

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ

TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

NÁVRH ELEKTROINSTALACE

RODINNÉHO DOMU

JAN VLČEK

VEDOUČÍ PRÁCE: MGR. ING. VÍT KLEIN, PH.D.

2021

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Viček** Jméno: **Jan** Osobní číslo: **483469**
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**
Zadávající katedra/ústav: **Katedra elektroenergetiky**
Studijní program: **Elektrotechnika, energetika a management**
Specializace: **Aplikovaná elektrotechnika**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Elektroinstalace rodinného domu

Název bakalářské práce anglicky:

Wiring of a family house

Pokyny pro vypracování:

1. Zásady návrhu elektroinstalace rodinného domu.
2. Výpočty související s návrhem elektroinstalace.
3. Návrh elektroinstalace včetně slaboproudé části.
4. Připojení rodinného domu k distribuční síti nízkého napětí.
5. Pořizovací a provozní náklady elektroinstalace.

Seznam doporučené literatury:

- [1] BERKA, Štěpán. Elektrotechnická schémata a zapojení 1. Praha: BEN - technická literatura, 2008. ISBN 978-80-7300-229-9.
[2] BERKA, Štěpán. Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi 1. Brno: Computer Press, 2015. ISBN 978-80-251-4598-2.
[3] DVOŘÁČEK, Karel. Správná a bezpečná elektroinstalace. 4. aktualizované vydání. Brno: ERA group spol., 2008. ISBN 978-80-7366-120-5.
[4] ŠVARC, František. Elektroinstalace: plánování a realizace: Krok za krokem, od A do Z... Havlíčkův Brod: Jan Vašut, 2005. ISBN 80-7236-403-0.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Mgr. Vít Klein, Ph.D., katedra elektroenergetiky FEL

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

Datum zadání bakalářské práce: **27.01.2021**

Termín odevzdání bakalářské práce: **13.08.2021**

Platnost zadání bakalářské práce: **30.09.2022**

Ing. Mgr. Vít Klein, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) práce

podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

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

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu Mgr. Ing. Vítu Kleinovi, Ph.D. za cenné rady, za spolupráci a za zapůjčení potřebných technických norem. Dále bych chtěl poděkovat přátelům a rodině za veškerou podporu během studia.

PROHLÁŠENÍ

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

V Praze dne 13. srpna 2021

.....

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá elektroinstalací rodinného domu. Je rozdělena pět kapitol: První tři jsou teoretické a poslední dvě praktické. Teoretické se zabývají základními znalostmi, které je potřeba mít před praktickou tvorbou elektroinstalace. V praktické části jsou vytvořeny elektroinstalační výkresy k příslušnému rodinnému domu a potřebné výpočty k provedení elektroinstalace. Poslední kapitola se zabývá pořizovacími a provozními náklady elektroinstalace.

Klíčová slova:

elektroinstalace, elektrický rozvod, zapojení, rozvaděč, rodinný dům

ABSTRACT

The bachelor's thesis is about electrical wiring of a family house. It is divided into five chapters. The first three are theoretical and the last two are practical. Theoretical ones describe the basic knowledge that is necessary to have before the practice. In the practice part, electrical wiring drawings for the family house are created. There are also described calculations required for the wiring. The last chapter deals with initial costs of house wiring and operating costs of the house.

Keywords:

electrical wiring, electrical installation, family house, switchboard

OBSAH

ÚVOD	1
KAPITOLA 1: ZÁSADY ELEKTROINSTALACE NN	2
1.1 ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVA	2
1.2 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM	4
1.2.1 Účinky elektrického proudu na lidský organismus	4
1.2.2 Třídy ochrany elektrických spotřebičů	5
1.2.3 Značení vodičů na hladině nízkého napětí	7
1.2.4 Stupně ochrany krytem	8
1.2.5 Ochranná opatření proti poruchám	9
1.2.6 Značení sítí podle uzemnění	11
1.2.7 Síť TN	12
1.2.8 Síť TT	15
1.2.9 Síť IT	16
1.3 VNITŘNÍ ELEKTRICKÉ ROZVODY	17
1.3.1 Základní pojmy	18
1.3.2 Světelné obvody	19
1.3.3 Zásuvkové obvody	21
1.3.4 Obvody pro pevně připojené spotřebiče	22
1.3.5 Vodiče	22
1.4 ROZVADĚČ	23
1.5 ELEKTROMĚR	23
1.6 ELEKTRICKÉ OCHRANY	24
1.6.1 Tavné pojistky	25
1.6.2 Jističe	26
1.6.3 Proudový chránič	28
1.6.4 Vyrovnání celkového potenciálu	29
1.6.5 Přepětové ochrany	30
1.7 SLABOPROUDÉ ROZVODY	32
KAPITOLA 2: PŘIPOJENÍ DOMU K ELEKTRICKÉ DISTRIBUČNÍ SÍTI	33
2.1 PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ K ELEKTRICKÉ SÍTI NÍZKÉHO NAPĚTÍ	33
2.2 ELEKTRICKÁ PŘÍPOJKA	34
2.3 PŘÍPOJKOVÁ SKŘÍŇ	36
KAPITOLA 3: VÝPOČTY PRO NÁVRH ELEKTROINSTALACE	38
3.1 VÝPOČTOVÉ ZATÍŽENÍ	38
3.2 VÝPOČTOVÝ PROUD	39
3.3 DIMENZOVÁNÍ VODIČŮ	39
3.4 ÚBYTEK NAPĚTÍ	40
KAPITOLA 4: NÁVRH ELEKTROINSTALACE RODINNÉHO DOMU	42
4.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE STAVBY	42

4.2	VÝPOČTY V ELEKTROINSTALACI	43
4.3	PŘÍPOJKA NÍZKÉHO NAPĚTÍ.....	47
4.4	ULOŽENÍ VODIČŮ	48
4.5	VNITŘNÍ ELEKTRICKÉ ROZVODY.....	49
4.5.1	Elektrické rozvody za hlavním rozvaděčem	50
4.5.2	Elektrické rozvody v koupelnách.....	50
4.5.3	Slaboproudé rozvody	51
	KAPITOLA 5: POŘIZOVACÍ A PROVOZNÍ NÁKLADY ELEKTROINSTALACE.....	52
5.1	POŘIZOVACÍ NÁKLADY.....	52
5.2	PROVOZNÍ NÁKLADY.....	52
5.2.1	Sytém vytápění a větrání, ohřev teplé vody	53
5.2.2	Roční náklady za vytápění.....	53
5.2.3	Roční náklady za ohřev teplé vody	54
5.2.4	Ostatní spotřeba elektrické energie	56
	ZÁVĚR	58
	LITERATURA	59
	SEZNAM PŘÍLOH	63
	PŘÍLOHA A: SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	64
A.1	SEZNAM SYMBOLŮ.....	64
A.2	SEZNAM ZKRATEK	65
	PŘÍLOHA B: ELEKTROINSTALACE RODINNÉHO DOMU	67
B.1	ROZVADĚČ 1. ČÁST	67
B.2	ROZVADĚČ 2. ČÁST	68
B.3	ELEKTROINSTALACE 1.NP.....	69
B.4	ELEKTROINSTALACE 2.NP.....	70
B.5	SITUACE	71
	PŘÍLOHA C: POŘIZOVACÍ NÁKLADY.....	72
	PŘÍLOHA D: PROVOZNÍ NÁKLADY	74

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1-1: Elektrizací soustava	3
Obr. 1-2: Napěťové úrovně soustavy	3
Obr. 1-3: Fyziologické účinky elektrického proudu o frekvenci 15 Hz až 100 Hz	4
Obr. 1-4: Tř. ochrany I	6
Obr. 1-5: Tř. ochrany II	6
Obr. 1-6: Tř. ochrany III	6
Obr. 1-7: fázové vodiče L	7
Obr. 1-8: nulový vodič N	7
Obr. 1-9: ochranný vodič PEN, resp. PE	7
Obr. 1-10: Síť TN-C	14
Obr. 1-11: Síť TN-S	14
Obr. 1-12: Síť TN-C-S	15
Obr. 1-13: Síť TT	16
Obr. 1-14: Síť IT	17
Obr. 1-15: Schéma zapojení světla (TN-S).....	20
Obr. 1-16: Schéma zapojení zásuvky typu E (TN-S).....	22
Obr. 1-17: Konstrukce jističe	27
Obr. 1-18: Vypínací charakteristika jističe	28
Obr. 1-19: Proudový chránič EATON	29
Obr. 1-20: Vyrovnaní celkového potenciálu	30
Obr. 1-21: Příklad zapojení přepěťových ochran v síti TN-S (Zapojení 4+0)	31
Obr. 2-1: Venkovní provedení přípojky – samostatný sloup	35
Obr. 2-2: Venkovní provedení přípojky – střešník	35
Obr. 2-3: Celokovová přípojková skříň ve zděném pilíři	37
Obr. 2-4: Celoplastová přípojková skříň	37
Obr. 4-1: Zóny pro ukládání elektrického vedení v pokojích	48
Obr. 4-2: Zóny pro ukládání elektrického vedení v kuchyni, pracovně	49
Obr. 4-3: Hranice zón v koupelnách	51

SEZNAM TABULEK

Tab. 1-1: Fyziologické účinky elektrického proudu o frekvenci 15 Hz až 100 Hz – popis	5
Tab. 1-2: Třídy ochrany elektrických spotřebičů	6
Tab. 1-3: Značení vodičů sítí nn	7
Tab. 1-4: Ochrana před vniknutím cizích předmětů	8
Tab. 1-5: Ochrana před vniknutím vody	9
Tab. 1-6: Značení sítí podle uzemnění.....	11
Tab. 3-1: Doporučené maximální délky vedení s jádry z Cu v závislosti na úbytku	40
Tab. 4-1: Instalovaný příkon ve světelných obvodech.....	45
Tab. 4-2: Instalovaný příkon elektrických vývodů	45
Tab. 4-3: Instalovaný příkon v zásuvkových obvodech.....	46
Tab. 4-4: Energetická bilance.....	47
Tab. 4-5: Výpočet jištění před elektroměrem a v přípojkové skříni.....	47
Tab. 5-1: Ceny elektrické energie při tarifu D57D u společnosti ČEZ Prodej.....	52
Tab. 5-2: Cena za vytápění elektřinou za rok.....	54
Tab. 5-3: Cena za ohřev teplé vody za rok	55

ÚVOD

Bakalářská práce řeší elektroinstalaci rodinného domu. Zabývá se základními znalostmi potřebné pro elektroinstalaci na hladině nízkého napětí. Popisuje princip připojení rodinného domu k distribuční síti. V této práci jsou také popsány elektrické ochrany důležité pro bezpečnost člověka a majetku.

Jedna z kapitol je věnována praktické části elektroinstalace. Podle znalostí z předchozích kapitol jsou vytvořeny a elektroinstalační výkresy rodinného domu. Výkresy zahrnují základní elektroinstalaci včetně slaboproudých obvodů, výkres zapojení rozvaděče a situační výkres.

Použité materiály v projektu vycházejí z potřebných výpočtů, předchozích zkušeností, a především z českých technických norem. Součástí práce je také výpis těchto základních výpočtů v elektroinstalacích.

V poslední kapitole jsou popsány pořizovací a provozní náklady v elektroinstalaci. Pořizovací náklady se týkají konkrétního zhotoveného projektu a zahrnují všechny použité materiály, práci pro montáž a výchozí revizi. Provozní náklady zahrnují spotřebu elektrické energie na vytápění, ohřev teplé vody a ostatní spotřebu.

KAPITOLA 1: ZÁSADY ELEKTROINSTALACE NN

1.1 Elektrizační soustava

Elektrizační soustava zajišťuje fyzické propojení místa výroby s místy spotřeby elektrické energie. Dělí se na dvě hlavní části, na soustavu přenosovou a distribuční.

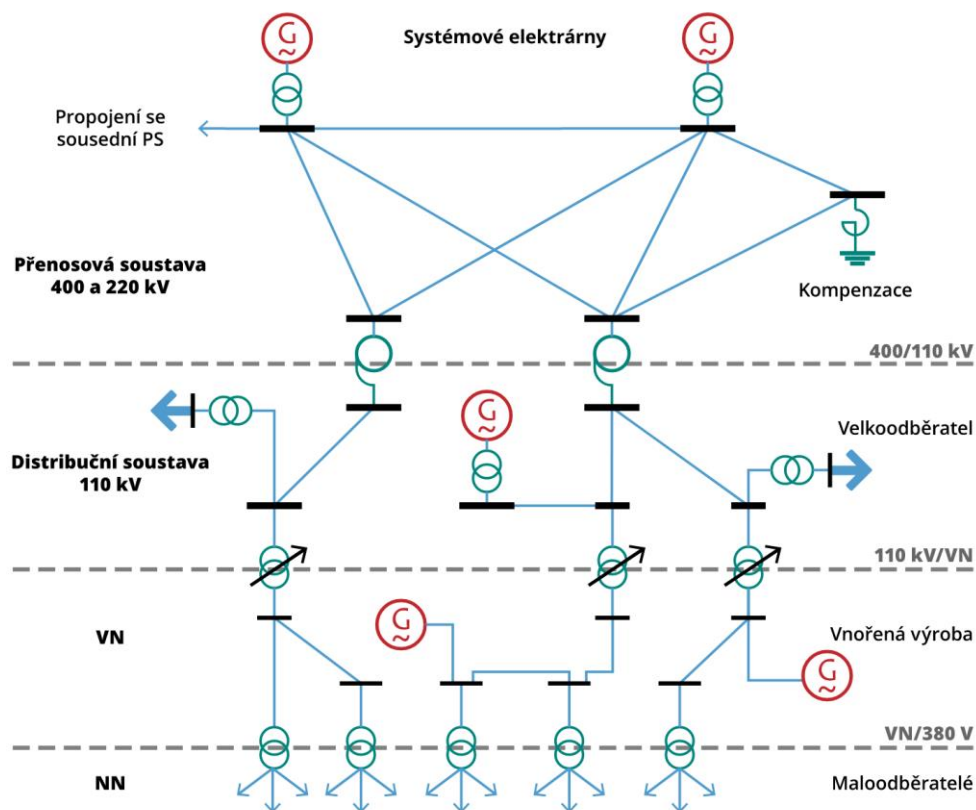
Přenosová soustava zajišťuje přenos elektrické energie vedením na dlouhé vzdálenosti. Kvůli zmenšení ztrát se s rostoucí vzdáleností zavádějí vyšší napěťové hladiny. V České republice je přenosová soustava tvořena dvěma napěťovými úrovněmi – 400 kV (zvláště vysoké napětí – zvn) a 220 kV (velmi vysoké napětí – vvn), kde více než 3700 km je tvořeno linkami o napětí 400 kV a přibližně 2000 km linkami s napětím 220 kV, 85 km pak výjimečně tvoří část vedení 110 kV.

Distribuční soustava slouží jako propojení přenosové soustavy a konečného místa odběru elektrické energie. Elektrické napětí je v transformovně transformováno ze 400 kV nebo 220 kV na hladinu vvn 110 kV. Část této energie si berou velké podniky těžkého průmyslu nebo měnárny pro napájení železnic. Zbytek se přenáší do menších podniků, měst a obcí, kde se transformuje na úroveň vysokého napětí (vn). Nejčastější hladina vn je 22 kV, existují však i hladiny 35 kV vyskytující se např. na severu Čech. Výjimečné jsou nižší hladiny (10 kV, 6 kV a 3 kV).

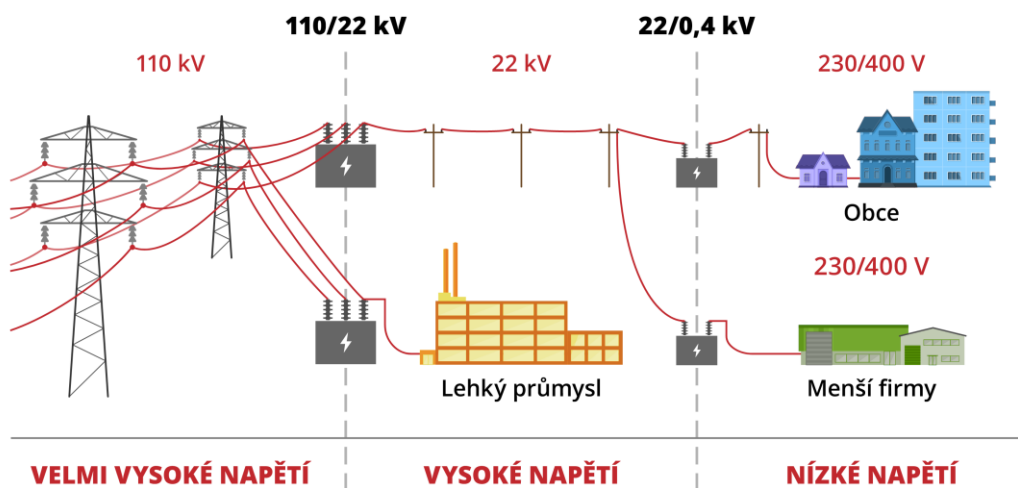
Nejnižší a poslední je transformace na hladinu nízkého napětí (nn) 400 V a nachází se v blízkosti spotřebitelských míst, tj. v samotných podnicích, obcích, městských čtvrtích apod. Úroveň nízkého napětí přivádíme do samotného domu ve formě 230 V jednofázově nebo 400 V třífázově. Hladina nn je vedena vodiči na podpěrných bodech (stožáry, sloupy) nebo v zemi v kabelu.

Jednotlivé spotřebiče a elektrická zařízení jsou pak napájeny ze sítě těchto napětí. Síť nn se dále rozlišují dle provedení, kterými se zabývá kapitola 1.2. ¹

¹ *Elektrizační a přenosová soustava* [online]. [cit. 2021-01-08]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/elektrizacni-a-prenosova-soustava/vyklad>



Obr. 1-1: Elektrizace soustava²



Obr. 1-2: Napěťové úrovně soustavy³

² Elektrizace a přenosová soustava [online]. [cit. 2021-01-08]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/elektrizacni-a-prenosova-soustava/vyklad>

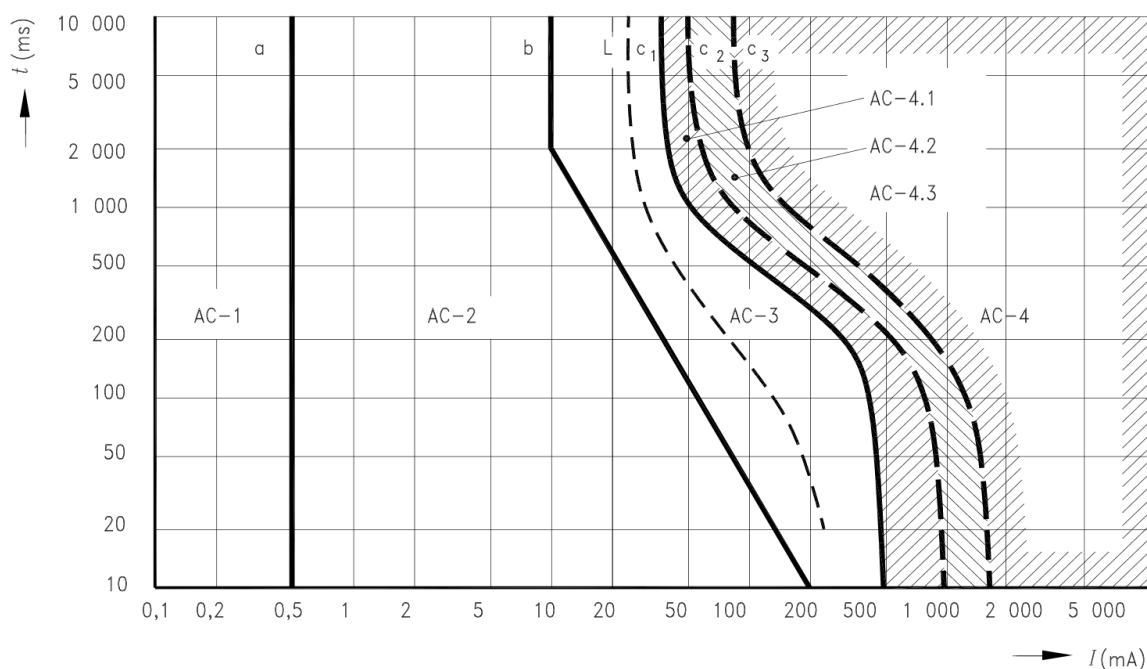
³ Distribuční soustava [online]. [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/distribucni-soustava/vyklad>

1.2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

1.2.1 Účinky elektrického proudu na lidský organismus

Elektrický proud může být životu nebezpečný, jeho účinky se liší především v závislosti na době, po kterou je člověk elektrickému proudu vystaven a na jeho velikosti. Jedná-li se o střídavý proud, jsou tkáně lidského těla namáhány nejvíce ve chvíli, kdy proud přechází z kladné polarity na zápornou a naopak. Proto je od křivky *b* a dále (viz Obr. 1-3) dovolený protékající proud člověkem s nabývajícím časem menší. Každá instalace musí mít správná ochranná opatření, která během poruchy zareagují včas, aby nedošlo k újmě na lidském zdraví nebo k poškození majetku.

Průchod střídavého proudu lidským tělem může po překročení určitých hranic způsobovat svalové křeče, fibrilace komor nebo popáleniny. Jednotlivé fyziologické účinky jsou rozčleněny v Tab. 1-1 na straně 5. Obdobně vypadá charakteristika pro stejnosměrný proud, avšak mezní hodnoty dovoleného procházejícího proudu (a, b, c, d na Obr. 1-1) jsou větší. Stejnosměrný proud také může způsobit svalové křeče, fibrilace komor nebo popáleniny.



