



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

## ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

## NÁVRH TECHNICKÝCH OPATŘENÍ V SÍTI NN S VELKÝMI ZKRATOVÝMI PROUDY

DESIGN OF TECHNICAL MEASURES IN LV DISTRIBUTION NETWORK WITH A HIGH VALUE OF SHORT-CIRCUIT CURRENTS

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Daniel Šmehlík

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Michal Ptáček, Ph.D.

BRNO 2022

# Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

**Student:** Daniel Šmehlík

**ID:** 220783

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2021/22

**NÁZEV TÉMATU:**

## Návrh technických opatření v síti NN s velkými zkratovými proudy

**POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:**

1. Zkratové odolnosti přístrojů dle předpisů a norem
2. Možnosti omezení zkratových proudů v rozváděčích pro koncové obvody
3. Výpočet zkratových poměrů zadané sítě a aplikace technických opatření pro omezení zkratových proudů
4. Závěrečné zhodnocení výsledků vč. zhodnocení z pohledu ceny a norem

**DOPORUČENÁ LITERATURA:**

podle pokynů vedoucího závěrečné práce a dle pokynů konzultanta (firemní téma/konzultant: SUBTECH, s.r.o./ Ing. Jan Novotný)

**Termín zadání:** 7.2.2022

**Termín odevzdání:** 31.5.2022

**Vedoucí práce:** Ing. Michal Ptáček, Ph.D.

**prof. Ing. Petr Toman, Ph.D.**  
předseda rady studijního programu

**UPOZORNĚNÍ:**

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

## **Abstrakt**

Tato práce pojednává o dimenzování a možnosti snížení velkých zkratových poměrů. Pro konkrétně zadané schéma průmyslového objektu, které bude napájeno ze tří transformátorů, bude dimenzování provedeno prostřednictvím programu SICHR. Konkrétním cílem technického řešení je, aby v koncových rozváděčích bylo možné použít modulární jističe s vypínací schopností zkratových proudů do 10 kA. Dalším cílem práce je pro navržené řešení provést jeho ekonomické zhodnocení, resp. případně optimalizovat návrh i z pohledu ekonomické stránky při naplnění technických nároků.

## **Klíčová slova**

Dimenzování, kabelové vedení, přípojnice, zkratový proud, SICHR, modulární jistič, vypínací schopnost, ekonomické zhodnocení.

## **Abstract**

This bachelor thesis discusses the sizing and the possibility of reducing large short circuit ratios. For a specific scheme of an industrial building, which will be fed from three transformers, the sizing will be done by means of the SICHR program. The specific objective of the technical solution is to be able to use modular circuit breakers with a tripping capability of short-circuit currents up to 10 kA in the terminal switchboards. Another objective of the work is to perform an economic evaluation of the proposed solution, or to optimize the design from the point of view of the economic aspect in meeting the technical requirements.

## **Keywords**

Sizing, cable routing, busbar, short circuit current, SICHR, modular circuit breaker, tripping capability, economic evaluation.

## **Bibliografická citace**

ŠMEHLÍK, Daniel. *Návrh technických opatření v síti NN s velkými zkratovými proudy* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/142378>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Michal Ptáček.



## Prohlášení autora o původnosti díla

<b>Jméno a příjmení studenta:</b>	<i>Daniel Šmehlik</i>
<b>VUT ID studenta:</b>	<i>220 783</i>
<b>Typ práce:</b>	<i>Bakalářská práce</i>
<b>Akademický rok:</b>	<i>2021/22</i>
<b>Téma závěrečné práce:</b>	<i>Návrh technických opatření v síti NN s velkými zkratovými proudy</i>

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího závěrečné práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

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

V Brně dne: 31. května 2022

-----  
podpis autora

## **Poděkování**

Děkuji jednak vedoucímu bakalářské práce Ing. Michalu Ptáčkovi, Ph.D. a dále pak konzultantovi Ing. Janu Novotnému ze společnosti SUBTECH, s.r.o. za jejich odbornou pomoc a další cenné rady při zpracovávání mé bakalářské práce..

V Brně dne: 31. května 2022

-----  
podpis autora

# Obsah

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>8</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>9</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1. POŽADAVKY ZADAVATELE</b> .....	<b>11</b>
<b>2. DIMENZOVÁNÍ</b> .....	<b>13</b>
2.1 PODLE MAXIMÁLNÍ PROVOZNÍ TEPLoty .....	13
2.2 PODLE HOSPODÁRNÉ MEZI .....	13
2.3 PODLE MECHANICKÉ PEVNOSTI .....	13
2.4 PODLE TEPELNÝCH A DYNAMICKÝCH ÚČINKŮ ZKRATOVÝCH PROUDŮ .....	14
2.4.1 Tepelné účinky .....	14
2.4.2 Dynamické účinky .....	15
2.5 PODLE VELIKOSTI ÚBYTKU NAPĚTÍ.....	17
<b>3. MOŽNOSTI OMEZENÍ ZKRATOVÝCH PROUDŮ</b> .....	<b>18</b>
3.1 JISTIČE .....	18
3.2 POJISTKY.....	19
3.3 SELEKTIVITA JIŠTĚNÍ.....	23
<b>4. NÁVRH ELEKTROINSTALACE SCHÉMATU</b> .....	<b>24</b>
4.1 DIMENZOVÁNÍ PRVNÍ ČÁSTI .....	25
4.2 DIMENZOVÁNÍ DRUHÉ ČÁSTI.....	26
4.2.1 Varianta 1 .....	27
4.2.2 Varianta 2 .....	27
4.3 DIMENZOVÁNÍ TŘETÍ ČÁSTI.....	29
<b>5. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ</b> .....	<b>32</b>
5.1 PRVNÍ ČÁST.....	32
5.2 DRUHÁ ČÁST .....	32
5.3 TŘETÍ ČÁST .....	32
<b>6. ZÁVĚR</b> .....	<b>33</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>34</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>35</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>37</b>

# SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1	Zadané schéma objektu/komplexu od firmy SUBTECH s.r.o. (tenká modrá čára je kabelové vedení, silná modrá čára je přípojnice) .....	11
2.1	Vztažná osa ohybového namáhání pro různá uspořádání jednoduchých a vícenásobných vodičů [2] .....	16
3.1	Omezovací charakteristika jističů společnosti Schneider typu NSX [8] .....	19
3.2	Příklad omezení zkratového proudu na hodnotu omezeného proudu v omezovací charakteristice jističe od společnosti Schneider typu NSX [8] .....	20
3.3	Tavná ampérsekundová charakteristika pojistek typu PHNA2 gG [9] .....	21
3.4	Omezovací charakteristika pojistky typu PN1 gG a PN2 gG [9] .....	22
3.5	Příklad omezení zkratového proudu na hodnotu omezeného proudu v omezovací charakteristice pojistky typu PN2 gG [9] .....	23

## SEZNAM TABULEK

2.1	Nejvyšší provozní teploty pro různé druhy izolací [3] .....	14
2.2	Hodnoty úbytků napětí [3] .....	17
4.1	Tabulka s $i_o$ a $I_k$ na koncových rozváděčích první části variantu 1 .....	26
4.2	Tabulka s $i_o$ a $I_k$ na koncových rozváděčích druhé části variantu 1 .....	28
4.3	Tabulka s $i_o$ a $I_k$ na koncových rozváděčích druhé části variantu 2 .....	29
4.4	Tabulka s $i_o$ a $I_k$ na koncových rozváděčích třetí části variantu 1 .....	30
4.5	Tabulka s $i_o$ a $I_k$ na koncových rozváděčích třetí části variantu 2 .....	31

# ÚVOD

Při návrhu nové elektroinstalace je nutné správné nadimenzování celé elektroinstalace, tak aby odolala a správně a bezpečně vypnula případné poruchy, nadproudy, popřípadě zkratové proudy. Korektně nadimenzované vedení musí odolat veškerým tepelným a dynamickým účinkům elektrických zkratových proudů, nesmí na nich být příliš velký úbytek napětí. V případě kabelového vedení pak nesmí dojít také překročení maximální dovolené teploty izolace a maximálního proudového zatížení.

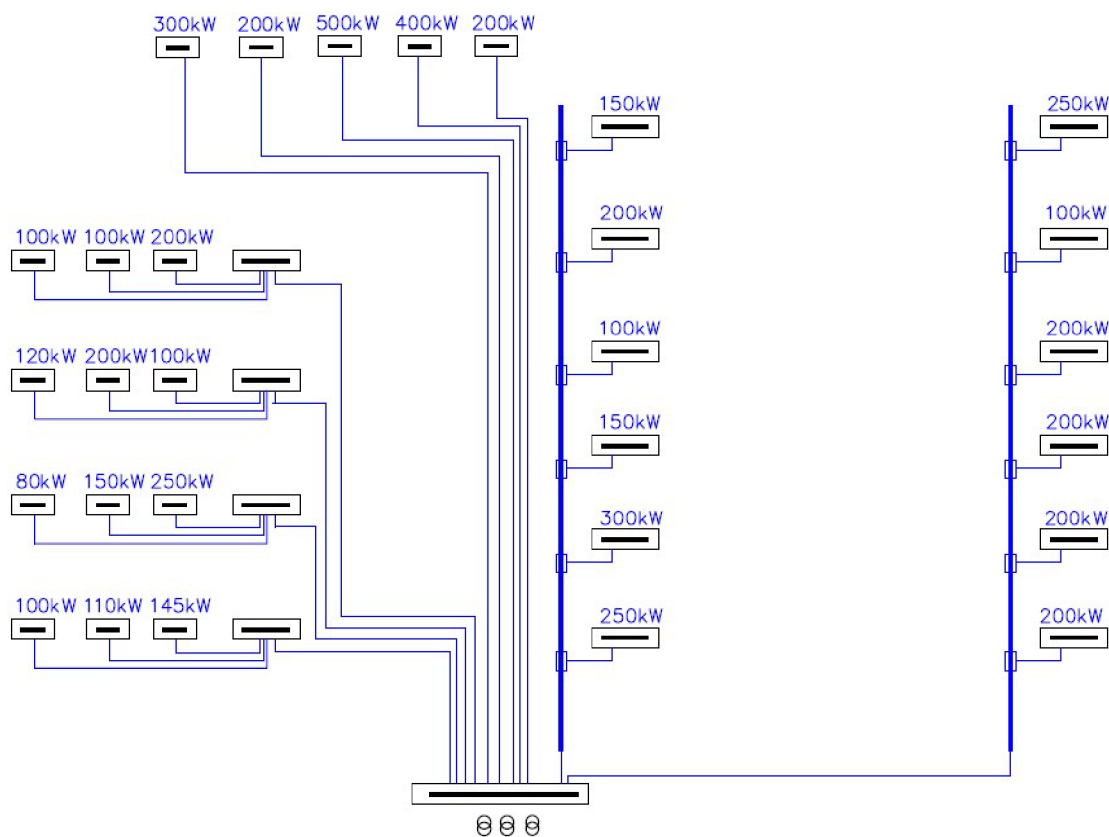
Při návrhu jistících prvků je snaha docílit co nejmenších možných zkratových poměrů na koncovém prvku. Ideálně na úroveň, kdy veškerou obsluhu všech zařízení může dělat laická společnost. Dostatečné omezení těchto zkratových proudů je možné docílit předřazením například pojistky nebo jističe.

Tato bakalářská práce slouží jako možný postup při omezování velkých zkratových proudů na co nejnižší hodnotu. Volba vhodných jistících prvků je tedy závislá na správném a efektivním jištění a následné omezení zkratových proudů, selektivitě jistících prvků a také výše nákladů.

Bakalářská práce má za cíl požadovaného omezení zkratových proudů v koncových rozváděčích. Souvislosti s tím je nejen ukázáno řešení a provedení konkrétního rozvodu, ale jsou v práci i uvedené teoretické souvislosti s tím spjaté. Na konci práce je i následné ekonomické zhodnocení.

# 1. POŽADAVKY ZADAVATELE

Platí, že zadavatelem technického zadání této práce je společnost SUBTECH s.r.o., proto tato kapitola přináší bližší seznámení se a vymezení samotného zadání. Celé schéma řešeného objektu/komplexu je uvedeno na obrázku 1.1. Jedná se o zastřešený průmyslový komplex s rozváděči na šesti podlažích, jehož konkrétní charakter využití nebyl dále dodatečně specifikován. Cílem této bakalářské práce je pak pro tento objekt realizovat možný technický návrh elektroinstalace, tak aby bylo dosaženo omezení zkratových proudů v koncových rozváděčích na zadanou hodnotu, viz níže.



Obrázek 1.1 Zadané schéma objektu/komplexu od firmy SUBTECH s.r.o. (tenká modrá čára je kabelové vedení, silná modrá čára je přípojnice)

Požadavek je, aby celý komplex byl napájen konkrétně třemi transformátory, u kterých nebude překročeno jejich maximální výkonové zatížení 85 % jmenovitého výkonu. Na druhou stranu z pohledu zadavatele nebyl požadavek na použití konkrétních výkonových řad transformátoru, tj. z tohoto pohledu nebyla práce přímo limitována. Pouze jako doporučení bylo, aby byly použity transformátory výrobce Kočí-Valášek s.r.o. Další požadavkem je, aby umístění transformátorů v rámci objektu bylo centralizováno v rámci jednoho energocentra.

Ze strany zadavatele také bylo jednoznačně dáno, v kterých částech objektu je požadavek na instalaci kabelového vedení, resp. přípojnic. Na obrázku 1.1 jsou zřejmé zmíněné dva typy řešení elektrického vedení, kde tenká modrá čára znázorňuje kabelové vedení a silná modrá čára znázorňuje použití přípojnice, jako hlavní přívod elektrické energie od transformátorů k jednotlivým rozváděčům.

Zadány byly také odběrové činné výkony a s nimi zadaný součinitel náročnosti, který je roven jedné. V koncových rozváděčích má být zkratový proud omezený na hodnotu do 10 kA, tzn. aby v jednotlivých malých rozváděčích bylo možné použít jističe se zkratovou vypínací schopností do 10 kA. S tím je také spojen další požadavek, že v případě připojení domovní elektroinstalace do některých z podružných rozváděčů, se budou používat jističe se jmenovitým proudem 10 A a 16 A. V případě použití jiných jmenovitých hodnot jističů bude zapotřebí zakoupit jistící prvky s větší zkratovou vypínací schopností.

Omezení zkratových proudů v koncových rozváděčích bylo zadáno dvěma variantami. První varianta spočívá v paralelním rozdělení velkého výkonu v rozváděčích na nižší hodnoty výkonu. Druhá varianta spočívá v rozdělení jednoho rozváděče na několik menších rozváděčů a rozmístit je po budově po podlaží. Obě varianty se mají dle požadavků zadavatele použít pouze u části schématu tam, kde je použita přípojnice. Na rozváděče na střeše nebylo nutné zavádět omezující opatření, z důvodů těžké průmyslové techniky. Rozváděče v prvním až čtvrtém podlaží mají být, podle zadavatele, omezeny pouze první variantou.

