

Bakalářská práce



České
vysoké
učení technické
v Praze

F3

Fakulta elektrotechnická

Návrh elektroinstalace bytového domu

Ondřej Brožek

Vedoucí práce: Ing. David Černý
2024

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Brožek** Jméno: **Ondřej** Osobní číslo: **507204**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra elektroenergetiky**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Specializace: **Aplikovaná elektrotechnika**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Návrh elektroinstalace bytového domu

Název bakalářské práce anglicky:

Design of the electrical installation of an apartment building

Pokyny pro vypracování:

- 1) Popište hlavní parametry a vlastnosti elektrické distribuční sítě nízkého napětí.
- 2) Uveďte hlavní zásady návrhu a dimenzování elektrických rozvodů v bytových domech.
- 3) Charakterizujte zásady použití a návrhu elektrických ochranných zařízení v bytových domech.
- 4) Zpracujte návrh elektroinstalace bytového domu.

Seznam doporučené literatury:

- [1] BASTIAN, Peter. Praktická elektrotechnika. Praha: Europa – Sobotáles cz., 2004. ISBN 80-86706-07-9.
- [2] BERKA, Štěpán. Elektrotechnická schémata a zapojení. Praha: BEN – technická literatura, 2008. ISBN 978-80-7300-229-9.
- [3] ČSN 33 2000-1 ed.2. Elektrické instalace nízkého napětí. Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [4] ČSN 33 2000-4-41 ed.3. Elektrické instalace nízkého napětí. Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [5] 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. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [6] ČSN 33 2130 ed.3. Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [7] ČSN EN 60529. Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód). Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1993.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. David Černý Černý Strnad – elektroprojekce s.r.o.

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2024**

Termín odevzdání bakalářské práce: _____

Platnost zadání bakalářské práce: **21.09.2025**

Ing. David Černý
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Zdeněk Müller, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

prof. Mgr. Petr Páta, Ph.D.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 15. 5. 2024

Ondřej Brožek

Poděkování

Mé poděkování patří vedoucímu této práce, panu Ing. Davidu Černému, za profesionální vedení práce a za věcné poznámky k práci. Dále bych chtěl poděkovat konzultantovi této práce, panu Mgr. Ing. Vítu Kleinovi, Ph.D., za jeho ochotu, vstřícnost a cenné připomínky k této práci a také za strávený čas, který mi byl věnován během konzultací. Chtěl bych také poděkovat Sáře Čopové za poskytnutí návrhu bytového domu. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům, kteří mě při vytváření této práce podpořili.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na návrh elektroinstalace bytového domu a je strukturována do čtyř hlavních kapitol. Po úvodu následuje kapitola věnovaná elektrické distribuční síti nízkého napětí, kde jsou krátce popsány hlavní parametry a vlastnosti, technické prvky a elektrická vedení. V další kapitole se práce zaměřuje na popis elektroinstalace bytových domů od elektrické přípojky až po dílčí bytové okruhy. Další kapitolou je elektrická ochrana zařízení v bytových domech, ve které se práce zabývá popisem konstrukce a funkce nejpoužívanějších jistících prvků, jako jsou jističe a pojistky. Je zde také popsána konstrukce, použití a funkce proudového chrániče. V poslední kapitole se práce věnuje konkrétnímu návrhu elektroinstalace bytového domu, včetně dimenzování vodičů a ochranných zařízení.

Klíčová slova

Elektroinstalace bytového domu, dimenzování, ochranná zařízení.

Typografická poznámka autora

Obrázky, grafy a tabulky, ve kterých nejsou odkazy na použité zdroje, jsou vytvořeny autorem této práce.

Abstract

The bachelor's thesis is focused on the design of the electrical installation of an apartment building and is structured into four main chapters. The introduction is followed by a chapter dedicated to the low-voltage electrical distribution network, where the main parameters and properties, technical elements and electrical lines are briefly described. In the next chapter, the thesis focuses on the description of the electrical installation of apartment buildings, from the electrical connection to subdivisional housing circuits. The next chapter is the electrical protection of equipment in apartment buildings, in which the thesis deals with the description of the construction and function of the most used safety elements, such as circuit breakers and fuses. The use, internal design and function of a GFCI are also described here. In the last chapter, the work is devoted to the specific design of the electrical installation of an apartment building, including the dimensioning of wires and protective devices.

Keywords

Electrical installation of an apartment building, sizing, protective devices.

Obsah

ÚVOD.....	1
1. ELEKTRICKÁ DISTRIBUČNÍ SÍŤ NÍZKÉHO NAPĚTÍ.....	3
1.1. Hlavní parametry a vlastnosti	3
1.1.1. Napěťová úroveň.....	3
1.1.2. Typy distribučních sítí nízkého napětí.....	3
1.1.2.1. Paprsková síť	3
1.1.2.2. Okružní síť	4
1.1.2.3. Mřížová síť.....	5
1.2. Technické prvky distribuční sítě nízkého napětí	5
1.2.1. Transformátory	6
1.2.1.1. Distribuční transformační stanice	6
1.2.2. Elektrická vedení nízkého napětí.....	7
1.2.2.1. Kabelová vedení nízkého napětí	7
1.2.2.2. Venkovní vedení nízkého napětí.....	7
1.2.2.3. Připojení odběrných zařízení k distribuční síti	8
1.3. Ochranná zařízení distribuční sítě nízkého napětí	8
2. POPIS A DIMENZOVÁNÍ ELEKTROINSTALACE BYTOVÝCH DOMŮ	9
2.1. Elektrická přípojka.....	9
2.1.1. Kabelová přípojka.....	10
2.1.2. Přípojka z venkovního vedení.....	11
2.2. Hlavní domovní skříň	11
2.3. Hlavní domovní vedení.....	12
2.3.1. Dimenzování hlavního domovního vedení	13
2.3.1.1. Výpočtové zatížení pro bytovou zástavbu	13
2.3.1.2. Výpočtové zatížení pro nebytové odběry	15
2.3.1.3. Výpočtový proud	15
2.3.1.4. Výběr průřezu vodiče.....	16
2.3.1.5. Výpočet úbytku napětí	17

2.4.	Odbočky od hlavního domovního vedení k měřicím zařízením	18
2.5.	Elektroměrový rozvaděč.....	19
2.6.	Bytový rozvaděč.....	20
2.7.	Bytové okruhy (obvody)	20
2.7.1.	Zásuvkové obvody	20
2.7.2.	Obvody pro pevně připojené spotřebiče.....	21
2.7.3.	Světelné obvody	21
2.7.3.1.	Obvody pro osvětlení společných komunikací	22
2.8.	Uložení vodičů v bytech.....	24
3.	ELEKTRICKÁ OCHRANA ZAŘÍZENÍ V BYTOVÝCH DOMECH.....	27
3.1.	Požadavky na činnost ochrany	27
3.2.	Pojistky	28
3.3.	Jističe.....	28
3.3.1.	Bimetalová (tepelná) spoušť.....	28
3.3.2.	Elektromagnetická (zkratová) spoušť.....	29
3.3.3.	Kombinace bimetalové a elektromagnetické spouště	29
3.3.4.	Elektronická spoušť.....	29
3.3.5.	Rozdělení jističů podle vypínací charakteristiky.....	30
3.4.	Proudový chránič.....	31
3.5.	Volba jisticího prvku z hlediska přetížení.....	32
4.	NÁVRH ELEKTROINSTALACE BYTOVÉHO DOMU	33
4.1.	Charakteristika bytového domu.....	33
4.2.	Dimenzování kabelu hlavního domovního vedení	33
4.3.	Dimenzování jištění kabelu hlavního domovního vedení	35
4.4.	Dimenzování kabelů pro odbočky k elektroměrům	36
4.5.	Dimenzování jištění kabelů pro odbočky k elektroměrům	37
4.6.	Realizace elektroinstalace bytového domu	37
4.7.	Ochrana před úrazem elektrickým proudem	38
4.8.	Vytápění a ohřev teplé vody bytového domu.....	38

5. ZÁVĚR.....	39
SEZNAM LITERATURY	41
SEZNAM PŘÍLOH.....	43

Seznam obrázků

Obr. 1.1: Schéma zapojení paprskové sítě	4
Obr. 1.2: Schéma zapojení okružní sítě	4
Obr. 1.3: Schéma zapojení mřížové sítě	5
Obr. 2.1: Schéma elektroinstalace v bytovém domě.....	9
Obr. 2.2: Schéma kabelové přípojky do samotné zdi domu	10
Obr. 2.3: Připojení vodičů v trubce.....	11
Obr. 2.4: Připojení vodičů ve zdi	11
Obr. 2.5: Schéma HDS.....	12
Obr. 2.6: Zóny pro ukládání elektrického vedení v pokojích	24
Obr. 2.7: Označení zón v koupelně.....	26
Obr. 3.1: Průřez jističe s mechanickou spouští	29
Obr. 3.2: Princip součtového proudového transformátoru.....	31
Graf 4.1: Vypínací charakteristiky jističů typu B, C, D	30
Graf 4.2: Správné zvolení jisticího prvku pro vodič CYKY 4 x 1,5 mm ²	32

Seznam tabulek

Tab. 2.1: Hodnoty soudobosti βn pro n bytů	14
Tab. 2.2: Stupně elektrizace bytu.....	14
Tab. 2.3: Jištění a průřezy vodičů HDV	16
Tab. 2.4: Minimální průřezy vodičů odboček od HDV k elektroměrům.....	18
Tab. 2.5: Minimální počet obvodů v bytech velikostní kategorie	23
Tab. 2.6: Minimální počet vývodů pro jednotlivé místnosti.....	23
Tab. 2.7: Vymezení prostoru	26
Tab. 4.1: Přehled bytů a výpočet výpočtového zatížení bytového domu	34
Tab. 4.2: Přepočítávací koeficienty pro teplotu odlišnou od základní.....	34
Tab. 4.3: Vypočtené výpočtové zatížení a výpočtový proud pro všechna podlaží bytového domu.....	36
Tab. 4.4: Výpočet úbytku napětí.....	37
Tab. 4.5: Jmenovité proudy jističů pro dílčí podlaží	37

Seznam zkratk

BR	Bytový rozvaděč
ER	Elektroměrový rozvaděč
HDS	Hlavní domovní skříň
HDV	Hlavní domovní vedení
NN	Nízké napětí
SCZT	Soustava centralizovaného zásobování teplem
VN	Vysoké napětí

Seznam použitých technických norem

1. ČSN 33 2130. Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
2. ČSN EN 60529. Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód). Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1993.
3. ČSN 33 2000-5-52. Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
4. ČSN 33 2000-4-41. Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
5. ČSN 33 3320. Elektrotechnické předpisy - Elektrické přípojky. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

ÚVOD

Elektroinstalace představuje klíčový prvek moderního bydlení a je nedílnou součástí funkční infrastruktury jak individuálních domácností, tak i bytových domů. V souvislosti s neustálým technologickým pokrokem a narůstajícími nároky na komfort a efektivitu, je nezbytné, aby byly elektroinstalace navrhovány a realizovány s ohledem na nejnovější standardy a technologické trendy, avšak neopomínaly předepsané normy.

Jedním z klíčových prvků návrhu elektroinstalace je výběr vhodného průřezu vodiče. Při špatné volbě průřezu může dojít k přehřívání vodiče, to může mít za následek poškození jeho izolace. Celkově se dá říct, že špatná volba průřezu vodiče může vést k nespolehlivému provozu elektroinstalace. Další důležitý prvek, který se váže na vhodný výběr průřezu vodiče je zvolení vhodného jisticího prvku. Při špatné volbě jisticího prvku může dojít k nedostatečné ochraně zařízení či dokonce vytvoření nebezpečí pro uživatele a majetek. Pokud má jisticí prvek příliš vysoký jmenovitý proud pro danou aplikaci, nedokáže účinně ochránit před přetížením či zkratem. Jelikož se v dnešní době čím dál více klade důraz na bezpečnost, tak je při návrhu elektroinstalace nutné dle normy použít vhodné doplňkové ochrany. Nejvíce se používá ochrana samočinným odpojením od zdroje. Všeobecně lze říci, že elektroinstalace je komplexní a pro správné navržení a realizaci se musí postupovat dle vhodných norem.

Cílem této práce je popsat základy elektrické distribuční sítě nízkého napětí, systematicky popsat elektroinstalaci od přípojky až po dílčí bytové okruhy. Součástí práce je také návrh elektroinstalace bytového domu včetně dimenzování vodičů a jisticích prvků.

1. ELEKTRICKÁ DISTRIBUČNÍ SÍŤ NÍZKÉHO NAPĚTÍ

Elektrická distribuční síť nízkého napětí představuje důležitou část distribuční soustavy, která zajišťuje spolehlivou dodávku elektrické energie ze zdrojů k odběratelům. Tyto sítě jsou navrhovány s ohledem na charakter a požadovaný příkon napájeného objektu.

1.1. Hlavní parametry a vlastnosti

V této kapitole provedeme rozbor jednotlivých parametrů a vlastností distribuční sítě, včetně napěťové úrovně a typů distribučních sítí nízkého napětí. Každý z těchto faktorů hraje klíčovou roli v zajištění spolehlivé dodávky elektřiny a optimalizaci provozu distribuční sítě.

1.1.1. Napěťová úroveň

Elektrická distribuční síť nízkého napětí je navržena tak, aby pracovala s napětím od 50 V do 1000 V. Napětí do 1000 V je považováno za nízké napětí dle definice a umožňuje efektivní přenos elektřiny po distribuční síti s minimálními ztrátami. Tato úroveň napětí umožňuje provozovatelům distribuční sítě flexibilně reagovat na změny v zásobování zájmových území elektrickou energií.