Obr. 1-3: Fyziologické účinky elektrického proudu o frekvenci 15 Hz až 100 Hz⁴

⁴ FIALA, Petr, Petr ORSÁG a Jaroslav MATULA. Účinky napětí a proudů na látky, materiály a lidský organismus. *ELUC Elektrotechnika: BOZP při práci na elektrickém napětí* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/343>




Zóny	Mezní hodnoty	Fyziologické účinky
AC-1	do křivky a	Působení proudu není obvykle zjistiitelné
AC-2	od a do b	Působení proudu nemá obvykle zjistiitelný škodlivý účinek
AC-3	od b do c1	Působení proudu může způsobit svalové křeče, problémy s dýcháním nebo nepravidelný srdeční rytmus
AC-4	od c1 dále	Proud životu nebezpečný, zde se účinky zhoršují s velikostí proudu a s rostoucím časem vystavení proudu.
AC-4.1	od c1 do c2	Pravděpodobnost fibrilací komor až u 5 % osob vystaveným elektrickým proudem
AC-4.2	od c2 do c3	Pravděpodobnost fibrilací komor až u 50 % osob vystaveným elektrickým proudem
AC-4.3	od c3 dále	Pravděpodobnost fibrilací komor u více než 50 % osob vystaveným elektrickým proudem

Tab. 1-1: Fyziologické účinky elektrického proudu o frekvenci 15 Hz až 100 Hz – popis⁵

1.2.2 Třídy ochrany elektrických spotřebičů

Při práci s elektrickým spotřebičem existuje vždy určité riziko vzniku úrazu, a proto musí disponovat ochranou. V závislosti na provedení a užití (vrtačka, nabíječka, pračka, mobilní telefon) se spotřebič zařazuje do příslušné třídy ochrany. Tyto třídy jsou celkem čtyři: 0, I, II a III, přičemž všechny kromě 0 mají svou grafickou značku. Vzhledy grafických značek jsou podrobně vidět na Obr. 1-4 až Obr. 1-6. Tato označení musí každý spotřebič mít viditelně umístěn, přičemž je obvykle v oblasti spolu s ostatními symboly (CE - Conformité Européenne, EEZ – elektrické a elektrotechnické zařízení). Jednotlivé třídy ochrany jsou popsány níže v Tab. 1-2.

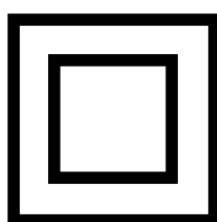
⁵ FIALA, Petr, Petr ORSÁG a Jaroslav MATULA. Účinky napětí a proudů na látky, materiály a lidský organismus. *ELUC Elektrotechnika: BOZP při práci na elektrickém napětí* [online]. [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/343>

	Třídy ochrany elektrických spotřebičů			
	0	I	II	III
Základní charakteristiky zařízení	nemá prostředky (svorky) pro připojení ochranného vodiče	má prostředky (svorky) pro připojení ochranného vodiče	má přídavnou nebo zesílenou izolaci – nemá prostředky (svorky) pro připojení ochranného vodiče	je konstruováno pro napájení ze zdroje SELV
Opatření k zajištění bezpečnosti	nevodivé okolí	spojení s ochranným vodičem	nejsou třeba	připojení ke zdroji SELV
Grafická značka	nemá grafickou značku			
Použití v instalacích	v ČR není povolena	pouze s ochranným vodičem	všeobecné použití	v obvodech SELV

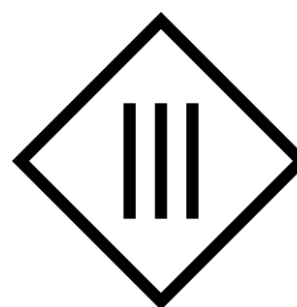
Tab. 1-2: Třídy ochrany elektrických spotřebičů⁶



Obr. 1-4: Tř. ochrany I⁷



Obr. 1-5: Tř. ochrany II⁸



Obr. 1-6: Tř. ochrany III⁹

⁶ Třídy ochrany elektrických spotřebičů [online]. 2019 [cit. 2021-03-20]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/novinky-detail-tridy-ochrany-el-spotrebicu.htm>

⁷ Schutzklasse (Elektrotechnik). In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 2021-03-03]. Dostupné z: [https://de.wikipedia.org/wiki/Schutzklasse_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Schutzklasse_(Elektrotechnik))

⁸ viz 7

⁹ viz 7

1.2.3 Značení vodičů na hladině nízkého napětí

Pomocí barev izolace kabelu rozlišujeme tři vodiče dle jeho funkce: fázový vodič L (hnědá, černá, šedá), nulový vodič N (světle modrá) případně střední vodič M (světle modrá), a ochranný vodič PE (zelená a žlutá). Každý z nich má své označení, aby nedošlo k chybnému zapojení nebo k úrazu.

Na obrázcích níže lze zřetelně vidět typy jednotlivých vodičů, jejichž značení se používá v EU. Rozlišováním vodičů se zabývá norma ČSN 33 0165: *Elektrotechnické předpisy. Značení vodičů barvami nebo číslicemi. Prováděcí ustanovení. ed. 2.*



Obr. 1-7: fázové vodiče L ¹⁰

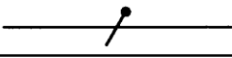
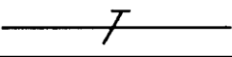



Obr. 1-8: nulový vodič N ¹¹



Obr. 1-9: ochranný vodič PEN, resp. PE ¹²

Ve schématech elektrických sítí nn se jednotlivé vodiče graficky a písemným označením rozlišují tak, jak je znázorněno v Tab. 1-3 níže.

Využití značek pro obrázky 31A1 až 31M v souladu s IEC 60617-11	
	Nulový vodič (N); střední vodič (M)
	Ochranný vodič (PE)
	Vodič s kombinovanou ochrannou funkcí a funkcí nulového vodiče (PEN)

Tab. 1-3: Značení vodičů sítí nn ¹³

¹⁰ Electrical wiring. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2021 [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_wiring

¹¹ viz 10

¹² viz 10

¹³ ČSN 33 2000-4-41. *Elektrické instalace nízkého napětí. Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

1.2.4 Stupně ochrany krytem

Jedním ze způsobů ochrany elektrického zařízení je pomocí jeho správného zakrytí. Rozlišuje se ochrana před vniknutím cizího předmětu a proti vniknutí vody. K tomu slouží tzv. IP-kód (Ingress Protection) ve tvaru **IP XX**, kde první číslice značí ochranu před vniknutím cizího předmětu a druhá proti vniknutí vody. Krytí proti vniknutí musí být správně přizpůsobeno vnějším a pracovním podmínkám. Následující stupně krytí platí pro zařízení se jmenovitým napětím do 72,5 kV.

Ochrana před vniknutím cizích předmětů		
První číslice	Stupeň krytí	
	Krátký popis	Definice
IP 0X	bez ochrany	bez ochrany
IP 1X	dlaní	velkých = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 50 mm
IP 2X	prstem	malých = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 12,5 mm
IP 3X	nástrojem	drobných = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 2,5 mm
IP 4X	nástrojem	velmi drobných = ochrana před vniknutím pevných těles větších než 1 mm
IP 5X	jakoukoli pomůckou	prachu částečně = ochrana před prachem
IP 6X	jakoukoli pomůckou	prachu úplně = prachotěsné (prach nesmí narušit činnost elektrického zařízení)

Tab. 1-4: Ochrana před vniknutím cizích předmětů ¹⁴

¹⁴ ČSN EN 60529 (330330). *Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód)*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1993.

Ochrana před vniknutím vody		
První číslice	Stupeň krytí	
	Krátký popis	Definice
IP X0	bez ochrany	bez ochrany
IP X1	kapající	ochrana před kapkami vody dopadajícími svisle
IP X2	kapající při sklonu do 15 °	ochrana před kapkami vody dopadajícími pod úhlem 15 ° od svislice
IP X3	šikmo dopadající	ochrana před deštěm dopadajícím pod úhlem 60 ° od svislice
IP X4	stříkající	ochrana před stříkající vodou dopadající v libovolném směru
IP X5	tryskající	ochrana před tryskající vodou
IP X6	při vlnobití	ochrana před intenzivně tryskající vodou
IP X7	ponoření	ochrana před dočasným ponořením do vody (omezeno tlakem a časem)
IP X8	trvalé ponoření pod tlakem	ochrana při trvalém ponoření do vody (případná vniklá voda nesmí narušit činnost elektrického zařízení)

Tab. 1-5: Ochrana před vniknutím vody ¹⁵

1.2.5 Ochranná opatření proti poruchám

Každá část instalace musí mít alespoň jedno ochranné opatření proti poruchám nebo případnému vzniku úrazu. Množství a způsob ochranných opatření je zvoleno v závislosti na vnějších podmínkách, na typu zařízení a jeho využití. Obecně se rozlišují dvě ochrany, ochrana základní a ochrana při poruše. Dovolena ochranná opatření jsou:

- a. automatické odpojení od zdroje
- b. dvojitá nebo zesílená izolace
- c. elektrické oddělení
- d. malé napětí (SELV – Safety Extra Low Voltage nebo PELV - Protective Extra Low Voltage)
- e. doplňková ochrana (RCD – Residual Current Device).

¹⁵ ČSN EN 60529 (330330). *Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód)*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1993.

Automatické odpojení proti úrazu elektrickým proudem

Základní ochrana je zajištěna izolací živých částí nebo přepážkami, či kryty. Ochrana při poruše je zajištěna ochranným pospojováním a automatickým odpojením od zdroje. Doplňující požadavky pro světelné obvody v sítích TN a TT jsou takové, že v samostatné domácnosti musí být doplňková ochrana pomocí proudového chrániče (RCD), jehož jmenovitý vybavovací reziduální pracovní proud nepřekračuje 30 mA. Obecně platí, že RCD musí být tam, kde je to určeno.

Dvojitá nebo zesílená izolace

Obecně existují dvě možnosti: základní ochrana je zajištěna izolací a ochrana při poruše přídatnou izolací nebo základní ochrana i ochrana při poruše je zajištěna zesílenou izolací mezi nebezpečnými živými částmi a přístupnými částmi. Pokud je v instalaci dvojitá nebo zesílená izolace jako jediné ochranné opatření, musí být uplatněna účinná opatření. V obvodech obsahujících zásuvku s uzemňovacím kontaktem nesmí být toto ochranné opatření použito.

Elektrické oddělení

Základní ochrana je zajištěna základní izolací živých částí (nebo přepážkami a kryty) a ochrana při poruše je zajištěna jednoduchým oddělením odděleného obvodu od ostatních obvodů a od země.

Malé napětí zajišťované SELV a PELV

Jedná se o ochranné opatření založené na sítích malého napětí SELV nebo PELV. Zdrojem pro sítě SELV a PELV mohou být: bezpečnostní ochranné transformátory; proudový zdroj; zdroj nezávislý na obvodu s vyšším napětím (elektrochemický zdroj, diesela agregát); mobilní zdroje napájené nízkým napětím. Po tomto ochranném opatření je požadováno omezení napětí v síti SELV nebo PELV maximem 50 V pro AC a 120 V pro DC. Jmenovité napětí nesmí překročit stanovené napěťové meze.

Doplňková ochrana

Pokud dojde k selhání základní ochrany nebo ochrany při poruše, používá se ve střídavých sítích jako doplňková ochrana proudový chránič, přičemž jmenovitý vybavovací reziduální proud proudového chrániče nepřekračuje 30 mA. Proudový chránič nenahrazuje plnohodnotně jiná ochranná opatření, tj. musí být vždy v kombinaci s jinou ochranou např. s jističem.

1.2.6 Značení sítí podle uzemnění

Evropská unie v současnosti usiluje o harmonizaci norem. Jedna z těchto harmonizovaných norem o elektroinstalaci je norma IEC 60364 *Electrical installations for buildings*, v České republice převzata jako soubor norem ČSN 33 2000 *Elektrické instalace nízkého napětí*. Na základě této normy se rozlišují provedení elektrických sítí nn, které jsou značeny vždy dvěma velkými písmeny bez mezery a případně dodatečnými písmeny oddělenými pomlčkou. Pořadí písmen nesmí být zaměněno, neboť pozice samotná vyjadřuje, na které části v instalaci se písmeno vztahuje.

1. písmeno	2. písmeno	Další písmena (nemusí být)
Vztah sítě a uzemnění	Vztah neživých částí v rozvodu a uzemnění	Uspořádání nulového a ochranného vodiče
T	N	S
Bezprostřední spojení jednoho bodu sítě se zemí	Přímé spojení neživých částí s uzemněným bodem sítě (obvykle střed zdroje)	Ochranný vodič (PE) je veden odděleně od nulového vodiče (N)
I	T	C
Oddělení všech živých částí od země nebo spojení jednoho bodu sítě se zemí přes velkou impedanci	Přímé spojení neživých částí se zemí.	funkce středního a ochranného vodiče sloučena v jediném vodiči (PEN)

Tab. 1-6: Značení sítí podle uzemnění¹⁶

¹⁶ ELUC Elektrotechnika: Elektrické sítě z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem [online]. [cit. 2021-03-27]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/390>

1.2.7 Sítě TN

Sít TN (z francouzštiny terre-neutre) má tři různá provedení: TN-C, TN-S, TN-C-S. V České republice se v rodinných domech a bytech sít TN používá nejčastěji, zejména TN-C-S. Sít TN-S má oddělený nulový vodič N od ochranného vodiče PE, sít TN-C má společný vodič PEN a sít TN-C-S je kombinace, která má nejdříve vodič PEN a v určité oblasti se rozdělí na dva samostatné vodiče N a PE. K tomuto rozdělení může dojít např. v elektroměrovém nebo v bytovém rozvaděči. Po rozdělení se tyto vodiče nesmí znovu spojit.¹⁷

Všechny neživé části musí být spojeny s uzemněným bodem sítě, který je uzemněný v blízkosti zdroje (generátor, transformátor). Neživé části jsou s tímto bodem propojeny ochranným vodičem PEN nebo PE. Vodič PEN, resp. PE by měl být v sítích TN v elektroinstalaci dodatečně uzemněn. Bezporuchovost uzemnění instalace závisí na spolehlivosti a účinnosti spojení vodičů PEN nebo PE se zemí. Jestliže je uzemnění zajištěno veřejnou nebo jinou napájecí sítí, zodpovídá za dodržení podmínek, které platí vně instalace, provozovatel distribuční soustavy. Takovou podmínkou je například:

$$\frac{R_B}{R_E} \leq \frac{50}{U_o - 50} \left[\frac{\Omega}{\Omega}; \frac{1}{V} \right], \quad (1-1)$$

kde:

- R_B [Ω] elektrický odpor uzemnění sítě (všech zemničů paralelně),
 R_E [Ω] minimální odpor styku cizích vodivých částí se zemí, které nejsou spojeny s ochranným vodičem, ale jejichž prostřednictvím může dojít ke vzniku poruchy mezi živým vodičem a zemí,
 U_o [V] jmenovité střídavé nebo stejnosměrné napětí vodiče vedení vůči zemi.

Další podmínky, které musí být splněny:

$$1,25 * Z_{sv} * I_a \leq U_o \quad [\Omega, A; V] \quad (1-2)$$

$$Z_{sv} \leq 0,8 * \frac{U_o}{I_a} \left[\Omega; \frac{V}{A} \right] \quad (1-3)$$

¹⁷ ČSN 33 2000-4-41. *Elektrické instalace nízkého napětí. Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

$$1,5 * Z_{sm} * I_a \leq U_o \text{ [}\Omega, \text{A; V]} \quad (1-4)$$

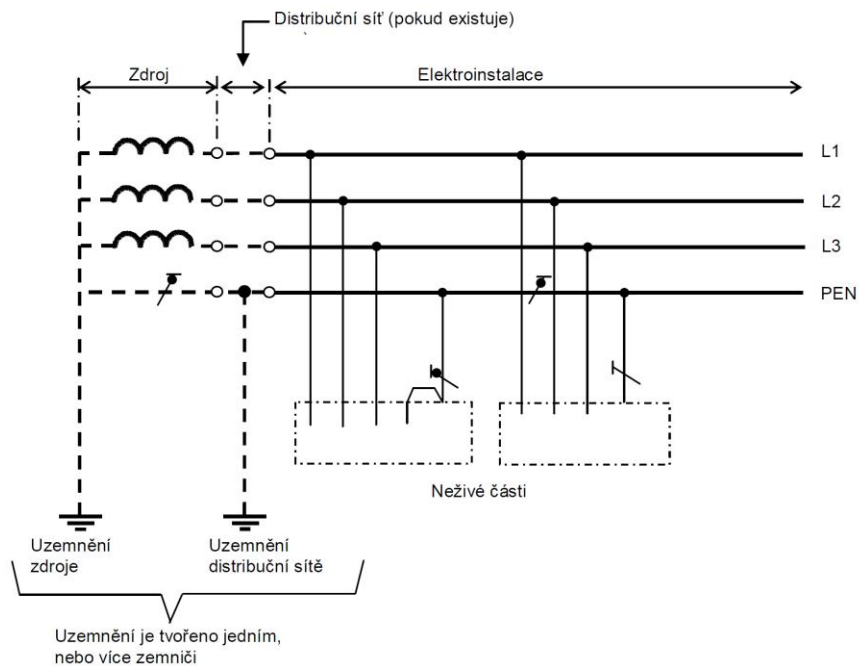
$$Z_{sm} \leq 0,66 \frac{U_o}{I_a} \left[\Omega; \frac{\text{V}}{\text{A}} \right] \quad (1-5)$$

$$I_a = I_n * k, \text{ kde} \quad (1-6)$$

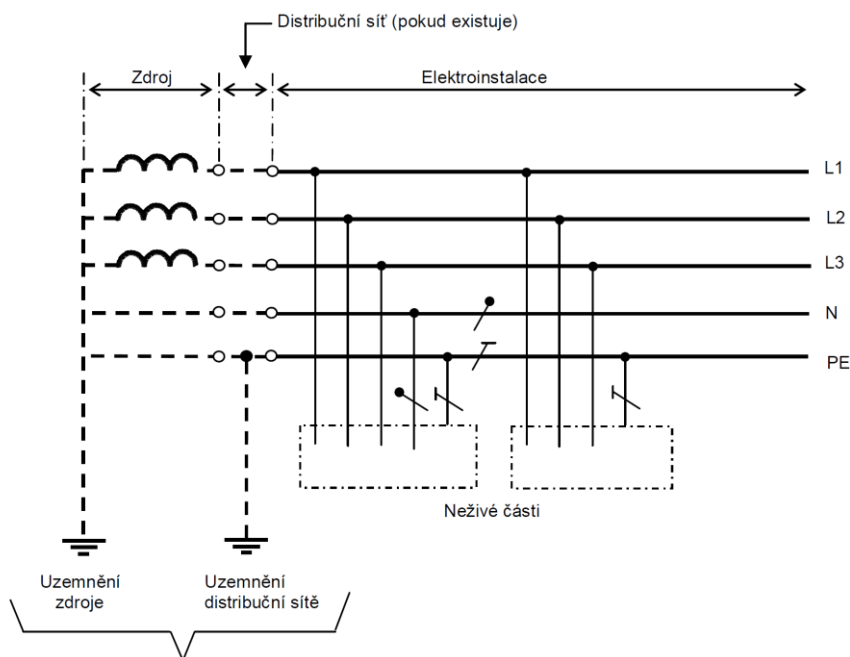
Z_{sv} [Ω]	vypočtená impedance smyčky
Z_{sm} [Ω]	změřená impedance smyčky
U_o [V]	jmenovité střídavé napětí proti zemi
I_a [A]	proud zajišťující samočinné působení odpojovacího ochranného prvku ve stanovené době
I_n [A]	jmenovitý proud nadproudového jisticího prvku
k [–]	vypínací charakteristika nadproudového jisticího prvku (B, C, D)
1,5	bezpečnostní součinitel

Jako ochranu při poruše lze v sítích TN použít nadproudové ochranné přístroje (jistič, pojistka) a jako doplňkovou ochranu proudové chrániče. Proudový chránič lze použít pouze v sítích TN-S a TN-C-S. V síti TN-C nesmí být proudový chránič používán. Průřez vodiče PEN není menší než 10 mm² Cu (měděný vodič) nebo 16 mm² Al (hliníkový vodič).

Na následujících obrázcích níže jsou vyobrazeny typy sítí TN (TN-C na Obr. 1-10, TN-S na Obr. 1-11 a TN-C-S na Obr. 1-12).



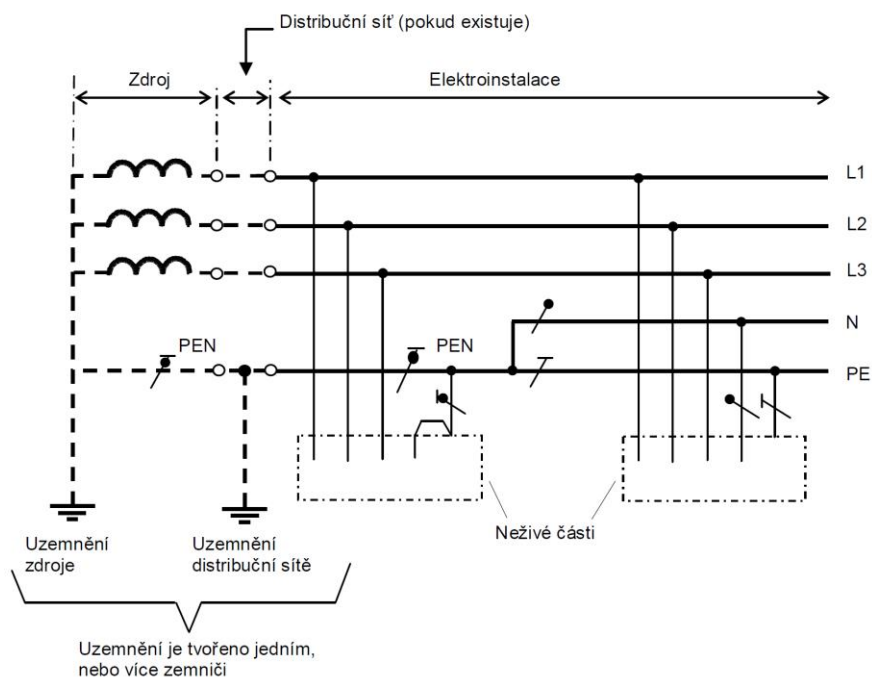
Obr. 1-10: Síť TN-C¹⁸



Obr. 1-11: Síť TN-S¹⁹

¹⁸ ČSN 33 2000-1. *Elektrické instalace nízkého napětí. Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice.* Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, s. 19.

¹⁹ ČSN 33 2000-1. *Elektrické instalace nízkého napětí. Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice.* Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, s. 17.

