

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Návrh elektroinstalace s ohledem na stejnosměrné  
světelné obvody a elektromobilitu**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2016/2017

**ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal STRÝHAL**  
Osobní číslo: **E14B0061P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**  
Název tématu: **Návrh elektroinstalace s ohledem na stejnosměrné světelné obvody a elektromobilitu**  
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Zhodnoňte vývoj a současný stav elektrotechnických norem v oblasti elektroinstalací.
2. Proveďte energetickou bilanci domu a porovnejte variantu bez a s využitím stejnosměrných světelných obvodů.
3. Navrhněte možnosti stejnosměrného světelného obvodu a vyčíslíte úspory.
4. Analyzujte dopad elektromobility na spotřebu domácnosti a navrhněte nabíjecí stanici.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Václav Mužík**

Regionální inovační centrum elektrotechniky

Datum zadání bakalářské práce: **14. října 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce: **8. června 2017**

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2016

## **Abstrakt**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na návrh elektroinstalace rodinného domu s ohledem na stejnosměrné světelné obvody a elektromobilitu. V první řadě je zhodnocen vývoj a současný stav elektrotechnických norem v oblasti elektroinstalací. Práce zahrnuje samostatný návrh střídavého a stejnosměrného osvětlení a provedení energetické bilance domu v porovnání použití střídavého a stejnosměrného osvětlení. Na závěr je proveden návrh dobíjecí stanice a celkový dopad elektromobility na domácnost.

## **Klíčová slova**

Normy, elektroinstalace, projekt, elektrická přípojka, energetická bilance, střídavý, stejnosměrný, elektrický rozvod, rodinný dům, osvětlení, zářivka, žárovka, LED pásek, jistič, spotřeba, elektromobil, elektromobilita, nabíjecí stanice, rychlonabíjení.

## **Abstract**

This bachelor work thesis is focused on the design of electrical wiring of a family house in view of DC light circuit and electromobility. First of all it evaluates progress and current state of electrotechnical standards in a field of electrical wiring. This bachelor work incorporates an autonomic design of AC and DC lights and an implementation of energetic balance of the house comparing the use of DC and AC lights. At the end there is design of a charging station and overall impact of electromobility to households.

## **Key words**

Standards, the electrical wiring, project, electric connection, energetic balance, alternating, direct, electricity distribution, house, lighting, lamps, fluorescent lamp, bulb, LED strip, circuit breaker, consumption, electric vehicle, electromobility, charging station, fast charging.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma Návrh elektroinstalace rodinného domu s ohledem na stejnosměrné světelné obvody a elektromobilitu vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Václava Mužíka. Při tvorbě jsem používal odbornou literaturu uvedenou v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 6.6.2017

Michal Strýhal

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Václavovi Mužíkovi za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále bych rád poděkoval mé rodině, která mi při studiu na vysoké škole vždy pomáhala a dokázala vytvořit prostředí potřebné k úspěšnému dokončení studia a této práce.

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>8</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ</b> .....	<b>10</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK</b> .....	<b>11</b>
<b>1 ELEKTROTECHNICKÉ NORMY A PŘEDPISY</b> .....	<b>12</b>
1.1 VÝZNAM, ÚČEL, ROZDĚLENÍ A ZNAČENÍ NOREM.....	12
1.1.1 Význam norem .....	12
1.1.2 Účel norem .....	12
1.1.3 Rozdělení norem .....	12
1.1.4 Značení norem.....	13
1.2 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ.....	14
1.3 ZÁKLADNÍ USTANOVENÍ PRO ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ.....	14
1.4 ROZDĚLENÍ A POJMY ELEKTRICKÝCH ZAŘÍZENÍ ČSN 33 0010.....	15
1.5 TECHNICKÉ NORMY SPJATÉ S PROJEKTOVÁNÍM ELEKTRICKÝCH ROZVODŮ V RODINNÉM DOMĚ .....	17
<b>2 ENERGETICKÁ BILANCE DOMU</b> .....	<b>18</b>
2.1 SPECIFIKACE DANÉHO OBYTNÉHO OBJEKTU .....	18
2.1.1 Základní parametry rodinného domu .....	19
2.2 SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE V DOMÁCNOSTECH.....	21
2.3 ENERGETICKÁ NÁROČNOST OSVĚTLENÍ BUDOV.....	22
2.4 ENERGETICKÁ BILANCE PRO AC OSVĚTLENÍ .....	23
2.4.1 Energetická bilance při použití jen kontaktních zářivek .....	24
2.5 ENERGETICKÁ BILANCE PRO DC OSVĚTLENÍ .....	25
2.5.1 Porovnání AC a DC svítidel .....	25
<b>3 NÁVRH DC OSVĚTLENÍ DOMU</b> .....	<b>26</b>
3.1 AUTOCAD .....	26
3.2 SICHR .....	27
3.3 NÁVRH OSVĚTLENÍ.....	28
3.3.1 Světelné obvody pro AC rozvody .....	28
3.3.2 Druhy světél pro AC rozvody použité v rodinném domě.....	28
3.3.3 Rozmístění AC světelných zdrojů v domě .....	34
3.3.4 Světelné obvody pro DC rozvod .....	34
3.3.5 Druhy světél pro DC rozvody použité v rodinném domě .....	36
3.3.6 Rozmístění DC světelných zdrojů v domě .....	37
<b>4 ELEKTROMOBILITA</b> .....	<b>38</b>
4.1 JEDINEČNOST ELEKTROMOBILITY .....	38
4.2 VÝHODY ELEKTROMOBILITY .....	39
4.3 DRUHY DOBÍJECÍCH STANIC V ČR .....	40
4.3.1 Běžné a rychlé dobíjení.....	40
4.3.2 Ultrarychlé dobíjení .....	40
4.3.3 Supercharger.....	41
4.4 DOPAD ELEKTROMOBILITY NA DOMÁCNOST .....	42
4.4.1 Použitý druh automobilu .....	42
4.4.2 Návrh dobíjecí stanice pro rodinný dům .....	43
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>47</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>50</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>52</b>



## Úvod

Tato bakalářská práce je zaměřena na specifikaci elektrotechnických norem v oblasti elektroinstalací, podle kterých je zpracován projekt rodinného domu Panama. V práci je proveden návrh pro střídavé rozvody osvětlení s využitím nejpoužívanějších zdrojů světla a dále je proveden návrh na stejnosměrné rozvody s využitím LED žárovek a LED pásků. Pro oba návrhy je vypočtena energetická bilance a podle ní navržena přípojka rodinného domu. Poté jsou vyčísleny úspory návrhu střídavých zdrojů světla oproti stejnosměrným zdrojům světla.

Posledním tématem této práce je porovnání druhů dobíjení elektromobilů v ČR a dopadu elektromobility na domácnost. Na daný typ rodinného domu jsou navrženy dvě dobíjecí stanice pro dva různé typy elektromobilů a následně nová přípojka rodinného domu.

Z dostupných vědeckých publikací použitých při tvorbě této práce plyne, že elektromobilita je nevyhnutelný technický vývoj a do roku 2050 převezmou elektromobily nadvládu nad spalovacími motory. Postupným snižováním počtu aut se spalovacími motory by se snížilo procento smogu v ovzduší, což by nejvíce ocenili obyvatelé měst, protože spalovací motory produkují do ovzduší  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , prachové mikročástice a další, často životu nebezpečné látky. Další výhodou elektromobilů je mnohem tišší provoz, což je pohodlnější pro řidiče, ale může být nebezpečné pro chodce, kteří je nemusejí slyšet. Díky přechodu na elektromobily se sníží procento těžby neobnovitelných zdrojů, konkrétně fosilních paliv, které pohánějí automobily se spalovacími motory. Mezi největší výhody elektromobilů patří provozní náklady. Elektromotor je levnější a to díky menšímu počtu součástí. Nepotřebuje motorové svíčky, olej a ani spojku jako spalovací motor. Mezi další výhody patří možnost téměř maximálního výkonu z nulových otáček, rekuperace (převádění mechanické energie na elektrickou a uložení v bateriích).

Postupným zvyšováním počtu elektromobilů v ČR se bude muset zvyšovat i počet dobíjecích stanic. Stanice budou muset být vhodně rozmístěny po republice, aby zákazník za dobíjením svého elektromobilu nemusel dojíždět spoustu kilometrů. Zvyšování počtu dobíjecích stanic bude mít vliv na naši distribuční přenosovou soustavu a bude muset tedy dojít k určitým úpravám. K dalším úpravám dojde i v rodinných domech v elektroinstalaci při použití domácí dobíjecí stanice.

## Seznam symbolů

Značka	Jednotka	Význam
$P_{sv}$	[W]	Příkon svítidel
$P_{Kz}$	[W]	Příkon Kontaktní zářivky
$P_{LED}$	[W]	Příkon LED žárovky
$P_{Ltl}$	[W]	Příkon Lineární trubice
$P_p$	[W]	Příkon LED pásku
$P_z$	[W]	Příkon vytápění + zásuvek
$P_i$	[W]	Instalovaný příkon
$P_s$	[W]	Soudobý příkon
$K_z$	[-]	Počet Kontaktních zářivek
LED	[-]	Počet LED žárovek
$L_{tz}$	[-]	Počet Lineárních trubic
$LED_p$	[m]	Délka LED pásku
$\beta$	[-]	Soudobost
$\beta_n$	[-]	Soudobost pro uvažovaný počet bytů
$\beta_\infty$	[-]	Soudobost pro nekonečný počet bytů
$n$	[-]	Počet bytů
$I_{výp}$	[A]	Proud přípojkou
$U_s$	[V]	Sdružené napětí
$\cos\varphi$	[-]	Účinit
$U$	[V]	Napětí
$I$	[A]	Proud
$R$	[ $\Omega$ ]	Odpor
$\rho$	[ $\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot \text{m}^{-1}$ ]	Měrný elektrický odpor
$l$	[m]	Délka
$S$	[ $\text{mm}^2$ ]	Průřez

## Seznam zkratk

<b>Zkratka</b>	<b>Význam</b>
ČSN	Česká technická norma
DIN	<i>Deutsche Industrie Norm</i> – Německý průmyslová norma
ASA	<i>American Standards Association</i> – Americká standardizační asociace
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> – Mezinárodní organizace pro standardizaci
EN	Evropské normy
ON	Oborové normy
PN	Podnikové normy
ICS	<i>International Clasification Systém</i> – Mezinárodní identifikační číslo
AC	<i>Alternating Current</i> – Střídákový proud
DC	<i>Direct Current</i> – Stejnosměrný proud
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a zkušebnictví
CAD	<i>Computer Aided Design</i> – Počítačem podpořený návrh
LED	<i>Light Emitting Diode</i> – Svítivá dioda
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
NO <sub>x</sub>	Oxidy dusíku
ČEZ	České Energetické závody
DXF	<i>Data eXchange Format</i> – Formát výměny dat
DWG	<i>DraWinG</i> - Vykreslování
DWF	<i>Design Web Format</i> – Návrh webového formátu
OEZ	Orlické elektrotechnické závody

# 1 Elektrotechnické normy a předpisy

## 1.1 Význam, účel, rozdělení a značení norem

### 1.1.1 Význam norem

Tvoření norem je dlouhodobý přípravný proces, na němž se podílí mnoha pracovišť. Normy vydává státní instituce – Český normalizační institut. Technické normy nám přesně stanovují provedení, požadované vlastnosti, tvar nebo uspořádání opakujících se předmětů nebo způsobů a postupů práce, popř. definují všeobecně užívané technické pojmy. Technická norma je technický předpis, který přesně stanoví technické náležitosti, popř. technická řešení u opakovaných úkonů a dějů. [3]

### 1.1.2 Účel norem

Mezi hlavní úkoly norem patří:

- Ulehčování a snižování rozmanitosti výrobků a činností.
- Komunikace mezi výrobcem a zákazníkem a mezi výrobci v mezinárodním a národním měřítku.
- Zlepšení hospodárnosti.
- Zavádění kódů a symbolů k ulehčení obchodního styku a překonání potíží zapříčiněných rozdílností jazyků.
- Ochrana spotřebitele. [3]

### 1.1.3 Rozdělení norem

Existují normy státní (ČSN), mezinárodní, evropské, podnikové, předmětové, oborové, jakostní a jiné.

V soustavě technických norem existuje soubor technicko právních předpisů:

- ČSN – označení českých technických norem, jako např. DIN, ASA, které zahrnují široký okruh problematik. Normy jsou dále postupně harmonizovány s normami vyšších stupňů.
- ISO – mezinárodní normy, které shrnují veškeré zkušební metody, terminologii a značení.

- EN – evropské normy, které shrnují veškeré zkušební metody, terminologií, značení a bezpečnost výrobků.
- ON – oborové normy. Tyto normy byly zrušeny zákonem 142/1991 Sb. k 31. 12. 1993 a částečně převedeny na podnikové normy (PN).
- PN – podnikové normy, kterými je řešena problematika jednotlivých nebo skupinových výrobků. [3]

#### 1.1.4 Značení norem

Šestimístné číslo ve tvaru XX XXXX, které zařídí zavedenou mezinárodní nebo evropskou normu do našeho systému třídění norem, kdy každá norma byla přiřazena do určité třídy, skupiny a podskupiny.

Mezinárodní identifikační číslo ICS (International Classification System) má několikamístné číslo ve tvaru XX.XXX.XX, které na mezinárodní úrovni identifikuje normy na základě jejich obsahu. Identifikační znak je stavebnicový – lze ho vyhledat v databázi norem na základě prvních dvou čísel. Zbylá čísla upřesňují detailnější hledání. Systém využíváme při hledání zahraničních norem na určitý výrobek. [2]

Například: ČSN EN ISO 9001 – česká technická norma, která zavádí mezinárodní normu ISO 9001, která je současně evropskou normou EN ISO 9001. Označení normy naznačuje, že se jedná o českou verzi evropské i mezinárodní normy.

## 1.2 Základní požadavky na elektrická zařízení

Elektrická zařízení jsou souborem elektrických zdrojů a spotřebičů s různými napětí. Elektrické zařízení musí vyhovovat určitým požadavkům.