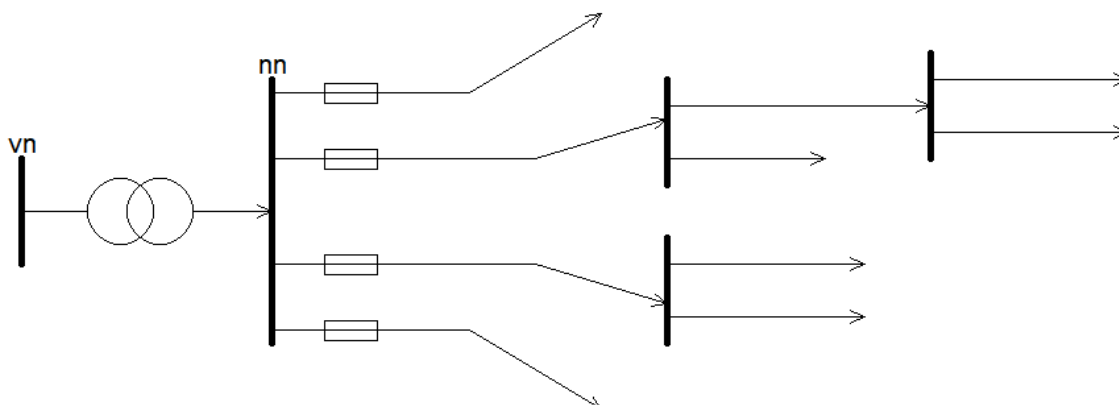
1.1.2. Typy distribučních sítí nízkého napětí

V této podkapitole se budeme zabývat třemi základními typy zapojení distribuční sítě, a to paprskovou, okružní a mřížovou sítí. Tyto sítě se liší svojí složitostí zapojení a spolehlivostí dodávky elektrické energie.

1.1.2.1. Paprsková síť

Paprsková síť je jeden z nejjednodušších typů zapojení distribuční sítě. V paprskových sítích vychází vedení (paprsky) z jednoho zdroje (většinou transformovny) a dodává elektrickou energii do jednotlivých odběrných míst (viz obr. 1.1). Každý vývod (paprsek) z napájecího zdroje je samostatný a nelze je vzájemně propojovat. Tento typ

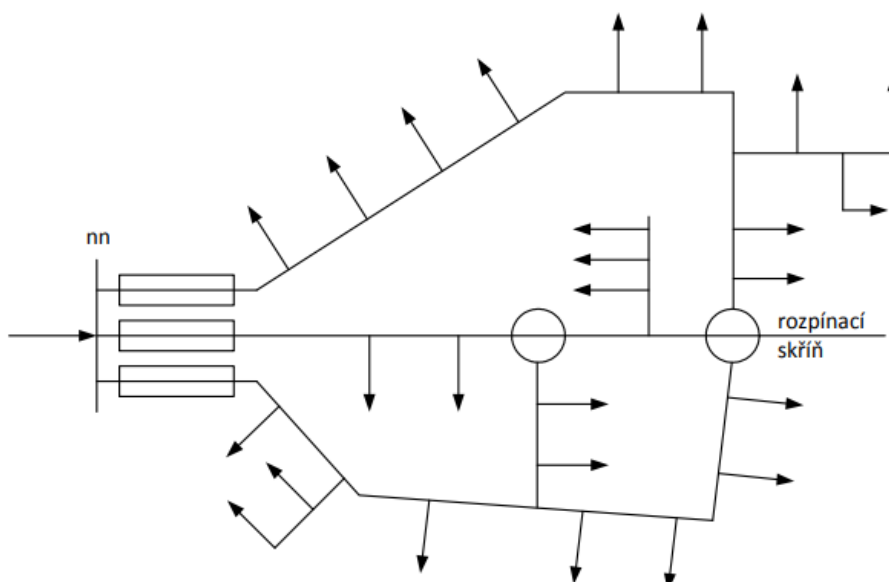
rozvodu je nejlevnější, avšak nejméně spolehlivý. Každá porucha na určitém paprsku znamená ztrátu napájení všech odběrných míst tohoto paprsku.



Obr. 1.1: Schéma zapojení paprskové sítě

1.1.2.2. Okružní síť

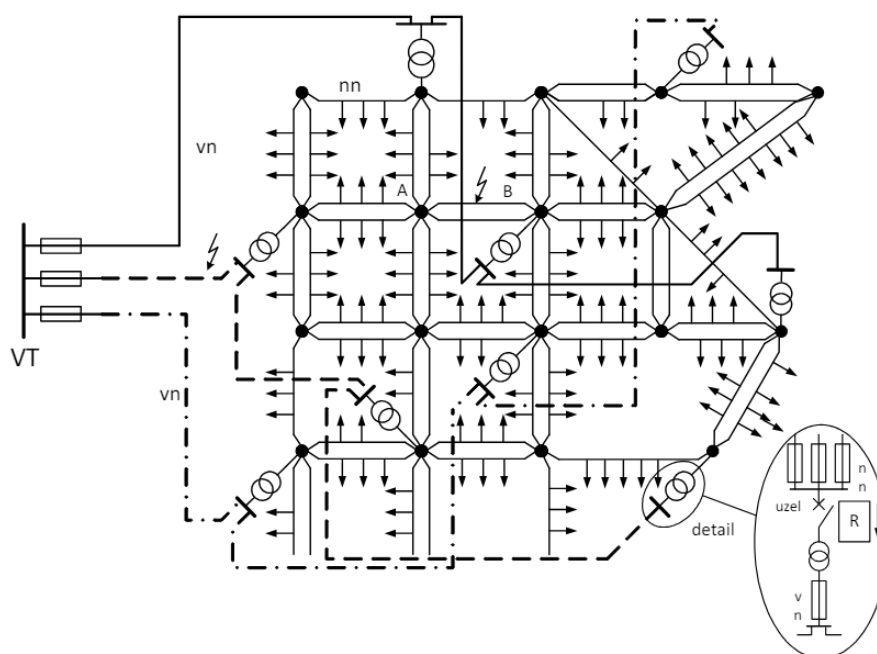
Je síť, která se může provozovat s rozepnutým spojením paprsků nebo se sepnutým spojením paprsků. Paprsky jsou vedeny tak, aby bylo možné je spojit do uzavřených smyček (viz obr. 1.2). V bezporuchovém, tedy běžném stavu, se jedná o paprskovou síť. V případě poruchy lze snadno postiženou část obvodu připnout na vývod sousedního paprsku. Přepnutí na sousední vedení se dá provést buď manuálně nebo automaticky. Výhodou je, že poruchy v síti nn nijak neovlivní napájení spotřebitele, kdežto poruchy v síti vn znamenají přerušování dodávky elektrické energie k všem odběratelům. Tento typ zapojení distribuční sítě je spolehlivější, ale dražší na realizaci než paprskové zapojení, jelikož vyžaduje větší délky vedení pro navázání vzájemného spojení.



Obr. 1.2: Schéma zapojení okružní sítě [14]

1.1.2.3. Mřížová síť

Mřížová síť, někdy také označována jako uzlová, se nejčastěji využívá v husté městské zástavbě, popřípadě k napájení větších průmyslových objektů. Velikou výhodou tohoto zapojení je, že každé odběrné místo může být napájeno z více transformoven, které jsou připojeny nejméně dvěma, lépe třemi různými napaječi vn (viz obr. 1.3). Kabelové vedení z těchto transformoven se spojuje do uzlů. Toho se většinou docílí v pojistkových skříních, které mohou být umístěny na vhodných místech v domovních zdech nebo umístěné do samostatných pilířů. Výhodou je, že poruchy v síti nn a vn nijak neovlivní napájení. Nevýhodou je však obtížnější lokalizace místa poruchy. Tento typ zapojení je ze všech zmíněných nejvíce spolehlivý z hlediska dodávky elektrické energie, avšak nejdražší na realizaci z důvodu množství uzlů, tedy pojistkových skříní, transformoven a také vyžaduje spousty kabelového vedení.



Obr. 1.3: Schéma zapojení mřížové sítě [14]

1.2. Technické prvky distribuční sítě nízkého napětí

V této podkapitole si v krátkosti popíšeme základní technické prvky distribuční sítě nízkého napětí, kterými jsou transformátory, elektrická vedení a přípojky. Součástí technických prvků distribuční sítě nízkého napětí jsou i odpojovače, vypínače a odpínače, nicméně jsou tyto prvky nad rámec rozsahu této práce a nebudou v této práci popsány.

1.2.1. Transformátory

Transformátor je netočivý elektrický stroj používaný k přenosu elektrické energie mezi dvěma nebo více obvody střídavého proudu prostřednictvím střídavého elektromagnetického pole. V elektroenergetické soustavě se nejčastěji využívá ke změně velikosti napětí, avšak může být využit i ke galvanickému oddělení dvou nebo více připojených obvodů.

Základní konstrukce transformátoru se skládá ze dvou nebo více vinutí, která jsou navinuta na feromagnetické jádro lakovanými vodiči většinou kruhového, někdy i obdélníkového průřezu.

Princip funkce transformátoru je takový, že pokud připojíme primární vinutí na zdroj napětí, začne protékat tímto vinutím proud, tento proud vybudí v jádře magnetický tok a časovou změnou tohoto magnetického toku dojde k indukci napětí do sekundárního vinutí. Výsledné napětí na sekundárním vinutí transformátoru závisí na převodu p .

Existuje spousta typů transformátorů, ale v této kapitole se budeme zabývat pouze následujícími: distribučními transformátory, transformátory vlastní spotřeby a oddělovacími transformátory. Distribuční transformátory nízkého napětí nebo transformátory vlastní spotřeby napájejí vnitřní elektrické rozvody budov. Tyto transformátory jsou trojfázové a mají na výstupu nízké napětí. Oddělovací transformátory mají převod $p = 1$, tedy nemění velikost napětí. Využívají se ke galvanickému oddělení připojených zdrojů od venkovního vedení, což je chrání před atmosférickými přepětími a také slouží ke snížení zkratových proudů.

1.2.1.1. Distribuční transformační stanice

Využívají se k transformaci z vysokého napětí, většinou 22 kV na napětí běžně používané úrovně, tedy 400 V. Jejich provedení je obvykle přizpůsobeno místům, kde budou trafostanice umístěny. V hustě zastavěných oblastech jsou častěji využívány kioskové distribuční transformační stanice, zatímco v menších vesnicích a řídké osídlených lokalitách se často setkáme s příhradovými nebo sloupovými distribučními transformačními stanicemi.

Zapojení distribučních transformátorů pro menší výkony, přibližně do 250 kVA, bývá obvykle Yzn1, pro vyšší výkony se používá zapojení Dyn1. [2]

1.2.2. Elektrická vedení nízkého napětí

Elektrické vedení nízkého napětí je součástí elektrické distribuční sítě, které slouží k přenosu elektrické energie z transformoven (vn/nn) ke spotřebitelům (domácností, průmyslovým provozům, komerčním budovám atd.). Jeho hlavním účelem je distribuce elektřiny s co nejmenšími ztrátami energie. Elektrická vedení nízkého napětí je možné rozdělit na kabelová a venkovní. Využití kabelového či venkovního vedení je závislé na technických podmínkách, umístění, a také na stanovených požadavcích na spolehlivost provozu či bezpečnost.

1.2.2.1. Kabelová vedení nízkého napětí

Kabelová vedení nízkého napětí nacházejí uplatnění v různých situacích a prostředích, zejména tam, kde není vhodné nebo praktické používat venkovní vedení a jsou realizovány pomocí izolovaných kabelů. Některé z hlavních oblastí uplatnění kabelových vedení zahrnují:

1. **Městské oblasti** – V hustě obydlených městských oblastech jsou kabelová vedení často preferována kvůli estetickým důvodům a menšímu prostorovému zatížení. Kabely jsou často ukládány pod zemí v kabelových kanálech, což minimalizuje rušení a zvyšuje bezpečnost.
2. **Přes oblasti s extrémními vnějšími podmínkami** – V oblastech s extrémními povětrnostními podmínkami nebo častými silnými námrazami, mohou být kabelová vedení preferována kvůli menšímu riziku poškození a výpadků elektrické energie.

Jejich výstavba je poměrně dražší než výstavba venkovního vedení, ale zaručuje méně častou údržbu.

1.2.2.2. Venkovní vedení nízkého napětí

Venkovní vedení nízkého napětí nachází uplatnění zejména tam, kde není požadavek na kabelové vedení, tedy převážně v malých obcích s nízkou hustou zástavby nebo ve venkovských a odlehlých oblastech, popřípadě v místě, kde by náklady na kabelové vedení byly příliš velké. Výstavba venkovního vedení je poměrně levnější než u kabelového vedení, ale musí se častěji řešit údržba vedení.