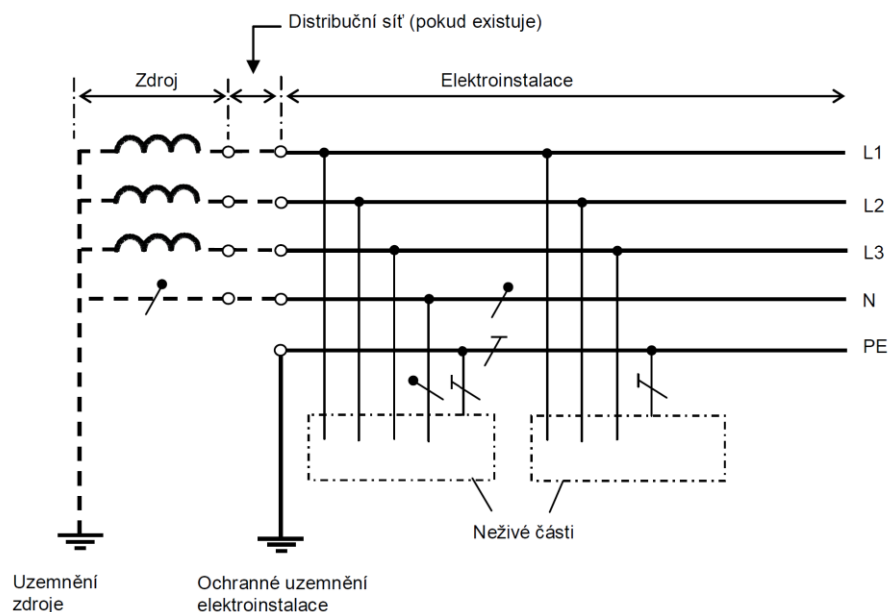


Obr. 1-12: Síť TN-C-S²⁰

1.2.8 Síť TT

Síť TT (z francouzštiny terre-terre) má bod sítě přímo uzemněný a všechny jeho neživé části jsou uzemněny nezávisle na distribuční síti. Neživé části jsou přímo spojeny se zemí a jsou uzemněny buď jednotlivě nebo skupinově. Se sítí TN se lze setkat např. ve Francii. Na Obr. 1-13 je síť TT, jsou na něm vidět jednotlivá uzemnění neživých částí v elektroinstalaci.

²⁰ ČSN 33 2000-1. *Elektrické instalace nízkého napětí. Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice.* Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, s. 18.



Obr. 1-13: Síť TT²¹

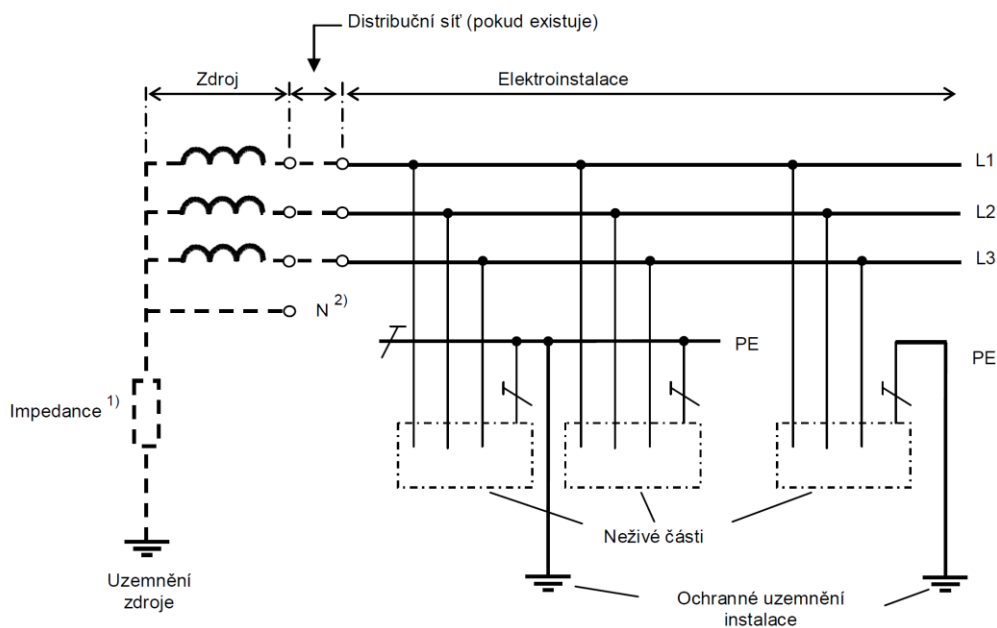
1.2.9 Síť IT

Síť IT (z francouzštiny isolé-terre) má všechny živé části izolované od země nebo má jeden společný pod spojen se zemí přes velkou impedanci (řádově $M\Omega$). Nemusí mít vyvedený nulový vodič. S IT sítěmi se lze setkat např. v EPA prostorech (electrostatic discharge protected area), což jsou prostory, ve kterých se pracuje se zařízeními citlivými na elektrický náboj, který by je mohl jednoduše poškodit. Na Obr. 1-14 je znázornění sítě IT. Je zde vidět, že jednotlivé neživé části elektroinstalace jsou uzemněny. Živé části pak mohou být uzemněny přes velkou impedanci nebo odděleny od země.

Popisky v obrázku:

- 1) Síť může, ale nemusí být uzemněny přes velkou impedanci.
- 2) Nulový vodič N může, ale nemusí být rozveden.

²¹ ČSN 33 2000-1. *Elektrické instalace nízkého napětí. Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice*. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, s. 21.



Obr. 1-14: Síť IT²²

1.3 Vnitřní elektrické rozvody

Za vnitřní elektrické rozvody se považují všechny rozvody v domě kromě: přípojky, přípojkové skříně, pojistek, popř. jističů před elektroměrem a elektroměru. Obecně platí, že elektrické rozvody musí splňovat normu *ČSN 33 2130 Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody*. Musí být bezpečné pro všechny rezidenty a majetek, a to jak za provozního stavu, tak i během poruchy. Provedení musí být spolehlivé, přehledné, úhledné a snadno přizpůsobitelné při požadovaném přemístování elektrických zařízení a přístrojů. Zároveň musí být splněna hospodárnost rozvodu v investičních i v provozních nákladech (např. aby se v instalaci nevyskytovalo nadbytečné množství světelných nebo zásuvkových obvodů a ušetřilo se tak za materiál a ochranné elektrické přístroje).²³

Vnitřní elektrické rozvody začínají hlavním domovním vedením (HDV), které vychází z přípojkové skříně. Z HDV může vést odbočná rozvodnice, dále odbočky k elektroměrům nebo v případě rodinného domu pouze k jednomu elektroměru.

²² ČSN 33 2000-1. *Elektrické instalace nízkého napětí. Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice*. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, s. 34.

²³ ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

Od elektroměrů je vedení rozvedeno k jednotlivým rozvodnicím. Opět v případě domu může rozvodnice být pouze jedna nebo dvě (dům a garáž nebo dům a zahrada apod.) Za rozvodnicí se nachází rozvody jako jsou např. zásuvkové nebo světelné obvody.

1.3.1 Základní pojmy

V elektrických rozvodech se pracuje s přesně definovanými základními pojmy rozlišující prvky v elektroinstalaci z důvodu přehlednosti a jednoznačnosti. Nebudou zde zmíněny všechny, pouze ty nejdůležitější, kterými se tato práce zabývá i nadále.

Hlavní domovní vedení (HDV) je vedení začínající za přípojkovou skříní a končící u posledního elektroměru, resp. u odbočky k poslednímu elektroměru. Hlavním domovním vedením tečou všechny odběry daného objektu a je jištěno v přípojkové skříní. Jestliže jsou v budově max. tři odběratelé, nemusí se HDV zavádět. V případě rodinného domu, kde je např. jenom jeden odběr, může z přípojky jít přímo odbočka k elektroměru.

Odběrné (elektrické) zařízení je takové zařízení, které je připojené na elektrickou přípojku případně zasmyčované na distribuční síť. Je určené k odběru elektřiny a společně s měřicími transformátory tvoří odběrné místo.

Rozvodné (elektrické) zařízení je takové zařízení, které slouží k rozvádění, jištění, měření elektřiny a pro kontrolu a řazení elektrických obvodů.

Rozvaděč je elektrické rozvodné zařízení, které je tvořeno nosnou konstrukcí a elektrickými přístroji uvnitř konstrukce. Vnitřkem rozvaděče je soubor spínacích, ochranných, řídicích a měřicích zařízení, jejichž funkce se vážou na jeden, či více výstupních obvodů. Tyto přístroje mohou být napájeny z jednoho nebo více vstupních elektrických obvodů se svorkami pro střední a ochranný vodič.

Jako nosná konstrukce může sloužit např. ocelová skříň s plechovými dveřmi, existují však i plastové přenosné rozvaděče s lepším krytím. Elektrických přístrojů je mnoho, jaké přístroje má daný rozvaděč záleží na jeho plnicí funkci, s tímto se odvíjí i jeho složitost a cena. Může se jednat o rozvaděč domovní, výtahový nebo vysokonapěťový.

Hlavní rozvaděč (RH) je rozvaděč pro stavební nebo provozní celek (objekt, nemovitost – školní areál, obchodní centrum). Jsou z něj napájené podružné rozvaděče.

Elektroměrový rozvaděč (RE) je elektrické rozvodné zařízení, které obsahuje konstrukci připravenou pro montáž měřícího zařízení (elektroměr) a příslušných přístrojů.

Podružný rozvaděč je rozvaděč napájený z hlavního nebo jiného podružného rozvaděče.

Rozvodnice je malý rozvaděč nízkého napětí. Je upevněn na stěně nebo zapuštěn ve skříňce ve zdi.

Hlavní uzemňovací přípojnice, hlavní uzemňovací svorka (hlavní ochranná přípojnice, hlavní ochranná svorka), značeno zkr. MET tvoří část ochranné soustavy instalace. MET umožňuje vzájemné elektrické spojení více vodičů, které budou uzemněny.

Základový zemnič je vodivá část, která se umísťuje buď pod základy budovy nebo v betonových základech budovy. Obvykle tvoří smyčku.

Umývací prostor je takový prostor vymezený šířkou umývacího dřezu a jeho součástí (mělké navazující prostory např. dřez s odkapem). Za umývací dřez se považuje také umyvadlo.

1.3.2 Světelné obvody

Jedná se o elektrický obvod určený pro připojení svítidel případně pro připojení svítidel na zásuvky ovládané pomocí spínače. Světelné zdroje nejsou jištěny zvlášť, jistí se pouze přívodní vedení. Jištění je provedeno jističem, pojistkou, či jiným přístrojem, jehož maximální jmenovitý proud nepřesahuje 25 A.

„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 dimenzována [viz rovnice (1-7)]

dále].“²⁴ V případě prostorů s vyšším počtem světelných zdrojů se světelné obvody člení na více samostatně ovládaných skupin, aby se dosáhlo optimální regulace osvětlení. Jedná-li se o výbojková svítidla ovládaná běžnými spínacími přístroji, doporučuje se, aby proud v tomto světelném obvodu nepřekračoval 25 % jmenovité hodnoty spínačů.²⁵

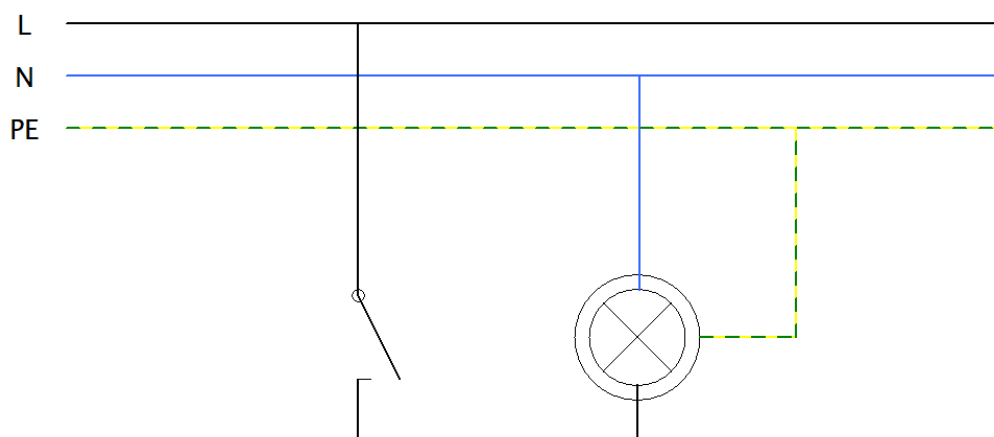
Jmenovitý proud ovládacího přístroje nesmí být menší, než je součet jmenovitých proudů všech svítidel ovládaných tímto přístrojem. Tento vztah popisuje rovnice (1-7). Spínače svítidel se obvykle umísťují u vchodových dveří místnosti na straně kliky dveří. Je-li svítidlo ovládáno kolébkovým spínačem, je zapojen tak, aby stlačení kolébky nahoru udávala stav „zapnuto“. Poloha nahoře zapnuto není však výhrada, mohou být instalace, kde je to naopak. Důležité je, aby v celé instalaci byl dodržen právě jedno pravidlo. Celkový dojem z instalace pak bude úhlednější a při poruše člověk ví, zda je spínač sepnut nebo rozepnut. Schématické zapojení světla je vidět na Obr. 1-15.

$$\sum_{i=1}^n I_{Ni} \leq I_N [A; A], \quad (1-7)$$

kde I_{Ni} je jmenovitý proud i-tého svítidla a I_N je jmenovitý proud jistícího přístroje.

Světelné obvody napájené malým napětím

Světlo se musí na podklad s minimální nosností 5 kg a ve speciálních případech, jako jsou např. lustry je potřeba zavést přídatná statická opatření.



Obr. 1-15: Schéma zapojení světla (TN-S)

²⁴ ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, s. 12.

²⁵ ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

Počet svítidel v místnosti (resp. i jejich prostorové rozložení) se stanovuje podle normy²⁶. Obecně se stanovují podle druhu místnosti (kuchyň, koupelna, chodba) a podlahové plochy.

Počet světelných obvodů společných komunikací (schodiště, nástupiště, výtahy) se stanovuje na základě výšky objektu, a to buď podle počtu nadzemních podlaží nebo podle výšky v metrech. Do devítimetrové výšky nebo do čtyř nadzemních podlaží se zřizují dva obvody. Důvodem je především zvýšení bezpečnosti při poruše.

1.3.3 Zásuvkové obvody

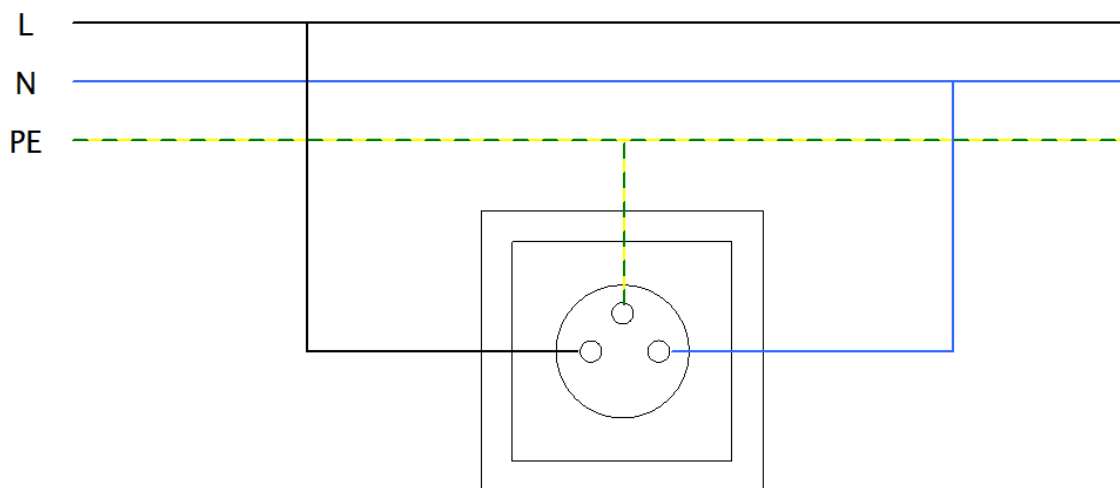
Zásuvkové obvody se zřizují pro připojení spotřebičů vidlicí do zásuvky. Celkový příkon jednoúčelových spotřebičů pro krátkodobému použití nepřesahuje 2000 VA. Zásuvka musí mít ochranný kolík, který je připojený na ochranný vodič PE případně PEN a je umístěný nahoře. Nulový (střední) vodič je připojen na pravou dutinku při pohledu zepředu, fázový vodič je tedy umístěn v dutince vlevo. Zásuvky jsou jištěny pojistkami, jističi nebo jiným jisticím prvkem, jehož jmenovitý proud je nepřekračuje jmenovitý proud zásuvky.

Na jeden zásuvkový obvod připadá maximálně 10 zásuvkových vývodů. Za jeden zásuvkový vývod se považuje dvoj i vícenásobná zásuvka. Zásuvkový obvod je doporučeno jistit 16A jističem, není to však výhrada. Zároveň musí platit, že instalovaný příkon při jištění 16A jističem nesmí překročit hodnotu 3680 VA (případně 2300 VA při jištění 10 A), jak je znázorněno v rovnicích (1-8). Na Obr. 1-16 je schématické zapojení zásuvky v síti TN-C (resp. TN-C-S).

$$\begin{aligned} P &= (230 \cdot 16) \text{ VA} = 3680 \text{ VA} \\ P &= (230 \cdot 10) \text{ VA} = 2300 \text{ VA} \end{aligned} \tag{1-8}$$

V případě trojfázových zásuvek jsou dva druhy připojení. Více trojfázových zásuvek na jeden trojfázový obvod lze zapojit v případě stejného jmenovitého proudu. Není-li ve více trojfázových zásuvkách stejný jmenovitý proud, nesmí se zapojit do stejného obvodu.

²⁶ ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, s. 26.



Obr. 1-16: Schéma zapojení zásuvky typu E (TN-S)

Počet zásuvkových vývodů v jedné místnosti se stanovuje dle normy, která nařizuje jejich minimální počet ²⁷. Ten se odvíjí v závislosti na rozloze místnosti a na jejím využití. Obecně však platí zásada, že se doporučuje více zásuvkových vývodů, než je požadováno. V případě koupě nového nábytku nebo změny jeho uspořádání v pokoji, usnadní více zásuvkových vývodů člověku přístup k elektrické energii. Člověk má pak i větší svobodu v rozhodování se při uspořádání nábytku nebo zařízení.

1.3.4 Obvody pro pevně připojené spotřebiče

Pevně připojený spotřebič s příkonem $S = 2000 \text{ VA}$ a více (elektrická trouba, pračka, indukční vařič) se jistí samostatně. Více spotřebičů lze jedním obvodem jistit nepřesahuje-li celkový příkon $S = 2000 \text{ VA}$ anebo v případě trojfázových spotřebičů jejichž celkový příkon je maximálně 15 kVA .

1.3.5 Vodiče

Vedení v elektroinstalaci je zprostředkováno pomocí vodičů. Každý vodič musí být správně dimenzován, aby procházející proud nepřesahoval maximální dovolenou proudovou přetížitelnost vodiče. Ta je stanovena průřezem a teplotou vodiče.

Všechny vodiče musí být jištěny. Kde jsou jištěny záleží na funkci, kterou vodič plní nebo na jeho celkové délce. Vodiče na hladině nízkého napětí není třeba vést odděleně, všechny jsou vedeny společně v jednom kabelu. HDV je třífázové.

²⁷ ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, s. 26.

Odbočky k elektroměrům mohou být jednofázové v případě, že je soudobý příkon zařízení maximálně 5,5 kW. Neměly by být přerušeny, aby se snížilo riziko neoprávněného odběru.

1.4 Rozvaděč

Rozvaděč je elektrické zařízení, které slouží k rozvodu přívodního vedení do více vývodů. Jednotlivé vývody jsou dimenzovány na nižší zatížení než přívod, tzn. slouží pro nějaký konkrétní účel. Výhodou je větší přehlednost, proveditelnost a také bezpečnost. Porucha na jednom méně zatíženém obvodu představuje menší bezpečnostní riziko než porucha na celém přívodním vedení. Zároveň bude touto poruchou ovlivněn pouze zlomek elektrických zařízení.

Celkový aritmetický součet všech zatížení na vývodech je ale větší než maximální možný příkon na přívodu. To je dáno skutečným současným zatížením elektroinstalace, tj. soudobostí odběrů na vývodech. Předpokládá se, že v jednom okamžiku nebudou všechny vývody zatěžovány maximálním příkonem.²⁸ Tyto soudobosti se dají aplikovat i ve větším měřítku, jako je bytový dům, hotel, průmyslový areál apod.

V rozvaděči se nachází elektrické přístroje důležité pro elektroinstalaci: jističe, pojistky, chrániče, hlavní vypínač, stykače, relé, napájecí zdroje nebo jiná elektronika. U rodinného domu obvykle stačí jeden rozvaděč za elektroměrem. Např. u bytových domů je jeden hlavní rozvaděč, ze kterého pak vedou vývody do bytových rozvodnic jednotlivých domácností.

Při výběru rozvaděče je vhodné zvolit takový, který má po dokončení aktuální elektroinstalace prostorovou rezervu. V případě, že by se v budoucnu elektroinstalace rozšiřovala, nebude umístování dalších přístrojů do rozvaděče takový problém.

1.5 Elektroměr

Elektroměr je měřicí elektrické zařízení. Měří celkovou spotřebu elektrické energie objektu. Spotřeba elektřiny je udávána v kWh případně v MWh. Vlastní ho distributor elektrické energie. Elektroměr musí být osazen jističem o stejném počtu pólů, jako má

²⁸ KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem. 2.*, zcela přeprac. vyd. Praha: Grada, 2010, s. 42. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3249-7.

.....

elektroměr fází. Tento jistič musí být dimenzován na vypočtený příkon odběrného zařízení.

