

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY**

**FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING**

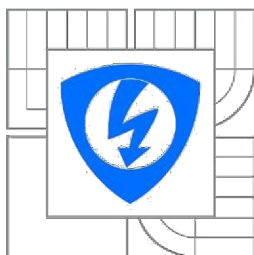
**SROVNÁNÍ PROJEKTOVÁNÍ KLASICKÉ A
INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE
RODINNÉHO DOMU**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELORS THESIS**

**AUTOR PRÁCE
AUTHOR**

MAREK VALO

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Marek Valo

ID: 158642

Ročník: 3

Akademický rok: 2014/2015

NÁZEV TÉMATU:

**Srovnání projektování klasické a inteligentní elektroinstalace
rodinného domu**

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Projekt klasické elektroinstalace silových a slaboproudých rozvodů pro rodinný dům.
2. Projekt inteligentní elektroinstalace pro rodinný dům.
3. Srovnání projektování, projektové dokumentace a ekonomické kalkulace klasické a inteligentní elektroinstalace.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 9.2.2015

Termín odevzdání: 28.5.2015

Vedoucí práce: Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

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

Bibliografická citace práce:

VALO, M. *SROVNÁNÍ PROJEKTOVÁNÍ KLASICKÉ A INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE RODINNÉHO DOMU*. BRNO: VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ, 2015. 61 s. VEDOUČÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE ING. BRANISLAV BÁTORA, PH.D..

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Branislavovi Bátorovi, Ph.D. za účinnou pedagogickou, metodickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování bakalářské práce.

Prohlášení

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

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky



Bakalářská práce

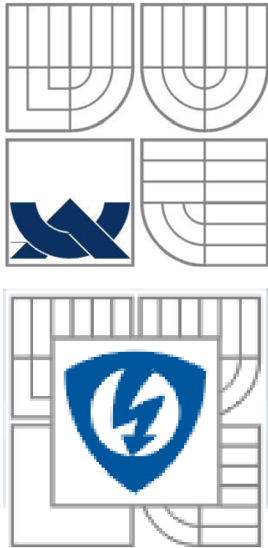
Srovnání projektování klasické a inteligentní elektroinstalace rodinného domu

Marek Valo

Vedoucí: Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2014

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Electrical Power Engineering**

Bachelors Thesis

Comparison of design classic and smart wiring of house

by

Marek Valo

Supervisor: Ing. Branislav Bátor, Ph.D.

Brno University of Technology, 2014

Brno

ABSTRAKT

Tato práce obsahuje náležitosti pro návrh silnoproudých a slaboproudých rozvodů klasické a systémové elektroinstalace. Cílem této práce je realizace projektu klasické a systémové elektroinstalace rodinného domu a jejich následné porovnání.

V úvodu práce je seznámení s elektroinstalací jako takovou, náhled do historie, stručné představení současných druhů elektroinstalace. Následující kapitola obsahuje řešerši silnoproudých rozvodů a kritéria při jejím navrhování, které vychází ze současně platných norem. Kapitola obsahuje také stručný výpis zabývající se způsobem uložení vodičů v objektech a instalačními zónami jednotlivých místností. Kapitola systémové elektroinstalace stručně popisuje myšlenku tohoto druhu elektroinstalace a její funkci. Úvod je soustředěn na řešerši systémových elektroinstalací, poté je kapitola směřována ke konkrétnímu výrobcí použitému při návrhu vlastního projektu. V kapitole číslo pět je rozebrána problematika slaboproudých rozvodů a způsoby jejich návrhu. Následující část práce se zabývá vlastním projektem návrhu elektroinstalace (klasické i systémové) pro rodinný dům, návrhem rozváděče, sestavením rozpočtu a technické zprávy. Na závěr jsou tyto dva druhy elektroinstalace srovnány z hlediska projektování, projektové dokumentace a rozpočtu.

Praktická část se věnuje tvorbě výkresové dokumentace obsahující silnoproudé a slaboproudé rozvody, schématu rozváděče, rozpočtu, výpočtu osvětlenosti a technické zprávy. O projektové dokumentaci se dále zabývá technická zpráva.