1.2.2.3. Připojení odběrných zařízení k distribuční síti

Připojení odběrného místa k distribuční síti zřizuje distributor poté, co mu potenciální odběratel podá žádost na zhotovení tohoto připojení. Odběratel musí splnit několik podmínek. Jednou z nich je podání žádosti o připojení. Následně provozovatel distribuční soustavy vydá souhlasné stanovisko o připojení a v neposlední řadě musí dojít k uzavření smlouvy o připojení zařízení k distribuční soustavě mezi odběratelem a provozovatelem distribuční soustavy. [3]

1.3. Ochranná zařízení distribuční sítě nízkého napětí

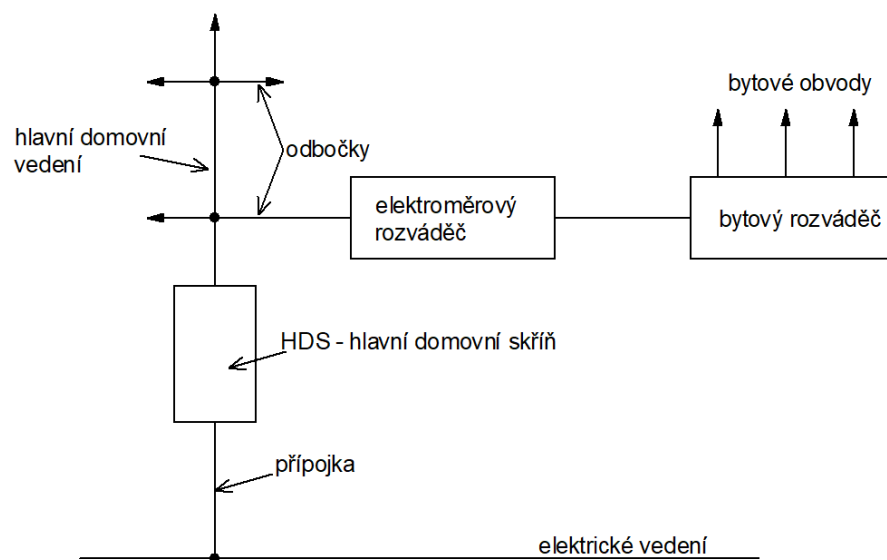
Jednotlivé způsoby ochrany se liší, zda se jedná o kabelové či venkovní vedení. U venkovního vedení se ochrana zaměřuje zejména na atmosférická přepětí, jelikož spínací či zkratová přepětí ve většině případů dosahují podstatně nižších úrovní napětí a proudů než atmosférická, takže instalované ochrany před atmosférickým přepětím chrání zařízení nízkého napětí i před spínacími přepětími. U kabelového vedení se ochrana zaměřuje na spínací a zkratová přepětí, atmosférická přepětí u kabelového vedení nehrozí. Ochrana před spínacími přepětími je nutná jen v případě zařízení, u kterých je pravděpodobné, že budou vytvářet spínací přepětí (proudový ráz), tedy indukativní nebo kapacitní zátěže, což mohou být například motory.

Jako ochrana před atmosférickým přepětím se využívá svodičů přepětí, nejčastěji se jedná o bleskojistky. Ochrana před spínacími a zkratovými přepětími je realizována pojistkami.

2. POPIS A DIMENZOVÁNÍ ELEKTROINSTALACE BYTOVÝCH DOMŮ

Elektroinstalace představuje klíčový prvek ve všech typech budov, a to včetně bytových domů, kde zajišťuje distribuci elektrické energie pro osvětlení, provoz domácích spotřebičů, vytápění a další elektrické zařízení. Správný a kvalitní návrh elektroinstalace je nezbytný pro zajištění bezpečného a spolehlivého provozu budovy a ochranu jejích obyvatel.

Tato kapitola se zaměřuje na popis elektroinstalace v bytových domech, a to od elektrické přípojky až po jednotlivé silové elektrické obvody v jednotlivých bytech (viz obr. 2.1). Budou zde rozebrány hlavní prvky elektroinstalace, včetně ochranných zařízení, které jsou klíčové pro správné fungování elektrických obvodů v bytovém domě.



Obr. 2.1: Schéma elektroinstalace v bytovém domě

2.1. Elektrická přípojka

Elektrická přípojka je část rozvodu elektrické energie, která je napojena na distribuční soustavu a umožňuje připojit nemovitost k elektrické síti. Je dimenzována podle celkového předpokládaného odběru objektu. Jak z této věty vyplývá, každá nemovitost musí mít svoji vlastní přípojku, aby se zamezilo neoprávněnému odběru (tzv. černý odběr).

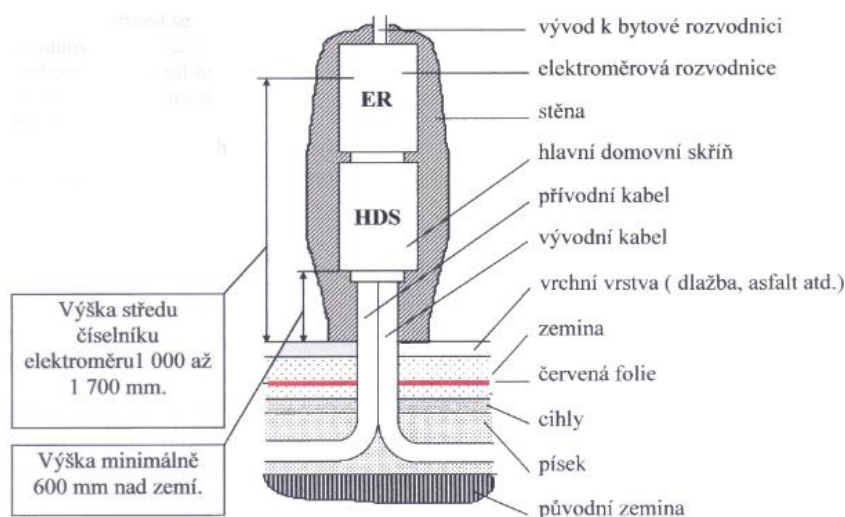
Součástí elektrické přípojky je hlavní domovní skříň (dále HDS). Tato skříň se z pravidla umísťuje, buď v podobě pilíře na okraji pozemku nebo do zdi samotného domu. Elektrická přípojka začíná odbočkou z rozvodného zařízení k odběrateli a končí HDS. Máme dvě možnosti realizace elektrické přípojky, a to kabelovým připojením či vzdušným vedením. Volba mezi kabelovým či vzdušným připojením závisí na konkrétních podmínkách a požadavcích, včetně finančních, estetických a bezpečnostních faktorů.

Vlastníkem přípojky je ten, kdo uhradil náklady na její zřízení. Je také povinen zajistit její údržbu, spolehlivost a bezpečnost tak, aby se přípojka nestala příčinou ohrožení života nebo zdraví osob, popřípadě majetku. Je realizována třífázovým izolovaným měděným vodičem o minimálním průřezu 10 mm².

2.1.1. Kabelová přípojka

Tato metoda se používá převážně ve městech. Výhodou je estetika, bezpečnost, méně potřebné údržby a ochrana před povětrnostními vlivy. Nevýhodou je vysoká cena a složité a nákladné opravy poruch. Připojení se většinou provádí čtyřžilovým třífázovým kabelem, který obsahuje tři fázové vodiče a jeden ochranný vodič.

Jelikož jsou kabely umístěny v zemi, musí zvládnout mechanické namáhání a také musí být odolné vůči vodě. Dále je vhodné při plánování kabelové přípojky zvážit ochranu kabelů před možným poškozením při kopání nebo jiných stavebních činnostech. Toto se v praxi řeší červenou folií, která je umístěna nad vrstvou písku, ve které je umístěn samotný kabel. Nad vrstvu písku, která by měla být pod i nad kabelem 100 mm, se umísťují cihly z důvodu lepší mechanické ochrany (viz obr. 2.2).



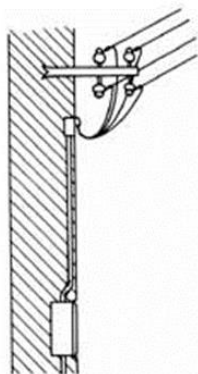
Obr. 2.2: Schéma kabelové přípojky do samotné zdi domu [15]

Dalším důležitým aspektem je hloubka výkopu, která se liší s materiálem povrchu. Když je vrchní vrstva asfalt nebo chodník, tedy pevný povrch, tak se kabel ukládá alespoň 500 mm pod vrchní vrstvu. Pokud je vrchní vrstva měkčího typu (například zemina), tak se kabel ukládá alespoň 700 mm pod vrchní vrstvu. Výška montáže HDS je minimálně 600 mm nad vrchní vrstvu. Nad HDS se umísťuje elektroměrový rozvaděč (dále také ER), pokud se jedná o instalaci do samotné zdi domu, která se z pravidla instaluje tak, aby výška středu číselníku elektroměru byla 1000 až 1700 mm. Pokud se jedná o instalaci na okraji pozemku, nikoliv do zdi, tak je HDS umístěna v pilíři na okraji pozemku a samotný ER je umístěn na přístupném místě většinou ve zdi samotného domu.

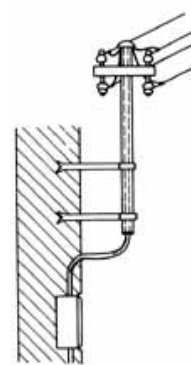
2.1.2. Přípojka z venkovního vedení

Tento typ připojení se využívá převážně na venkově nebo v menších rezidencích. Přípojka se provádí od nejbližšího sloupu venkovního vedení. Vedení se realizuje lanem AIFe a mělo by být alespoň 5500 mm nad zemí.

Na nemovitost se naistaluje konzole, většinou na zeď, na kterou se připevní izolátory a na ně se přivede lano AIFe. Izolátory slouží k odizolování železné konzole od přívodního vodiče. Z konzole následně vede již izolovaný vodič buď v trubce (viz obr. 2.3) nebo ve zdi (viz obr. 2.4) do HDS.



Obr. 2.3: Připojení vodičů v trubce [16]

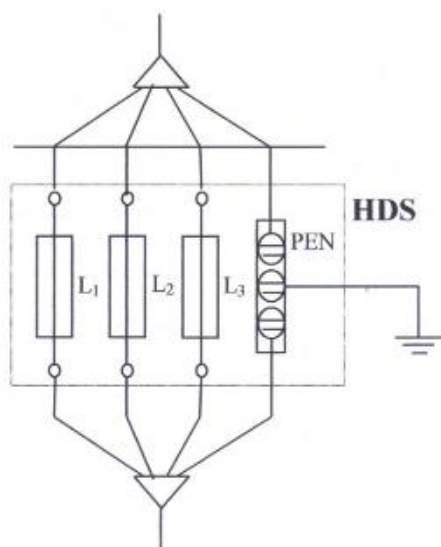


Obr. 2.4: Připojení vodičů ve zdi [16]

2.2. Hlavní domovní skříň

Hlavní domovní skříň někdy také označována jako hlavní domovní pojistková skříň je skříň, ve které se nacházejí pojistky pro jednotlivé fáze L1, L2, L3 a tzv. zemnicí svorkovnice pro rozvod vodiče PEN do napájeného objektu (viz obr. 2.5). Tyto pojistky se

z pravidla dimenzují o dva stupně vyšší, než je velikost nejvyššího hlavního jističe před elektroměrem, tímto se dosáhne potřebné selektivity. [4]



Obr. 2.5: Schéma HDS [15]

2.3. Hlavní domovní vedení

Hlavní domovní vedení (dále také HDV) je vedení od HDS až k odbočce k poslednímu elektroměru. Toto vedení se může skládat ze dvou částí, vodorovná a svislá část. Svislá část procházející dvěma nebo více podlažími se nazývá hlavní stoupačí vedení. V případě, že je v bytové jednotce více bytů a je tedy požadavek na vyšší příkon, navrhuje se několik hlavních domovních vedení z důvodu přetížení a dimenzování.

Pokud se v budově nachází maximálně tři odběratelé, není nutná realizace HDV a odbočky k elektroměrům je možno realizovat přímo z HDS.

HDV musí být realizováno v soustavě TN-C. Pro realizaci se využívá izolovaných vodičů, popřípadě kabelů; lze též použít vodičů holých, uložených izolačně v prefabrikovaných, mechanicky dostatečně pevných krytech, přičemž však musí být zaručena potřebná ochrana před nebezpečným dotykem a ztížen neoprávněný odběr nebo neoprávněná dodávka elektřiny. Při procházení jednotlivými požárními úseky musí být prostupy řádně utěsněny s požadovanou požární odolností. [4]

Průřez vodiče HDV se dimenzuje s ohledem na očekávané zatížení objektu a výpočet je popsán v následující podkapitole.

2.3.1. Dimenzování hlavního domovního vedení

Způsoby, jakými se postupuje při výpočtu a výběru správného průřezu vodiče budou popsány v následujících podkapitolách. Nejprve se zaměříme na výpočtové zatížení, ze kterého následně spočítáme výpočtový proud. Na základě těchto dvou aspektů jsme schopni vybrat správný průřez vodiče HDV a také správné jmenovité hodnoty jisticích prvků (jističů a pojistek). Pokud by došlo ke špatnému výběru průřezu vodičů mohlo by dojít k přetížení vodiče, to by mělo za následek přehřívání vodičů a možný požár. A v neposlední řadě vypočteme úbytek napětí na vodiči a porovnáme ho s dovolenou hodnotou, která je předepsána normou.

2.3.1.1. Výpočtové zatížení pro bytovou zástavbu

Výpočtové zatížení v síti nízkého napětí je obecně definováno jako fiktivní elektrický výkon, který bere v úvahu poměrné zatížení spotřebičů, které jsou současně připojeny. V podstatě je to výkon odebíraný celým objektem. Tato hodnota výpočtového zatížení a z ní určený výpočtový proud nejlépe odpovídají skutečnému zatížení dané části elektrické soustavy.

Pro výpočet výpočtového zatížení budeme potřebovat znát soudobost a součet očekávaného maximálního příkonu celého objektu, tedy všech bytů. Následným vynásobením soudobosti a očekávaného maximálního příkonu dostaneme výpočtové zatížení P_p .

Hodnoty soudobosti v bytové zástavbě se pro výpočet zatížení sítě nízkého napětí určují, buď odečtením z následující tabulky č. 2.1, nebo výpočtem dle normy ČSN 33 2130 ed. 3 – Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody následně:

$$\beta_n = \beta_\infty + (1 - \beta_\infty) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} \quad [-] \quad (2.1)$$

kde β_n je soudobost pro n bytů [-],
 β_∞ je soudobost pro nekonečně velký počet bytů ($\beta_\infty = 0,15 \div 0,20$) [-],
 n je počet bytů ve skupině [-].