Je montován do elektroměrové rozvodnice, což je plastová nebo plechová skříň. V pravidelných časových intervalech dochází k odečtu spotřeby elektrické energie z elektroměru kvalifikovanou osobou. Ideální umístění rozvodnice ve stavebním objektu je takové, aby kvalifikovaná osoba byla schopna tento odečet uskutečnit i bez přítomnosti rezidenta objektu. Takové místo je např. vedle přípojkové skříně na hranici pozemku (plot, betonový sloupek, zeď domu).

Elektroměr je do rozvodnice umístěn tak, že vzdálenost od podlahy ke středu elektroměru nesmí být menší než 70 cm a větší než 170 cm.²⁹

V dnešní době se montují tzv. vícetarifové elektroměry, nízký a vysoký tarif jsou pak dálkově spínány přes hromadné dálkové ovládání (HDO). Tento signál sepnutí je zprostředkován sdělovacím kabelem. V současnosti stojí za zmínku i chytré elektroměry, které průběžně zaznamenávají spotřebu elektrické energie. Tyto hodnoty jsou pak v jednotlivých časových okamžicích odeslány přes internet do datového centra a zpracovány. Uživatel chytrého elektroměru má pak větší přehled o spotřebě za vybrané časové období a také má přístup k dřívějším stavům elektroměru.

1.6 Elektrické ochrany

Každý vodič se vlivem elektrického proudu zahřívá ztrátovým teplem. Tyto ztráty jsou úměrné kvadrátu protékajícího proudu a nazýváme je Jouleovo teplo. Vztah je popsán v rovnici _ níže.

$$Q = U \cdot I \cdot t = R \cdot I^2 \cdot t = P \cdot t, \quad (1-9)$$

kde:

Q [J]	Jouleovo teplo,
U [V]	elektrické napětí,
I [A]	elektrický proud,
R [Ω]	elektrický odpor,
t [s]	čas,
P [W]	ztrátový výkon.

²⁹ BASTIAN, Peter. *Praktická elektrotechnika*. Vyd. 1. Praha: Europa - Sobotáles cz., 2004, s. 111. ISBN 80-86706-07-9.

V případě poruchy, kterou je např. proudové přetížení nebo zkrat, může dojít až k takovému ohřátí, které spálí izolaci nebo způsobí požár. Také by mohlo dojít i k menšímu oteplení, ale i to má vliv na degradaci izolace. Z těchto důvodů se zavádí ochrana elektrických obvodů pomocí elektrických přístrojů.

Proudové přetížení vzniká, pokud do obvodu připojíme velké množství spotřebičů nebo při zapojení spotřebiče, který odebírá příliš velký proud. V tomto případě teče v obvodu tzv. nadproud, resp. proud, který je větší než jmenovitý proud.

Zkratový proud může vzniknout špatným zapojením nebo spojením nakrátko dvou míst s různým napětím (např. dojde v nějakém místě k odhalení izolace a následného spojení fázového a nulového vodiče). Zkrat se oproti nadproudu odlišuje mnohonásobně větším proudem než jmenovitý.

1.6.1 Tavné pojistky

Tavné pojistky chrání proti nadproudům a zkratům. Součástka je konstruována tak, že se po určité době při průchodu poruchového proudu přepálí tavný drátek a zajistí tak přerušování elektrického obvodu. Jedná se o spolehlivý a jednoduchý typ ochrany. Nevýhodou je výměna tavné vložky po každém přepálení. Cenově se tavná vložka pohybuje okolo 10 Kč.

Typická tavná šroubovací pojistka se skládá z bezpečnostní patice, lícovací vložky, tavné pojistkové vložky a šroubovací hlavice. Konstrukce tavné vložky je z dutého keramického těla, které je vyplněno křemenným pískem. Uvnitř se také nachází tavný vodič, který propojuje horní a spodní kontakty. Spolu s tavným vodičem je uvnitř také přídržný drát, který je spojen s ukazatelem stavu vně pojistky a slouží jako signalizace v případě poruchy. Každá pojistka má barevné označení informující, na který proud je dimenzována, např.: 6 A – zelená, 10 A – červená, 16 A – šedá.

1.6.2 Jističe

Jistič je ochranný elektrický přístroj sloužící jako nadproudová a zkratová ochrana. V případě poruchy dojde k automatickému odpojení elektrického obvodu. K opětovnému propojení/odpojení obvodu slouží ovládací páčka. Jejich použití je opakovatelné a díky tomu mají oproti pojistkám značnou výhodu.

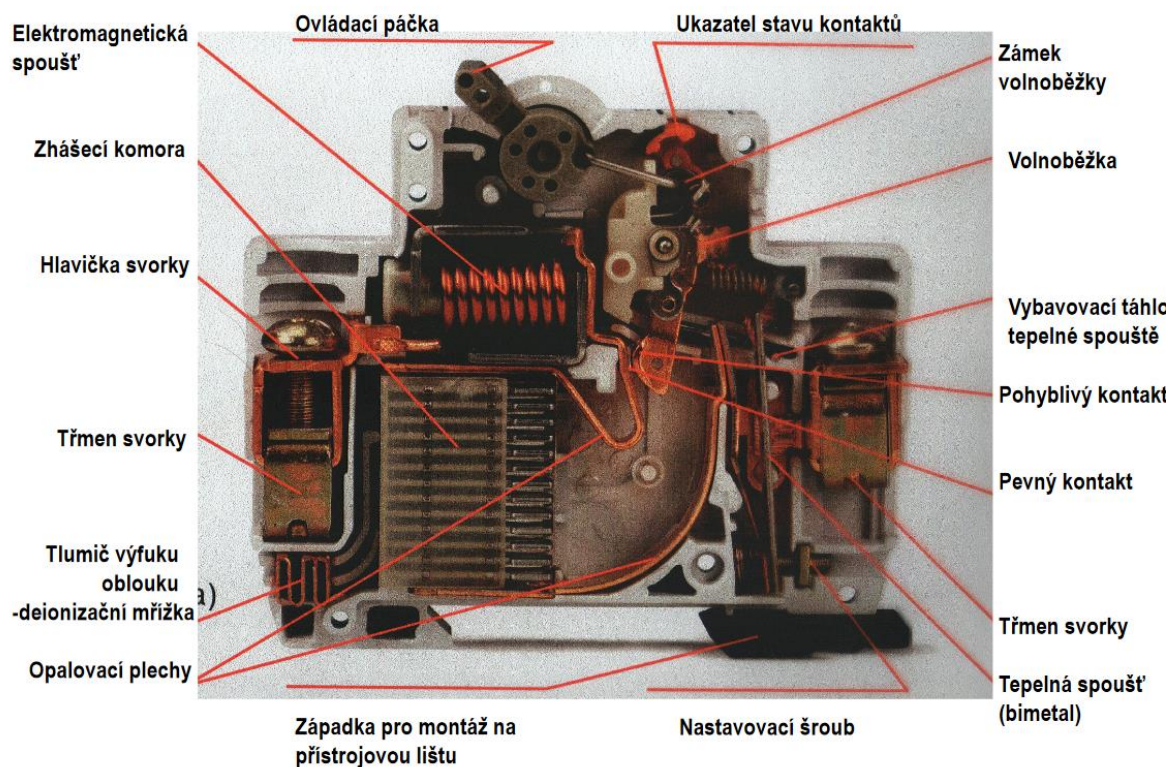
Přístroj se dělí na dvě ochranné konstrukce: *elektromagnetická zkratová spoušť* a *tepelná (bimetalová) spoušť*. Elektromagnetická spoušť reaguje na náhlé změny velkého proudu, resp. na zkraty. Strmým nárůstem proudu cívkou vznikne dostatečně velké magnetické pole, které přes ovládací mechanismus vypne obvod. Tepelná spoušť spočívá v rozdílné tepelné roztažnosti dvou kovů (bimetalu). Obvykle se používá měděný a mosazný pásek. Postupný ohřev bimetalu způsobí různé ohnutí kovů a následné rozpojení obvodu. Pokud při vypínání vznikne elektrický oblouk, je vypnut zhášecí komorou. Rovnice (1-10) popisuje prodloužení materiálu s rostoucí teplotou.

$$l = l_0 \cdot (1 + \alpha \Delta t), \quad (1-10)$$

kde:

l [m]	délka po ohřátí na teplotu t_1 ,
l_0 [m]	počáteční délka při teplotě t_0 ,
α [K ⁻¹]	teplotní součinitel délkové roztažnosti (0,017 pro měď, 0,018 pro mosaz)
Δt [K]	rozdíl teplot t_0 a t_2 .

Na Obr. 1-17 je typický jistič bez části pouzdra. Lze podrobně vidět jednotlivé součásti. Takový jistič je pak s pouzdem ve tvaru kazety vložen do rozvaděče. Ovládací páčka směřuje z rozvaděče ven a umožňuje uživateli sepnout nebo rozepnout daný obvod.

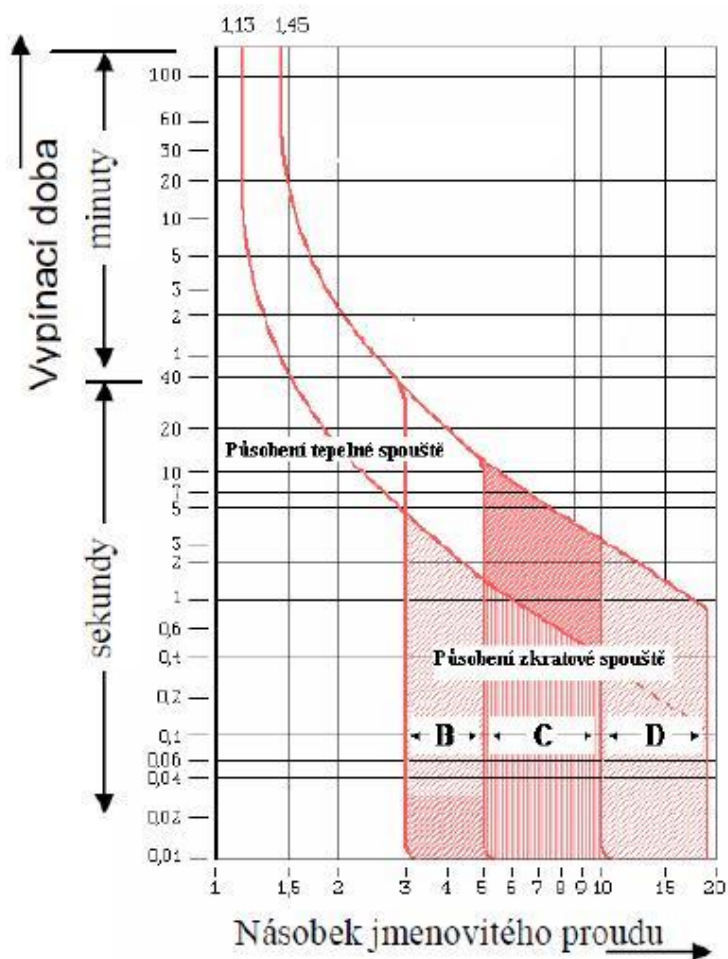


Obr. 1-17: Konstrukce jističe ³⁰

Vypínací charakteristika jističe popisuje chování tepelné a zkratové spouště. Lze z ní vyčíst, po jaké době vypne při určitém proudu. Na vodorovné ose jsou násobky jmenovitého proudu. Na svislé ose je čas (nejprve sekundy, pak minuty) za který vypne. Křivka tepelné spouště je měkčí a pomalejší, to je dáno postupným ohřevem bimetalu. Zkratová spoušť naopak reaguje téměř ihned, ale až při vyšším zkratovém proudu.

Chování jističe lze vidět na Obr. 1-18. V horní části je měkčí charakteristika pro tepelnou bimetalovou spoušť a v dolní je tvrdá charakteristika pro elektromagnetickou zkratovou spoušť.

³⁰ MINDL, Pavel. *Spínací, jisticí a ochranné přístroje pro obvody nízkého napětí* [online]. s. 17 [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/232862/mod_resource/content/0/B1B14%20ZSP%20%E2%80%93%20Elektrick%C3%A9%20p%C5%99%C3%ADstroje%20NN-l.cast.pdf



Obr. 1-18: Vypínací charakteristika jističe ³¹

1.6.3 Proudový chránič

Proudový chránič (RCD) je ochranný elektrický přístroj k ochraně obsluhy. Slouží jako doplňková ochrana, a tudíž nesmí být použit samostatně. Používá se především v elektrických sítích TN-S a TN-C-S. Vnější je opatřen ovládací páčkou a testovacím tlačítkem. V menších rozvodech často stačí pouze jeden.

Princip funkce spočívá v elektromagnetické indukci. Toroidní transformátor v RCD obepíná fázové vodiče a nulový vodič. Při správně funkci obvodu je součet všech proudů roven nule. V případě nevhodného zásahu obsluhy nebo poruchy nebude výsledný proud nulový a na cívce se indukuje napětí. Na toroidním transformátoru je navinuto vinutí, které vede k vybavovacímu relé. Vybavovací relé vyhodnocuje proudové změny a

³¹ MORAVEC, Jan. Elektrické ochrany v soustavách nízkého napětí - 2. díl: Jistič. In: *Oenergetice* [online]. [cit. 2021-04-30]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/technologie/elektricke-ochrany-v-soustavach-nizkeho-napeti-jistic>

v případě detekce rozepne kontakty, což vede k rozpojení obvodu. Na následujícím obrázku je ukázka typického třífázového proudového chrániče. Na přední straně je ovládací páčka a testovací tlačítko.



Obr. 1-19: Proudový chránič EATON³²

1.6.4 Vyrovnání celkového potenciálu

V rodinném domě se mohou vyskytovat neživé části, jako např. vodovodní nebo teplovodní potrubí. Může se stát, že mezi neživými částmi bude rozdíl potenciálů. Aby nevznikl, dělá se v domě *vyrovnávání hlavního potenciálu*. Vše, u čeho je potřeba vyrovnat potenciál včetně zmíněných potrubních systémů je navzájem propojeno vodičem (tzv. vodič ochranného pospojování) a následně uzemněno.

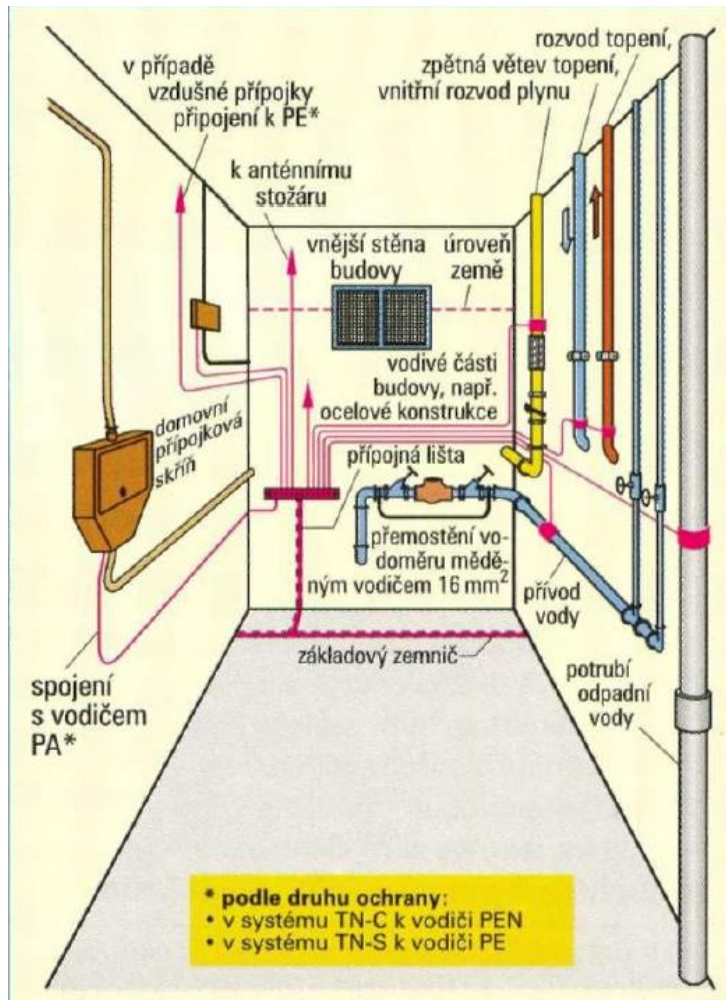
Vzájemné propojení probíhá nepřímo přes lištu vyrovnání celkového potenciálu (hlavní uzemňovací svorka nebo také hlavní uzemňovací přípojnice). Tato lišta je přípojným páskem připojena k základovému zemniči.³³ Neživé části jsou s lištou propojeny vodičem z mědi, oceli nebo hliníku. Průřez vodiče ochranného pospojování nesmí být menší, než je polovina průřezu ochranného vodiče PE (PEN).

Základový zemnič je vodivá část v betonovém základu domu, která obvykle tvoří uzavřenou smyčku. Používá se pozinkovaná pásková ocel s průřezem 75 mm², ale může být použita i měď. Nutno však zmínit, že zemničů obecně je mnoho a jejich zvolení závisí na vnějších podmínkách, jako je např. mechanické namáhání, suchost a mrazivost půdy

³² Proudový chránič EATON. In: *K&V elektro* [online]. [cit. 2021-04-17]. Dostupné z: <https://www.e1.cz/produkt/1180822-proudovy-chranic-eaton-pf6-40-4-003-40a-30ma-ac-286508?t=popis>

³³ BASTIAN, Peter. *Praktická elektrotechnika*. Vyd. 1. Praha: Europa - Sobotáles cz., 2004, s. 108. ISBN 80-86706-07-9.

nebo vodivost země. Místo smyčky v horizontální poloze může být zemnič realizován jako vertikální tyč hluboko v betonovém základu. To však má za následek větší mechanické namáhání. Na Obr. 1-20 je příklad vyrovnání celkového potenciálu, který je uskutečněn v technické místnosti domu.



Obr. 1-20: Vyrovnání celkového potenciálu³⁴

1.6.5 Přepětové ochrany

Přepětí je takové napětí, které převyšuje hodnotu nejvyššího provozního napětí. Tato přepětí by mohla mít za následek vznik úrazu, poškození majetku nebo v horším případě požár. Přechodná přepětí (nebo také impulzní) jsou velmi krátká a intenzivní. Jsou způsobena spínacími pochody v síti anebo údery blesku. Spínací pochody jsou v elektrické síti běžným jevem a jsou způsobeny např. spotřebiči v domácnosti. Spotřebiče se mohou

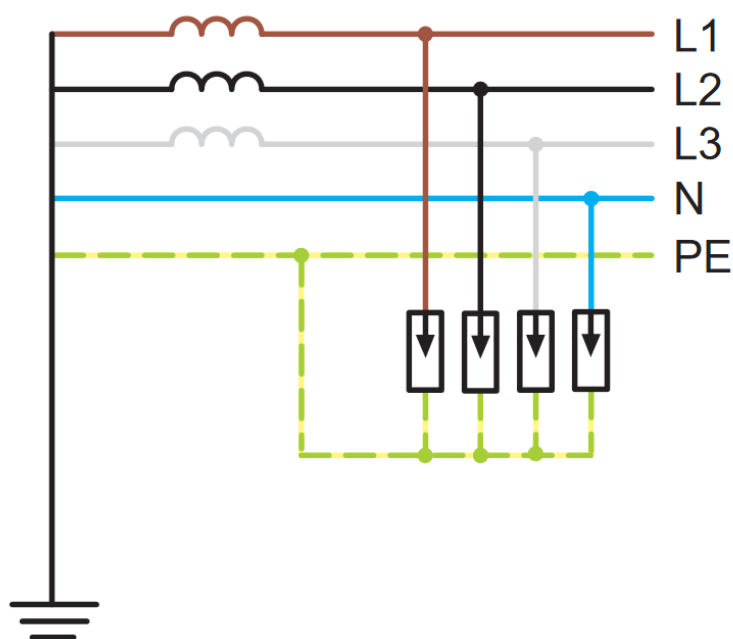
³⁴ BASTIAN, Peter. *Praktická elektrotechnika*. Vyd. 1. Praha: Europa - Sobotáles cz., 2004. ISBN 80-86706-07-9.

.....

takto vzájemně ovlivňovat a jeden může poškodit druhý. Druhý a nebezpečnější typ přepětí je atmosférické. Úder blesku může ovlivnit elektroinstalaci domu. Příčinou nebezpečného napětí je vznik rozdílných potenciálů. Ochranným vyrovnáním potenciálů se zamezí vzniku nebezpečného napětí.

Přepětové ochrany slouží ke spojení vodičů během vzniku přepětí a vyrovnávají potenciál v elektroinstalaci. Pokud přepětí překročí danou mez, která je nastavena přepětovou ochranou, sníží se impedance ochrany, díky čemuž se umožní vzájemné propojení vodičů, a tudíž vyrovnání potenciálu.

Velikost přepětí se kategorizuje podle toho, jak moc hluboko v elektroinstalaci se nachází a jak velkou skupinu spotřebičů má chránit. Tyto ochrany se vyskytují i v menším měřítku, například v napájecím zdroji pro stolní počítač. Na obrázku níže je schématické zapojení přepětové ochrany v elektroinstalaci. Pokud nastane přepětí, sníží se odpor přepětových ochrany, a to má za důsledek svedení nebezpečného proudu.



Obr. 1-21: Příklad zapojení přepětových ochrany v síti TN-S (Zapojení 4+0) ³⁵

³⁵ OEZ Aplikační příručka - Přepětové ochrany [online]. 2017 [cit. 2021-07-29]. Dostupné z: https://www.oez.cz/files/editor_source/Dokumenty/Katalogy/Minia/oez_mi08_2017_cze.pdf

1.7 Slaboproudé rozvody

Televizní anténa zachytí signál, ten je následně zesílen a rozbočovačem rozveden do jednotlivých koncových zásuvek v objektu (účastnická zásuvka). Střešní anténa musí být od vedení nízkého napětí vzdálena minimálně 3 metry. Kvůli ochraně před bleskem musí být vždy uzemněna. Uzemnění může být provedeno např. základovým zemničem (včetně vyrovnání celkového potenciálu). K anténním rozvodům se vztahuje i veškerá potřebná elektronika jako jsou zesilovače, rozbočovače, účastnické zásuvky atd. K rozvodům se používají koaxiální kabely. Pro přenos televizního signálu je potřeba mít koaxiální kabel s impedancí 75 Ohmů.³⁶

Pro rozvod datové počítačové sítě LAN se používá strukturovaná kabeláž. Kabely jsou vedeny ze switchu, který se může nacházet např. v multimediální rozvodnici, a směřují do koncových datových zásuvek v objektu.