KLÍČOVÁ SLOVA: Kabelové vedení; klasická elektroinstalace; systémová elektroinstalace; jištění; norma; obvod; objekt; projektování; sběrnice; modul; srovnání;

ABSTRACT

This work contains requirements for the design of high-voltage and low-voltage classic and smart wiring. The aim of this work is to implement a project of classic and smart wiring for house and their subsequent comparison.

In the beginning is introduction to wiring as such, insight into history, a brief presentation of contemporary species of wiring. The following chapter provides an analysis of high-voltage systems and criteria in its designing, which is based on the currently valid standards. The chapter contains also a brief excerpt dealing with ways of storing wires in buildings and installation zones individual rooms. Chapter of system wiring briefly describes the idea of this kind of wiring and its function. Introduction is focused on explanations of the system wiring, then the chapter directed to a specific producer used in the design of the project itself. In the chapter number five the problem of low voltage wiring and methods for their design are analysed. The following section deals with the design of wiring own project (classic and system) for a family house, designing switchboard, budgeting and technical reports. In conclusion, these two types of wiring are compared in terms of design, project documentation and budget.

The practical part is dedicated to creating drawings containing high-voltage and low voltage wiring, switchboard scheme, budget, calculating illuminance and technical reports. The project documentation is discussed further in the technical report.

KEY WORDS: Cable wiring; classic wiring; smart wiring; protection; standard; circuit; object; design; bus; module; ;

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	10
SEZNAM TABULEK	11
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	12
1 ÚVOD.....	14
2 ELEKTROINSTALACE V SOUČASNOSTI	15
2.1 KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE.....	15
2.2 SYSTÉMOVÁ ELEKTROINSTALACE.....	15
3 KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE.....	16
3.1 SILNOPROUDÉ ROZVODY	16
3.2 PŘIPOJENÍ NA ELEKTRIZAČNÍ SÍŤ	16
3.3 HLAVNÍ DOMOVNÍ SKŘÍŇ.....	16
3.4 EKVIPOTENCIÁLNÍ SVORKOVNICE.....	17
3.5 ELEKTROMĚROVÝ ROZVÁDĚČ	18
3.6 DOMOVNÍ ROZVÁDĚČ	19
3.7 SILOVÉ OBVODY	20
3.7.1 ZÁSUVKOVÉ OBVODY	21
3.7.2 SVĚTELNÉ OBVODY.....	23
3.8 INSTALACE ELEKTRICKÝCH ROZVODŮ	25
3.8.1 ROZVODY ZAPUŠTĚNÉ	25
3.8.2 ROZVODY POVRCHOVÉ	26
3.8.3 INSTALAČNÍ ZÓNY	27
4 SYSTÉMOVÁ ELEKTROINSTALACE.....	28
4.1 SBĚRNICOVÉ SYSTÉMY	28
4.2 ROZDĚLENÍ SYSTÉMŮ	29
4.2.1 ROZDĚLENÍ SYSTÉMŮ DLE CENTRALIZACE.....	29
4.2.2 ROZDĚLENÍ SYSTÉMŮ DLE KOMPATIBILITY	30
4.2.3 ROZDĚLENÍ SYSTÉMŮ DLE KOMPLEXNOSTI	30
4.2.4 ROZDĚLENÍ DLE TOPOLOGIE	30
4.3 TECOMAT FOXTROT	31
4.3.1 SBĚRNICE	31
4.3.2 PRVKY POUŽITÉ V NÁVRHU ELEKTROINSTALACE	32
5 SLABOPROUDÉ ROZVODY	39
5.1 EPS.....	39
5.2 EZS	40
5.3 INTERNET.....	41
5.4 TV	44
6 VLASTNÍ PROJEKT	48

6.1 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU	48
6.2 KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE	48
6.3 SYSTÉMOVÁ ELEKTROINSTALACE	49
6.4 SLABOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE	51
6.5 JIŠTĚNÍ.....	52
6.6 ROZPOČET	53
6.7 TECHNICKÁ ZPRÁVA	53
7 SROVNÁNÍ.....	55
7.1 SROVNