného drátku se musí pojistka vyměnit. Jedná se o destruktivní jistící zařízení.

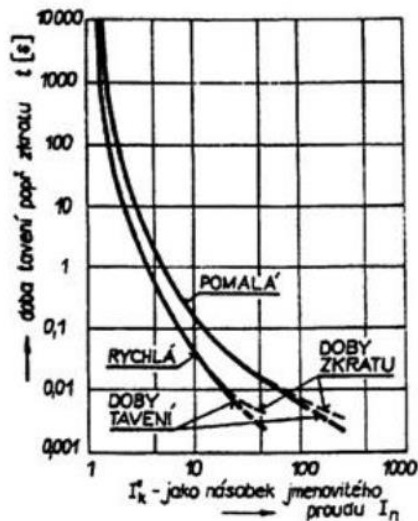
Dělíme je do 3 základních skupin:

- 1) Příkladové pojistky
- 2) Závitové pojistky
- 3) Zásuvné pojistky

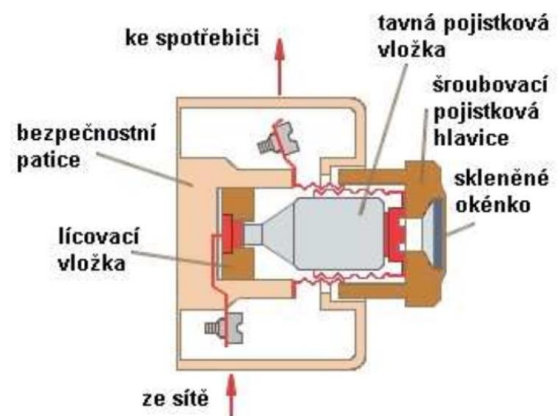
Přístrojové pojistky- používají se v elektrických přístrojích. Tavný drátek bývá mezi kontakty ve skleněné trubičce. [17]

Závitové pojistky- dříve byly hodně využívány pro jištění domovních rozvodů. Nyní je nahradily jističe.

Skládají se ze spodku, krytu a pojistkové vložky. Ke spodku se připojuje jištěný obvod a uvnitř je zašroubovaný vymežovací kroužek, který má barvu a průměr podle daného jmenovitého proudu. Stejně barvy se nacházejí i na příslušné pojistkové vložce. Do krytu se zašroubovává hlavice s vyměnitelnou vložkou podle potřebné velikosti jištění. Vložky mohou být pomalé nebo rychlé. Pomalé jsou označeny písmenem T nebo je na nich obrázek šneka. Rychlé vložky jsou označeny písmenem F. U pojistek se udává hodnota jmenovitého proudu a vypínací schopnosti, která značí hodnotu maximálního proudu, který je pojistka schopna rozpojit. [17]



Obr. 21 Vypínací charakteristika tavných pojistek [18]



Obr. 22 Stavba pojistky [19]

Zásuvné pojistky- používají se například v přípojkových skříních. Místo tavného drátku mají tavný pásek. Mají hranatý tvar, ale můžou mít i kulatý. Na obou koncích je pojistka opatřena nožovými kontakty. Využívají se hlavně jako výkonové pojistky a jsou schopny přenášet vysoké proudy až několik stovek ampérů.

8.3 Jističe

Jističe slouží k jištění elektrických obvodů proti nadproudům. Na rozdíl od pojistky se jedná o nedestruktivní jisticí zařízení, což znamená, že při výpadku se dá znova zapnout a nemusí se vyměnit. Funkci jističe zajišťuje zkratová a tepelná spoušť.

Zkratová spoušť:

Zajišťuje téměř okamžité odpojení obvodu od zdroje napětí v důsledku elektrického zkratu. Zkratová spoušť funguje na principu elektromagnetu. Hlavními prvky jsou cívka a kotva. Pokud dojde ke zkratu cívkou začne procházet elektrický proud, čímž se vytvoří elektromagnetické pole, které přitáhne kotvu a tím dojde k přerušení obvodu.

Tepelná spoušť:

Chrání obvod před průtokem vyššího proudu než jmenovitého. Tepelná spoušť funguje na principu rozdílné teplotní roztažnosti dvou kovů. Tento jev využívá bimetalový pásek, který je tvořen dvěma kovy s rozdílnou teplotní roztažností a při průchodu proudem bimetalem se pásek ohřívá a tím nastává deformace/prohnutí pásku, díky které se uvolní západka vypínacího mechanismu a jistič se vypne. Rychlost reakce tepelné spouště se pohybuje v řádech sekund až desítek minut, podle velikosti nadproudu, který jističem probíhá a také podle typu použitého jističe.

Rozdělení jističů:

1. Podle počtu fází

- 1.1. Jednofázové
- 1.2. Trojfázové

2. Podle vypínací charakteristiky

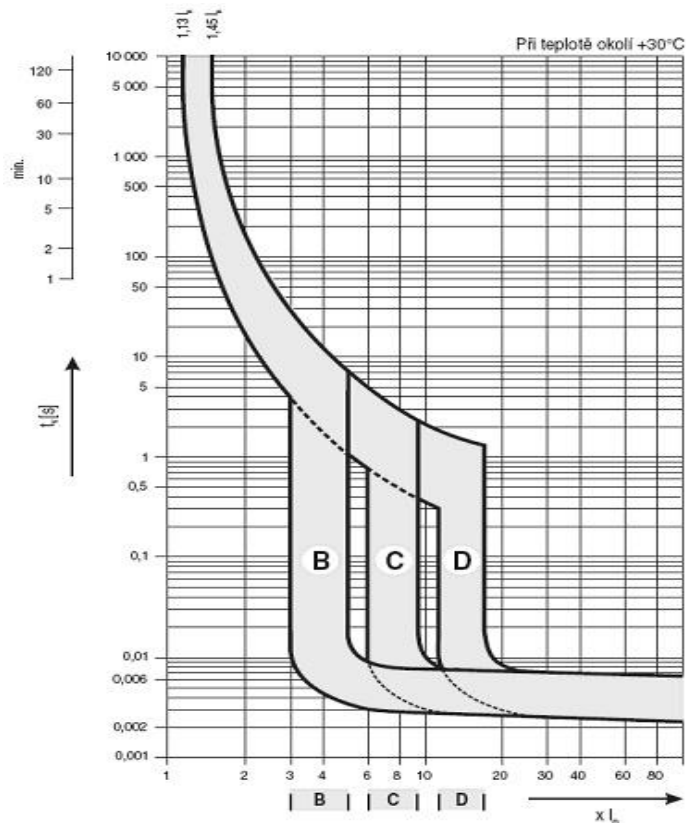
- 2.1. **B-** Jištění světelných a zásuvkových obvodů pro běžné spotřebiče
- 2.2. **C-** Jištění spotřebičů jako jsou tepelná čerpadla, VZT jednotka, malé motory
- 2.3. **D-** Jištění motorů s velkými transformátory, které mají velkou zátěž při rozběhu
- 2.4. **Z-** Ochrana polovodičů a impedančních kabelů
- 2.5. **K-** Pro obvody s vyššími zapínacími proudy, zejména jištění silových zařízení
- 2.6. **S-** Pro obvody s vyššími zapínacími proudy, zejména řídicí transformátory
- 2.7. **Z-** Ochrana elektronických součástek, obvodů s vysokou impedancí, někdy jsou označovány písmeny A nebo H

3. Podle účelu použití [20]

- 3.1. Drobné jističe s I_N do 25 A
- 3.2. Výkonové jističe s I_N nad 25 A
- 3.3. Motorové jističe
- 3.4. Ochranné jističe
- 3.5. Jističe s elektronickou spouští

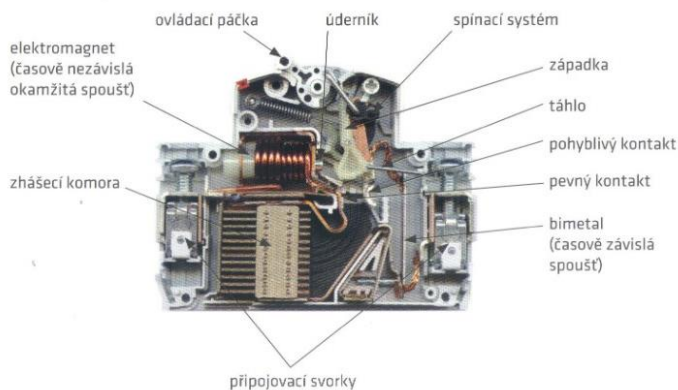
Vypínací charakteristika:

Vypínací charakteristika nám udává dobu, po jaké se jistič vypne, pokud jističem prochází větší proud než jmenovitý proud. V domácnostech se nejčastěji používají jističe B, C a D. Podle vypínací charakteristiky na obr. 17, může vidět, že pro obvody, kde nedochází k velkému počátečnímu proudu při zapnutí zařízení, je vhodné použít jistič typu B. Naopak pokud chceme jistit zařízení, které má vysoký počáteční proud při zapnutí, jako jsou například motory je vhodné použít jistič typu D, který vypíná později. Kdybychom tak neučinili a motor připojili na jistič typu B, pravděpodobně by došlo k výpadku jističe, protože vznikem nadproudu při zapínání motoru, by jistič vypl příliš brzy a motor by nešel rozběhnout.



Obr. 23 Vypínací charakteristiky jističů typu B, C, D [11]

Hlavní části jističe:



Obr. 24 Hlavní části jističe [23]

8.4 Proudové chrániče

Proudové chrániče jsou elektrická zařízení, která slouží k ochraně osob a zvířat před úrazem elektrickým proudem. V elektrických rozvodech se používají jako sekundární (doplňková) ochrana a nesmí být tedy použity místo jističů nebo pojistek. Rozdíl mezi proudovým chráničem a pojistkami nebo jističi je v tom, že spíná při mnohem menším proudu, než jističe nebo pojistky. Jedná se o jediný způsob ochrany osob a zvířat, pokud dojde ke kontaktu s nebezpečným napětím.

V nových stavbách je povinnost jistit zásuvkové obvody a všechny obvody v koupelnách proudovými chrániči, jsou-li v dosahu laiků.

Rozdělení proudových chráničů: [5]

1. Rozdělení podle tvaru reziduálního proudu

- 1.1. Typ AC- chránič správně funguje jen při sinusovém průběhu
- 1.2. Typ A- chránič pracuje při sinusovém proudu nebo při pulsujícím stejnosměrném proudu
- 1.3. Typ B- chránič pracuje při sinusovém i stejnosměrném proudu
- 1.4. Typ F- chránič pracuje při sinusovém nebo stejnosměrném reziduálním proudu. Používají se pro regulaci otáček motoru

2. Rozdělení podle vypínací charakteristiky

- 2.1. Chrániče pro všeobecné použití; bez zpoždění
- 2.2. Chrániče se zpožděním min. 10 ms
- 2.3. Chrániče selektivní proudové; se zpožděním 40 ms

3. Rozdělení podle funkční závislosti na napájecím napětí

- 3.1. Funkčně nezávislé- ochranná funkce není závislá na napětí sítě
- 3.2. Funkčně závislé- jsou závislé na napájecím napětí, které musí být v rozmezí 0,85-1,1 násobku jmenovitého napětí.