Z pohledu zadavatele bylo na řešiteli, který podpůrný software využije pro praktickou část řešení práce, požadavek pouze byl, aby takový software využit byl. V rámci této práce proto bylo přistoupeno k dimenzování elektroinstalace prostřednictvím programu Sichr od společnosti OEZ [1].



## 2. DIMENZOVÁNÍ

Tato kapitola má uvést do problematiky dimenzování, která je relevantní v návaznosti na praktické zpracování řešení v rámci této bakalářské práce. Dle [2] dimenzování je proces různých výpočtů, při kterých se zjišťuje, jestli daný vodič nebo jistící prvek splňuje určité podmínky, nezbytné pro bezpečný a bezporuchový chod. O tématu dimenzování vodičů hovoří normy ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 [3], ČSN 60865 – 1 ed. 2 [4] a ČSN 38 1754 [5].

Pro dimenzování vodičů literatura [2] udává 5 podmínek, a to:

- Vodič při provozu nesmí překročit maximální provozní teplotu,
- Průřez vodiče musí být v hospodárné mezi,
- Vodič musí být dostatečně mechanicky pevný,
- Vodiče musí odolávat tepelným a dynamickým účinkům,
- Úbytek napětí ve vodičích musí ve stanovených hranicích.

Výše uvedené podmínky jsou podrobněji popsány v následujících podkapitolách.

### 2.1 Podle maximální provozní teploty

Podle [1] každý vodič a kabel by měl být dimenzován tak, aby nebyla překročena dovolená teplotní mez. Je to z důvodu, že při vysokých teplotách se změní krystalizace použitého materiálu a díky tomu se změní i vlastnosti toho materiálu. Dalším důvodem je, že se při zvyšování teploty zvětšuje přechodový odpor a díky vyšším teplotám stárne rychleji izolace apod. Z těchto důvodů jsou stanovené tabulkové hodnoty maximální dovolené trvalé provozní teploty  $\vartheta_{dov}$ . Každý materiál má jinou maximální dovolenou teplotu, jak popisuje tabulka 2.1 ČSN 33 2000-5-52 ed. 2 [3]. Jak říká [2] provozní ustálená teplota  $\vartheta_z$  závisí na charakteristice provozu, prostředí, uložení, zátěže a vodiče.

### 2.2 Podle hospodárné mezi

Podle [2] lze říct, že hospodárnost se chápe v tom smyslu, že náklady na vodiče a kabely za jejich nakoupení, instalaci a následnou údržbu byly optimální. Kabel by neměl být nadměrně proudově zatížen. V této práci se pracuje s proudovým zatížením do 85 %, aby pro případné zvýšení výkonu nebylo nutné změnit průřez kabelu.

### 2.3 Podle mechanické pevnosti

Dle [2] se dimenzování kabelů a vodičů podle mechanické pevnosti dělí na dvě skupiny, a to na dimenzování kabelového vedení a dimenzování venkovního vedení. Kabelové rozvody nebývají zpravidla nijak mechanicky namáhány. Jediné mechanické namáhání hrozí při pokládce kabelů, protahování trubkou, manipulace s kabely apod.

Venkovní vedení je mnohem více mechanicky namáháno než kabelové vedení. Podle literatury [2] je to z toho důvodu, že vodiče/lana jsou vystaveny klimatickým podmínkám a musejí odolávat výkyvům počasí, mrazu, dešti, vysokým teplotám apod.

Tabulka 2.1 Nejvyšší provozní teploty pro různé druhy izolací [3]

Druh izolace	Maximální dovolená teplota <sup>a,d</sup> [°C]
Termoplastická (PVC)	70 u vodiče
Termosetická (XLPE nebo EPR pryž)	90 u vodiče <sup>b</sup>
Minerální (s termoplastickým PVC pláštěm nebo bez pláště ale přístupný dotyku)	70 na plášti
Minerální (bez pláště – nepřístupný a dotyku bez styku s hořlavými látkami)	105 na plášti <sup>b,c</sup>
<p><sup>a</sup> Nejvyšší dovolené teploty vodičů uvedené v tabulce 2.1, na nichž jsou založeny tabulkové hodnoty dovolených proudů uvedené v příloze A, byly převzaty z IEC 60502 a IEC 60702 a jsou také u těchto tabulek uvedeny.</p> <p><sup>b</sup> Jestliže je vodič provozován při teplotě vyšší než 70 °C, je nutno se ubezpečit, že zařízení, které je k vodiči připojeno, vyhovuje pro výslednou teplotu v místě připojení</p> <p><sup>c</sup> Pro kabely s minerální izolací je možno připustit vyšší provozní teploty, a to podle toho, jaké jsou teplotní charakteristiky kabelu, jeho zakončení, podmínky okolního prostředí a ostatní vnější vlivy.</p> <p><sup>d</sup> Pokud jsou vodiče nebo kabely certifikovány, mohou být jejich maximální provozní teplotní meze podle technických podmínek výrobce</p>	
<p>POZNÁMKA 1 Tabulka nezahrnuje všechny druhy kabelů.</p> <p>POZNÁMKA 2 Neplatí pro přípojnicové rozvody nebo sestavy přípojníc pro přívod energie nebo pro osvětlení; pro ně by měl dovolené proudy udat výrobce v souladu s IEC 60439-2 a pro sestavy přípojníc, v souladu s IEC 61534-1.</p> <p>POZNÁMKA 3 Pokud se týká teplotních mezí ostatních druhů izolací, obraťte se, prosím, na technické podmínky kabelů nebo na výrobce.</p>	

## 2.4 Podle tepelných a dynamických účinků zkratových proudů

Tato podkapitola se zabývá problematikou dimenzování podle účinků zkratových proudů. Rozdělení do dvou částí se jeví jako nezbytné, a to z důvodu odlišnosti jak teorie, tak postupu výpočtů. V této práci je nutné i počítat a ověřovat dynamické účinky z důvodů použití přípojníc.

### 2.4.1 Tepelné účinky

Zkratový proud způsobuje, že se vodič ohřívá na vysoké teploty. Tento jev obsahuje řadu jevů, které jsou nelineární a většinou je lze zanedbat. Dimenzování kabelů a vodičů se provádí za určitých podmínek, které stanovuje ČSN EN 60865- 1 ed. 2 [4]:

- Neuvažuje se skinefekt a proximity efekt,
- Závislost odporu na teplotě je lineární,
- Měrné teplo vodiče je konstantní,
- Ohřev považujeme za adiabatický.

ČSN EN 60865- 1 ed. 2 [4] uvádí: „*Jestliže dochází k opakovaným zkratům v krátkém časovém intervalu po sobě (např. rychlé opětné zapínání), má ochlazování v bezproudové době poměrně malý význam a ohřev lze stále považovat za adiabatický. V případech, kdy je bezproudová pauza delší (např. pomalé opětné zapínání), lze s ochlazením počítat.*“

Dimenzováním vodičů a kabelů na jejich tepelné účinky zkratových proudů se myslí stanovení minimálního průřezu jádra vodiče  $S_{\min}$ . Je to minimální průřez vodiče, při kterém nenastane překročení nejvyšší dovolené teploty při zkratu na vodiči  $\vartheta_k$  za dobu trvání zkratu  $t_k$ . Minimální průřez  $S_{\min}$  lze stanovit dle ČSN 38 1745 [5] pomocí rovnice (2.1), respektive (2.2)

$$S_{\min} = \frac{I_{\text{th}} \cdot \sqrt{t_k}}{k}, \quad (2.1)$$

kde  $S_{\min}$  je minimální průřez vodiče ( $\text{mm}^2$ ),  $I_{\text{th}}$  je ekvivalentní oteplovací proud (A),  $t_k$  je doba zkratu (s),  $k$  je koeficient respektující teplotu před zkratem a po zkratu a fyzikální vlastnosti materiálu vodiče dle ČSN 38 1745 [5].

$$S_{\min} = \frac{I_{\text{th}} \cdot \sqrt{t_k}}{\sqrt{\frac{c_0 \cdot (\vartheta_f + 2)}{\rho_{20}} \cdot \ln \frac{\vartheta_f + \vartheta_k}{\vartheta_f + \vartheta_z}}}, \quad (2.2)$$

kde  $c_0$  je objemová hustota tepelné kapacity ( $\text{J}/\text{cm}^3/\text{°C}$ ),  $\vartheta_f$  je fiktivní teplota ( $\text{°C}$ ),  $\rho_{20}$  je rezistivita při  $20 \text{ °C}$ . Přičemž  $c_0$ ,  $\vartheta_f$  a  $\rho_{20}$  jsou tabulkové hodnoty, které lze najít v normě ČSN EN 38 1754 [5] na 7. straně.

Dle [2] hodnota minimálního průřezu  $S_{\min}$  musí být menší nebo rovna jmenovitému průřezu vodiče  $S$ , což odpovídá vyjádření rovnice (2.3)

$$S_{\min} \leq S. \quad (2.3)$$

#### 2.4.2 Dynamické účinky

Při protékání zkratového proudu vodičem vzniká elektromagnetická síla, která působí paralelně. Když ve vodiči teče proud, vzniká kolem něj intenzita magnetického pole  $H$  a tato intenzita působí v nějaké vzdálenosti  $a$ . Takto navzájem mezi dvěma vodiči, ve kterých protéká proud, vzniká síla  $F$ . Ke zjištění pevnosti vodičů, se počítá maximální hodnota síly  $F$ , která se značí  $F_m$ , pomocí rovnice (2.4), jak je popsáno v [2]

$$F_m = 2 \cdot k_a \cdot \frac{i_p^2}{a_m} \cdot l \cdot 10^{-7}, \quad (2.4)$$

kde  $k_a$  je koeficient respektující uspořádání vodičů a fázový posuv proudů v jednotlivých vodičích,  $i_p$  je nárazový zkratový proud (A),  $a_m$  je účinná vzdálenost mezi vodiči (m),  $l$  je délka vodiče mezi podpěrkami (m).

Působením síly  $F_m$  mezi fázovými vodiči uložených na podpěrkách ve stanici vzniká ohybové namáhání fázového vodiče  $\sigma$ , které lze získat pomocí rovnice (2.5) popsaná v [2]

$$\sigma = V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_m \cdot l}{8 \cdot W_s}, \quad (2.5)$$

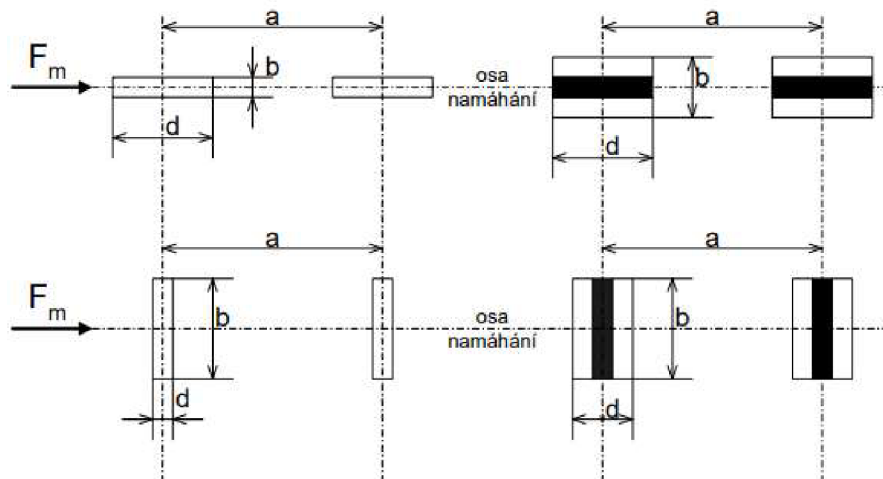
kde  $V_\sigma$  je poměr dynamického a statického příspěvku namáhání fázového vodiče (-),  $V_r$  je poměr příspěvku úspěšného a neúspěšného zapnutí k dynamickému namáhání fázového vodiče (-),  $\beta$  je součinitel respektující typ upevnění vodiče (-) a počet podpěr,  $W_s$  je průřezový modul hlavního vodiče (m<sup>3</sup>).

V případě, že se fázový vodič skládá z několika jednotlivých vodičů, musí se spočítat ohybové namáhání vyvolané silami mezi jednotlivými vodiči  $\sigma_s$  pomocí rovnice (2.6) popsaná v [2].

$$\sigma_s = V_{\sigma s} \cdot V_{r s} \cdot \frac{F_s \cdot l_s}{16 \cdot W_s}, \quad (2.6)$$

kde  $V_{\sigma s}$  je poměr dynamického a statického příspěvku namáhání jednotlivého vodiče (-),  $V_{r s}$  je poměr příspěvku úspěšného a neúspěšného zapnutí k dynamickému namáhání jednotlivého vodiče (-),  $F_s$  je působící síla mezi jednotlivými vodiči (N),  $l_s$  je vzdálenost mezi rozpěrkami nebo výstužnými vložkami (m).

Ke zjištění velikosti namáhání vodičů je potřebné určit rozměry a průřezový modul přípojnicového holého systému, který se odvíjí od uspořádání přípojníc a vztažné ose namáhání [2] obrázek 2.1.



Obrázek 2.1 Vztažná osa ohybového namáhání pro různá uspořádání jednoduchých a vícenásobných vodičů [2]

Literatura [2] udává, že síly působící mezi jednotlivými vodiči  $F_s$  (N) se vypočítají pomocí rovnice (2.7)

$$F_s = 2 \cdot \left(\frac{i_p}{n}\right)^2 \cdot \frac{l_s}{a_s} \cdot 10^{-7}, \quad (2.7)$$

kde  $n$  je počet jednotlivých vodičů,  $l_s$  je vzdálenost mezi rozpěrkami nebo výstužnými vložkami (m),  $a_s$  účinná vzdálenost mezi dílčími vodiči jedné fáze (m), která se určuje stejně, jako  $a_m$ .

## 2.5 Podle velikosti úbytku napětí

Podle normy ČSN EN 33 2000-5-52 ed.2. [3] na vodiči vždy vzniká úbytek napětí  $\Delta U$ . Velikost tohoto napětí potom ukazuje kvalitu dodávky. Vodiče a vedení se tedy dimenzují z toho důvodu, aby úbytek napětí, při jmenovitém zatížení, nezpůsobil pokles napětí na svorkách elektrického zařízení. Pro různé spotřebiče je úbytek napětí jiný a udává jej norma. Maximální úbytek napětí v elektroinstalaci spotřebitele je v tabulce 2.2, jak udává norma ČSN EN 33 2000-5-52 ed.2. [3].