Jak již bylo řečeno, další možností určení soudobosti je odečtení hodnoty z následující tabulky č. 2.1 uvedené v příloze B normy ČSN 33 2130 ed. 3 – Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody.

Počet bytů ve skupině n [-]	Soudobost β_n [-]	Počet bytů ve skupině	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	29	0,35
8	0,48	19	0,38	30	0,33
9	0,47	20	0,38	31	0,31
10	0,45	21	0,37	32	0,30
11	0,44	22	0,37	33	0,30
12	0,43	23	0,37	34	0,28

Tab. 2.1: Hodnoty soudobosti β_n pro n bytů [4]

Jelikož není jednoznačné, jaké zařízení bude mít uživatel v bytě, a tedy jaký příkon bude požadovat, byly stanoveny tři stupně elektrizace bytů s jejich normovanými soudobými příkony (viz tab. 2.2). Byty se stupněm elektrizace A mají elektrinu na běžné osvětlení a elektrické spotřebiče s výkonem do 3,5 kVA. Byty se stupněm elektrizace B mají elektrinu na stejné věci jako byty se stupněm elektrizace A, ale navíc mají elektrické spotřebiče na vaření a pečení s výkonem nad 3,5 kVA. A byty se stupněm elektrizace C mají to stejné jako A a B, ale navíc mají elektrické spotřebiče pro vytápění a klimatizaci, proto není přesně stanovena hodnota soudobého příkonu a je nutno ji individuálně vypočítat.

Stupeň elektrizace	A	B	C
Soudobý příkon P_p [kW]	7	11	Nutno spočítat

Tab. 2.2: Stupně elektrizace bytu [4]

Pokud známe soudobost a dílčí soudobé příkony, tak pomocí následujícího vztahu určíme výpočtové zatížení bytového domu.

$$P_p = \beta_n \cdot (n_A \cdot P_A + n_B \cdot P_B + n_C \cdot P_C) \quad [\text{W}] \quad (2.2)$$

Kde P_p je výpočtové zatížení [kW],
 n_A, n_B, n_C je počet bytů kategorie A, B, C [-],
 P_A, P_B, P_C jsou soudobé příkony bytů kategorií A, B a C, které se jsou určeny z tabulky č. 2.2, popřípadě vypočteny [kW].

Při výpočtu výpočtového zatížení pro byty s elektrickým vytápěním (akumulace, přímotopy) je nutno volit $\beta_n = 0,7 \div 0,9$.

2.3.1.2. Výpočtové zatížení pro nebytové odběry

Typickými příklady nebytových odběrů jsou školy, restaurace, obchody, drobné provozny, nemocnice a podobné zástavby. Požadavky na výkon nebytových odběrů jsou určovány podle rozlohy napájeného objektu, která je stanovena na základě předem definovaného parametru – například počet tříd ve škole, rozlohy užitkových ploch pro obchody a restaurace nebo počet lůžek v nemocnici. Celkový instalovaný výkon je určen podle stupně elektrifikace objektu, což je měrný instalovaný výkon na jednotku plochy. Koeficient náročnosti je obvykle stanoven podle maximálních zatížení jednotlivých objektů, které jsou určeny na základě obchodních měření stávajících objektů s podobným charakterem. Příklad výpočtového zatížení pro nebytové odběry je nad rámec této práce.

2.3.1.3. Výpočtový proud

Výpočtový proud představuje skutečný proud, který se očekává, že bude téct přes HDV. Pokud známe jeho hodnotu, můžeme jednoduše zvolit vhodný průřez vodiče a jištění pro HDV. K výpočtu tohoto proudu se využívá již vypočtené hodnoty výpočtového zatížení z rovnice č. (2.2), v trojfázové soustavě se určí ze vzorce:

$$I_p = \frac{1000 \cdot P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos\varphi} \quad [\text{A}] \quad (2.3)$$

kde I_p je výpočtový proud [A],
 P_p je výpočtové zatížení [kW],
 U_s je sdružené napětí [V],
 $\cos\varphi$ je průměrný účinník spotřebičů; u bytového odběru je možno počítat s $\cos\varphi = 0,95$ [-].

2.3.1.4. Výběr průřezu vodiče

Na základě znalosti výpočtového proudu si najdeme vodič s takovým průřezem, aby hodnota výpočtového proudu I_p byla nižší než hodnota jmenovité proudové zatížitelnosti I_N vodiče. Hodnotu I_N ještě vynásobíme přepočítávacími činiteli, které zohledňují konkrétní podmínky uložení vodičů, tím nám vznikne dovolené proudové zatížení I_{dov} . Více informací ohledně přepočítávacích činitelů je k nalezení v normě ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 – Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení. Z toho vyplývá podmínka:

$$I_p \leq I_{dov} \quad (2.4)$$

kde I_p je výpočtový proud [A],

I_{dov} je dovolené proudové zatížení [A].

Pokud není podmínka splněna, musíme zvolit jiný průřez, dokud nebude podmínka platit. Další důležitou věc, na kterou si během výběru průřezu vodiče musíme dát pozor, je minimální průřez vodičů HDV, které jsou pro byty se stupněm elektrizace A a B uvedeny v této tabulce:

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

Tab. 2.3: Jištění a průřezy vodičů HDV [4]

V dnešní době se při návrhu elektroinstalace využívají vodiče s měděným jádrem. Vodiče s hliníkovým jádrem se používají pro opravy stávajících HDV, které byly dříve realizovány hliníkovými vodiči.

2.3.1.5. Výpočet úbytku napětí

Jako poslední provedeme kontrolu úbytku napětí. Při výpočtu úbytku napětí v odbočce od HDV se vychází z výpočtového zatížení celého objektu P_p . U trojfázových odboček s nerovnoměrným zatížením fází se počítá s maximálním zatížením odpovídajícím jmenovitému proudu jističe před elektroměrem.

Úbytek napětí v rozvodu za přípojkovou skříní u bytových rozvodů lze rozdělit na jednotlivé úseky:

1. Úbytek napětí v rozvodu mezi přípojkovou skříní a rozvaděčem za elektroměrem nesmí přesáhnout:
 - u světelného a smíšeného odběru 2 % jmenovitého hodnoty napětí,
 - u odběru jiného než světelného 3 % jmenovitého hodnoty napětí.
2. Úbytek napětí od rozvodnice za elektroměrem ke spotřebičům nesmí přesáhnout:
 - u světelných vývodů 2 % jmenovitého hodnoty napětí,
 - u vývodů pro vařidla a topidla 3 % jmenovitého hodnoty napětí,
 - u ostatních vývodů 5 % jmenovitého hodnoty napětí.

Výpočet úbytku napětí pro jednofázovou odbočku:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot l \cdot P_b \cdot 1000}{\gamma \cdot S \cdot U_f} \quad [\text{V}] \quad (2.5)$$

Výpočet úbytku napětí pro třífázovou odbočku:

$$\Delta U = \frac{l \cdot P_b \cdot 1000}{\gamma \cdot S \cdot U_s} \quad [\text{V}] \quad (2.6)$$

- kde ΔU je úbytek napětí [V],
 l je délka vedení [m],
 P_b je soudobý příkon bytu [kW],
 γ je měrná elektrická vodivost jádra vodiče [$\text{S} \cdot \text{m} \cdot \text{mm}^{-2}$],
 S je průřez vodiče [mm^2],
 U_f je jmenovité fázové napětí [V],
 U_s je jmenovité sdružené napětí [V].

2.4. Odbočky od hlavního domovního vedení k měřicím zařízením

Odbočky od HDV k měřicím zařízením (elektroměrům) jsou vedení, která odbočují z HDV pro připojení elektroměrových rozvaděčů nebo elektroměrných rozvodnic. Pokud jsou elektroměry umístěny v bytech nebo u vchodu do bytů, je nezbytné pro každý byt (pro každého odběratele) zřídit samostatnou odbočku (přívod) z hlavního domovního vedení nebo od přípojkové skříně. Na společný přívod je možné připojit dva nebo více elektroměrů téhož odběratele při dodržení zatížitelnosti tohoto přívodu. Odbočky k elektroměrům mohou být realizovány jako jednofázové nebo trojfázové. Jednofázové odbočky k elektroměrům lze zřizovat u zařízení do maximálního soudobého příkonu 5,5 kW s tím, že pro celý objekt se dbá na rovnoměrné zatížení všech fází. V ostatních případech musí být odbočky k elektroměrům trojfázové. Odbočky k elektroměrům musí být z celistvých vodičů, pokud možno bez krabic a zbytečných ohybů. Pokud to však není možné udělat jinak, musí být všechny krabice upraveny tak, aby je bylo možné spolehlivě zaplombovat a umístit je na místech veřejně přístupných. Nedovoluje se tyto krabice následně zakrývat omítkou nebo jinými materiály. Stejně jako HDV i odbočky k elektroměrům musí být provedeny v soustavě TN-C.

Odbočky z HDV k elektroměrům umístěným u vchodů do bytů musí být instalovány a uspořádány tak, aby bylo obtížné neoprávněně odebírat elektrickou energii a aby bylo možné v případě potřeby provést opravné práce bez stavebních zásahů.

Odbočka k elektroměrům musí být jištěna u HDV ve stejném patře, kde se elektroměr nachází. Pouze odbočky kratší než 3 m lze jistit jističem až před elektroměrem namontovaným v elektroměrové rozvodnici.

Stupeň elektrizace	A		B	
Odbočka od elektroměru	Průřez vodičů [mm ²]			
	Al	Cu	Al	Cu
Trojfázová	16	6	16	10

Tab. 2.4: Minimální průřezy vodičů odboček od HDV k elektroměrům [4]

2.5. Elektroměrový rozvaděč

Elektroměrový rozvaděč (dále také ER) je zařízení, které slouží k umístění elektroměrů a souvisejících elektrických komponentů pro měření a distribuci elektrické energie. Musí být uzavíratelný a dveře rozvaděče musí být vybaveny rozvaděčovými zámky a musí splňovat předepsané krytí. Všechny prvky rozvaděče jsou zajištěny proti neoprávněné manipulaci předepsanou plombou. Umístění rozvaděče se volí tak, aby byl umožněn neustálý přístup. Každý byt musí mít svůj elektroměr.

V elektroměrovém rozvaděči je povoleno umístit pouze:

- hlavní jistič před elektroměrem
- proudový chránič
- jistič sazbového spínače
- svorkovnice PEN
- měřicí transformátory proudu, zkušební svorkovnice
- elektroměr
- sazbový spínač (přijímač HDO)
- případně další příslušenství sloužící pro účely měření

Prvních pět přístrojů zajišťuje odběratel elektrické energie a jsou jeho majetkem. Zbylé přístroje, zajišťuje distributor elektrické energie a jsou jeho majetkem.

Před samotným elektroměrem se osazuje hlavní jistič se stejným počtem pólů, jako má elektroměr fází. K jistění se nejčastěji využívá jističů s charakteristikou B. Jistič před elektroměrem plní hned několik funkcí. Jednou z nich je, že jistí odbočku k elektroměru, tím pádem i celý přívod. Další funkcí je, že slouží k vyčíslení poplatku za připojení k distribuční síti.

Elektroměr se z pravidla připojuje na přívodní fáze ve sledu L1, L2, L3 z levé strany. Sazbový spínač (přijímač HDO) u dvoutarifního měření musí být jistěn proti přetížení jističem o hodnotě 2 A.

Elektroměry pro přímé měření se osazují pouze do 80 A jmenovitého proud hlavního jističe. Pro měření nad 80 A jmenovitého proudu hlavního jističe je nutné použít nepřímé měření s úředně ověřenými měřicími transformátory proudu. [5]

2.6. Bytový rozvaděč

Bytový rozvaděč (dále také BR) je zařízení, které slouží k umístění jisticích prvků pro následné bytové okruhy. Také zajišťuje napájení bytových okruhů. V BR se rozděluje vodič PEN na vodič ochranný (PE) a nulový (N). Dochází tedy k přechodu ze sítě TN-C na síť TN-S. To se dělá hlavně z důvodu, protože v síti TN-C není možné použít proudové chrániče.

Umisťuje se z pravidla uvnitř bytového objektu, nejčastěji na chodbě za vstupními dveřmi objektu. Střed rozvaděče bývá ve výšce 1500 mm nad konečnou podlahou chodby. Před BR musí být volný manipulační prostor o hloubce minimálně 800 mm.

Bytový rozvaděč obsahuje:

- hlavní vypínač
- jisticí přístroje (jistice, pojistky, proudové chrániče atd.)
- ochranné můstky PEN, PE nebo N
- fázové nebo ochranné svorkovnice
- signalizační nebo ovládací přístroje
- nadproudé ochrany

2.7. Bytové okruhy (obvody)

V této části práce provedeme popis bytových okruhů. Budeme se zabývat jednofázovými zásuvkovými obvody, obvody pro pevně připojené spotřebiče, světelnými obvody a dalšími samostatnými obvody například pro ohřev teplé vody. Minimální počty obvodů a minimální počty vývodů v jednotlivých místnostech jsou uvedeny v tabulkách č. 2.5 a 2.6.