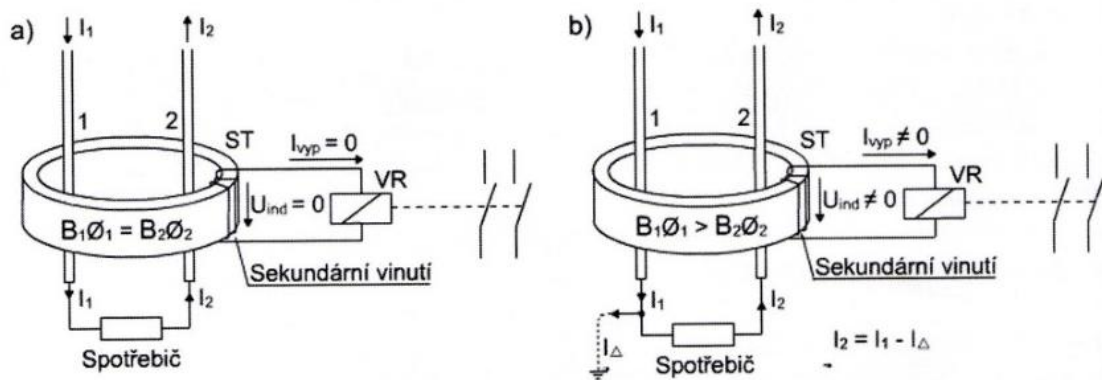
Základní konstrukce:

Základní konstrukce tvoří součtový transformátor proudu, vybavovací zařízení, volnoběžka, silové spínací kontakty a testovací obvod.

Princip proudového chrániče:

Princip spočívá v porovnání proudů v pracovních vodičích (L1, L2, L3, N). Tyto vodiče prochází skrz součtový transformátor (ST) a tvoří primární vinutí transformátoru. Sekundární vinutí je připojeno na vybavovací zařízení (VR).

Pokud pracovními vodiči prochází proud, vytvářejí magnetický tok, který je ale v součtu nulový, protože přichází i odchází stejně velký proud. Pokud ale dojde k poruše zařízení a část proudu poteče jinam přes PE vodič nebo přes člověka, vytvoří se rozdíl mezi přitékajícím a odtékajícím proudem. To vyvolá magnetický tok v součtovém transformátoru, který při průchodu sekundární cívkou indikuje v cívce elektrické napětí. Toto napětí prostřednictvím elektromagnetické spouště spustí volnoběžku, která rozpojí silové kontakty.



Proudový chránič: a) při normálním provozu b) při poruše

Obr. 25 Princip proudového chrániče [24]

9. Světelné obvody

Světelné obvody mohou být ovládány buď ručně pomocí vypínačů nebo elektronicky například pomocí pohybových čidel, či pomocí časovacích spínačů. Jištění světelných obvodů může být maximálně jističem se jmenovitým proudem 25 A.

„Na jeden světelný obvod se smí připojit tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jističeho přístroje obvodu. Jmenovitý proud svítidel se stanoví z maximálního příkonu, pro který jsou svítidla typována.“ [5]

Umístění vypínačů:

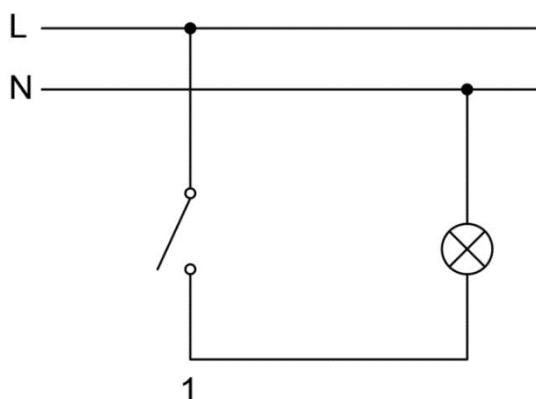
Vypínače by měly být umístěny u dveří (na straně kliky dveří) ve výšce 900 až 1300 mm od podlahy.

Typy vypínačů:

Vypínače jsou mechanická zařízení sloužící k vypínání nebo zapínání elektrických obvodů. Pospojováním vhodných typů vypínačů můžeme vytvořit složitější obvody pro ovládání například světel z několika míst. Příklady zapojení jsou v následujících schématech.

9.1 Jednopolový vypínač

Řazení 1



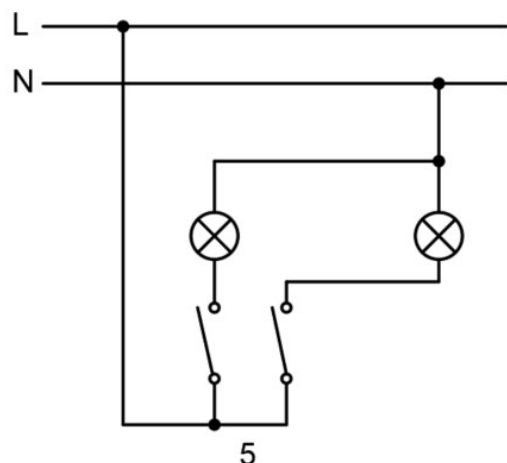
V tomto světelném obvodu je zapojený jeden spínač a jedno nebo více sériově nebo paralelně zapojených svítidel.

Používá se většinou v malých místnostech s jedním vchodem, jako jsou například koupelny, komory apod...

