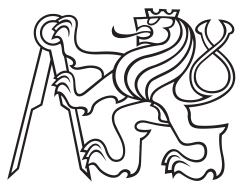


Bakalářská práce



České
vysoké
učení technické
v Praze

F3

Fakulta elektrotechnická

Elektroinstalace v rodinném domku

Jan Korel

Vedoucí práce: Ing. Ivan Cimbolínek,
Květen 2017

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Korel** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **434927**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Studijní obor: **Elektrotechnika a management**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Elektroinstalace v rodinném domku

Název bakalářské práce anglicky:

Project roll wiring the system of the family house

Pokyny pro vypracování:

1. Navrhněte způsob připojení z distribuční sítě nízkého napětí
2. Proveďte výpočty související s návrhem elektroinstalace
3. Navrhněte elektroinstalaci včetně slaboproudé části
4. Proveďte odhad pořizovacích a ročních provozních nákladů elektroinstalace

Seznam doporučené literatury:

1. Fencí F. Elektrický rozvod a rozvodná zařízení. Skripta ČVUT, 2009
2. ČSN 33 21 30 Vnitřní elektrické rozvody
3. Katalog firmy SALTEK (přepěťové ochrany)

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Ivan Cimbolínek, katedra elektroenergetiky FEL

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

Datum zadání bakalářské práce: **07.02.2017** Termín odevzdání bakalářské práce: _____

Platnost zadání bakalářské práce: **27.05.2018**

Podpis vedoucí(ho) práce

Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

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

Poděkování

Děkuji panu Ing. Ivanu Cimbolincovi za cenné rady a odborné vedení práce a panu Ing. Karlu Fišerovi za poskytnutí stavebních podkladů. Také děkuji své rodině a blízkým přátelům za podporu po celou dobu studia.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů pro vypracování závěrečných prací, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Kutné Hoře, 22. května 2017

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem elektroinstalace rodinného domku. Cílem práce je vytvoření návrhu připojení k distribuční síti nízkého napětí a provedení vnitřní elektroinstalace včetně slaboproudé části. V první části jsou uvedeny požadavky vyplývající z předpisů a norem, které je třeba při návrhu elektroinstalace dodržet. Ve druhé části je proveden návrh elektroinstalace rodinného domku. V úvodní kapitole této části je popsána volba způsobu vytápění a výpočty nákladů pro variantu vytápění tepelným čerpadlem, elektrokotlem a plynovým kotlem včetně ekonomického vyhodnocení. V navazující kapitole je navržen a popsán způsob připojení domu k distribuční síti a kompletní provedení vnitřní elektroinstalace v domě a samostatné garáži. Navržen je způsob jištění a ochrany, osazení rozvaděčů a schéma uložení silových kabelů pro světelné a zásuvkové obvody. V poslední části této kapitoly je navržena slaboproudá část elektroinstalace, která zahrnuje domovní telefon, rozvody pro společnou televizní anténu, kabelové rozvody LAN a elektronický zabezpečovací systém. Na konci je uveden odhad pořizovacích a ročních provozních nákladů elektroinstalace. V přílohách je celkový přehled parametrů a výpočtů elektroinstalace, celkové schéma zapojení a půdorysná schémata vnitřních rozvodů elektroinstalace.

Klíčová slova:

Elektroinstalace, rodinný dům, návrh, elektrický rozvod, zapojení, rozvaděč

Vedoucí práce:

Ing. Ivan Cimbolinec,
katedra elektroenergetiky FEL

Abstract

This bachelor thesis deals with the design of wiring system of a detached house. The aim of the thesis is to design a connection to the low voltage distribution network and to make the interior wiring, including the low-voltage part. The first part acquaints with the requirements result from the regulations and standards which must be followed during designing the wiring system. In the second part, the design of the wiring system of the detached house is created. The introductory chapter of this part describes the process of choosing a way of heating and the calculation of costs for heating by a heat pump, an electric boiler and a gas boiler as well as their economic evaluation. Next chapter introduces to the design and description the way of connection a house to the distribution network and the complete execution of the inner wiring system in the house and a separate garage. Moreover, the ways of protection, mounting of switchboards and the layout of power cables for lighting and socket circuits are designed there. Last part of this chapter is connected to designing a weak-current part of the wiring system which includes a home phone, wiring for community TV aerial, LAN distribution and electronic security system. In the final part of the thesis the acquisition costs and annual operating costs of the wiring system are estimated. The annexes contain the overview of parameters and calculations of the wiring system, the overall wiring diagram and floor plans of the internal wiring layout of the wiring system.

Keywords:

Wiring system, detached house, design, electrical distribution, wiring, switchboard

Title translation:

Project roll wiring the system of the family house

Obsah

Seznam zkratk	1	4.4 Svítidla a vypínače	24
1 Úvod	3	5 Elektronický zabezpečovací systém (EZS)	27
Část I		5.1 Kabele pro EZS	27
Teoretická část		5.2 Připojení prvků EZS	27
2 Základní požadavky elektroinstalace	7	Část II	
2.1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem	7	Návrh elektroinstalace RD	
2.2 Světelné a zásuvkové obvody	7	6 Volba způsobu vytápění a výpočet nákladů	31
2.2.1 Světelné obvody	7	6.1 Volba typu sazby	31
2.2.2 Zásuvkové obvody	7	6.2 Varianta elektrokotel (EK)	31
2.2.3 Obvody pro pevně připojené spotřebiče	8	6.3 Varianta plynový kotel (PK)	32
2.3 Rozvody v umývacích prostorech a koupelnách	8	6.4 Varianta tepelné čerpadlo (TČ)	33
2.3.1 Stupně krytí IP	8	6.5 Výběr nejvhodnější varianty	34
2.3.2 Umývací prostory	9	6.5.1 Výpočet NPV jednotlivých variant	35
2.3.3 Prostory v koupelnách	10	6.5.2 Citlivostní analýza NPV	35
2.4 Uložení vodičů v interiérech	11	6.5.3 Zvolená varianta vytápění	38
2.5 Hromadné dálkové ovládání (HDO)	12	7 Návrh elektroinstalace	39
3 Elektrické ochrany v rozvodu nn	15	7.1 Stanovení vnějších vlivů	39
3.1 Stupně ochrany	15	7.2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem	39
3.1.1 Volba stupně ochrany	15	7.3 Ochrana před nadproudy	39
3.1.2 Meze bezpečných malých napětí	16	7.4 Krytí elektrických zařízení	40
3.2 Pojistky	16	7.5 Ochrana před přepětím	40
3.3 Jističe	16	7.6 Připojení objektu k síti provozovatele distribuční soustavy (PDS)	40
3.3.1 Rozdělení jističů	18	7.7 Výpočet hodnoty zkratového proudu	41
3.4 Proudové chrániče	18	7.8 Osvětlení	42
3.4.1 Proudové chrániče s opětným zapnutím	19	7.9 Vnitřní elektrické rozvody	42
3.5 Přepětové ochrany	19	7.10 Výpočtové zatížení	42
3.5.1 Vznik přepětí	19	7.11 Slaboproudá část	44
3.5.2 Spínací přepětí	19	7.11.1 Domovní telefon DT	44
3.5.3 Atmosférická přepětí	20	7.11.2 Společná televizní anténa STA	45
3.5.4 Ochrany proti přepětí	20	7.11.3 Rozvody LAN	45
4 Elektrotechnické prvky, jejich zapojení a schématické značky	23	7.11.4 Elektronický zabezpečovací systém EZS	46
4.1 Rozvaděč	23	7.12 Schéma zapojení elektroinstalace	46
4.2 Třífázový vývod	23		
4.3 Zásuvky	23		

7.13 Odhad pořizovacích a ročních provozních nákladů elektroinstalace	47
7.13.1 Odhad pořizovacích nákladů elektroinstalace . . .	47
7.13.2 Odhad ročních provozních nákladů	48
8 Závěr	49
Literatura	51
Seznam příloh	53
Přílohy	
A Schéma zapojení elektroměru s HDO	57
B Odhad nákladů na materiál	59
C Schéma zapojení elektroinstalace	63
D Celkové schéma a výpis z programu Sichr	71

Obrázky

2.1 Vyznačení umývacího prostoru	9	6.4 Celková roční platba, var. PK [5]	33
2.2 Koupelnové zóny (pohled z boku)	10	6.5 Vstupní údaje pro výpočet ceny elektřiny, var. TČ [5] . .	34
2.3 Koupelnové zóny (pohled shora)	10	6.6 Celková roční platba, var. TČ [5]	34
2.4 Instalační zóny ve stěně podle ČSN 33 2130 ed. 3	12	6.7 Citlivostní analýza – rozdíl NPV za 15 let	37
2.5 Zapojení třífázového dvoutarifního elektroměru s vícepovelovým spínacím prvkem pro sazby v zapojení s tepelným čerpadlem – soustava TN-C [1]	13	6.8 Citlivostní analýza NPV – limitní křivka výběru varianty	37
3.1 Vnitřní konstrukce jističe [2]	17	6.9 Citlivostní analýza NPV – rozdíl nákladů za 15 let	38
3.2 Vypínací charakteristika jističe pro typy B, C, D [2] .	17	7.1 Schéma připojení objektu k síti PDS	40
3.3 Jističe Moeller: 1 pólový, 1+N pólový, 3 pólový, 3+N pólový [3]	18	7.2 Blokové schéma vedení . . .	41
3.4 Principiální schéma proudového chrániče [2]	18	7.3 Blokové schéma zapojení domovního telefonu	45
3.5 Impulzní výdržná napětí U_{imp} pro síť nn 230/400 V dle ČSN 60664-1 [4]	20	7.4 Blokové schéma zapojení STA	45
3.6 Impulzní výdržná napětí U_{imp} dle ČSN EN 60664-1 a napěťové ochranné hladiny U_p [4]	21	7.5 Blokové schéma zapojení rozvodů LAN	46
4.1 Třívodičové zapojení zásuvky dle normy	23	7.6 Význam použitých schématických značek	47
4.2 Schéma zapojení sériového vypínače	24	A.1 Zapojení třífázového dvoutarifního elektroměru s vícepovelovým spínacím prvkem pro sazby v zapojení s tepelným čerpadlem – soustava TN-C [1]	57
4.3 Schéma zapojení schodišťového vypínače	24		
4.4 Schéma zapojení křížového vypínače (krajní - schodišťové)	25		
6.1 Vstupní údaje pro výpočet ceny elektřiny, var. EK [5] . .	32		
6.2 Celková roční platba, var. EK [5]	32		
6.3 Vstupní údaje pro výpočet ceny elektřiny, var. PK [5] . .	33		

Tabulky

2.1 Stupně krytí před nebezpečným dotykem a před vniknutím cizích předmětů. [6]	8
2.2 Stupně krytí proti vniknutí vody [6]	9
3.1 Meze bezpečných malých napětí [7]	16
6.1 Vstupní údaje jednotlivých variant pro výpočet NPV ...	35
6.2 Výpočet NPV jednotlivých variant	35
6.3 Výpočet rozdílu NPV	36
7.1 Příkony pevně připojených spotřebičů	43
7.2 Příkony zásuvkových obvodů	43
7.3 Příkony světelných obvodů	44



Seznam zkratek

CF	.....	Cash flow (Peněžní tok)
COP	..	Coefficient of performance (Účinnost jednotky tepelného čerpadla)
DDZ	.....	Denní diagram zatížení
DPH	.....	Daň z přidané hodnoty
DT	.....	Domovní telefon
EK	.....	Elektrokotel
ERÚ	.....	Energetický regulační úřad
EZS	.....	Elektronický zabezpečovací systém
GSM	..	Groupe Spécial Mobile (Globální systém pro mobilní komunikaci)
HDO	.....	Hromadné dálkové ovládání
HDS	.....	Hlavní domovní skříň
HUP	.....	Hlavní uzemňovací pospojování
IP	..	Odolnost elektrického zařízení proti vniknutí cizího tělesa či kapaliny
KK	.....	Kuchyňský kout
L	.....	Fázový vodič
LAN	.....	Local Area Network (Lokální síť)
LED	.....	Light Emitting Diode (Dioda emitující světlo)
N	.....	Střední vodič
nn	.....	Nízké napětí (do 1000 V)
NPV	.....	Net present value (Čistá současná hodnota)
NT	.....	Nízký tarif

PDS	Provozovatel distribuční soustavy
PE	Ochranný vodič
PEN	Vodič slučující funkci ochranného a nulového vodiče
PIR	Pasiv Infra Red detector (Pasivní infračervené čidlo)
PK	Plynový kotel
PoE	Power over Ethernet (Napájení po datovém síťovém kabelu)
RD1	Označení rozvaděče v domku
RG	Označení rozvaděče v garáži (podružný rozvaděč)
RM	Elektroměrový rozvaděč
RP	Přípojková skříň
S1	Stykač pro elektrokotel
S2	Stykač pro bojler
SL	Podpěrný sloup
STA	Společná televizní anténa
T1	První stupeň přepětové ochrany
T2	Druhý stupeň přepětové ochrany
T3	Třetí stupeň přepětové ochrany
TČ	Tepelné čerpadlo
TN-C	Čtyřvodičová síť (vodič PEN)
TN-S	Pětivodičová síť (oddělen ochranný a střední vodič)
TR	Transformátor
TUV	Teplá užitková voda
UKV	Ultra krátké vlny
UTP	Unshielded Twisted Pair (Nestíněná kroucená dvojlinka)
V1-V5	Úseky elektrického vedení
VKV	Velmi krátké vlny
VP	Venkovní prostory
VT	Vysoký tarif

Kapitola 1

Úvod

Tato bakalářská práce obsahuje dokumentaci pro realizaci elektrické instalace v novostavbě a je doplněna o teorii z problematiky elektroinstalací. Cílem práce je vytvoření návrhu připojení k distribuční síti nízkého napětí a provedení vnitřní elektroinstalace včetně slaboproudé části, a dále také výpočet pořizovacích a ročních provozních nákladů elektroinstalace. Práce je rozdělena do dvou hlavních částí, a to na část teoretickou a na návrh elektroinstalace. V teoretické části jsem uvedl základní požadavky na elektrickou instalaci v domech, tedy požadavky na ochranu před úrazem elektrickým proudem, požadavky na světelné a zásuvkové obvody, rozvody v koupelnách a umývacích prostorech a na uložení vodičů v interiérech. Důležitým technickým požadavkem je systém hromadného dálkového ovládání, který jsem zde také popsal. V další kapitole se věnuji ochranám v rozvodu nízkého napětí jako jsou pojistky, jističe, proudové chrániče a přepětové ochrany. V následující kapitole se věnuji elektrotechnickým prvkům použitým v návrhu elektroinstalace a teoretickou část uzavírám kapitolou zabývající se elektronickým zabezpečovacím systémem.

Ve druhé části práce popisuji návrh elektroinstalace. Pro vytápění objektu uvažuji tři varianty, kterými jsou elektrokotel, plynový kotel a tepelné čerpadlo. Pro výběr nejvhodnější varianty používám rozhodovací metodu NPV a pro vybranou variantu následně navrhuji elektroinstalaci, které se věnuji v navazující kapitole. V návrhu elektroinstalace popisuji připojení objektu k distribuční síti nízkého napětí a výpočet hodnoty zkratového proudu a výpočtového zatížení při uvažované soudobosti. Dále zde popisuji způsob provedení vnitřní elektroinstalace v domě a samostatné garáži včetně slaboproudé části (rozvody STA, LAN a EZS). Na závěr také odhaduji pořizovací a roční provozní náklady elektroinstalace.

V příloze uvádím půdorysná schémata elektroinstalace (provedena v programu AutoCAD) a celkové schéma zapojení a přehled parametrů a výpočtů (vytvořeno v programu Sichr).

V práci vycházím z platných českých technických norem.



Část I

Teoretická část

Kapitola 2

Základní požadavky elektroinstalace

Elektroinstalace jakéhokoli typu musí dle norem splňovat určité požadavky především pro bezpečnost osob a zvířat, ale i pro připojená zařízení a samotná vedení tvořící instalaci. Výjimkou není ani elektroinstalace rodinného domku, která dle ČSN 33 2000-1 ed. 2 spadá do kategorie obytných budov.

2.1 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Osoby a zvířata musí být chráněny před nebezpečím, které může nastat při dotyku živých a neživých částí zařízení. Elektrické instalace, rozvody a zařízení musí být uspořádány tak, aby vlivem vysoké teploty nebo elektrického oblouku nemohlo dojít ke vznícení hořlavých hmot. Osoby ani zvířata nesmějí být během normálního provozu ohroženy popálením.

Dále musí být zajištěná ochrana před nadproudy, před poruchovými proudy a další potřebná opatření uvedená v ČSN 33 2000-1 ed 2. [8]

2.2 Světelné a zásuvkové obvody

Požadavky na světelné a zásuvkové obvody udává norma ČSN 33 2130 ed. 3.

2.2.1 Světelné obvody

Na jeden světelný obvod se smí připojit tolik svítidel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jistícího přístroje obvodu. Jmenovitý proud svítidel se stanoví z maximálního příkonu, pro který jsou svítidla typována. V prostorách s větším počtem světelných zdrojů (pokud není nutné osvětlovat celou plochu současně) se člení světelné obvody na více samostatně ovládaných skupin k dosažení optimální regulace osvětlení. [9]

2.2.2 Zásuvkové obvody

Na jeden zásuvkový obvod lze připojit nejvýše 10 zásuvkových vývodů (dvoj-zásuvka i vícenásobná zásuvka se považují za jeden zásuvkový vývod), přičemž

Stupeň	Vniknutí vody
IP x0	bez ochrany
IP x1	chráněno proti svisle kapající vodě
IP x2	chráněno proti kapající vodě
IP x3	chráněno proti vodní tříšti (kropení, déšť)
IP x4	chráněno proti stříkající vodě
IP x5	chráněno proti tryskající vodě
IP x6	chráněno proti vlnobití (intenzivně tryskající)
IP x7	chráněno proti dočasnému ponoření do vody (30 minut)
IP x8	chráněno proti trvalému potopení do vody
IP x9	chráněno proti tlakové vodě (WAP)

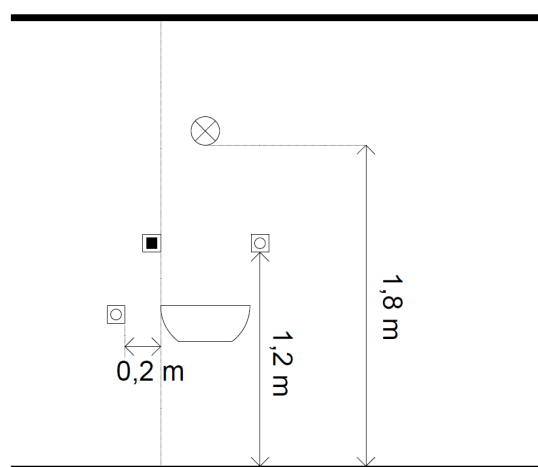
Tabulka 2.2: Stupně krytí proti vniknutí vody [6]

2.3.2 Umývací prostory

Prostory s umyvadly nebo kuchyňskými dřezy se označují jako umývací prostory. Norma ČSN 33 2130 ed. 3 určuje takový prostor vymezenými svislými plochami mezi podlahou a stropem, tedy nad i pod umyvadlem (znázorněno na obrázku 2.1).

V umývacím prostoru nesmí být umístěny zásuvky a spínače, jsou-li umístěny alespoň ve výši 1,2 m nad podlahou, mohou být těsně u hranice umývacího prostoru. Jsou-li umístěny níže, musí být vzdáleny svým nejbližším okrajem alespoň 0,2 m od hranice umývacího prostoru. Pokud je v takovém prostoru umístěno svítidlo, musí být umístěno tak, aby jeho spodní okraj byl alespoň 1,8 m nad podlahou. Světelný zdroj musí být krytý ochranným sklem a musí splňovat další podmínky uvedené v této normě.