Do slaboproudých rozvodů se také zahrnují zabezpečovací zařízení. Ty mohou buď střežit daný objekt proti neoprávněnému vniku a následně upozornit okolí poplašným zařízením anebo mohou chránit před poškozením lidského zdraví a majetku. Jedná se např. o kouřové detektory, detektory přítomnosti oxidu uhelnatého apod.

³⁶ TKOTZ, Klaus. *Příručka pro elektrotechnika*. Vyd. 1. přeložil Jiří HANDLÍŘ. Brno, Praha: Europa-Sobotáles, 2002, s. 498. ISBN 80-86706-00-1.

KAPITOLA 2: PŘIPOJENÍ DOMU K ELEKTRICKÉ DISTRIBUČNÍ SÍTI

Každá pevná instalace odebírající elektřinu, v tomto případě rodinný dům, musí být k rozvodu připojena přípojkou. Toto připojení nastává v *přípojkové skříni*. U kabelových vedení se tato skříň nazývá *hlavní domovní kabelová skříň* a u venkovních vedení *hlavní domovní pojistková skříň*. Tyto názvy bývají často zaměňovány nehledě na konkrétní uspořádání. Každá přípojka musí být vhodně dimenzována, aby odpovídala potřebám odběratele a aby v případě poruchy byla zajištěna selektivita jištění.

2.1 Podmínky pro připojení k elektrické síti nízkého napětí

Je třeba si opatřit veškerá stavební povolení, či uskutečnit potřebná ohlášení úřadu dle *zákona č. 183/2006 Sb. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*. Co vše nemusí mít stavební povolení ani ohlášení, je stanoveno v § 103 tohoto zákona. V § 104 jsou naopak zmíněny činnosti, které povolení nebo ohlášení vyžadují. Dle § 103 není potřeba stavební ohlášení na elektrické přípojky v délce do 50 m. Náklady na přípojku do 50 m hradí provozovatel distribuční soustavy. Náklady za zřízení přípojky hradí odběratel.

Dále je třeba věnovat pozornost § 45 vyhlášky č. 137/1998 Sb. *Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj o obecných technických požadavcích na výstavbu: § 45 - Elektrické přípojky a vnitřní rozvody silnoproudé a telekomunikační*. Daná stavba musí umožnit: přístup silnoproudým a telekomunikačním kabelům, umístění rozvodných skříní, provedení vnitřních silnoproudých a telekomunikačních rozvodů až ke koncovým bodům sítě. Stavba musí mít hlavní vypínač elektrické energie (HDV), který je viditelně označený a kterým se vypíná celý objekt od přípojky.

Provozovatel distribuční soustavy je dle zákona povinen zajistit dodávku elektřiny pro každého odběratele, který splňuje předepsané podmínky. Tyto podmínky jsou blíže specifikovány v *zákoně č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů*, ve znění pozdějších předpisů též známý jako *energetický zákon*.³⁷ Zjednodušené shrnutí těchto podmínek je následovné:

- a) Odběratel má zřízenou elektrickou přípojku a odběrné elektrické zařízení (elektroměr) splňuje veškeré požadované normy a předpisy.

³⁷ DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 4., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008, s. 16. Stavíme. ISBN 978-80-7366-120-5.

-
- b) Odběratel splňuje podmínky ohledně místa, způsobu a termínu, které stanoví dodavatel.
 - c) Odběratel má souhlas vlastníka domu.

2.2 Elektrická přípojka

Přípojka je část elektrického vedení, která umožňuje propojení nemovitosti a distribuční soustavy nn. Jedná se o odbočku vedení. Přípojka začíná od vedení DS nn a končí v přípojkové skříni. Přípojky můžeme dělit dvěma způsoby: ³⁸

- a) rozdělení dle provedení na přípojky provedené venkovním vedením na sloupech, kabelovým vedením v zemi anebo jejich kombinace,
- b) rozdělení dle napětí na přípojky nn, vn, vvn a zvn.

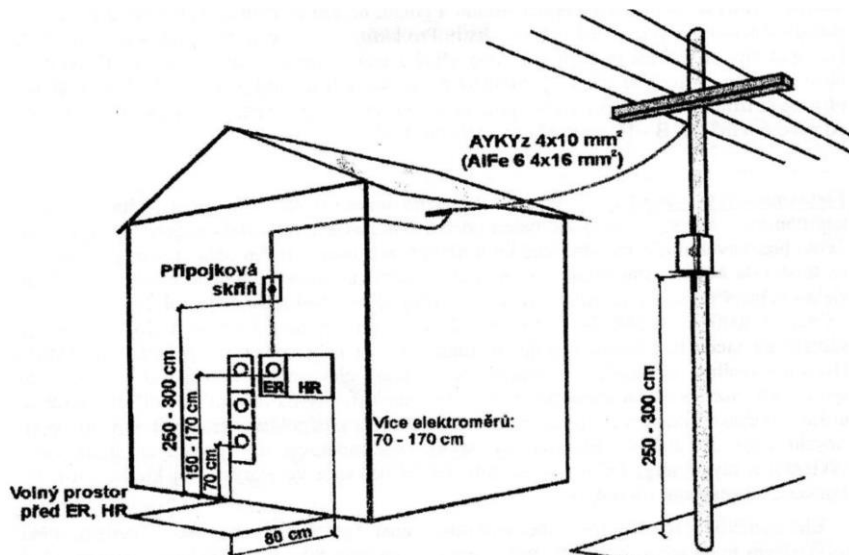
S venkovním vedením se lze setkat v menších nebo starších obcích. Kabelová vedení jsou novější a lze je vidět v novějších obcích nebo ve městských zástavbách. Starší venkovní vedení bývají průběžně nahrazována kabelovým vedením. Tyto rekonstrukce vedení probíhají souběžně např. s rekonstrukcí silnic a kanalizací, aby se množství potřebných stavebních zásahů omezilo na co nejmenší množství. Tato práce se věnuje přípojkám na hladině nízkého napětí.

Přípojka je dimenzována podle předpokládaného odběru elektrické energie celé nemovitosti a je dodána distributorem. O dimenzování se stará projektant, přičemž je po zákazníkovi požadováno poskytnout seznam spotřebičů, ze kterého se stanoví, jaká spotřeba energie se v elektroinstalaci bude vyskytovat. Příkon se stanoví ze spotřebičů (vestavěných a připojených do zásuvky) a světel nacházejících se v elektroinstalaci.

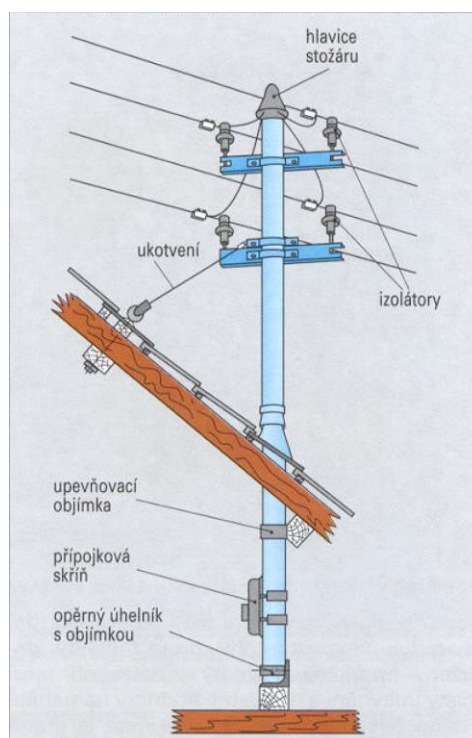
Venkovní elektrická přípojka je realizována buď samostatným sloupem (betonový, dřevěný, ocelový) nebo z domovních střešních stožárů (tzv. střešníků) podpírajících elektrické vedení. Připojení domovní přípojky k průběžným vodičům je provedeno svorkami utaženými šrouby. Přípojka není v tahu, ale je na volno. Je nutno dbát na materiálové rozlišení vodičů, pokud např. dojde k napojení mezi měděným a hliníkovým vodičem, je potřeba využít svorky z materiálu takového, jsou materiály vodičů, aby nedocházelo k případné korozi. ³⁹

³⁸ DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 4., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008, s. 18. Stavíme. ISBN 978-80-7366-120-5.

³⁹ TKOTZ, Klaus. *Příručka pro elektrotechnika*. Vyd. 1. přeložil Jiří HANDLÍŘ. Brno, Praha: Europa-Sobotáles, 2002. ISBN 80-86706-00-1.



Obr. 2-1: Venkovní provedení přípojky – samostatný sloup ⁴⁰



Obr. 2-2: Venkovní provedení přípojky – střešník ⁴¹

⁴⁰ ING. MLČÁK, Tomáš. *Elektrická přípojka nn* [online]. In: . [cit. 2021-07-29]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/4665210-Zacina-smerem-k-odberateli-odboceni-od-zarizeni-pro-verejny-rozvod-odboceni-od-vzdušneho-vedeni-konci-hlavni-domovni.html>

⁴¹ TKOTZ, Klaus. *Příručka pro elektrotechnika*. Vyd. 1. přeložil Jirí HANDLÍŘ. Brno, Praha: Europa-Sobotáles, 2002, s. 455. ISBN 80-86706-00-1.

2.3 Přípojková skříň

Do přípojkové skříňe vstupuje elektrická přípojka, uvnitř se nacházejí pojistky vstupujících fází, které jistí celkový odběr elektřiny. Chrání distribuční síť před případnými zkratovými proudy, v ojedinělých případech může chránit i naopak. Dále slouží k nalezení případné poruchy při odběru elektřiny. Ze skříňe pak vychází vedení, které se nazývá hlavní domovní vedení (HDV). Umístění skříňe bývá ve zděném pilíři, ve zdi plotu nebo ve zdi domu, přičemž ve všech případech musí být veřejně přístupná. Přípojné vedení a skříň jsou majetkem distributora, který je rovněž nainstaluje.⁴²

V současnosti existují dvě častá konstrukční provedení hlavních domovních kabelových skříní: betonové s plastovými, či plechovými dveřmi anebo celoplastové (recyklovaná plastová hmota). U provedení betonového je skříň zapuštěna do předem utvořeného otvoru a mezery jsou vyplněny montážní pěnou. Spodní okraj je alespoň 0,6 m nad definitivně upraveným terénem (nad 1,5 už se nedoporučuje) a před skříní je volný pracovní prostor široký alespoň 0,8 m.⁴³ Je viditelně označena bleskem.

U venkovního vedení je hlavní domovní pojistková skříň, která je v tomto případě součástí přípojky. Umisťuje se tak, aby k přístup k ní byl, pokud možno bez přítomnosti odběratele. V situaci, kdy přípojka vede ze střešního stožáru, je spodní okraj skříňe 2,5 až 3 m nad definitivně upraveným terénem ⁴⁴. Vede-li přípojka ze sloupu v blízkosti pozemku, lze ji umístit přímo na sloup ve stejných výškách.

⁴² DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 4., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008, s. 19. Stavíme. ISBN 978-80-7366-120-5.

⁴³ DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 4., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008, s. 20. Stavíme. ISBN 978-80-7366-120-5.

⁴⁴ DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 4., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008, s. 19. Stavíme. ISBN 978-80-7366-120-5.



Obr. 2-3: Celokovová přípojková skříň ve zděném pilíři



Obr. 2-4: Celoplastová přípojková skříň

KAPITOLA 3: VÝPOČTY PRO NÁVRH ELEKTROINSTALCE

Aby se dosáhlo maximální spolehlivosti a bezpečnosti v elektroinstalacích je zapotřebí použít vhodných vodičů, přístrojů, zdrojů apod. K jejich správnému určení slouží výpočty v elektroinstalaci. Výpočty také zaručí co největší hospodárnost, resp. využitelnost vodičů. K hospodárnosti se vztahuje i zvolení správného hlavního jističe, u kterého se distributorovi platí za každý Ampér navíc.

Výpočtové zatížení slouží k určení: velikosti napájecího zdroje, návrhu vodičů pro rozvod, výkonu spínacích (ochranných) přístrojů, velikosti kompenzačních prostředků. Je zapotřebí rozlišit, v jakém rozsahu výpočet je (zda se vztahuje na jeden spotřebič, nemovitost, areál apod.). Základem pro dimenzování elektrického rozvodu je výpočtové zatížení P_p , proudové zatížení I_p a úbytek napětí ΔU .⁴⁵

3.1 Výpočtové zatížení

Průřez hlavního domovního vedení se stanoví z výpočtového zatížení P_p , které závisí na počtu odběratelů v bytovém domě, na množství spotřebičů a jejich soudobosti. V případě, že jsou maximálně tři odběratelé, nemusí se HDV zavádět a odbočky k elektroměrům lze vést rovnou z přípojkové skříně.

$$P_p = \left(\sum_{n=1}^n P_b \right) \beta_n, \quad (3-1)$$

kde P_p [kW] je výpočtové zatížení, $\sum_{i=1}^n P_b$ je součet soudobých příkonů všech bytů připojených na HDV a β_n [–] činitel soudobosti pro n bytů.

Činitel β vyjadřuje s jakou pravděpodobností budou všechny spotřebiče ve všech bytech zapnuty současně. S rostoucím počtem odběratelů se hodnota bude snižovat. V praxi existují již zhotovené tabulky s vypočtenými koeficienty. V rodinném domku s elektrickým vytápěním (akumulace nebo přímotopy) se standardně volí hodnota $\beta \in (0,7; 0,9)$.

$$\beta = \frac{k_s \cdot k_z}{\eta_m \cdot \eta_s}, \quad (3-2)$$

⁴⁵ PROCHÁZKA, Radek. *Energetická bilance dimenzování vodičů* [online]. [cit. 2021-04-09]. Dostupné z: https://www.powerwiki.cz/attach/EN2/EN2_pr13_dimenzovani.pdf. Přednáška z předmětu elektroenergetika 1. FEL ČVUT.

$$k_s = \frac{\sum P_{is}}{\sum P_i} \quad (3-3)$$

$$k_z = \frac{\sum P_s}{\sum P_{ns}} \quad (3-4)$$

kde:

k_s [–] je činitel zatížitelnosti a vyjadřuje poměrné zatížení současně připojených spotřebičů,

k_z [–] je činitel současnosti a vyjadřuje poměr současně připojených spotřebičů a celkového instalovaného výkonu,

η_m [–] je účinnost spotřebičů při daném využití,

η_s [–] účinnost napájecí soustavy.

3.2 Výpočtový proud

Při návrhu průřezu HDV se bere ohled i na výpočtový proud I_p [A]. Průřez musí být takový, aby dovolené proudové zatížení vodiče bylo vyšší než výpočtový proud. Je potřeba znát hodnotu výpočtového zatížení P_p . Pro trojfázovou soustavu pak platí:

$$I_p = \frac{1000P_p}{\sqrt{3}U_s \cdot \cos\varphi}, \quad (3-5)$$

kde:

I_p [A] je výpočtový proud,

P_p [kW] je výpočtové zatížení,

U_s [V] je jmenovité sdružené napětí soustavy⁴⁶,

$\cos\varphi$ [–] průměrný účinník spotřebičů v chodu v době maxima (pro byty $\cos\varphi = 0,9$).

3.3 Dimenzování vodičů

Dimenzování vodiče zahrnuje více kritérií. Je potřeba zohlednit dané prostředí a vnější podmínky. Do toho spadá i znalost uložení vodiče v instalaci (v čem a kde). Dále je potřeba stanovit vhodný průřez pro určitý proud (resp. výkon). Teplota vodiče nesmí při zatížení překročit dovolenou teplotní hranici. Teplota vodiče je definována jeho průřezem, velikosti tekoucího proudu a vnějšími vlivy. Vodič by tedy měl být ideálně ukládán na

⁴⁶ V České republice je na hladině nn $U_s = 400$ V.

místa s nízkou teplotou a bez přímého slunečního záření. Při přetížení vodiče hrozí riziko vzniku požáru, v lepším případě pouze degradaci izolace kabelu. Na měřené délce vodiče nesmí být naměřen větší úbytek, než je maximální dovolený. Vodič musí odolávat účinkům případným zkratovým proudům alespoň do té doby, než ho vypnou elektrické ochrany. Vodič by měl odolávat mechanické zátěži při instalaci a během jeho doby života. Neměl by se přetrhnout nebo korodovat, proto jsou na vodiče kladeny izolační a mechanické nároky. V současnosti se v instalacích upřednostňuje měděný vodič před hliníkovým. Jedním z důvodů jsou například horší mechanické vlastnosti hliníku a mnohem jednodušeji může dojít k přetržení vodiče.

3.4 Úbytek napětí

Úbytek se měří na určitém úseku. Velikost úbytku závisí na vzdálenosti úseku a průřezu vodiče. Jakmile se na základě předchozích výpočtů stanoví průřez vodiče, změří se na daném úseku úbytek napětí (cesta přípojková skříň-rozvaděč nebo rozvodnice-spotřebiče). Pro jednotlivé úseky jsou normou stanoveny maximální dovolené procentuální úbytky obvykle v řádu jednotek procent.

	Průřez [mm ²]	Úbytek napětí [%]	Jištění [A]	Délka vedení [m]	Určení
Obvyklé rozměrové poměry v bytech	1,5	2	10	16	Světelné obvody
	2,5	3	16	45	Zásuvkové obvody
	2,5	5	16	26	Spotřebiče

Tab. 3-1: Doporučené maximální délky vedení s jádry z Cu v závislosti na úbytku ⁴⁷

Pro jednofázovou soustavu platí:

$$\Delta U_f = \frac{2 \cdot l \cdot P_b \cdot 1000}{\gamma \cdot S \cdot U_f} \quad (3-6)$$

Pro trojfázovou soustavu platí:

⁴⁷ ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

$$\Delta U_s = \frac{l \cdot P_b \cdot 1000}{\gamma \cdot S \cdot U_s}, \quad (3-7)$$

kde:

ΔU [V]	úbytek napětí,
l [m]	délka vedení,
P_b [kW]	soudobý příkon bytu,
γ [S · m ⁻¹]	konduktivita,
S [mm ²]	průřez vodiče,
U_f [V]	fázové jmenovité napětí (230 V),
U_s [V]	sdružené jmenovité napětí (400 V).

KAPITOLA 4: NÁVRH ELEKTROINSTALACE RODINNÉHO DOMU

4.1 Základní údaje stavby

Jedná se o rodinný dům ve městě 252 28 Černošice v České republice. Kompletní adresa domu není zveřejněna z důvodu zachování anonymity. Ze stejného důvodu se v situačním výkresu v příloze nevyskytují čísla okolních parcel a názvy ulic. Elektroinstalace se týká téhož domu, ale po navrhované rekonstrukci. K vytvoření elektroinstalace byly poskytnuty stavební půdorysy navrhovaného objektu. Dům má dvě nadzemní podlaží, jeho celková užitná plocha činí 201,39 m² (1. NP 116,42 m² a 2. NP 84,97 m²) a jeho celkový přibližný vytápěný objem je 390 m³. V domě žijí 4 osoby.

Přípojková skříň (SP) a elektroměrový rozvaděč (RE) jsou v elektrické síti nn TN-C. V hlavním domovním rozvaděči RH je provedeno rozdělení vodiče PEN na PE a N, jedná se o síť TN-C-S. Vnitřní elektroinstalace rodinného domu (zásuvkové obvody, světelné obvody aj.) se nachází v síti TN-S.

Shrnutí

Stavební objekt: rodinný dům

Oblast RD: 252 28 Černošice, Česká republika

Stavební oddíl: Elektroinstalace

Stupeň dokumentace: jednostupňová dokumentace, DPS.

Datum zpracování: červenec 2021

Vypracoval: Jan Vlček

Odpovědná osoba: Jan Vlček

Napěťová soustava

Přípojková skříň SP a elektroměrový rozvaděč RE budou provedeny v síti:

3+PEN AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C

V hlavním domovním rozvaděči RH bude provedeno rozdělení sítě:

3 PEN/N+PE AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-C-S

Vnitřní elektroinstalace objektu bude provedena v síti:

3 N+PE AC, 50 Hz, 400/230 V, TN-S

Řešené oblasti v projektu

- situace širších vztahů
- elektrická přípojka SP
- hlavní rozvaděč RH
- vnitřní elektrické rozvody silnoproudé (zásuvkové obvody, světelné obvody, elektrické vývody) i slaboproudé (rozvody televizního signálu, systém strukturované kabeláže a zvonek)
- pořizovací náklady na elektroinstalaci včetně práce a revize
- provozní náklady (spotřeba elektrické energie za vytápění, ohřev teplé vody a ostatní spotřebu)

4.2 Výpočty v elektroinstalaci

Je potřeba zjistit soudobý příkon a velikost jisticího proudu hlavního jističe před elektroměrem. K tomu je potřeba znát celkový instalovaný příkon domu, který je stanoven ze všech instalovaných zařízení v domě (světla, zásuvky, spotřebiče). Celkový instalovaný příkon je 44,8 kW. Jednotlivé příkony lze vidět v tabulkách Tab. 4-1 až Tab. 4-3.

Vzhledem k tomu, že nikdy nenastane situace s takovým odběrem elektrické energie, zavádí se tzv. výpočtové zatížení (resp. celkový soudobý příkon). Soudobý příkon domu je stanoven ze součinu soudobostí a instalovaných příkonů jednotlivých prvků v energetické bilanci. Tyto soudobé příkony se sečtou a výsledkem je výpočtové zatížení, které činí 27,1 kW. Energetická bilance se nachází níže v Tab. 4-4.

$$P_p = \left(\sum_{k=1}^{10} P_{ik} \beta_k \right) = 27,1 \text{ kW}, \quad (4-1)$$

kde:

P_p [kW] výpočtové zatížení,

$\sum_{k=1}^{10} P_{ik} \beta_k$ součet soudobých příkonů všech prvků v energetické bilanci (viz Tab. 4-4),

P_{ik} [kW] instalovaný příkon k-tého prvku,

β_k [-] činitel soudobosti k-tého prvku.