Obr. 26 Zapojení jednopolového vypínače [21], [22]

9.2 Sériový přepínač

Řazení 5



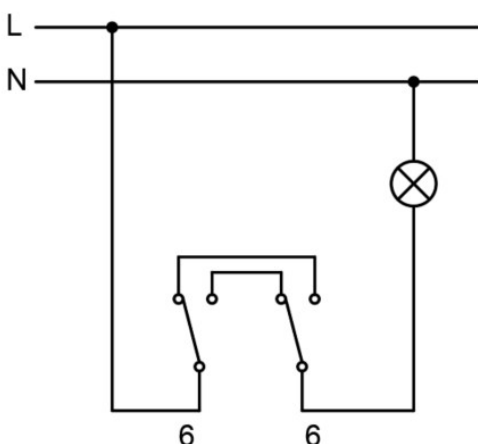
V tomto světelném obvodu je zapojen jeden spínač s řazením č. 5 a dvě svítidla.

Používá se pro osvětlení místností, kde chceme z jednoho místa ovládat více světel

Obr. 27 Zapojení sériového přepínače [21], [22]

9.3 Střídavý přepínač

Řazení 6



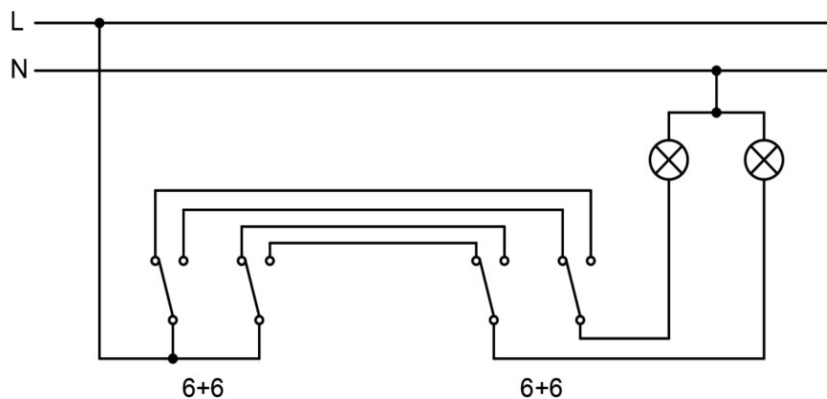
V tomto světelném obvodu jsou zapojeny 2 spínače s řazením č. 6 a jedno nebo více svítidel.

Používá se pro ovládání jednoho svítidla nebo jedné skupiny svítidel ze dvou míst, jako je třeba osvětlování chodeb nebo schodišť.

Obr. 28 Zapojení střídavého přepínače [21], [22]

9.4 Dvojitý střídavý přepínač

Řazení 6+6



V tomto světelném obvodu jsou zapojeny dva spínací prvky a dvě nezávislá svítidla.

Používá se pro ovládání dvou různých světel ze dvou různých míst.

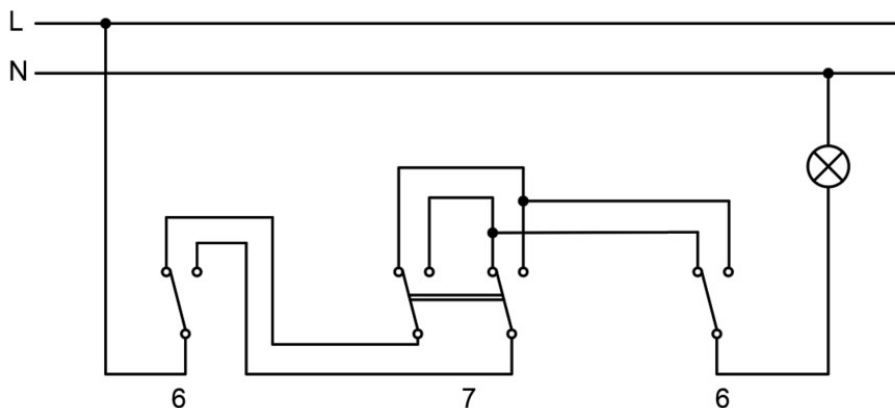
Obr. 29 Zapojení dvojitého střídavého přepínače [21], [22]

9.5 Křížový vypínač

Řazení 6+6+7

V tomto obvodu jsou zapojené 3 spínače s řazením 6-7-6 a jedním nebo více svítily.

Používá se pro ovládání jednoho svítidla z více míst. V tomto případě ze tří míst. Pokud bychom chtěli ovládání z více míst zapojíme do obvodu další spínače s řazením č. 7.



Obr. 30 Zapojení křížového přepínače [21], [22]

10. Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody slouží pro připojení elektrických spotřebičů. Jejich proti kusem je zástrčka. Na jeden zásuvkový obvod lze připojit pouze 10 zásuvek. Elektrické sporáky s elektrickou troubou, pračka, elektrické kotle, tepelná čerpadla apod. musí mít vlastní elektrický obvod, na který není připojený žádný další spotřebič. Všechny zásuvkové obvody u novostaveb musí být napojeny na proudový chránič.

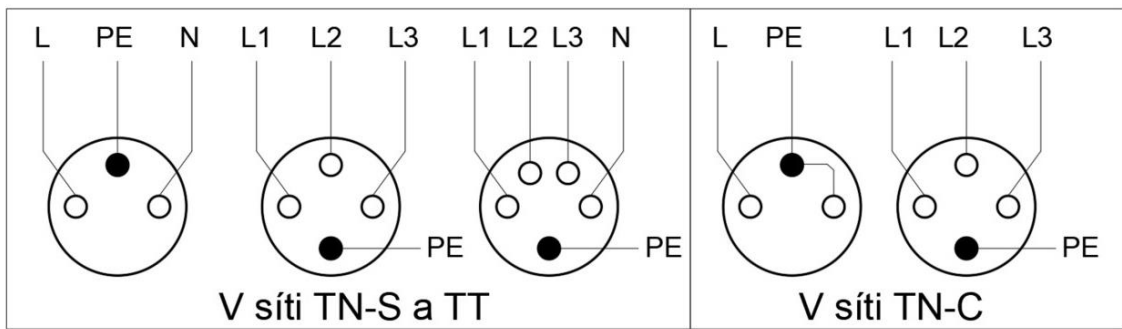
Umístění zásuvek:

Zásuvky by měly být umístěny 300 až 400 mm na čistou podlahou. V kuchyni nad pracovní linkou se umísťují do výšky 1200 až 1250 mm od čisté podlahy. Vodorovná vzdálenost zásuvky od dřezu musí být alespoň 600 mm.