2.7.1. Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody se zřizují pro připojení vidlicí do zásuvky. Na zásuvkové obvody lze podle potřeby pevně připojit jednoúčelové spotřebiče pro krátkodobé použití do celkového příkonu 2000 VA. Zásuvky musí mít ochranný kolík připojený na ochranný vodič. Jednofázové zásuvky se doporučuje zapojit tak, aby kolík byl nahoře, fázový vodič byl připojen k levé dutince a nulový vodič byl připojen k pravé dutince při pohledu zředu. Zásuvkové obvody se zřizují vodiči CYKY 3 x 2,5 mm² a jistí se jističi se jmenovitým proudem 16 A. Všechny zásuvkové obvody do 20 A musí mít doplňkovou

ochranu tvořenou proudovým chráničem s maximálním vybavovacím residuálním proudem 30 mA. Toto opatření platí také pro trojfázové zásuvky připojené na obvod s jištěním do 20 A. Pro trojfázové zásuvky se jmenovitým proudem v rozmezí 20 až 32 A se doporučuje vybavení proudového chrániče s maximálním vybavovacím residuálním proudem 30 mA. Pro zásuvky připojené na obvod s jištěním 32 A a více se doporučuje vybavení proudového chrániče s maximálním vybavovacím residuálním proudem 100 mA. Samostatný zásuvkový obvod se zřizuje pro připojení elektrické pračky. Pro chladničku či mrazničku se může zřídit samostatný zásuvkový obvod nebo se mohou dát do stávajícího zásuvkového obvodu při dodržení určených podmínek.

Na jeden zásuvkový obvod lze připojit nejvýše 10 zásuvkových vývodů s tím, že dvojjzásuvka i vícenásobná zásuvka se považují za jeden zásuvkový vývod. Avšak celkový instalovaný příkon nesmí překročit 3680 VA při jištění 16 A. Při jištění 10 A nesmí celkový instalovaný příkon překročit 2300 VA. [4]

2.7.2. Obvody pro pevně připojené spotřebiče

Pro pevně připojené jednofázové spotřebiče o příkonu 2000 VA a více se zřizují samostatně jištěné obvody. Samostatný jednofázový obvod se zřizuje pro bojler pro ohřev teplé vody. Dle příkonu bojleru se použije buď vodič CYKY 3 x 1,5 mm² s jističem se jmenovitým proudem 10 A, nebo vodič CYKY 3 x 2,5 mm² s jističem se jmenovitým proudem 16 A.

Elektrický sporák může být jedním z pevně připojených třífázových spotřebičů, k němu se zřizuje samostatný přívod obvykle vodičem CYKY 5 x 2,5 mm². Tento obvod se jistí jističem se jmenovitým proudem 16 A a charakteristikou B.

2.7.3. Světelné obvody

Všeobecně se dá říct, že v každém bytě je vhodné zřídit alespoň dva světelné obvody čistě z praktického hlediska, aby při poruše na jednom světelném obvodu bylo možné zabezpečit alespoň nějaké osvětlení. Jedná se například o schodiště vysokopodlažních domů, učebny škol, veřejně přístupné prostory v bytech apod. Dále je důležité, že na jeden světelný obvod lze připojit tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jisticího přístroje. Jmenovitý proud svítidel se určuje z ma-

ximálního příkonu, pro který jsou svítidla navržena. Světelné obvody se připojují vodičem CYKY 3x1,5 mm² a jsou jištěny jističem se jmenovitým proudem 10 A a charakteristikou B.

2.7.3.1. Obvody pro osvětlení společných komunikací

Světelné obvody pro osvětlení společných komunikací se z pravidla osazují energeticky úspornými světelnými zdroji a pro využití v době kdy jsou světla potřeba se užívá časových spínačů, které se nastaví tak, aby světla svítla v potřebné době.

Rozvody pro osvětlení schodišť, u nástupišť výtahů, chodeb apod. se provádí těmito způsoby:

- a) s jedním obvodem – svítidla jsou zapojena na jeden obvod,
- b) se dvěma obvody – svítidla jsou zapojena na dva obvody jedné fáze tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možno zabezpečit orientační osvětlení o minimální intenzitě 2 lx z druhého obvodu,
- c) se dvěma nebo více obvody – svítidla jsou zapojena na obvody ze dvou, popřípadě tří fází tak, aby při poruše jednoho obvodu bylo možno zabezpečit orientační osvětlení o minimální intenzitě 2 lx z ostatních obvodů,
- d) nouzovým osvětlením, které doplňuje jeden z výše uvedených bodů.

Nouzové osvětlení se napájí ze zdroje na síti nezávislého (baterie nebo UPS), zapíná se automaticky a to:

- při přerušení napájení obvodu pro osvětlení společných komunikací,
- při přerušení napájení rozvaděče, na němž jsou jištěny obvody pro osvětlení společných komunikací.

Z toho vyplývá, že na společných komunikacích objektů, kde se zřizuje nouzové osvětlení podle odstavce d), postačí z hlediska bezpečnosti, osvětlení provedené způsobem podle odstavce a). [4]

V následující tabulce č. 2.5 je uveden minimální počet obvodů v bytech velikostní kategorie. V praxi se ve většině případů vytváří více obvodů, než je stanovené minimum. Hned pod touto tabulkou je uvedena tabulka č. 2.6, ve které je uveden minimální počet vývodů pro jednotlivé místnosti.

Kategorie bytu	I	II – III	III – IV	V – VIII	
Plocha bytu	50 m ²	75 m ²	100 m ²	125 m ²	125 m ²
Světelný	1	1	1	2	2
Zásuvkový	1	2	3	3	4
Pro bytové jádro	1	1	1	1	1

Tab. 2.5: Minimální počet obvodů v bytech velikostní kategorie [15]

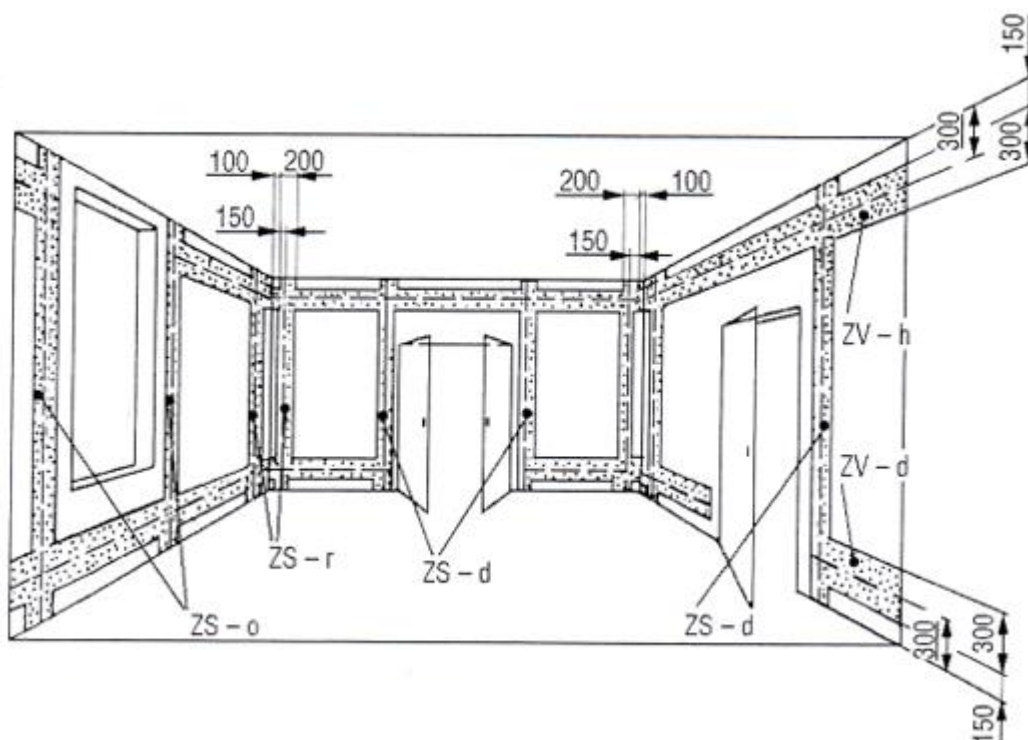
Místnost + druh spotřebiče	Zásuvkové vývody	Světelné vývody	Samostatné obvody pro spotřebiče s příkonem 2 kVA a více
Obývací pokoj + ložnice			
do 8 m ²	2	1	
8 ÷ 12 m ²	3	1	
12 ÷ 20 m ²	4	1	
přes 20 m ²	5	2	
Kuchyň	5	2	
Kuchyňský kout	3	2	
větrák/digestoř	1		
sporák			1
chladnička/mraznička	1		1
myčka			1
ohřívač vody			1
Koupelna	2	1	
ventilátor			
pračka			1 – v jednom bytě pouze jednou
topidlo	1		
ohřívač vody			1 – pokud není ohřev teplé vody z jiného zdroje (teplené čerpadlo)
Toaleta	1 - pro toaletu s umyvadlem	1	
ventilátor			1 – pokud je nainstalováno větrání
Chodby			
do 2,5 m délky	1	1 - ovládání z jednoho místa	
nad 2,5 m délky	1	1 - ovládání ze dvou míst	

Tab. 2.6: Minimální počet vývodů pro jednotlivé místnosti [15]

2.8. Uložení vodičů v bytech

Ukládání vodičů v bytové elektroinstalaci má svá pravidla, není možné, aby se vodiče vedly nahodile tzv. jak se nám líbí. Pokládají se v instalačních zónách, které vedou nad podlahou, pod stropem a po stěnách, vše dle obrázku č. 2.6.

Vodiče se v bytové elektroinstalaci ukládají nejčastěji do zdi (uložení typu C), ale mohou být uloženy v trubkách či izolačních stěnách (uložení typu A), nebo v lištách (uložení typu B).



Obr. 2.6: Zóny pro ukládání elektrického vedení v pokojích [4]

Následující zásady platí pro ukládání vodičů v pokojích do zdi, rovněž také pro umístění zásuvek, spínačů a vývodů, které se v bytech používají.

Vodorovné instalační zóny o šířce 300 mm:

- Zóna vodorovná – horní (ZV-h) je od 150 mm do 450 mm pod dokončeným stropem
- Zóna vodorovná – dolní (ZV-d) je od 150 mm do 450 mm nad dokončenou podlahou
- Zóna vodorovná – střední (ZV-s) je od 900 mm do 1200 mm nad dokončenou podlahou

Svislé instalační zóny o šířce 200 mm:

- Zóna svislá – dveřní (ZS-d) je od 100 mm do 300 mm vedle dveřního otvoru (hrubé stavby)
- Zóna svislá – okenní (ZS-o) je od 100 mm do 300 mm vedle okenního otvoru (hrubé stavby)
- Zóna svislá – rohová (ZS-r) je od 100 mm do 300 mm vedle rohu místnosti (hrubé stavby)

Svislé instalační zóny vedou od horního povrchu podlahy ke spodnímu povrchu stropu. Střední vodorovná instalační zóna (ZV-s) se užívá v místnostech s pracovní plochou u zdi (např. v kuchyni, pracovně apod.). Pro okna a dvoukřídlé dveře jsou instalační zóny po obou stranách, u jednokřídlých dveří je svislá instalační zóna pouze na straně zámku.

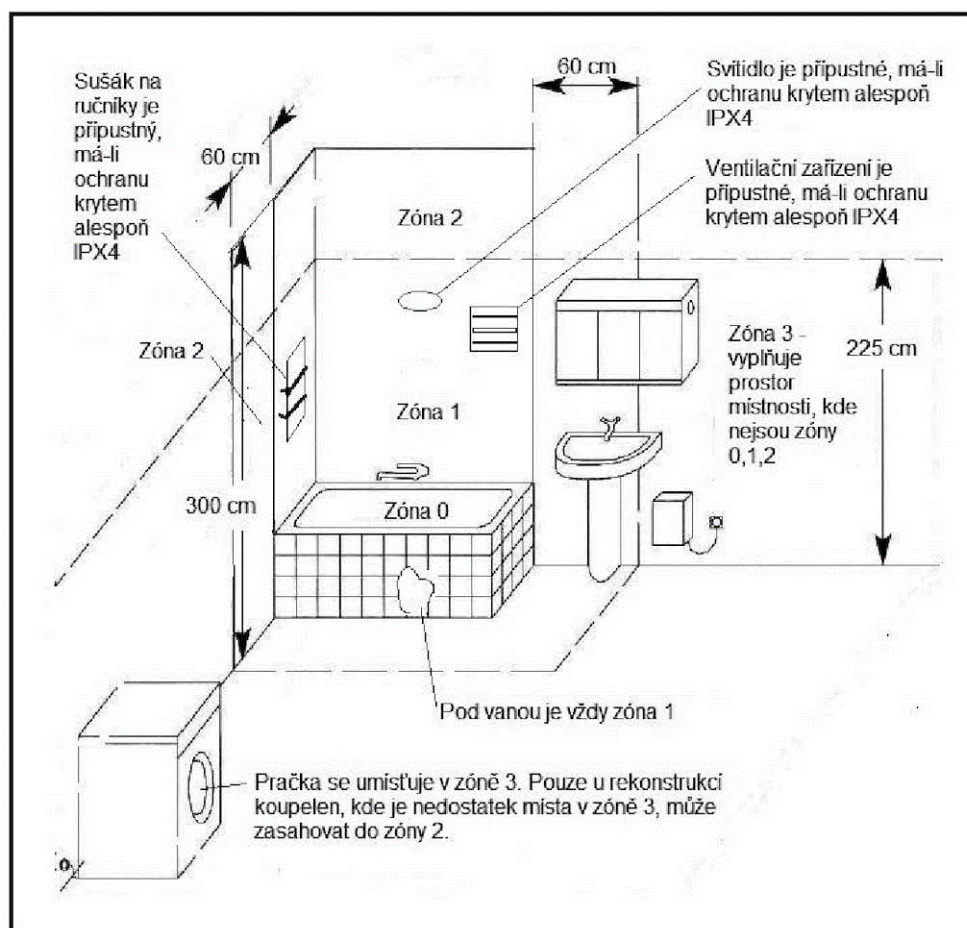
Vývody, spínače a zásuvky se přednostně umisťují do instalačních zón. U dveří se spínače umisťují ve svislé instalační zóně ZS-d, přičemž se doporučuje, aby jejich střed byl 1050 mm nad hotovou podlahou. Spínače a zásuvky nad pracovními plochami se na zdech umisťují uvnitř vodorovné zóny ZV-s tak, že jejich střed je ve výši 1150 mm nad hotovou podlahou. Připojení vývodů, spínačů a zásuvek, které jsou z nutných důvodů, mimo instalační zóny se provede svislým vedením z nejbližší vodorovné instalační zóny. [4]

Své specifické požadavky na ukládání vodičů má koupelna, jelikož se jedná o vlhké prostředí, ve kterém hrozí zatopení, tak má své specifické instalační zóny. Koupelna se rozděluje na čtyři zóny, a to na zónu 0, 1, 2 a 3 (viz obr. 2.7). Musí zde být kromě základního stupně ochrany před nebezpečným dotykem provedeno ochranné pospojování všech vodivých předmětů, jichž se lze dotknout. K pospojování se využívá ve většině případů měděného vodiče. Pospojování má za cíl přivést všechny vodivé části na stejný potenciál a tím snížit riziko úrazu elektrickým proudem.