- Bezpečnost osob a věcí – elektrické zařízení nesmí během běžného provozu ohrožovat život nebo zdraví člověka nebo ohrožovat majetek.
- Spolehlivost – elektrické zařízení musí vydržet požadovanou dobu provozu s co nejmenšími náklady na údržbu.
- Hospodárnost – elektrické zařízení volíme tak, aby byly úspory úměrné nákladu na provoz po dobu životnosti (např. určení průřezu vodičů).
- Uspokojování potřeb uživatele – elektrické zařízení musí uspokojit potřeby uživatele (např. výkon motoru, intenzita osvětlení, hlasitost hudby).
- Ochrana před nebezpečným proudem – elektrické zařízení musí být schváleno příslušným úřadem pro provoz a musí mít příslušné schvalovací značky nebo příslušné atesty.
- Estetičnost – elektrické zařízení musí splňovat požadavky estetičnosti (např. montáž vodičů na povrchu, kryty spotřebičů). [3]

## 1.3 Základní ustanovení pro elektrická zařízení

- Elektrické zařízení nesmí být nebezpečná osobám, zvířatům a okolním předmětům při obvyklém užívání.
- Všechny části elektrického zařízení musí být řádně upevněny a mechanicky pevné.
- Elektrické zařízení musí být provedeno tak, aby nebyly osoby vystaveny nebezpečným zářením či elektrickým nebo magnetickým polím.
- Elektrické zařízení musí být umístěno tak, aby na něj škodlivě nepůsobila jiná zařízení.
- Elektrické zařízení musí být uspořádáno tak, aby na něm byla rychlá, snadná a bezpečná údržba a obsluha.
- Elektrické zařízení musí být zabezpečeno proti zkratům, přetížení a přepětí.
- Elektrické zařízení musí mít takovou trvanlivost, která odpovídá danému používání. [3]

## 1.4 Rozdělení a pojmy elektrických zařízení ČSN 33 0010

Tato norma stanoví základní jednotnou soustavu názvů, pojmů, a definic a určuje jejich rozdělení.

**Elektrické zařízení** je zařízení, které ke svému působení nebo činnosti využívá účinků elektromagnetických nebo elektrických jevů.

Elektrické zařízení se skládají z elektrických obvodů, elektrických předmětů a elektrické instalace.

- elektrický obvod – soustava vodičů a jiných prvků, kterými protéká elektrický proud
- elektrická instalace – sestava vzájemně spojených částí zařízení a elektrických předmětů v daném prostoru nebo místě.
- elektrický předmět – konstrukční část nebo sestava, která se zapojuje nebo připojuje do elektrického obvodu.

Elektrotechnická zařízení rozdělujeme hlavně podle účelu, druhu proudu, velikosti napětí, nebezpečí úrazu a podle kmitočtu proudu.

### Podle účelu

- silová zařízení – elektrický zařízení sloužící k výrobě, přenosu, rozvodu a přeměně energie a k její přeměně na jiný druh energie, nebo práci.
- řídicí zařízení – elektrická zařízení, která slouží k ovládání, ochraně, měření, řízení a kontrole ostatních elektrických a neelektrických zařízení.
- Sdělovací zařízení – elektrická zařízení sloužící k zpracování, záznamu, přenosu a reprodukci informací v jakékoliv formě.
- zvláštní – k jiným účelům (např. laboratorní nebo nemocniční)

### Podle druhu proudu

- střídavý (označení: st; ~; AC)
- stejnosměrný (označení: ss; =; DC)

## Podle velikosti napětí

**Tab. 1** Rozdělení podle velikosti napětí

	mezi vodičem a zemí	mezi vodiči
malé napětí (mn) (kategorie I)	do 50 V st. 120 V ss.	do 50 V st 120 V ss.
nízké napětí (nn) (kategorie II)	nad 50 V do 600 V	nad 50 V do 1000 V
vysoké napětí (vn) (kategorie A)	nad 0,6 kV do 30 kV	nad 1 kV do 52 kV
velmi vysoké napětí (vvn) (kategorie B)	od 30 kV do 171 kV	od 52 kV do 300 kV
zvlášť vysoké napětí (zvn) (kategorie C)	od 300 kV do 800 kV	
ultra vysoké napětí (uvn) (kategorie D)	nad 800 kV	

## Podle nebezpečí úrazu

- silnoproudá zařízení – na zařízení při obvyklém užívání mohou vzniknout proudy nebezpečné osobám, majetku, užitkovým zvířatům a věcem (je podstatná znalost základních bezpečnostních norem a předpisů)
- slaboproudý zařízení – na zařízení při obvyklém užívání nemohou vzniknout proudy nebezpečné osobám, majetku, užitkovým zvířatům a věcem

## Podle kmitočtu proudu (popř. kmitočtu elektromagnetického vlnění)

**Tab. 2** Rozdělení podle kmitočtu proudu

název označení	silová EZ	sdělovací EZ
nízkofrekvenční nf	$f < 60 \text{ Hz}$	$f < 9 \text{ kHz}$
středofrekvenční sf	$60 \text{ Hz} < f < 100 \text{ kHz}$	-
vysokofrekvenční vf	$f > 100 \text{ kHz}$ (do 300 MHz)	$f > 9 \text{ kHz}$ (do 3 THz)

[18]



## **1.5 Technické normy spjaté s projektováním elektrických rozvodů v rodinném domě**

Dodržování technických norem ve výstavbě je velmi důležité a ve spojení legislativních předpisů je dobré rozumět i jejím platností a závazností. Platné jsou všechny technické normy, které jsou uvedeny v aktualizovaném seznamu ČSN a jsou vyhlášeny ve Věstníku ÚNMZ. Zrušení ČSN se vyhláší také ve Věstníku ÚNMZ. Podle zákona 22/1997 Sb. jsou české technické normy nezávazné. Závaznost českých technických norem byla zrušena ke dni 31. 12. 1999. V České republice existují technické právní předpisy (vyhlášky, zákony, vládní nařízení, atd.), které jsou závazné. Normy je vhodné dodržet i přes jejich nezávaznost. Blíže rozpracované požadavky technických předpisů jsou rozpracovány v normách a v případě jejich nedodržení se zpravidla nevyhoví ani požadavkům technických předpisů. [1]

Pokud tedy bude projektant dodržovat normy, neponese žádnou zodpovědnost v případě, že dojde k havárii nebo úrazu či k jiné mimořádné události na elektrickém zařízení.

Seznam základních technických norem souvisejícím s projektováním elektrických rozvodů a jejich stručný obsah, je uveden v příloze 1.

## 2 Energetická bilance domu

### 2.1 Specifikace daného obytného objektu

Pro návrh elektroinstalace rodinného domu byl převzat projekt domu z předmětu KEE/PIR s názvem Panama od společnosti GSERVIS. Jedná se o dům s obytným podkrovím.



Obrázek 1 Dům Panama – pohled zepředu [16]



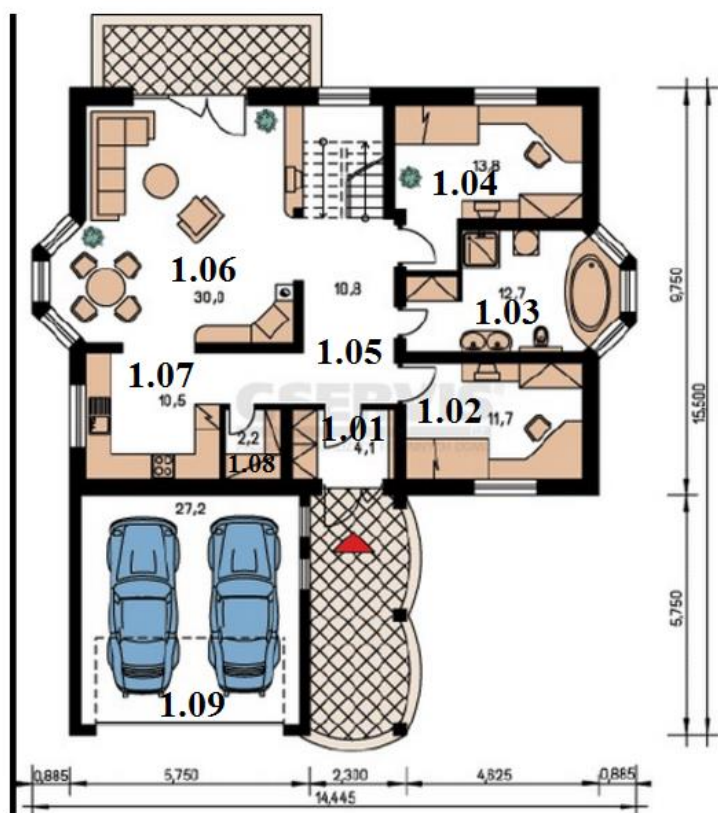
Obrázek 2 Dům Panama – pohled zezadu [16]

## 2.1.1 Základní parametry rodinného domu

Umístění rodinného domu je čistě na investorovi, ale společnost GSERVIS doporučuje dům umístit na rovinatý nebo mírně svahovitý pozemek. Dům je vhodný do dvoupodlažní okolní zástavby. Základní údaje o vnitřním rozvržení jsou na Obr. 3 a Obr 4.

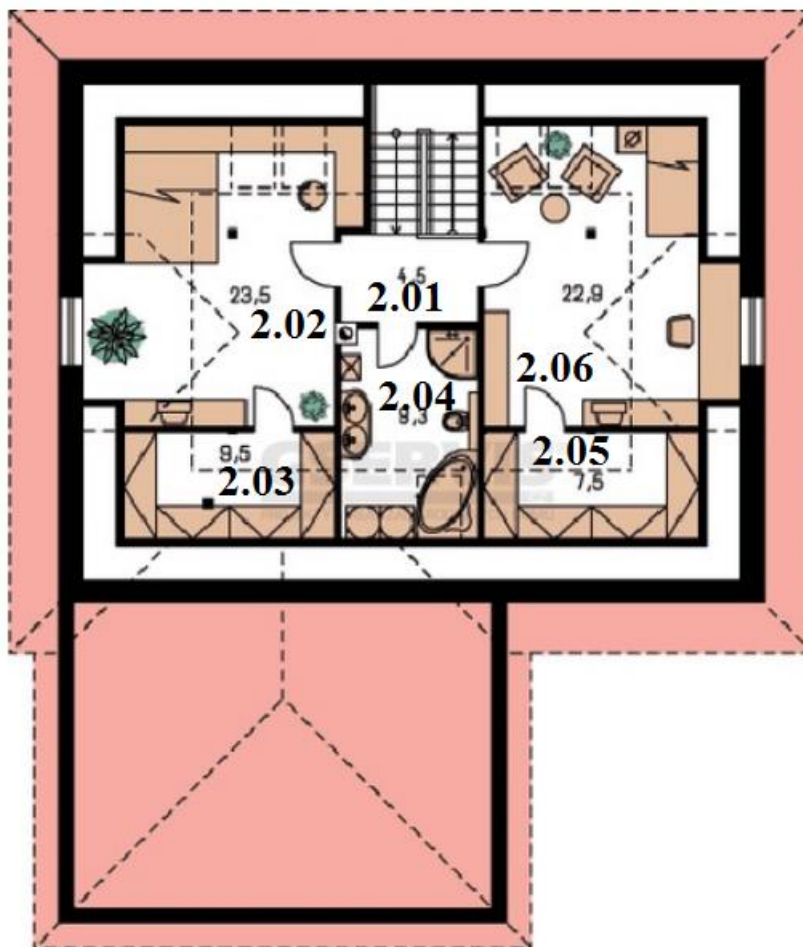
Tab. 3 Tabulka základní parametry

Dispozice	5+1
Zastavěná plocha	174,1 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor	1071 m <sup>3</sup>
Celková užitková plocha	213,4 m <sup>2</sup>
Užitková plocha přízemí	136,2 m <sup>2</sup>
Užitková plocha podkroví	77,2 m <sup>2</sup>
Výška hřebene střechy	7,51 m
Sklon střechy	36°
Orientace hlavního vstupu	S, SV, V



Rozložení místností je zde: 1.01 – Veranda, 1.02 – Dětský pokoj 1, 1.03 – Koupelna, 1.04 – Dětský pokoj 2, 1.05 – Chodba, 1.06 – Obývací pokoj, 1.07 – Kuchyň, 1.08 – Technická místnost, 1.09 – Garáž. Vše je následně projektováno v programu AutoCAD 2016, ve kterém jsou dále konstruovány elektrické rozvody a veškeré prvky potřebné pro projektovou dokumentaci.

Obrázek 3 Přízemí [16]



Obrázek 4 Podkroví [16]

Rozložení místností je zde: 2.01 – Chodba, 2.02 – Ložnice, 2.03 – Šatna ložnice, 2.04 – Koupelna, 2.05 – Šatna pokoj pro hosty, 2.06 – Pokoj pro hosty. Pro takovéto rozmístění vnitřní části domu je následně vytvořena elektrická instalace.