Rozdělení zásuvek: [5]

1. Jednofázové zásuvky
2. Více fázové zásuvky
3. Vícenásobné zásuvky
4. Síťové zásuvky

Zapojení zásuvek:



Obr. 31 Zapojení zásuvek běžného typu s ochranným kontaktem. Pohled zepředu do zásuvky. [22],[5]

Část 2. Návrh silnoproudých rozvodů v bytovém domě

11. Seznámení s objektem

Zvolený bytový dům je pouze v úrovni studie od firmy *GOLDBECK Prefabeton s.r.o.* a tudíž reálně neexistuje. Jedná se o čtyřpodlažní dům s 8 byty. V prvním nadzemním podlaží se nacházejí dva byty 3+kk a 2+kk a dále je v přízemí 7 sklípků a 1 technická místnost. V druhém patře jsou tři byty 3+kk, 2+kk a 2+kk. Ve třetím patře se nachází jeden byt 2+kk a dva mezonetové byty 5+kk a 3+kk.

Konstrukce objektu je z prefabrikovaných železobetonových dílců. V celém objektu je sádkartonový podhled. Kabele budou zasekány do zdí nebo povedou nad podhledem. Objekt bude vytápěn plynovými kotly umístěných v každém bytě, které budou sloužit i pro ohřev teplé vody. V objektu nejsou uvažovány žádné vzduchotechnické jednotky nebo tepelná čerpadla.

Vy výpočtech je uvažováno na jeden světelný vývod zátěž 50 W.

12. Seznam místností a výkonů světel

Podlaží	Číslo	Název	Plocha	Počet světelných vývodů	Výkon světel [W]
1.NP	1.01	Chodba	6.3 m ²	2	100
1.NP	1.02	Obývací pokoj + kuchyň	39.6 m ²	8	400
1.NP	1.03	Koupelna	8.9 m ²	2	100
1.NP	1.04	WC	3.4 m ²	1	50
1.NP	1.05	Komora	3.8 m ²	1	50
1.NP	1.06	Pokoj	12.0 m ²	2	100
1.NP	1.07	Pokoj	14.4 m ²	2	100
1.NP	2.01	Chodba	5.8 m ²	2	100
1.NP	2.02	Pokoj	14.0 m ²	2	100
1.NP	2.03	Obývací pokoj + kuchyň	28.5 m ²	6	300
1.NP	2.04	Koupelna	8.8 m ²	2	100
1.NP	2.05	Komora	6.6 m ²	1	50
1.NP	101	Technická místnost	3.0 m ²	1	50
1.NP	102	Sklípek	1.8 m ²	1	50
1.NP	103	Sklípek	1.9 m ²	1	50
1.NP	104	Sklípek	1.8 m ²	1	50
1.NP	105	Sklípek	0.8 m ²	1	50
1.NP	106	Sklípek	1.7 m ²	1	50
1.NP	107	Sklípek	1.9 m ²	1	50
1.NP	108	Sklípek	1.8 m ²	1	50
1.NP	109	Chodba	4.9 m ²	1	50
1.NP	110	Chodba	5.4 m ²	1	50
1.NP	111	Chodba	5.4 m ²	1	50

1.NP	112	Schodiště	13.2 m ²	2	100
2.NP	3.01	Chodba	6.3 m ²	2	100
2.NP	3.02	Obývací pokoj + kuchyň	39.6 m ²	8	400
2.NP	3.03	Koupelna	8.9 m ²	2	100
2.NP	3.04	WC	3.5 m ²	1	50
2.NP	3.05	Komora	3.8 m ²	1	50
2.NP	3.06	Pokoj	12.0 m ²	2	100
2.NP	3.07	Ložnice	14.4 m ²	2	100
2.NP	4.01	Chodba	4.8 m ²	1	50
2.NP	4.02	Ložnice	12.5 m ²	1	50
2.NP	4.03	Obývací pokoj + kuchyň	17.5 m ²	4	200
2.NP	4.04	Koupelna + WC	5.8 m ²	1	50
2.NP	5.01	Chodba	5.2 m ²	1	50
2.NP	5.02	Chodba	4.8 m ²	1	50
2.NP	5.03	Ložnice	10.9 m ²	1	50
2.NP	5.04	WC	3.4 m ²	1	50
2.NP	5.05	Koupelna	5.2 m ²	2	100
2.NP	5.06	Obývací pokoj + kuchyň	29.0 m ²	5	250
2.NP	211	Chodba	3.0 m ²	1	50
2.NP	212	Schodiště	13.2 m ²	2	100
3.NP	6.01	Chodba	4.8 m ²	1	50
3.NP	6.02	Koupelna	5.8 m ²	2	100
3.NP	6.03	Obývací pokoj + kuchyň	17.5 m ²	4	200
3.NP	6.04	Ložnice	12.4 m ²	1	50
3.NP	7.01	Obývací pokoj + kuchyň	29.0 m ²	6	300
3.NP	7.02	Schodiště	16.2 m ²	2	100
3.NP	7.03	Koupelna + WC	5.2 m ²	2	100
3.NP	7.04	Komora	3.3 m ²	1	50
3.NP	7.05	Chodba	10.4 m ²	3	150
3.NP	7.06	Pokoj	12.0 m ²	2	100
3.NP	7.07	Ložnice	14.4 m ²	2	100
3.NP	8.01	Obývací pokoj + kuchyň	29.0 m ²	6	300
3.NP	8.02	Schodiště	16.2 m ²	2	100
3.NP	8.03	Koupelna + WC	5.2 m ²	2	100
3.NP	8.04	Komora	3.3 m ²	1	50
3.NP	8.05	Chodba	5.2 m ²	1	50
3.NP	311	Chodba	3.0 m ²	1	50
3.NP	312	Schodiště	13.2 m ²	2	100
4.NP	7.08	Pokoj	15.9 m ²	2	100
4.NP	7.09	Ložnice	13.9 m ²	2	100
4.NP	7.10	Koupelna	5.2 m ²	2	100
4.NP	7.11	Schodiště	14.7 m ²	2	100