Jakákoliv zásuvka instalovaná i mimo zónu 3, ale v téže místnosti musí být opatřena ochranou jako pro zónu 3 uvedenou v tabulce č. 2.7. [6]

Zóna	Vymezení prostoru a použitelná elektrická zařízení
0	Vnitřní prostor koupací nebo sprchové vany V prostorách se sprchou bez vany je zóna 0 vymezena podlahou a rovinou ve výšce 0,05 m nad podlahou. V této zóně musí mít instalované elektrické zařízení stupeň krytí minimálně IPX7. Nesmí se zde instalovat žádné spínací přístroje nebo příslušenství.
1	Prostor ohraničen horní rovinou zóny 0 a vodorovnou rovinou ve výšce 2,25 m nad podlahou a svislou plochou, obalující vanu a zahrnuje prostor pod vanou tam, kde je přístup bez použití nástroje. V této zóně musí mít instalované elektrické zařízení stupeň krytí minimálně IPX4. Nesmí se instalovat žádné spínací přístroje nebo příslušenství s výjimkou spínačů obvodů SELV napájené maximálně 12 V ~ nebo 25 V =, jehož zdroj je umístěn mimo zóny 0 a 1.
2	Prostor ohraničen svislými rovinami na vnější straně zóny 1 a rovnoběžnou plochou ve vzdálenosti 0,6 m vně zóny 1 a podlahou a vodorovnou rovinou ve výšce 2,25 m nad podlahou. V této zóně musí mít instalované elektrické zařízení stupeň krytí minimálně IPX4. Nesmí se zde instalovat žádné spínací zařízení, příslušenství zahrnující spínače nebo zásuvky s výjimkou spínačů a zásuvek obvodů SELV s tím, že zdroj bezpečného napětí musí být umístěn mimo zónu 0, 1 a 2. Mohou zde být svítidla, ventilátory, otopná zařízení a jednotky pro vířivé vany za předpokladu, že jsou vybaveny doplňkovou ochranou proudovým chráničem s maximálním vybavovacím residuálním proudem 30 mA.
3	Prostor ohraničen svislými rovinami na vnější straně zóny 2 a rovnoběžnou svislou rovinou ve vzdálenosti 2,4 m vně od zóny 2. Dále tam, kde je strop výše než 2,25 m nad podlahou. Mohou se zde instalovat zásuvky, pokud jsou chráněny buď oddělovacím transformátorem nebo bezpečným napětím (SELV) nebo samočinným odpojením od zdroje s použitím proudového chrániče.

Tab. 2.7: Vymezení prostoru [17]



Obr. 2.7: Označení zón v koupelně [16]

3. ELEKTRICKÁ OCHRANA ZAŘÍZENÍ V BYTOVÝCH DOMECH

V této kapitole probereme požadavky na činnost ochran a samotné ochranné zařízení.

3.1. Požadavky na činnost ochrany

Požadavky na činnost ochrany elektrických zařízení jsou stanoveny především s cílem zajistit bezpečnost provozu a ochranu před možnými nebezpečnými situacemi spojenými s elektrickým proudem. Některé z hlavních požadavků na činnost ochrany elektrických zařízení zahrnují:

- **ochrana před přetížením** – ochranná zařízení, jako jsou jističe a pojistky, musí být schopna detekovat a přerušit elektrický obvod v případě, že je přetížený, aby se zabránilo poškození zařízení a snížení rizika požáru,
- **ochrana před zkraty** – ochranná zařízení musí být schopna detekovat a rychle odpojit elektrický obvod v případě, že nastane zkrat, což je nebezpečná situace spojená s vysokým proudem, která může vést k požáru nebo jiným škodám,
- **spolehlivost** – ochranná zařízení musí spolehlivě detekovat poruchový stav a zapůsobit,
- **rychlost** – je důležitá hlavně při zkratech, aby se zamezilo účinkům zkratových proudů,
- **selektivita** – ochrany musí rozeznat místo poruchy a odpojit pouze nejmenší poškozenou část, což se zajišťuje správným proudovým a časovým odstupňováním ochran řazených za sebou,
- **citlivost a přesnost** – citlivost je v podstatě nejmenší hodnota veličiny, kterou sleduje ochrana, tato veličina vyvolá následné zapůsobení ochrany. U proudového chrániče je touto veličinou residuální proud. Přesnost ochrany se vyjadřuje procentní chybou citlivosti ochrany.

Celkově jsou požadavky na činnost ochrany elektrických zařízení navrženy tak, aby minimalizovaly riziko úrazů elektrickým proudem, požárů a poškození zařízení. Je důležité, aby tato ochranná zařízení byla správně navržena, instalována a udržována v souladu s příslušnými předpisy a normami.

3.2. Pojistky

Pojistky slouží k ochraně elektrických obvodů před tepelnými účinky nadproudů a zkratových proudů. Fungují na principu tepelně nejslabšího místa obvodu, v němž se při přetížení nebo zkratu přetaví tavný drátek. Jejich konstrukce je velmi jednoduchá, skládají se z pojistkového spodku a tavné vložky. Máme různé typy pojistek například přístrojové, závitové, válcové a nožové. Tyto pojistky mají různá označení, která nám říkají, k čemu jsou pojistky určeny.

Vzhledem k tomu, že se v dnešní době pojistky používají v elektroinstalaci bytových domů jen pro jištění přípojky v HDS, tak pojistky nebudeme v této práci rozebírat dopodrobna. K jištění HDS se využívají nožové pojistky. Pojistky se nepoužívají z důvodu nutnosti výměny po jejím zapůsobení. Pojistky pro jištění bytových obvodů nahradili jističe.

3.3. Jističe

Jističe slouží k ochraně elektrických obvodů před tepelnými účinky nadproudů a zkratů. Základním prvkem jističe je spoušť, která při překročení nastavených hodnot zajistí rozpojení kontaktů jističe a tím dojde k rozpojení chráněného obvodu. Tato spoušť může být buď mechanická nebo elektronická. Mechanická spoušť se dělí na dvě základní, kterými jsou bimetalová (tepelná) spoušť a elektromagnetická (zkratová) spoušť. V následujících podkapitolách uvedené spouště probereme.

3.3.1. Bimetalová (tepelná) spoušť

Jak již název napovídá, tuto spoušť tvoří bimetalový pásek složený ze dvou kovů, které mají výrazně odlišnou tepelnou roztažnost. Při průchodu proudem se tyto kovy zahřívají a roztahují. Pokud nadproud prochází dostatečně dlouhou dobu, bimetal se prohne tak, že pomocí mechanické vazby dojde k uvolnění západky spínacího mechanismu. Tímto dojde k samočinnému rozpojení silových kontaktů jističe, a tedy odpojení chráněného obvodu.

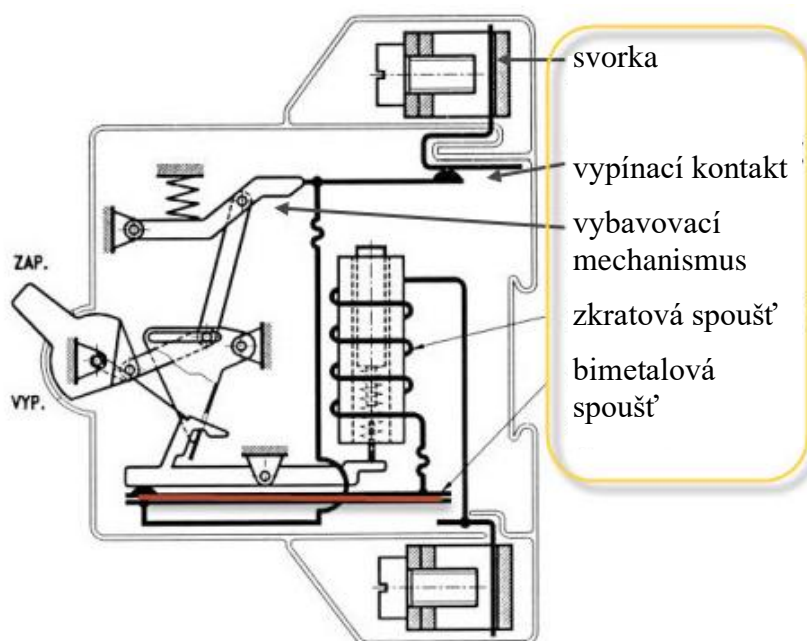
Bimetalová spoušť chrání obvod jen v oblasti přetížení, pro vypínání zkratových proudů by byla příliš pomalá z důvodu dlouhé doby ohřívání bimetalu.

3.3.2. Elektromagnetická (zkratová) spoušť

Tato spoušť je tvořena elektromagnetem. Běžný provozní proud nezpůsobí tak silné elektromagnetické pole, aby došlo k vybavení spouště. Při velkém zkratovém proudu zapůsobí okamžitě, jelikož dojde k vytvoření silného elektromagnetického pole. Tato spoušť chrání obvod v oblasti velkých přetížení (zkratových proudů), ale není spolehlivá v oblasti malých přetížení.

3.3.3. Kombinace bimetalové a elektromagnetické spouště

Jelikož bimetalová spoušť není vhodná pro velké přetížení a elektromagnetická spoušť není vhodná pro malé přetížení, tak se v jističích s mechanickou spouští se využívají obě spouště (viz obr. 3.1).



Obr. 3.1: Průřez jističe s mechanickou spouští [18]

3.3.4. Elektronická spoušť

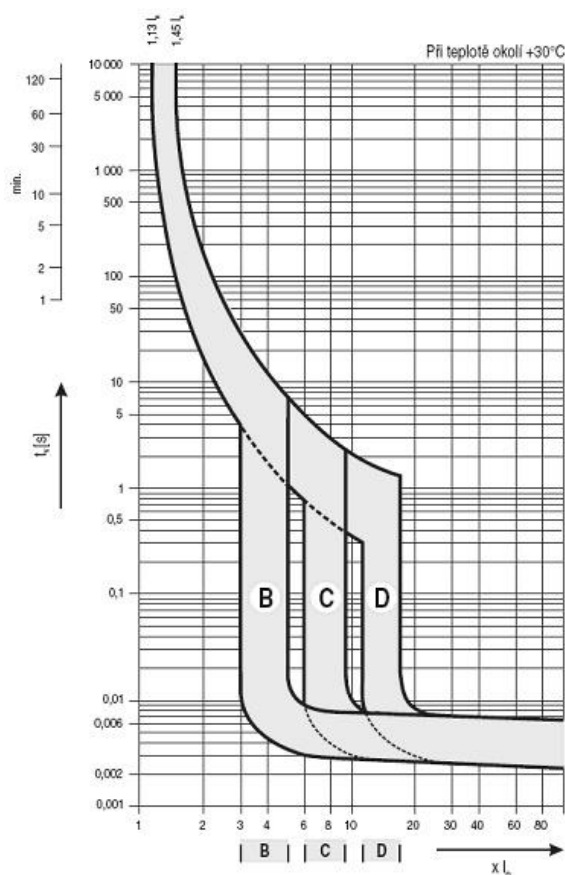
Tento typ spouště se používá u výkonových jističů v energetice a průmyslových aplikacích. Mikroprocesorem řízené spouště umožňují při zapůsobení jističe různým požadavkům ochrany rozvodných zařízení, transformátorů, motorů a generátorů. Lze tak plně využít výkon těchto zařízení při zajištění jejich spolehlivé ochrany proti zkratům a nadproudovým přetížením.

3.3.5. Rozdělení jističů podle vypínací charakteristiky

Zde rozlišujeme tři základní charakteristiky jističů.

- Typ B – vypíná při 3–5 násobku jmenovitého proudu jističe. Jsou vhodné pro obvody, které nezpůsobují proudové rázy, jako jsou například zásuvkové obvody. Tento typ jističe je stěžejní pro elektroinstalace v bytech a domech.
- Typ C – vypíná při 5–10 násobku jmenovitého proudu jističe. Jsou vhodné pro obvody, které způsobují středně velké proudové rázy, jako jsou například více-pólové motory.
- Typ D – vypíná při 10–20 násobku jmenovitého proudu jističe. Jsou vhodné pro obvody, které způsobují velké proudové rázy, jako jsou například transformátory nebo motory s těžkým rozběhem.

Výsledné vypínací charakteristiky jističů typu B, C, D jsou uvedeny v následujícím grafu. Je vidět, že všechny charakteristiky mají stejnou bimetalovou (tepelnou) část, liší se pouze v elektromagnetické (zkratové) části.