Potřebný jistící proud se stanoví z výpočtového proudu soudobého příkonu a vychází 43,46 A. Hlavní jistič musí být tedy minimálně 50 A. Jištění v přípojkové skříni by mělo být kvůli selektivitě ochrany o stupeň vyšší, tedy 63 A.

$$I_P = \frac{1000 \cdot P_P}{\sqrt{3} U_S \cdot \cos \varphi} = \frac{1000 \cdot 27,1}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} \text{ A} = 43,5 \text{ A}, \quad (4-2)$$

kde:

I_P [A] výpočtový proud,
 P_P [kW] výpočtové zatížení,
 U_S [V] sdružené napětí sítě,
 $\cos \varphi$ [-] účinník.

Světelné obvody				
Typ	Odkaz	Jmenovitý příkon P_n [W]	Počet [ks]	P_n celkem [W]
koupelna - strop	LED podhledové	22	4	88
zrcadlo	LED koupelňové zrcadlové	12	3	36
venkovní	LED venkovní nástěnné s čidlem	11	4	44
venkovní - terasa	Venkovní nástěnné – terasa	14	2	28
ostatní	LED stropní stmívatelné	24	23	552
ventilátor s doběhem	Ventilátor s doběhem	16	3	48
Instalovaný příkon P_i [W]				796

Tab. 4-1: Instalovaný příkon ve světelných obvodech

Elektrické vývody		
Typ zařízení	Odkaz	Jmenovitý příkon P_n [W]
Elektrická trouba	Trouba Electrolux	3 490
Indukční varná deska	Indukce Electrolux	7 350
Digestoř	Digestoř Electrolux	200
Elektrický kotel	Kotel Protherm	14 000
Elektrický boiler	Bojler Dražice	2 200
Slaboproudý rozvaděč		250
Instalovaný příkon P_i [W]		27 490

Tab. 4-2: Instalovaný příkon elektrických vývodů

Zásuvkové obvody (ZO)				
Označení ZO	Zásuvkových vývodů	Umístění	Využití	Jmenovitý příkon P_n [W]
Z1	6	Vstupní chodba, ložnice 1.NP	elektronika, stolní lampičky	200
Z2	1	Koupelna 1.NP	fén	1 000
Z3	1	Technická místnost	-	1 000
Z4	1	Technická místnost	pračka	2 200
Z5	1	Technická místnost	sušička	1 200
Z7	1	Kuchyň	mikrovlnná trouba	1 200
Z8	1	Kuchyň	rychlovarná konvice	2 400
Z9	1	Kuchyň	lednice	80
Z10	1	Kuchyň	myčka	1 500
Z11	2	Kuchyň	kávovar + mlýnek	2 050
Z12	3	Kuchyň, Krytá terasa	elektronika, stolní lampičky	200
Z13	6	Chodba 1.NP, Obývací	TV, elektronika	150
Z14	2	Skład	-	200
Z15	1	Koupelna 2.NP	fén	1 000
Z16	7	Chodba 2.NP, Ložnice	-	200
Z17	6	Pokoj 2. NP	2 x PC + elektronika	1 350
Z18	5	Pokoj 2.NP, terasa	1 x PC + elektronika	580
Instalovaný příkon P_i [W]				16 510

Tab. 4-3: Instalovaný příkon v zásuvkových obvodech

Energetická bilance				
k	Prvek	Instalovaný příkon P_i [kW]	Činitel soudobosti β [-]	Výpočtové zatížení P_P [kW]
1	Světelné obvody	0,80	0,65	0,52
2	Zásuvkové obvody	5,88	0,4	2,35
3	Velké spotřebiče (pračka, myčka, sušička)	6,95	0,75	5,21
4	El. vařič	7,35	0,5	3,68
5	El. kotel	14,00	0,7	9,80
6	El. bojler	2,20	0,8	1,76
7	Slaboproudý rozvaděč	0,25	0,3	0,08
8	Lednice	0,08	1	0,08
9	Mikrovlnná trouba, el. trouba	4,89	0,4	1,96
10	Rychlovarná konvice	2,40	0,7	1,68
Celkem		44,8	-	27,1

Tab. 4-4: Energetická bilance

Výpočtový proud	
Instalovaný příkon P_i [kW]	44,8
Výpočtové zatížení P_P [kW]	27,1
Účinník $\cos \varphi$ [-]	0,9
Výpočtový proud I_P [A]	43,5
Jistič před elektroměrem (v RE) [A]	50,0
Jištění v přípojkové skříni [A]	63,0

Tab. 4-5: Výpočet jištění před elektroměrem a v přípojkové skříni

4.3 Přípojka nízkého napětí

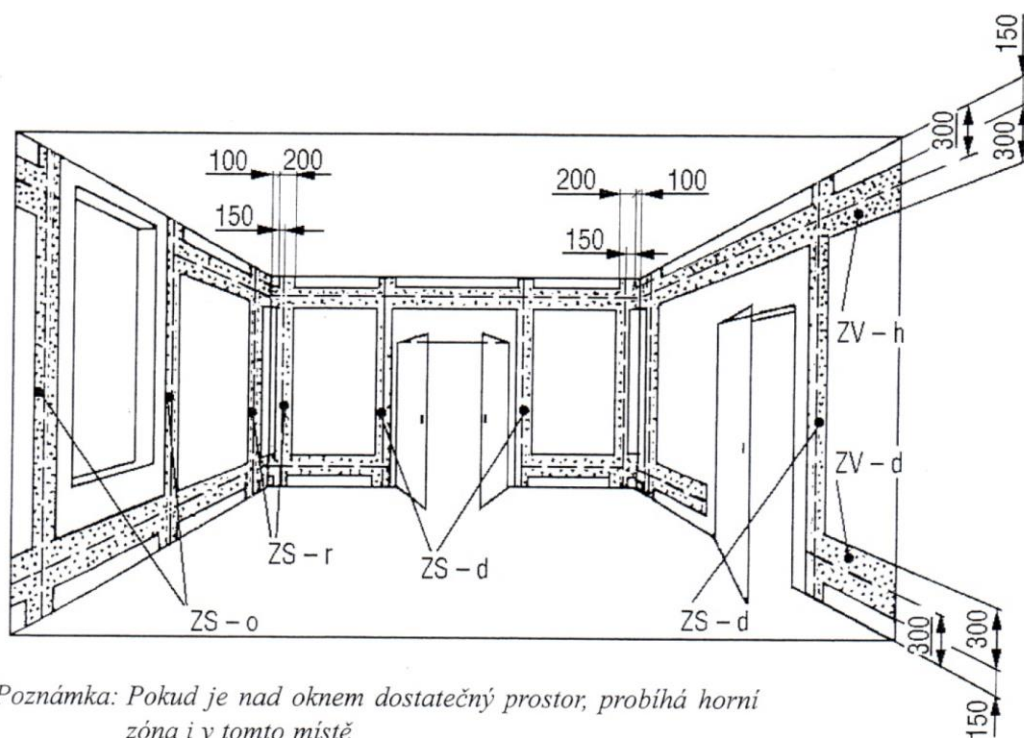
Elektrická přípojka je provedena kabelovým vedením v zemi. Na základě vypočtené energetické bilance je přípojka vedena kabelem CYKY-J 4 x 25 mm².

Odběr elektrické energie slouží k osvětlení, napájení elektrických spotřebičů, ohřevu tepelné vody (TV) a vytápění. Před elektroměrem je na základě výpočtů zvolen hlavní jistič 50 A. Kvůli selektivitě je v přípojkové skříni zvoleno jištění o stupeň vyšší tj. 63 A.

4.4 Uložení vodičů

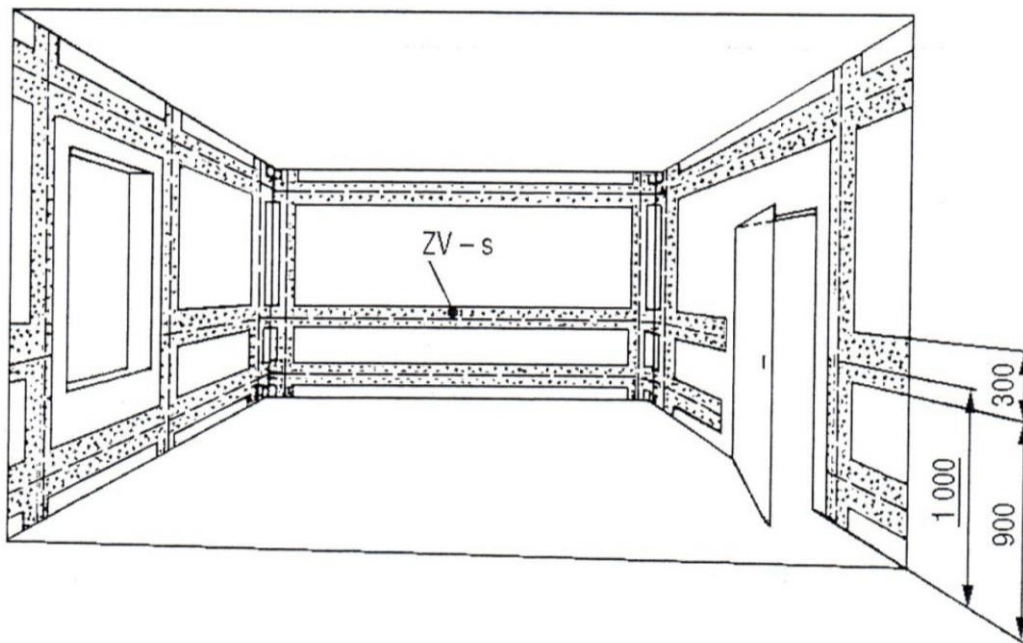
Silový kabel CYKY-J 4 x 16 mm² vedoucí z elektroměrové rozvodnice do hlavního rozvaděče v domě je veden 0,6 m pod zemí v červené ochranné trubce KOPOFLEX 40. Před uložením kabelu je příkop zbaven nerovností a překážek. Kabel je pod deseticentimetrovou vrstvou písku, na něj je pak po dvou etapách nasypána zemina.

Vodiče v domě jsou uloženy pod omítkou. Je potřeba dbát na to, aby vodiče byly v rovině se zdí a nevyčnívaly ven. Také je potřeba respektovat instalační zóny stanovené v ČSN 33 2130, které jsou z znázorněny na Obr. 4-1 a Obr. 4-2 níže.



Obr. 4-1: Zóny pro ukládání elektrického vedení v pokojích ⁴⁸

⁴⁸ ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, s. 31.



Obr. 4-2: Zóny pro ukládání elektrického vedení v kuchyni, pracovně⁴⁹

Zásuvky jsou v pokojích umístěny 30 cm nad dokončenou podlahou, světla jsou v pokojích na úrovni kliky dveří, tj. 110 cm nad dokončenou podlahou. V kuchyni jsou rozvody nad kuchyňskou linkou, tj. 100 cm nad podlahou.

4.5 Vnitřní elektrické rozvody

Vnitřní elektrické rozvody začínají v přípojkové skříni za pojistkami. Hlavní domovní vedení není zavedeno, protože je připojeno jenom jedno odběrné místo. Z přípojky vede přímo odbočka k elektroměru provedená silovým kabelem CYKY-J 4 x 16 mm². Elektroměr se nachází v elektroměrové rozvodnici, která je umístěna vedle přípojkové skříně. Díky tomu, že je odbočka kratší než 3 metry, nemusí být jištěna. Před elektroměrem je umístěn hlavní jistič 3x50 A. Z elektroměrové rozvodnice (RE) je provedeno vedení od elektroměru do hlavního rozvaděče (RH) v domě. To je také provedeno silovým kabelem CYKY-J 4 x 16 mm². Přechod ze sítě TN-C na TN-S je provedeno až v hlavním rozvaděči.

⁴⁹ ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018, s. 31.

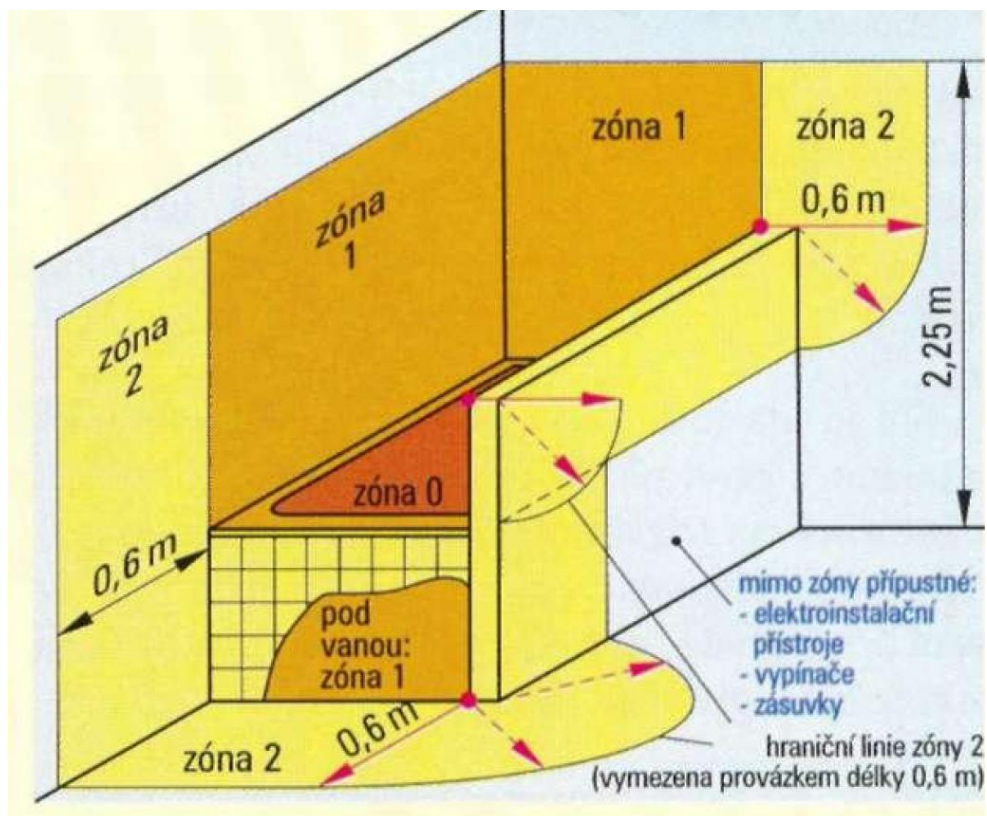
4.5.1 Elektrické rozvody za hlavním rozvaděčem

Pro hlavní rozvaděč byla zvolena celokovová skříň se 72 moduly. Modulů je mnohem více než ochranných přístrojů, to umožní snadnější montáž a zajistí případnou rezervu pro další přístroje. V hlavním rozvaděči se nachází 3 světelné obvody, 17 zásuvkových obvodů a 6 samostatných vývodů. 3 skupiny okruhů jsou chráněny proudovým chráničem, v každém z nich je výběr zásuvkových obvodů a jeden světelný obvod.

Světelné obvody jsou vedeny silovými kabely CYKY-J 3 x 1,5 mm² a jsou jištěny 10A jističem. Zásuvkové obvody a elektrické vývody jsou vedeny silovými kabely CYKY-J 3 x 2,5 mm² a jsou chráněny 16A jističem. Počet zásuvkových vývodů v místnostech je v souladu s požadavky v normě ČSN 33 2130 ed. 3.

4.5.2 Elektrické rozvody v koupelnách

Všechny zásuvky a světla v koupelnách jsou chráněny proudovým chráničem. Žádná zásuvka ani vypínač se nenachází v zóně 0, 1 nebo 2. Vypínače a zásuvky u umyvadel jsou ve výšce 1,3 m nad podlahou a proto je umožněno jejich umístění u hranice umývacích prostorů. Na světelné obvody jsou současně napojeny ventilátory s doběhem. Na Obr. 4-3 jsou vidět zóny v koupelnách s vanou nebo sprchou.



Obr. 4-3: Hranice zón v koupelnách⁵⁰

4.5.3 Slaboproudé rozvody

Hlavní rozvaděč napájí multimediální rozvodnici EATON, která se nachází v jeho blízkosti. V rozvaděči se nachází switch, ze kterého jsou rozvedené LAN kabely. Z antény na střeše je sveden desetimetrový koaxiální anténní kabel do zesilovače a následně rozbočovače, ze kterého jsou rozvedeny koaxiální kabely směřující do koncových zásuvek. Je třeba dbát na impedanci kabelu, na rozvod televizního signálu je potřeba kabel s impedancí 75 Ohmů. Dále je z této rozvodnice napájen zvonek a opticko-kouřové detektory (OK), které jsou v případě výpadku elektřiny zálohované primárními články.

⁵⁰ BASTIAN, Peter. *Praktická elektrotechnika*. Vyd. 1. Praha: Europa - Sobotáles cz., 2004, s. 117. ISBN 80-86706-07-9.

KAPITOLA 5: POŘIZOVACÍ A PROVOZNÍ NÁKLADY ELEKTROINSTALACE

5.1 Pořizovací náklady

V pořizovacích nákladech jsou započítány všechny potřebné materiály a veškerá práce provedená na elektroinstalaci. Všechny uvedené ceny jsou **bez DPH**. Projektová dokumentace stojí investora **40 000 Kč**. Cena za ochranné elektrické přístroje a veškeré příslušenství (rozvodnice, zásuvky, vypínače apod.) je **51 708 Kč**. Veškerá kabeláž (silovou i slaboproudou) a ochranné trubky pro kabeláž jsou naceněny **19 347 Kč**. Montážní práce je odhadnuta na 320 hodin. Při sazbě 350 Kč/hod bude celková práce za **112 000 Kč**. Cena dovozu materiálu činí **8 000 Kč**. K materiálu je připočítána kompletační přírážka 20 % z celkové ceny za materiál **14 211 Kč**.

Po dokončení práce potřeba udělat výchozí revize elektroinstalace domu. Ta je pro tento rodinný dům odhadnuta na **5 000 Kč**.⁵¹

Celkové pořizovací náklady za elektroinstalaci jsou **250 266 Kč (bez DPH)**.

5.2 Provozní náklady

Sazba za distribuci je *D57D – elektrické topení* na dobu neurčitou u dodavatele elektrické energie ČEZ Prodej.

Provozní náklady jsou rozděleny do tří sekcí: vytápění, ohřev teplé vody a ostatní spotřeba. Tyto sekce jsou podrobněji popsány v podkapitolách níže. Celkové provozní roční náklady za elektrickou energii činí **89 148,53 Kč bez DPH, včetně DPH je to 107 869,72 Kč**.

Celková roční spotřeba elektrické energie je 32,27 MWh, z toho 2 MWh ve vysokém tarifu a 30,27 MWh v nízkém tarifu. V tabulce níže jsou ceny elektrické energie za 1 MWh včetně DPH.

	Vysoký tarif	Nízký tarif
Cena za 1 MWh [Kč]	2886,54	2789,13

Tab. 5-1: Ceny elektrické energie při tarifu D57D u společnosti ČEZ Prodej

⁵¹ *Orientační cena výchozí revize elektroinstalace* [online]. [cit. 2021-08-12]. Dostupné z: <https://revize-elektro-revtech.cz/cenik/cenik-revize-elektroinstalace/>

Kromě elektrické energie se platí stálá platba za rezervovaný příkon podle jističe, v tomto případě se jedná o kategorii jističe *nad 3 x 50 A do 63 A včetně*. Stálá platba je 1472,46 Kč/měsíc. K výpočtu byl použit kalkulátor Energetického regulačního úřadu (ERÚ)⁵², do kterého se zadají vstupní parametry (spotřeba, jistič, dodavatel elektřiny).

5.2.1 Systém vytápění a větrání, ohřev teplé vody

Dům má teplovodní systém vytápění, vytápí se elektrickým kotlem o příkonu 14 kW. Ohřev TV je pomocí bojleru. Vytápí se v radiátorech, každý radiátor má svou termostatickou hlavici. Teplota se reguluje dle tepelné pohody. Optimální teplota v této domácnosti je při 50% vlhkosti vzduchu 21 °C. V chladnějších dnech se přitápí dřevem nebo dřevěnými briketami v krbu v obývacím pokoji. Předpokládá se, že krb má na vytápění 20% až 25% podíl celkového tepla. Příkon elektrického kotle je stanoven z tabulek, které doporučují potřebný příkon kotle na základě vytápěného objemu a obytné plochy objektu.^{53 54} Objem bojleru je vzhledem k počtu osob odhadnut na 200 l. Větrá se okny. Obvykle se větrá nárazově s okny dokořán, aby se v místnosti vyměnil pouze vydýchaný nebo vlhký vzduch a akumulované teplo zůstalo ve stěnách.

5.2.2 Roční náklady za vytápění

Celková roční potřeba energie na vytápění je vypočtena pomocí *Výpočtu potřeby tepla pro vytápění a ohřev teplé vody* na webu tzbinfo.⁵⁵ Je potřeba navolit vstupní parametry, jako např. lokalitu nebo tepelnou ztrátu objektu. Výstupem je potřebná energie na vytápění, která činí 89,4 GJ/rok resp. 24,8 MWh/rok (1 MWh = 3,6 GJ). Jestliže se stanoví odhad 20 % tepla z krbu, tak na vytápění elektřinou připadá **19,87 MWh**.

Vzhledem k aktuálnímu přehledu distribučních sazeb elektřiny má tento dům nárok na tarif *Elektrické topení D57D*, který je de-facto určen pro domy používající elektřinu k vytápění. Jedná se o dvoutarifní sazbu, ve které je nízký tarif NT 20 hodin a vysoký tarif VT 4 hodiny. Tato sazba nahradila a sjednotila sazby D35D, D45D a D56D od data

⁵² ERÚ - *Cenový kalkulátor* [online]. [cit. 2021-08-12]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/srovnani-nabidek-elektřiny>

⁵³ *Elektrina.cz - výběr elektrického kotle* [online]. [cit. 2021-08-09]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/jak-vybrat-vhodny-elektrokotel>

⁵⁴ *Akoupelnyatopeni.cz - výběr elektrického kotle* [online]. [cit. 2021-08-09]. Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/clanky/jak-spravne-vybrat-elektrokotel>

⁵⁵ *Výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev TV* [online]. [cit. 2021-08-12]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-vypocet-potreby-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>

2.4.2017. ⁵⁶ Cena 1 MWh při smlouvě na dobu neurčitou u společnosti ČEZ Prodej je při vysokém tarifu **2 886,54 Kč (včetně DPH)** a při nízkém tarifu **2 789,14 Kč (včetně DPH)**. ⁵⁷ Jestliže se bude vytápět pouze v nízkém tarifu (NT je 20 hodin denně), tak vytápění elektřinou bude ročně stát **55 420,21 Kč (včetně DPH)**.