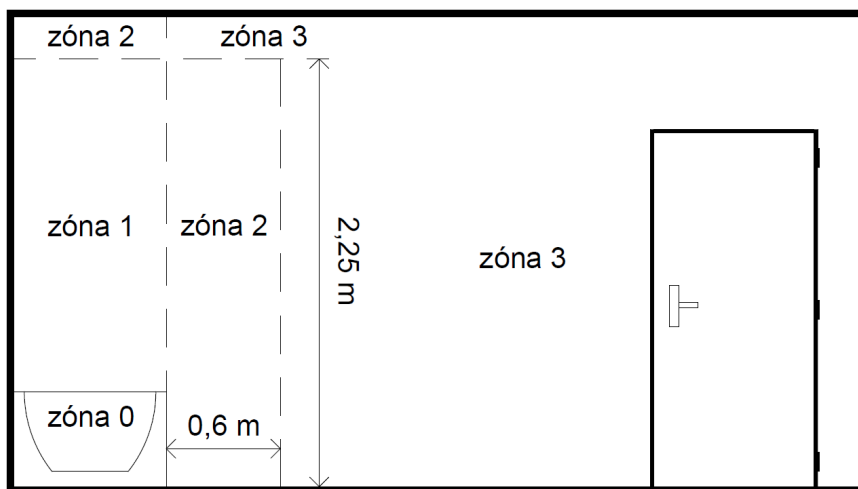
V těchto prostorech se již neurčují další zóny jako je tomu v koupelnách, ale elektrická zařízení v těchto prostorech mají určitá omezení. Krytí elektrických přístrojů i svítidel včetně instalace musí odpovídat vnějším vlivům takového prostoru. [11] [9]



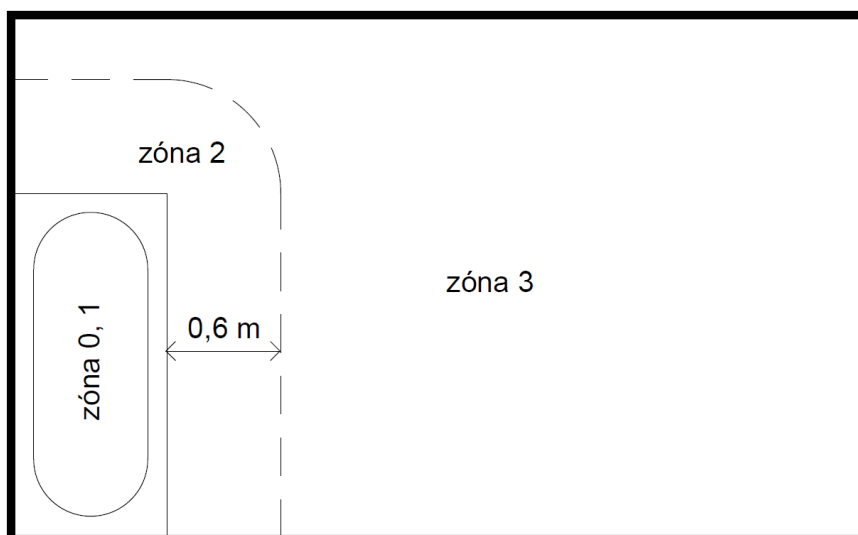
Obrázek 2.1: Vyznačení umývacího prostoru

2.3.3 Prostory v koupelnách

Provedení elektroinstalace v koupelnách se musí řídit zvláštními předpisy uvedenými v ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. Jde totiž o prostory, kde je zvýšené nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Podle normy se v těchto prostorách vymezují zóny, ve kterých jsou různé podmínky pro realizaci rozvodných elektrických zařízení. Největší nebezpečí hrozí člověku z prostoru vany, pokud by se dotýkal elektrických zařízení, a nebezpečí se snižuje se vzdáleností od vany. Podle této skutečnosti jsou rozlišeny čtyři zóny s označením 0, 1, 2 a 3. Zóny jsou znázorněny na obrázcích 2.2 a 2.3.



Obrázek 2.2: Koupelnové zóny (pohled z boku)



Obrázek 2.3: Koupelnové zóny (pohled shora)

Zóna 0 je prostor koupací nebo sprchové vany. Do této zóny lze umístit pouze takové elektrické zařízení, které je určeno pro takový prostor a vyhovuje podmínkám této zóny.

Zóna 1 je vymezena prostorem nad vanou až do výšky 2,25 m. Zde je možné umístit například ohřívač vody nebo sušič ručníků a další elektrická zařízení vyhovující podmínkám tohoto prostoru.

Zóna 2 je prostor vymezený svislými hranicemi vany a vodorovnou hranicí 2,25 m od podlahy koupelny a prostor sousedící s okrajem vany do vzdálenosti 0,6 m a do výšky 2,25 m nad podlahou. Do tohoto prostoru mohou být umístěna zařízení vhodná pro zóny 0 a 1, svítidla, topidla, ventilátory a další zařízení, pokud vyhovují podmínkám tohoto prostoru.

Zóna 3 začíná za hranicí zóny 2 a je v celém prostoru místnosti obsahující vanu nebo sprchu. V této zóně již nejsou žádné zvláštní požadavky na elektrická zařízení.

V místnostech, kde je koupací vana či sprcha, musí být všechny elektrické obvody vybaveny doplňkovou ochranou (proudovým chráničem s vypínacím reziduálním proudem nepřesahujícím 30 mA) a musí být provedeno doplňující ochranné pospojování všech nechráněných vodivých částí a všech neživých vodivých částí upevněných zařízení s ochranným vodičem.

Elektrická zařízení v zónách musí splňovat požadavky na stupeň ochrany krytím, a to minimálně IPX7 v zóně 0 a IPX4 v zóně 1 a 2. Elektrické zařízení vystavené ostříku vodou musí mít alespoň stupeň krytí IPX5. Vedení napájecí elektrická zařízení v zónách 0, 1 a 2 a umístěné v těchto zónách musí být uloženo na povrchu, nebo zapuštěné v hloubce minimálně 5 cm pod povrchem. Pokud nelze splnit tuto podmínku, postupuje se dále podle normy ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. [11] [10]

2.4 Uložení vodičů v interiérech

Vedení se v bytových prostorách zásadně ukládají jako skrytá. Zóny pro ukládání elektrických vedení ve stěnách určuje norma ČSN 33 2130 ed. 3 a jsou na obrázku 2.4.

Svislé instalační zóny jsou široké 200 mm a vedou od horního povrchu podlahy ke spodnímu povrchu stropu. Začínají 100 mm od dveřního, nebo okenního otvoru hrubé stavby, či 100 mm od rohu místnosti hrubé stavby.

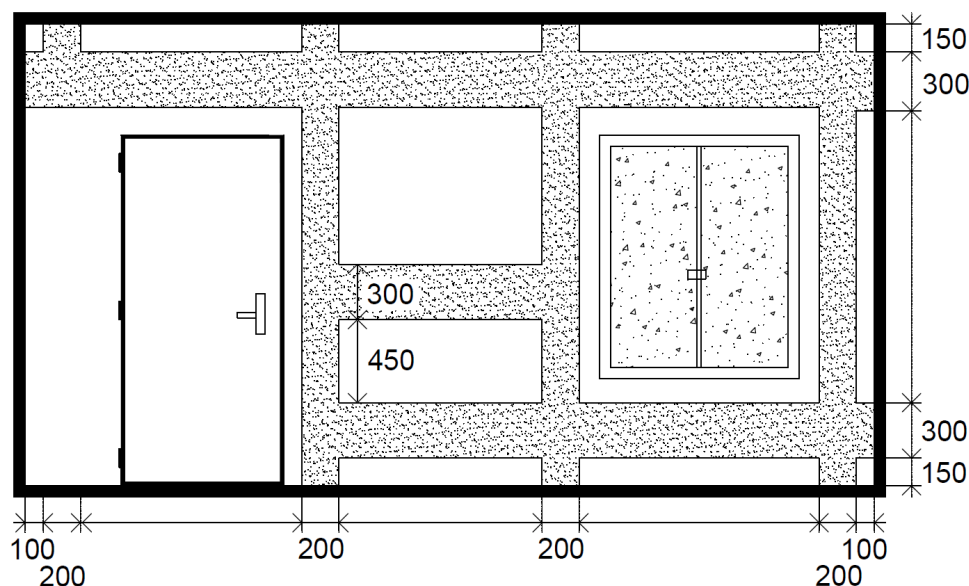
Vodorovné instalační zóny mají šířku 300 mm. Horní instalační zóna začíná 150 mm pod dokončeným stropem, obdobně dolní 150 mm nad dokončenou podlahou. Střední instalační zóna je od 900 mm do 1 200 mm nad dokončenou podlahou. Tato zóna se využívá v místnostech s pracovní plochou u zdi (například v kuchyni).

Přednostně se vodiče ukládají ve vodorovných zónách 300 mm pod dokončeným stropem pro horní, 300 mm nad dokončenou podlahou pro dolní a 1 000 mm nad dokončenou podlahou pro střední instalační zónu.

Pro okna a dvoukřídlé dveře jsou svislé instalační zóny po obou stranách, u jednokřídlových dveří je svislá instalační zóna pouze na straně zámku.

Vedení lze ukládat mimo instalační zóny pokud je uloženo ve zdi v trubkách a krycí vrstva trubky je minimálně 60 mm, nebo je uloženo v prefabrikovaných stěnových dílcích a je chráněno proti poškození.

Pro ukládání vedení do stropů a podlah platí norma ČSN 33 2000-5-52 ed. 2, ale instalační zóny nejsou určeny. [11] [9]



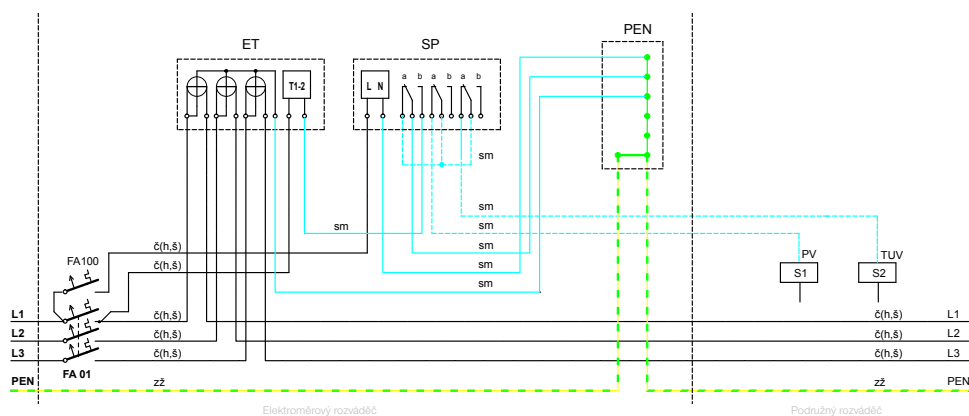
Obrázek 2.4: Instalační zóny ve stěně podle ČSN 33 2130 ed. 3

2.5 Hromadné dálkové ovládání (HDO)

Z důvodu nerovnoměrného denního diagramu zatížení (DDZ) soustavy je potřeba regulovat časové rozložení odběru tak, aby nebyla zatěžována soustava ve špičkách DDZ a naopak byla využita při malém zatížení. K regulaci spotřeby elektrické energie se využívá systém hromadného dálkového ovládání, kterým se řídí doba zapínání vybraných akumulčních, tepelných nebo hybridních spotřebičů při poklesech odběru v průběhu DDZ. V případech stavu nouze způsobené nedostatkem výkonu v soustavě lze pomocí systému HDO hromadně vypnout uvedené typy spotřebičů podle požadavku dispečera přenosové soustavy.

Generátory signálu HDO jsou umístěny ve velkých uzlových transformovných v místě transformace z přenosové do distribuční soustavy, a to na hladině 110 kV distribuční soustavy. Nosná frekvence kódovaného signálu je obvykle $183+1/3$ Hz nebo $216+2/3$ Hz.

Systém HDO umožňuje také nastavovat příslušnou sazbu u elektroměrů, díky čemuž může zákazník získat levnější elektrickou energii vlivem dvoutarifové sazby. [12]

**Legenda:**

- ET elektroměr třířákový
- FA01 jistič před elektroměrem
- FA100 jistič obvodu spínacího prvku (2–6A)
- PEN svorkovnice PEN
- SP spínací prvek
- S1 stykač blokování přímotopného vytápění (PV)
- S2 stykač blokování bojleru (TUV)

Pokud zákazník nepožaduje PV nebo ohřev TUV, tak nemusí být blokování těchto spotřebičů provedeno.
Pohon tepelného čerpadla nesmí být blokován.

V případě sazby D 56d (je-li vytápěcí soustava s TČ součástí společných částí domu sloužících pouze pro společné užívání vlastníků nebo uživatelů bytů) a sazby C 56d musí být vytápěcí soustava s TČ napájena samostatným příívodem a měřena samostatným měřicím zařízením.

Barevné značení vodičů: č-černý, h-hnědý, š-šedý, zž-zelení/žlutý, sm-světle modrý

Obrázek 2.5: Zapojení třířávého dvoutarifního elektroměru s vícepovelovým spínacím prvkem pro sazby v zapojení s tepelným čerpadlem – soustava TN-C [1]

Kapitola 3

Elektrické ochrany v rozvodu nn

V domovní elektroinstalaci je nutné použít určité prvky ochrany pro dosažení bezpečného provozu silových rozvodů jak pro elektrické rozvody, připojené přístroje, či samotnou bezpečnost člověka. Setkáváme se se dvěma nepříznivými stavy. Prvním je dlouhodobé přetížení proudem blízkým jmenovitému, který je nebezpečným z důvodu tepelného namáhání vodičů. Druhým pak namáhání vodičů několikanásobně větším proudem, byť jen krátkodobě. Takto velké proudy jsou nebezpečné vždy a mohou způsobit nadměrné tepelné i silové namáhání. Dalšími poruchami v rozvodu nn může být přetížení, přepětí a podpětí.

Na všechny tyto poruchy musí reagovat ochrany v rozvodu tak, aby byly následky co nejmenší. Jako ochranné prvky používáme pojistky, jističe, nadproudá relé a proudové chrániče. [11]

3.1 Stupně ochrany

Z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem v prostorách s elektrickým zařízením se rozlišují dva stupně ochrany:

- normální ochrana
- doplněná ochrana

Ochrana normální se dosáhne jedním z těchto ochranných opatření:

- automatické odpojení od zdroje
- dvojitá nebo zesílená izolace
- elektrické oddělení

Doplněná ochrana se dosáhne rozšířením normální ochrany o některý druh doplňkové ochrany nebo o opatření zvyšující účinnost normální ochrany. [7]

3.1.1 Volba stupně ochrany

U elektrických zařízení se ochrana před úrazem elektrickým proudem volí podle prostoru, ve kterém zařízení pracuje, a podle toho, zda zařízení nebo jeho část je nebo není při obsluze nebo při provozování drženo v ruce. [7]

3.1.2 Meze bezpečných malých napětí

Meze bezpečných malých napětí závisí na prostoru, ve kterém je elektrické zařízení umístěno a ve kterém vykonává funkci. Tyto meze jsou uvedeny v tabulce 3.1.

Prostory	Dochází-li k dotyku částí	Nejvyšší bezpečná napětí	
		Střídavá	Stejnoseměrná
Normální i nebezpečné	živých	25 V	60 V
	krytů	50 V	120 V
Zvlášť nebezpečné	živých	-	-
	krytů	12 V	25 V (30 V)

Tabulka 3.1: Meze bezpečných malých napětí [7]

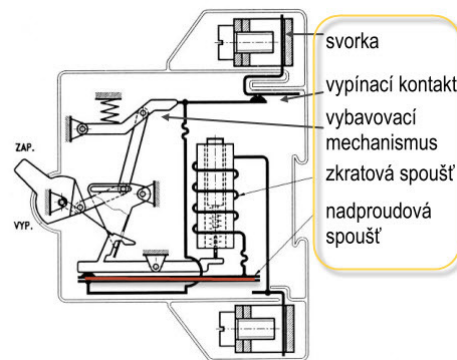
Střídavá jmenovitá efektivní napětí se volí v daném rozsahu tak, aby nebyla překročena uvedená hodnota. Maximální hodnoty pro nesinusový průběh zatím nejsou stanoveny. Stejnoseměrná napětí jsou bez zvlnění. Pojem "bez zvlnění" se zpravidla definuje jako efektivní hodnota zvlněného napětí nepřesahující 10 % stejnoseměrné složky. Kryty se rozumí kryty izolovaných od živých částí. [7]

3.2 Pojistky

Pojistky jsou jednoduchým a nejstarším přístrojem k ochraně vodičů, spotřebičů a jiných zařízení. Jejich principem je umělé vytvoření nejslabšího místa v rozvodu, které se poruší při překročení dovolené hranice jako první. Jejich výhodou je jednoduchost a spolehlivost. Avšak tato ochrana je jednoúčelová a po přetavení tavného drátku ve funkční části pojistky je nutné celou tuto část vyměnit, což je značná nevýhoda. [11]

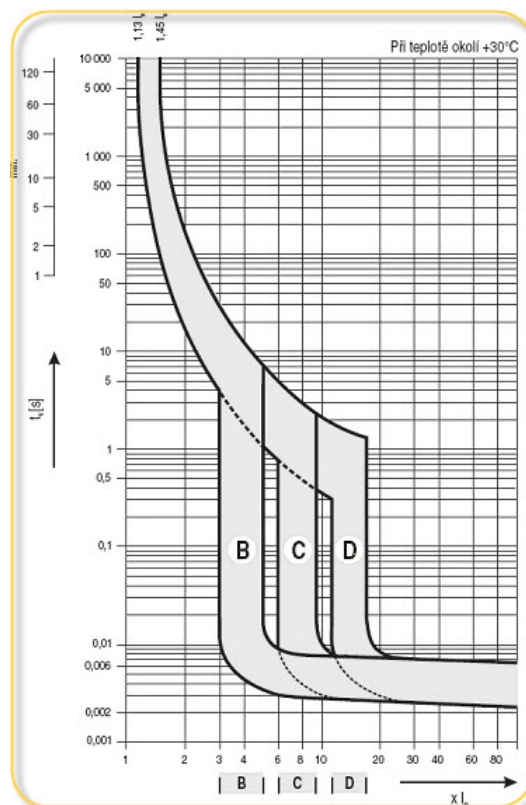
3.3 Jističe

Naproti pojistkám mají jističe výhodu, kterou je možnost opětovného zapnutí bez změny funkce a jakékoli potřeby výměny součástí. Jističe vypínají nadproudy a chrání tak spotřebiče i vedení před přetížením. Mívají zpravidla dvě spouště - nadproudou a zkratovou. Nadproudá je realizována typicky bimetálovým páskem ohříváním procházejícím proudem, zkratová je realizována elektromagnetem. [11]



Obrázek 3.1: Vnitřní konstrukce jističe [2]

Spouště jističe mají odlišnou vypínací charakteristiku. Charakteristika tepelného článku (nadproudová spoušť) je vhodná pro jištění před malými nadproudy, naopak charakteristika elektromagnetického článku (zkratová spoušť) se hodí pro jištění před velkým přetížením, které může být způsobeno například zkraty. [11]



Obrázek 3.2: Vypínací charakteristika jističe pro typy B, C, D [2]

Podle ČSN EN 60 898 se jističe rozdělují podle vypínací charakteristiky na tři typy. Jističe typu B se používají pro jištění elektrických obvodů se zaříze-

ními, které nezpůsobují proudové rázy (jištění vedení), typu C pro jištění se zařízeními, které způsobují proudové rázy (motory) a typu D se zařízeními s vysokými proudovými rázy (transformátory). [11]

3.3.1 Rozdělení jističů

Jističe můžeme rozdělit podle různých kritérií do následujících skupin podle:

- velikosti jmenovitého proudu (drobné, větší)
- účelu použití (pro vedení, motorové, ochranné)
- počtu pólů (jednopolové, dvupólové, třípólové, čtyřpólové)
- uložení pracovních kontaktů (vzduchové, olejové)

[11]

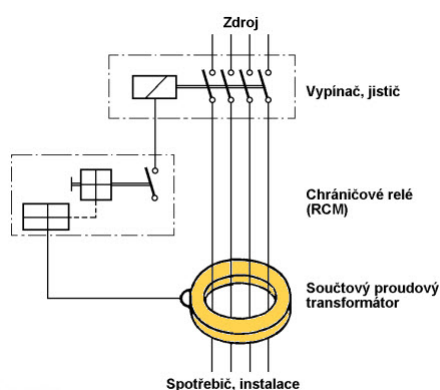


Obrázek 3.3: Jističe Moeller: 1 pólový, 1+N pólový, 3 pólový, 3+N pólový [3]

3.4 Proudové chrániče

Použití proudových chráničů, jejichž jmenovitý vybavovací reziduální proud nepřekračuje 30 mA, se ve střídavých sítích považuje za doplňkovou ochranu v případě selhání opatření základní ochrany a ochrany při poruše nebo při neopatrnosti uživatelů.

Toto zařízení se nepovažuje za výhradní ochranné opatření a nezabývá nutnosti uplatnit jedno z ochranných opatření.



Obrázek 3.4: Principiální schéma proudového chrániče [2]

Princip proudového chrániče je založen na vyhodnocení rozdílu proudů, které tečou do spotřebiče a které se vrací zpátky do uzlu zdroje. V případě, že je rozdíl větší než nastavená mez, dojde k vybavení proudového chrániče. To znamená, že projde-li část proudu mimo chránič, například porušenou izolací, proudový chránič toto vyhodnotí jako poruchu a obvod rozepne. Z tohoto důvodu musí přes sčítací transformátor proudového chrániče procházet všechny pracovní vodiče a ochranné vodiče musí být připojeny přímo. [7] [11]

■ 3.4.1 Proudové chrániče s opětným zapnutím

Proudové chrániče s opětným zapnutím zajišťují jednak standardní ochranu proudovými chrániči, ale také zajišťují vysokou spolehlivost napájení. Je vhodné je použít v obvodech, kde jsou zapojeny přístroje vyžadující nepřetržité napájení (např. lednice), aby při nechtěném výpadku nedošlo k dlouhodobému odpojení spotřebiče od napájení. [13]

■ 3.5 Přepětové ochrany

Z důvodu chránění zařízení proti přepětí, které by mohlo poškodit či zcela zničit elektronické přístroje v budově, je nutné zařazovat v elektroinstalaci přepětové ochrany.

■ 3.5.1 Vznik přepětí

Přepětí je obecně definováno jako napětí přesahující nejvyšší hodnotu provozního napětí v elektrickém obvodu. V bytových elektroinstalacích se zabýváme impulzním (přechodným) přepětím, které trvá řádově nanosekundy až milisekundy.

Impulzní přepětí vzniká:

- spínacími pochody v síti (spínací přepětí)
- údery blesku (atmosferické přepětí)

[4]

■ 3.5.2 Spínací přepětí

Častějším přepětím, se kterým se můžeme setkat je spínací přepětí. Vzniká při spínání spotřebičů k elektrické síti, které posílají do obvodu přepětové impulzy. Tyto impulzy mohou následně poškodit citlivé elektronické přístroje jako je počítač nebo LCD televizor.