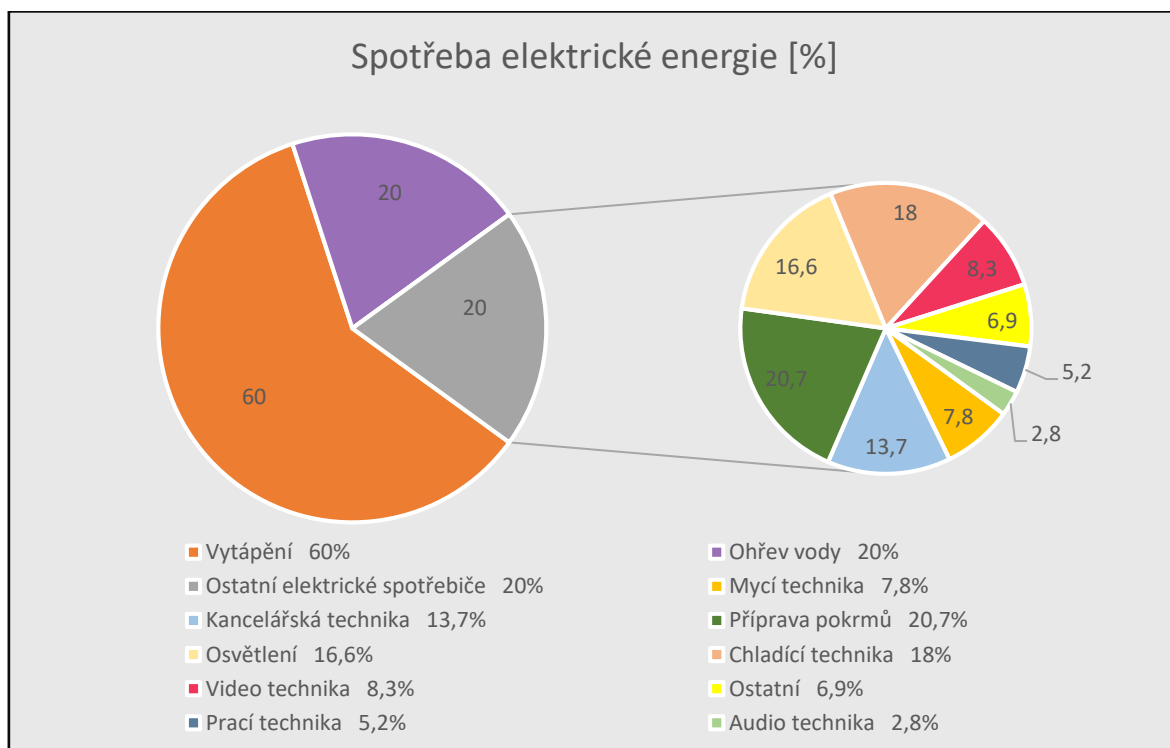
Výkresy s elektroinstalací rozvodů přízemí a patra jsou uvedeny v přílohách.

## 2.2 Spotřeba elektrické energie v domácnostech

Narůstající spotřebu elektrické energie v domácnostech lze vysvětlit stále ještě častým používáním starších neefektivních spotřebičů, ale také navýšením elektrických spotřebičů v domácnostech. Dnes má doma každý 3 až 4 televize, chladničku s mrazákem, pračku a více nám přibývají sušičky, klimatizace apod. Také se zvětšuje počet velkých bytů a rodinných domů. Pozoruhodný rozdíl je mezi trendem spotřeby energie za vytápění a spotřebou energie za provoz domácích spotřebičů. Za poslední léta došlo k zprísnění norem pro tepelné vlastnosti budov a tedy i odpovídajícímu snížení spotřeby energie na vytápění rekonstruovaných nebo nově postavených domů. Naopak nám, ale vzrostla spotřeba energie na běžný provoz v domácnostech. [13]

**Tab. 4** Rozdělení spotřeby elektrické energie v domácnostech - celková

Vytápění	Ohřev vody	Ostatní el. spotřebiče
60 %	20 %	20 %



**Graf 1** Spotřeba elektrické energie v domácnostech



## 2.3 Energetická náročnost osvětlení budov

Energetická náročnost budov pro osvětlení je rozdělena do čtyř skupin (A-D). Podstatnou roli v kalkulaci energetických úspor za osvětlení hrají faktory jako barva interiéru, velikost oken, orientace budovy ke světovým stranám, chování lidí v budově a další. Od těchto faktorů se odvíjí též finanční analýza investice, ke kterým také patří použitý typ osvětlení. [14]

**Tab. 5** Seznam funkcí a přiřazení do tříd energetické účinnosti (výťah z normy ČSN 15232)

Třída	Osvětlení
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Automatické řízení denního světla</li> <li>- Automatická detekce přítomnosti osob, manuální zap./automatické vyp.</li> <li>- Automatická detekce přítomnosti, manuální zap./stmívání</li> <li>- Automatická detekce přítomnosti, automatické zap./automatické vyp.</li> <li>- Automatická detekce přítomnosti, automatické zap./stmívání</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuální řízení denního světla</li> <li>- Automatická detekce přítomnosti osob, manuální zap./automatické vyp.</li> <li>- Automatická detekce přítomnosti, manuální zap./stmívání</li> <li>- Automatická detekce přítomnosti, automat. zap./automatické vyp.</li> <li>- Automatická detekce přítomnosti, automatické zap./stmívání</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuální řízení denního světla</li> <li>- Manuální spínač zap./vyp. + přídavný signál pro rychlé zhasnutí</li> <li>- Manuální spínač pro zapnutí/vypnutí</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuální řízení denního světla</li> <li>- Manuální spínač pro zapnutí/vypnutí+ přídavný signál pro rychlé zhasnutí</li> <li>- Manuální spínač pro zapnutí/vypnutí</li> </ul>

## 2.4 Energetická bilance pro AC osvětlení

Spočítáme instalovaný příkon domu. Instalovaný příkon zjistíme sečtením všech možných příkonů domu (světelných, zásuvkových, vytápění, vaření aj.). Podle instalovaného příkonu volíme soudobý příkon a hodnotu hlavního třífázového jističe a dále vhodný kabel pro přívod do domovního rozváděče.

### Instalovaný příkon:

Osvětlení – o podrobném použití svítidel je pojednáno v kapitole 3.3.2

Kontaktních zářivek – 15 ks.

LED žárovek – 27 ks.

Lineární trubicové zářivky – 4ks

$$P_{sv} = (K_z * P_{Kz} + LED * P_{LED} + L_{tz} * P_{Ltz}) = (15 * 21 + 27 * 14 + 4 * 58) = 925 W \quad (2.4-1)$$

Vytápění + vaření + zásuvky –  $P_z = 24$  kW

Celkový instalovaný příkon:

$$P_i = P_{sv} + P_z = 925 + 24000 = 24925 W \cong 25 kW \quad (2.4-2)$$

### Soudobost

V rodinném domě nejsou v provozu všechny spotřebiče současně, proto určujeme tzv. součinitel náročnosti (soudobost). Pro tento dům volíme dle ČSN 33 2130/83 soudobý příkon 0,77, protože dům je brán jako dvougenerační. S přihlédnutím k sazbám za jednotlivé hlavní jističe, které nejsou stejné, se snažíme hodnotu tohoto jističe držet na spodní hranici. Sazba za hlavní jistič je 500 Kč za každou ampéru. V našem případě je to tedy 16 000 Kč, protože jsme zvolili jistič o velikosti 32 A. Tuto částku zaplatí investor při nahlášení odběrného místa a nainstalování elektroměru.

Soudobý příkon určíme ze vztahu:

$$P_s = \sum P_i * \beta = 24925 * 0,77 = 19,192 kW \quad (2.4-3)$$

## Hlavní jistič

Velikost hlavního jističe určíme ze vztahu:

$$I_{V\dot{Y}P} = \frac{P_S}{\sqrt{3} \cdot U_S \cdot \cos\varphi} = \frac{19192}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 29,16 \text{ A} \quad (2.4-4)$$

Volíme jistič nejbližší vyšší, v našem případě bude velikost hlavního třífázového jističe 32A s charakteristikou B.

U elektroinstalace musíme dodržet selektivitu ochran. Kontrola selektivity byla provedena v programu SICHR a do hlavní pojistkové skříně byly umístěny pojistky o proudovou třídu vyšší tzn. PHNA000gG 40A, přívod od hlavní pojistkové skříně je proveden kabelem CYKY 4Jx10mm<sup>2</sup> a přívod od elektroměrového rozváděče do domovního rozváděče je proveden kabelem CYKY 5Jx10 mm<sup>2</sup>. Do domovního rozváděče instalujeme hlavní vypínač o proudovou třídu nižší než je velikost hlavního jističe v elektroměru tzn. 25A/3P.

### 2.4.1 Energetická bilance při použití jen kontaktních zářivek

**Instalovaný příkon:**

Kontaktních zářivek – 42 ks.

Lineární trubicové zářivky – 4ks

$$P_{sv} = (K_z \cdot P_{Kz} + L_{tz} \cdot P_{Ltz}) = (42 \cdot 21 + 4 \cdot 58) = 1114 \text{ W} \quad (2.4.1-5)$$

Vytápění + vaření + zásuvky –  $P_z = 24 \text{ kW}$

**Celkový instalovaný příkon:**

$$P_i = P_{sv} + P_z = 1114 + 24000 = 25114 \text{ W} \cong 25 \text{ kW} \quad (2.4.1-6)$$



## 2.5 Energetická bilance pro DC osvětlení

### Instalovaný příkon:

Osvětlení – o podrobném použití svítidel je pojednáno v kapitole 3.3.5.

LED žárovek – 30 ks.

LED pásek – 33 m

$$P_{sv} = (LED_z * P_z + LED_p * P_p) = (30 * 7 + 33 * 12) = 606 \text{ W} \quad (2.5-7)$$

Vytápění + vaření + zásuvky –  $P_z = 24 \text{ kW}$

Celkový instalovaný příkon:

$$P_i = P_{sv} + P_z = 606 + 24000 = 24606 \text{ W} \cong 25 \text{ kW} \quad (2.5-8)$$

Soudobý příkon určíme ze vztahu:

$$P_s = \sum P_i * \beta = 24606 * 0,77 = 18,946 \text{ kW} \quad (2.5-9)$$

### Hlavní jistič

Velikost hlavního jističe určíme ze vztahu:

$$I_{VYP} = \frac{P_s}{\sqrt{3} * U_s * \cos\varphi} = \frac{18946}{\sqrt{3} * 400 * 0,95} = 28,79 \text{ A} \quad (2.5-10)$$

Velikost proudu nám vyšla téměř stejná jako u AC rozvodu, proto nemusíme měnit velikost hlavního jističe ani ostatní části přípojky.

#### 2.5.1 Porovnání AC a DC svítidel

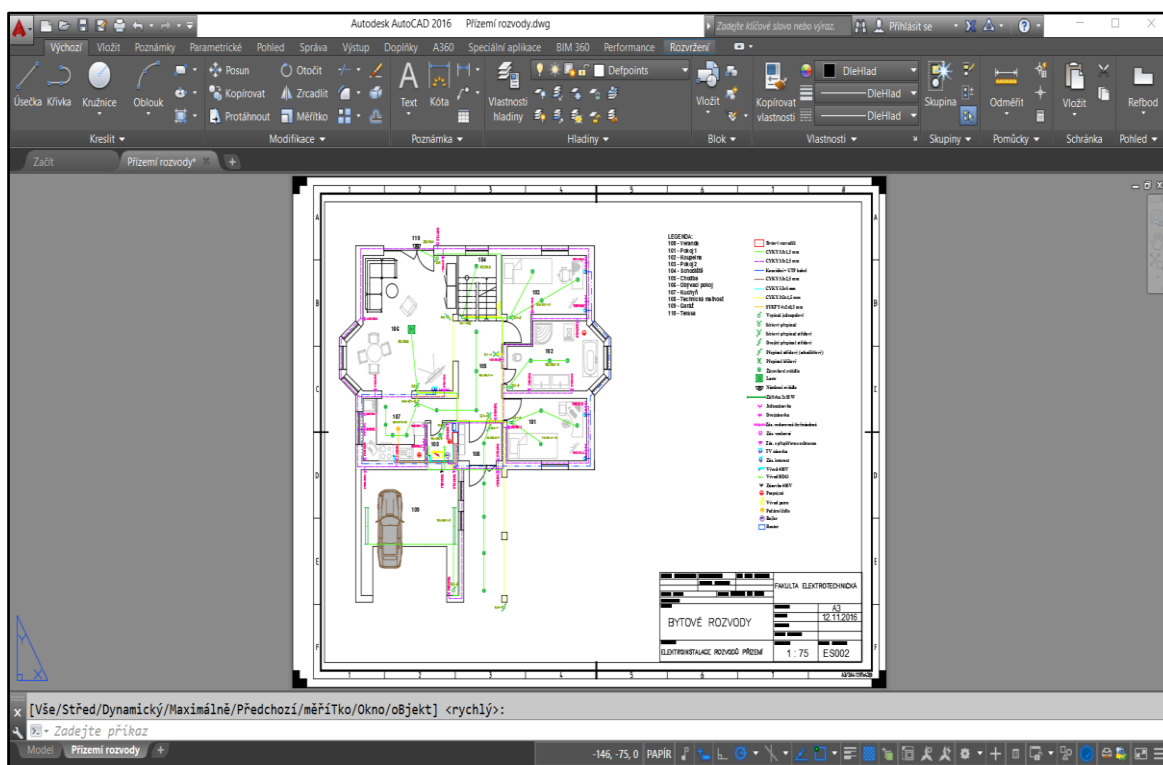
Při porovnání použití AC a DC svítidel je patrné, že investor sice neušetří za cenu hlavního jističe, ale ušetří na spotřebě elektrické energie. Při použití Kontaktních zářivek společně s LED žárovkami činná úspora 319 W. Při použití pouze Kontaktních zářivek, kde jsme všechny zářivky nahradili DC LED žárovkami je úspora 796 W.

## 3 Návrh DC osvětlení domu

### 3.1 AutoCAD

Projektování elektroinstalace rodinného domu je provedeno v programu AutoCAD. AutoCAD je nejpoužívanější software pro 2D a 3D projektování a konstruování, vyvinutý společností Autodesk. Nejběžněji je profesionální CAD systém používán v oblasti architektury, strojírenské konstrukce, stavební projekce, mapování a terénních úprav, elektrotechnice a mnoha dalších odvětví. Díky tomu, že AutoCAD patří mezi světovou špičku CAD programů, slouží jako platforma pro běh nadstavbových aplikací vyvíjených společností Autodeskem a jinými firmami. Standardem při výměně CADovských dat jsou formáty souborů DXF a DWG, ale také můžeme převést do formátu DWF. AutoCAD opakovaně získává titul CAD produkt roku, který uděluje odborný tisk. [9]

Uživatelské prostředí softwaru, ve kterém byl projekt vytvořen, je zobrazeno na obrázku 1.