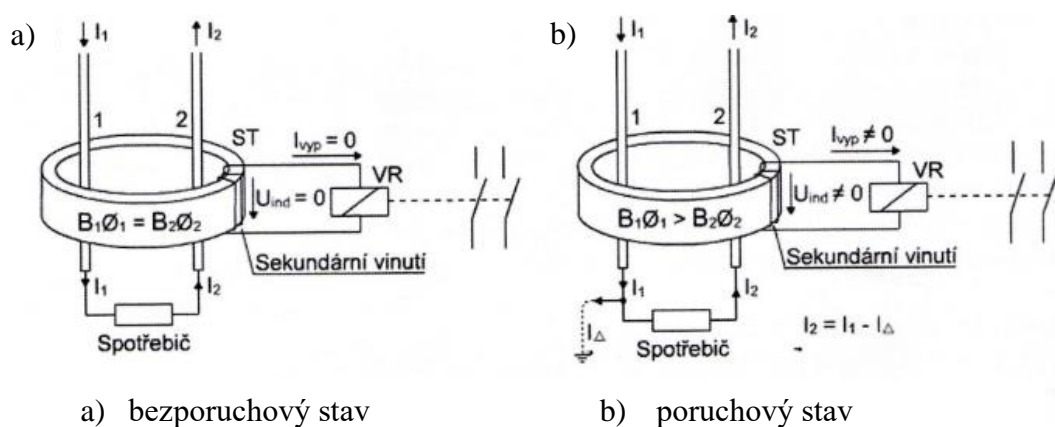
Graf 3.1: Vypínací charakteristiky jističů typu B, C, D [19]

3.4. Proudový chránič

Proudové chrániče slouží k ochraně obsluhy před nebezpečným dotykovým napětím při poruše elektrického zařízení. Hlavní význam proudového chrániče spočívá v rychlém odpojení poškozeného obvodu i při velké impedanci ochranné smyčky.

Proudový chránič se skládá ze součtového proudového transformátoru, vybavovacího relé s permanentním magnetem, spínacího mechanismu a ze zkušebního zařízení. Součtový transformátor je tvořen feromagnetickým prstencem, kterým prochází všechny pracovní vodiče. Vybavovací relé s permanentním magnetem je připojeno na sekundární vinutí součtového proudového transformátoru a reaguje na napětí indukované do tohoto vinutí. Spínací mechanismus zařizuje rozpojení obvodu při zapůsobení vybavovacího relé. Zkušební zařízení se skládá z testovacího tlačítka a rezistoru, kterým se vyvolá poruchový proud, při němž musí chránič vypnout.

Princip proudového chrániče je následující. V bezporuchovém stavu jsou pracovní proudy souměrné a jejich magnetické toky se v součtovém transformátoru vzájemně vyruší. Při poruchovém stavu se část proudu uzavírá ochranným vodičem (zemí a podobně), tím dojde k porušení symetrie a magnetické toky se nevyruší a do sekundárního vinutí součtového proudového transformátoru se naindukují napětí, čímž dojde k vypnutí chrániče (viz obr. 3.2).



Obr. 3.2: Princip součtového proudového transformátoru [15]

Použití proudových chráničů v zásuvkových okruzích je popsáno v kapitole 2.7.1 této práce.

3.5. Volba jistícího prvku z hlediska přetížení

V této části použijeme znalost výpočtu výpočtového proudu z podkapitoly 2.3.1.3 této práce. Dále budeme potřebovat znát dovolené proudové zatížení, jeho výpočet je popsán v podkapitole 2.3.1.4 této práce.

Poté musí vybraný jistící prvek vyhovovat následující podmínce:

$$I_p \leq I_{nj} \leq I_{dov} \quad (3.1)$$

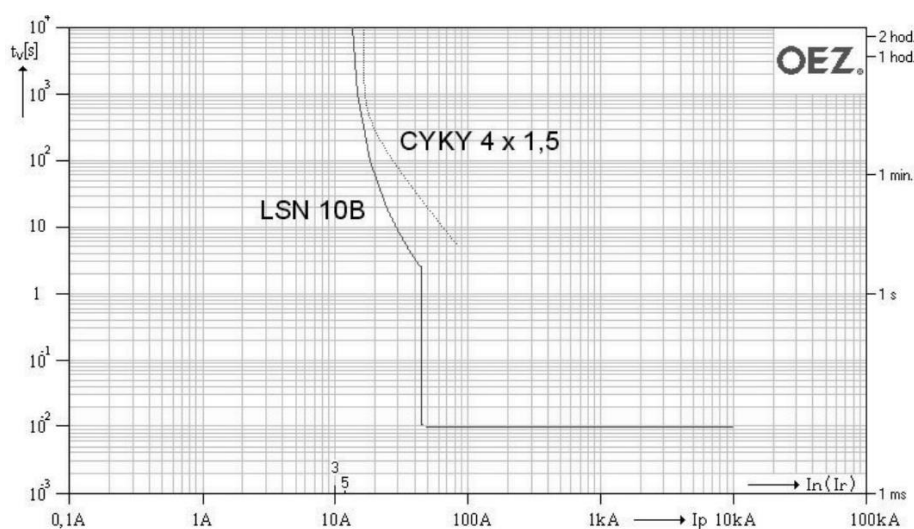
kde I_p je výpočtový proud [A],

I_{nj} je jmenovitý proud jističe [A],

I_{dov} je dovolené proudové zatížení [A].

Z této podmínky plyne, že jmenovitý proud jističe musí být větší než hodnota výpočtového proudu ale zároveň menší než dovolené proudové zatížení vedení.

Aby jistící prvek spolehlivě jistil vodič v celé oblasti proudů, musíme vložit ampérsekundovou charakteristiku vodiče do charakteristiky jistícího prvku. Charakteristika vodiče musí být tzv. nad charakteristikou jistícího prvku, aby došlo ke spolehlivému jistění proti přetížení (viz graf 3.2).



Graf 3.2: Správné zvolení jistícího prvku pro vodič CYKY 4 x 1,5 mm² [20]

Na tomto obrázku byl jako jistící prvek zvolen jistič s označením LSN 10B o jmenovitém proudu 10 A a vypínací charakteristice B. Jak je vidět, tento jistič by spolehlivě chránil vodič CYKY 4 x 1,5 mm² proti přetížení.

4. NÁVRH ELEKTROINSTALACE BYTOVÉHO DOMU

4.1. Charakteristika bytového domu

Bytový dům, ve kterém byla navržena elektroinstalace, je původně návrhem Sárý Čopové [7]. Jedná se o studii k bakalářské práci na Fakultě architektury ČVUT. Pro účely této práce jsem si s dovolením autorky upravil některé prostory tohoto bytového domu.

Tento bytový dům je situovaný v Karlových Varech a obsahuje čtyři nadzemní a jedno podzemní podlaží. V podzemním podlaží se nachází dvě technické místnosti a několik sklepů. V prvním nadzemním podlaží byla původně kavárna a obchod, po úpravě se zde nachází dva byty. Větší byt je 3+kk a menší byt je 1+kk. Na druhém nadzemním podlaží je jeden velký byt, který je 4+kk. Ve třetím nadzemním podlaží byla původně posilovna a kuchyň, po úpravě se zde nachází kancelář a jeden byt 1+kk. Ve čtvrtém nadzemním podlaží byla čítárna, po úpravě je zde jedna kancelář.

4.2. Dimenzování kabelu hlavního domovního vedení

Pro přívod elektrické energie k elektroměrovému rozvaděči ER1 bude použit kabel uložený ve zdivu (uložení typu C). Ke zvolení vyhovujícího průřezu kabelu je nutné znát jeho maximální dovolenou teplotu jádra, ta je dána izolací a teplotou prostředí. Dále je nutné navrhnout průřez vodičů v kabelu a odečíst součinitele uložení kabelu z tabulky.

Můj předběžný odhad průřezu jednoho vodiče měděného třífázového kabelu je 16 mm^2 . Vybraný kabel má izolaci z PVC a jeho maximální dovolená teplota jádra je $\vartheta_{dov} = 70 \text{ °C}$. Teplota prostředí bude uvažována $\vartheta_{prostředí} = 25 \text{ °C}$. V následující tabulce č. 4.1 je uveden příkon jednotlivých bytů a příkon společných prostor bytového domu. Jelikož jsou v bytovém domě 4 byty a 2 kanceláře, budu uvažovat hodnotu soudobosti uvedenou v tabulce č. 2.1 pro 6 bytů $\beta_n = 0,53$. Kanceláře budu uvažovat jako byty se stupněm elektrizace A a byty, jelikož mají elektrické sporáky, budu uvažovat jako byty se stupněm elektrizace B. Pro společné prostory budu uvažovat příkon 11,2 kW, z toho 5 kW příkonu pro pohon výtahu, který je určený pro 5 osob [8] a 0,1 kW

vlastní spotřeba výtahu. Dále budu uvažovat 1 kW příkonu pro spotřebu výměníku teplé vody. Příkon 1,5 kW odhaduji na světelné obvody a 3,6 kW příkonu pro zásuvkový obvod ve společných prostorech. Soudobost pro společné prostory budu uvažovat 0,77. Se znalostí vzorce (2.2) určíme výpočtové zatížení celého bytového domu.

Stupeň elektrizace	P [kW]	Počet bytů
A	7	2
B	11	4
Společné prostory	11,2	
Výpočtové zatížení P_p [kW]	39,36	

Tab. 4.1: Přehled bytů a výpočet výpočtového zatížení bytového domu

Výpočtové zatížení celého bytového domu vyšlo $P_p = 39,36$ kW. Z této hodnoty můžeme určit výpočtový proud pomocí vzorce (2.3), účinník uvažuji $\cos\varphi = 0,95$.

$$I_p = \frac{P_p \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos\varphi} = \frac{40,94 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 59,8 \text{ A} \quad (4.1)$$

Výpočtový proud vyšel $I_p = 59,8$ A. Jako další, pro správné zvolení průřezu vodičů kabelu, budeme potřebovat vynásobit maximální jmenovitý proud zvoleného vodiče dvěma koeficienty. První koeficient jsem zvolil $k_1 = 1,06$ dle tabulky č. 4.2, jelikož vybraný kabel má izolaci PVC a maximální dovolenou teplotu jádra $\vartheta_{dov} = 70$ °C. Teplota prostředí bude, jak jsem zmiňoval, $\vartheta_{prostředí} = 25$ °C. Druhý koeficient jsem zvolil $k_2 = 1$, jelikož se jedná o samostatný kabel uložený ve zdi. Tento koeficient by nebyl roven jedné, pokud bychom měli vodičů HDV více.

Nejvyšší dovolená provozní teplota jádra [°C]	Teplota prostředí [°C]									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
60	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
65	1,25	1,2	1,13	1,07	1	0,93	0,85	0,76	0,65	0,53
70	1,22	1,17	1,12	1,06	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
75	1,2	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,88	0,82	0,74	0,67
80	1,18	1,14	1,1	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71
85	1,17	1,13	1,09	1,04	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,74
90	1,15	1,12	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76
120	1,11	1,08	1,06	1,03	1	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85

Tab. 4.2: Přepočítávací koeficienty pro teplotu odlišnou od základní [21]

Jelikož známe oba koeficienty a také maximální jmenovitý proud vodiče o průřezu 16 mm^2 , který pro uložení typu C je roven 85 A [9]. Za pomoci následujícího vztahu určíme maximální proudovou zatížitelnost.

$$I_{dov} = k_1 \cdot k_2 \cdot I_{nv} \quad [\text{A}] \quad (4.2)$$

Kde I_{nv} je maximální jmenovitý proud vodiče [A],
 k_1 je přepočítávací koeficient pro teplotu jinou od základní [-],
 k_2 je přepočítávací koeficient respektující souběh kabelů [-].

Po dosazení všech hodnot a vypočítání dostaneme maximální proudové zatížení $I_{dov} = 90,1 \text{ A}$. Vypočítali jsme všechny potřebné hodnoty pro správné určení průřezu vodičů přívodního kabelu. Musíme zkontrolovat, zda platí podmínka (2.4). Jak je vidno, tato podmínka platí, což znamená, že vodič z hlediska proudové přetížitelnosti vyhovuje. Jako kabel hlavního domovního vedení proto navrhuji CYKY-J 4 x 16 mm^2 .

Důležité je také zkontrolovat vodič z hlediska úbytku napětí. Podrobnosti o úbytku napětí na vedení je v podkapitole 2.3.1.5. Pomocí vztahu (3.1) vypočítáme hodnotu úbytku napětí. Délku přívodního kabelu uvažuji 20 m a měrnou elektrickou vodivost uvažuji $\gamma = 56,2 \text{ S} \cdot \text{m} \cdot \text{mm}^{-2}$.

$$\Delta U = \frac{l \cdot P_b \cdot 1000}{\gamma \cdot S \cdot U_s} = \frac{20 \cdot 39,36 \cdot 1000}{56,2 \cdot 16 \cdot 400} = 2,19 \text{ V} \quad (4.3)$$

Úbytek napětí vyšel $2,19 \text{ V}$. To je $0,55 \%$ jmenovité hodnoty napětí. Dovolená hodnota tohoto úbytku je do 3% , to znamená, že kabel z hlediska povoleného úbytku vyhovuje.

4.3. Dimenzování jistění kabelu hlavního domovního vedení

Hlavní jistič se volí takový, aby jeho jmenovitá proudová hodnota byla nejbližší vyšší hodnotě výpočtového proudu. Výpočtový proud vyšel $I_p = 59,8 \text{ A}$, to znamená, že jako hlavní jistič budeme volit jistič s jmenovitou proudovou hodnotou 63 A . Navrhovaný jistič musí splnit podmínku (3.1) uvedenou v kapitole 3.5.

$$I_p \leq I_{nj} \leq I_{dov} \quad (59,8 \leq 63 \leq 90,1) \text{ A} \quad (4.4)$$

Navrhovaný jistič uvedenou podmínku splňuje, proto můžeme přejít na návrh pojistek pro HDS.