4.NP	7.12	WC	3.3 m ²	1	50
4.NP	7.13	Terasa	52.2 m ²	3	150
4.NP	8.06	Koupelna	5.2 m ²	2	100
4.NP	8.07	Ložnice	13.9 m ²	2	100
4.NP	8.08	Pokoj	15.9 m ²	2	100
4.NP	8.09	Schodiště	14.7 m ²	2	100
4.NP	8.10	WC	3.3 m ²	1	50
4.NP	8.11	Terasa	51.6 m ²	3	150

13. Dimenzování vodičů a jističů

Patro	Číslo bytu	Počet obytných místností	Počet osob	Stupeň elektrizace	Kategorie bytu	Maximální soudobý příkon P _b [W]	Celkový příkon světel [W]	Zůstatek příkonu na zásuvky [W]	Maximální zatěžovací proud I _{max} [A]	Výpočtový průřez S _{min} [mm ²]	Návrhový průřez S [mm ²]	Návrhový jistič [A]
1. NP	1	3	4	B	IV	11000	1470	9530	27,5	3,44	6	32
	2	2	2	B	II	11000	1110	9890	27,5	3,44	6	32
2. NP	3	3	4	B	IV	11000	1420	9580	27,5	3,44	6	32
	4	2	2	B	II	11000	700	10300	27,5	3,44	6	32
	5	2	2	B	II	11000	980	10020	27,5	3,44	6	32
3. NP	6	2	2	B	II	11000	660	10340	27,5	3,44	6	32
	7	5	6	B	VI	11000	2470	8530	27,5	3,44	6	32
	8	3	4	B	IV	11000	1980	9020	27,5	3,44	6	32
Veřejný prostor	0				11000	1230	9770	27,5	3,44	6	32	
Celkem:			26			99000						

Výpočet této tabulky je uveden dále v textu.

Postup výpočtů:

- 1) Předpokládáme, že v každém bytě bude elektrický sporák s elektrickou troubou, tudíž každý byt spadá do stupně kategorizace B viz. **tab. 3**.
- 2) Podle **tab. 4** jsme přiřadili k jednotlivým bytům maximální soudobý příkon P_b, který je pro byty kategorizace B **11 KW**.

3) Návrh hlavního domovního vedení HDV:

Pro výpočet použijeme **vzorce (1); (2); (5)**

Celkový příkon celé budovy:	$P_{b8} = 99 \text{ kW}$
V budově se nachází 8 bytů, což určuje soudobost:	$\beta_8 = 0,48 [-]$
Jmenovité sdružené napětí soustavy:	$U_s = 400 \text{ V}$
Průměrný účinník $\cos(\varphi)$:	$\cos(\varphi) = 1 [-]$
Typ uložení kabelu: ve zdi	C

Výpočtové zatížení: $P_p = \beta_8 \cdot P_{b8} = 0,48 \cdot 99 = 47,52 \text{ kW}$

Výpočtový proud: $I_p = \frac{1000 \cdot P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos(\varphi)} = \frac{1000 \cdot 47,52}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 68,59 \text{ A}$

$P_p =$	<i>výpočtové zatížení [kW]</i>
$U_s =$	<i>jmenovité sdružené napětí soustavy [V]</i>
$\cos(\varphi) =$	<i>průměrný účinník spotřebičů; u bytového odběru je možno počítat s účinníkem $\cos(\varphi) = 1$</i>

Na základě uložení kabelu a výpočtového proudu, se stanoví podle **tab.6** velikost průřezu vodiče = 16 mm^2

Podle vypočteného proudu I_p , se určí jistič o nejbližší vyšší hodnotě, tedy **80 A**.

Podle **tab.7** zjistíme, že pro **80 A** jistič, průřez 16 mm^2 nevyhovuje, musíme použít průřez vodiče alespoň **25 mm²**.

NÁVRH: KABEL CYKY-J 4 X 25; JISTIČ 80 A.

Výpočet úbytku napětí pro tří fázovou soustavu HDV:

Součty jednotlivých proudových momentů:

Velikost proudu je ve všech bytech stejná 27,5 A v závorce je uvedena délka vodiče k jednotlivým rozvaděčům.

$$\sum_{i=1}^m (I_i \cdot L_i) = 27,5 \cdot (9 + 8,4 + 7,9 + 5,9 + 4,6 + 6 + 7,6 + 4,6 + 3,5) = 1581,25 \text{ m} \cdot \text{A}$$

$$\Delta U_s = \frac{\sqrt{3} \cdot \sum_{i=1}^m (I_i \cdot L_i) \cdot \cos(\varphi)}{\gamma \cdot S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1581,25 \cdot 1}{56,2 \cdot 25} = 1,95 \text{ V}$$

$\gamma =$	<i>měrná elektrická vodivost jádra vodiče [S.m/mm²], pro měď $\gamma = 56,2 \text{ S.m/mm}^2$, pro hliník $\gamma = 35,2 \text{ S.m/mm}^2$</i>
$S =$	<i>průřez vodiče [mm²]</i>
$\sum_{i=1}^m (I_i \cdot L_i) =$	<i>součet proudových momentů [m.A]</i>