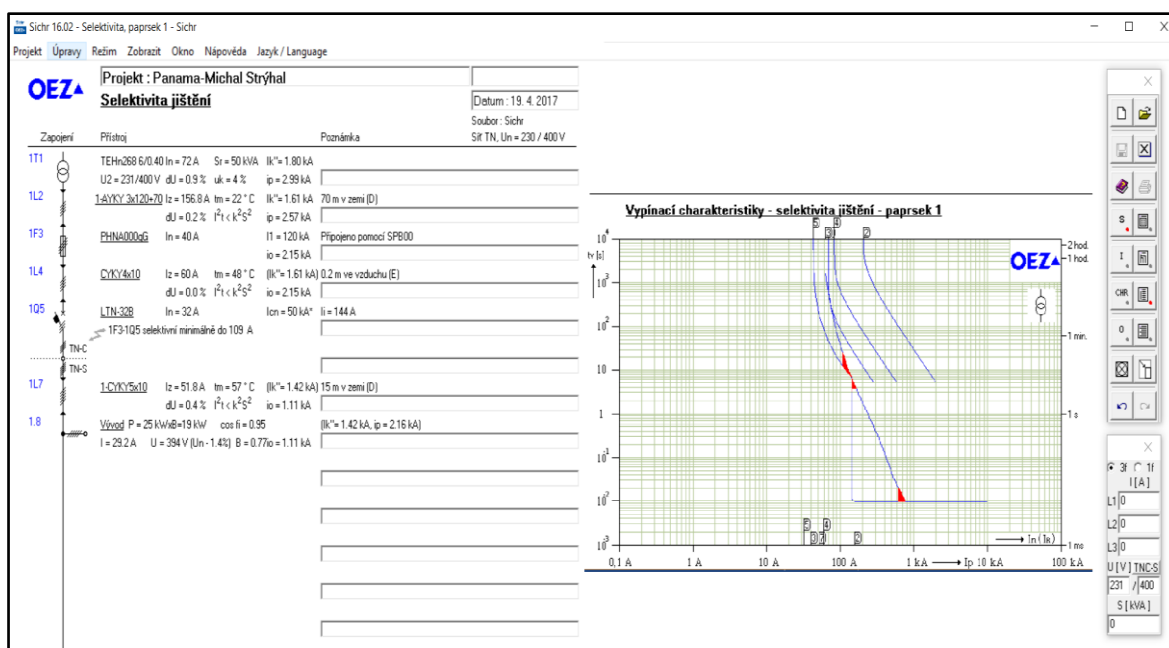


Obrázek 5 Uživatelské prostředí AutoCAD

### 3.2 Sichr

Sichr je výpočtový program, který slouží k návrhu a kontrole paprskových sítí TN-C, TN-C-S a IT sítě bez vyvedeného středního vodiče ve všech možných napěťových hladinách. V programu je součástí databáze jisticích a spínacích prvků, svodičů přepětí a proudových chráničů z produkce OEZ, dále pak otevřená databáze silových kabelů, generátorů a transformátorů lze doplňovat i o vlastní položky. Program při návrhu kontroluje zkratové vypínací schopnosti jističů a pojistek se zkratovým proudem. Během výpočtu je také kontrolována ochrana proti nadproudům spínačů, proudových chráničů a přepětíových ochran. Další velmi užitečnou vlastností programu je posouzení správného dimenzování a ochrany silových kabelů proti nadproudům jak z hlediska přetížení, tak energií propuštěných jisticími přístroji v oblasti zkratových proudů. [15]

Prostředí programu, ve kterém byla počítána přípojka, je zobrazeno na obrázku 2.



Obrázek 6 Uživatelské prostředí Sichr

### 3.3 Návrh osvětlení

#### 3.3.1 Světelné obvody pro AC rozvody

Návrh vnitřních AC elektrických rozvodů je ve shodě s platnými elektrotechnickými normami. Všechny normy týkající se projektování a návrhu elektroinstalace jsou vypsány v příloze 1. Vnitřní vedení je vyvedeno z domovního rozvaděče. Příslušné obvody zde mají provedeno samostatné jištění dle požadavků, a to jednofázovými jističi o hodnotě 10 A.

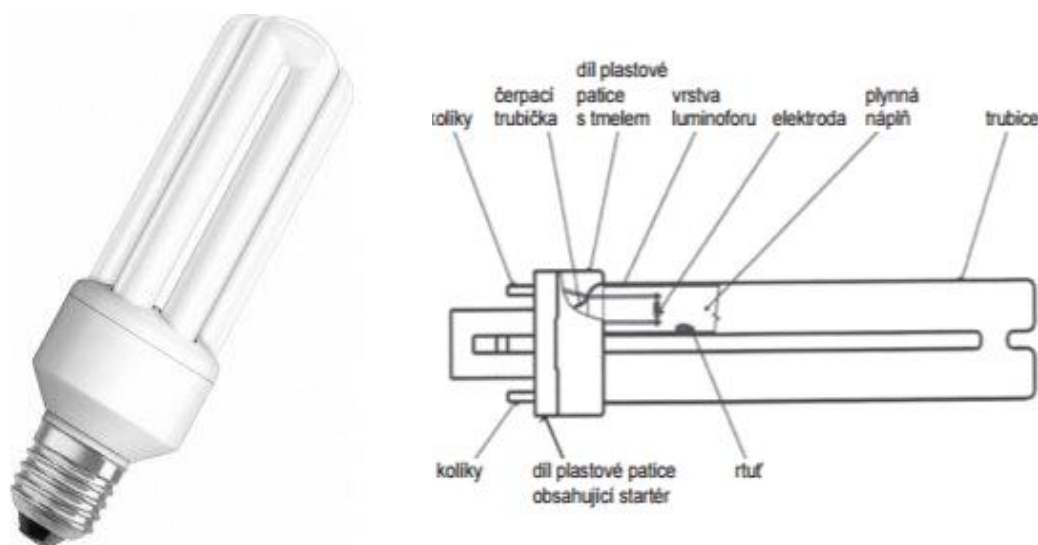
Osvětlení je provedeno kabely CYKY-J 3x1,5 mm<sup>2</sup>. Vypínače jsou umístěny u dveří na straně kliky ve výšce 120 cm nad podlahou.

#### 3.3.2 Druhy světelných zdrojů pro AC rozvody použité v rodinném domě

V domě jsou použity 3 druhy zdroje světla.

##### Kontaktní zářivka

Kompaktní úsporné zářivky představují univerzální alternativu k běžným žárovkám viz. obrázek (Obr. 7). Skládají se z trubice plněné rtuťovými parami a elektronického předradníku, který je stěžejní pro správnou funkci zářivky. Některé modernější kompaktní zářivky mají ve své patici elektronický měnič napájecího napětí, který běží na frekvenci řádově desítky kilohertz. Tyto kompaktní zářivky pak na rozdíl od běžné lineární zářivky neblíkají.



Obrázek 7 vlevo kompaktní zářivka, vpravo schéma konstrukce kompaktní zářivky

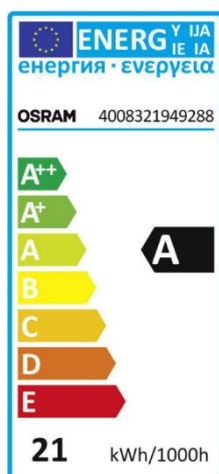
Princip fungování je zcela stejný jako u lineárních zářivek. Běžná zářivka bliká s frekvencí, kterou udává síťové napětí, na které je připojena. U těchto kompaktních zářivek nedochází díky vysoké frekvenci k takzvanému stroboskopickému jevu, který nastane, pokud se v osvětlené místnosti například točí stroj se stejnou frekvencí, jako bliká zářivka. Poté se nám zdá, že stroj se neotáčí. Pokud má frekvenci blízkou, zdá se nám, že se pohybuje jen pomalu. V tom spočívá nebezpečí. V provozech, kde se stroje točí, se zářivka nesmí používat anebo se musí používat vhodně zkonstruovaná zářivka s vysokofrekvenčním předradníkem, aby se předešlo úrazům. [17]

Výhody:

- Velká účinnost přeměny elektrické energie na světelnou až 80% oproti klasické žárovce
- Vysoký index podání barev **Ra** > 80
- Dlouhá doba životnosti - až 20 000 h
- Potlačení stroboskopického jevu
- Rychlý start (do 1s)
- Možnost stmívání s pokročilým předradným systémem
- Velmi malý obsah rtuti

Nevýhody:

- Závislost na okolní teplotě
- Vliv četnosti zapínání na životnost
- Po startu naběhnou pouze na 50% světelného toku [17]

**Použit typ: OSRAM DULUX SUPERSTAR MICRO TWIST**

- Příkon – 21 W
- Patice – E27
- Životnost – 10000 h
- Světelný tok – 1400 lm
- Barevná teplota – 2500 K (teplá bílá)
- Počet spínacích cyklů – 7000
- Index barev – 80
- Cena – 260 Kč

Obrázek 8 OSRAM DULUX SUPERSTAR MICRO TWIST [11]

**LED žárovky**

LED žárovky fungují na principu polovodičových destiček. Destičky mění elektrický proud na světlo. Dosahují velkých výkonů díky svým malým rozměrům. Prioritou LED je životnost až 100 000 hodin. Hlavní obvykle argumentovanou výhodou oproti žárovkám je znatelně nižší spotřeba elektrické energie. Vhodným měřítkem pro energetickou efektivnost je světelná účinnost (tedy jaký světelný tok vydává zdroj světla při příkonu 1 W). Například klasická 60 W žárovka vydává cca 12 lm/W; LED žárovka, která je alternativou této 60 W žárovky (např. od výrobců Philips, Osram, Megaman) vydává cca 84 lm/W. Z tohoto titulu lze tedy tvrdit, že světelná účinnost klasické žárovky představuje asi 14 % účinnosti LED žárovky.



Obrázek 9 vlevo LED žárovky, vpravo konstrukce LED žárovky [10]

Konstrukce LED žárovky je konstruována podobně jako úsporná zářivka. V těle LED žárovky musí být měnič AC/DC. Vyrábí se několik druhů LED žárovek a vybíráme podle svítivosti, příkonu, teploty (barvy) světla, patice, rozměru a napětí.

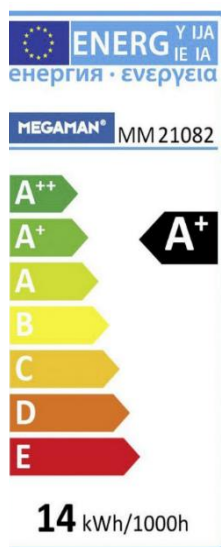
Výhody:

- Okamžitý start
- Veliká účinnost
- Vysoká spolehlivost
- Široké barevné spektrum, vhodné pro použití u displejů
- Vysoký index podání barev
- Extrémně dlouhá životnost
- Odolné k častému vypínání a zapínání
- Šetrná k životnímu prostředí

Nevýhody:

- Potřeba předřadníků nebo ovládací elektroniky
- Vysoká pořizovací cena
- Nízké jasy [10]

**Použit typ: LED žárovka MEGAMAN**



- Příkon – 14 W
- Patice – E27
- Životnost – 15000 h
- Světelný tok – 1521 lm
- Barevná teplota – 2800 K (teplá bílá)
- Počet spínacích cyklů – 1000000
- Index barev – 80
- Cena – 549 Kč

**Obrázek 10** LED žárovka MEGAMAN [11]

**Tab. 6** Porovnání klasických žárovek s úsporným osvětlením

	náhrada: kompaktní zářivka (KZ) za obyčejnou žárovku		náhrada: LED za obyčejnou žárovku	
	Žárovka	KZ	Žárovka	LED
Náklady na světelný zdroj (Kč)	15	180	15	450
<b>Doba života (h)</b>	<b>1000</b>	<b>10000</b>	<b>1000</b>	<b>25000</b>
Počet světelných zdrojů	10	1	25	1
<b>Příkon (W)</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>60</b>	<b>8</b>
Využití (hodin/rok)	1000	1000	1000	1000
<b>Spotřeba (kWh/rok)</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>60</b>	<b>8</b>
Náklady na energii (Kč/rok)	240	44	240	32
Náklady na světelné zdroje v průběhu života*	150	180	375	450
<b>Celkové náklady (Kč)*</b>	<b>2550</b>	<b>620</b>	<b>6375</b>	<b>1250</b>
<b>Úspory (Kč)*</b>	<b>1930</b>		<b>5125</b>	
Průměrné roční úspory (Kč/rok)	193		205	

**Pozn.:** \* V tabulce je počítáno s průměrnou cenou elektřiny dle ČSÚ, tedy 4 Kč / kWh a doba průměrného svícení za rok je 1000 hodin. [12]



## Lineární trubcové zářivky

Nejvíce rozšířené umělé zdroje světla jsou lineární zářivky. Zářivky jsou nejvíce využívány na místech, kde je kladen důraz na nejlepší využití elektrické energie, dlouhou životnost bez poklesu světelného toku a rovnoměrné osvětlení interiéru. Zářivky jsou rtuťové nízkotlaké výbojky. Rtuťový nízkotlaký výboj zažiháný předřadníkem, je zdrojem UV záření, které se ve vrstvě luminoforu, kterým je trubice zářivky pokryta, mění na bílé nebo denní světlo. Barvu můžeme ovlivnit pomocí luminoforu. [10]



### Výhody:

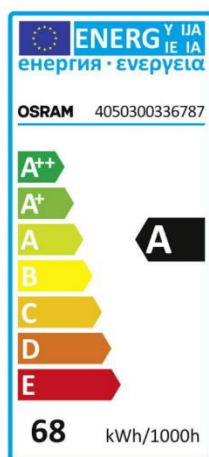
- Vysoká životnost (až 16 000 h.)
- Úspora energie až o 85 %
- Široký rozsah barev

### Nevýhody:

- Pomalejší náběh do plné svítivosti
- Větší rozměry
- Potřeba předřadných a startovacích obvodů

Obrázek 11 Lineární trubcová zářivka [10]

## Použit typ: Zářivka Osram 1500 mm



- Příkon – 58 W
- Patice – G13
- Životnost – 20000 h
- Světelný tok – 5200 lm
- Barevná teplota – 4000 K (teplá bílá)
- Index barev – 80
- Cena – 250 Kč

Obrázek 12 Zářivka Osram 1500 mm [11]

### 3.3.3 Rozmístění AC světelných zdrojů v domě

Tab. 7 Rozmístění světelných zdrojů v rodinném domě

Místnost	Kontaktní zářivka (ks.)	LED žárovka (ks.)	Lineární trubice (ks.)
Veranda	-	4	-
Pokoj 1.	1	2	-
Koupelna	-	3	-
Pokoj 2.	1	2	-
Schodiště	-	1	-
Chodba	4	-	-
Obývací pokoj	4	-	-
Kuchyň	-	4	-
Technická místnost	-	1	-
Garáž	-	-	4
Terasa	-	1	-
Chodba patro	2	-	-
Ložnice	1	2	-
Šatna ložnice	-	2	-
Koupelna patro	-	2	-
Šatna pokoj pro hosty	-	2	-
Pokoj pro hosty	1	2	-
<b>Celkem</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>4</b>

### 3.3.4 Světelné obvody pro DC rozvod

V domě se mohou použít stejné vypínače jako u AC rozvodu, protože jsou také dimenzovány na DC proud. Jističe na střídavý proud musí být zaměněny za jističe na stejnosměrný proud. V domě budou použity jističe na stejnosměrný proud 10 A s minimálním provozním napětím 12 V.