Tabulka 2.2 Hodnoty úbytků napětí [3]

Typ instalace	Osvětlení [%]	Ostatní užití [%]
A-instalace nízkého napětí napájeného přímo z veřejné distribuční sítě	3	5
B-instalace nízkého napětí napájeného z vlastního zdroje napětí <sup>a</sup>	6	8

<sup>a</sup> Doporučuje se, aby úbytek napětí v koncových obvodech nepřekročil, pokud možno, hodnoty udané pro instalace typu A.  
 Jestliže hlavní instalací jsou delší než 100 m, mohou být tyto úbytky zvýšeny o 0,005 % na každý metr vedení nad 100 m, přičemž by tento doplňující úbytek neměl být větší než 0,5 %.  
 Úbytek napětí se určuje z požadovaného odběru elektrických spotřebičů, přičemž tam, kde to přichází v úvahu, uplatňuje součinitel soudobosti, nebo se určuje z navrhovaných proudů obvodů.

Jak udává [2] pro účinník větší nebo roven 0,5, je rovnice (2.8) jednodušší a má tvar (2.8)

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi, \quad (2.8)$$

kde  $R$  je odpor vodiče ( $\Omega$ ),  $I$  je proud protékající vodičem (A),  $\cos \varphi$  je účinník,  $X$  je reaktance vodiče ( $\Omega$ ) a  $\varphi$  je fázový posuv ( $^\circ$ ).

### 3. MOŽNOSTI OMEZENÍ ZKRATOVÝCH PROUDŮ

Tato kapitola má za úkol uvést do problematiky ochrany zkratových proudů, jelikož je to tematika velmi spjatá s řešením praktické části bakalářské práce, protože v rámci návrhu rozvodů je nutné omezit zkratové proudy do hodnoty 10 kA. V této práci se zaměřuje pouze na část nízkého napětí (dále jen NN).

Nejobvyklejším způsobem ochrany vedení před zkratovými proudy a nadproudy v NN je jištění vedení pomocí jističů a pojistek. Pojem nadproud představuje takové proudy, které dosahují vyšších hodnot než je jmenovitá hodnota proudu ve vedení. Pokud nadproud dosahuje hodnot malých násobků jmenovitého proudu, tak jedná se o přetížení. V případě, kdy proud dosahuje velkých násobků jmenovitého proudu, hovoříme o zkratovém proudu. Před těmito nadproudy je tedy nutné vedení chránit. Jmenovitá hodnota jisticího prvku musí být tedy větší než jmenovitá hodnota proudu v instalaci. Zároveň navíc musí platit, že jmenovitá hodnota zvoleného jisticího prvku nesmí být větší než maximální proudová zatížitelnost vedení. Dle literatury [2] musí platit rovnice (3.1):

$$I_B \leq I_N \leq I_Z , \quad (3.1)$$

kde  $I_B$  je skutečné zatížení vedení (A),  $I_N$  je jmenovitý proud jisticího prvku (A),  $I_Z$  je maximální dovolené proudové zatížení vodiče (A). Při používání výše uvedených jisticích prvků, je nutné, aby byly jednotlivé prvky mezi sebou selektivní.

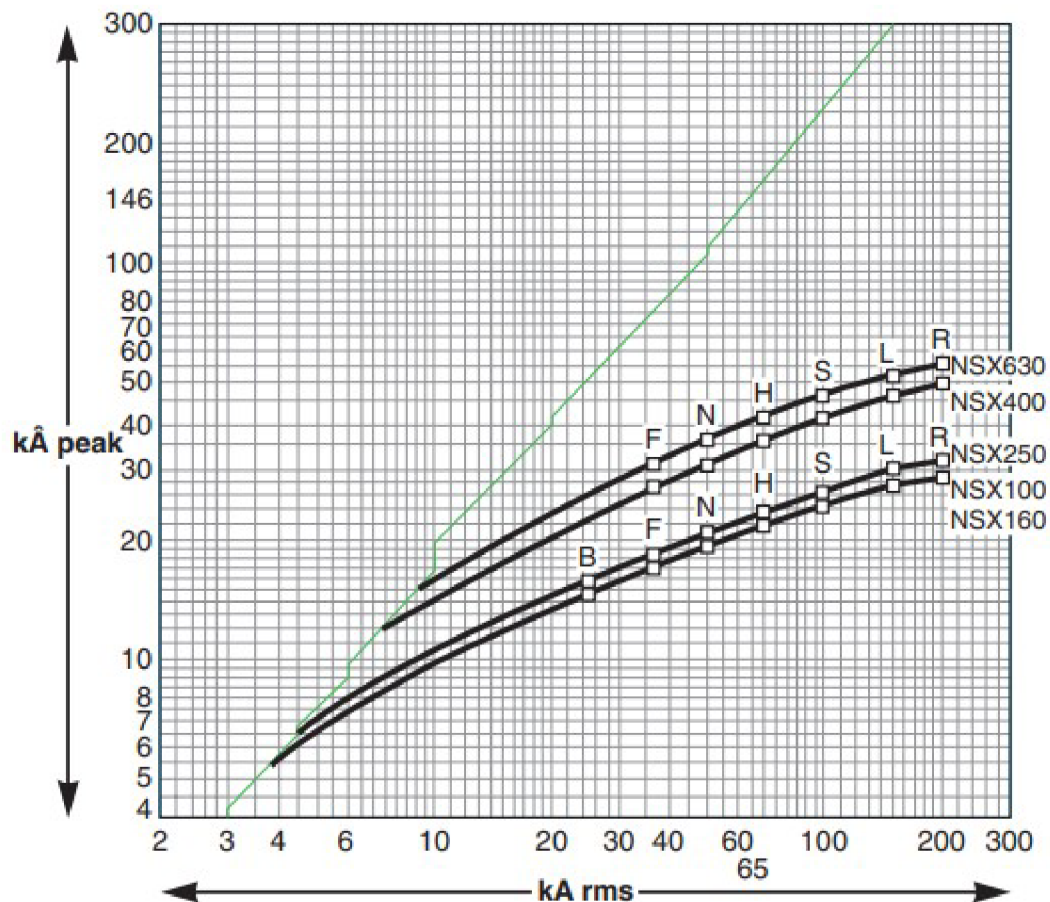
#### 3.1 Jističe

Jak bylo uvedeno výše jedním z prvků pro jištění vedení je jistič. V praxi mohou nastat případy, kdy vypínací schopnost jističe je nedostačující, tedy zkratový proud je větší než vypínací schopnost jističe. Dle literatury [6] je v takovém případě nutné do instalace předřadit jisticí prvek, který onu vysokou hodnotu zkratového proudu omezí na hodnotu, kterou přiřazený jisticí prvek je schopný bezpečně bez rizika poškození vypnout. Princip omezení spočívá v tom, že první půlperiodu očekávaného zkratového proudu předřazený jisticí prvek vypne dříve, než půlperioda dosáhne svého maxima. Omezovací schopnosti jisticích prvků jsou dány výrobcem v charakteristikách. obrázek 3.1 ukazuje příklad omezovací charakteristiky jističe a následný obrázek 3.2 příklad omezení zkratového proudu jističem.

Jako předřazený prvek lze použít i jistič. Jak říká literatura [6], je nutné, aby bylo správné kaskádní zapojení, kdy předřazený výkonový jistič dostatečně rychle vypne a dojde k redukci zkratového proudu na hodnotu, kterou je přiřazený jistič schopný bezpečně bez poruchy samotného jističe vypnout.

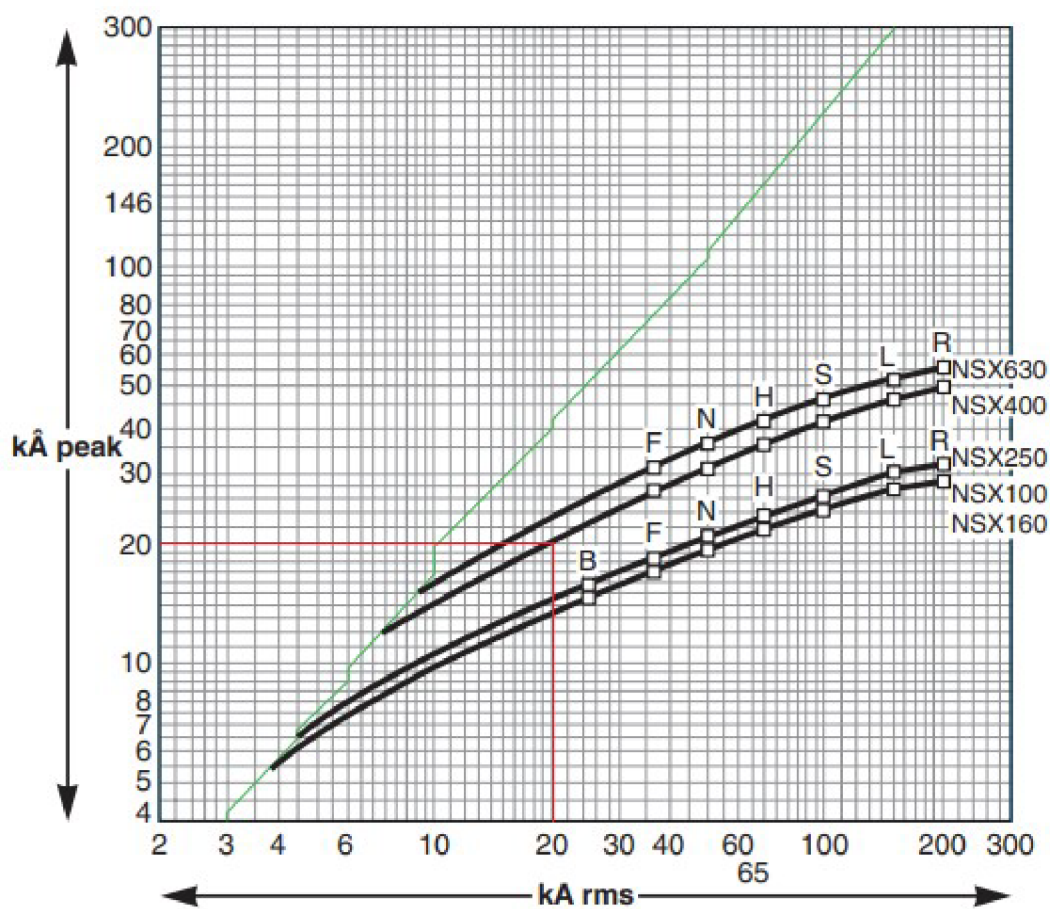
## 3.2 Pojistky

Dalším prvkem, který lze použít na ochranu vedení, je pojistka. Jak říká [8] v praxi se nejčastěji na omezení zkratového proudu používají pojistky, které mají mnohem lepší omezovací schopnost. Pro tuto práci jsou nejdůležitější dvě charakteristiky pojistky. Čas, za který dokáže pojistka vypnout daný proud, udává tavná ampérsekundová charakteristika obrázek 3.3. Omezení zkratového proudu udává omezovací charakteristika obrázek 3.4, která udává, na jakou hodnotu dokáže omezit zkratový proud. Příklad omezení zkratového proudu pomocí pojistky, která je použita ve schématu, je na obrázku 3.5.



Obrázek 3.1 Omezovací charakteristika jističů společnosti Schneider typu NSX [8]