Dovolený úbytek napětí by neměl přesáhnout 2 % jmenovitého napětí.

$$U_{dov.} = 0,02 \cdot U_s = 0,02 \cdot 400 = 8 V$$

Posouzení navrženého vodiče:

$$\Delta U_s < U_{dov.} = 1,95 V < 8 V \rightarrow \underline{\text{NÁVRH VYHOVUJE}}$$

4) Návrh dimenze bytových odboček

Pro výpočet dimenze vodiče bytové odbočky použijeme **vzorec (6)**

Minimální plocha vodiče:

$$S_{min} = \frac{I_{max}}{8} \quad [mm^2]$$

I_{max} = maximální zatěžovací proud [A]

S = plocha průřezu [mm^2]

Maximální zatěžovací proud se stanoví ze vzorce **(7)**:

$$I_{max} = \frac{P_b}{U_s} = \frac{11000}{400} = 27,5 A$$

$$S_{min} = \frac{27,5}{8} = 3,44 mm^2$$

Podle vypočteného proudu I_{max} , se určí jistič o nejbližší vyšší hodnotě, tedy **32 A**.

Podle **tab.7** zjistíme, že pro **32 A** jistič, musíme použít průřez vodiče alespoň **6 mm^2** .

NÁVRH: KABEL CYKY-J 4 X 6; JISTIČ 32 A.

Výpočet úbytku napětí pro tří fázovou soustavu podle vzorce (4):

$$\Delta U_s = \frac{L \cdot P_b \cdot 1000}{\gamma \cdot S \cdot U_s} = \frac{9 \cdot 11 \cdot 1000}{56,2 \cdot 6 \cdot 400} = 0,73 \text{ V}$$

L= délka vedení [m] (nejdelší odbočka má 9 m, všechny ostatní mají kratší délku, proto stačí ověřit pouze nejdelší trasu a ostatní tudíž také vyhoví)

P_b= soudobý příkon [kW]

γ= měrná elektrická vodivost jádra vodiče [S.m/mm²],
pro měď γ= 56,2 S.m/mm², pro hliník γ= 35,2 S.m/mm²

S= průřez vodiče [mm²]

U_f= jmenovité napětí fázové [V]

U_s= jmenovité napětí sdružené [V]

Dovolený úbytek napětí by neměl přesáhnout 2 % jmenovitého napětí.

$$U_{dov.} = 0,02 \cdot U_s = 0,02 \cdot 400 = 8 \text{ V}$$

Posouzení navrženého vodiče:

$$\Delta U_s < U_{dov.} = 0,73 \text{ V} < 8 \text{ V} \rightarrow \underline{\text{NÁVRH VYHOVUJE}}$$

14. Závěr

Cílem této bakalářské práce byl návrh a vypracování projektové dokumentace silnoproudých rozvodů v bytovém domě na úrovni stavebního řízení. V první části bakalářské práce jsem se seznámil s technickými normami a vyhláškami. Prostudoval jsem různé odborné články a publikace ke zjištění informací o řešeném problému, které jsem pak aplikoval do samotného projektu ve druhé části práce. Výsledkem této práce je zpracovaná projektová dokumentace, popsány a označeny všechny zásuvkové a světelné obvody, navržené dimenze všech částí vnitřní elektroinstalace a navržené odpovídající velikosti jističů před elektroměry a pojistky v přípojovací skříni. K projektu je vypracovaná i technická zpráva, kde je podrobně vysvětleno umístění zásuvek, světel a vypínačů a další technické provedení vnitřní elektroinstalace. Dále jsou popsány podmínky pro připojení objektu k distribuční síti a použité normy a vyhlášky.

Bakalářská práce byla vytvořena pomocí programů AutoCad 2020, REVIT 2020, MS Word a MS Excel.

15. Seznam použité literatury a podkladů

- [1] KUSALA, Jaroslav. Elektřina. Miniencyklopedie [online]. 8. vydání. Simopt, s.r.o., 2013, 16. [cit. 9.12. 2019]. ISBN 978-80-87851-11-1
Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/miniencyklopedie/8_miniencyklopedie_elektrina/cs/index.html#399923b85
- [2] ČEPS [online]. ČEPS Invest, a.s., 2018. [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/zajimava-cisla>
- [3] TZB info [online]. Topinfo s.r.o., 2016. [cit. 9.12. 2019] Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/elektroenergetika/13676-prenosova-soustava-elektricke-energie>
- [4] TZB info [online]. Topinfo s.r.o., 2010. [cit. 9.12. 2019] Dostupné z: <https://energetika.tzb-info.cz/elektroenergetika/6647-elektricke-site-pro-prenos-energie>
- [5] GARLÍK, Bohumír. *Technická zařízení budov: elektrická instalace v budovách*. Praha: Česká technika- nakladatelství ČVUT, 2017. [cit. 9.12.2019] ISBN 978-80-01-06342-2.
- [6] KŘÍŽ, Michal. Sítě IT. profiElektrika [online]. Elektrika.cz, 2012. [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/kriz-3-site-it/view>
- [7] Katedra technických zařízení budov k11125 [online]. České vysoké učení technické v Praze [2019]. [cit. 9.12. 2019] Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125tz02/cviceni/uloha_6/uloha-6-podklad_elektro.pdf
- [8] PRAKAB PRAŽSKÁ KABELOVNA [online]. Katalog produktů. 2009. [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/8310682-Prakab-prazska-kabelovna-a-s-clen-skupiny-skb-katalog-produktu-produkty-2009-2010-www-prakab-cz.html>
- [9] 16/2016 Sb. Vyhláška o podmínkách připojení k elektrizační soustavě. Energetický regulační úřad [2016]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/documents/10540/463080/Vyhl%C3%A1%C5%A1ka+o+podm%C3%ADnk%C3%A1ch+p%C5%99ipojen%C3%AD%20k+elektriza%C4%8Dn%C3%AD%20stav%C4%9B/e40a8453-37b6-4b06-848e-c4eac97a886a>
- [10] ČSN 33 2130 ED.3. Elektrické instalace nízkého napětí- Vnitřní elektrické rozvody. 332130. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [11] Nadproudová spoušť MTV8 jističe BD250: Nadproudová spoušť MTV8 jističe BD250 produktové řady Modeion. [obrázek]. In: OEZ. Příručka elektrotechnika. Jisticí přístroje II. Str. 14. Www.oez.cz. JP1-2012-C. 108 str.