Použitím vhodné ochrany můžeme tato přepětí eliminovat. V okamžiku nárůstu rozdílu napětí nad stanovenou mez přepětová ochrana spojí pracovní vodiče s vodičem ochranným a zajistí tak vyrovnání potenciálů. Po odeznění přepětí je vodivé spojení přerušeno a je obnoven klidový stav. [4]

3.5.3 Atmosférická přepětí

Energie přepětové vlny způsobená úderem blesku je podstatně větší, než energie způsobená spínacími pochody, proto je i více nebezpečná a může způsobit větší škody. Závisí především na tom, kam blesk udeří. Instalací ochrany proti přepětí způsobenému úderem blesku automaticky splníme i ochranu proti spínacímu přepětí. [4]

ČSN EN 62305 rozlišuje čtyři příčiny poškození podle místa úderu blesku:

S1) údery do stavby

S2) údery v blízkosti stavby

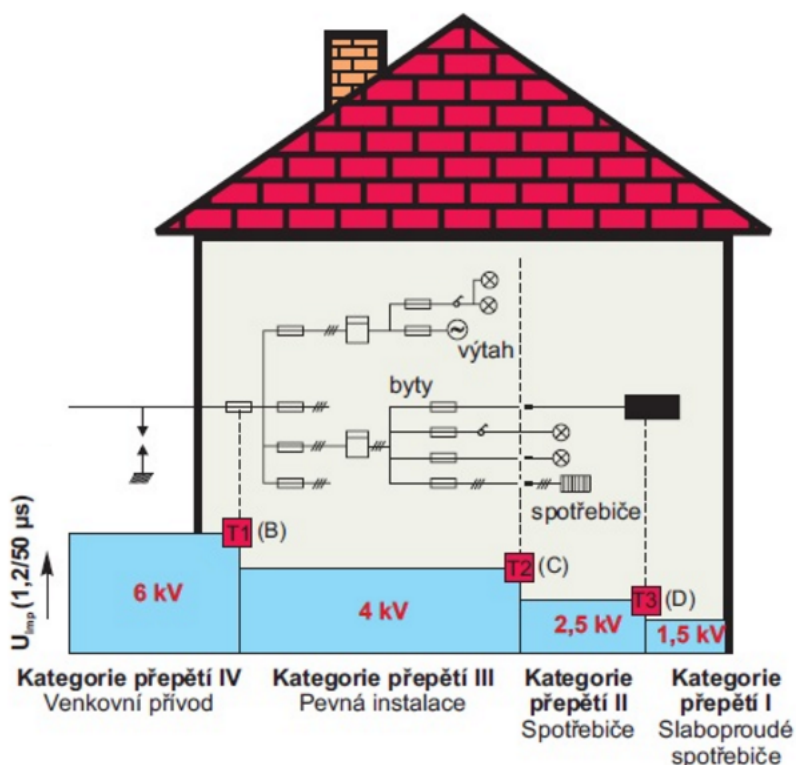
S3) údery do inženýrských sítí připojených ke stavbě

S4) údery v blízkosti inženýrských sítí připojených ke stavbě

[4]

3.5.4 Ochrany proti přepětí

Na obrázku 3.5 je znázorněna vícestupňová ochrana proti přepětí pro síť nn 230/400 V s maximálními dovolenými hladinami přepětí v každé části instalace.



Obrázek 3.5: Impulzní výdržná napětí U_{imp} pro síť nn 230/400 V dle ČSN 60664-1 [4]

Na vstupu objektu musí být zajištěna napětová hladina přepětí max. 6 kV, což bývá většinou vyřešeno ochrannými prvky na vedení. Ke snížení přepětí na max. 4 kV se použije první stupeň přepětové ochrany T1. Takové přepětí bez problémů vydrží pevná elektroinstalace. Druhým stupněm T2 se sníží přepětová hladina na max. 2,5 kV, na kterou je dimenzována většina spotřebičů. Třetím stupněm T3 zajistíme hladinu přepětí max. 1,5 kV, která ochrání velice citlivé spotřebiče. Typy ochran (dříve třídy) v jednotlivých úsecích instalace specifikuje dle normy tabulka na obrázku 3.6. Zde jsou také uvedeny hodnoty napětových ochranných hladin U_p při použití konkrétních typů ochran OEZ. Tyto hodnoty jsou výrazně nižší, než hodnoty maximální dovolené U_{imp} , které stanovuje norma.

Stupeň	Typ	Třída	U_{imp}	U_p	Typ OEZ
1	T1	B	≤ 4 kV	$\leq 1,5$ kV	SJB-25E-...
2	T2	C	$\leq 2,5$ kV	$\leq 1,4$ kV	SVC-350-...
3	T3	D	$\leq 1,5$ kV	$\leq 1,2$ kV	SVD-253-...

Obrázek 3.6: Impulzní výdržná napětí U_{imp} dle ČSN EN 60664-1 a napětové ochranné hladiny U_p [4]

Kapitola 4

Elektrotechnické prvky, jejich zapojení a schématické značky

4.1 Rozvaděč

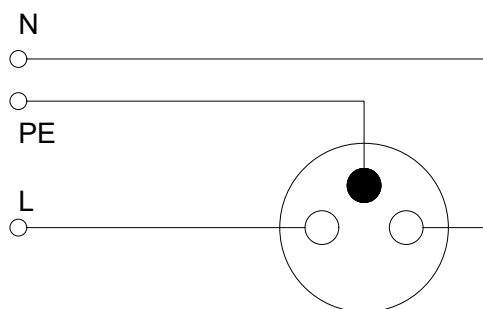
Pojem rozvaděč přesně definuje norma ČSN 33 2130 ed. 3. "Rozvaděč (nebo rozváděč) je elektrické rozvodné zařízení, u něhož přístroje a nosné konstrukce tvoří celek. Jeho náplní je soubor různých typů spínacích, ochranných, řídicích a měřících zařízení, jejichž funkce je spojena s jedním nebo více výstupními obvody, napájených z jednoho nebo více vstupních elektrických obvodů spolu se svorkami pro střední a ochranný vodič." [9]

4.2 Třífázový vývod

Třífázový vývod je vývod fází L1, L2 a L3, který je určený pro pevné připojení spotřebičů jako je například varná deska nebo elektrokotel.

4.3 Zásuvky

Zásuvky slouží pro připojení spotřebičů k elektrické síti. Jedním typem je zásuvka třífázová, která je zpravidla umístována ve venkovních prostorách objektu v místech, kde se předpokládá připojení třífázových spotřebičů. Druhým typem je jednofázová zásuvka určená pro běžné domácí spotřebiče.



Obrázek 4.1: Třívodičové zapojení zásuvky dle normy

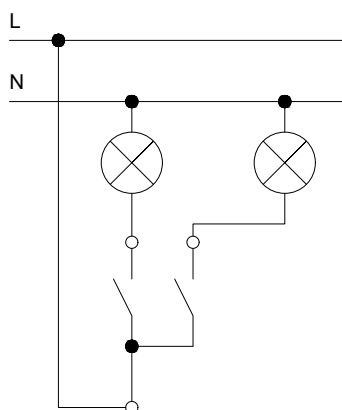
4.4 Svítidla a vypínače

Ve schématech se rozlišují dva druhy svítidel, svítidla stropní a svítidla nástěnná. Pro ovládání světla existuje mnoho druhů vypínačů podle typu jejich zapojení do obvodu.

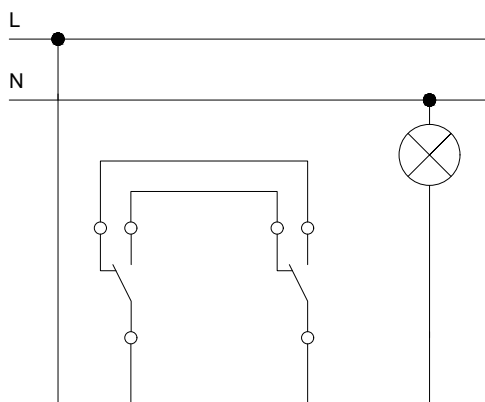
U vypínačů také rozlišujeme jejich stupeň krytí. Krytí IP 20 je určeno pro spínače uvnitř budovy a krytí IP 44 pro umístění spínačů ve vnějších prostorech.

Druhy vypínačů podle jejich zapojení:

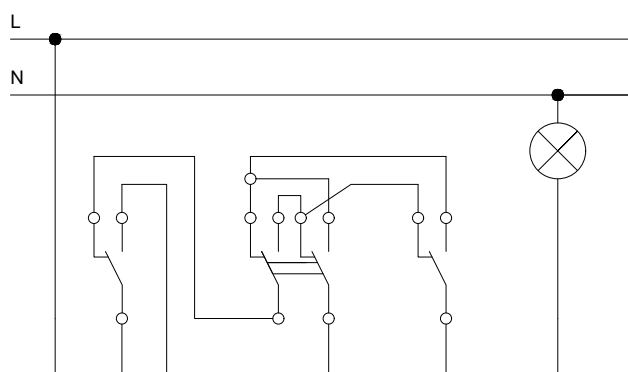
- jednopólové (jeden spínač v obvodu)
- sériové (jeden spínač se dvěma kolébkami pro oddělená světla) (obrázek 4.2)
- schodišťové (dva krajní spínače při zapojení 2 a více spínačů) (obrázek 4.3)
- křížové (spínače zapojené mezi krajními schodišťovými při zapojení 3 a více spínačů) (obrázek 4.4)



Obrázek 4.2: Schéma zapojení sériového vypínače



Obrázek 4.3: Schéma zapojení schodišťového vypínače



Obrázek 4.4: Schéma zapojení křížového vypínače (krajní - schodišťové)

Kapitola 5

Elektronický zabezpečovací systém (EZS)

Na trhu působí mnoho výrobců a každý má svůj způsob rozvodu kabelů. Jedno z možných čistě drátových řešení je popsáno níže.

5.1 Kabely pro EZS

Pro rozvod kabelů je důležité dodržovat určité zásady. Hlavní ze zásad je ta, že kabely musí být taženy od detektoru rovnou do ústředny a nikdy je nelze napojovat.

Používané kabely:

- CYKY-J 3x1,5 (3Cx1,5)
 - SYKFY 2x2x0,5 – 4 žíly
 - SYKFY 3x2x0,5 – 6 žil
 - SYKFY 4x2x0,5 – 8 žil
 - STP kat. 5e – Stíněný síťový kabel
- [14]

5.2 Připojení prvků EZS

Ústředna

Ústředna je jediný prvek, který je napájen z el. sítě. Je tedy potřeba přivést ústředně napájení. To se provádí pomocí kabelu CYKY-J 3x1,5 (3Cx1,5). Kabel je tažen z ústředny rovnou do rozvaděče na samostatný jistič (6A). Kabely od všech ostatních detektorů povedou do ústředny. Ústřednu lze připojit kabelem STP k internetu (do vnitřní sítě LAN). [14]

Klávesnice

Klávesnice se připojuje pomocí kabelu SYKFY 4x2x0,5. Kabel se vede z klávesnice rovnou do ústředny. Je vhodné vyvést tento kabel do instalační krabice KU68 (klasické kulaté pro vypínače a zásuvky). [14]

Venkovní siréna

Siréna se připojuje 8 žilovým kabelem. Kabel je veden přímo do ústředny. Siréna se umístí na místo, kde je dobře viditelná (typicky ve výšce přibližně 3,5 m nad zemí). [14]



Část II

Návrh elektroinstalace RD

Kapitola 6

Volba způsobu vytápění a výpočet nákladů

V lokalitě je možno volit z následujících způsobů vytápění:

- Tepelné čerpadlo
- Elektrokotel
- Plynový kotel

Podle údajů projektanta stavby je celková roční potřebná dodávka tepla objektu stanovena na 19800 kWh/rok. Dále je třeba počítat s dodávkou teplé vody pro 4 osoby v množství 50 l/den, potřebné množství energie je cca 3900 kWh/rok. Spotřeba elektřiny pro ostatní účely je odhadnuta na 1500 kWh/rok. Ve výpočtech jsou ceny včetně DPH, pokud není uvedeno jinak.

6.1 Volba typu sazby

Pro výpočet nákladů na elektřinu je nutné znát distribuční sazbu, kterou přiznává poskytovatel distribučních služeb podle stanovených podmínek. V současné době je pro účely vytápění elektřinou dostupná pouze sazba D57d. Tuto sazbu jsem použil pro variantu tepelné čerpadlo a elektrokotel. Pokud bude zvoleno plynové vytápění, nebudou splněny podmínky pro přiznání této sazby. Proto jsem zvolil pro tento případ sazbu D01d, jelikož v tomto případě uvažuji ohřev teplé užitkové vody plynovým kotlem.

6.2 Varianta elektrokotel (EK)

V této variantě bude pro vytápění použit elektrokotel. Potřebná dodávka elektřiny pro elektrokotel činí 19800 kWh/rok. Teplá užitková voda (TUV) se bude ohřívat elektrickým bojlerem, spotřeba je stanovena na 3900 kWh/rok. Ostatní spotřeba domu činí 1500 kWh/rok.

Celková spotřeba elektřiny je 25200 kWh/rok, z toho 250 kWh v tarifu VT a 24950 kWh v tarifu NT (obrázek 6.1). V době VT se uvažuje odepnutí EK a bojleru.

Dle ERÚ kalkulátoru [5] vycházejí roční náklady na elektřinu ve výši 67 068 Kč za rok (obrázek 6.2). Cenu elektrokotle s příslušenstvím jsem odhadl na 30 000 Kč.

Období:	2017 ▼
Typ odběru:	Domácnost ▼
Odebíráte na území:	Středočeský kraj (Oblast ČEZ Distribuce) ▼
Máte přidělenou sazbu za distribuci:	D57d ▼
Máte nainstalovaný jistič:	nad 3x25 A do 3x32 A včetně ▼
Vaše roční spotřeba elektřiny ve vysokém tarifu:	250 [kWh]
Vaše roční spotřeba elektřiny v nízkém tarifu:	24950 [kWh]
Váš dodavatel elektrické energie:	ČEZ Prodej, s.r.o. ▼
Váš produkt:	D-Elektrické topení - Comfort ▼

Obrázek 6.1: Vstupní údaje pro výpočet ceny elektřiny, var. EK [5]

Položka	Bez DPH [Kč/rok]	DPH [Kč/rok]	Včetně DPH [Kč/rok]
Celková platba	55 428,08	11 639,90	67 067,98
Z toho za silovou elektřinu	32 510,20	6 827,14	39 337,34
Z toho za distribuci	7 304,63	1 533,97	8 838,60
Z toho za ostatní regulované služby	14 900,09	3 129,02	18 029,11
Z toho daň z elektřiny	713,16	149,76	862,92

Obrázek 6.2: Celková roční platba, var. EK [5]

6.3 Varianta plynový kotel (PK)

V této variantě bude pro vytápění i ohřev vody použit plynový kotel. Potřebná dodávka plynu pro vytápění i ohřev TUV je stanovena na 23700 kWh/rok. Elektrický bojler tedy nebude instalován. Spotřeba elektrické energie domu činí 1500 kWh/rok, vše v tarifu VT (obrázek 6.3).

Pro výpočet nákladů na plyn jsem použil fakturu z domácnosti (dodavatel innogy). V části dodávka je použita sazba 0,994 Kč/kWh a 106,2 Kč/měsíc, v části distribuce je použita sazba 0,19159 Kč/kWh a 130,14 Kč/měsíc. Služby operátora trhu mají sazbu 0,00213 Kč/kWh (vše bez DPH). Cena dodávky plynu v množství 23700 kWh/rok činí 37 492 Kč s DPH za rok.

Dle kalkulátoru ERÚ [5] vycházejí roční náklady na elektřinu ve výši 8 335 Kč za rok (obrázek 6.4). Celkové náklady na energii tedy činí 45 827 Kč za rok. Cenu plynového kotle s veškerým příslušenstvím a přípojkou plynu jsem odhadl na 100 000 Kč.

Období:	2017 ▼
Typ odběru:	Domácnost ▼
Odebíráte na území:	Středočeský kraj (Oblast ČEZ Distribuce) ▼
Máte přidělenou sazbu za distribuci:	D01d ▼
Máte nainstalovaný jistič:	nad 3x20 A do 3x25 A včetně ▼
Vaše roční spotřeba elektřiny ve vysokém tarifu:	1500 [kWh]
Váš dodavatel elektrické energie:	ČEZ Prodej, s.r.o. ▼
Váš produkt:	D-Standard - COMFORT ▼

Obrázek 6.3: Vstupní údaje pro výpočet ceny elektřiny, var. PK [5]

Položka	Bez DPH [Kč/rok]	DPH [Kč/rok]	Včetně DPH [Kč/rok]
Celková platba	6 888,41	1 446,57	8 334,97
Z toho za silovou elektřinu	2 539,50	533,30	3 072,80
Z toho za distribuci	3 364,25	706,49	4 070,74
Z toho za ostatní regulované služby	942,21	197,86	1 140,07
Z toho daň z elektřiny	42,45	8,91	51,36

Obrázek 6.4: Celková roční platba, var. PK [5]

6.4 Varianta tepelné čerpadlo (TČ)

V této variantě bude pro vytápění použito tepelné čerpadlo země-voda s koeficientem $COP = 3$. Potřebná dodávka elektřiny pro TČ tedy činí 6600 kWh/rok. Teplá užitková voda (TUV) se bude ohřívat elektrickým bojlerem, spotřeba je 3900 kWh/rok. Ostatní spotřeba domu činí 1500 kWh/rok. Ohřev TUV tepelným čerpadlem se neuvažuje.

Celková spotřeba elektřiny je 12000 kWh/rok, z toho 1350 kWh v tarifu VT a 10650 kWh v tarifu NT (obrázek 6.5). Tento odhad vyplývá z doby trvání NT během dne, v době VT bude odepnut pouze bojler.

Pro výpočet nákladů na elektřinu jsem použil kalkulátor na stránkách ERÚ [5]. Dle tohoto kalkulátoru vycházejí roční náklady na elektřinu ve výši 35 054 Kč za rok (obrázek 6.6). Pořizovací náklady TČ jsem odhadl na 250 000 Kč (včetně záložního elektrokotle).

Období:	2017 ▼
Typ odběru:	Domácnost ▼
Odebíráte na území:	Severočeský kraj (Oblast ČEZ Distribuce) ▼
Máte přidělenou sazbu za distribuci:	D57d ▼
Máte nainstalovaný jistič:	nad 3x25 A do 3x32 A včetně ▼
Vaše roční spotřeba elektřiny ve vysokém tarifu:	1350 [kWh]
Vaše roční spotřeba elektřiny v nízkém tarifu:	10650 [kWh]
Váš dodavatel elektrické energie:	ČEZ Prodej, s.r.o. ▼
Váš produkt:	D-Elektrické topení - Comfort ▼

Obrázek 6.5: Vstupní údaje pro výpočet ceny elektřiny, var. TČ [5]

Položka	Bez DPH [Kč/rok]	DPH [Kč/rok]	Včetně DPH [Kč/rok]
Celková platba	28 969,96	6 083,69	35 053,65
Z toho za silovou elektřinu	15 922,20	3 343,66	19 265,86
Z toho za distribuci	5 582,08	1 172,24	6 754,31
Z toho za ostatní regulované služby	7 126,08	1 496,48	8 622,56
Z toho daň z elektřiny	339,60	71,32	410,92

Obrázek 6.6: Celková roční platba, var. TČ [5]

6.5 Výběr nejvhodnější varianty

Pro výběr nejvhodnější varianty lze použít různé metody. Zde jsem použil rozhodovací metodu NPV. Předpokládaná doba životnosti každého zařízení je 15 let.

Nárůst cen energie elektřiny a plynu odhaduji na 2 % ročně, což je kompromis mezi navýšením doporučeným pro energetické audity a realitou trhu. Stejně procento uvažuji i pro nárůst ceny servisu. Diskontní sazbu jsem zvolil 1 %, neboť se jedná o jedno z nejvyšších možných zhodnocení vkladu na bankovním spořicí účtu (Air Bank) [15]. Jiné způsoby zhodnocení jsem neuvažoval.

Vzorec pro výpočet NPV:

$$NPV = \sum_{t=1}^T CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN$$

NPV - Čistá současná hodnota

CF_t - Cash flow v roce t

r - Diskontní sazba

t - Rok

T - Celková délka období

IN - Počáteční investice v roce 0

6.5.1 Výpočet NPV jednotlivých variant

Vstupními údaji pro výpočet NPV (tabulka 6.1) jsou provozní náklady za jednotlivé roky a pořizovací cena zařízení. Provozní náklady zahrnují platbu za energie a cenu ročního servisu s předpokládaným nárůstem těchto cen 2 % ročně. Diskontní sazba je 1 %.

Jelikož se jedná o náklady, uvedl jsem ceny v tabulce 6.2 se znaménkem mínus. Pro zmíněné vstupní podmínky se tedy vyplatí varianta s nejméně záporným NPV.