Vytápění domu					
Jednotka	Celkem	Elektřina	Krb	Cena v NT [Kč/MWh]	Cena celkem [Kč]
GJ	89,40	71,52	17,88	-	-
MWh	24,80	19,87	4,97	2 789,14	55 420,21

Tab. 5-2: Cena za vytápění elektřinou za rok

Celková roční potřeba energie na vytápění $Q_{VYT,r}$:

$$\begin{aligned}
 Q_{VYT,r} &= \frac{\epsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} = \\
 &= \frac{0,722}{0,95 \cdot 0,95} \cdot \frac{24 \cdot 12,5 \cdot 3308}{(19 - 4,3)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3} = \\
 &= 89,4 \text{ GJ} \cdot \text{rok}^{-1} = 24,8 \text{ MWh} \cdot \text{rok}^{-1}
 \end{aligned}$$

kde:

- ϵ [-] opravný součinitel,
- η_o [-] účinnost obsluhy, resp. možnosti regulace soustavy,
- η_r [-] účinnost rozvodu vytápění,
- Q_c [kW] tepelná ztráta objektu,
- D [K · den] vytápěcí denostupně,
- t_{is} [°C] průměrná vnitřní výpočtová teplota,
- t_{es} [°C] průměrná teplota během otopného období.

5.2.3 Roční náklady za ohřev teplé vody

Ohřev je pomocí bojleru Dražice 2 200 W, jehož objem je 200 l. V domě jsou 4 osoby a teplá voda (TV) se používá na sprchování, mytí rukou a případné mytí nádobí. Pro dosažení větší energetické úspory a bezpečnosti proti popálení je voda ohřívána na 55 °C.

⁵⁶ *Přehled distribučních sazeb elektřiny* [online]. [cit. 2021-08-11]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/podpora/vsechny-clanky/prehled-distribucnich-sazeb-elektřiny-93426>

⁵⁷ *Ceník elektřiny - smlouva na dobu neurčitou - ČEZ Prodej* [online]. [cit. 2021-08-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2021/moo/web-new-cenik-elektřina-dobu-neurcitou-moo-2020-12-cezdi.pdf>

Další úspory lze např. dosáhnout úspornou sprchovou hlavicí. Celková roční potřeba energie na vytápění je vypočtena opět pomocí *Výpočtu potřeby tepla pro vytápění a ohřev teplé vody* na webu tzbinfo.

Celková energie potřebná na ohřev TV je 34 GJ resp. **9,4 MWh**. Pokud ohřev probíhá jen při nízkém tarifu, kde 1 MWh stojí 2 789,14 Kč, činí celková cena za ohřev TV za rok **26 218 Kč (včetně DPH)**.

Ohřev TV			
Jednotka	Elektřina	Cena v NT [Kč/MWh]	Cena celkem [Kč]
GJ	34,0	-	-
MWh	9,4	2 789,14	26 217,92

Tab. 5-3: Cena za ohřev teplé vody za rok

Celková roční potřeba energie na ohřev teplé vody $Q_{TV,r}$:

$$Q_{TV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 30 \text{ kWh.}$$

$$Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d) =$$

$$= 30 \cdot 225 + 0,8 \cdot 30 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot (365 - 225) =$$

$$= 34 \text{ GJ} \cdot \text{rok}^{-1} = 9,4 \text{ MWh} \cdot \text{rok}^{-1}$$

kde:

- $Q_{TV,d}$ [kWh] denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody,
- z [-] koeficient energetických ztrát systému,
- ρ [kg · m⁻³] hustota vody,
- c [J · kg⁻¹ · K⁻¹] měrná tepelná kapacita vody,
- V_{2p} [m³ · den⁻¹] celková potřeba teplé vody za 1 den (0,082 na osobu na den),
- t_2 [°C] teplota ohřáté vody,
- t_1 [°C] teplota studené vody,
- d [dny] délka topného období,
- t_{svl} [°C] teplota studené vody v létě,
- t_{svz} [°C] teplota studené vody v zimě,
- N [dny] počet pracovních dní soustavy v roce.

5.2.4 Ostatní spotřeba elektrické energie

Ostatní spotřeba elektrické energie zahrnuje veškerou spotřebu elektrické energie, jako např. lednice, televize, pračka, sušička, myčka nebo osvětlení. Přibližná ostatní spotřeba elektrické energie domácnosti je odhadována na 3 MWh. V tarifu D57D se v této nabídce cena v NT a VT příliš neliší. Pokud by z toho 2 MWh byly spotřebovány ve VT a 1 MWh v NT, byla by cena za ostatní spotřebu **8562 Kč (včetně DPH)**.



ZÁVĚR

V bakalářské práci je shrnutí základních teoretických znalostí potřebných pro tvorbu elektroinstalací na hladině nízkého napětí. Dále je v ní popsáno, jak připojit dům k elektrické distribuční síti nízkého napětí. K práci je doložena jednostupňová projektová dokumentace rodinného domu. Ta zahrnuje půdorysy domu, výkres hlavního domovního rozvaděče a situaci širších vztahů. K tomuto rodinnému domu jsou vypočteny celkové pořizovací náklady na elektroinstalaci, které zahrnují projekt montážní práce a revize, a provozní roční náklady za celkovou spotřebu elektrické energie. Tvorba elektroinstalace vychází především z Českých technických norem a odborných technických knih. Práce splnila všechny body jejího zadání v přiměřeném rozsahu.

Čtenář má po přečtení práce základní teoretické a praktické ohledně elektroinstalací domů. Dočte se, co je potřeba sjednat, vypočítat a na základě výpočtů pořídit pro elektroinstalaci.

Práce mi pomohla získat chtěné znalosti ohledně této problematiky. Zároveň mi dodala větší přehled o tom, jak je problematika projektování rozsáhlá a vyžaduje správné postupování při řešení problému. Díky práci jsem schopen lépe integrovat teoretické znalosti do praxe. S prací se dá následně nakládat jako s jednoduchým vzorem pro podobné projekty nebo je na ní možné navázat a navýšit rozsah užitečných informací pro čtenáře.

LITERATURA

- [1] *Akoupelnyatopeni.cz - výběr elektrického kotle* [online]. [cit. 2021-8-9]. Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/clanky/jak-spravne-vybrat-elektrokotel>
- [2] BASTIAN, Peter. *Praktická elektrotechnika*. Praha: Europa – Sobotáles cz., 2004. ISBN 80-86706-07-9.
- [3] BERKA, Štěpán. *Elektrotechnická schémata a zapojení*. Praha: BEN – technická literatura, 2008. ISBN 978-80-7300-229-9.
- [4] *Ceník elektřiny – smlouva na dobu neurčitou – ČEZ Prodej* [online]. [cit. 2021-8-12]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2021/moo/web-new-cenik-elektrina-dobu-neurcitou-moo-2020-12-cezdi.pdf>
- [5] ČSN 33 2000-1. *Elektrické instalace nízkého napětí. Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice*. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [6] ČSN 33 2000-4-41. *Elektrické instalace nízkého napětí. Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [7] ČSN 33 2000-7-701. *Elektrické instalace nízkého napětí. Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Prostory s vanou nebo sprchou*. Ed. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [8] ČSN 33 2130. *Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody*. Ed. 3. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [9] ČSN EN 60529 (330330). *Stupně ochrany krytem (krytí – IP kód)*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1993.
- [10] *Distribuční soustava* [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce->

elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/distribucni-soustava/vyklad

- [11] DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 4., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008. Stavíme. ISBN 978-80-7366-120-5.
- [12] Electrical wiring: Colour coding of wiring by region. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2021, 5. 3. 2021 [cit. 2021-3-5]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_wiring
- [13] *Elektrina.cz - výběr elektrického kotle* [online]. [cit. 2021-8-9]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/jak-vybrat-vhodny-elektrokotel>
- [14] *Elektrizační a přenosová soustava* [online]. [cit. 2021-1-8]. Dostupné z: <https://www.svetenergie.cz/cz/energetika-zblizka/distribuce-elektriny/distribuce-elektricke-energie-podrobne/elektrizacni-a-prenosova-soustava/vyklad>
- [15] *ELUC Elektrotechnika: Elektrické sítě z hlediska ochrany před úrazem elektrickým proudem* [online]. [cit. 2021-3-27]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/390>
- [16] *ERÚ - Cenový kalkulátor* [online]. [cit. 2021-8-12]. Dostupné z: <https://www.eru.cz/cs/srovnani-nabidek-elektriny>
- [17] FIALA, Petr, Petr ORSÁG a Jaroslav MATULA. Účinky napětí a proudů na látky, materiály a lidský organismus. *ELUC Elektrotechnika: BOZP při práci na elektrickém napětí* [online]. [cit. 2021-3-5]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/343>
- [18] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem*. 2., zcela přeprac. vyd. Praha: Grada, 2010. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3249-7.
- [19] MINDL, Pavel. *Spínací, jistící a ochranné přístroje pro obvody nízkého napětí: Pojistky a jističe* [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: https://moodle.fel.cvut.cz/pluginfile.php/232862/mod_resource/content/0/B1B14%20ZSP%20%E2%80%93%20Elektrick%C3%A9%20p%C5%99%C3%ADstroje%20NN-l.cast.pdf
- [20] MLČÁK, Tomáš. *Elektrická přípojka nn* [online]. [cit. 2021-7-29]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/4665210-Zacina-smerem-k-odberateli-odbocenim->

od-zarizeni-pro-verejny-rozvod-odboceni-od-vzdusneho-vedeni-konci-
hlavni-domovni.html

- [21] MORAVEC, Jan. Elektrické ochrany v soustavách nízkého napětí - 2. díl: Jistič. *Oenergetice* [online]. 17.3.2017 [cit. 2021-4-30]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/technologie/elektricke-ochrany-v-soustavach-nizkeho-napeti-jistic>
- [22] OEZ *Aplikační příručka – Přepětové ochrany* [online]. 2017 [cit. 2021-7-29]. Dostupné z: https://www.oez.cz/files/editor_source/Dokumenty/Katalogy/Minia/oez_mi08_2017_cze.pdf
- [23] *Orientační cena výchozí revize elektroinstalace* [online]. [cit. 2021-8-12]. Dostupné z: <https://revize-elektro-revtech.cz/cenik/cenik-revize-elektroinstalace/>
- [24] *Přehled distribučních sazeb elektřiny* [online]. [cit. 2021-8-11]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/podpora/vsechny-clanky/prehled-distribucnich-sazeb-elektřiny-93426>
- [25] PROCHÁZKA, Radek. *Energetická bilance dimenzování vodičů* [online]. [cit. 2021-4-9]. Dostupné z: https://www.powerwiki.cz/attach/EN2/EN2_pr13_dimenzovani.pdf. Přednáška z předmětu elektroenergetika 1. FEL ČVUT.
- [26] Proudový chránič EATON. *K&V elektro* [online]. [cit. 2021-4-17]. Dostupné z: <https://www.e1.cz/produkt/1180822-proudovy-chranic-eaton-pf6-40-4-003-40a-30ma-ac-286508?t=popis>
- [27] Schutzklasse (Elektrotechnik). *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2021-3-3]. Dostupné z: [https://de.wikipedia.org/wiki/Schutzklasse_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Schutzklasse_(Elektrotechnik))
- [28] Siemens 5SL6116-6 elektrický jistič 1pólový 16 A 230 V, 400 V. *Conrad: e-shop* [online]. [cit. 2021-3-18]. Dostupné z: <https://www.conrad.cz/p/siemens-5sl6116-6-elektricky-jistic-1polovy-16-a-230-v-400-v-612716?&vat=true>
- [29] ŠVARC, František. *Elektroinstalace: Plánování a realizace*. Praha: Elektroarbeiten, 2005. ISBN 978-80-7236-403-9.

- [30] TKOTZ, Klaus. *Příručka pro elektrotechnika*. Přeložil Jiří HANDLÍŘ. Brno, Praha: Europa-Sobotáles, 2002. ISBN 80-86706-00-1.
- [31] *Třídy ochrany elektrických spotřebičů* [online]. 2019 [cit. 2021-3-20]. Dostupné z: <https://www.svet-svitidel.cz/novinky-detail-tridy-ochrany-el-spotrebicu.htm>
- [32] *Výpočet potřeby tepla pro vytápění a ohřev teplé vody* [online]. [cit. 2021-8-12]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-vypocet-potreby-tepla-pro-vytapeni-a-ohrev-teple-vody>

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha A: Seznam symbolů a zkratk
- Příloha B: Elektroinstalace rodinného domu
- Příloha C: Pořizovací náklady
- Příloha D: Provozní náklady

PŘÍLOHA A: SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

A.1 Seznam symbolů

β_n [-]	činitel soudobosti
c [$\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$]	měrná tepelná kapacita vody
d [dny]	délka topného období
D [$\text{K} \cdot \text{den}$]	vytápěcí denostupně
ϵ [-]	opravný součinitel
γ [$\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$]	konduktivita
I [A]	elektrický proud
I_N [A]	jmenovitý proud
I_P [A]	výpočtový proud
k_s [-]	činitel současnosti
k_z [-]	činitel zatížitelnosti
l [m]	délka elektrického vedení
N [dny]	počet pracovních dní soustavy v roce
η [-]	účinnost
P [W]	elektrický výkon
P_i [W]	instalovaný příkon
P_p [kW]	výpočtové zatížení
$Q_{TV,d}$ [kWh]	denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody
R [Ω]	elektrický odpor
ρ [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$]	hustota vody
S [VA]	příkon
S [mm^2]	průřez vodiče
t_{is} [$^{\circ}\text{C}$]	průměrná vnitřní výpočtová teplota
t_{es} [$^{\circ}\text{C}$]	průměrná teplota během otopného období
t_{svl} [$^{\circ}\text{C}$]	teplota studené vody v létě
t_{svz} [$^{\circ}\text{C}$]	teplota studené vody v zimě
t_1 [$^{\circ}\text{C}$]	teplota studené vody
t_2 [$^{\circ}\text{C}$]	teplota ohřáté vody
U [V]	elektrické napětí
U_N [V]	jmenovité napětí

$V_{2p}[\text{m}^3 \cdot \text{den}^{-1}]$ celková potřeba teplé vody za 1 den (0,082 na osobu na den)

$z [-]$ koeficient energetických ztrát systému

$Z [\Omega]$ impedance

A.2 Seznam zkratk

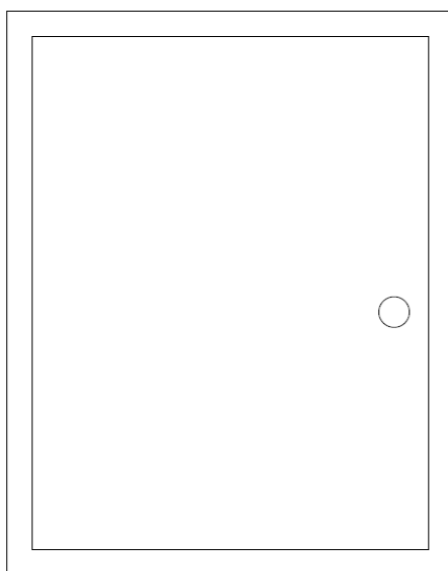
AC	střídavý proud (alternating current)
CE	prohlášení o shodě (Conformité Européenne, european conformity)
DC	stejnoseměrný proud (direct current)
DPH	daň z přidané hodnoty
DS	distribuční soustava
ERÚ	Energetický Regulační Úřad
ES	elektrizační soustava
EEZ	elektrické a elektronické zařízení (také elektrozařízení)
EPA	antistatický prostor (ElectroStatic Discharge Protected Area)
EU	Evropská Unie
HDO	hromadné dálkové ovládání
HDS	hlavní domovní skříň
HDV	hlavní domovní vedení
IP	ochrana krytem (Ingress Protection)
L	fáze (line)
LAN	lokální síť (Local Area Network)
MET	hlavní uzemňovací svorka, hlavní ochranná přípojnice
N	nulový vodič (neutral)
nn	nízké napětí (do 1 kV včetně)
NT	nízký tarif
OK	opticko-kouřový detektor
PE	ochranný vodič (protective earth/ground)
PELV	Protective Extra Low Voltage
PS	přenosová soustava
RCD	proudový chránič (Residual Current protective Device)
RD	rodinný dům
RH	hlavní rozvaděč
RE	elektroměrová rozvodnice

SELV	Safety Extra Low Voltage
SO	světelný obvod
SP	přípojková skříň
TV	teplá voda
vn	vysoké napětí (nad 1 kV do 52 kV včetně)
VT	vysoký tarif
vvn	velmi vysoké napětí (nad 52 kV do 400 kV)
ZO	zásuvkový obvod
zvn	zvláště vysoké napětí (od 400 kV)

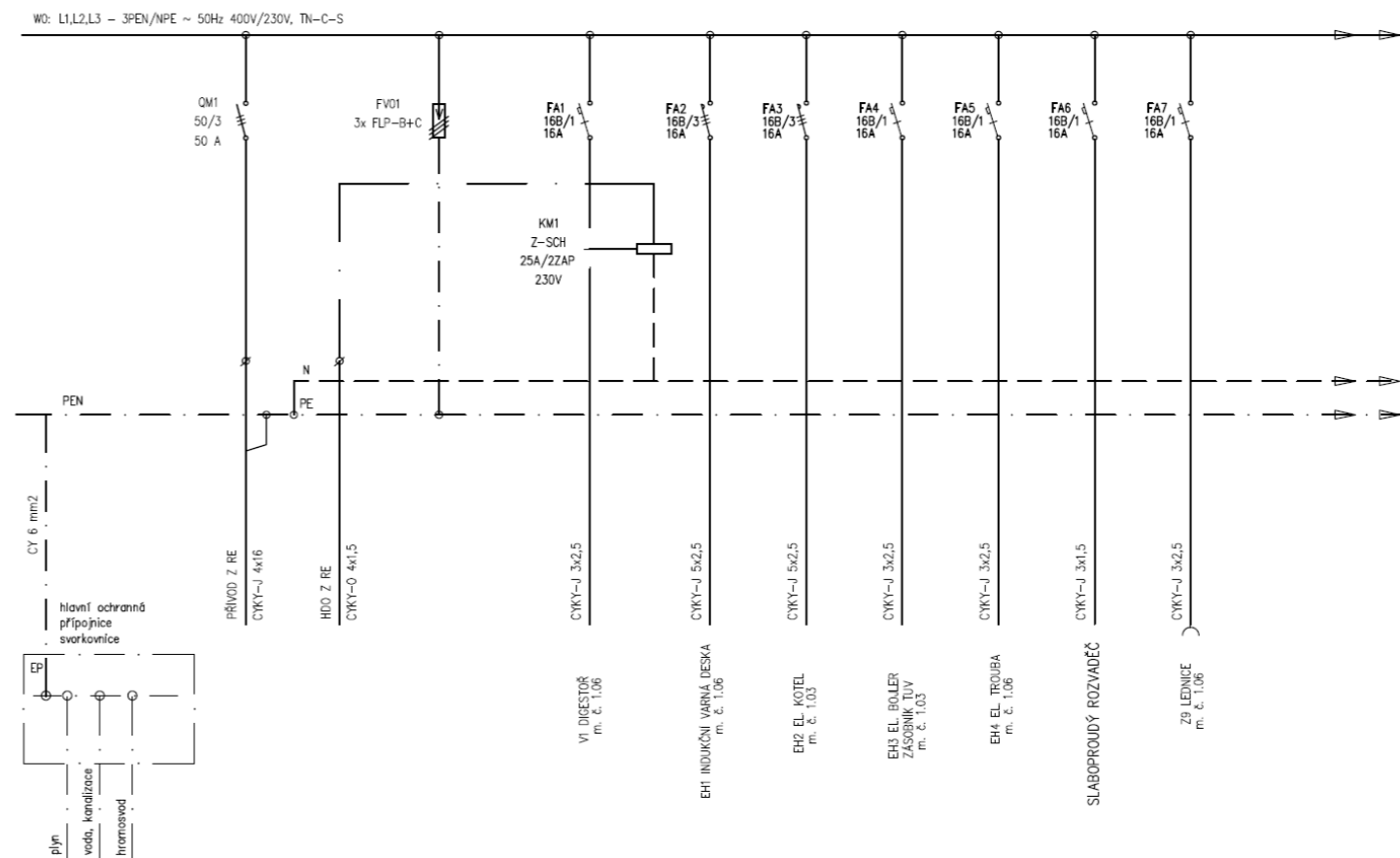
PŘÍLOHA B: ELEKTROINSTALACE RODINNÉHO DOMU