Do bytového rozváděče bude umístěn centrální usměrňovač, z kterého bude dále rozvedena elektroinstalace pro osvětlení s velikostí napětí 12 V. V domě je použito celkově 6 světelných okruhů. Součet všech proudů nepřesáhne 25 A, proto bude použit usměrňovač 12V/ 25A, typ Kumer IP1000DP, který se dá přidělat přímo do rozváděče na DIN lištu. Mezi usměrňovačem a jednotlivými okruhy osvětlení bude umístěn vždy zmiňovaný jistič.

### Příklad výpočtu průřezu pro světelný okruh 1:

$$P_c = U * I \Rightarrow I = \frac{P_c}{U} = \frac{91}{12} = 7,58 \text{ A} \quad (3.3.4-11)$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{12}{7,58} = 1,58 \Omega \quad (3.3.4-12)$$

$$R = \rho * \frac{l}{S} \Rightarrow S = \rho * \frac{l}{R} = 0,0178 * \frac{22}{1,58} = 0,25 \text{ mm}^2 \quad (3.3.4-13)$$

Pokud je v domě stávající elektroinstalace na střídavý proud a světelné okruhy jsou provedeny kabelem splňující větší průřez než 0,25 mm<sup>2</sup>, lze stávající elektroinstalace zachovat i pro stejnosměrný rozvod. Dojde tedy jen k záměně jednotlivých zdrojů světla a v domovním rozváděči k výměně jističů a k přidání usměrňovače.

Při provedení nové elektroinstalace raději naddimenzujeme průřez kabelu a bude použit průřez vodiče 0,5 mm<sup>2</sup>. Celkové cenové porovnání AC osvětlení a DC osvětlení je provedeno v následující tabulce.

### Porovnání střídavého a stejnosměrného osvětlení

Tab. 8 Porovnání AC a DC osvětlení

	střídavý	stejnosměrný
Celková cena zdrojů (Kč.)	13 482	14 310
Cena jističe (Kč.)	115	249
Průřezy vodičů (Kč/m)	13	8
Cena usměrňovače (Kč.)		18 755

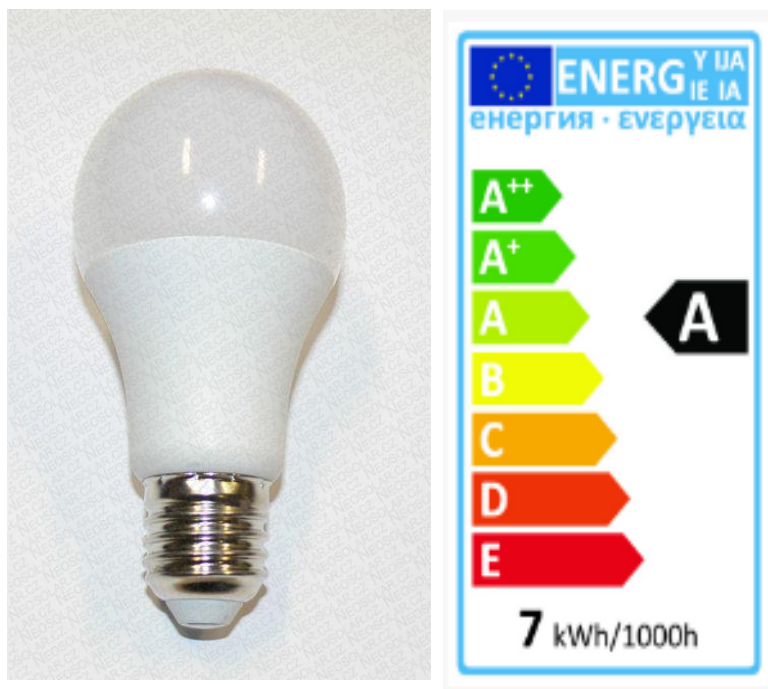
Z tabulky je patrné, že se stejnosměrná elektroinstalace osvětlení nevyplatí. Investor sice ušetří na průřezu kabelu, ale zároveň si dost připlatí za centrální usměrňovač, stejnosměrné jističe a za jednotlivé zdroje světla.

### 3.3.5 Druhy světel pro DC rozvody použity v rodinném domě

V domě jsou použity 2 druhy zdroje světla.

#### Led žárovka 12V-DC/7W

Nízkonapěťová LED žárovka pro napětí 12V-DC s výkonem 7W nahrazuje klasickou 60W žárovku, je osazena kvalitními LED diodami s vysokou svítivostí a krytem zajišťujícím příjemný rozptyl světla. LED žárovce nevaří nízké teploty ani časté vypínání a zapínání. Žárovka je přímo na stejnosměrný proud a tudíž nemusí mít na rozdíl od AC žárovky měnič. [10]



Napájení: 12V DC, 50-60 Hz

- Příkon – 7 W
- Patice – E27
- Světelný tok – 750 lm
- Barevná teplota – 3200 K (teplá bílá)
- Vyzařovací úhel: 240°
- Provozní teplota: -20°C → +40°C
- Životnost – 30000 h
- Cena – 290 Kč

Obrázek 13 LED žárovka 12V-DC [11]

#### LED pásek

LED pásek je ohebný plošný spoj osazený LED čipy a odpory. Nejvíce se setkáváme s LED pásky o šířce 8-12mm, které bývají osazeny čipy. Pásek je rozdělen na jednotlivé úseky o délce 2,5 cm až 25 cm. Jednotlivé segmenty jsou zapojeny do série. Každý segment je osazen komponenty, které jsou zapojeny paralelně v závislosti na napětí LED pásku. Napětí LED pásku se pohybuje od 5 V do 240 V.

V našem případě použijeme LED pásy pro napájecí napětí 12 V. Tyto LED pásy mají nejčastěji 3 LED diody na segmentu, je to z důvodu pracovního napětí jedné LED diody, které je kolem 3 V. Kvůli zmenšení napětí zapojujeme do obvodu SMD odpory. V praxi se nejčastěji setkáme s osazením LED čipy 3528, 5050 a 2835. LED pásek je napájen stejnosměrným proudem, proto jeho maximální možná délka LED pásku 2 až 5 metrů, v případě zapojení delšího LED pásku se začátek více zahřívá a konec LED pásku svítí slaběji. Pro zamezení tohoto jevu bychom museli pásek napájet z více bodů.

LED pásy se začínají čím dál tím více využívat, protože se dají po určitých částech stříhat a ohýbat, a proto se z nich dají vyrobit různá svítidla. Další výhodou je, že led pásek se vyrábí přesně na míru. K led páskům se prodávají ještě jednotlivé profily buďto nástěnný nebo vestavný a difuzory, které se vyrábějí v několika provedení barev a propustnosti světla. [10]

#### Použitý typ: LED pásek SB3-300



- Napájení – 12V DC
- Příkon – 12 W/m
- Počet LED – 60/m
- Životnost – 50 0000 h
- Světelný tok – 1300 lm/m
- Barevná teplota – 3000 K (teplá bílá)
- LED čip – 2835 SMD
- Šířka pásku – 10 mm
- Výška pásku – 2,4 mm
- Cena – 170 Kč/m

Obrázek 14 LED pásek SB3-300 [11]

### 3.3.6 Rozmístění DC světelných zdrojů v domě

V rodinném domě jsem volil rozmístění DC zdrojů světla tak, aby svítivost v jednotlivých místnostech přibližně odpovídala svítivosti při použití AC zdrojů světla. Po porovnání svítivosti jednotlivých zdrojů mi vyšlo, že LED žárovku na střídavé napětí nahradím jedním metrem LED pásku. Kontaktní zářivku nahradím LED žárovkou na stejnosměrný proud a Lineární trubici nahradím jedním a půl metrem LED pásku.

## 4 Elektromobilita

Běžnou součástí našeho života je elektřina. Přesto existuje část, kde je stále ještě velké místo pro její uplatnění jako ekologického a efektivního zdroje energie. Tímto sektorem je doprava.

Elektromobily se objevily na silnicích již na přelomu 19. a 20. století. Přesto na více než sto let převzal vládu spalovací motor, zejména díky levné ropě a limitovaným možnostem akumulátoru. Výrazné zvýšení kapacity baterií přinesl technologický rozvoj, kterému se také podařilo výrazně snížit hmotnost a prodloužit životnost baterií. Nové technologie také umožnily vyšší rychlost obnovení kapacity baterií a zdokonalení řízení dobíjení. Oproti motorům spalujícím fosilní paliva přináší elektromobilita výrazné snížení emisí škodlivin a skleníkových plynů, výrazné snížení hluku, zlepšení životního prostředí a zejména ve městech. V dnešní době mají elektromobily průměrný dojezd 180 až 230 km. [4,5]

### 4.1 Jedinečnost elektromobility

Elektromobil je ve skutečnosti jednodušší než klasický automobil se spalovacím motorem. Konstrukce elektromobilu je stavbou podobná klasickému spalovacímu automobilu. Místo běžné nádrže na naftu nebo na benzín je zde baterie a místo spalovacího motoru je elektromotor s potřebnou elektronikou. U elektromobilu téměř úplně chybí převodovka. Elektromotor má vyrovnaný točivý moment téměř od prvních otáček až po maximální otáčky, není potřeba vícestupňová převodovka a místo běžné řadicí páky je v elektromobilu pouze ovládací prvek na zvolení jízdy dopředu, dozadu nebo režim parkování. Elektromotor má pouze jednu rotující část a to je rotor, není zde potřeba žádná provozní kapalina (olej apod.), je téměř bezúdržbový. Téměř všechny elektromobily disponují tzv. rekuperací. Díky tomu se kinetická energie, např. při jízdě z kopce nebo brždění, zpětně ukládá přes elektromotor k dalšímu využití. Elektromobil díky tomu může prodloužit svůj dojezd.

Hlavním poznatkem při jízdě elektromobilem je, že není slyšet a jízda je plynulá bez jakéhokoliv cukání a vibrací motoru. Elektromobil se řídí velmi snadno a není potřeba nějaké speciální školení. [4,5]

## 4.2 Výhody elektromobility

Elektromobily mají ve srovnání s automobily s klasickými spalovacími motory několik významných výhod.

### **Žádné přímé emise**

Elektromobily neprodukují žádné přímé emise na rozdíl od klasických spalovacích motorů, které produkují CO<sub>2</sub>, Nox, prachových mikročástic a dalších, často velmi zdraví škodlivých látek.

### **Nižší hlučnost**

Zatímco klasické zážehové nebo vznětové motory jsou během svého provozu hlučné, elektromotory prakticky žádný zvuk nevydávají. Tuto výhodu hlavně ocení obyvatelé měst.

### **Nižší provozní náklady**

Náklady na „pohonné hmoty“ se u elektromobilů pohybují přibližně na úrovni jedné třetiny v porovnání s úspornými spalovacími motory. Klasické motory pracují v nejlepších případech s účinností v rozmezí 25 a 30 % tj. pouze jedna čtvrtina veškeré obsažené energie v palivu je využita k pohonu vozu.

### **Nižší náklady na údržbu**

Spalovací motor je komplikovaný mechanismus, který je složen z více než tisíce součástí, z nichž většina je mechanických. Elektromotor je oproti tomu mnohonásobně jednodušší zařízení.

### **Úspora za energii v domácnosti**

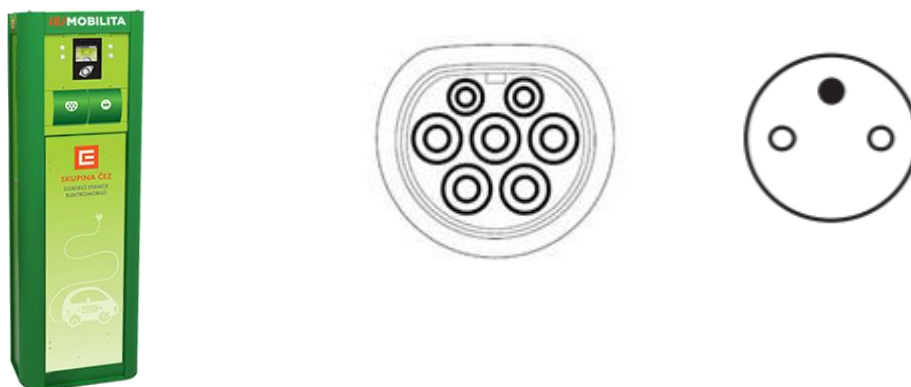
Skupina ČEZ pro majitele elektromobilů nabízí speciální distribuční sazbu a to produkt s nepřerušným nízkým tarifem po dobu 8 hodin denně, který lze použít pro všechny další spotřebiče. [4]

### 4.3 Druhy dobíjecích stanic v ČR

V České republice se nachází 3 druhy nabíjecích stanic. Dva druhy od společnosti ČEZ – běžné a rychlé dobíjení, ultrarychlé dobíjení. Supercharger od společnosti Tesla Motors.