Položka	EK	PK	TČ
Investice	30 000 Kč	100 000 Kč	250 000 Kč
Cena údržby za rok	1 000 Kč	2 000 Kč	2 000 Kč
Cena energie za rok	67 068 Kč	48 194 Kč	35 054 Kč
Provoz celkem za rok	68 068 Kč	50 194 Kč	37 054 Kč

Tabulka 6.1: Vstupní údaje jednotlivých variant pro výpočet NPV

Náklady	Varianta EK	Varianta PK	Varianta TČ
Investice	- 30 000 Kč	- 100 000 Kč	- 250 000 Kč
Provoz rok 1	- 68 068 Kč	- 50 194 Kč	- 37 054 Kč
Provoz rok 2	- 69 429 Kč	- 51 198 Kč	- 37 795 Kč
Provoz rok 3	- 70 818 Kč	- 52 222 Kč	- 38 551 Kč
Provoz rok 4	- 72 234 Kč	- 53 267 Kč	- 39 322 Kč
Provoz rok 5	- 73 679 Kč	- 54 332 Kč	- 40 108 Kč
Provoz rok 6	- 75 153 Kč	- 55 419 Kč	- 40 910 Kč
Provoz rok 7	- 76 656 Kč	- 56 527 Kč	- 41 728 Kč
Provoz rok 8	- 78 189 Kč	- 57 657 Kč	- 42 563 Kč
Provoz rok 9	- 79 752 Kč	- 58 811 Kč	- 43 414 Kč
Provoz rok 10	- 81 348 Kč	- 59 987 Kč	- 44 283 Kč
Provoz rok 11	- 82 974 Kč	- 61 187 Kč	- 45 168 Kč
Provoz rok 12	- 84 634 Kč	- 62 410 Kč	- 46 072 Kč
Provoz rok 13	- 86 327 Kč	- 63 658 Kč	- 46 993 Kč
Provoz rok 14	- 88 053 Kč	- 64 932 Kč	- 47 933 Kč
Provoz rok 15	- 89 814 Kč	- 66 230 Kč	- 48 892 Kč
NPV	- 1 114 071 Kč	- 899 409 Kč	- 840 127 Kč

Tabulka 6.2: Výpočet NPV jednotlivých variant

6.5.2 Citlivostní analýza NPV

Z tabulky 6.2 vychází nejvýhodněji varianta TČ. Pokud by se však změnilы vstupní parametry pro výpočet NPV (diskontní sazba, provozní náklady nebo pořizovací ceny), mohla by výhodněji vyjít jiná varianta. Proto jsem

provedl citlivostní analýzu pro varianty PK a TČ. Variantu EK lze z citlivostní analýzy vyloučit, jelikož je téměř nemožné, aby se stala výhodnější než ostatní uvažované. Pro zvolení této varianty by musela diskontní sazba být cca o 25 % vyšší než navýšení cen energií nebo pořizovací cena TČ i PK několikanásobně vyšší.

Pro účely citlivostní analýzy jsem si sestavil tabulku 6.3. Ta vyhodnocuje úsporu za každý rok provozu a NPV za 15 let pro variantu PK a TČ oproti variantě EK. Diskontní sazba je 1 % a roční navýšení cen energie 2 %.

Citlivostní analýzu jsem provedl pro dva případy různých proměnných. V první analýze zjišťuji výhodnost varianty v závislosti na diskontní sazbě a na navýšení cen energie. V druhé analýze pak výhodnost varianty v závislosti na pořizovací ceně zařízení.

Rozdíl CF	Rozdíl EK - PK	Rozdíl EK - TČ
Investice	- 70 000 Kč	- 220 000 Kč
Provoz rok 1	17 874 Kč	31 014 Kč
Provoz rok 2	18 231 Kč	31 635 Kč
Provoz rok 3	18 596 Kč	32 267 Kč
Provoz rok 4	18 968 Kč	32 913 Kč
Provoz rok 5	19 347 Kč	33 571 Kč
Provoz rok 6	19 734 Kč	34 242 Kč
Provoz rok 7	20 129 Kč	34 927 Kč
Provoz rok 8	20 531 Kč	35 626 Kč
Provoz rok 9	20 942 Kč	36 338 Kč
Provoz rok 10	21 361 Kč	37 065 Kč
Provoz rok 11	21 788 Kč	37 806 Kč
Provoz rok 12	22 224 Kč	38 562 Kč
Provoz rok 13	22 668 Kč	39 334 Kč
Provoz rok 14	23 122 Kč	40 120 Kč
Provoz rok 15	23 584 Kč	40 923 Kč
NPV	214 662 Kč	273 943 Kč

Tabulka 6.3: Výpočet rozdílu NPV

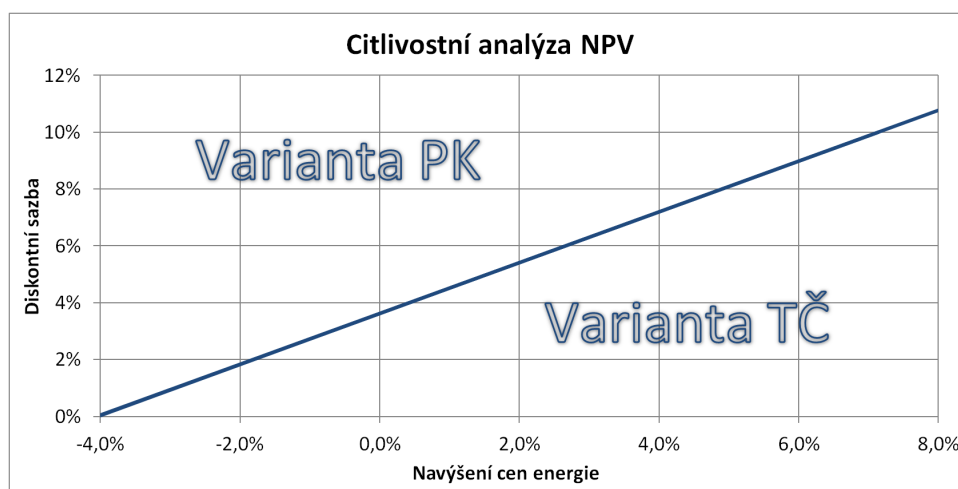
■ Citlivostní analýza: Diskontní sazba – Navýšení cen energie

V této citlivostní analýze zobrazuji vliv diskontní sazby a navýšení cen energie na výběr varianty. Na obrázku 6.7 je tabulka, kde je vidět úspora při výběru varianty TČ oproti variantě PK, tedy rozdíl TČ–PK. Tabulka zobrazuje NPV v tisících Kč za období předpokládané životnosti zařízení, tedy 15 let. Varianta TČ je výhodná při kladné hodnotě (zelená), naopak varianta PK je výhodná při záporné hodnotě (červená). Například pro předpokládanou diskontní sazbu 1 % a předpokládané roční navýšení cen energie 2 % se při výběru varianty TČ ušetří 59 000 Kč za 15 let (NPV).

NPV v tisících Kč	Navýšení cen energie											
	0%	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	
Diskontní sazba	0%	47	62	77	94	113	134	156	180	207	236	268
	1%	32	45	59	75	91	110	130	151	175	201	229
	2%	19	31	43	57	72	89	106	126	147	170	196
	3%	7	17	29	41	55	70	86	103	122	143	166
	4%	-4	6	16	27	40	53	67	83	100	119	139
	5%	-14	-5	4	15	26	38	51	65	80	97	115
	6%	-22	-15	-6	3	13	24	36	49	63	78	94
	7%	-30	-23	-15	-7	2	12	23	34	47	60	75
	8%	-38	-31	-24	-16	-8	1	11	21	33	45	58
	9%	-44	-38	-32	-25	-17	-9	0	9	20	31	43
	10%	-50	-45	-39	-32	-25	-18	-10	-1	8	18	29

Obrázek 6.7: Citlivostní analýza – rozdíl NPV za 15 let

Pro určení limitních hodnot diskontní sazby a navýšení cen energie jsem citlivostní analýzu NPV vynesl do grafu (obrázek 6.8). V něm je vidět, kdy se vyplatí varianta TČ (oblast pod limitní křivkou) a kdy je vhodnější zvolit variantu PK (oblast nad limitní křivkou).



Obrázek 6.8: Citlivostní analýza NPV – limitní křivka výběru varianty

Citlivostní analýza: Pořizovací cena TČ – Pořizovací cena PK

Pořizovací náklady na zařízení se mohou lišit od předpokládaných. Proto jsem provedl také citlivostní analýzu závislosti pořizovacích cen zařízení. Tato analýza předpokládá diskontní sazbu 1 % a navýšení cen energie 2 % za rok. Předpokládané pořizovací ceny jsou 250 000 Kč pro variantu TČ a 100 000 Kč pro variantu PK. Tabulka na obrázku 6.9 vyhodnocuje vliv pořizovací ceny zařízení v rozmezí $\pm 50\,000$ Kč od předpokládané pro každou variantu. Varianta TČ je výhodná při kladné hodnotě NPV (zelená), naopak varianta

PK je výhodná při záporné hodnotě NPV (červená). Z tabulky lze opět vyčíst kolik tisíc Kč v čisté současné hodnotě se ušetří za období předpokládané životnosti zařízení 15 let při výběru varianty TČ. Pro předpokládané pořizovací náklady se ušetří 59 000 Kč.

NPV v tisících Kč		Pořizovací cena PK v tisících Kč										
		50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Pořizovací cena TČ v tisících Kč	200	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149	159
	210	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139	149
	220	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129	139
	230	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119	129
	240	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109	119
	250	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99	109
	260	-1	9	19	29	39	49	59	69	79	89	99
	270	-11	-1	9	19	29	39	49	59	69	79	89
	280	-21	-11	-1	9	19	29	39	49	59	69	79
	290	-31	-21	-11	-1	9	19	29	39	49	59	69
	300	-41	-31	-21	-11	-1	9	19	29	39	49	59

Obrázek 6.9: Citlivostní analýza NPV – rozdíl nákladů za 15 let

6.5.3 Zvolená varianta vytápění

Výpočet NPV jednotlivých variant (tabulka 6.2) ukazuje, že nejvhodnější variantou pro vytápění je varianta s tepelným čerpadlem (varianta TČ). Po provedení citlivostní analýzy mohou konstatovat, že je velmi málo pravděpodobné, aby byla výhodnější jiná varianta vytápění i pro poměrně velké rozptyly vstupních hodnot pro výpočet NPV. Budoucí mírné změny diskontní sazby nebo změny cen energie, případně i odchylka od předpokládané pořizovací ceny zařízení neovlivní výhodnost varianty TČ.

Projekt elektroinstalace jsem tedy navrhl pro vytápění tepelným čerpadlem.

Kapitola 7

Návrh elektroinstalace

Předmětem této kapitoly je vlastní návrh elektroinstalace rodinného domku a vypracování projektové dokumentace.

Podklady pro projekt:

- stavební půdorysy
- požadavky investora

7.1 Stanovení vnějších vlivů

Vnější vlivy jsem stanovil dle normy ČSN 33 2000-5-51 ed.3. Objekt se nachází v lehké námrazové oblasti se zanedbatelným vlivem sněhu.

Pro vnitřní prostory jsou všechny vlivy v kategorii 1 kromě následujících: AA5, AB5. Podle ČSN 332000-4-41 ed.2 se jedná o prostory normální.

V koupelně jsou určeny zóny dle ČSN 332000-7-701 ed.2. Kolem umyvadel a dřezů jsou určeny zóny dle ČSN 332130 ed.2

Pro venkovní prostory jsou všechny vlivy v kategorii 1 kromě následujících: AA7, AB8, AD3, BC2. Podle ČSN 332000-4-41 ed.2 se jedná o prostory nebezpečné.

7.2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana je provedena dle normy ČSN 332000-4-41 ed.2. Základní ochrana živých částí je izolací, krytem nebo přepážkou. Ochrana při poruše je automatickým odpojením od zdroje nadproudovými jisticími prvky. Bude provedeno ochranné pospojování. Zásuvky budou chráněny doplňkovou ochranou proudovým chráničem o vybavovacím proudu 30 mA.

V rozvaděči RD1 bude instalována sběrna hlavního uzemnění (HUP). Na tuto sběrnou se připojí ochranný vodič PE, vodičem CY 10mm² se dále na tuto sběrnou připojí vnější a vnitřní velké kovové předměty (potrubí topení, doplňující pospojování koupelny apod.).

7.3 Ochrana před nadproudy

Ochrana před přetížením a zkraty je provedena jističi s charakteristikou "B" umístěnými v rozvaděčích RM, RD1 a RG.

7.4 Krytí elektrických zařízení

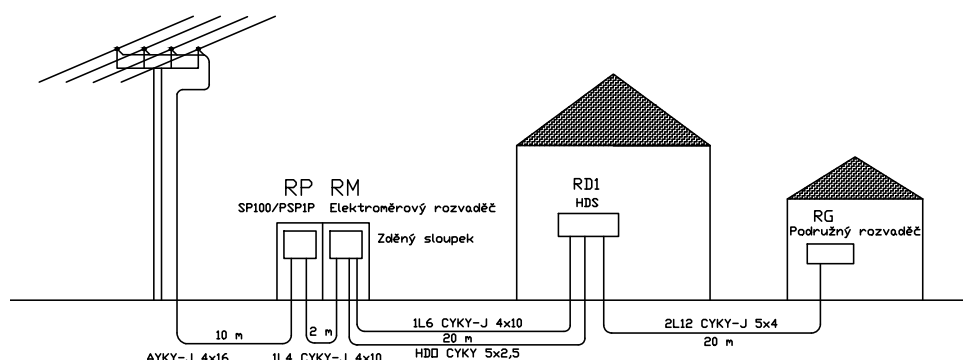
Stupeň krytí elektrických zařízení ve vnitřních prostorech bude minimálně IP20 a ve venkovních prostorech minimálně IP44.

7.5 Ochrana před přepětím

V rozvaděči RD1 bude umístěn společný I. a II. stupeň (T1+T2) přepětové ochrany. Citlivé spotřebiče (PC, TV) budou napojeny přes zásuvky v provedení se III. stupněm přepětové ochrany (T3).

7.6 Připojení objektu k síti provozovatele distribuční soustavy (PDS)

Zařízení investora musí být připojeno podle požadavků PDS. Připojení objektu je znázorněno na obrázku 7.1.



Obrázek 7.1: Schéma připojení objektu k síti PDS

Popis přípojky

Vedení je vrchní venkovní nn vodiči AlFe $3 \times 50 + 35\text{mm}^2$, vzdálenost k transformátoru o výkonu 250 kVA je 200 m. Před hranicí pozemku investora stojí podpěrný bod. Svod je proveden kabelem AYKY-J 4x16 do přípojkové skříně (RP) SP100/PSP1P s pojistkami 3x PHNA000 40A gG (v majetku distributora).

Z pojistkové skříně (RP) povede přívodní kabel 1L4 CYKY-J 4x10 (v majetku investora), který bude připojen do elektroměrového rozvaděče (RM). RP a RM jsou umístěny na hranici pozemku v pilíři oplocení.

Přívod 3/PEN, 50 Hz, 400/230 V, TN-C.

■ Měření elektrické energie

Obchodní měření (elektroměr) bude umístěno v elektroměrovém rozvaděči (RM). Před elektroměrem bude hlavní jistič LTN-32B (1Q5) s charakteristikou "B". Elektroměr bude přístupný pro pracovníky distributora. V této skříni bude také umístěn přijímač HDO pro ovládání odpojitelých tepelných spotřebičů (elektrokotel a bojler TUV). Schéma zapojení je v příloze.

Elektroměrový rozvaděč (RM) bude umístěn ve zděném sloupku v oplocení pozemku. Sloupek bude osazen elektroměrovou skříni s parametry požadovanými PDS. Základní požadavky: osazení 1x dvousazbový elektroměr + 1x přijímač HDO, jistič B32/3 a B6/1, vnější krytí IP44, stupeň mechanické ochrany IK10. Zvolil jsem typ ER212/NVP7P od výrobce DCK.

■ Přívod do objektu

Z elektroměrového rozvaděče (RM) povede přívodní kabel 1L6 CYKY-J 4x10 do hlavního domovního rozvaděče (RD1). Z rozvaděče RD1 bude kabelem 2L12 CYKY-J 5x4 napojen podružný rozvaděč (RG), který bude sloužit pro objekt garáže.

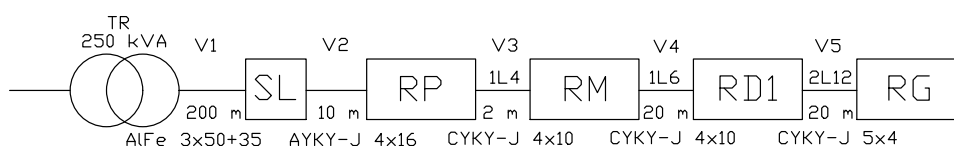
Vnitřní el. rozvody 3/N/PE, 50 Hz, 3x400/230 V, TN-S.

■ Zapojení HDO

Přijímač HDO je umístěn v rozvaděči RM. Společně s kabelem 1L6 bude položen ovládací kabel HDO CYKY 5x2,5, který bude sloužit ke spínání stykačů S1 (záložní elektrokotel) a S2 (bojler - ohřev TUV) umístěných v rozvaděči RD1.

■ 7.7 Výpočet hodnoty zkratového proudu

Projekt v programu Sichr začíná prvkem RP, proto je třeba zadat impedanci zdroje. Blokové schéma vedení je na obrázku 7.2. Vedení je složeno z úseků V1 až V5. Jsou známy parametry transformátoru TR a jednotlivých úseků vedení. Výpočet impedance a zkratového proudu v místě RP je proveden níže.



Obrázek 7.2: Blokové schéma vedení

■ Parametry

Transformátor TR: 22/0, 4kV, 250kVA, $R_{TR} = 8,3m\Omega$, $X_{TR} = 24,2m\Omega$

Vedení V1: AIFe 3 × 50 + 35, $l = 200m$, $R_1 = 0,596\Omega/km$, $X_1 = 0,285\Omega/km$

Vedení V2: AYKY-J 4 × 16, $l = 5m$, $R_1 = 1,91\Omega/km$, $X_1 = 0,05\Omega/km$

Vedení V3: CYKY-J 4 × 10, $l = 10m$, $R_1 = 1,8\Omega/km$, $X_1 = 0,05\Omega/km$

Vedení V4: CYKY-J 4 × 10, $l = 20m$, $R_1 = 1,8\Omega/km$, $X_1 = 0,05\Omega/km$

Vedení V5: CYKY-J 5 × 4, $l = 20m$, $R_1 = 4,5\Omega/km$, $X_1 = 0,05\Omega/km$

Z uvedených tabulek 7.1, 7.2 a 7.3 vyplývá, že celkový instalovaný příkon $P_i = 38,6 \text{ kW}$.

Výpočtové zatížení P_v :

$$P_v = \sum P_i * \beta = 38,6 * 0,5 = 19,3 \text{ kW}$$

Při uvažované soudobosti $\beta = 0,5$ je výpočtové zatížení $P_v = 19,3 \text{ kW}$.

Celková předpokládaná roční spotřeba el. energie je 12000 kWh.

■ Seznam elektrických obvodů

Pevně připojené spotřebiče		Pn [kW]
P1	Varná deska (3f)	7,2
P2	Elektrokotel (3f) - tech. m.	9
P3	Bojler - tech. m.	2,2
P4	Tepelné čerpadlo (3f)	3
Instalovaný příkon P_i [kW]		21,4

Tabulka 7.1: Příkony pevně připojených spotřebičů

Zás. obvod	Počet zás.	Místnosti	Pn [kW]
Z1	6	Šatna, tech. m., zádveří	0,5
Z2	3	Koupelna	0,5
Z3	1	Pračka - tech. m.	2,3
Z4	1	Sušička - tech. m.	1
Z5	1	Lednice - kuchyň	0,6
Z6	1	Myčka - kuchyň	1,8
Z7	3	Kuchyňský kout	2
Z8	3	Kuchyňský kout	2
Z9	8	Obývací pokoj + VP	0,4
Z10	6	Pokoj1 + VP	0,3
Z11	5	Pokoj2 + VP	0,3
Z12	8	Chodba + pokoje	0,1
Z13	6	Ložnice, pracovna	0,2
Z14	7	Pracovna, šatna	0,2
Z15	5	Venkovní sklady + VP	0,5
Z16	4	Garáž	0,5
3Z1	1	Trojfázová zás. - garáž	3
Instalovaný příkon P_i [kW]			16,2

Tabulka 7.2: Příkony zásuvkových obvodů

Okruh	Vývodů	Místnost	P _n [W]
S1	1	Zádveří	20
S1	1	Technická místnost	20
S1	2	Šatna1	40
S1	4	Chodba	40
S1	1	WC1	20
S1	1	WC2	20
S2	4	Koupelna	60
S2	3	Terasa	60
S3	1	Pracovna	60
S3	2	Šatna2	40
S3	1	Ložnice	60
S3	1	Pokoj1	60
S3	1	Pokoj2	60
S4	1	Spíž	40
S4	6	Obývací pokoj + KK	100
S5	3	KK	60
S5	4	Venkovní prostory	80
S6	8	Garáž + sklady	100
Instalovaný příkon P _i [W]			940

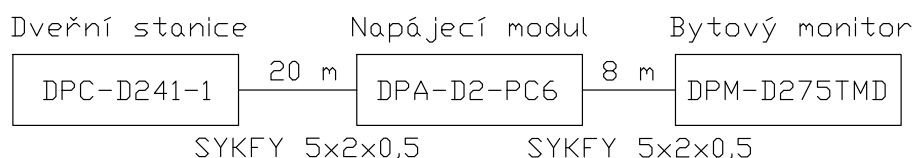
Tabulka 7.3: Příkony světelných obvodů

7.11 Slaboproudá část

Pro napájení slaboproudých rozvodů slouží dva jističe 6 A označeny EZS (pro elektronický zabezpečovací systém) a OST (pro domovní telefon, pro napájení zařízení společné televizní antény a pro switch síť LAN). Přívodní kabel bude ukončen na svorkovnici příslušného rozvaděče. Napájecí moduly budou připojeny pevně, pro přístroje vyžadující zásuvku bude v rozvaděčích instalována zásuvka na DIN lištu.