Pojistky v HDS mají být zpravidla o dva stupně vyšší, než je velikost nejvyššího hlavního jističe před elektroměrem. Tomuto odpovídají pojistky o jmenovité proudové hodnotě 100 A.

4.4. Dimenzování kabelů pro odbočky k elektroměrům

Obdobně jako u dimenzování kabelu pro hlavní domovní vedení v kapitole č. 4.2 budeme postupovat i zde. Mnou navrhovaný průřez vodičů kabelu odboček k elektroměrovému rozvaděči ve všech patrech bytového domu je 6 mm^2 . Opět zvolím kabel s izolací PVC. Jeho maximální dovolená teplota jádra a teplota prostředí proto budou stejné jako v kapitole č. 4.2. Všechny tyto kabely budou uloženy ve zdivu, tedy uložení typu C. Potřebné koeficienty k_1 a k_2 zůstávají opět stejné.

V následující tabulce jsou uvedeny vypočtené hodnoty výpočtového zatížení P_p a výpočtového proudu I_p pro všechny odbočky k elektroměrům ve všech patrech.

Podlaží	1. PP	1. NP	2. NP	3. NP	4. NP
Soudobost $\beta_n [-]$	0,77	0,77	1	0,77	1
Příkon $P [\text{kW}]$	11,2	22	11	18	7
Výpočtové zatížení $P_p [\text{kW}]$	8,62	16,94	11	13,86	7
Výpočtový proud $I_p [\text{A}]$	13,10	25,71	16,71	21,06	10,64

Tab. 4.3: Vypočtené výpočtové zatížení a výpočtový proud pro všechna podlaží bytového domu

Dovolený proud odečtený z tabulky normy ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 – Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení je pro kabel s průřezem vodičů 6 mm^2 roven 46 A. Tento proud následně přenásobíme již zmiňovanými koeficienty k_1 a k_2 a získáme dovolené proudové zatížení I_{dov} . Hodnota tohoto proudu vyšla dle vzorce (4.2) $I_{dov} = 48,76 \text{ A}$.

Jelikož známe výpočtový proud a dovolené proudové zatížení kabelu, můžeme zkontrolovat podmínku (2.4) uvedenou v kapitole 2.3.1.4. Tato podmínka platí pro navrhovaný průřez vodičů kabelu. Opět provedeme kontrolu úbytku napětí, délku vodičů uvažují 15 m.

Podlaží	1. PP	1. NP	2. NP	3. NP	4. NP
Výpočtové zatížení P_p [kW]	8,62	16,94	11	13,86	7
Úbytek napětí ΔU [V]	0,96	1,88	1,22	1,54	0,78
Úbytek napětí ΔU [%]	0,24	0,47	0,31	0,39	0,19

Tab. 4.4: Výpočet úbytku napětí

Dle tabulky všechny úbytky vyhovují předepsané normě.

4.5. Dimenzování jištění kabelů pro odbočky k elektroměrům

V následující tabulce jsou uvedeny jmenovité proudy jističů použitých pro jištění odboček k elektroměrům ve všech podlažích.

Podlaží	1. PP	1. NP	2. NP	3. NP	4. NP
Jmenovitý proud jističe I_n [A]	16	32	20	25	16

Tab. 4.5: Jmenovité proudy jističů pro dílčí podlaží

Jmenovité hodnoty proudů jističů jsem volil na základě hodnoty výpočtového proudu uvedeného v tabulce č. 4.3. Pro přesnost volby jisticích prvků provedeme kontrolu podmínky z kapitoly č. 4.3. Dle této kapitoly zvolené jističe splňují uvedenou podmínku, proto jsou vhodnými jisticími prvky pro tyto odbočky.

4.6. Realizace elektroinstalace bytového domu

Bytový dům bude připojen z distribuční sítě nízkého napětí. Na vnější stěně bytového domu bude umístěna hlavní domovní skříň, ve které budou, dle dimenzování a výpočtů v předchozích kapitolách, umístěny nožové pojistky se jmenovitým proudem 100 A. Hlavní domovní vedení bude provedeno kabelem CYKY-J 4 x 16 mm², které bude jištěno jističem se jmenovitým proudem 63 A. Hlavní domovní vedení povede do prvního elektroměrového rozvaděče ER1, který bude umístěn v 1. NP bytového domu. Bude zde provedeno rozdělení hlavního domovního vedení na 5 smyček. Tyto smyčky povedou k elektroměrovým rozvaděčům na jednotlivých podlažích (1. PP, 1. NP, 2. NP, 3. NP a 4. NP) a všechny tyto smyčky budou provedeny kabelem CYKY-J 4 x 6 mm². Všechny

elektroměrové rozvaděče budou umístěny na chodbách a budou osazeny měřicími zařízeními pro jednotlivé byty příslušných podlaží.

Z elektroměrových rozvaděčů budou provedeny přípojky pro bytové, popřípadě podružné rozvaděče. K připojení bude použit kabel CYKY-J 4 x 4 mm². K elektroměrovému rozvaděči v 1. PP budou připojeny rozvaděče pro výtah a výměník teplé vody, také zde budou připojeny všechny světelné a zásuvkové obvody společných prostor bytového domu. V bytových rozvaděcích bude realizován přechod ze sítě TN-C na síť TN-S. Ze všech bytových, podružných a jednoho domovního rozvaděče budou vyvedeny zásuvkové a světelné obvody. Zásuvkové obvody budou provedeny dle kapitoly č. 2.7.1 kabelem CYKY-J 3 x 2,5 mm² a jištěny jističem se jmenovitým proudem 16 A. Světelné obvody budou provedeny dle kapitoly č. 2.7.3 kabelem CYKY s průřezem vodičů 1,5 mm² a jištěny jističem se jmenovitým proudem 10 A. Počet a barevné označení vodičů kabelu bude závislé na použitých spínacích prvcích.

4.7. Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana před úrazem elektrickým proudem bude provedena dle normy ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 – Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem.

Základní ochrana bude provedena samočinným odpojením od zdroje a ochranným pospojováním. Pro doplňkovou ochranu před nebezpečným dotykovým napětím zásuvkových a světelných obvodů bude využíváno proudových chráničů s vybavovacím residuálním proudem 30 mA.

4.8. Vytápění a ohřev teplé vody bytového domu

Navrhovaný bytový dům je situovaný v Karlových Varech, ve kterých se nachází Karlovarská teplárenská a.s. Proto navrhuji připojení k této soustavě centralizovaného zásobování teplem (dále také SCZT). Aby bylo možné připojení bytového domu k SCZT, je za potřeby zřídit výměník teplé vody. Z tohoto důvodu jsem v 1. PP navrhl rozvaděč přímo pro tento výměník, jeho příkon uvažuji 1 kW.

5. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo navrhnout silnoproudou část elektroinstalace bytového domu.

V první kapitole byla krátce popsána elektrická distribuční síť nízkého napětí, čímž byl splněn první bod zadání. Ve druhé kapitole byla popsána elektroinstalace bytových domů od přípojky k distribuční síti až po bytové okruhy. Bylo zde také podrobně popsáno dimenzování hlavního domovního vedení včetně výpočtu všech potřebných veličin. V závěru této kapitoly jsou uvedeny způsoby uložení vodičů v bytech. Tímto byl splněn druhý bod zadání. Ve třetí kapitole se práce zaměřila na elektrickou ochranu zařízení v bytových domech. Byly zde probrány ochranné prvky jako jsou pojistky, jističe a proudové chrániče. Také zde byla probrána volba jistíciho prvku z hlediska přetížení, která je velmi důležitá při navrhování elektroinstalace, čímž došlo ke splnění třetího bodu zadání. Poslední kapitola této práce se zaměřuje na samotný návrh elektroinstalace bytového domu. Tímto návrhem jsem splnil poslední bod zadání.

Pro přívod elektrické energie jsem navrhl kabel s označením CYKY-J 4 x 16 mm², který bude jistěn jističem o jmenovité proudové hodnotě 63 A. Poté jsem se rozhodl rozdělit HDV v elektroměrovém rozvaděči ER1 na 5 smyček. Tyto smyčky napájí dílčí elektroměrové rozvaděče na příslušných podlažích. Pro všechny tyto odbočky k elektroměrům jsem navrhl kabely o vhodných průřezích a následně nadimenzoval jističe pro tyto odbočky. Navrhnuté kabely jsou všechny stejného průřezu, a to CYKY-J 4 x 6 mm². Navrhnuté jističe pro tyto odbočky nemají stejnou jmenovitou proudovou hodnotu, jelikož jsou v každém podlaží bytového domu různé velké byty, a tedy i různý soudobý příkon. Pro odbočku v 1. PP a ve 4. NP jsem navrhl 16A jistič, pro odbočku v 1. NP jsem navrhl 32A jistič, pro odbočku v 2. NP jsem navrhl 20A jistič a pro odbočku ve 3. NP jsem navrhl 25A jistič.

Do bytového domu je naprojektován výtah, rozhodl jsem se vybrat výtah pro 5 osob s příkonem 5 kW. Uvažuji také 0,1 kW příkonu jako vlastní spotřebu frekvenčního měniče pro motor výtahu. Musel jsem pro tento výtah navrhnout i samostatný rozvaděč, který jsem umístil do prvního podzemního podlaží.

ZÁVĚR

Dalším řešeným problémem byl ohřev teplé vody a vytápění celého bytového domu. Jelikož je tento bytový dům situovaný v Karlových Varech, zvolil jsem připojení bytového domu k soustavě centralizovaného zásobování teplem, kterou provozuje Karlovarská teplárenská, a.s. K tomu bylo zapotřebí zhotovit samostatný rozvaděč pro výměník teplé vody, příkon výměníku teplé vody uvažuji 1 kW. Tento rozvaděč jsem umístil do jedné z technických místností bytového domu v prvním podzemním podlaží.

Jako poslední jsem naprojektoval elektroinstalaci pro všechna podlaží bytového domu včetně zásuvek, světelných zdrojů a vypínačů. Tyto výkresy jsou uvedeny v příloze této práce a byly vypracovány v programu AutoCAD. Všechny prvky jsou rozmístěny tak, aby vyhovovaly předepsaným normám.

SEZNAM LITERATURY

- [1] KOREL, Jan. *Šablona pro bakalářskou práci*. 2020.
- [2] *Provozování distribučních soustav* [online]. CIMBOLINEC, Ivan. [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: https://www.powerwiki.cz/attach/APES/1-Provoz_DS.pdf
- [3] ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [4] BERKA, Štěpán. *Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi*. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 978-802-5145-982.
- [5] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v koupelnách a prostorech s vanou nebo sprchou, v saunách, bazénech a fontánách*. Praha: IN-EL, 2011. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-52-8.
- [6] ČOPOVÁ, Sára. *Bytový dům Geminy*. 2024. Dostupné také z: <https://www.fa.cvut.cz/cs/galerie/atelierove-prace/61354-karlovyvarydeg-by-tovy-dum-geminy>
- [7] ČSN 33 2000-5-52. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení*. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [8] ŠTROBLOVÁ, Milada. *Elektrické sítě městské a průmyslové*. Plzeň: Západočeská univerzita, 1994. ISBN 80-708-2154-X.
- [9] ČSN EN 60529. *Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód)*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1993.
- [10] ČSN 33 2000-4-41. *Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [11] ČSN 33 3320. *Elektrotechnické předpisy - Elektrické přípojky*. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [12] TOMAN, Petr. *Provoz distribučních soustav*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04935-8.

- [13] MUDRUŇKOVÁ, Anna. *Elektroenergetika 1. VOŠ a SPŠ elektrotechnická Františka Křižíka*, 2016. ISBN 978-80-88058-81-6.
- [14] *Elektrika.cz* [online]. c1998-2024 [cit. 2024-04-19]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/>
- [15] Elektrická instalace v koupelnách a sprchách. *VŠB – TU Ostrava* [online]. 2004 [cit. 2024-04-29]. Dostupné z: https://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/prednasky/pred_ZEP/KOUPELNY.pdf
- [16] Automatické odpojení od zdroje, ochranné přístroje. *Elektronická učebnice - ELUC* [online]. 2024 [cit. 2024-05-01]. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/verejne/lekce/374>
- [17] Jističe. *Katalog vlastních spotřeb elektroinstalačních prvků* [online]. 2009 [cit. 2024-05-01]. Dostupné z: <http://vlastnispotreby.ecservice.cz/index.php?page=list&kid=0&rid=a81d40213500741017df8514661e704d>
- [18] *Příručka elektrikáře*. 2012. Dostupné také z: <https://8df3a6d0e1.clvaw-cdnwnd.com/5c67a02d8fc8a1d6b5272240c6e3fa11/200000039-1583b1583d/OEZ%20-%20P%C5%99%C3%ADru%C4%8Dka%20elektrik%C3%A1%C5%99e%202.0.pdf?ph=8df3a6d0e1>
- [19] KŘÍŽ, Michal. *Dimenzování a jištění elektrických zařízení - tabulky a příklady*. 3. Praha: IN-EL, 2011. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-54-2.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Návrh elektroinstalace bytového domu – 1. PP

Příloha č. 2 – Návrh elektroinstalace bytového domu – 1. NP

Příloha č. 3 – Návrh elektroinstalace bytového domu – 2. NP

Příloha č. 4 – Návrh elektroinstalace bytového domu – 3. NP

Příloha č. 5 – Návrh elektroinstalace bytového domu – 4. NP