#### 4.3.1 Běžné a rychlé dobíjení

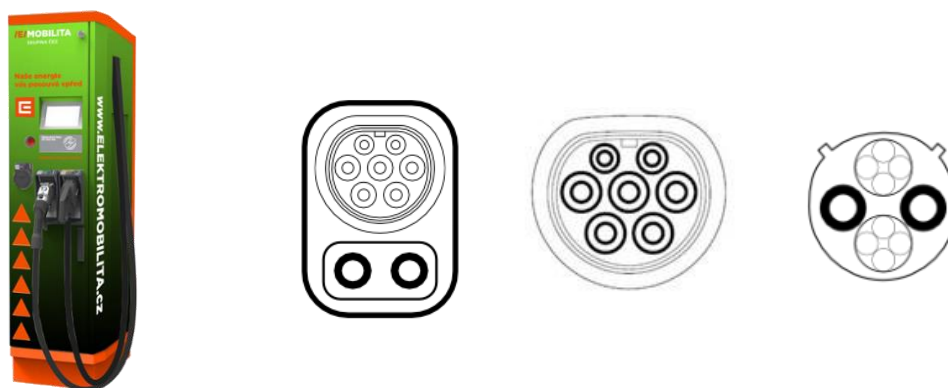
Jednotlivá stanice je osazena dvěma nezávislými zásuvkami. Třífázovou zásuvkou 400V, 32A typu Mennekes a standartní jednofázovou zásuvkou 230V, 16A. [4]



Obrázek 15 Běžná dobíjecí stanice se zásuvkou Mennekes a standartní zásuvkou [4]

#### 4.3.2 Ultrarychlé dobíjení

Jednotlivá stanice je vybavena DC konektory typu CHAdeMO a Combo, které umožňují mnohem rychlejší nabíjení o výkonu až do 50 kW a dobití kapacity akumulátoru v rozmezí 20 až 30 minut. Dále je také k dispozici AC nabíjení se standartní zásuvkou 400V, 32A typu Mennekes, který umožňuje nabíjení s výkonem až do 22 kW a proces nabíjení trvá 1 až 3 hodiny. [4]



Obrázek 16 Ultrarychlá dobíjecí stanice s konektory Combo, Mennekes a CHAdeMO [4]



### 4.3.3 Supercharger

Supercharger neboli „superdobíječka“ je dobíjecí stanice pouze pro elektromobily od společnosti Tesla Motors. V současné době se jedná o nejrychlejší dobíjecí stanici ze všech na trhu dostupných. Stanice má výkon 90 kW a může se dostat až do hodnot 120 kW na rozdíl od zbylých nabíjecích stanic, které pracují s výkony od 3 kW do 22 kW a ultrarychlé 50 kW. Proti nim je Supercharger od Tesla Motors více než 2x výkonnější, protože kapacita elektrobaterií elektromobilů Tesla je 2x až 4x větší než u ostatních aut. [6]



**Obrázek 17** Supercharger s konektorem T2 Mennekes [6]

## 4.4 Dopad elektromobility na domácnost

### 4.4.1 Použitý druh automobilu

K výpočtu dopadu elektromobility na rodinný dům byli vybrány dva nejprodávanější druhy elektromobilu v České republice.

#### **BMW i3 (60 Ah)**

- Spotřeba – 12,9 (kWh/100 km)
- Energetická třída – A+
- Výkon – 125 (kW)
- Točivý moment – 250 (Nm)
- Kapacita lithium-iontového akumulátoru – 33 (kWh)
- Ultrarychlé dobíjení: DC; 125 A; 50 kW – 40 min.
- Rychlé dobíjení: AC; 32 A; 400 V – 3 hod.
- Nabíjení z domácí zásuvky: AC; 16A; 230 V – 9,5 hod.
- Dojezd – 300 km
- Dobíjecí konektor – Mennekes s maximálním výkonem až 22 kW (3f. 400 V, 32 A)

#### **Kia Soul EV**

- Spotřeba – 14,7 (kWh/100 km)
- Energetická třída – A+
- Výkon – 81,4 (kW)
- Točivý moment – 285 (Nm)
- Kapacita lithium-iontového akumulátoru – 27 (kWh)
- Ultrarychlé dobíjení: DC; 125 A; 50 kW (80 %) – 30 min.
- Rychlé dobíjení: AC; 32 A; 230 V – 4,5 hod.
- Nabíjení z domácí zásuvky: AC; 16A; 230 V – 12 hod
- Dojezd – 212 km
- Dobíjecí konektor – Yazaki s maximálním až výkonem 7,4 kW (1f. 230 V, 32A)

Dojezd vozů závisí na mnoha faktorech, zejména na osobním přístupu řidiče, zvolené trase, počasí, využití klimatizace/vyhřívání a využívání nezávislého topení. [7,8]

#### 4.4.2 Návrh dobíjecí stanice pro rodinný dům

Nejrychlejší, nejpohodlnější a nejbezpečnější způsob dobíjení vlastního elektromobilu je z vlastní domácí dobíjecí stanice. Nabíjet můžeme až 10x rychlejší rychlostí (v závislosti na modelu auta) s použitím nabíjecí stanicí, než při dobíjení z běžné domácí zásuvky.

Při návrhu dobíjecí stanice je důležité dodržet určité podmínky. Nabíjecí stanice musí být připojena prostřednictvím samostatného kabelu – k jističi, ke kterému je připojena dobíjecí stanice, nesmí být připojeny žádné další spotřebiče. Kabel musí být dostatečně dimenzován podle příkonu dobíjení. Použití správného jističe, výrobci dobíjecích stanic doporučují použití jističů s vypínací charakteristikou C.

Dobíjecí stanice budou umístěny v garáži a každá dobíjecí stanice bude zvlášť jištěna v bytovém rozváděči.

##### 4.4.2.1 Dobíjecí stanice pro elektromobil BMW i3

Pro elektromobil BMW i3 byla vybrána dobíjecí stanice Circontrol CCL-WBMC s výstupní konektorem Mennekes.



- AC napájení: 3P+N+PE
- Vstupní napětí: 400 V AC +/- 10 %
- Jmenovitý vstupní proud: 32 A
- Jmenovitý příkon: 22 kW
- Napájecí kapacita: 22 kVA
- Maximální výstupní výkon: 22 kW
- Maximální výstupní proud: 32 A
- Výstupní napětí: 400 V AC +/- 10%

Obrázek 18 Dobíjecí stanice Circontrol CCL-WBMC [4]

Dobíjecí stanice bude napájena přívodním kabelem CYKY 5Jx6 mm<sup>2</sup>, který byl vybrán z tabulky proudové zatížitelnosti kabelů podle normy ČSN 33 2000-5-523, která je uvedena v příloze 2. Průřez byl zvolen raději o řád vyšší. Kabel bude jištěn třífázovým jističem 32 A s charakteristikou C.

#### 4.4.2.2 Dobíjecí stanice pro elektromobil Kia Soul EV

Pro tento typ elektromobilu byla vybrána dobíjecí stanice Circontrol CCL–eHome T1C32 s výstupním konektorem Yazaki.



- AC napájení: 1P+N+PE
- Vstupní napětí: 230 V AC +/- 10 %
- Jmenovitý vstupní proud: 32 A
- Jmenovitý příkon: 7,2 kW
- Napájecí kapacita: 7,2 kVA
- Maximální výstupní výkon: 7,2 kW
- Maximální výstupní proud: 32 A
- Výstupní napětí: 230 V AC +/- 10%

Obrázek 19 Dobíjecí stanice Circontrol CCL-eHome T1C32 [4]

Dobíjecí stanice bude napájena přívodním kabelem CYKY 3Jx6 mm<sup>2</sup>, který byl vybrán z tabulky proudové zatížitelnosti kabelů podle normy ČSN 33 2000-5-523, která je uvedena v příloze 2. Průřez byl zvolen raději o řád vyšší. Kabel bude jističen třífázovým jističem 32 A s charakteristikou C.

#### 4.4.2.3 Výpočet přípojky

Kromě návrhu dobíjecích stanic je nutný i návrh nové přípojky. Nejprve musí být navrhnout nový koeficient soudobosti. Dále bude určen nový instalovaný příkon, který se poté vynásobí novým koeficientem soudobosti. Podle celkového soudobého příkonu volíme hodnotu pojistek v hlavní pojistkové skříni, velikost hlavního třífázového jističe a dále vhodný kabel pro přívod do domovního rozváděče.

### Koeficient soudobosti

K určení nového koeficientu soudobosti se použije Ruskův vzorec.

$$\beta_n = \beta_\infty + (1 - \beta_\infty) * \frac{1}{\sqrt{n}} = 0,2 + (1 - 0,2) * \frac{1}{\sqrt{4}} = 0,6 \quad (4.4.2.3-14)$$

n – počet bytů ve skupině (rodinný dům je dvougenerační + každá dobíjecí stanice je brána jako další byt)

$\beta_n$  – soudobost pro uvažovaný počet bytů ve skupině

$\beta_\infty$  – soudobost pro nekonečný počet bytů se volí 0,15 – 0,2 [19]

Správné určení koeficientu soudobosti lze zkontrolovat podle tabulky z normy ČSN 33 2130 ed.2

**Tab. 9** Hodnoty soudobosti pro skupiny bytů

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

### Celkový soudobý příkon:

K instalovanému příkonu domu musí být přičten celkový instalovaný příkon dobíjecích stanic. Instalovaný příkon domu je vypočten v kapitole 2.4.

$$P_c = \sum P_i * \beta = (24925 + 22000 + 7200) * 0,6 = 32,475 \text{ kW} \quad (4.4.2.3-15)$$

## Hlavní jistič

Velikost hlavního jističe určíme ze vztahu:

$$I_{VYP} = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos\varphi} = \frac{32475}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,95} = 49,34 \text{ A} \quad (4.4.2.3-16)$$

Volíme jistič nejbližze vyšší, v našem případě bude velikost hlavního třífázového jističe 50 A s charakteristikou B.

U elektroinstalace musíme dodržet selektivitu ochran. Kontrola selektivity byla provedena v programu SICHR a do hlavní pojistkové skříně byly umístěny pojistky o proudovou třídu vyšší tzn. PHNA000gG 63A, přívod od hlavní pojistkové skříně je proveden kabelem CYKY 4Jx16mm<sup>2</sup> a přívod od elektroměrového rozváděče do domovního rozváděče je proveden kabelem CYKY 5Jx16 mm<sup>2</sup>. Do domovního rozváděče instalujeme hlavní vypínač o proudovou třídu nižší, než je velikost hlavního jističe v elektroměru tzn. 40A/3P.

Výkres s návrhem přípojky je uveden v přílohách.

**Tab. 10** Porovnání domu bez elektromobility a s elektromobilitou

	BEZ ELEKTROMOBILITY	S ELEKTROMOBILITOU
Celkový soudobý příkon [kW]	19,192	32,475
Pojistky v HDS [A]	40	63
Přívod od HDS do ER [mm <sup>2</sup> ]	10	16
Hlavní 3f. jistič [A]	32	50
Přívod k bytovému rozdávěči [mm <sup>2</sup> ]	10	16

Z tabulky je patrné, že elektromobilita má velký dopad na domácnost, hlavně na velikosti přípojky, což je spjaté s celkovým soudobým příkonem.

## Závěr

Na základě prvního bodu zadání bakalářské práce jsem jako první uvedl jaký je význam, účel, rozdělení a značení elektrotechnických norem. Podle těchto faktorů dokážeme přesně určit o jakou normu se jedná a co nám udává. Dále jsem uvedl základní požadavky na elektrická zařízení, ustanovení, jednotlivá rozdělení a pojmy elektrických zařízení. Závěrem tohoto bodu jsem uvedl technické normy spjaté s projektováním elektrických rozvodů v rodinném domě. Technické normy ve výstavbě se musí dodržovat a je velmi dobré jim rozumět i jejím platností a závazností. Jestliže bude projektant dodržovat normy, neponese žádnou zodpovědnost v případě, že dojde k havárii nebo úrazu či k jiné mimořádné události na elektrickém zařízení.

Podle následujícího druhého bodu zadání jsem uvedl spotřebu elektrické energie v domácnostech a energetickou náročnost osvětlení budov. Spotřeba elektrické energie stále narůstá. Příčinou je používání starší neefektivních spotřebičů, které mají mnohem větší spotřebu energie než novější. Další příčinou je navýšení elektrických spotřebičů v domácnostech. V dnešní době každý staví velké rodinné domy a má 3 až 4 televize, chladničku s mrazákem a přibývají sušičky a klimatizace. V posledních letech došlo k poklesu spotřeby energie za vytápění, což je zapříčiněno zateplením domů a přechodu na levnější zdroj vytápění (tepelná čerpadla). Velkou roli v energetických úsporách za osvětlení hrají faktory jako barva interiéru, velikost oken, orientace budov ke světovým stranám a další. Pro výpočet energetické bilance jsem převzal rodinný dům Panama z předmětu KEE/PIR od společnosti GSERVIS. Dům jsem podrobně popsal a vypracoval návrh projektové dokumentace silnoproudé elektroinstalace pro obě podlaží. Výkresy jsou součástí přílohy. Při výpočtu energetické bilance AC osvětlení jsem si nejprve sečetl celkový instalovaný příkon, který jsem následně vynásobil součinitelem soudobosti. Soudobý příkon jsem dosadil do vzorce pro výpočet proudu. Podle technických norem jsem zvolil velikost hlavního jističe a pomocí programu Sichr navrhl přípojku rodinného domu. Výpočet jsem provedl pro dvě možnosti použití svítidel. Nejprve pro LED žárovky a Kontaktní zářivky a poté jen pro použití Kontaktních zářivek. Stejným způsobem jsem spočítal energetickou bilanci DC osvětlení s použitím LED žárovek a LED pásků. Při porovnání AC a DC svítidel investor neušetří za cenu hlavního jističe, ale ušetří na spotřebě elektrické energie a to až o 796 W.