7.11.1 Domovní telefon DT

Domovní telefon bude realizován formou video-vrátného. Sestava DT obsahuje dveřní stanici (DPC-D241-1), bytový monitor (DPM-D275TMD) a napájecí modul (DPA-D2-PC6). Součástí venkovní jednotky (dveřní stanice) je i kamera s přísycením pro noční režim a také ovládací relé pro elektrický dveřní zámek. Vnitřní jednotka (bytový monitor) bude instalována na stěně v chodbě. Je vybavena barevným displejem a možností ovládání elektrického zámku. Napájecí modul bude instalován v rozvaděči STA na DIN lištu. Připojení vnitřní a venkovní jednotky k modulu bude pomocí sdělovacího kabelu SYKFY 5x2x0,5. Ten bude tažen v ohebné trubce 2323/LPE-2 (tzv. husí krk) ve vnitřních prostorách. Ke dveřní stanici bude sdělovací kabel veden v ohebné dvouplášťové trubce KF 09050 BA KOPOFLEX (tzv. chránička) uložené v zemi. Blokové schéma zapojení DT je na obrázku 7.3.

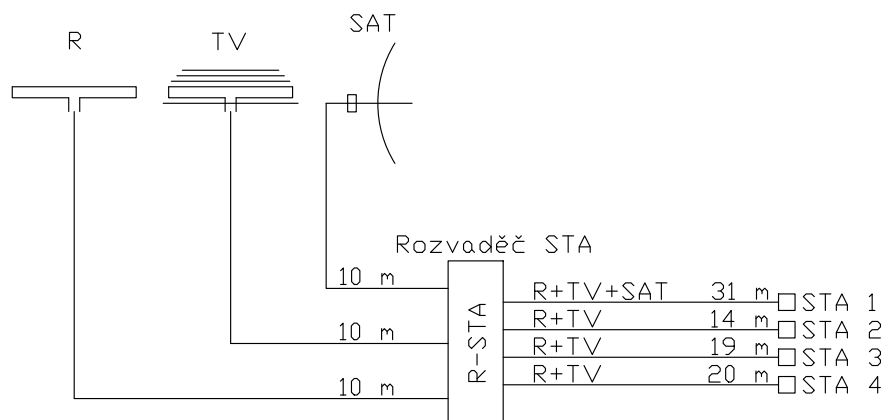


Obrázek 7.3: Blokové schéma zapojení domovního telefonu

7.11.2 Společná televizní anténa STA

Na střeše budou umístěny antény pro příjem VKV rozhlasu a televize v UKV pásmu, a dále anténa pro příjem satelitní televize. Koaxiální kabely budou vedeny v ohebné trubce do rozvaděče STA, kde bude umístěno zařízení pro zesilování a rozbočování signálu. Z rozvaděče vedou koaxiální kabely uložené v ohebných trubkách 2329/LPE-2 ve zdech do pokojů, kde je zásuvka STA vyžadována (dle výkresu v příloze). Každá zásuvka je připojena do rozvaděče samostatným kabelem. Blokové schéma zapojení je na obrázku 7.4.

Zvolený způsob rozvodu umožní instalovat v rozvaděči téměř libovolné komponenty STA. Vzhledem k tomu, že problematika STA vyžaduje v některých případech specifické řešení, nezabýval jsem se konkrétním osazením rozvaděče STA elektronickými prvky. Instalace STA bude provedena odbornou firmou po provedení měření kvality signálu. Cena elektroinstalace tedy tyto prvky ani koaxiální kabeláž nezahrnuje.

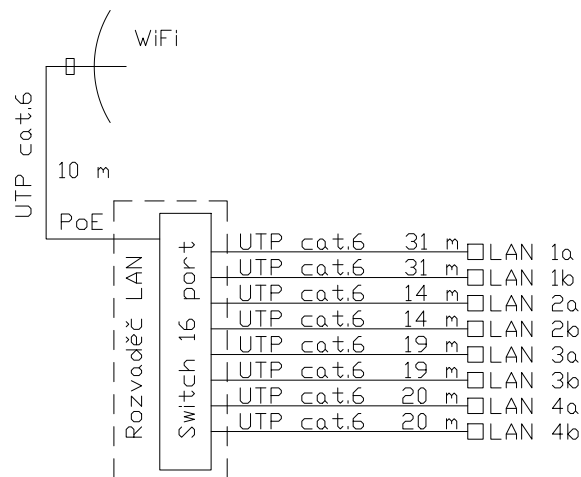


Obrázek 7.4: Blokové schéma zapojení STA

7.11.3 Rozvody LAN

Na střeše bude umístěna anténa se zařízením WiFi pro příjem bezdrátového signálu. Signál bude přiveden kabelem UTP cat.6 uloženým v ohebné trubce 2323/LPE-2 do rozvaděče LAN. Napájení WiFi vysílače bude pomocí PoE. V rozvaděči bude umístěn switch TP-LINK TL-SG1016D se 16 porty. Vnitřní rozvody LAN provedené kabely UTP cat.6 budou uloženy v ohebné trubce ve zdech a ukončeny datovými zásuvkami 2x RJ45 v pokojích. Anténa WiFi není

součástí ceny, neboť je standardně dodávána poskytovatelem internetového WiFi připojení. Blokové schéma zapojení je na obrázku 7.5, vedení vnitřních rozvodů v příloze.



Obrázek 7.5: Blokové schéma zapojení rozvodů LAN

7.11.4 Elektronický zabezpečovací systém EZS

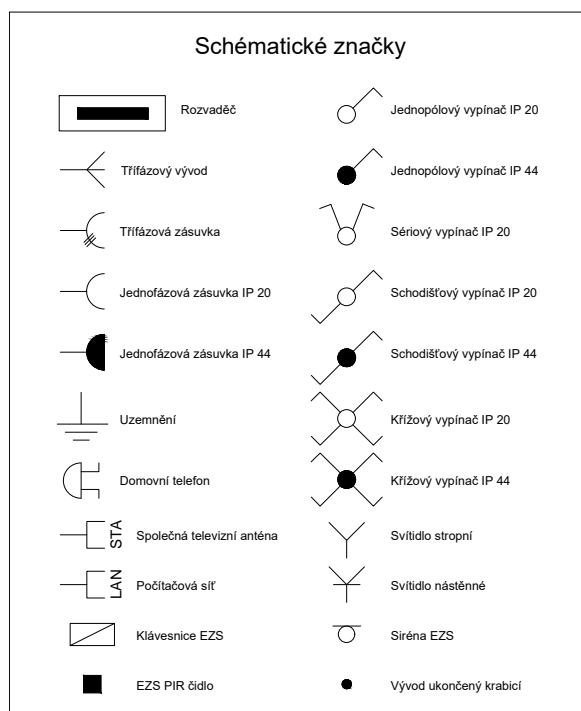
Pro zabezpečení domu jsem zvolil čistě drátové řešení s prvky firmy Jablotron. V domě bude v každé místnosti s okny umístěno PIR čidlo, v zádveří umístěna ovládací klávesnice a v technické místnosti ústředna EZS. Na venkovní stěně domu bude instalována siréna. Rozvody EZS jsou na výkresu v příloze.

Zapojení EZS bude podle kapitoly 5. Pro rozvody EZS budou ve zdech uloženy ohebné trubky 2316/LPE-2. Ústředna EZS (JA-82K - OASiS) umístěna v technické místnosti bude napájena přes 6 A jistič označený EZS. Součástí ústředny bude i GSM Komunikátor (JA-82Y). Drátová klávesnice (JA-81E) a venkovní siréna (OS-365A) se připojí k ústředně kabelem SYKIFY 4x2x0,5 a PIR detektory (JS-20 LARGO) kabelem SYKIFY 3x2x0,5.

Půdorysné schéma rozvodů EZS je uvedeno v příloze.

7.12 Schéma zapojení elektroinstalace

Půdorysné schéma elektroinstalace jsem nakreslil v programu AutoCAD a pro celkové schéma zapojení jsem využil program Sichr. Všechna schémata jsou v přílohách. Význam použitých značek ve výkresech je na obrázku 7.6.



Obrázek 7.6: Význam použitých schématických značek

7.13 Odhad pořizovacích a ročních provozních nákladů elektroinstalace

Do odhadu pořizovacích nákladů elektroinstalace je nutné zahrnout náklady na materiál a práci elektrikáře, který bude elektroinstalaci provádět. Roční provozní náklady pak vyplývají z odhadované celkové spotřeby elektřiny za rok.

7.13.1 Odhad pořizovacích nákladů elektroinstalace

Pro odhad nákladů na materiál jsem si sestavil tabulku cen jednotlivých prvků, které jsem čerpal z různých internetových obchodů. Tato tabulka je uvedena v příloze. Ceny jsou převzaté z internetových obchodů firem Elektro Palouček [16], EMAT.cz [17], Elima elektro [18], ELEKTROPEN CZ [19], Shopelektro [20], ASM [21], Alza.cz [22] a Jablotron [23].

Náklady na materiál jsem odhadl celkem na 113 288 Kč včetně DPH 21 %.

V odhadu nákladů na provedení elektroinstalace vycházím z velikosti objektu (dům a samostatná garáž), složitosti a náročnosti provedení instalace. Je nutné odhadnout kolik času zabere provedení elektroinstalace včetně slaboproudé části. Mzdy elektrikářů se pohybují kolem 270–310 Kč/h. Počítám s průměrnou mzdou 290 Kč/h. Celkovou dobu práce odhaduji na 300 hodin. Odhad ceny za provedení elektroinstalace je tedy 87 000 Kč.

Celkové pořizovací náklady elektroinstalace odhaduji na 200 288 Kč.

Tuto práci lze považovat za projektovou dokumentaci. Do nákladů tedy není započítána práce projektanta. Cena projektu se obvykle pohybuje kolem 10 – 20 % z celkových pořizovacích nákladů elektroinstalace.

V neposlední řadě je třeba počítat s náklady na zajištění příkonu dle vyhlášky o připojení, které jsou 5 000 Kč pro třífázový jistič 32 A. [24]

■ 7.13.2 Odhad ročních provozních nákladů

Roční provozní náklady vycházejí z kapitoly 6.4. Pro vytápění je použito tepelné čerpadlo. Při sazbě D57d a roční spotřebě elektřiny 12000 kWh, bude účtováno cca 1350 kWh v tarifu VT a 10650 kWh v tarifu NT. Pro výpočet ročních nákladů na elektřinu jsem použil kalkulátor ERÚ [5].

Roční provozní náklady odhaduji ve výši 35 054 Kč.

Kapitola 8

Závěr

V rámci bakalářské práce jsem vytvořil návrh elektroinstalace rodinného domku podle platných českých technických norem. K vytvoření projektu je vhodné mít nastudovanou specifickou problematiku, kterou jsem uvedl v teoretické části práce, a znalost technických zařízení, které jsou v elektroinstalaci použity.

V návrhu elektroinstalace vycházím z volby varianty vytápění a z předpokládaného výpočtového zatížení. Variantu vytápění jsem zvolil pomocí rozhodovací metody NPV. Po provedení výpočtů a citlivostní analýzy jsem se rozhodl pro vytápění objektu pomocí tepelného čerpadla a pro tuto variantu jsem navrhl elektroinstalaci.

Ve vlastním návrhu elektroinstalace jsem stanovil vnější vlivy, popsal způsob ochran, připojení objektu k distribuční síti a vypočetl hodnotu počátečního rázového zkratového proudu. Dále jsem popsal způsob provedení osvětlení a vnitřních elektrických rozvodů a vypočetl jsem předpokládané zatížení. Navrhl jsem slaboproudou část zahrnující domovní telefon, rozvody STA, rozvody LAN a EZS. V dokumentaci jsem uvedl také přehled schématických značek, které používám ve výkresech. Půdorysná schémata zapojení elektroinstalace jsem nakreslil v programu AutoCAD a celkové zapojení elektrických rozvodů jsem vytvořil a ověřil v programu Sichr. Na závěr jsem provedl odhad pořizovacích a ročních provozních nákladů elektroinstalace.

Detaily projektu jsou uvedeny v přílohách.

Hlavním přínosem práce je vlastní návrh elektroinstalace rodinného domku, který je připraven k realizaci. Zároveň může práce sloužit i jako zdroj základních informací o problematice elektroinstalace v rodinných domech, čímž usnadní tvorbu dalších podobných projektů. Kapitola zabývající se volbou způsobu vytápění není typickou součástí běžných projektů elektroinstalace, a proto může být i určitým vodítkem při řešení této problematiky v jiných projektech.



Literatura

- [1] ČEZ Distribuce. Připojovací podmínky nn pro osazení měřicích zařízení v odběrných místech napojených z distribuční sítě nízkého napětí, platné od 1. 6. 2015
<http://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/potrebuji-vyresit/pripojovaci-podminky.html>, 22/04/2017.
- [2] Elektronická učebnice. Ochranné přístroje,
<https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/374>, 03/01/2017.
- [3] Internetový elektroobchod.
<http://www.elektrobockova.cz/>, 03/01/2017.
- [4] Katalog firmy OEZ. Aplikační příručka, přepětové ochrany
www.oez.cz/file/279/download/, 03/01/2017.
- [5] Energetický regulační úřad. Cenový kalkulátor
<http://kalkulator.eru.cz/>, 23/04/2017.
- [6] Wikipedia. Stupeň krytí,
<https://cs.wikipedia.org/wiki/stupen-kryti>, 03/01/2017.
- [7] ÚNMZ. ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 – Elektrické instalace nízkého napětí: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti. Duben 2010.
- [8] ÚNMZ. ČSN 33 2000-1 ed. 2 – Elektrické instalace nízkého napětí: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice. Květen 2009.
- [9] ÚNMZ. ČSN 33 2130 ed. 3 – Vnitřní elektrické rozvody. Prosinec 2014.
- [10] ÚNMZ. ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 – Elektrické instalace nízkého napětí: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech, Prostory s vanou nebo sprchou. Zářij 2007.
- [11] Fencl F. *Elektrický rozvod a rozvodná zařízení*. Skripta ČVUT, 2009.
- [12] Ivan Cimbolinec. *Přednášky z předmětu Provoz elektroenergetických systémů, FEL, ČVUT*. 2016.
- [13] Schneider Electric. Katalog elektrotrh 2011, princip proudového chrániče,
<http://www.schneider-electric.cz/>, 03/01/2017.

- [14] EZS.cz. Elektronický zabezpečovací systém,
<https://ezs.cz/>, 23/04/2017.
- [15] Air Bank. Spořicí účet, přehled úročení
<https://www.airbank.cz/produkty/sporici-ucet/>, 15/05/2017.
- [16] Internetový obchod Elektro Palouček.
<https://www.elektro-paloucek.cz/>, 12/05/2017.
- [17] Internetový obchod EMAT.cz.
<http://www.emat.cz/>, 12/05/2017.
- [18] Internetový obchod Elima elektro.
<http://www.elima.cz/obchod/>, 12/05/2017.
- [19] Internetový obchod ELEKTROPEN CZ.
<https://www.elektropen.cz/>, 12/05/2017.
- [20] Internetový obchod Shopelektro.
<https://www.shopelektro.cz/>, 12/05/2017.
- [21] Internetový obchod ASM.
<https://www.asm.cz/>, 12/05/2017.
- [22] Internetový obchod Alza.cz.
<https://www.alza.cz/>, 12/05/2017.
- [23] Internetový obchod Jablotron.
<https://www.jabloshop.cz/>, 12/05/2017.
- [24] ČEZ Distribuce. Výpočet podílu žadatele na nákladech na zajištění
příkonu dle vyhlášky o připojení
<http://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/potrebuji-vyresit/vypocet-financniho-podilu.html>, 15/05/2017.



Seznam příloh

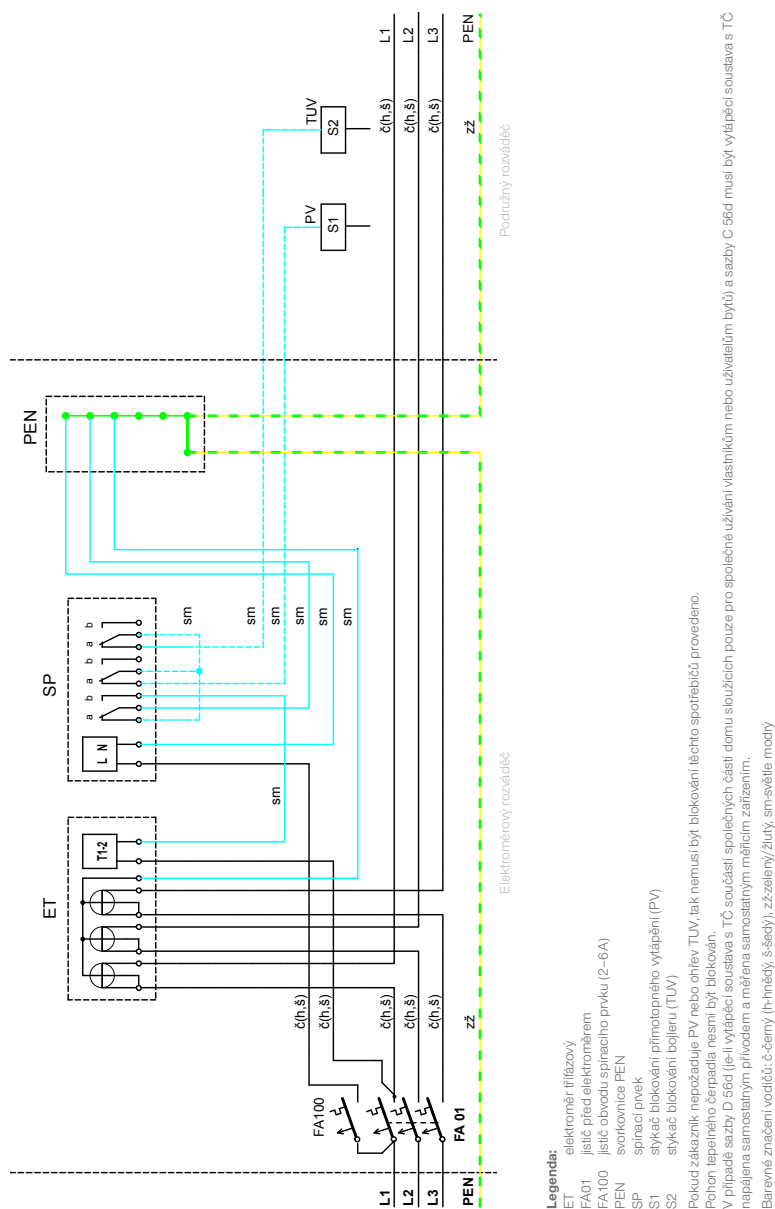
- Příloha A:** Schéma zapojení elektroměru s HDO
- Příloha B:** Odhad nákladů na materiál
- Příloha C:** Schéma zapojení elektroinstalace
- Příloha D:** Celkové schéma a výpis z programu Sichr



Přílohy

Příloha A

Schéma zapojení elektroměru s HDO



Obrázek A.1: Zapojení třířávého dvoutarifního elektroměru s vícepovelovým spínacím prvkem pro sazby v zapojení s tepelným čerpadlem – soustava TN-C [1]



Příloha B

Odhad nákladů na materiál

Prvek	Cena/kus	Počet ks	Cena celkem
Elektroměrová rozvodnice ER212/NVP7P	4 466 Kč	1	4 466 Kč
Plastová rozvodnice PNF-HW 3x18T	1 327 Kč	1	1 327 Kč
Plastová rozvodnice PNF 24T	344 Kč	1	344 Kč
Rozvodnice multimediální PMF-MM 48	1 721 Kč	2	3 442 Kč
Zásuvka na DIN lištu VES-F 250V 16A	157 Kč	2	314 Kč
Zásuvka (3f) IZVZ 1643 16A/400V IP44	352 Kč	1	352 Kč
Zásuvka Tango IP20	100 Kč	58	5 800 Kč
Zásuvka Tango IP 44	199 Kč	6	1 194 Kč
Přepěťová zásuvka Tango IP20	799 Kč	4	3 196 Kč
Jednopolový vypínač Tango IP20	159 Kč	14	2 226 Kč
Schodišťový vypínač Tango IP20	169 Kč	18	3 042 Kč
Křížový vypínač Tango IP20	219 Kč	8	1 752 Kč
Sériový vypínač Tango IP20	208 Kč	2	416 Kč
Schodišťový vypínač Tango IP44	155 Kč	10	1 550 Kč
Křížový vypínač Tango IP44	189 Kč	3	567 Kč
Zásuvka TV+R+SAT Tango	153 Kč	4	612 Kč
Datová zásuvka Tango 2x RJ45	199 Kč	4	796 Kč
Elektroinstalační krabice KU 68	6 Kč	168	1 008 Kč
Víčko krabice KO 68	5 Kč	38	190 Kč
Ostatní materiál	x	x	2 000 Kč
CELKEM	-	-	34 594 Kč

Prvek	Cena/kus	Počet ks	Cena celkem
Jistič OEZ LTN-32B-3	589 Kč	1	589 Kč
Jistič OEZ LTN-25B-3	468 Kč	1	468 Kč
Jistič OEZ LTN-16B-3	400 Kč	3	1 200 Kč
Jistič OEZ LTN-10B-3	450 Kč	1	450 Kč
Jistič OEZ LTN-16B-1	93 Kč	17	1 581 Kč
Jistič OEZ LTN-10B-1	109 Kč	6	654 Kč
Jistič OEZ LTN-6B-1	130 Kč	2	260 Kč
Svodič přepětí OEZ SJBC-25E-3-MZS	14 725 Kč	1	14 725 Kč
Páčkový spínač OEZ MSO-40-3	634 Kč	1	634 Kč
Proudový chr. OEZ LFN-40-2-030AC	1 384 Kč	4	5 536 Kč
Proudový chr. OEZ LFN-25-4-030AC	1 157 Kč	1	1 157 Kč
Stykač OEZ ST253-25-A230	664 Kč	2	1 328 Kč
CELKEM	-	-	28 582 Kč