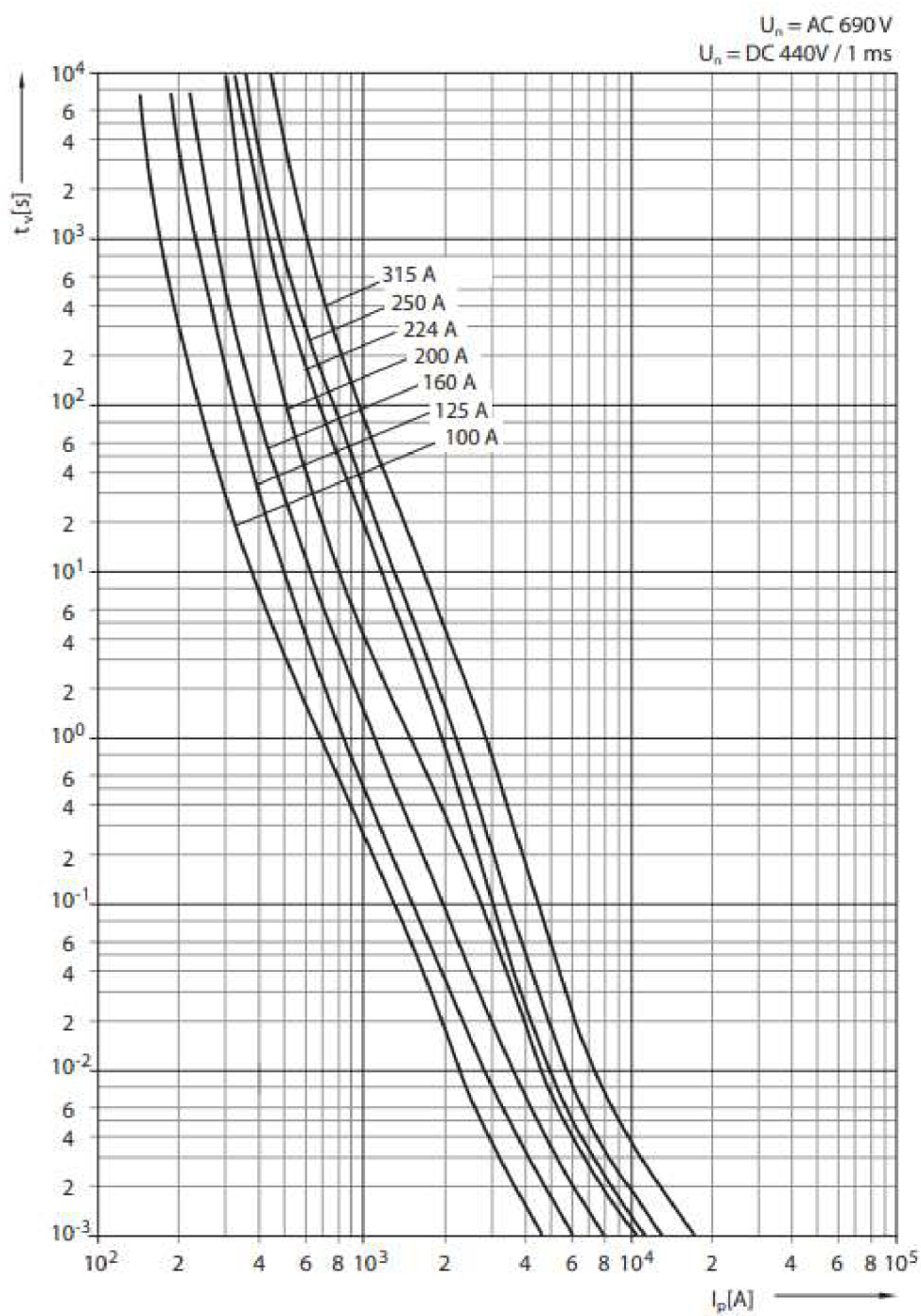




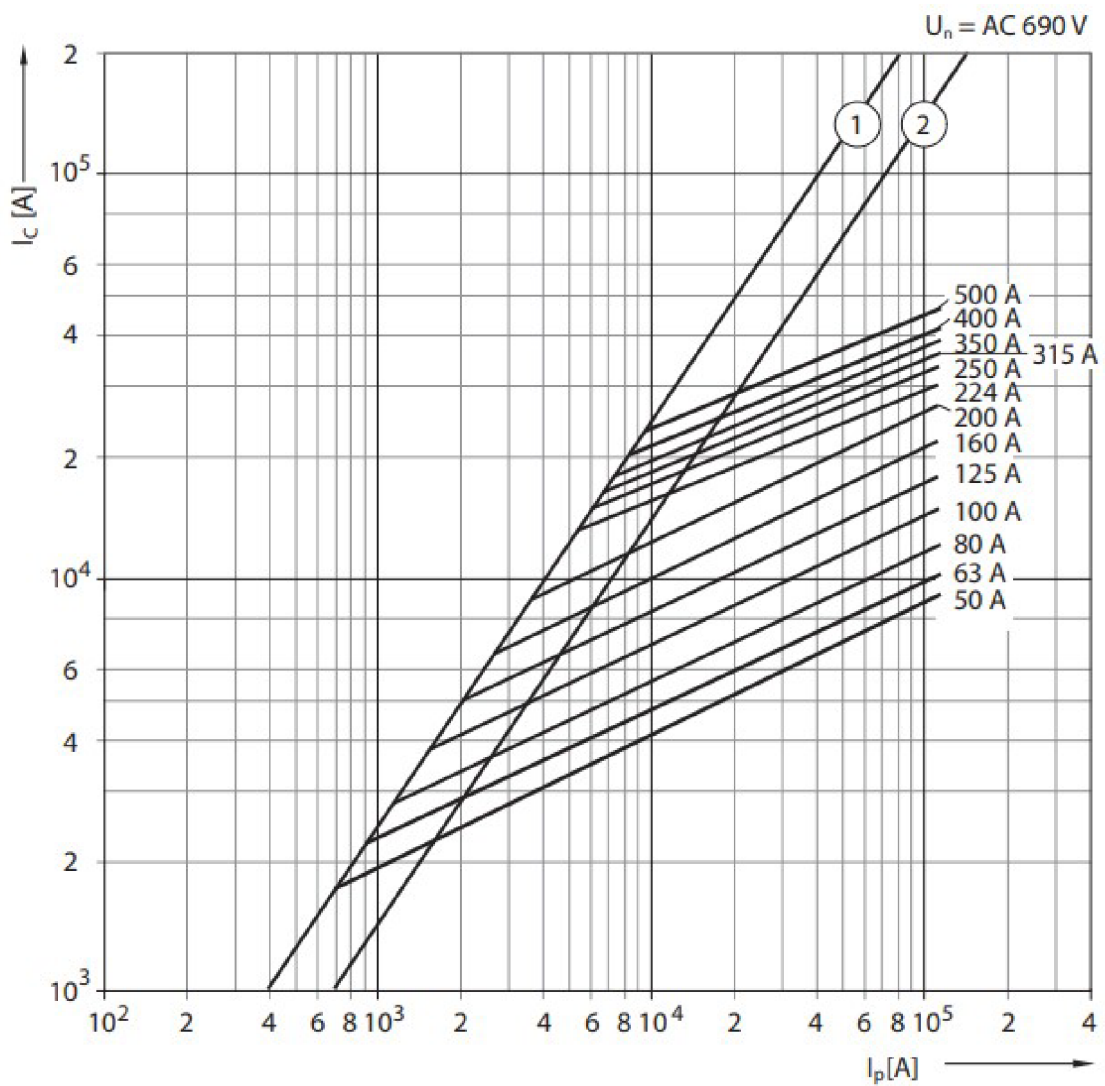
Obrázek 3.2 Příklad omezení zkratového proudu na hodnotu omezeného proudu v omezovací charakteristice jističe od společnosti Schneider typu NSX [8]

Na obrázku 3.2 je zřejmé, že zvolený jistič NSX400 omezí efektivní hodnotu zkratového proudu o velikosti 20 kA na špičkovou hodnotu 20 kA.

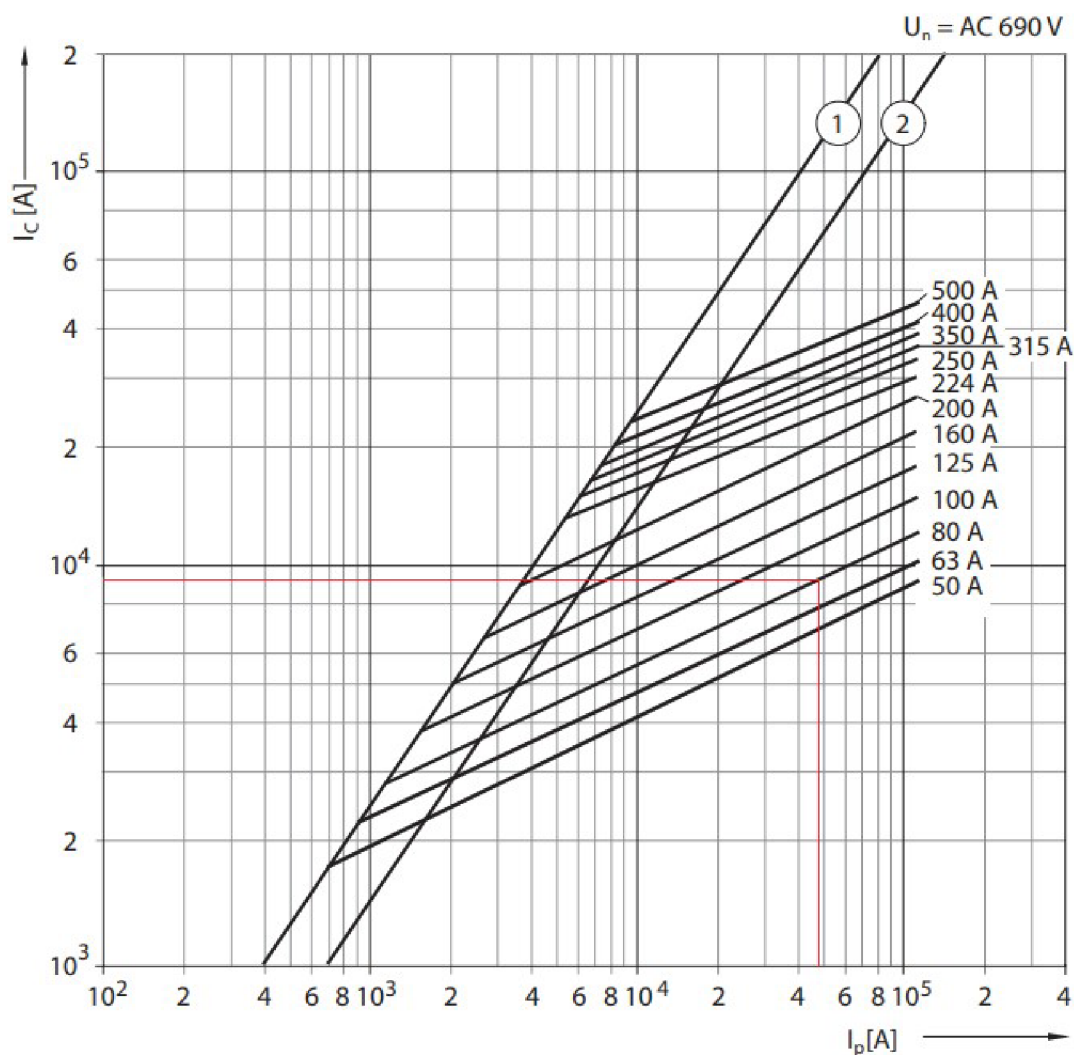




Obrázek 3.3 Tavná ampérsekundová charakteristika pojistek typu PHNA2 gG [9]



Obrázek 3.4 Omezovací charakteristika pojistky typu PN1 gG a PN2 gG [9]



Obrázek 3.5 Příklad omezení zkratového proudu na hodnotu omezeného proudu v omezovací charakteristice pojistky typu PN2 gG [9]

Na obrázku 3.5 je demonstrace principu omezení zkratového proudu pojistkou, která je přímo použitá ve schématu. Je zřejmé, že zvolená pojistka s vypínací schopností 80 A omezí amplitudu zkratového proudu o hodnotě cca 45 kA na hodnotu cca 8,5 kA.

### 3.3 Selektivita jištění

Dále je také nutné, aby byla dodržena správná selektivita jištění, tedy aby při poruše vypnul pouze ten jistící prvek, který je nejbliž poruše. Tedy aby se vypínací charakteristiky neprotínaly ani v jednom bodě. Literatura [6] říká, že selektivita dvou jistících prvků je garantovaná tehdy, když je selektivita odzkoušena výrobcem. Selektivitu jednotlivých jistících prvků lze najít v koordinačních tabulkách výrobce.

## 4. NÁVRH ELEKTROINSTALACE SCHÉMATU

Při dimenzování a celkovém návrhu elektroinstalace byl uvažován součinitel náročnosti roven jedné. Je to z toho důvodu, že vytvořené hrubé schéma průmyslové budovy nemá přesné bližší určení použití. Literatura [2] říká: „*Součinitel náročnosti  $\beta$  vyjadřuje vztah mezi i instalovaným výkonem a maximem zatížení.*“ Z toho důvodu můžeme říct, že výpočtové zatížení je stejně velké jako celkový instalovaný výkon.

Schéma budovy tabulka 1.1 bylo rozděleno na tři části. Je to z důvodu lepší orientace ve schématech, a také by celé schéma obsahově nebylo možné zakreslit do programu. V první části je celá kabelová část a jeden rozváděč ze střechy. Druhá část se skládá z první přípojnice (první zprava) a dva rozváděče na střeše. V třetí a poslední části je poslední pravá přípojnice a poslední dva zbývající rozváděče na střeše. Z důvodu, že budou použity pouze tři transformátory, bylo nutné rozdělit rozváděče na střeše mezi jednotlivé tři části. Celkové rozdělení rozváděčů na střeše je v příloze A.1.

Každá část je napájena jedním transformátorem o výkonu 2500 kVA s označením EkoDesign 2-22/0,4 kV [10]. Transformátor s takovýmto výkonem byl zvolen z důvodů rezervy, která byla zadána. Výkon první části se rovná 1655 kW. Výkon první a druhé části má stejnou hodnotu, a to 1150 kW. Navíc bylo nutné zařídit napájení rozváděčů na střeše. Z toho důvodu se k první části schématu přidal jeden rozváděč o výkonu 200 kW. Ke druhé části se přidaly rozváděče o výkonech 300 kW a 400 kW. Poslední dva rozváděče o výkonech 200 kW a 500 kW jsou přiděleny ke třetí části. Tímto je splněné napájení celkového schématu a tím i dodržen požadavek na 80% zatížení zdánlivého výkonu transformátoru. Detailní barevné rozdělení jednotlivých částí je v příloze A.2, kdy červená brava značí první část, fialová část značí druhou část a zelená barva značí třetí část.

V celém schématu je uvažován účinník 0,95 a úbytek napětí na vedení udává literatura a to 5 % jmenovité hodnoty.

Na koncových rozváděčích musí být zkratový proud minimálně omezen na hodnotu 10 kA efektivní hodnoty. Musí tedy platit rovnice

$$i_o \leq I_{cn} \text{ ,} \quad (4.1)$$

kde  $I_{cn}$  je efektivní hodnota jmenovité vypínací schopnosti jističe (kA). Kvůli tomu, že programové prostředí Sichr udává hodnotu proudu  $i_o$  jako maximální okamžitou hodnotu omezeného zkratového proudu, je nutné pro přesné a okamžité porovnání převést efektivní hodnotu  $I_{cn}$  na maximální okamžitou hodnotu, a to pomocí rovnice (4.2)

$$i_{cn} = I_{cn} \cdot \sqrt{2} \text{ .} \quad (4.2)$$

Hodnotu proudu  $i_{cn}$  poté lze dosadit do rovnice (4.3)

$$i_o \leq i_{cn} \text{ .} \quad (4.3)$$

Při návrhu bylo nutné hlídat efektivní hodnotu počátečního rázového proudu  $I_k''$ , která musela být menší než hodnota  $I_{cc}$ . Tato hodnota je v příloze E.1 a je dána tabulkově výrobcem zkoušením kombinací jisticích prvků. Hodnota  $I_{cc}$  udává, jaká kombinace předřazené pojistky a jističe dokáže vypnout hodnotu  $I_k''$ . Například při použití kombinace předřazené pojistky typu PHNA1 100 A a jističe LTN 16 A je velikost  $I_{cc}$  45 kA, což je zároveň splnění požadavků zadavatele. Pro jistič LTN 10 A je velikost  $I_{cc}$  dokonce 50 kA. Bližší parametry jističů jsou v [11].

## 4.1 Dimenzování první části

Jako první bylo nutné překreslit první část schématu do programového prostředí Sichr a následně zadání parametrů do koncových prvků. Dále bylo také nutné přehledně pojmenovat rozváděče. Žádná norma neudává žádné podmínky a pravidla, jak pojmenovat jednotlivé rozváděče. Proto se pro pojmenování rozváděčů zvolil způsob následující - označení rozváděč hlavní má značku RH; rozváděč technický pro jednotlivá podlaží je v kombinaci písmen Rt a čísla podlaží, například Rt 1 – rozváděč technický pro první podlaží; rozváděč podružný se značí písmeny Rp, a navíc jsou u něj dvě další čísla oddělená tečkou, kde první číslo znamená, na jakém podlaží se podružný rozváděč nachází a druhé číslo značí pořadí rozváděče na patře, například Rp 3.2 – v pořadí druhý podružný rozváděč na 3. podlaží. Jelikož je tato část schématu zadána tak, že má být vedena kabelem, tak veškeré rozvody od rozváděče RH až po jednotlivé rozváděče podružné Rp jsou řešeny kabelovým vedením. Jedinou výjimku je přípojnice, která vede z transformátoru do rozváděče hlavního RH. Rozváděče na střeše, jsou pojmenovány stejným způsobem ve všech částech schématu, a to RS jako rozváděč střecha a tomuto označení je přidáno číslo, označující pořadí rozváděče na střeše.

Po nadimenzování schématu bylo nutné zkontrolovat, jestli žádné použité vedení není proudově zatíženo na 100 %. Pro vedení bylo zadáno maximální 85% proudové zatížení. Je to z důvodu dalšího možného zvýšení výkonu.

Základní nadimenzované schéma s neomezenými zkratovými proudy je v příloze B.1. Celé finálně nadimenzované schéma, už i s dostatečně omezeným zkratovým proudem variantou jedna, je v příloze B.2. V této části byla použita pouze varianta 1 omezení zkratového proudu, a to omezení pomocí pojistek přímo v rozváděči. Seznam použitých jednotlivých prvků elektroinstalace a jejich ceník je v příloze B.3. Seznam použitých jednotlivých prvků elektroinstalace a jejich ceník, kde je použita varianta 1 omezení zkratových poměrů je v příloze B.4. Vypsání omezené zkratové poměry na koncových rozváděčích této části variantou 1 jsou v tabulce 4.1.