Ve třetím bodě jsem zmínil použité střídavé a stejnosměrné světelné zdroje a popsal jejich principy vytváření světla a uvedl jejich jednotlivé rozmístění v domě. Provedl jsem návrh stejnosměrného osvětlení. K návrh jsem použil jako stejnosměrné zdroje světla LED žárovky a LED pásy. Při výběru jednotlivých stejnosměrných zdrojů světla jsem volil shodné vlastnosti, jako mají střídavé zdroje světla. Následně jsem provedl výpočet průřezu vodiče pro napětí 12 V. V domě se použijí stejné vypínače jako u AC rozvodů, protože jsou také dimenzovány na DC proud. Jističe na střídavý proud musí být zaměněny za jističe stejnosměrné. Do bytového rozvaděče bude umístěn centrální usměrňovač, z kterého bude dále rozvedena elektroinstalace pro osvětlení s velikostí 12 V. Stejnou elektroinstalaci lze použít i na stávajících střídavých obvodech. Vodiče jsou dostatečně naddimenzovány a splňují požadavek na průřez vodiče pro napětí 12 V. Dojde pouze k záměně zdrojů světla a v domovním rozvaděči k výměně jističů a k přidání usměrňovače. Po následném porovnání AC a DC elektroinstalace osvětlení jsem zjistil, že stejnosměrná elektroinstalace se nevyplatí. Investor ušetří na průřezu kabelu, ale zároveň si dost připlatí za centrální usměrňovač, stejnosměrné jističe a za jednotlivé zdroje světla.

V posledním čtvrtém bodě jsem nejprve uvedl co to elektromobilita je, její hlavní výhody a možné druhy dobíjení po ČR. Dále jsem provedl návrh dvou dobíjecích stanic elektromobilu a analyzoval dopad elektromobility na domácnost. K výpočtu dopadu elektromobility na rodinný dům jsem vybral dva nejprodávanější druhy elektromobilu v České republice BMW i3 a Kia Soul EV. Elektromobily můžeme dobíjet z běžné zásuvky na 230 V, ale to je velmi zdlouhavé. Díky dobíjecí stanici můžeme dobíjet až 10x rychlejší rychlostí. Pro oba dva vozy jsem vybral dobíjecí stanici a dle normy vybral správný typ jističe a přívodního kabelu. Kromě návrhu dobíjecích stanic je nutný i návrh nové přípojky, protože nám značně narostl instalovaný příkon. Nejprve jsem určil nový koeficient soudobosti, který jsem spočetl pomocí Ruskova vzorce. Při výpočtu jsem uvažoval, že každá dobíjecí stanice je brána jako jeden dům, protože příkon domu a dobíjecí stanice je téměř stejný. Nový koeficient soudobosti jsem vynásobil celkovým instalovaným příkonem s navýšením o dvě dobíjecí stanice. Výsledný soudobý výkon jsem dosadil do vzorce pro výpočet proudu. Podle technických norem jsem zvolil velikost hlavního jističe a pomocí programu Sichr navrhl přípojku rodinného domu. Velikost hlavního jističe a pojistek v hlavní pojistkové skříni bude navýšena o dvě řady výše než stávající a průřez přívodního kabelu k bytovému rozvaděči se o řadu zvýší. Dopad elektromobility na domácnost je velký z hlediska nové přípojky. Investor bude muset zaplatit za navýšení jističe, což je 500 Kč za



každou Ampéru a v neposlední řadě bude platit větší měsíční poplatek za rezervovaný příkon, který bude navýšen o 100 Kč. Rezervovaný příkon se platí za služby distribuční soustavy, která nám hlídá dokonalou dodávku energie a když nespotřebujeme veškerý rezervovaný příkon, tak aby přebytky nepřetížili celou síť.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] DVOŘÁČEK, Karel; CSIRIK, Vincent. Projektování elektrických zařízení. Vydání první. Praha : IN-EL, spol. S.r.o., 1990. 80 s. ISBN 80-86230-10-4.
- [2] VÁCLAV, Voves. Elektrotechnické normy a předpisy. 3. vydání. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2009. 78 s. ISBN 55-096-09
- [3] VAVŘÍNEK, PETR; Elektrotechnické předpisy a normy - 2011. Dostupné z: [http://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/3mb/el\\_pred\\_a\\_nor.pdf](http://www.sse-najizdarne.cz/dokumenty/3mb/el_pred_a_nor.pdf)
- [4] *Elektromobilita: ČEZ* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: <http://www.elektromobilita.cz>
- [5] *Nabíjecí stanice: SMARTEV* [online]. [cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://www.smartev.cz>
- [6] *Charging: TESLA* [online]. [cit. 2017-05-26]. Dostupné z: <http://www.tesla.com>
- [7] *Nový druh radosti z jízdy: BMW i3* [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.bmw.cz/cs/all-models/bmw-i/i3/2016/prehled.html>
- [8] *KIA SOUL EV: KIA* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.kia.com/cz/modely/soul-ps-ev/>
- [9] *Co je AutoCAD: CADSTUDIO* [online]. [cit. 2017-05-21]. Dostupné z: <http://www.cadstudio.cz/autocad>
- [10] *Úspora pro Váš dům: Elektrina* [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://uspora.probytadum.cz>
- [11] *Zdroje světla: VELKOOBCHOD A ESHOP* [online]. [cit. 2017-04-20]. Dostupné z: <http://www.energizershop.cz>
- [12] *Porovnání zdrojů: Druhy zdrojů světla* [online]. [cit. 2017-03-14]. Dostupné z: <http://www.premiumlight.eu>
- [13] *Spotřeba energie v domácnostech: Spotřeba* [online]. [cit. 2017-02-10]. Dostupné z: <http://www.energyweb.cz>
- [14] ČSN EN 15232. Energetická náročnost budov - Vliv automatizace, řízení a správy budovy. Praha : Český normalizační institut, 2008. 88 s.
- [15] *Výpočtový program Sichr: OEZ* [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.oez.cz/sluzby/vypoctovy-program-sichr>
- [16] *Panama: Projekty rodinných domů* [online]. [cit. 2017-02-26]. Dostupné z: <http://www.gservis.cz/projekty-rodinnych-domu/panama.html>

- [17] Choleva, Ondřej. Návrh energeticky úsporného osvětlení rodinného domu. Plzeň 2014. Dostupné z: [https://portal.zcu.cz/StagPortletsJSR168/PagesDispatcherServlet?pp\\_destElement=%23ssSouboryStudentuDivId\\_9539&pp\\_locale=cs&pp\\_reqType=render&pp\\_portlet=souboryStudentuPagesPortlet&pp\\_page=souboryStudentuDownloadPage&pp\\_nameSpace=G520171&soubidno=24359](https://portal.zcu.cz/StagPortletsJSR168/PagesDispatcherServlet?pp_destElement=%23ssSouboryStudentuDivId_9539&pp_locale=cs&pp_reqType=render&pp_portlet=souboryStudentuPagesPortlet&pp_page=souboryStudentuDownloadPage&pp_nameSpace=G520171&soubidno=24359). Diplomová práce. ZČU.
- [18] ČSN 33 0010 – Elektrotechnické předpisy, Elektrická zařízení, Rozdělení a pojmy.
- [19] ČSN 33 2130 ed. 2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody.
- [20] Martínek, Zbyněk. Přednášky a cvičení z předmětu KEE/PIR
- [21] DVOŘÁČEK, KAREL. Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě. Čtvrté – doplněné vydání. Praha: IN-EL, spol. s.r.o., 2004. 188 s. ISBN 80-86230-36-8.

## **Seznam příloh**

Příloha 1 – Seznam základních technických norem, které souvisejí s projektováním elektrických rozvodů a jejich stručný obsah.

Příloha 2 – Tabulka proudové zatížitelnosti kabelů ČSN 33 2000-5-523

Výkres č. 1 – Přívod

Výkres č. 2 – Elektroinstalace rozvodů přízemí

Výkres č. 3 – Elektroinstalace rozvodů patro

## Příloha 1

Seznam základních technických norem souvisejícím s projektováním elektrických rozvodů a jejich stručný obsah.

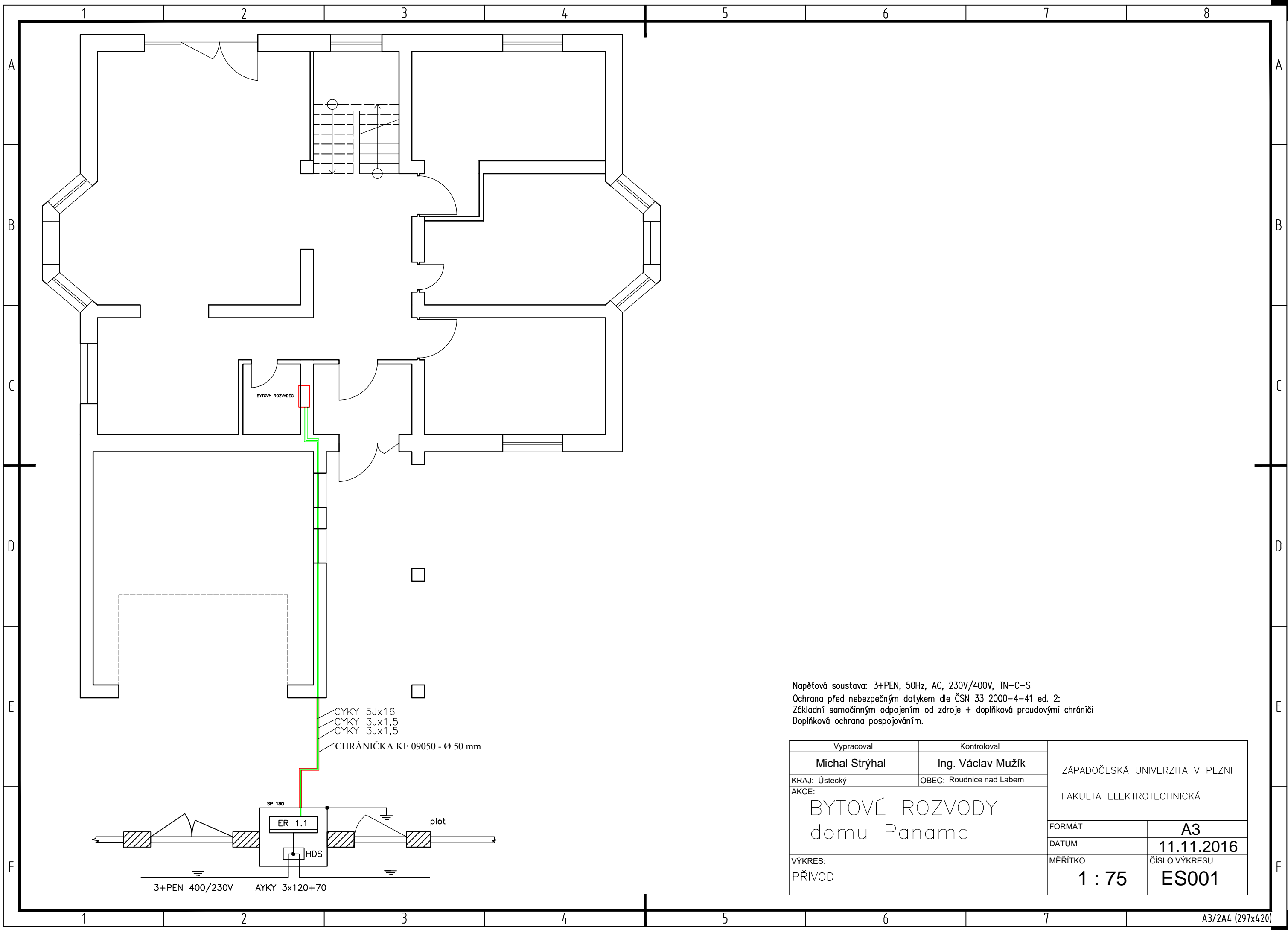
- ČSN EN 61082-1 ed. 2 Zhotovování dokumentů používaných v elektrotechnice - Část 1: Pravidla.
- ČSN ISO 14617 Grafické značky pro schémata.
- ČSN EN 60721-3-3 Klasifikace podmínek prostředí - Část 3: Klasifikace skupin parametrů prostředí a jejich stupňů přísnosti - Oddíl 3: Stacionární použití na místech chráněných proti povětrnostním vlivům.
- ČSN EN 60721-3-4 Klasifikace podmínek prostředí - Část 3: Klasifikace skupin parametrů prostředí a jejich stupňů přísnosti - Oddíl 4: Stacionární použití na místech nechráněných proti povětrnostním vlivům.
- ČSN ISO 3864 Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky.
- ČSN 33 0010 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Rozdělení a pojmy.
- ČSN EN 60439-1 ed.2, 2 ed.2, 3, 4 ed.2, 5 ed.2 Rozvaděče nn.
- ČSN EN 60445 ed. 3 Základní bezpečnostní principy pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci - Označování svorek zařízení a konců vodičů.
- ČSN EN 60446 ed. 2 Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikaci - Označování vodičů barvami nebo písmeny a číslicemi.
- ČSN 33 0165 Elektrotechnické předpisy. Značení vodičů barvami nebo číslicemi. Prováděcí ustanovení.
- ČSN 33 0166 ed. 2 Označování žil kabelů a ohebných šňůr.
- ČSN EN 60529 Stupně ochrany krytem (krytí - IP kód).
- ČSN 33 1310 ed. 2 Bezpečnostní požadavky na elektrické instalace a spotřebiče určené k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace.
- ČSN 33 2000-1 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice.
- ČSN EN 61140 ed. 2 Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení.
- ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem.

- ČSN 33 2000-4-43 Elektrické instalace budov - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 43: Ochrana proti nadproudům.
- ČSN 33 2000-4-473 Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 4: Bezpečnost. Kapitola 47: Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti. Oddíl 473: Opatření k ochraně proti nadproudům.
- ČSN 33 2000-5-51 ed. 2 Elektrické instalace budov - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy.
- ČSN 33 2000-5-523 ed. 2 Elektrické instalace budov - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Oddíl 523: Dovolené proudy v elektrických rozvodech.
- ČSN 33 2000-5-54 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění, ochranné vodiče a vodiče ochranného pospojování.
- ČSN 33 2000-6 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 6: Revize.
- ČSN 33 2000-7-701 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou.
- ČSN 33 2130 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody.
- ČSN 33 2180 Připojování elektrických přístrojů a spotřebičů.
- ČSN EN 60204-1 ed. 2 Bezpečnost strojních zařízení - Elektrická zařízení strojů - Část 1: Všeobecné požadavky.
- ČSN 33 3015 Elektrické stanice a elektrická zařízení. Zásady dimenzování podle elektrodynamické a tepelné odolnosti při zkratech.
- ČSN 33 3320 Elektrotechnické předpisy. Elektrické přípojky.
- ČSN EN 50164-1, 2 Součásti ochrany před bleskem.
- ČSN EN 62305-1, 2, 3, 4 Ochrana před bleskem.
- ČSN 33 2000-4-443 ed.2 Elektrické instalace budov - Část 4-44: Bezpečnost - Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením - Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím.
- ČSN 34 2300 Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacích vedení.
- ČSN 34 1610 Elektrotechnické předpisy ČSN. Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách.
- ČSN EN 12665 Světlo a osvětlení - Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení.
- ČSN 36 0011-1, 2, 3 Měření osvětlení vnitřních prostorů.
- ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení.