Prvek	Cena/kus	Počet ks	Cena celkem
Domácí videovrátný (DT) - set	10 974 Kč	1	10 974 Kč

Kabely a ochranné trubky	Cena/metr	Délka [m]	Cena celkem
Kabel CYKY-J 4x10	100 Kč	18	1 800 Kč
Kabel CYKY-J 5x4	54 Kč	20	1 080 Kč
Kabel CYKY-J 5x2,5	31 Kč	28	868 Kč
Kabel CYKY-J 3x2,5	19 Kč	250	4 750 Kč
Kabel CYKY-J 3x1,5	12 Kč	200	2 400 Kč
Kabel SYKFY 5x2x0,5	9 Kč	28	252 Kč
Ohebná trubka 2316/LPE-2	7 Kč	130	910 Kč
Ohebná trubka 2323/LPE-2	10 Kč	200	2 000 Kč
Ohebná trubka 2329/LPE-2	14 Kč	100	1 400 Kč
Chráníčka KF 09050 BA KOPOFLEX	18 Kč	50	900 Kč
CELKEM	-	-	16 360 Kč

CELKEM ZÁKLADNÍ ELEKTROINSTALACE	90 510 Kč
---	------------------

Prvky LAN	Cena/kus	Počet ks	Cena celkem
Switch TP-LINK TL-SG1016D	2 229 Kč	1	2 229 Kč
Datový kabel SXKD-6-UTP-PVC	8 Kč	168	1 344 Kč

CELKEM ROZVODY LAN	3 573 Kč
---------------------------	-----------------

Prvky EZS	Cena/kus	Počet ks	Cena celkem
JA-82K Ústředna EZS - OASiS	1 616 Kč	1	1 616 Kč
JA-81E Drátová klávesnice	2 104 Kč	1	2 104 Kč
OS-365A Venkovní siréna	1 655 Kč	1	1 655 Kč
JA-82Y GSM Komunikátor	6 963 Kč	1	6 963 Kč
IS-20 LARGO - PIR detektor	531 Kč	11	5 841 Kč
CELKEM	-	-	18 179 Kč

Kabely EZS	Cena/metr	Délka [m]	Cena celkem
CYKY-J 3x1,5	12 Kč	3	36 Kč
SYKFY 4x2x0,5	8 Kč	10	80 Kč
SYKFY 3x2x0,5	7 Kč	130	910 Kč
CELKEM	-	-	1 026 Kč

CELKEM EZS	19 205 Kč
-------------------	------------------

CELKOVÝ ODHAD NÁKLADŮ NA MATERIÁL	113 288 Kč
--	-------------------

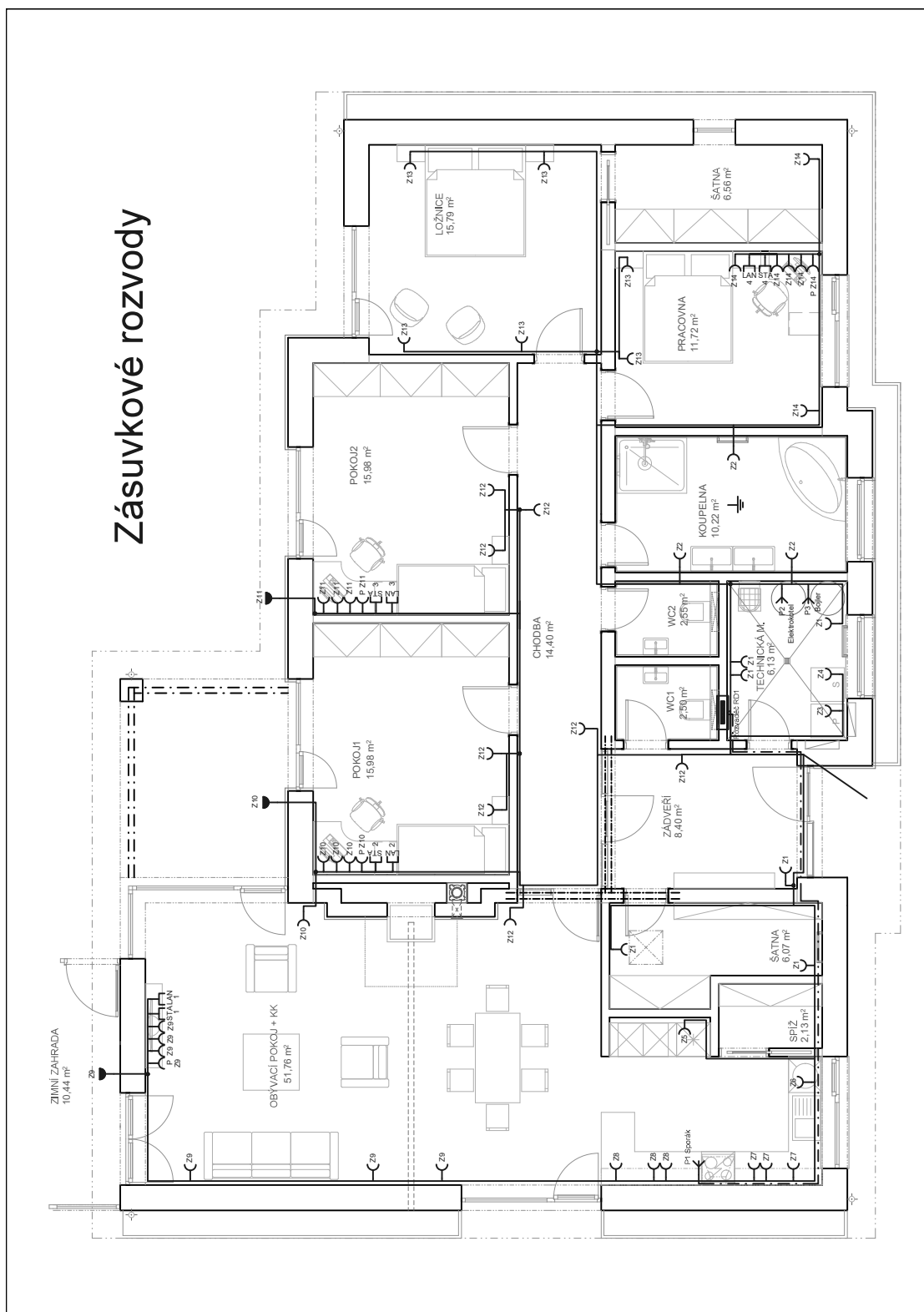
Pozn.: Všechny ceny jsou uvedeny včetně DPH 21 %.