Tabulka 4.1 Tabulka s  $i_o$  a  $I_k''$  na koncových rozváděčích první části varianta 1

Hlavní rozváděč	$i_o$ (kA)	Technický rozváděč	$i_o$ (kA)	Podružný rozváděč	$i_o$ (kA)	Paralelní rozdělení	$I_k''$ (kA)	$i_o$ (kA)
<b>RH</b>	78,6	<b>Rt 1</b>	34,8	<b>Rp 1.1</b>	15	<b>1.11</b>	17,9	<b>8,43</b>
						<b>1.12</b>		
				<b>Rp 1.2</b>	15	<b>1.21</b>	17,9	<b>8,43</b>
						<b>1.22</b>		
				<b>Rp 1.3</b>	20,6	<b>1.31</b>	18,6	<b>12,5</b>
						<b>1.32</b>		
		<b>Rt 2</b>	59,5	<b>Rp 2.1</b>	13,6	<b>2.11</b>	24,5	<b>7,55</b>
						<b>2.12</b>		
				<b>Rp 2.2</b>	23,4	<b>2.21</b>	29,7	<b>9,91</b>
						<b>2.22</b>		
						<b>2.23</b>		
				<b>Rp 2.3</b>	30,8	<b>2.31</b>	35,8	<b>10,5</b>
						<b>2.32</b>		
						<b>2.33</b>		
						<b>2.34</b>		
		<b>Rt 3</b>	54,6	<b>Rp 3.1</b>	14,9	<b>3.11</b>	17,6	<b>10,1</b>
						<b>3.12</b>		
				<b>Rp 3.2</b>	24,2	<b>3.21</b>	19,8	<b>10,4</b>
						<b>3.22</b>		
						<b>3.23</b>		
		<b>Rp 3.3</b>	14,9	<b>3.31</b>	17,6	<b>8,39</b>		
				<b>3.32</b>				
		<b>Rt 4</b>	36,8	<b>Rp 4.1</b>	15,7	<b>4.11</b>	20,4	<b>8,8</b>
						<b>4.12</b>		
<b>Rp 4.2</b>	15,7			<b>4.21</b>	20,4	<b>8,8</b>		
				<b>4.22</b>				
<b>Rp 4.3</b>	25,4			<b>4.31</b>	23,4	<b>11</b>		
				<b>4.32</b>				
<b>4.33</b>								

## 4.2 Dimenzování druhé části

Dimenzování v této části bylo dosti odlišné oproti části první. Je to hlavně z toho důvodu, že jako přívod elektrické energie zde byla použita přípojnice. Navíc zde bylo nutné použít 100 metrů dlouhou přípojnicí jako přívod elektrické energie k přípojnicí číslo 2, jelikož přípojnice číslo 2 se nachází přibližně 100 metrů od energocentra s transformátorem. V této části už jsou dvě možné varianty omezení zkratového proudu a tím pak snížení

zkratových poměrů. Seznam použitých jednotlivých prvků elektroinstalace a jejich ceník je v příloze C.4.

Způsob pojmenování rozváděčů v této kapitole je mírně odlišný od první části. Základ je identický, hlavní rozváděč je pojmenovaný obdobně – RH rozváděč hlavní. Patrové rozváděče jsou pojmenovány následujícím způsobem – první číslo označuje číslo přípojnice, Rt označuje rozváděč technický a poté poslední číslo označuje, na jakém patře se rozváděč nachází, například 2-Rt 4 – technický rozváděč na druhé přípojnici na čtvrtém patře. Nadimenzované schéma bez žádných opatření na omezení zkratových proudů je v příloze C.1.

#### **4.2.1 Varianta 1**

První varianta omezení zkratových poměru v tomto schématu bylo paralelní rozdělení výkonu na takovou hodnotu, aby použité pojistky dostatečně omezily zkratový proud tak, aby v dalších částí elektroinstalace bylo možné použít jistící prvky s vypínací schopností do 10 kA. V této části se nedbalo na souměrné použití pojistek nebo souměrný počet paralelních vývodů. Nadimenzované schéma touto variantou je v příloze C.2. Vypsání zkratové poměry na koncových rozváděčích této části omezené variantou jedna jsou v tabulce 4.2. Seznam použitých jednotlivých prvků elektroinstalace a jejich ceník je v příloze C.5.

#### **4.2.2 Varianta 2**

Jako druhá varianta bylo použití rozdělení výkonu v patrovém technickém rozváděči na 5 dílčích menších rozváděčů rozmístěných na podlaží. Tento způsob vyžadoval souměrné rozložení výkonů mezi jednotlivé podružné rozváděče. Rozváděče jsou rozmístěné stejným způsobem na všech šesti podlaží. S větším počtem rozváděčů bylo také nutné najít vhodné pojmenování těchto rozváděčů, které bylo provedeno následujícím způsobem – první číslo označuj číslo přípojnice, písmena Rp znamenají rozváděč podružný, druhé číslo označuje podlaží, na kterém je rozváděč umístěn a třetí číslo označuje pořadí rozváděče na patře, například 2-Rp 6.4 – v pořadí čtvrtý podružný rozváděč na šestém patře na druhé přípojnici. Nadimenzované schéma touto variantou je v příloze C.3. Vypsání zkratové poměry na koncových rozváděčích této části omezené variantou dvě jsou v tabulce 4.3. Barevné rozdělení podružných rozváděčů, které jsou pouze ve druhé variantě omezování, je v příloze A.2. Seznam použitých jednotlivých prvků elektroinstalace a jejich ceník je v příloze C.6.

Tabulka 4.2 Tabulka s  $i_o$  a  $I_k''$  na koncových rozváděcích druhé části variantu 1

Hlavní rozváděč	$i_o$ (kA)	Přípojnicový rozváděč	$i_o$ (kA)	Paralelní rozdělení	$I_k''$ (kA)	$i_o$ (kA)
<b>RH</b>	75	<b>2-Rpr 1</b>	30	<b>1.1</b>	32,8	<b>10,2</b>
				<b>1.2</b>		
				<b>1.3</b>		
				<b>1.4</b>		
		<b>2-Rpr 2</b>	33,4	<b>2.1</b>	33,8	<b>10,3</b>
				<b>2.2</b>		
				<b>2.3</b>		
				<b>2.4</b>		
		<b>2-Rpr 3</b>	25,4	<b>3.1</b>	30,3	<b>9,98</b>
				<b>3.2</b>		
				<b>3.3</b>		
				<b>3.4</b>		
		<b>2-Rpr 4</b>	16,8	<b>4.1</b>	25,4	<b>9,43</b>
				<b>4.2</b>		
				<b>4.3</b>		
				<b>4.4</b>		
		<b>2-Rpr 5</b>	27,2	<b>5.1</b>	30,2	<b>9,96</b>
				<b>5.2</b>		
		<b>2-Rpr 6</b>	25,1	<b>6.1</b>	29	<b>9,84</b>
				<b>6.2</b>		
				<b>6.3</b>		
				<b>6.4</b>		
				<b>6.5</b>		



Tabulka 4.3 Tabulka s  $i_o$  a  $I_k''$  na koncových rozváděcích druhé části varianta 2

Hlavní rozváděč	$i_o$ (kA)	Přípojnicový rozdávěč	$i_o$ (kA)	Podružný rozdávěč	$I_k''$ (kA)	$i_o$ (kA)
<b>RH</b>	75	<b>2-Rpr 1</b>	30	<b>2-Rpr 1.1</b>	12,3	<b>7,65</b>
				<b>2-Rpr 1.2</b>	7,86	<b>6,75</b>
				<b>2-Rpr 1.3</b>	11,4	<b>7,49</b>
				<b>2-Rpr 1.4</b>	12,3	<b>7,65</b>
				<b>2-Rpr 1.5</b>	9,25	<b>7,07</b>
		<b>2-Rpr 2</b>	33,4	<b>2-Rpr 2.1</b>	15	<b>9,56</b>
				<b>2-Rpr 2.2</b>	10	<b>8,41</b>
				<b>2-Rpr 2.3</b>	14,1	<b>9,37</b>
				<b>2-Rpr 2.4</b>	15	<b>9,56</b>
				<b>2-Rpr 2.5</b>	11,6	<b>8,82</b>
		<b>2-Rpr 3</b>	25,4	<b>2-Rpr 3.1</b>	7,24	<b>4,6</b>
				<b>2-Rpr 3.2</b>	4,35	<b>4,04</b>
				<b>2-Rpr 3.3</b>	6,64	<b>4,5</b>
				<b>2-Rpr 3.4</b>	7,24	<b>4,6</b>
				<b>2-Rpr 3.5</b>	5,21	<b>4,23</b>
		<b>2-Rpr 4</b>	16,8	<b>2-Rpr 4.1</b>	6,91	<b>4,54</b>
				<b>2-Rpr 4.2</b>	4,23	<b>4,02</b>
				<b>2-Rpr 4.3</b>	6,36	<b>4,45</b>
				<b>2-Rpr 4.4</b>	6,91	<b>4,54</b>
				<b>2-Rpr 4.5</b>	5,04	<b>4,2</b>
		<b>2-Rpr 5</b>	27,2	<b>2-Rpr 5.1</b>	7,27	<b>5,47</b>
				<b>2-Rpr 5.2</b>	4,36	<b>4,77</b>
				<b>2-Rpr 5.3</b>	6,67	<b>5,35</b>
				<b>2-Rpr 5.4</b>	7,27	<b>5,47</b>
				<b>2-Rpr 5.5</b>	5,23	<b>5,01</b>
		<b>2-Rpr 6</b>	25,1	<b>2-Rpr 6.1</b>	7,17	<b>4,59</b>
				<b>2-Rpr 6.2</b>	4,32	<b>4,04</b>
				<b>2-Rpr 6.3</b>	6,58	<b>4,49</b>
				<b>2-Rpr 6.4</b>	7,17	<b>4,59</b>
				<b>2-Rpr 6.5</b>	5,18	<b>4,23</b>

### 4.3 Dimenzování třetí části

Dimenzování této části bylo ve spoustě případech velice podobné jako v předešlé druhé části. Rozdíl byl hlavně v tom, že se zde nepoužívá sto metrů dlouhá přípojnice. Stejně jako druhá část, tak i v této části je omezení zkratových proudů navrženo dvěma variantami. Popis rozváděčů je taktéž obdobný, jako u předešlé části. Rozdíl je pouze

v prvním čísle. V této části je totiž přípojnice číslo jedna, například 1–Rt 4 – technický rozváděč na čtvrtém patře na přípojnici číslo 1. Nadimenzovaná třetí část bez omezujících prvků je v příloze D.1. Nadimenzovaná třetí část pomocí varianty jedna je v příloze D.2. Nadimenzovaná třetí část pomocí varianty dvě je v příloze D.3. Seznam použitých jednotlivých prvků elektroinstalace a jejich ceník je v příloze D.4. Seznam použitých prvků při omezování zkratových poměrů variantou jedna je v příloze D.5. Seznam použitých prvků při omezování zkratových poměrů variantou dvě je v příloze D.6. Vypsání zkratových poměrů na koncových rozváděčích této části variantou jedna jsou v tabulce 4.4 a variantou dvě jsou v tabulce 4.5. Barevné rozdělení podružných rozváděčů, které jsou pouze ve druhém způsobu omezování, je v příloze A.2.

Tabulka 4.4 Tabulka s  $i_o$  a  $I_k''$  na koncových rozváděčích třetí části varianta 1

Hlavní rozváděč	$i_o$ (kA)	Přípojnicový rozváděč	$i_o$ (kA)	Paralelní rozdělení	$I_k''$ (kA)	$i_o$ (kA)
RH	75	1-Rpr 1	27,7	1.1	40,4	10,9
				1.2		
				1.3		
				1.4		
				1.5		
		1-Rpr 2	27,6	2.1	39,6	10,6
				2.2		
				2.3		
				2.4		
				2.5		
		1-Rpr 3	27,5	3.1	38,9	10,8
				3.2		
				3.3		
		1-Rpr 4	27,3	4.1	38,2	10,7
				4.2		
		1-Rpr 5	16,7	5.1	30,1	9,95
				5.2		
				5.3		
				5.4		
		1-Rpr 6	29	6.1	39,2	10,8
				6.2		
				6.3		

Tabulka 4.5 Tabulka s  $i_o$  a  $I_k''$  na koncových rozváděcích třetí části varianta 2

Hlavní rozváděč	$i_o$ (kA)	Přípojnicový rozváděč	$i_o$ (kA)	Podružný rozváděč	$I_k''$ (kA)	$i_o$ (kA)
RH	75	1-Rpr 1	27,7	1-Rpr 1.1	9,55	6,91
				1-Rpr 1.2	5,58	5,92
				1-Rpr 1.3	8,8	6,73
				1-Rpr 1.4	9,55	6,91
				1-Rpr 1.5	6,99	6,26
		1-Rpr 2	27,6	1-Rpr 2.1	9,51	6,9
				1-Rpr 2.2	5,86	5,92
				1-Rpr 2.3	8,76	6,72
				1-Rpr 2.4	9,51	6,9
				1-Rpr 2.5	6,97	6,25
		1-Rpr 3	27,5	1-Rpr 3.1	9,46	6,89
				1-Rpr 3.2	5,84	5,91
				1-Rpr 3.3	8,72	6,72
				1-Rpr 3.4	9,46	6,89
				1-Rpr 3.5	6,95	6,25
		1-Rpr 4	27,3	1-Rpr 4.1	9,42	6,88
				1-Rpr 4.2	5,83	5,91
				1-Rpr 4.3	8,69	6,59
				1-Rpr 4.4	9,42	6,88
				1-Rpr 4.5	6,93	6,24
		1-Rpr 5	16,7	1-Rpr 5.1	6,88	4,54
				1-Rpr 5.2	4,22	4,01
				1-Rpr 5.3	6,34	4,45
				1-Rpr 5.4	6,88	4,54
				1-Rpr 5.5	5,03	4,19
		1-Rpr 6	29	1-Rpr 6.1	9,2	6,83
				1-Rpr 6.2	5,74	5,88
				1-Rpr 6.3	8,5	6,66
				1-Rpr 6.4	9,2	6,83
				1-Rpr 6.5	6,81	6,21

## **5. EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ**

V této kapitole bude nastíněna možná cena za jednotlivé části a jednotlivé způsoby. Tyto ceny nejsou konečné, reálná cena se v konečném výsledku může velmi lišit, a to jak za práci, tak za materiál. Cena za práci zahrnuje veškeré montážní práce spojené s montáží rozváděčů, zapojování rozváděčů i pokládka kabelů. Ceny za kabely jsou převzaty z [12]. Ceny elektroinstalace od společnosti OEZ jsou převzaty z [13]. Ceny za pokládku kabelů a zapojení a montáž transformátoru jsou převzaty z [14]. Cenu za konstrukci rozváděče a následnou montáž rozváděče nelze nijak jednoznačně určit, jelikož záleží na provedení rozváděčů, počet prvků, které se budou do rozváděčů montovat a složitosti zapojení. Z toho důvodu byla zadána zadavatelem. Jedna z dalších věcí, co byla zadána zadavatelem jsou ceny za některé položky a služby. Zadavatelem byla odhadována cena montáže rozváděče jako 40 % z ceny rozváděčové skříně a všech uvnitř nainstalovaných prvků. Ceny za přípojnice a jejich uložení, výkonové vypínače Arion a oplechovanou rozváděčovou skříň 1000 x 400 x 2000 + 100 byly zadány zadavatelem. Je to z toho důvodu, že ceny za tyto položky nejsou volně dostupné. Všechny uvedené ceny jsou ceny bez DPH.