## Příloha 2

Tabulka proudové zatížitelnosti kabelů ČSN 33 2000-5-523

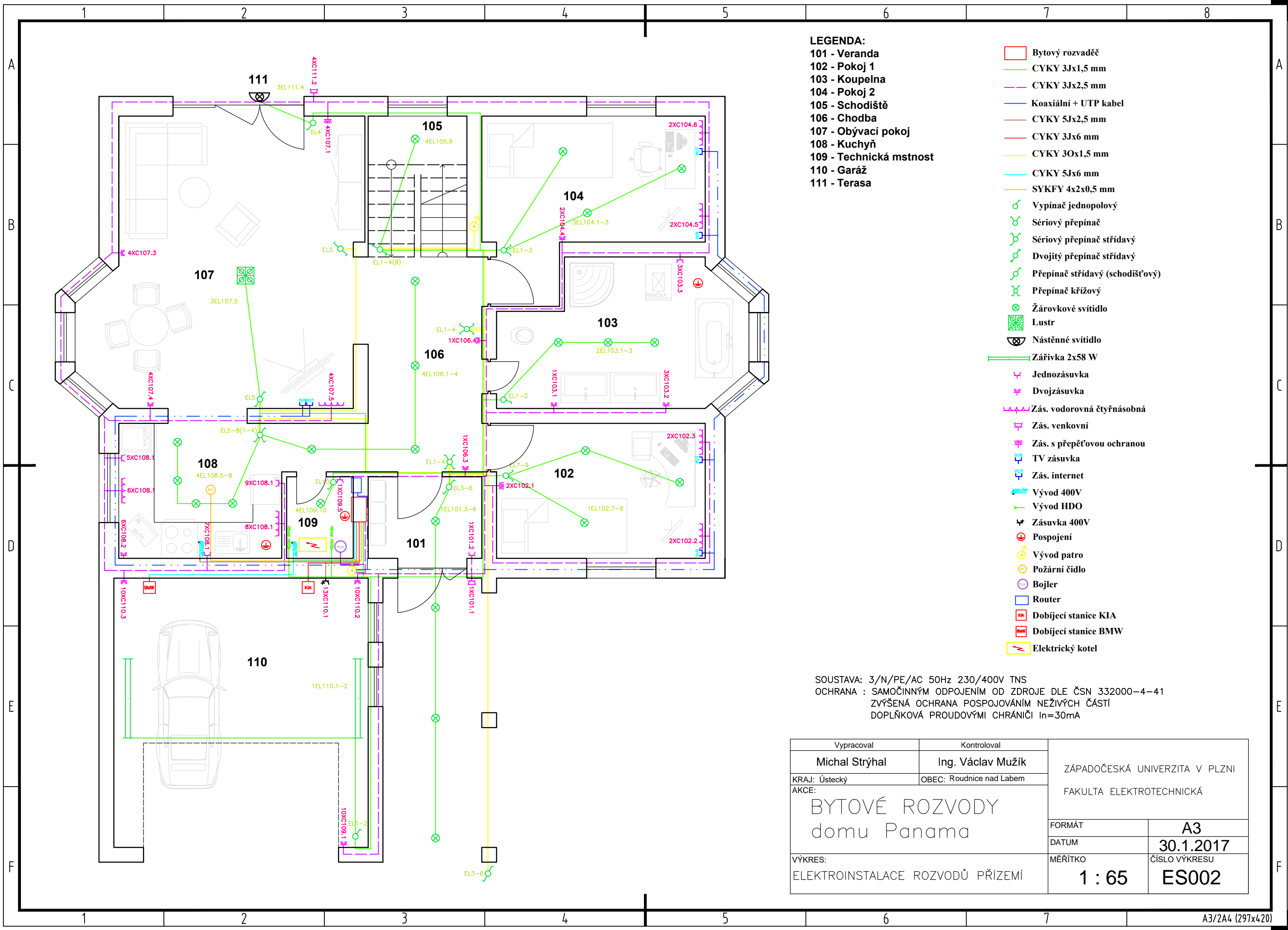
<b>Proudová zatížitelnost kabelů</b>								
ČSN 33 2000-5-523								
<b>Cu vodiče</b>								
Průřez	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25
Max. proud	16	20	27	35	46	65	86	115
<b>Al vodiče</b>								
Průřez	2,5	4	6	10	16	25		
Max. proud	21	28	37	46	64	97		



Napěťová soustava: 3+PEN, 50Hz, AC, 230V/400V, TN-C-S  
 Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2:  
 Základní samočinným odpojením od zdroje + doplňková proudovými chrániči  
 Doplňková ochrana pospojováním.

Vypracoval	Kontroloval	ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ	
Michal Strýhal	Ing. Václav Mužík		
KRAJ: Ústecký	OBEC: Roudnice nad Labem		
AKCE:		BYTOVÉ ROZVODY domu Panama	
VÝKRES: PŘÍVOD		FORMÁT	A3
		DATUM	11.11.2016
		MĚŘÍTKO	ČÍSLO VÝKRESU
		1 : 75	ES001





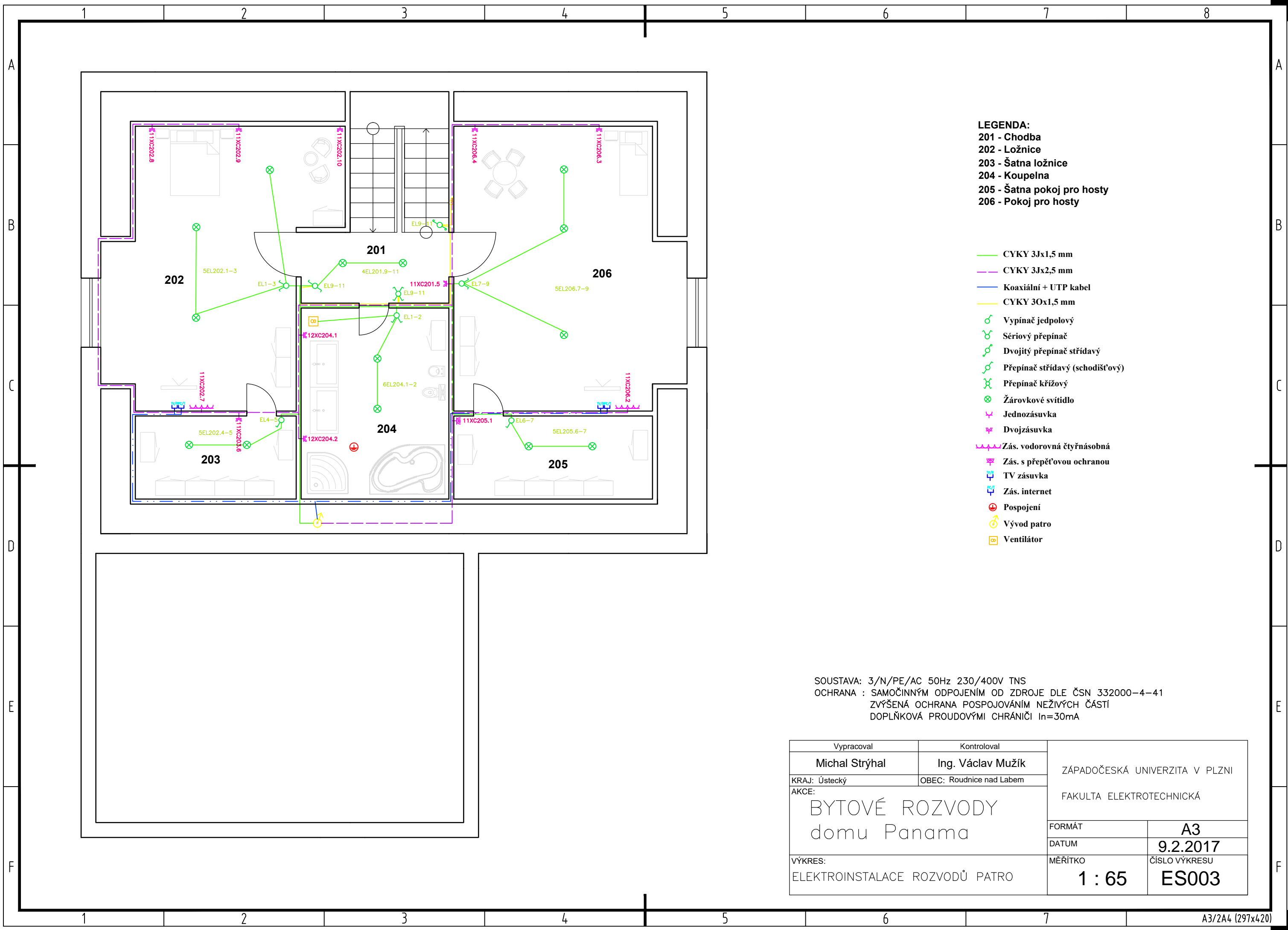
**LEGENDA:**

- 101 - Veranda
- 102 - Pokoj 1
- 103 - Koupelna
- 104 - Pokoj 2
- 105 - Schodiště
- 106 - Chodba
- 107 - Obývací pokoj
- 108 - Kuchyň
- 109 - Technická mstnost
- 110 - Garáž
- 111 - Terasa

- Bytový rozvaděč
- CYKY 3Jx1,5 mm
- CYKY 3Jx2,5 mm
- Koaxiální + UTP kabel
- CYKY 5Jx2,5 mm
- CYKY 3Jx6 mm
- CYKY 30x1,5 mm
- CYKY 5Jx6 mm
- SYKFY 4x2x0,5 mm
- ⊗ Vypínač jednapolový
- ⊗ Sériový přepínač
- ⊗ Sériový přepínač střídavý
- ⊗ Dvojitý přepínač střídavý
- ⊗ Přepínač střídavý (schodišťový)
- ⊗ Přepínač křížový
- ⊗ Žárovkové svítidlo
- ⊗ Lustr
- ⊗ Nástěnné svítidlo
- Zářivka 2x58 W
- ⚡ Jednázásvka
- ⚡ Dvojjzásvka
- ⚡ Zás. vodorovná čtyřnásobná
- ⚡ Zás. venkovní
- ⚡ Zás. s přepětovou ochranou
- ⚡ TV zásuvka
- ⚡ Zás. internet
- ⚡ Vývod 400V
- ⚡ Vývod HDO
- ⚡ Zásuvka 400V
- ⊕ Pospojení
- ⊕ Vývod patro
- ⊕ Požární čidlo
- ⊕ Bojler
- ⊕ Router
- ⊕ Dobíjecí stanice KIA
- ⊕ Dobíjecí stanice BMW
- ⊕ Elektrický kotel

SOUSTAVA: 3/N/PE/AC 50Hz 230/400V TNS  
 OCHRANA : SAMOČINNÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE DLE ČSN 332000-4-41  
 ZVÝŠENÁ OCHRANA POSPOJOVÁNÍM NEŽIVÝCH ČÁSTÍ  
 DOPLŇKOVÁ PROUDOVÝMI CHRÁNIČI In=30mA

Vypracoval	Kontroloval	ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ	
Michal Strýhal	Ing. Václav Mužík		
KRAJ: Ústecký	OBEC: Roudnice nad Labem		
AKCE: <b>BYTOVÉ ROZVODY</b> domu Panama		FORMÁT	A3
		DATUM	30.1.2017
VÝKRES: ELEKTROINSTALACE ROZVODŮ PŘÍZEMÍ		MĚŘÍTKO	ČÍSLO VÝKRESU 1 : 65 ES002



- LEGENDA:**
- 201 - Chodba
  - 202 - Ložnice
  - 203 - Šatna ložnice
  - 204 - Koupelna
  - 205 - Šatna pokoj pro hosty
  - 206 - Pokoj pro hosty
- CYKY 3Jx1,5 mm
  - CYKY 3Jx2,5 mm
  - Koaxiální + UTP kabel
  - CYKY 30x1,5 mm
  - ⊗ Vypínač jedpolový
  - ⊗ Sériový přepínač
  - ⊗ Dvojitý přepínač střídavý
  - ⊗ Přepínač střídavý (schodišťový)
  - ⊗ Přepínač křížový
  - ⊗ Žárovkové svítidlo
  - ⊗ Jednozásuvka
  - ⊗ Dvojasuvka
  - ⊗ Zás. vodorovná čtyřnásobná
  - ⊗ Zás. s přepět'ovou ochranou
  - ⊗ TV zásuvka
  - ⊗ Zás. internet
  - ⊗ Pospojení
  - ⊗ Vývod patro
  - ⊗ Ventilátor

SOUSTAVA: 3/N/PE/AC 50Hz 230/400V TNS  
 OCHRANA : SAMOČINNÝM ODPOJENÍM OD ZDROJE DLE ČSN 332000-4-41  
 ZVÝŠENÁ OCHRANA POSPOJOVÁNÍM NEŽIVÝCH ČÁSTÍ  
 DOPLŇKOVÁ PROUDOVÝMI CHRÁNIČI In=30mA

Vypracoval	Kontroloval	ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ	
Michal Strýhal	Ing. Václav Mužík		
KRAJ: Ústecký	OBEC: Roudnice nad Labem		
AKCE: BYTOVÉ ROZVODY domu Panama		FORMÁT	A3
		DATUM	9.2.2017
VÝKRES: ELEKTROINSTALACE ROZVODŮ PATRO		MĚŘÍTKO	ČÍSLO VÝKRESU ES003
		1 : 65	