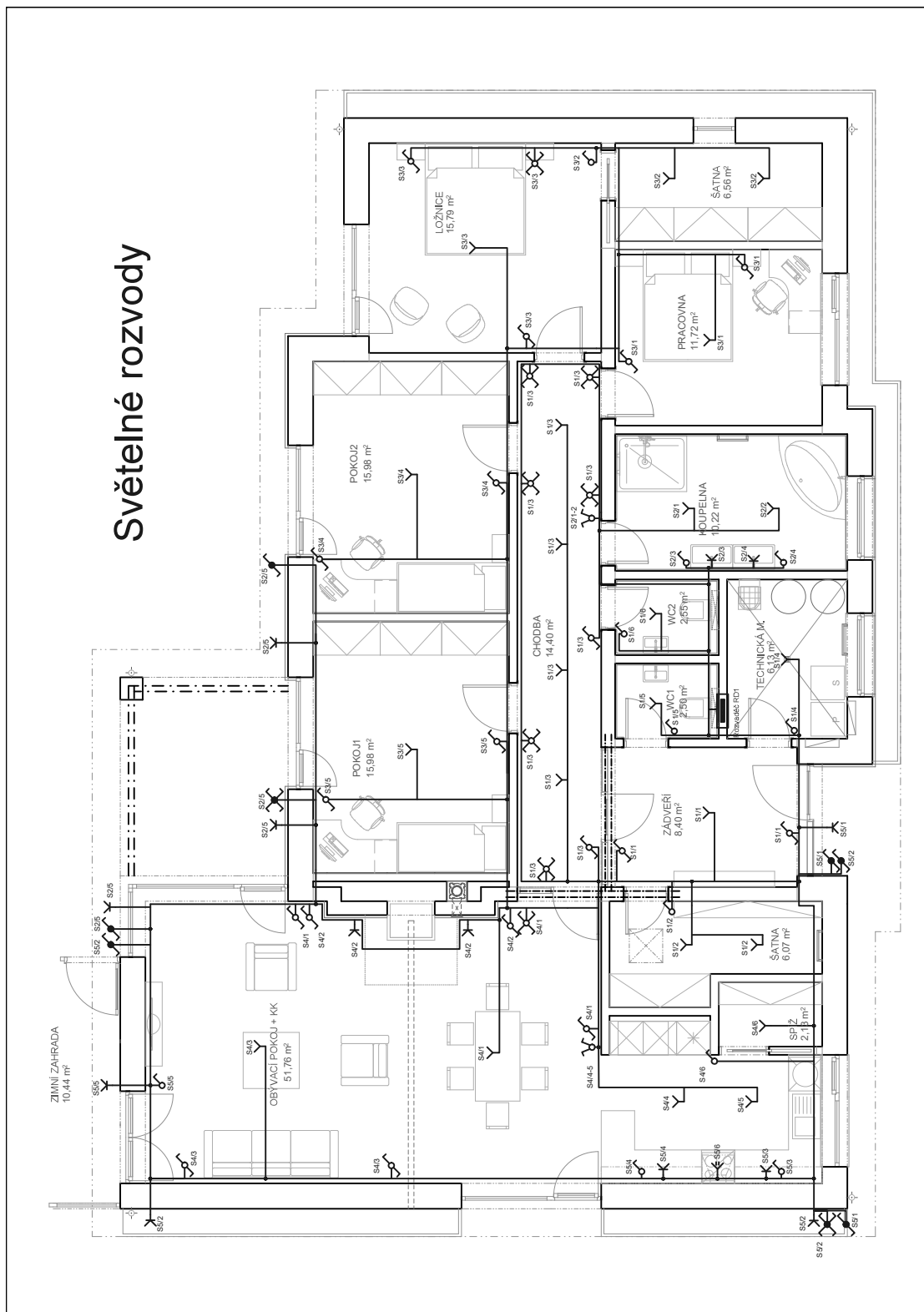
Příloha C

Schéma zapojení elektroinstalace

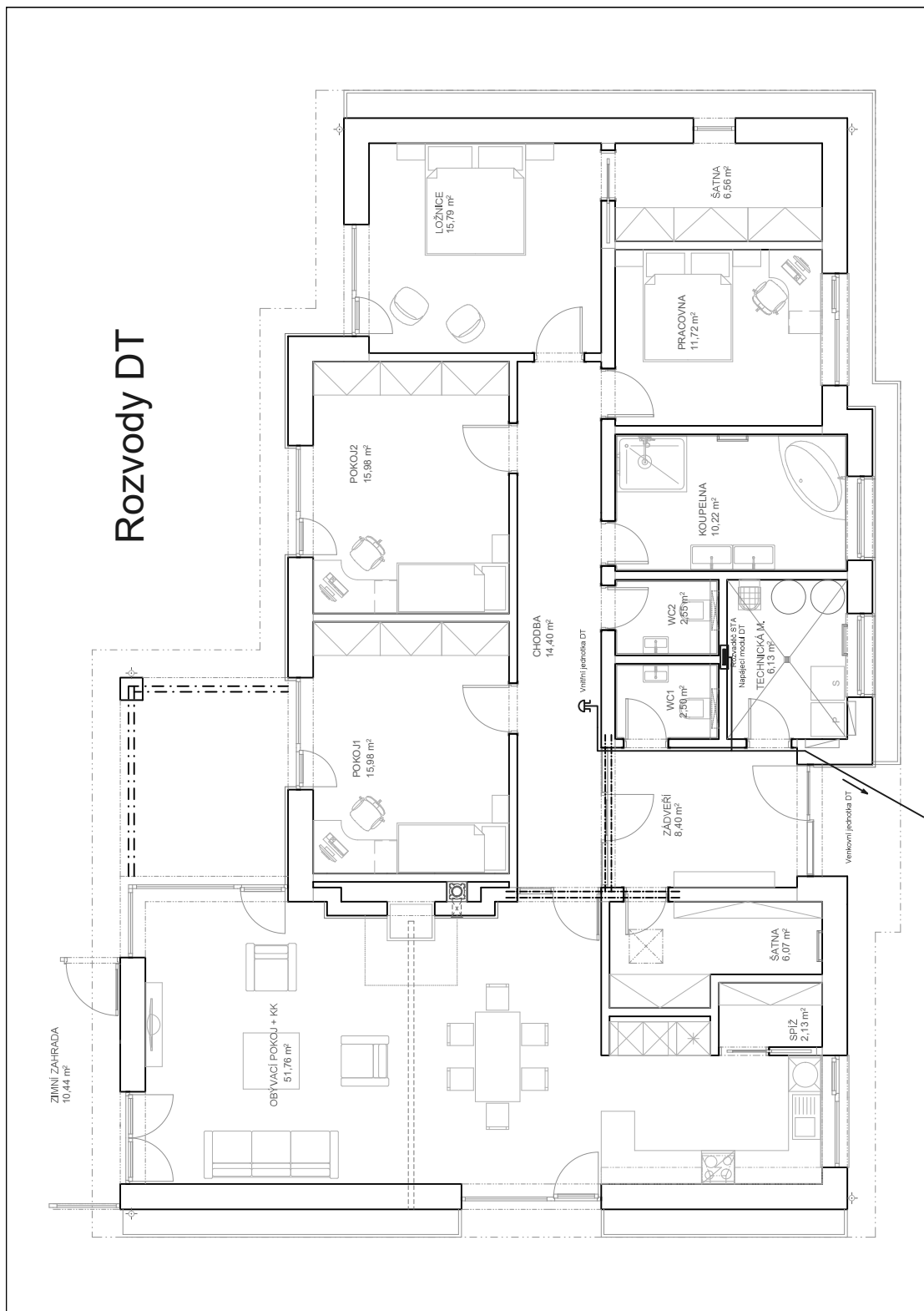
Zásuvkové rozvody



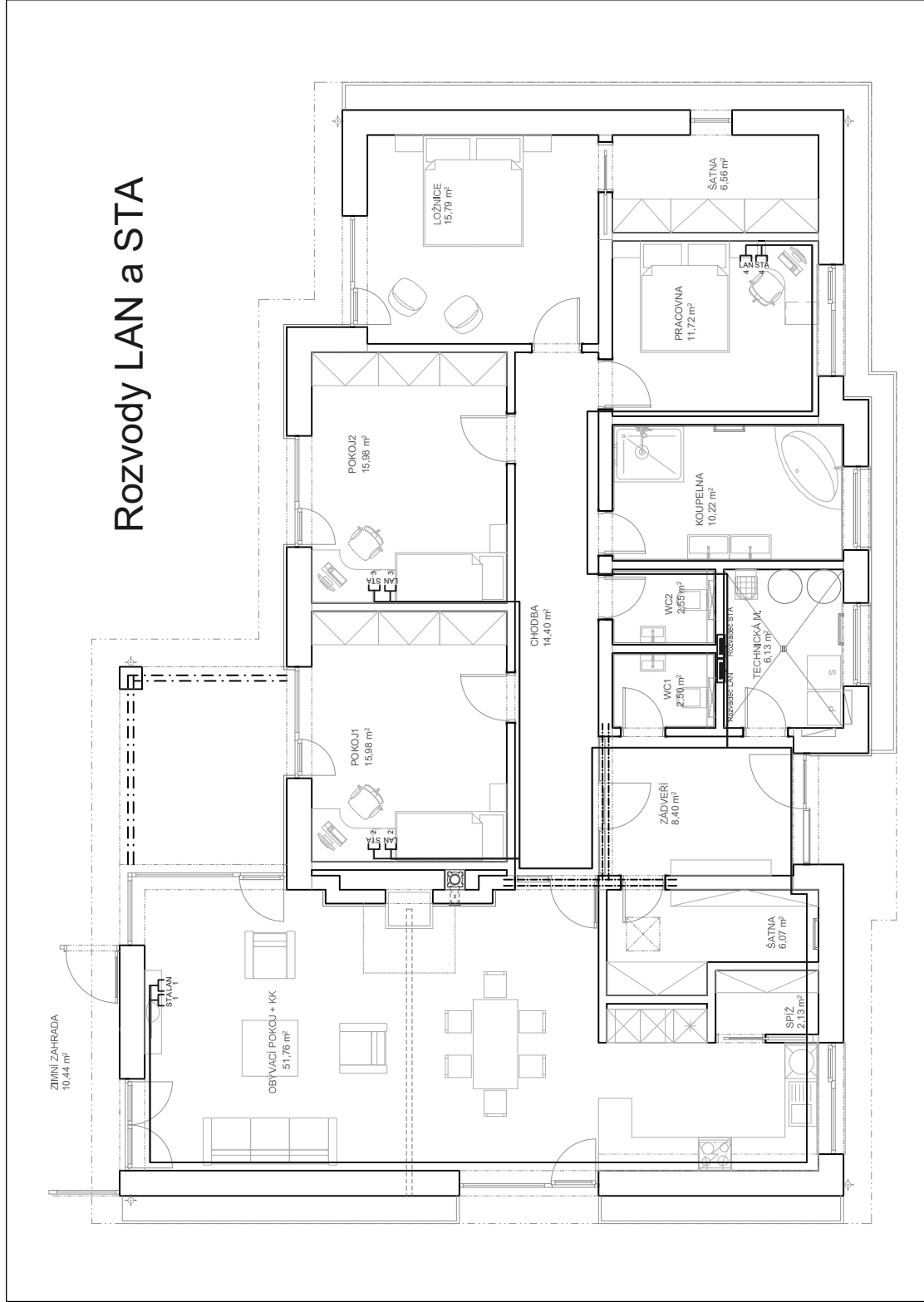
Světelné rozvody



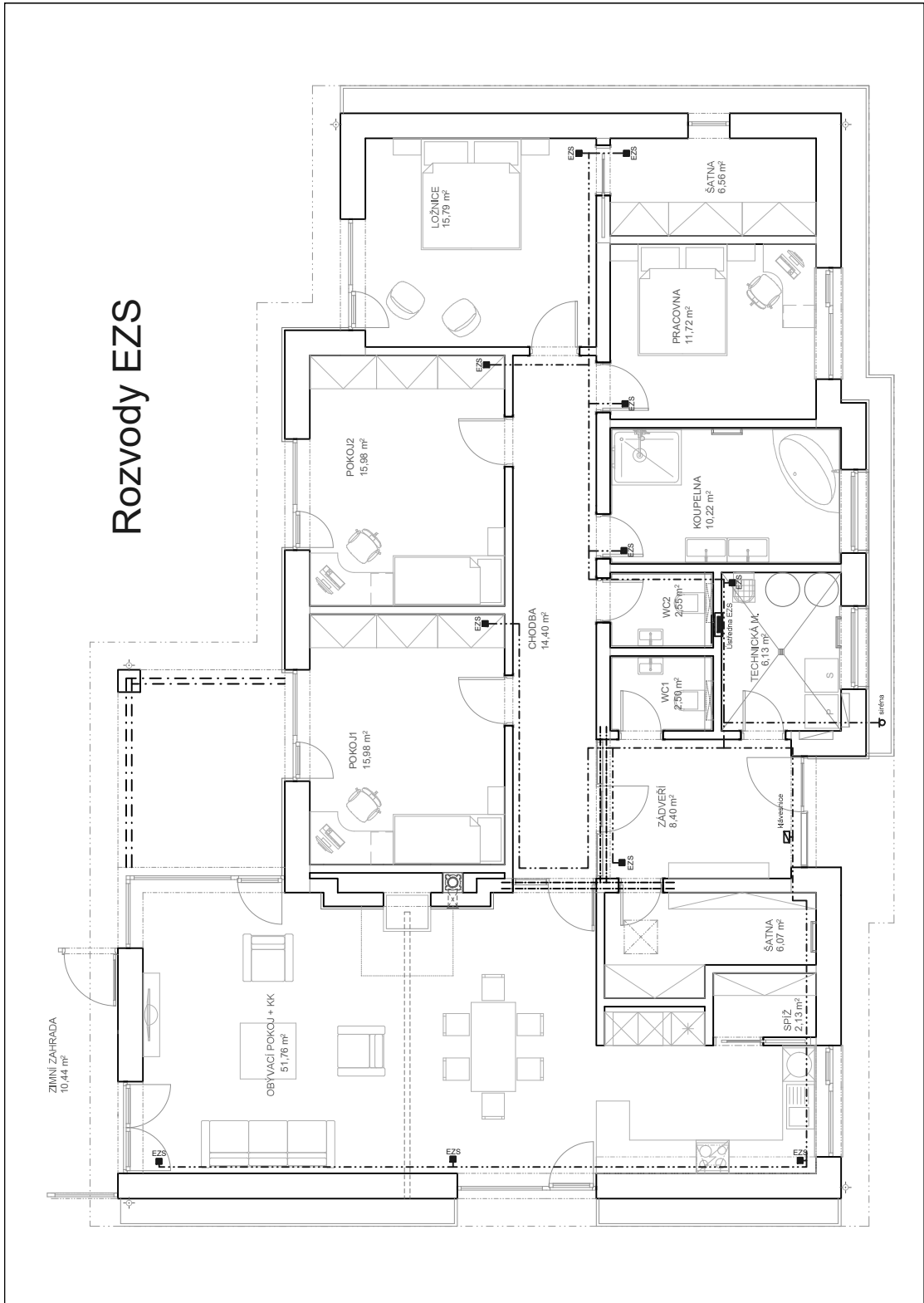
Rozvody DT



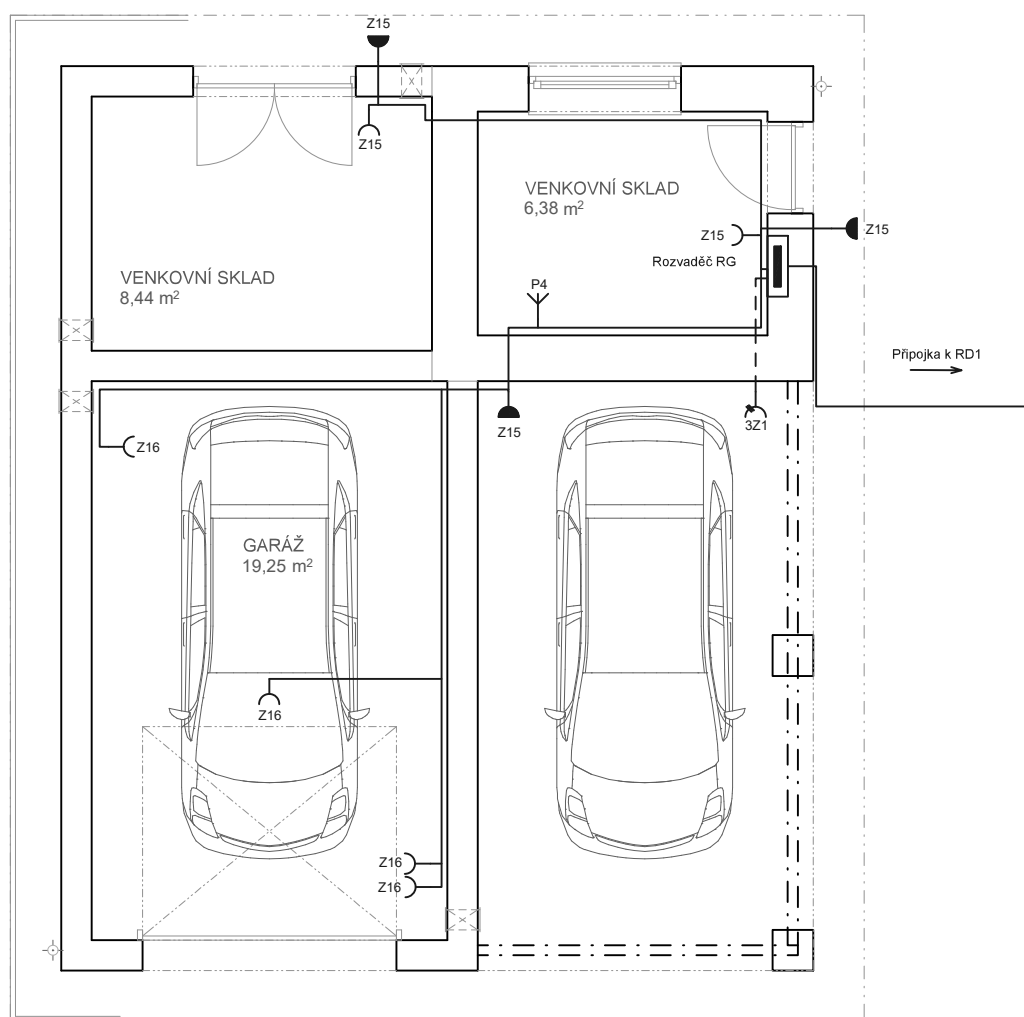
Rozvody LAN a STA



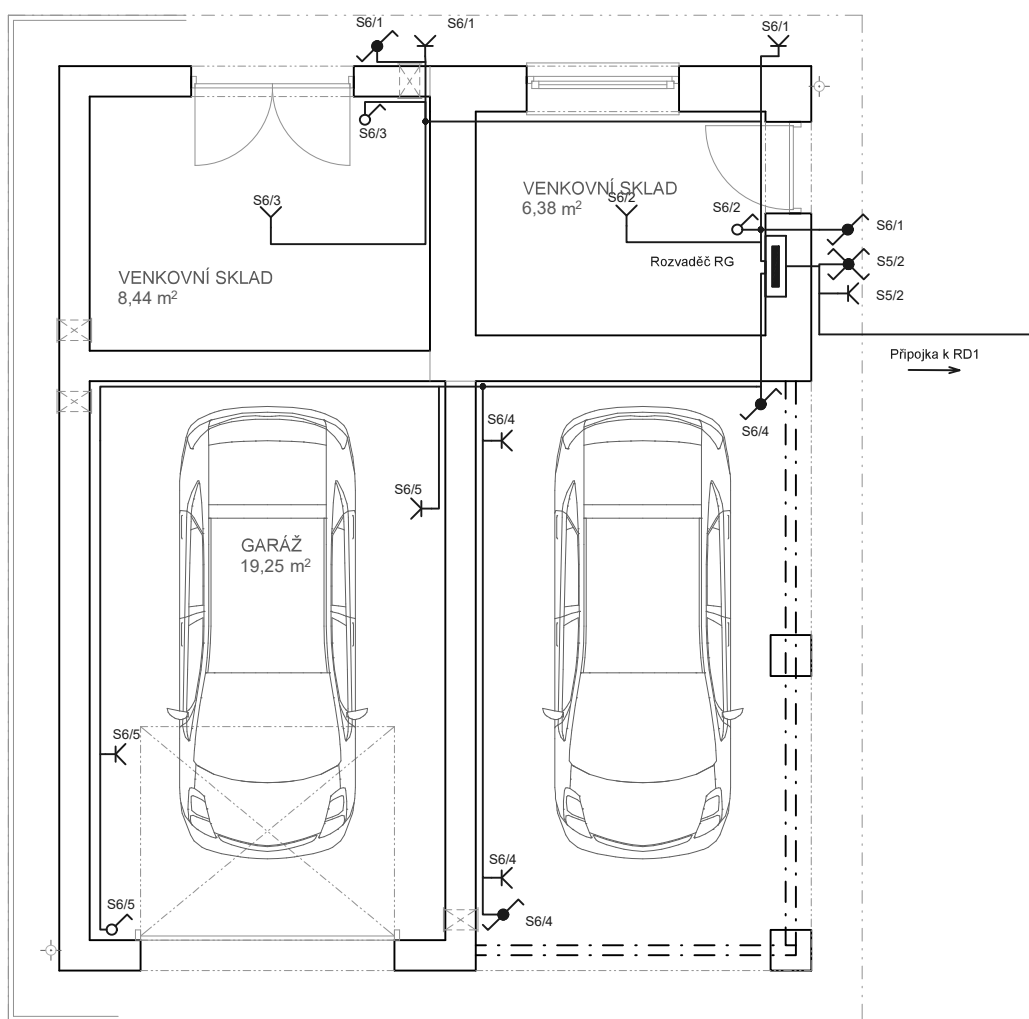
Rozvody EZS



Zásuvkové rozvody garáž



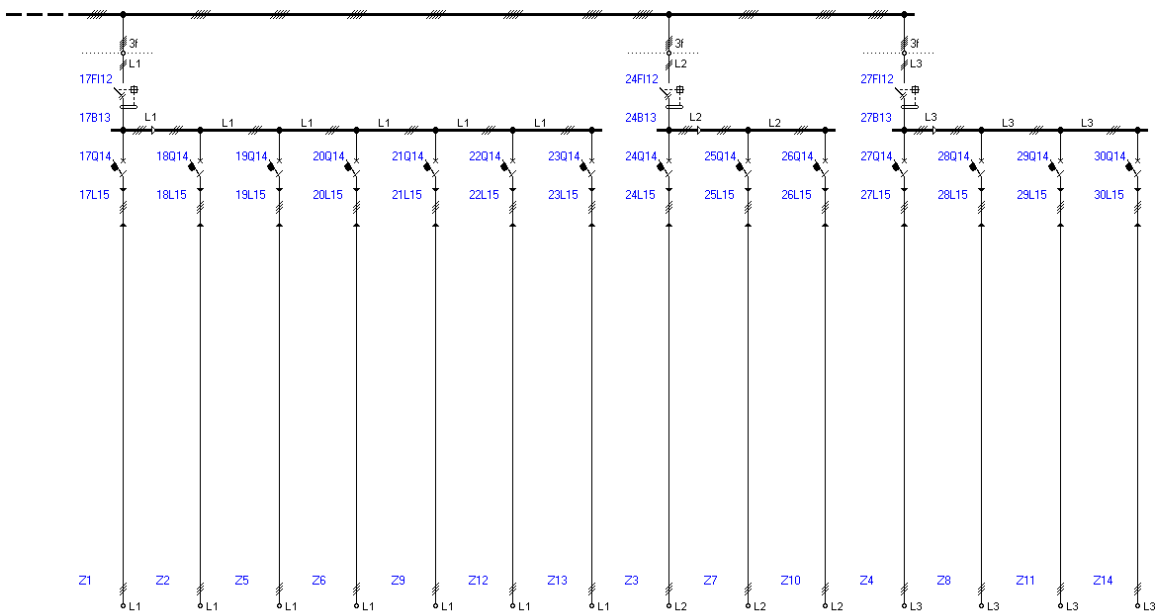
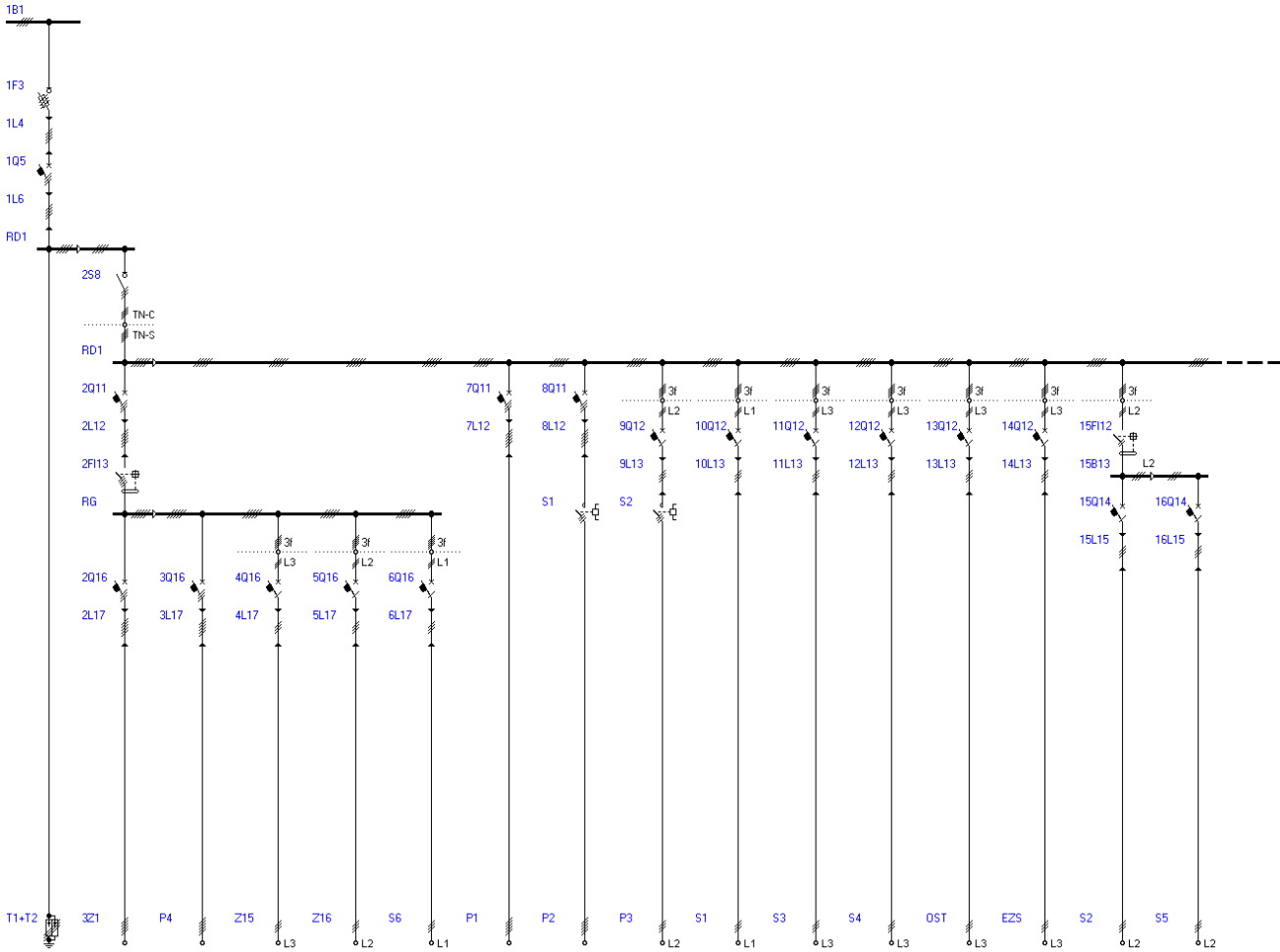
Světelné rozvody garáží





Příloha D

Celkové schéma a výpis z programu Sichr



OEZ	Všeobecné informace a soupiska materiálu	
Sichr		
	Projekt : Elektroinstalace rodinného domku	
	Autor : Jan Korel	
	Soubor : Bakalářská práce	
	Síť TN, jmenovité napětí AC 230 / 400 V.	
	K výpočtu byly použity následující normy :	
	ČSN 33 2000-4-41 ed. 2, PNE 33 0000-1 ed. 5, ČSN 33 2000-4-43 ed. 2 a ČSN 33 2000-5-52 ed. 2.	
	K zobrazení vypínacích charakteristik byly použity údaje výrobce	
	Charakteristiky jsou vedeny v 75% proudového rozptylového pásma	
	Pro výpočty zkratů byla použita ČSN EN 60909-0	
	Veškeré přístroje jsou uvedeny pouze v základním provedení	
	Doplňkové příslušenství naleznete v katalogu nebo Konfiguratoru OEZ	
	Přístroje označené * nemají úplné typové označení a je nutné je vyhledat v katalogu nebo Konfiguratoru OEZ	
Označení	Typ	Množství
1F3	* FH000-3...	1 ks
	PHNA000 50A gG	3 ks
1L4	CYKY4x10	2 m
1Q5	LTN-32B-3	1 ks
1L6	CYKY4x10	20 m
T1+T2	SJBC-25E-3-MZS	1 ks
	SJBC-25E-3-MZS	1 ks
2S8	MSO-40-3	1 ks
2Q11	LTN-25B-3	1 ks
2L12	CYKY 5x4	20 m
2FI13	LFN-25-4-030A	1 ks
2Q16	LTN-16B-3	1 ks
2L17	CYKY 5x2,5	3 m
3Q16	LTN-10B-3	1 ks
3L17	CYKY 5x2,5	5 m
4Q16	LTN-16B-1	1 ks
4L17	CYKY3x2,5	8 m
5Q16	LTN-16B-1	1 ks
5L17	CYKY3x2,5	12 m
6Q16	LTN-10B-1	1 ks
6L17	CYKY3x1,5	20 m
7Q11	LTN-16B-3	1 ks
7L12	CYKY 5x2,5	15 m
8Q11	LTN-16B-3	1 ks
8L12	CYKY 5x2,5	5 m
S1	ST253-25-A230	1 ks
9Q12	LTN-16B-1	1 ks
9L13	CYKY3x2,5	5 m
S2	ST253-25-A230	1 ks
10Q12	LTN-10B-1	1 ks
10L13	CYKY3x1,5	20 m
11Q12	LTN-10B-1	1 ks
11L13	CYKY3x1,5	30 m
12Q12	LTN-10B-1	1 ks
12L13	CYKY3x1,5	30 m
13Q12	LTN-6B-1	1 ks
13L13	CYKY3x1,5	3 m
14Q12	LTN-6B-1	1 ks
14L13	CYKY3x1,5	3 m
15FI12	LFN-40-2-030A	1 ks
15Q14	LTN-10B-1	1 ks
15L15	CYKY3x1,5	25 m
16Q14	LTN-10B-1	1 ks
16L15	CYKY3x1,5	35 m
17FI12	LFN-40-2-030A	1 ks
17Q14	LTN-16B-1	1 ks
17L15	CYKY3x2,5	15 m
18Q14	LTN-16B-1	1 ks
18L15	CYKY3x2,5	15 m
19Q14	LTN-16B-1	1 ks
19L15	CYKY3x2,5	15 m
20Q14	LTN-16B-1	1 ks
20L15	CYKY3x2,5	15 m
21Q14	LTN-16B-1	1 ks
21L15	CYKY3x2,5	30 m

22Q14	LTN-16B-1	1 ks
22L15	CYKY3x2,5	15 m
23Q14	LTN-16B-1	1 ks
23L15	CYKY3x2,5	25 m
24FI12	LFN-40-2-030A	1 ks
24Q14	LTN-16B-1	1 ks
24L15	CYKY3x2,5	4 m
25Q14	LTN-16B-1	1 ks
25L15	CYKY3x2,5	15 m
26Q14	LTN-16B-1	1 ks
26L15	CYKY3x2,5	15 m
27FI12	LFN-40-2-030A	1 ks
27Q14	LTN-16B-1	1 ks
27L15	CYKY3x2,5	5 m
28Q14	LTN-16B-1	1 ks
28L15	CYKY3x2,5	18 m
29Q14	LTN-16B-1	1 ks
29L15	CYKY3x2,5	18 m
30Q14	LTN-16B-1	1 ks
30L15	CYKY3x2,5	20 m

OEZ	Přehled parametrů a výpočtů (TN, Un = 230/400 V)		
Sichr			
	Projekt : Elektroinstalace rodinného domku		
	Autor : Jan Korel		
	Soubor : Bakalářská práce		
Označení	Parametry	Výpočty	Selektivita
	1B1		
1B1	Síť TN	$I_k'' = 3,89 \text{ kA}$	
	U ₂ = 231/400 V	$I_p = 5,71 \text{ kA}$	
	I _n = 290 A	dU = 0.8 %	
	1F3		
1F3	PHNA000 50A gG	$I_o = 3,15 \text{ kA}$	
	I _n = 50 A	Zs(0,4s) = 534 mOhm, I _a = 432 A, R(50V/5s) = 227 mOhm	
	I _{cc} = 120 kA		
	Připojeno pomocí FH000		
	1L4		
1L4	CYKY4x10	I _z = 51.8 A	
	2 m v zemi (D)	t _m = 53 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 20	(I _k ' = 3.69 kA)	
	Měrný tepelný odpor [K.m/W] : 2.5 = suchá půda	dU = 0.1 %	
	velmi řídké deště	I _{2t} < k ₂ S ₂	
	Uspořádání seskupených obvodů : 1 x přímo v zemi	$I_o = 3,11 \text{ kA}$	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (234 mOhm < 534 mOhm)	
	1Q5		
1Q5	LTN-32B	$I_o = 2,39 \text{ kA}$	1F3-1Q5 selektivita ověřena do 1.7 kA
	I _n = 32 A	Zs(0,4s) = 1.43 Ohm, I _a = 161 A, R(50V/5s) = 310 mOhm	
	I _{cn} = 50 kA*		
	I _l = 144 A		
	1L6		
1L6	CYKY4x10	I _z = 51.8 A	
	20 m v zemi (D)	t _m = 53 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 20	(I _k ' = 2.39 kA)	
	Měrný tepelný odpor [K.m/W] : 2.5 = suchá půda	dU = 0.6 %	
	velmi řídké deště	I _{2t} < k ₂ S ₂	
	Uspořádání seskupených obvodů : 1 x přímo v zemi	$I_o = 1,69 \text{ kA}$	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (314 mOhm < 1.43 Ohm)	
	RD1		
RD1	Sběrnice	$I_o = 1,69 \text{ kA}$	
	B = 1	(I _k ' = 2.39 kA, I _p = 3.45 kA)	
		U = 394 V (Un - 1.4%)	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (314 mOhm < 1.43 Ohm)	
	T1+T2		
T1+T2	SJBC-25E-3-MZS	U = 394 V (Un - 1.4%)	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (684 mOhm < 1.43 Ohm)	
	2S8		
2S8	M50-40		
	I _n = 40 A		
	RD1		
RD1	Sběrnice	$I_o = 1,69 \text{ kA}$	
	B = 1	(I _k ' = 2.39 kA, I _p = 3.45 kA)	
		U = 394 V (Un - 1.4%)	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (314 mOhm < 1.43 Ohm)	
	2Q11		
2Q11	LTN-25B	$I_o = 1,60 \text{ kA}$	1Q5-2Q11 selektivní minimálně do 77 A
	I _n = 25 A	Zs(0,4s) = 1.86 Ohm, I _a = 124 A, R(50V/5s) = 402 mOhm	
	I _{cn} = 50 kA*		
	I _l = 112.50 A		
	2L12		
2L12	CYKY 5x4	I _z = 32 A	
	20 m na stěně (C)	t _m = 80 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(I _k ' = 1.23 kA)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.2 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I _{2t} < k ₂ S ₂	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	$I_o = 934 \text{ A}$	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (527 mOhm < 1.86 Ohm)	
	2F13		
2F13	LFN-25-4-030A	Zs(0,4s) = 1.54 kOhm, 5xIdn = 0,15A, R(50V/5s)=1,7kOhm	
	I _n = 25 A		
	I _{dn} = 0.03 A		
	RG		
RG	Sběrnice	$I_o = 934 \text{ A}$	
	B = 1	(I _k ' = 1.23 kA, I _p = 1.78 kA)	
		U = 393 V (Un - 1.6%)	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (527 mOhm < 1.54 kOhm)	
	2Q16		
2Q16	LTN-16B	$I_o = 885 \text{ A}$	2Q11-2Q16 selektivní minimálně do 95 A
	I _n = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, I _a = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	I _{cn} = 50 kA*		
	I _l = 72 A		
	2L17		
2L17	CYKY 5x2,5	I _z = 24 A	
	3 m na stěně (C)	t _m = 63 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(I _k ' = 1.10 kA)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	