- [12] České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Dimenzování vodičů v rozvodech NN [online]. Praha, 2016. [cit. 9.12.2019]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/15842244-Dimenzovani-vodicu-v-rozvodech-nn.html>
- [13] ČSN EN 60529. Stupně ochrany krytem. 33 0330. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2015.
- [14] Popis složení elektroměru. In: profiElektrika [online]. Elektrika.cz, 2009. [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/ben-mereni-prace-elektrickeho-proudu>
- [15] E.ON Distribuce, a.s. [online]. Požadavky na umístění, provedení a zapojení měřicích souprav u zákazníků a malých výroben s připojovaným výkonem do 250 kW připojených k elektrické síti nízkého napětí. 2017. [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <https://www.eon-distribuce.cz/sites/default/files/2018-08/EON-zapojeni-mericich-souprav.pdf>
- [16] ČEZ, a.s., [online]. Skupina ČEZ nainstalovala do českých domácností prvních 5 tisíc chytrých elektroměrů. 2011. [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/skupina-cez-nainstalovala-do-ceskych-domacnosti-prvnich-5-tisic-chytrych-elektromeru-49357/index.shtml>
- [17] Výukový portál COPTel [online]. Střední škola – Centrum odborné přípravy technické Kroměříž. 2008. [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <https://coptel.cz/mod/resource/view.php?id=7243>
- [18] Vypínací charakteristik tavných pojistek typu IF. In: SlidePlayer [online]. SlidePlayer.cz Inc, 2019. [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/2977578/>
- [19] Stavba pojistky. In: Střední škola, Havířov-Šumbark [online]. DocPlayer.cz, 2016. [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/19938928-Jisteni-obvodu-pojistky-1.html>
- [20] Bešta, M. Jističe. In: mbest.cz [online] mbest.cz, 2013 [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <http://www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T1.4-JISTI%C4%8CE.pdf>
- [21] Odborné časopisy.cz [online]. ELEKTRO, 2010. [cit. 9.12. 2019]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/41956.pdf>
- [22] Obrázek vytvořil autor bakalářské práce, BUK Michal.
- [23] Jistič s oddělenou tepelnou a zkratovou spouští LPN-10B-1 1 pro domovní instalace: Jistič s termomagnetickou nadproudovou spouští pro domovní a podobné instalace, jistič LPN-10B-1. [obrázek]. In: OEZ. Příručka elektrotechnika. Jističí přístroje I. Str. 25. Www.oez.cz. JP1-2011-C. 92 str.
- [24] Princip proudového chrániče: KOLEKTIV AUTORŮ: Průvodce elektrikáře přípravou na zkoušky a přezkoušení podle vyhlášky č. 50/1978 Sb. Str. 44. PRE 2013. 179 str.

[25] Redakce časopisu. Vnitřní elektrické rozvody dle ČSN 33 2130 ed.2 – silové rozvody. In: ElektroPrůmysl.cz. [online]. ElektroPrůmysl.cz, 2012. [cit. 10.12. 2019]. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/vnitрни-elekricke-rozvody-dle-csn-33-2130-ed-2-silove-rozvody>

[26] bajty.eu. MiniElektrikář 48.- Elektroinstalace v prostorách s vanou nebo sprchou [online]. JELÍNEK Petr, 2012. [cit. 10.12. 2019]. Dostupné z: <http://www.bajty.eu/2012/06/minielektrikar-48-elektroinstalace-v.html>

[27] GARLÍK, Bohumír. Elektrické instalace v koupelnách a kuchyních, bytových i nebytových prostorách. Tzbinfo [online]. 2010. [cit. 10.12. 2019]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/6713-elekricke-instalace-v-koupelnach-a-kuchynich-bytovych-i-nebytovych-prostorach>

[28] Electrical 4 U. Ezoic Inc. [online]. 2019. [cit. 11.12. 2019]. Dostupné z: <https://www.electrical4u.com/electrical-engineering-articles/engineering-material/>

16. Seznam příloh

- 1) Výkres č. 1- Světelné obvody v 1. NP
- 2) Výkres č. 2- Zásuvkové obvody v 1. NP
- 3) Výkres č. 3- Světelné obvody v 2. NP
- 4) Výkres č. 4- Zásuvkové obvody v 2. NP
- 5) Výkres č. 5- Světelné obvody v 3. NP
- 6) Výkres č. 6- Zásuvkové obvody v 3. NP
- 7) Výkres č. 7- Světelné obvody v 4. NP
- 8) Výkres č. 8- Zásuvkové obvody v 4. NP
- 9) Výkres č. 9- Schematické uspořádání elektrického rozvodu
- 10) Výkres č. 10- Zapojení rozvaděče v přípojkové skříni PS
- 11) Výkres č. 11- Zapojení elektroměrového rozvaděče ER1
- 12) Výkres č. 12- Zapojení rozvaděčů v bytových rozvaděčích
- 13) Technická zpráva