B.1 Rozvaděč 1. část

POHLED NA ROZVADĚČ RH

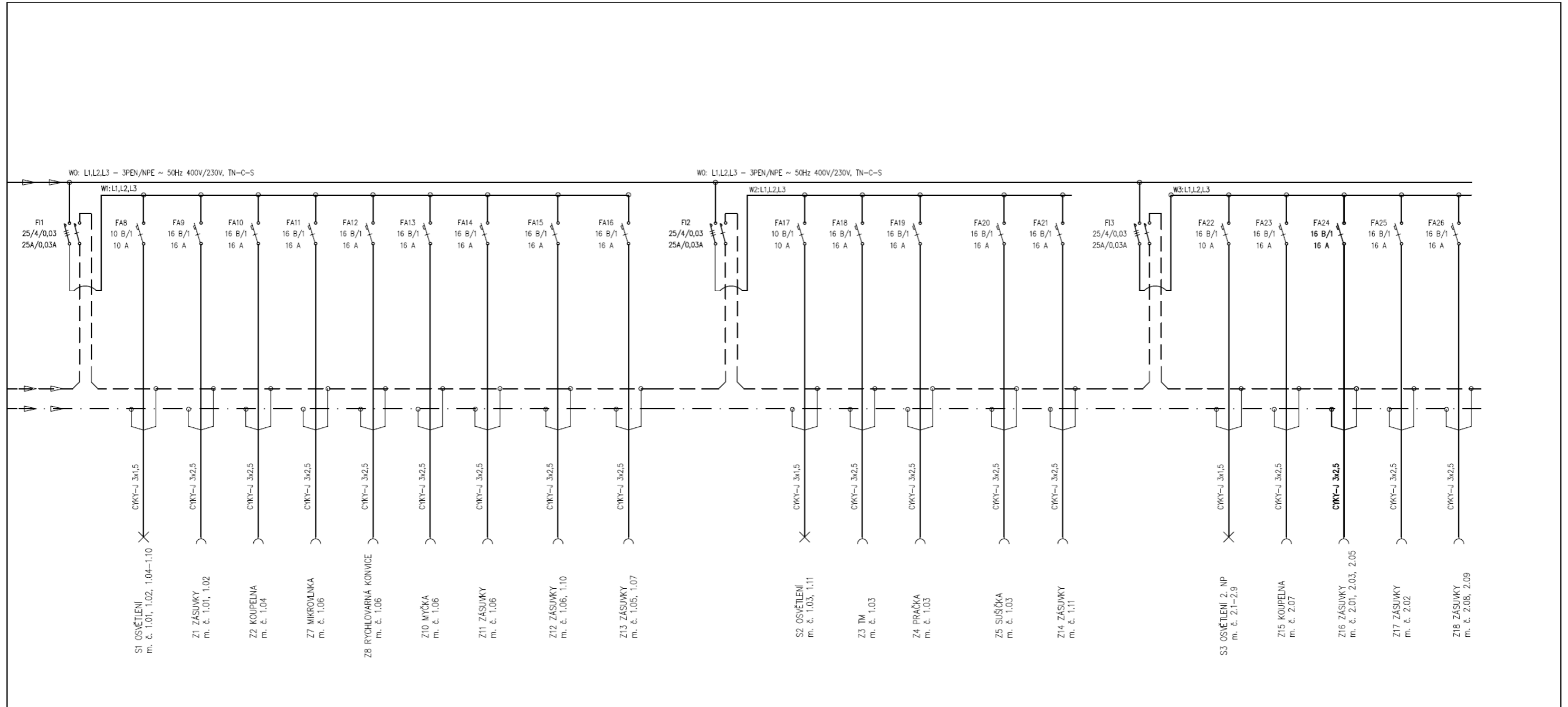


Rozvodnice zapuštěná celokovová BF-U-3/72-C, 72 modulů
 Výrobce : EATON
 Krytí : IP30
 Rozměry : 588/620/136 (š x v x h)
 Napětová soustava : 3PEN/N+PE stř. 50Hz, 400/230V, TN-C-S
 Ochrana před nebezp. dotykem : automatickým odpojením od zdroje



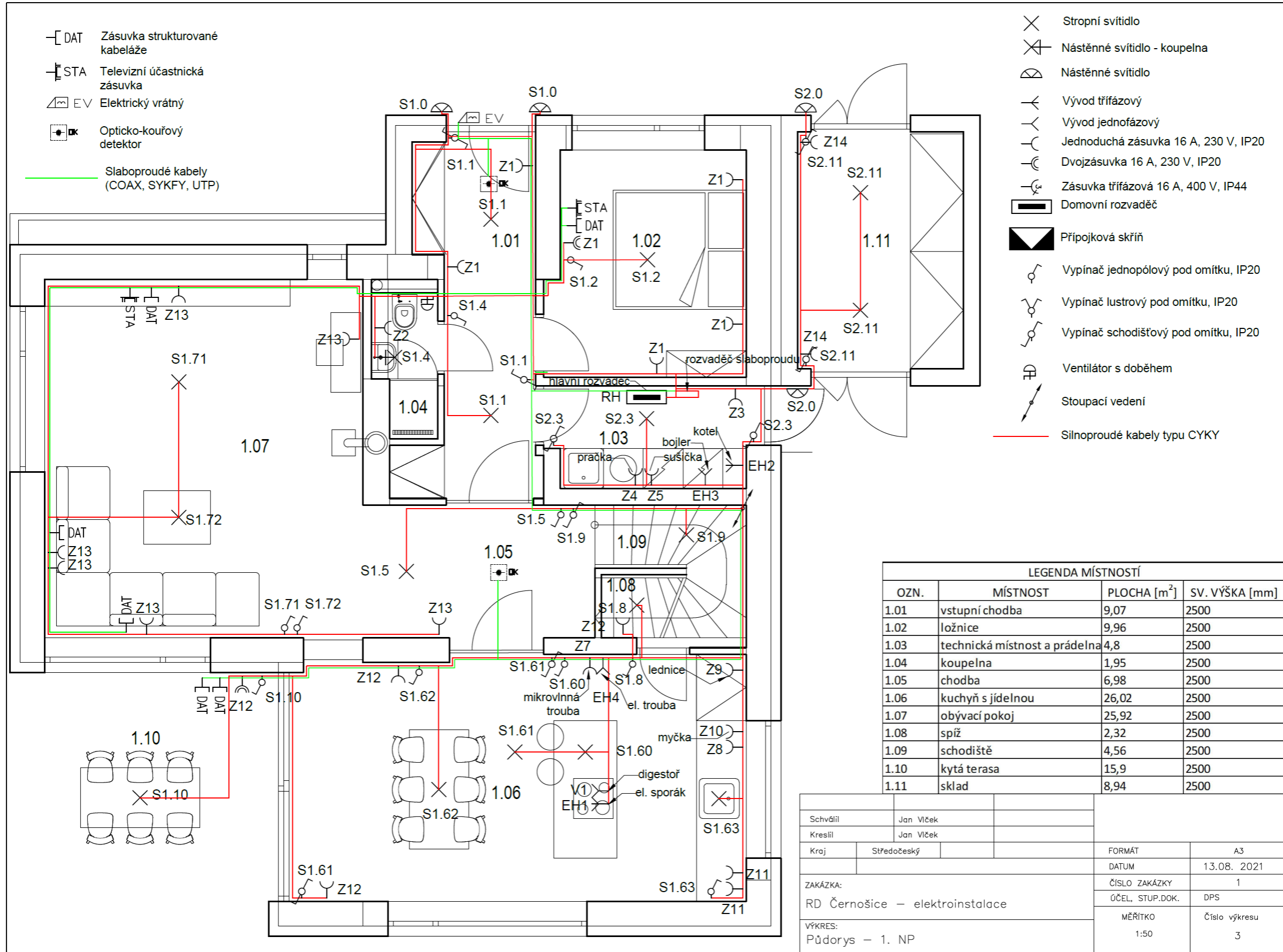
Schválil	Jan Vlček		
Kreslil	Jan Vlček		
Kraj	Středočeský		FORMÁT A3
			DATUM 13.8.2021
ZAKÁZKA:			ČÍSLO ZAKÁZKY 1
RD Černošice – elektroinstalace			ÚČEL, STUP.DOK. DPS
VÝKRES:			MĚŘITKO Číslo výkresu
Výkres domovního rozvaděče – část 1/2			- 1

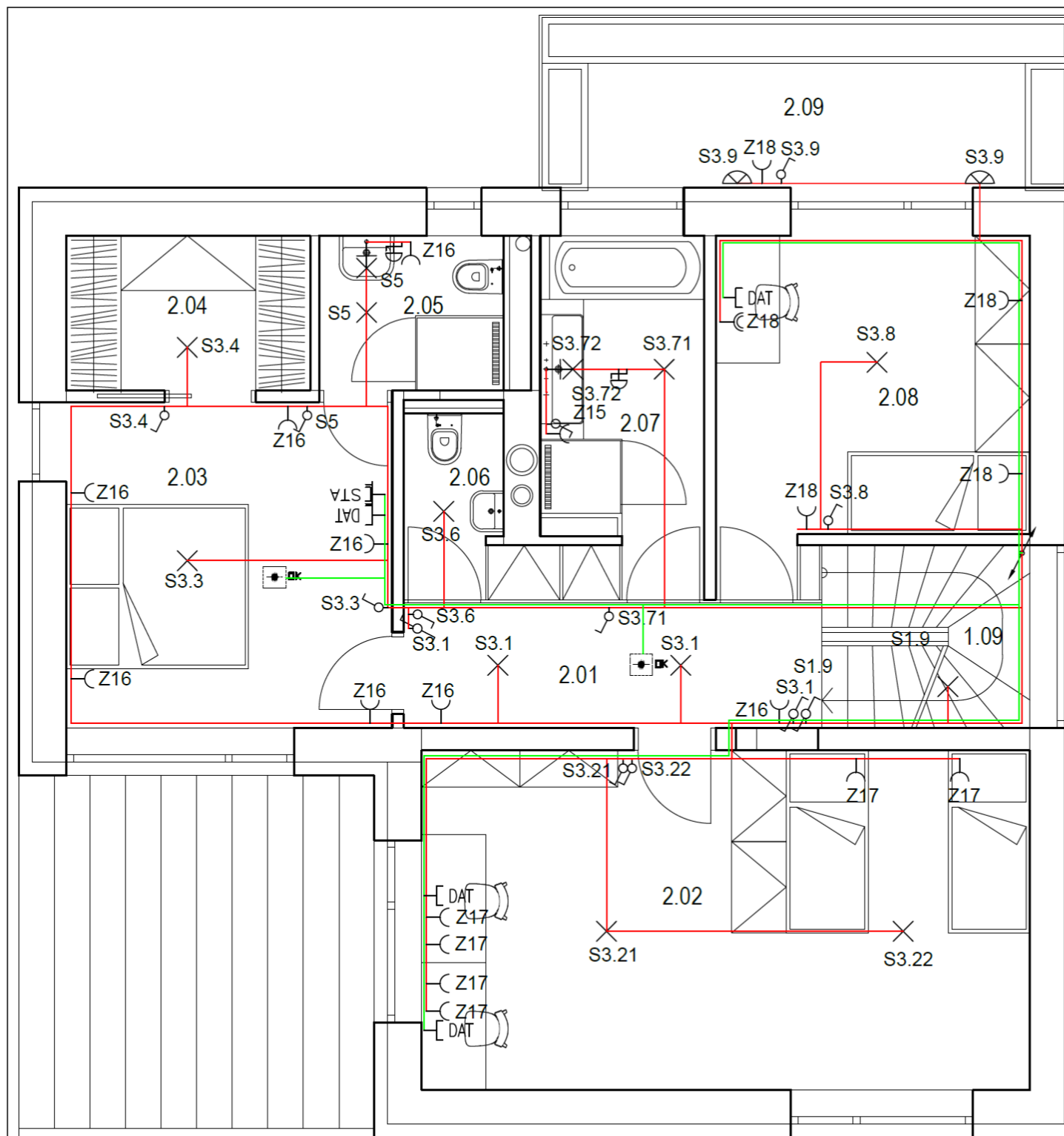
B.2 Rozvaděč 2. část



Schválil		Jan Vlček	
Kreslil		Jan Vlček	
Kraj	Středočeský	FORMÁT	A3
		DATUM	13.8.2021
ZAKÁZKA: RD Černošice – elektroinstalace		ČÍSLO ZAKÁZKY	1
		ÚČEL, STUP.DOK.	DPS
VÝKRES: Výkres domovního rozvaděče – část 2/2		MĚŘÍTKO	Číslo výkresu
		-	2

B.3 Elektroinstalace 1.NP

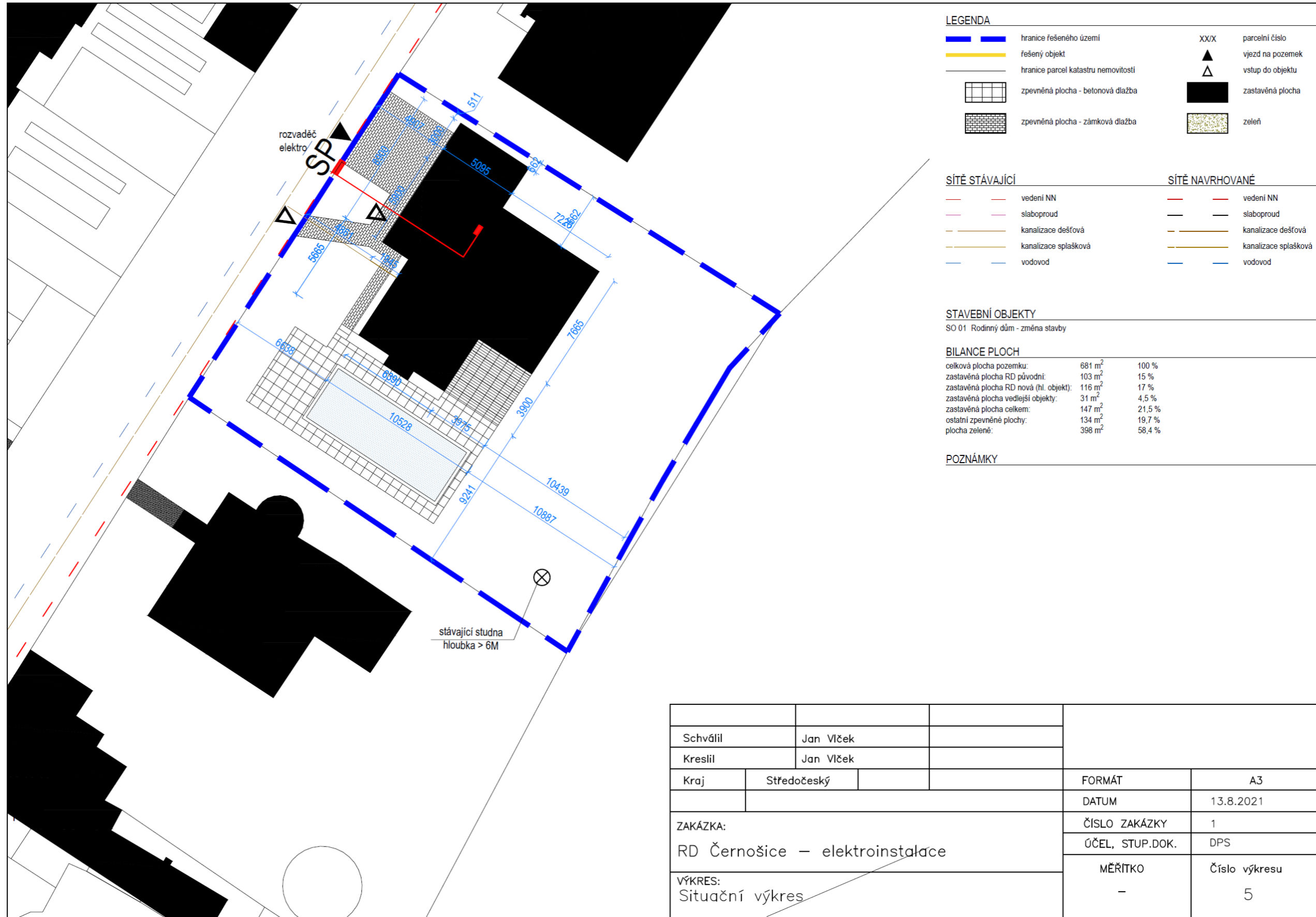




- ✕ Stropní svítidlo
- ✕ Nástěnné svítidlo - koupelna
- ☉ Nástěnné svítidlo
- ⚡ Vývod třífázový
- ⚡ Vývod jednofázový
- ⌋ Jednoduchá zásuvka 16 A, 230 V, IP20
- ⌋ Dvojjzásuvka 16 A, 230 V, IP20
- ⌋ Zásuvka třífázová 16 A, 400 V, IP44
- ⌋ Domovní rozvaděč
- ⌋ Přípojková skříň
- ⚡ Vypínač jednopólový pod omítku, IP20
- ⚡ Vypínač lustrův pod omítku, IP20
- ⚡ Vypínač schodišťový pod omítku, IP20
- ⌋ Ventilátor s doběhem
- ⌋ Stoupací vedení
- Silnoproudé kabely typu CYKY
- Slaboproudé kabely (COAX, SYKFY, UTP)
- ⌋ DAT Zásuvka strukturované kabeláže
- ⌋ STA Televizní účastnická zásuvka
- ⌋ EV Elektrický vratný
- ⌋ Opticko-kouřový detektor

LEGENDA MÍSTNOSTÍ			
OZN.	MÍSTNOST	PLOCHA [m ²]	SV. VÝŠKA [mm]
2.01	chodba	6,3	2500
2.02	pokoj	24,86	2500
2.03	ložnice	12,8	2500
2.04	šatna	4,5	2500
2.05	koupelna	3,4	2500
2.06	toaleta	2,1	2500
2.07	koupelna	6,57	2500
2.08	pokoj	12,54	2500
2.09	terasa	11,9	

Schválil	Jan Vlček		
Kreslil	Jan Vlček		
Kraj	Středočeský	FORMÁT	A3
		DATUM	13.08. 2021
ZAKÁZKA:		ČÍSLO ZAKÁZKY	1
RD Černošice – elektroinstalace		ÚČEL, STUP.DOK.	DPS
VÝKRES:		MĚŘÍTKO	Číslo výkresu
Půdorys – 2. NP		1:50	4



PŘÍLOHA C: POŘIZOVACÍ NÁKLADY

Pořizovací náklady elektroinstalace			
Název	Cena [Kč/ks]	Počet [ks]	Cena celkem [Kč]
jistič 1f 10A ABB	112	3	336
jistič 1f 16A ABB	102	21	2 142
jistič 3f 16A ABB	334	2	668
jistič 3f před elektroměrem 50A ABB	3274	1	3 274
pojistky v přípojkové skříní 63 A	590	3	1 770
proudový chránič 3f ABB	1355	3	4 065
svodič bleskových proudů a přepětí SALTEK	9174	1	9 174
stykač EATON na HDO	328	1	328
zásuvka jednonásobná ABB	121	49	5 929
zásuvka 1f dvojnásobná ABB	172	3	516
zásuvka 1f jednonásobná IP54	123	1	123
datová zásuvka Datacom	236	10	2 360
účastnická zásuvka Alcad	115	3	345
opticko-kouřový detektor	930	4	3 720
vypínač jednopólový	41	16	656
vypínač lustrový dvojitý	43	4	172
vypínač schodišťový	45	10	450
krabice elektro mělká 68 mm	3	150	450
víčko pro krabice 68 mm	4	150	600
Elektroměrová rozvodnice	4141	1	4 141
Rozvaděč RH Eaton 72 modulů	2330	1	2 330
Multimediální rozvodnice EATON	1629	1	1 629
Elektrický vrátný	1468	2	2 936
Switch D-link	1362	1	1 362
domovní zesilovač Terra	817	1	817
TV odbočovač Teleste	102	1	102
DVB-T2 anténa TELEVES	1313	1	1 313
Celkem za přístroje a příslušenství bez DPH [Kč]			51 708

Kabely			
Název	Cena [Kč/m]	Délka [m]	Cena celkem [Kč]
Silový kabel CYKY-J 3x2,5	31	246	7 626
Silový kabel CYKY-J 5x2,5	53	25	1 325
Silový kabel CYKY-J 3x1,5	19	152	2 882
Silový kabel CYKY-J 4x25	278	4	1 112
Silový kabel CYKY-J 4x16	188	20	3 760
Strukturovaná kabeláž	7,87	100	787
Koaxiální kabel 75 Ohm, 7 mm	12,4	60	744
OEM Anténní kabel 10 m	552	-	552
Ochranná trubka KOPOFLEX 40	28	20	560
Celkem za kabeláž bez DPH [Kč]			19 347

Celkem za materiál bez DPH [Kč]	71 055
---------------------------------	--------

Ostatní			
Název	Sazba [Kč/hod]	Práce v hodinách [hod]	Cena [Kč]
Montážní práce - odhad	350	320	112 000
Kompletační přírážka 20 % z ceny za materiál	-	-	14 211
Výchozí revize elektroinstalace	-	-	5 000
Doprava materiálu	-	-	8 000
Projektová dokumentace	-	-	40 000

Celkem za elektroinstalaci bez DPH [Kč]	250 266
---	---------

PŘÍLOHA D: PROVOZNÍ NÁKLADY

Lokalita (Tabulka) $t_{em} = 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{em} = 13\text{ }^{\circ}\text{C}$ $t_{em} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$???

Město Délka topného období $d =$ [dny]

Venkovní výpočtová teplota $t_e =$ $^{\circ}\text{C}$ Prům. teplota během otopného období $t_{es} =$ $^{\circ}\text{C}$

Vytápění

Tepelná ztráta objektu $Q_c =$ kW

Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} =$ $^{\circ}\text{C}$???

Vytápěcí denostupně
 $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 3308 \text{ K.dny}$

Opravné součinitele a účinnosti systému

$e_i =$??? $\eta_o =$???

$e_t =$??? $\eta_r =$???

$e_d =$???

Opravný součinitel ε ???

$\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.722$

$\varepsilon =$

$$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon \cdot 24 \cdot Q_c \cdot D}{\eta_o \cdot \eta_r \cdot (t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

89.4 GJ/rok

$Q_{VYT,r} =$ MWh/rok

Ohřev teplé vody

$t_1 =$ $^{\circ}\text{C}$??? $\rho =$ kg/m^3 ???

$t_2 =$ $^{\circ}\text{C}$??? $c =$ J/kgK ???

$V_{2p} =$ m^3/den ???

Koeficient energetických ztrát systému $z =$???

Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody

$$Q_{TUV,d} = (1+z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 30 \text{ kWh}$$

Teplota studené vody v létě $t_{svl} =$ $^{\circ}\text{C}$

Teplota studené vody v zimě $t_{svz} =$ $^{\circ}\text{C}$

Počet pracovních dní soustavy v roce $N =$ [dny]

$$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$$

$Q_{TUV,r} =$ GJ/rok
 MWh/rok

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody

$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} =$ GJ/rok
 MWh/rok

Vytápění					
Jednotka	Celkem	Elektřina	Krb	Cena v NT [Kč/MWh]	Cena celkem [Kč]
GJ	89,40	71,52	17,88	-	-
MWh	24,80	19,87	4,97	2 789,14	55 420,21

Ohřev teplé vody			
Jednotka	Elektřina	Cena v NT [Kč/MWh]	Cena celkem [Kč]
GJ	34,0	-	-
MWh	9,4	2 789,14	26 217,92