	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io = 811 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (582 mOhm < 1.54 kOhm)	
	3Z1		
3Z1	Vývod	io = 811 A	
	I = 16 A x B = 800 mA	(Ik1" = 1.10 kA, ip = 1.59 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (582 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 800 mA	U = 393 V (Un - 1.6%)	
	B = 0.05		
	3Q16		
3Q16	LTN-10B	io = 779 A	2Q11-3Q16 selektivní minimálně do 95 A
	In = 10 A	Zs(0,4s) = 4.62 Ohm, Ia = 50 A, R(50V/5s) = 1.00 Ohm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 45 A		
	3L17		
3L17	CYKY 5x2,5	Iz = 24 A	
	5 m na stěně (C)	tm = 40 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1" = 1.03 kA)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.1 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io = 676 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (618 mOhm < 1.54 kOhm)	
	P4		
P4	Vývod	io = 676 A	
	I = 4.6 A x B = 4.6 A	(Ik1" = 1.03 kA, ip = 1.49 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (618 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 4.60 A	U = 393 V (Un - 1.7%)	
	B = 1		
		io = 844 A	
		(Ik1" = 1.09 kA, ip1 = 1.57 kA)	
	4Q16		
4Q16	LTN-16B	io1 = 803 A	2Q11-4Q16 selektivní minimálně do 95 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 72 A		
	4L17		
4L17	CYKY3x2,5	Iz = 27 A	
	8 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1" = 822 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 644 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (662 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z15		
Z15	Vývod	io1 = 644 A	
	I = 16 A x B = 160 mA	(Ik1" = 822 A, ip1 = 1.19 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (662 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 160 mA	U = 227 V (Un - 1.6%)	
	B = 0.01		
		io = 844 A	
		(Ik1" = 1.09 kA, ip1 = 1.57 kA)	
	5Q16		
5Q16	LTN-16B	io1 = 803 A	2Q11-5Q16 selektivní minimálně do 95 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 72 A		
	5L17		
5L17	CYKY3x2,5	Iz = 27 A	
	12 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1" = 731 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 588 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (727 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z16		
Z16	Vývod	io1 = 588 A	
	I = 16 A x B = 160 mA	(Ik1" = 731 A, ip1 = 1.06 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (727 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 160 mA	U = 227 V (Un - 1.7%)	
	B = 0.01		
		io = 844 A	
		(Ik1" = 1.09 kA, ip1 = 1.57 kA)	
	6Q16		
6Q16	LTN-10B	io1 = 706 A	2Q11-6Q16 selektivní minimálně do 95 A
	In = 10 A	Zs(0,4s) = 4.62 Ohm, Ia = 50 A, R(50V/5s) = 1.00 Ohm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 45 A		
	6L17		
6L17	CYKY3x1,5	Iz = 19.5 A	
	20 m na stěně (C)	tm = 47 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1" = 461 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	

	Počet seskupených obvodů : 1	I _{2t} < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	Io1 = 360 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (1.07 Ohm < 1.54 kOhm)	
	S6		
S6	Vývod	Io1 = 360 A	
	I = 1.0 A x B = 100 mA	(Ik1" = 461 A, Ip1 = 665 A)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (1.07 Ohm < 1.54 kOhm)	
	I = 100 mA	U = 227 V (Un - 1.7%)	
	B = 0.1		
	7Q11		
7Q11	LTN-16B	Io = 1.49 kA	1Q5-7Q11 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 72 A		
	7L12		
7L12	CYKY 5x2,5	Iz = 24 A	
	15 m na stěně (C)	tm = 63 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik" = 1.13 kA)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.2 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I _{2t} < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	Io = 824 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (565 mOhm < 2.87 Ohm)	
	P1		
P1	Vývod	Io = 824 A	
	I = 16 A x B = 4.8 A	(Ik" = 1.13 kA, Ip = 1.62 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (565 mOhm < 2.87 Ohm)	
	I = 4.80 A	U = 393 V (Un - 1.6%)	
	B = 0.3		
	8Q11		
8Q11	LTN-16B	Io = 1.49 kA	1Q5-8Q11 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 72 A		
	8L12		
8L12	CYKY 5x2,5	Iz = 24 A	
	5 m na stěně (C)	tm = 63 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik" = 1.75 kA)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.2 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I _{2t} < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	Io = 1.16 kA	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (401 mOhm < 2.87 Ohm)	
	S1		
S1	ST253-25-A230	Ie = 25 A	
	In = 25 A		
	Kategorie užití AC-2, AC-3, Typ koordinace " 1 "		
	P2		
P2	Vývod	Io = 1.16 kA	
	I = 16 A x B = 13 A	(Ik" = 1.75 kA, Ip = 2.52 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (401 mOhm < 2.87 Ohm)	
	I = 12.8 A	U = 393 V (Un - 1.6%)	
	B = 0.8		
		Io = 1.57 kA	
		(Ik1" = 2.19 kA, Ip1 = 3.16 kA)	
	9Q12		
9Q12	LTN-16B	Io1 = 1.39 kA	1Q5-9Q12 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 72 A		
	9L13		
9L13	CYKY3x2,5	Iz = 27 A	
	5 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1" = 1.57 kA)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.1 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I _{2t} < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	Io1 = 1.07 kA	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (400 mOhm < 2.87 Ohm)	
	S2		
S2	ST253-25-A230	Ie = 25 A	
	In = 25 A		
	Kategorie užití AC-2, AC-3, Typ koordinace " 1 "		
	P3		
P3	Vývod	Io1 = 1.07 kA	
	I = 16 A x B = 4.0 A	(Ik1" = 1.57 kA, Ip1 = 2.27 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (400 mOhm < 2.87 Ohm)	
	I = 4.00 A	U = 227 V (Un - 1.6%)	
	B = 0.25		
		Io = 1.57 kA	
		(Ik1" = 2.19 kA, Ip1 = 3.16 kA)	
	10Q12		
10Q12	LTN-10B	Io1 = 1.22 kA	1Q5-10Q12 selektivní minimálně do 123 A
	In = 10 A	Zs(0,4s) = 4.62 Ohm, Ia = 50 A, R(50V/5s) = 1.00 Ohm	

	lcn = 50 kA* li = 45 A		
	10L13		
10L13	CYKY3x1,5 20 m na stěně (C)	lz = 19.5 A tm = 47 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(lk1"= 591 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 437 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (858 mOhm < 4.62 Ohm)	
	S1		
S1	Vývod	io1 = 437 A	
	I= 1.0 A xB = 100 mA	(lk1"= 591 A, ip1 = 852 A)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (858 mOhm < 4.62 Ohm)	
	I = 100 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.1		
		io = 1.57 kA	
		(lk1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
	11Q12		
11Q12	LTN-10B	io1 = 1.22 kA	1Q5-11Q12 selektivní minimálně do 123 A
	In = 10 A	Zs(0,4s) = 4.62 Ohm, Ia = 50 A, R(50V/5s) = 1.00 Ohm	
	lcn = 50 kA* li = 45 A		
	11L13		
11L13	CYKY3x1,5 30 m na stěně (C)	lz = 19.5 A tm = 47 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(lk1"= 431 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 341 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (1.13 Ohm < 4.62 Ohm)	
	S3		
S3	Vývod	io1 = 341 A	
	I= 1.0 A xB = 100 mA	(lk1"= 431 A, ip1 = 621 A)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (1.13 Ohm < 4.62 Ohm)	
	I = 100 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.1		
		io = 1.57 kA	
		(lk1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
	12Q12		
12Q12	LTN-10B	io1 = 1.22 kA	1Q5-12Q12 selektivní minimálně do 123 A
	In = 10 A	Zs(0,4s) = 4.62 Ohm, Ia = 50 A, R(50V/5s) = 1.00 Ohm	
	lcn = 50 kA* li = 45 A		
	12L13		
12L13	CYKY3x1,5 30 m na stěně (C)	lz = 19.5 A tm = 47 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(lk1"= 431 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 341 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (1.13 Ohm < 4.62 Ohm)	
	S4		
S4	Vývod	io1 = 341 A	
	I= 1.0 A xB = 100 mA	(lk1"= 431 A, ip1 = 621 A)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (1.13 Ohm < 4.62 Ohm)	
	I = 100 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.1		
		io = 1.57 kA	
		(lk1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
	13Q12		
13Q12	LTN-6B	io1 = 920 A	1Q5-13Q12 selektivní minimálně do 123 A
	In = 6 A	Zs(0,4s) = 7.62 Ohm, Ia = 30 A, R(50V/5s) = 1.65 Ohm	
	lcn = 50 kA* li = 27 A		
	13L13		
13L13	CYKY3x1,5 3 m na stěně (C)	lz = 19.5 A tm = 35 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(lk1"= 1.57 kA)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 717 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (445 mOhm < 7.62 Ohm)	
	OST		
OST	Vývod	io1 = 717 A	
	I= 100 mA xB = 100 mA	(lk1"= 1.57 kA, ip1 = 2.27 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (445 mOhm < 7.62 Ohm)	
	I = 100 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 1		
		io = 1.57 kA	
		(lk1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
	14Q12		

14Q12	LTN-6B	io1 = 920 A	1Q5-14Q12 selektivní minimálně do 123 A
	In = 6 A	Zs(0,4s) = 7.62 Ohm, Ia = 30 A, R(50V/5s) = 1.65 Ohm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 27 A		
	14L13		
14L13	CYKY3x1,5	Iz = 19.5 A	
	3 m na stěně (C)	tm = 35 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 1.57 kA)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 717 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (445 mOhm < 7.62 Ohm)	
	EZS		
EZS	Vývod	io1 = 717 A	
	I = 500 mA xB = 500 mA	(Ik1"= 1.57 kA, ip1 = 2.27 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (445 mOhm < 7.62 Ohm)	
	I = 500 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 1		
		io = 1.57 kA	
		(Ik1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
	15F112		
15F112	LFN-40-2-030A	Zs(0,4s) = 1.54 kOhm, 5xIdn = 0,15A, R(50V/5s)=1,7kOhm	
	In = 40 A		
	Idn = 0.03 A		
	15B13		
15B13	Sběrnice	io1 = 1.57 kA	
	B = 1	(Ik1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
		U = 228 V (Un - 1.4%)	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (314 mOhm < 1.54 kOhm)	
	15Q14		
15Q14	LTN-10B	io1 = 1.22 kA	1Q5-15Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 10 A	Zs(0,4s) = 4.62 Ohm, Ia = 50 A, R(50V/5s) = 1.00 Ohm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 45 A		
	15L15		
15L15	CYKY3x1,5	Iz = 19.5 A	
	25 m na stěně (C)	tm = 47 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 498 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 383 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (991 mOhm < 1.54 kOhm)	
	S2		
S2	Vývod	io1 = 383 A	
	I = 1.0 A xB = 100 mA	(Ik1"= 498 A, ip1 = 719 A)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (991 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 100 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.1		
	16Q14		
16Q14	LTN-10B	io1 = 1.22 kA	1Q5-16Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 10 A	Zs(0,4s) = 4.62 Ohm, Ia = 50 A, R(50V/5s) = 1.00 Ohm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 45 A		
	16L15		
16L15	CYKY3x1,5	Iz = 19.5 A	
	35 m na stěně (C)	tm = 47 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 379 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 309 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (1.26 Ohm < 1.54 kOhm)	
	S5		
S5	Vývod	io1 = 309 A	
	I = 1.0 A xB = 100 mA	(Ik1"= 379 A, ip1 = 547 A)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (1.26 Ohm < 1.54 kOhm)	
	I = 100 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.1		
		io = 1.57 kA	
		(Ik1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
	17F112		
17F112	LFN-40-2-030A	Zs(0,4s) = 1.54 kOhm, 5xIdn = 0,15A, R(50V/5s)=1,7kOhm	
	In = 40 A		
	Idn = 0.03 A		
	17B13		
17B13	Sběrnice	io1 = 1.57 kA	
	B = 1	(Ik1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
		U = 228 V (Un - 1.4%)	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (314 mOhm < 1.54 kOhm)	
		(Ik1"= 2.39 kA, ip1 = 3.45 kA)	
	17Q14		
17Q14	LTN-16B	io1 = 1.39 kA	1Q5-17Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		

	ii = 72 A		
	17L15		
17L15	CYKY3x2,5 15 m na stěně (C) Teplota okolí [st. C] : 30 Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách Počet seskupených obvodů : 1 Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	iz = 27 A tm = 55 ° C (Ik1"= 993 A) dU = 0.0 % I2t < k2S2 io1 = 747 A O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z1		
Z1	Vývod I= 16 A xB = 160 mA cos fi = 0.95 I = 160 mA B = 0.01	io1 = 747 A (Ik1"= 993 A, ip1 = 1.43 kA) O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm) U = 228 V (Un - 1.4%)	
	18Q14		
18Q14	LTN-16B In = 16 A Icn = 50 kA* ii = 72 A	io1 = 1.39 kA Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	1Q5-18Q14 selektivní minimálně do 123 A
	18L15		
18L15	CYKY3x2,5 15 m na stěně (C) Teplota okolí [st. C] : 30 Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách Počet seskupených obvodů : 1 Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	iz = 27 A tm = 55 ° C (Ik1"= 993 A) dU = 0.0 % I2t < k2S2 io1 = 747 A O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z2		
Z2	Vývod I= 16 A xB = 160 mA cos fi = 0.95 I = 160 mA B = 0.01	io1 = 747 A (Ik1"= 993 A, ip1 = 1.43 kA) O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm) U = 228 V (Un - 1.4%)	
	19Q14		
19Q14	LTN-16B In = 16 A Icn = 50 kA* ii = 72 A	io1 = 1.39 kA Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	1Q5-19Q14 selektivní minimálně do 123 A
	19L15		
19L15	CYKY3x2,5 15 m na stěně (C) Teplota okolí [st. C] : 30 Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách Počet seskupených obvodů : 1 Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	iz = 27 A tm = 55 ° C (Ik1"= 993 A) dU = 0.2 % I2t < k2S2 io1 = 747 A O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z5		
Z5	Vývod I= 16 A xB = 1.6 A cos fi = 0.95 I = 1.60 A B = 0.1	io1 = 747 A (Ik1"= 993 A, ip1 = 1.43 kA) O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm) U = 227 V (Un - 1.6%)	
	20Q14		
20Q14	LTN-16B In = 16 A Icn = 50 kA* ii = 72 A	io1 = 1.39 kA Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	1Q5-20Q14 selektivní minimálně do 123 A
	20L15		
20L15	CYKY3x2,5 15 m na stěně (C) Teplota okolí [st. C] : 30 Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách Počet seskupených obvodů : 1 Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	iz = 27 A tm = 55 ° C (Ik1"= 993 A) dU = 0.2 % I2t < k2S2 io1 = 747 A O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z6		
Z6	Vývod I= 16 A xB = 1.6 A cos fi = 0.95 I = 1.60 A B = 0.1	io1 = 747 A (Ik1"= 993 A, ip1 = 1.43 kA) O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm) U = 227 V (Un - 1.6%)	
	21Q14		
21Q14	LTN-16B In = 16 A Icn = 50 kA* ii = 72 A	io1 = 1.39 kA Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	1Q5-21Q14 selektivní minimálně do 123 A
	21L15		
21L15	CYKY3x2,5 30 m na stěně (C) Teplota okolí [st. C] : 30	iz = 27 A tm = 55 ° C (Ik1"= 637 A)	

	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I _{2t} < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 527 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (804 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z9		
Z9	Vývod	io1 = 527 A	
	I = 16 A x B = 160 mA	(Ik1"= 637 A, ip1 = 919 A)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (804 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 160 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.01		
	22Q14		
22Q14	LTN-16B	io1 = 1.39 kA	1Q5-22Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 72 A		
	22L15		
22L15	CYKY3x2,5	Iz = 27 A	
	15 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 993 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I _{2t} < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 747 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z12		
Z12	Vývod	io1 = 747 A	
	I = 16 A x B = 160 mA	(Ik1"= 993 A, ip1 = 1.43 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 160 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.01		
	23Q14		
23Q14	LTN-16B	io1 = 1.39 kA	1Q5-23Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 72 A		
	23L15		
23L15	CYKY3x2,5	Iz = 27 A	
	25 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 724 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I _{2t} < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 583 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (723 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z13		
Z13	Vývod	io1 = 583 A	
	I = 16 A x B = 160 mA	(Ik1"= 724 A, ip1 = 1.04 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (723 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 160 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.01		
		io = 1.57 kA	
		(Ik1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
	24FI12		
24FI12	LFN-40-2-030A	Zs(0,4s) = 1.54 kOhm, 5xIdn = 0,15A, R(50V/5s)=1,7kOhm	
	In = 40 A		
	Idn = 0.03 A		
	24B13		
24B13	Sběrnice	io1 = 1.57 kA	
	B = 1	(Ik1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
		U = 228 V (Un - 1.4%)	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (314 mOhm < 1.54 kOhm)	
	24Q14		
24Q14	LTN-16B	io1 = 1.39 kA	1Q5-24Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 72 A		
	24L15		
24L15	CYKY3x2,5	Iz = 27 A	
	4 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 1.67 kA)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I _{2t} < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 1.12 kA	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (384 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z3		
Z3	Vývod	io1 = 1.12 kA	
	I = 16 A x B = 1.6 A	(Ik1"= 1.67 kA, ip1 = 2.41 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (384 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 1.60 A	U = 228 V (Un - 1.5%)	
	B = 0.1		
	25Q14		
25Q14	LTN-16B	io1 = 1.39 kA	1Q5-25Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	

	lcn = 50 kA*		
	li = 72 A		
	25L15		
25L15	CYKY3x2,5	lz = 27 A	
	15 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 993 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.2 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 747 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z7		
Z7	Vývod	io1 = 747 A	
	I= 16 A xB = 1.6 A	(Ik1"= 993 A, ip1 = 1.43 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 1.60 A	U = 227 V (Un - 1.6%)	
	B = 0.1		
	26Q14		
26Q14	LTN-16B	io1 = 1.39 kA	1Q5-26Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	lcn = 50 kA*		
	li = 72 A		
	26L15		
26L15	CYKY3x2,5	lz = 27 A	
	15 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 993 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 747 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z10		
Z10	Vývod	io1 = 747 A	
	I= 16 A xB = 160 mA	(Ik1"= 993 A, ip1 = 1.43 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (561 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 160 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.01		
		io = 1.57 kA	
		(Ik1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
	27F112		
27F112	LFN-40-2-030A	Zs(0,4s) = 1.54 kOhm, 5xidn = 0,15A, R(50V/5s)=1,7kOhm	
	In = 40 A		
	Idn = 0.03 A		
	27B13		
27B13	Sběrnice	io1 = 1.57 kA	
	B = 1	(Ik1"= 2.19 kA, ip1 = 3.16 kA)	
		U = 228 V (Un - 1.4%)	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (314 mOhm < 1.54 kOhm)	
	27Q14		
27Q14	LTN-16B	io1 = 1.39 kA	1Q5-27Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	lcn = 50 kA*		
	li = 72 A		
	27L15		
27L15	CYKY3x2,5	lz = 27 A	
	5 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 1.57 kA)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.1 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 1.07 kA	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (400 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z4		
Z4	Vývod	io1 = 1.07 kA	
	I= 16 A xB = 1.6 A	(Ik1"= 1.57 kA, ip1 = 2.27 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (400 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 1.60 A	U = 228 V (Un - 1.5%)	
	B = 0.1		
	28Q14		
28Q14	LTN-16B	io1 = 1.39 kA	1Q5-28Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	lcn = 50 kA*		
	li = 72 A		
	28L15		
28L15	CYKY3x2,5	lz = 27 A	
	18 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 894 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.2 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 687 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (610 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z8		
Z8	Vývod	io1 = 687 A	
	I= 16 A xB = 1.6 A	(Ik1"= 894 A, ip1 = 1.29 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (610 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 1.60 A	U = 227 V (Un - 1.6%)	

	B = 0.1		
	29Q14		
29Q14	LTN-16B	io1 = 1.39 kA	1Q5-29Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 72 A		
	29L15		
29L15	CYKY3x2,5	Iz = 27 A	
	18 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 894 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 687 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (610 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z11		
Z11	Vývod	io1 = 687 A	
	I = 16 A x B = 160 mA	(Ik1"= 894 A, ip1 = 1.29 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (610 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 160 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.01		
	30Q14		
30Q14	LTN-16B	io1 = 1.39 kA	1Q5-30Q14 selektivní minimálně do 123 A
	In = 16 A	Zs(0,4s) = 2.87 Ohm, Ia = 81 A, R(50V/5s) = 621 mOhm	
	Icn = 50 kA*		
	Ii = 72 A		
	30L15		
30L15	CYKY3x2,5	Iz = 27 A	
	20 m na stěně (C)	tm = 55 ° C	
	Teplota okolí [st. C] : 30	(Ik1"= 837 A)	
	Způsob uložení : Na stěně, na podlaze, přímo ve zdi nebo na neperforovaných lávkách	dU = 0.0 %	
	Počet seskupených obvodů : 1	I2t < k2S2	
	Uspořádání seskupených obvodů : V jedné vrstvě	io1 = 653 A	
		O.K. Zsv < Zs(0,4s) (642 mOhm < 1.54 kOhm)	
	Z14		
Z14	Vývod	io1 = 653 A	
	I = 16 A x B = 160 mA	(Ik1"= 837 A, ip1 = 1.21 kA)	
	cos fi = 0.95	O.K. Zsv < Zs(0,4s) (642 mOhm < 1.54 kOhm)	
	I = 160 mA	U = 228 V (Un - 1.4%)	
	B = 0.01		