### **5.1 První část**

Cena této části dosáhla nejnižších hodnot v porovnání s ostatními částmi. Je to hlavně z toho důvodu, že jsou zde použity hliníkové kabely, které nejsou zdaleka tak drahé, jako měděné přípojnice. Cena za první část, kde jsou omezeny zkratové poměry první variantou je v příloze B.5.

### **5.2 Druhá část**

Druhá část je téměř až sedminásobně dražší, než první část. Je to z důvodu použití právě výše jmenované měděné přípojnice, která měří právě 100 metrů. V této části byly použity dvě varianty omezení zkratových poměrů. Cenový rozdíl mezi jednotlivými variantami je téměř 300 000 Kč. Celková cena za druhou část, kde je použita první varianta omezení zkratových proudů je v příloze C.7 a cena za druhou variantu je zase v příloze C.8.

### **5.3 Třetí část**

V této části byla použita přípojnice pouze jako přívod elektrické energie do jednotlivých podlaží, takže ceny za tuto část jsou třikrát až čtyřikrát menší než za část druhou. Rozdíl v ceně mezi první a druhou variantou je v tomto případě téměř 410 000 Kč. Celková cena za druhou část, kde je použita první varianta omezení zkratových proudů je v příloze D.7 a cena za druhou variantu je zase v příloze D.8.

## 6. ZÁVĚR

Tato bakalářská práce si kladla za cíl správně a účinně omezit zkratové poměry v koncových rozváděčích na předem zadanou hodnotu. Dimenzování a následné omezení zkratových poměrů bylo provedeno v rámci norem ČSN EN 33 2000-5-52 ed. 2 [3], ČSN EN 60865-1 ed. 2 [4] a ČSN 38 1745 [5]. Všechna schémata jsou navržena tak, aby nebyl překročen úbytek napětí na vedení větší než 5 % vůči jmenovitému napětí. Omezení zkratových proudů se v praxi většinou provádí pomocí pojistek, které jsou předřazené před jističem. Správně zvolenou kombinací pojistky a jističe dojde ke značnému omezení zkratových poměrů. Toto dovoluje použití levnějších jističů s menší vypínací schopností zkratových proudů. Pokud by se do rozvodů nezaváděly omezovací opatření, bylo by nutné použít mnohem dražší jistič s velkou vypínací schopností. Například v rámci této bakalářské práce není nutné, při dodržení veškerých výše uvedených opatření, použít jistič s velkou vypínací schopností na jištění at' už světelného, nebo zásuvkového obvodu v jakémkoliv koncovém rozváděči.

Schéma s omezenými zkratovými proudy prvním variantou má celkově více omezené zkratové poměry v první části. To zapříčinil fakt, že v první části mají koncové rozváděče menší odebíraný výkon než u druhé a třetí části. Vyšší omezení také zapříčiňuje skutečnost, že je v první části použito více kabelového vedení. Cenově první varianta omezení zkratových poměrů vychází nejlevněji. Nízká cena, v případě druhé a třetí části, přináší nevýhodu, která spočívá v tom, že na jedno podlaží je jeden velký technický rozváděč a malá porucha, nebo revize by znamenala odpojení elektrické energie právě v tomto jednom technickém rozváděči, což by mohlo znamenat odpojení na nějakou dobu přívod elektrické energie na celé podlaží.

Použití varianty dvě na omezení zkratových proudů v druhé a třetí části mělo za následek větší omezení zkratových poměrů na koncových rozváděčích. Za to může fakt, že omezení bylo provedeno rozdělením velkých výkonů v technických rozváděčích na pět výkonově identických podružných rozváděčů s menším výkonem. Díky této skutečnosti je pak možné do těchto rozváděčů použít jističe s vypínací schopností 6 kA. Tento způsob omezení je sice řádově dražší, zároveň má ale své výhody. Jednak, jak už bylo řečeno, je tu možnost použití jističů s vypínací schopností 6 kA a možnost rozmístění jednotlivých malých podružných rozváděčů po podlaží. Což by prakticky eliminovalo problematiku, která nastává v případě omezením první variantou, kdy nastane malá porucha nebo je nutné provést pravidelnou revizi.

Nyní nelze říct, který způsob je správný a který není. Oba způsoby mají svá pozitiva i negativa. At' už s jedná o finanční výhodu nebo o výhodu praktičnosti.

## LITERATURA

- [1] SICHR, SICHR verze 22 [software], 1999 [2022-5-23]. Dostupné z: <https://www.oez.cz/sluzby/vypoctovy-program-sichr>.
- [2] ORSÁGOVÁ, Jaroslava. *Rozvodná zařízení*. FEKT VUT v Brně, 2015.
- [3] ČSN 33 2000-5-52 ED. 2. *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 EN 60865-1 ED. 2. *Zkratové proudy – Výpočet účinků – Část 1: Definice a výpočetní metody ČSN*. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- [5] ČSN 38 1745. *Dimenzování elektrického zařízení podle účinku zkratových proudů*. 1. Praha: Český normalizační institut, 1976.
- [6] ŠTĚPÁN, František. *Základy dimenzování a jištění*. *Elektrika.cz* [online]. Nad Přehradou 2, Brno: 1998, 21.05.2013 [cit. 2022-01-21]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/zaklady-dimenzovani-a-jisteni>
- [7] *Základní požadavky na jistící přístroje a jejich hlavní parametry*. *Elektrika.cz* [online]. Nad Přehradou 2, Brno: 2013, 15.05.2013 [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://elektrika.cz/data/clanky/zakladni-pozadavky-na-jistici-pristroje-a-jejich-hlavni-parametry>
- [8] *Pact series Compact NSX & NSXm*. Rueil Malmaison: Schneider Electric Industries SAS, 2021. Dostupné z: <https://www.se.com/cz/cs/>
- [9] *OEZ Varius, Výkonové pojistkové vložky*. Praha: OEZ s.r.o., 2019. Dostupné z <https://www.oez.cz/>
- [10] *EkoDesign 2 - 22 (6, 10) / 0,4 kV. Transformátory - Kočí Valášek* [online]. Znojmo: 123, 2014 [cit. 2022-05-28]. Dostupné z: <https://transformatory.cz/nove-transformatory/detail/28>
- [11] *OEZ Minia, Modulární přístroje* Šedivská 339, 561 51 Letohrad, 2019. Dostupné z: <https://www.oez.cz/>
- [12] *Ceník kabelů a vodičů. Ke Kablu 278, 102 00 Praha 10-Hostivař, 2022*. Dostupné z: <https://www.prakab.cz/>
- [13] *OEZ Export zboží. Šedivská 339 561 51 Letohrad, 2022*. Dostupné také z: <https://www.oez.cz/modra-planeta>
- [14] *Cenová soustava RTS DATA. Lazaretní 13 | Brno | 615 00, 2020*. Dostupné z: <https://www.rtscloud.cz/App/RTS-Data/>

# SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

## Zkratky:

ČSN EN	Česká verze evropské normy
ČSN	Česká soustava norem
DPH	Daň z přidané hodnoty
FEKT	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
NN	Nízké napětí
VUT	Vysoké učení technické v Brně

## Symboly:

$F$	síla působící mezi vodiči, kterými protéká proud	(N)
$F_m$	maximální síla $F$	(N)
$F_s$	působící síla mezi jednotlivými vodiči	(N)
$I$	proud	(A)
$I_B$	skutečné zatížení vedení	(A)
$I_{cc}$	jmenovitý podmíněný zkratový proud pojistkových odpínačů	(A)
$I_{cn}$	efektivní jmenovitá zkratová vypínací schopnost	(A)
$I_k''$	efektivní hodnota počátečního rázového zkratového proudu	(A)
$I_N$	jmenovitý proud jistícího prvku	(A)
$I_{th}$	ekvivalentní oteplovací proud	(A)
$I_Z$	maximální dovolené proudové zatížení vodiče	(A)
$P_n$	jmenovitý činný výkon	(W)
$R$	odpor vodiče	( $\Omega$ )
$S$	jmenovitý průřez vodiče	(mm <sup>2</sup> )
$S_{min}$	minimální průřez jader	(mm <sup>2</sup> )
$U$	napětí	(V)
$\Delta U$	úbytek napětí	(V)
$V_r$	poměr příspěvku úspěšného a neúspěšného zapnutí k dynamickému namáhání fázového vodiče	(-)
$V_{rs}$	poměr příspěvku úspěšného a neúspěšného zapnutí k dynamickému namáhání jednotlivého vodiče	(-)
$V_\sigma$	poměr dynamického a statického příspěvku namáhání fázového vodiče	(-)
$V_{\sigma s}$	poměr dynamického a statického příspěvku namáhání jednotlivého vodiče	(-)
$W_s$	průřezový modul hlavního vodiče	(m <sup>3</sup> )
$W_s$	průřezový modul jednotlivého vodiče	(m <sup>3</sup> )
$X$	reaktance vodiče	( $\Omega$ )

$a_m$	účinná vzdálenost mezi vodiči	(m)
$a_s$	účinná vzdálenost mezi dílčími vodiči jedné fáze	(m)
$c_0$	měrná objemová tepelná kapacita	(J.cm <sup>-3</sup> .°C <sup>-1</sup> )
$i_{cn}$	maximální jmenovitá zkratový vypínací schopnost	(k)
$i_o$	omezený zkratový proud (špičková hodnota)	(kA)
$k$	koeficient respektující teplotu před zkratem a po zkratu a fyzikální vlastnosti materiálu vodiče	(-)
$k$	součinitel respektující typ upevnění vodiče a počet podpěr	(-)
$k_a$	koeficient respektující uspořádání vodičů a fázový posuv proudů v jednotlivých vodičích	(-)
$l$	délka mezi vodičem a podpěrkami	(m)
$l_s$	vzdálenost mezi rozpěrkami nebo výstužnými vložkami	(m)
$n$	počet jednotlivých vodičů	(-)
$t_k$	doba trvání zkratu	(s)
$\beta$	součinitel náročnosti	(-)
$\vartheta_{dov}$	maximální dovolená provozní teplota	(°C)
$\vartheta_f$	fiktivní teplota	(°C)
$\vartheta_k$	maximální dovolená teplota při zkratu	(°C)
$\vartheta_z$	provozní ustálená teplota	(°C)
$\rho_{20}$	rezistivita při 20 °C	(Ω.mm <sup>2</sup> m <sup>-1</sup> )
$\sigma$	ohybové namáhání fázového vodiče	(Pa)
$\sigma_s$	ohybové namáhání vyvolané silami mezi jednotlivými vodiči	(Pa)
$\varphi$	fázový posuv	(°)
$\cos \varphi$	účinník	(-)

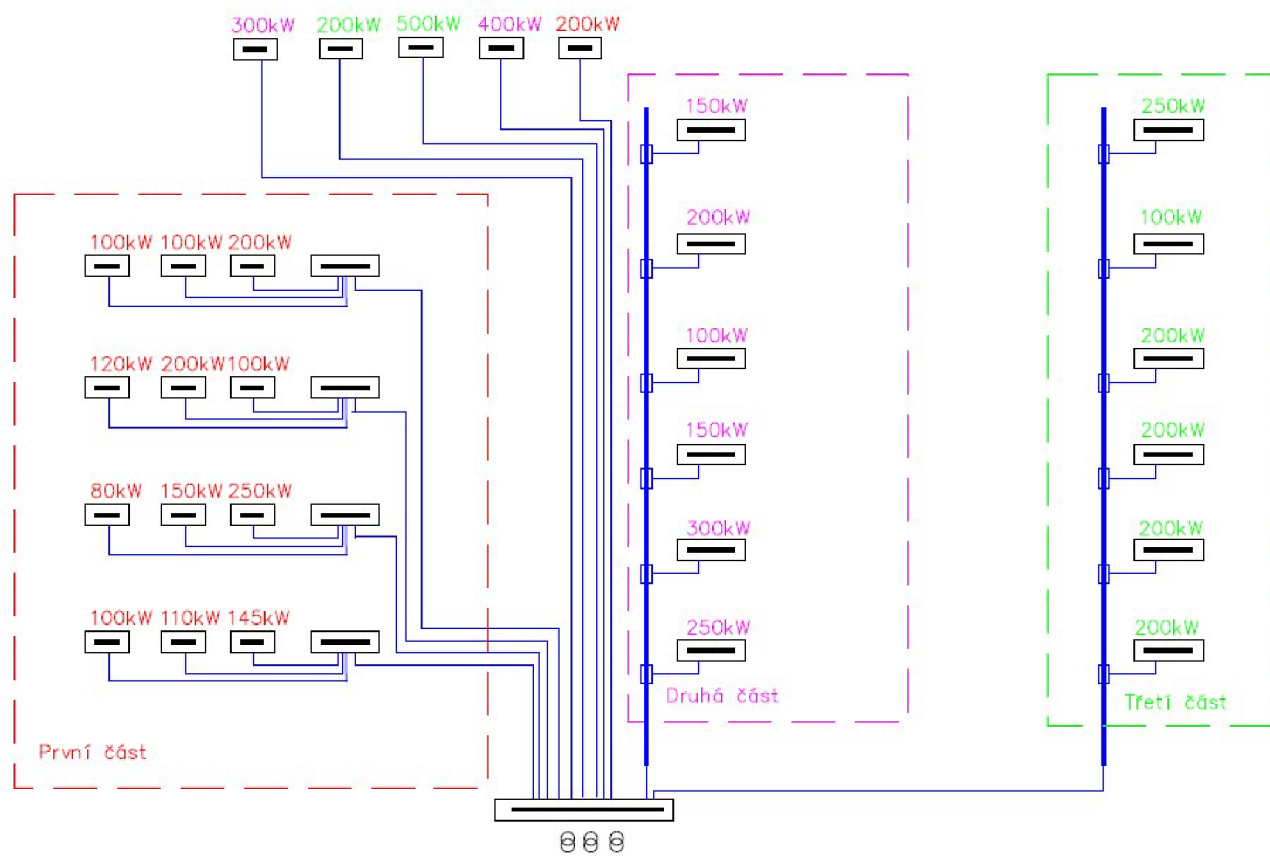


## **SEZNAM PŘÍLOH**

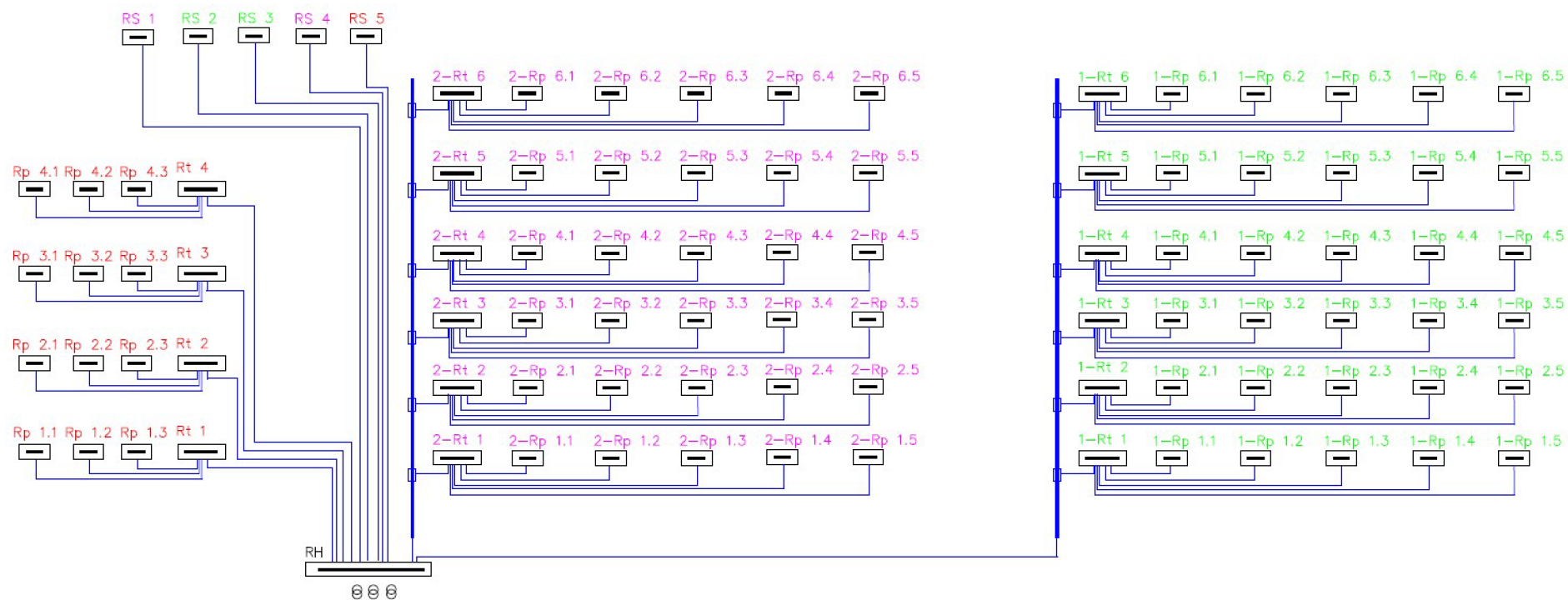
<b>PŘÍLOHA A - SCHÉMATA.....</b>	<b>38</b>
<b>PŘÍLOHA B - PRVNÍ ČÁST SCHÉMATU.....</b>	<b>40</b>
<b>PŘÍLOHA C - DRUHÁ ČÁST SCHÉMATU .....</b>	<b>46</b>
<b>PŘÍLOHA D - TŘETÍ ČÁST SCHÉMATU.....</b>	<b>55</b>
<b>PŘÍLOHA E - TABULKY .....</b>	<b>63</b>

## Příloha A - Schémata

### A.1 Schéma s barevným rozdělením jednotlivých rozváděčů



## A.2 Schéma s barevným rozdělení a označení jednotlivých rozváděčů při omezování variantou 2



## Příloha B - První část schématu

### B.1 Nadimenzovaná první část bez omezení zkratových proudů (elektronická)

### B.2 První varianta omezení zkratových proudů první části (elektronická)

### B.3 Seznam prvků elektroinstalace první části a ceník

Označení	Typ	Množství		Cena za kus/m (Kč)
1T1	TOHn439 22/0,4	1	ks	1000000
W1	LI-C.3200	6	m	80000
RH	Arion WL1232-3BB	1	ks	450000
Rt 1	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 630A gG	3	ks	3001
1L6	1-AYKY 3x240+120	384	m	399,067
Rp 1.1	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
1L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
Rp 1.2	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
2L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
Rp 1.3	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 250A gG	3	ks	315
3L9	1-AYKY 3x240+120	20	m	399,067
Rt 2	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 800A gG	3	ks	3001
4L6	1-AYKY 3x240+120	156	m	399,067
Rp 2.1	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 160A gG	3	ks	267
4L9	1-AYKY 3x120+70	20	m	230,956
Rp 2.2	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 250A gG	3	ks	315
5L9	1-AYKY 3x240+120	20	m	399,067
Rp 2.3	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 400A gG	3	ks	603

6L9	1-AYKY 3x240+120	40	m	399,067
Rt 3	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 800A gG	3	ks	3001
7L6	1-AYKY 3x240+120	704	m	399,067
Rp 3.1	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
7L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
Rp 3.2	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
8L9	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
Rp 3.3	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
9L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
Rt 4	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 630A gG	3	ks	3001
10L6	1-AYKY 3x240+120	282	m	399,067
Rp 4.1	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
10L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
Rp 4.2	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
11L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
Rp 4.3	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
12L9	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
RS 5	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
13L6	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259

## B.4 Seznam prvků první části varianta 1 a ceník

Označení	Typ	Množství		Cena za kus/m (Kč)
1T1	TOHn439 22/0,4	1	ks	1000000
W1	LI-C.3200	6	m	80000
RH	Arion WL1232-3BB	1	ks	450000
Rt 1	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 630A gG	3	ks	3001
1L6	1-AYKY 3x240+120	384	m	399,067
Rp 1.1	3NP1143-IBC10	1	ks	5835

	PHNA1 200A gG	3	ks	282
1L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
1F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
2F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
Rp 1.2	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
3L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
3F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
4F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
Rp 1.3	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 250A gG	3	ks	315
5L9	1-AYKY 3x240+120	20	m	399,067
5F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 160A gG	3	ks	267
6F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 160A gG	3	ks	267
Rt 2	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 800A gG	3	ks	3001
7L6	1-AYKY 3x240+120	156	m	399,067
Rp 2.1	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 160A gG	3	ks	267
7L9	1-AYKY 3x120+70	20	m	230,956
7F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 80A gG	3	ks	172
8F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 80A gG	3	ks	172
Rp 2.2	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 250A gG	3	ks	315
9L9	1-AYKY 3x240+120	20	m	399,067
9F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
10F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
11F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
Rp 2.3	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 400A gG	3	ks	603

12L9	1-AYKY 3x240+120	40	m	399,067
12F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
13F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
14F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
15F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
16F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
Rt 3	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 800A gG	3	ks	3001
16L6	1-AYKY 3x240+120	704	m	399,067
Rp 3.1	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
16L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
16F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
17F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
Rp 3.2	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
18L9	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
18F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
19F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
20F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
Rp 3.3	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
21L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
21F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
22F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
Rt 4	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 630A gG	3	ks	3001
23L6	1-AYKY 3x240+120	282	m	399,067
Rp 4.1	3NP1143-1BC10	1	ks	5835

	PHNA1 200A gG	3	ks	282
23L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
23F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
24F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
Rp 4.2	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
25L9	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
25F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
26F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
Rp 4.3	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
27L9	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
27F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
28F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
29F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
RS 5	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
30L6	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259

## B.5 Tabulka s cenou za omezení zkratových proudů první variantou první části schématu

	Oplechovaná rozváděčová skříň (Kč)	Hl. odpínač (Kč)	Komponenty (Kč)	Montáž a kompletace rozváděče u výrobce* (Kč)
RH	70 000	450 000	156 036	312 414
Rt 1	70 000	27 962	20 142	33 242
Rp 1.1	30 000	6647	12 702	19 740
Rp 1.2	30 000	6647	12 702	19 740
Rp 1.3	30 000	8305	13 272	20 631
Rt 2	70 000	32 694	24 804	36 999



Rp 2.1	30 000	6647	12 702	19 740
Rp 2.2	30 000	8305	19 053	22 943
Rp 2.3	30 000	11 073	31 755	29 131
Rt 3	70 000	32 694	24 690	36 954
Rp 3.1	30 000	6647	13 272	19 968
Rp 3.2	30 000	8305	19 908	23 285
Rp 3.3	30 000	8305	12 702	20 403
Rt 4	70 000	27 962	24 690	35 061
Rp 4.1	30 000	6647	12 702	19 740
Rp 4.2	30 000	6647	12 702	19 740
Rp 4.3	30 000	8305	19 908	23 285
* Zahrnuje veškerý materiál a doplňky, včetně přípojnice, konstrukčního návrhu u výrobce, nastavení parametrů, vyzkoušení, zpracování dokumentace a dopravy na stavbu.				
Cena celkem za práci (Kč)				743 014
Cena celkem za materiál (Kč)				3 318 077
Cena celkem (Kč)				<b>4 061 090</b>

## Příloha C - Druhá část schématu

### C.1 Nadimenzovaná druhá část bez omezení zkratových proudů (elektronická)

### C.2 První varianta omezení zkratových proudů druhé části (elektronická)

### C.3 Druhá varianta omezení zkratových proudů druhé části (elektronická)

### C.4 Seznam prvků elektroinstalace druhé části a ceník

Označení	Typ	Množství		Cena za kus/m (Kč)
1T1	TOHn439 22/0,4	1	ks	1 000 000
1L2	LI-C.4000	15	m	90 000
1Q3	Arion WL1232-2BB...	1	ks	450 000
1L5	LI-C.6300	100	m	160 000
1Q5	Arion WL1220-2BB...	1	ks	300 000
1L6	LI-C.2500	5	m	60 000
1L8	LI-C.2500	5	m	60 000
1L10	LI-C.2500	5	m	60 000
1L12	LI-C.2500	5	m	60 000
1L14	LI-C.2500	5	m	60 000
1L16	LI-C.2500	5	m	60 000
2-Rt 6	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 315A gG	3	ks	583
2L19	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
2-Rt 5	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
3L17	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
2-Rt 4	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
4L15	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
2-Rt 3	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 315A gG	3	ks	583
5L13	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
2-Rt-2	3NP1163-1BC10	1	ks	9579

	PHNA3 500A gG	3	ks	966
6L11	1-AYKY 3x185+95	60	m	399,256
2-Rt 1	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 400A gG	3	ks	603
7L9	1-AYKY 3x240+120	40	m	399,067
RS 1	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 500A gG	3	ks	966
8L6	1-CYKY3x240+120	400	m	1587,849
RS 4	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 800A gG	3	ks	3001
9L6	1-CYKY3x185+95	300	m	1377,81

## C.5 Seznam prvků elektroinstalace druhé části varianta 1 a ceník

Označení	Typ	Množství		Cena za kus/m (Kč)
1T1	TOHn439 22/0,4	1	ks	1 000 000
1L2	LI-C.4000	15	m	90 000
1Q3	Arion WL1232-2BB	1	ks	450 000
1L5	LI-C.6300	100	m	160 000
1Q5	Arion WL1220-2BB	1	ks	300 000
1L6	LI-C.2500	5	m	60 000
1L8	LI-C.2500	5	m	60 000
1L10	LI-C.2500	5	m	60 000
1L12	LI-C.2500	5	m	60 000
1L14	LI-C.2500	5	m	60 000
1L16	LI-C.2500	5	m	60 000
2-Rt 6	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 315A gG	3	ks	583
2L19	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
2F21	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
3F21	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
4F21	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172

2-Rt 5	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
5L17	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
5F19	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
6F19	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
7F19	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
8F19	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
2-Rt 4	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
9L15	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
9F17	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
10F17	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
2-Rt 3	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 315A gG	3	ks	583
11L13	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
11F15	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
12F15	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
13F15	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
2-Rt 2	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 500A gG	3	ks	966
14L11	1-AYKY 3x185+95	60	m	399,256
14F13	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
15F13	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
16F13	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
17F13	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
18F13	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
2-Rt 1	3NP1163-IBC10	1	ks	9579

	PHNA3 400A gG	3	ks	603
19L9	1-AYKY 3x240+120	40	m	399,067
19F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
20F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
21F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
22F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
23F11	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
RS 1	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 500A gG	3	ks	966
24L6	1-CYKY3x240+120	400	m	1587,849
RS 4	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 800A gG	3	ks	3001
25L6	1-CYKY4x185	300	m	1377,81

## C.6 Seznam prvků elektroinstalace druhé části varianta 2 a ceník

Označení	Typ	Množství		Cena za kus/m (Kč)
1T1	TOHn439 22/0,4	1	ks	1 000 000
1L2	LI-C.4000	15	m	9 0000
1Q3	Arion WL1232-2BB	1	ks	450 000
1L5	LI-C.6300	100	m	160 000
1Q5	Arion WL1220-2BB	1	ks	300 000
1L6	LI-C.2500	5	m	60 000
1L8	LI-C.2500	5	m	60 000
1L10	LI-C.2500	5	m	60 000
1L12	LI-C.2500	5	m	60 000
1L14	LI-C.2500	5	m	60 000
1L16	LI-C.2500	5	m	60 000
1-Rt 6	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 315A gG	3	ks	583
2L19	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
1-Rp 6.1	3NP1113-1BC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
2L22	1-CYKY4x25	36	m	222,392

1-Rp 6.2	3NP1113-1BC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
3L22	1-CYKY4x25	65	m	222,392
1-Rp 6,3	3NP1113-1BC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
4L22	1-CYKY4x25	40	m	222,392
1-Rp 6.4	3NP1113-1BC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
5L22	1-CYKY4x25	36	m	222,392
1-Rp 6.5	3NP1113-1BC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
6L22	1-CYKY4x25	53	m	222,392
1-Rt 5	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
7L17	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
1-Rp 5.1	3NP1133-1BC10	1	ks	1825
	PHNA00 80A gG	3	ks	137
7L20	1-CYKY4x25	36	m	222,392
1-Rp 5.2	3NP1133-1BC10	1	ks	1825
	PHNA00 80A gG	3	ks	137
8L20	1-CYKY4x25	65	m	222,392
1-Rp 5.3	3NP1133-1BC10	1	ks	1825
	PHNA00 80A gG	3	ks	137
9L20	1-CYKY4x25	40	m	222,392
1-Rp 5.4	3NP1133-1BC10	1	ks	1825
	PHNA00 80A gG	3	ks	137
10L20	1-CYKY4x25	36	m	222,392
1-Rp 5.5	3NP1133-1BC10	1	ks	1825
	PHNA00 80A gG	3	ks	137
11L20	1-CYKY4x25	53	m	222,392
1-Rt 4	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
12L15	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
1-Rp 4.1	3NP1113-1BC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
12L18	1-CYKY4x25	36	m	222,392
1-Rp 4.2	3NP1113-1BC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
13L18	1-CYKY4x25	65	m	222,392
1-Rp 4.3	3NP1113-1BC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89

14L18	1-CYKY4x25	40	m	222,392
1-Rp 4.4	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
15L18	1-CYKY4x25	36	m	222,392
1-Rp 4.5	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
16L18	1-CYKY4x25	53	m	222,392
1-Rt 3	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 315A gG	3	ks	583
17L13	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
1-Rp 3.1	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
17L16	1-CYKY4x25	36	m	222,392
1-Rp 3.2	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
18L16	1-CYKY4x25	65	m	222,392
1-Rp 3.3	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
19L16	1-CYKY4x25	40	m	222,392
1-Rp 3.4	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
20L16	1-CYKY4x25	36	m	222,392
1-Rp 3.5	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
21L16	1-CYKY4x25	53	m	222,392
1-Rt 2	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 500A gG	3	ks	966
22L11	1-AYKY 3x185+95	60	m	399,256
1-Rp 2.1	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
22L14	1-CYKY4x70	36	m	588,203
1-Rp 2.2	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
23L14	1-CYKY4x70	65	m	588,203
1-Rp 2.3	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
24L14	1-CYKY4x70	40	m	588,203
1-Rp 2.4	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 125A gG	3	ks	267
25L14	1-CYKY4x70	36	m	588,203
1-Rp 2.5	3NP1143-IBC10	1	ks	5835

	PHNA1 125A gG	3	ks	267
26L14	1-CYKY4x70	53	m	588,203
1-Rt 1	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 400A gG	3	ks	603
27L9	1-AYKY 3x240+120	40	m	399,067
1-Rp 1.1	3NP1133-1BC10	1	ks	1825
	PHNA00 100A gG	3	ks	172
27L12	1-CYKY4x50	36	m	432,731
1-Rp 1.2	3NP1133-1BC10	1	ks	1825
	PHNA00 100A gG	3	ks	172
28L12	1-CYKY4x50	65	m	432,731
1-Rp 1.3	3NP1133-1BC10	1	ks	1825
	PHNA00 100A gG	3	ks	172
29L12	1-CYKY4x50	40	m	432,731
1-Rp 1.4	3NP1133-1BC10	1	ks	1825
	PHNA00 100A gG	3	ks	172
30L12	1-CYKY4x50	36	m	432,731
1-Rp 1.5	3NP1133-1BC10	1	ks	1825
	PHNA00 100A gG	3	ks	172
31L12	1-CYKY4x50	53	m	432,731
RS 1	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 500A gG	3	ks	966
32L6	1-CYKY3x240+120	400	m	1587,849
RS 4	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 800A gG	3	ks	3001
33L6	1-CYKY3x185+95	300	m	1377,81

### C.7 Tabulka s cenou za omezení zkratových proudů první variantou druhé části schématu

	Oplechovaná rozváděčová skříň 1000 x 400 x 2000 +100 (Kč)	Hl. odpínač (Kč)	Komponenty (Kč)	Montáž a kompletace rozváděče u výrobce* (Kč)
RH	70 000	450 000	415 334	374 134
2-Rt 1	70 000	11 073	31 755	45 131



2-Rt 2	70 000	11 073	31 755	45 131
2-Rt 3	70 000	8305	19 053	38 943
2-Rt 4	70 000	8305	12 702	36 403
2-Rt 5	70 000	8305	25 404	41 484
2-Rt 6	70 000	8305	19 053	38 943
* Zahrnuje veškerý materiál a doplňky, včetně přípojnice, konstrukčního návrhu u výrobce, nastavení parametrů, vyzkoušení, zpracování dokumentace a dopravy na stavbu.				
Cena celkem za práci (Kč)				650 169
Cena celkem za materiál (Kč)				22 345 369
Cena celkem (Kč)				<b>22 995 538</b>

## C.8 Tabulka s cenou za omezení zkratových proudů druhou variantou druhé části schématu

	Oplechovaná rozváděčová skříň 1000 x 400 x 2000 +100 (Kč)	Hl. odpínač (Kč)	Komponenty (Kč)	Montáž a kompletace rozváděče u výrobce* (Kč)
RH	70 000	450 000	348 654	347 462
2-Rt 1	35 000	11 073	23 093	27 666
2-Rt 2	35 000	11 073	45 657	36 692
2-Rt 3	35 000	8305	21 773	26 031
2-Rt 4	35 000	8305	17 126	24 172
2-Rt 5	35 000	8305	22 508	26 325
2-Rt 6	35 000	8305	21 773	26 031
* Zahrnuje veškerý materiál a doplňky, včetně přípojnice, konstrukčního návrhu u výrobce, nastavení parametrů, vyzkoušení, zpracování dokumentace a dopravy na stavbu.				

Cena celkem za práci (Kč)	544 380
Cena celkem za materiál (Kč)	22 732 462
Cena celkem (Kč)	<b>23 276 842</b>

## Příloha D - Třetí část schématu

### D.1 Nadimenzovaná třetí část bez omezení zkratových proudů (elektronická)

### D.2 První varianta omezení zkratových proudů třetí části (elektronická)

### D.3 Druhá varianta omezení zkratových proudů třetí části (elektronická)

### D.4 Seznam prvků elektroinstalace třetí části a ceník

Označení	Typ	Množství		Cena za kus/m (Kč)
1T1	TOHn439 22/0,4	1	ks	1 000 000
1L2	LI-C.4000	15	m	90 000
RH	Arion WL1232-2BB	1	ks	450 000
1Q6	Arion WL1220-2BB	1	ks	300 000
1L7	LI-C.2500	5	m	60 000
1L9	LI-C.2500	5	m	60 000
1L11	LI-C.2500	5	m	60 000
1L13	LI-C.2500	5	m	60 000
1L15	LI-C.2500	5	m	60 000
1L17	LI-C.2500	5	m	60 000
1-Rt 6	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 400A gG	3	ks	603
2L20	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
1-Rt 5	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
3L18	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
1-Rt 4	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
4L16	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
1-Rt 3	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
5L14	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
1-Rt 2	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583

6L12	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
1-Rt 1	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
7L10	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
RS 2	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
8L6	1-CYKY3x240+120	150	m	1587,849
RS 3	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 800A gG	3	ks	3001
9L6	1-CYKY3x185+95	390	m	1377,81

## D.5 Seznam prvků elektroinstalace třetí části varianta 1 a ceník

Označení	Typ	Množství		Cena za kus/m (Kč)
1T1	TOHn439 22/0,4	1	ks	1000000
1L2	LI-C.4000	15	m	90000
1Q3	Arion WL1232-2BB	1	ks	450000
1Q6	Arion WL1220-2BB	1	ks	300000
1L7	LI-C.2500	5	m	60000
1L9	LI-C.2500	5	m	60000
1L11	LI-C.2500	5	m	60000
1L13	LI-C.2500	5	m	60000
1L15	LI-C.2500	5	m	60000
1L17	LI-C.2500	5	m	60000
1-Rt 6	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 400A gG	3	ks	603
2L20	1-AYKY 3x150+70	60	m	309,259
2F22	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
3F22	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
4F22	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
5F22	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
6F22	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
1-Rt 5	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282

5L18	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
5F20	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
6F20	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
1-Rt 4	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
7L16	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
7F18	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
8F18	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
9F18	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
10F18	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
1-Rt 3	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
11L14	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
11F16	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
12F16	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
13F16	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
14F16	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
1-Rt 2	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
15L12	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
15F14	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
16F14	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
17F14	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
18F14	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
1-Rt 1	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
19L10	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256

19F12	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
20F12	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
21F12	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
22F12	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
RS 2	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	583
23L6	1-CYKY3x240+120	150	m	1578,849
RS 3	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27174
	PHN4a 800A gG	3	ks	3001
24L6	1-CYKY3x185+95	390	m	1377,81

## D.6 Seznam prvků elektroinstalace třetí části varianta 2 a ceník

Označení	Typ	Množství		Cena za kus/m (Kč)
1T1	TOHn439 22/0,4	1	ks	1000 000
1L2	LI-C.4000	15	m	90 000
1Q3	Arion WL1232-3BB	1	ks	450 000
1Q6	Arion WL1232-3BB	1	ks	300 000
1L7	LI-C.2500	5	m	60 000
1L9	LI-C.2500	5	m	60 000
1L11	LI-C.2500	5	m	60 000
1L13	LI-C.2500	5	m	60 000
1L15	LI-C.2500	5	m	60 000
1L17	LI-C.2500	5	m	60 000
1-Rt 6	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 400A gG	3	ks	603
2L20	1-AYKY 3x150+70	40	m	309,259
1-Rp 6.1	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
2L23	1-CYKY4x35	36	m	309,833
1-Rp 6.2	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
3L23	1-CYKY4x35	65	m	309,833
1-Rp 6,3	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172

4L23	1-CYKY4x35	40	m	309,833
1-Rp 6.4	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
5L23	1-CYKY4x35	36	m	309,833
1-Rp 6.5	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
6L23	1-CYKY4x35	53	m	309,833
1-Rt 5	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 200A gG	3	ks	282
7L18	1-AYKY 3x185+95	20	m	399,256
1-Rp 5.1	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
7L21	1-CYKY4x25	36	m	223,392
1-Rp 5.2	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
8L21	1-CYKY4x25	65	m	223,392
1-Rp 5.3	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
9L21	1-CYKY4x25	40	m	223,392
1-Rp 5.4	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
10L21	1-CYKY4x25	36	m	223,392
1-Rp 5.5	3NP1113-IBC20	1	ks	1822
	PHNA000 63A gG	3	ks	89
11L21	1-CYKY4x25	53	m	223,392
1-Rt 4	3NP1163-IBC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	603
12L16	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
1-Rp 4.1	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
12L19	1-CYKY4x35	36	m	309,833
1-Rp 4.2	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
13L19	1-CYKY4x35	65	m	309,833
1-Rp 4.3	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
14L19	1-CYKY4x35	40	m	309,833
1-Rp 4.4	3NP1143-IBC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
15L19	1-CYKY4x35	36	m	309,833
1-Rp 4.5	3NP1143-IBC10	1	ks	5835

	PHNA1 100A gG	3	ks	172
16L19	1-CYKY4x35	53	m	309,833
1-Rt 3	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	603
17L14	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
1-Rp 3.1	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
17L17	1-CYKY4x35	36	m	309,833
1-Rp 3.2	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
18L17	1-CYKY4x35	65	m	309,833
1-Rp 3.3	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
19L17	1-CYKY4x35	40	m	309,833
1-Rp 3.4	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
20L17	1-CYKY4x35	36	m	309,833
1-Rp 3.5	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
21L17	1-CYKY4x35	53	m	309,833
1-Rt 2	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	966
22L12	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256
1-Rp 2.1	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
22L15	1-CYKY4x35	36	m	309,833
1-Rp 2.2	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
23L15	1-CYKY4x35	65	m	309,833
1-Rp 2.3	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
24L15	1-CYKY4x35	40	m	309,833
1-Rp 2.4	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
25L15	1-CYKY4x35	36	m	309,833
1-Rp 2.5	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
26L15	1-CYKY4x35	53	m	309,833
1-Rt 1	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 350A gG	3	ks	603
27L10	1-AYKY 3x185+95	40	m	399,256



1-Rp 1.1	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
27L13	1-CYKY4x35	36	m	309,833
1-Rp 1.2	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
28L13	1-CYKY4x35	65	m	309,833
1-Rp 1.3	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
29L13	1-CYKY4x35	40	m	309,833
1-Rp 1.4	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
30L13	1-CYKY4x35	36	m	309,833
1-Rp 1.5	3NP1143-1BC10	1	ks	5835
	PHNA1 100A gG	3	ks	172
31L13	1-CYKY4x35	53	m	309,833
RS 2	3NP1163-1BC10	1	ks	9579
	PHNA3 315A gG	3	ks	583
32L6	1-CYKY3x240+120	150	m	1587,849
RS 3	LTL4a-3x/9/1250	1	ks	27 174
	PHN4a 800A gG	3	ks	3001
33L6	1-CYKY3x185+95	390	m	1377,81

## D.7 Tabulka s cenou za omezení zkratových proudů první variantou třetí části schématu

	Oplechovaná rozváděčová skříň 1000 x 400 x 2000 +100 (Kč)	Hl. odpínač (Kč)	Komponenty (Kč)	Montáž a kompletace rozváděče u výrobce* (Kč)
RH	70 000	450 000	347 505	347 002
1-Rt 1	70 000	8305	36 732	46 015
1-Rt 2	70 000	8305	36 732	46 015
1-Rt 3	70 000	8305	36 732	46 015
1-Rt 4	70 000	8305	36 732	46 015

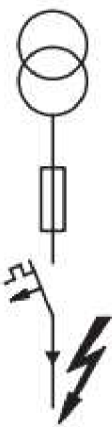
1-Rt 5	70 000	8305	19 383	39 075
1-Rt 6	70 000	11 073	43 143	49 686
* Zahrnuje veškerý materiál a doplňky, včetně přípojnice, konstrukčního návrhu u výrobce, nastavení parametrů, vyzkoušení, zpracování dokumentace a dopravy na stavbu.				
Cena celkem za práci (Kč)				649823
Cena celkem za materiál (Kč)				6104152
Cena celkem (Kč)				6753975

## D.8 Tabulka s cenou za omezení zkratových proudů druhou variantou třetí části schématu

	Oplechovaná rozváděčová skříň 1000 x 400 x 2000 +100 (Kč)	HI odpínač (Kč)	Komponenty (Kč)	Montáž a kompletace rozváděče u výrobce* (Kč)
RH	70 000	450 000	347 505	347 002
1-Rt 1	70 000	8305	43 143	48 579
1-Rt 2	70 000	8305	44 232	49 015
1-Rt 3	70 000	8305	43 143	48 579
1-Rt 4	70 000	8305	43 143	48 579
1-Rt 5	70 000	8305	17 126	38 172
1-Rt 6	70 000	11 073	43 143	49 686
* Zahrnuje veškerý materiál a doplňky, včetně přípojnice, konstrukčního návrhu u výrobce, nastavení parametrů, vyzkoušení, zpracování dokumentace a dopravy na stavbu.				
Cena celkem za práci (Kč)				629613
Cena celkem za materiál (Kč)				6531481
Cena celkem (Kč)				7161094

## Příloha E - Tabulky

### E.1 Maximální zkratový proud s předřazenou pojistkou v kA pro jističe LTN

	$I_n$ [A]	Předřazená pojistka typu gG						
		50 A	63 A	80 A	100 A	125 A	160 A	> 160 A
	0,3 ÷ 6	50	50	50	50	50	50	45
	8	50	50	50	50	45	45	40
	10	50	50	50	50	45	45	40
	13	50	50	50	45	40	35	30
	16	50	50	50	45	40	35	30
	20	50	50	50	40	35	30	30
	25	50	50	50	40	35	30	30
	32	50	50	50	45	40	30	30
	40	50	50	50	45	40	30	20
	50	50	50	50	40	35	25	20
	63	50	50	45	40	35	25	20

Převzato z [11]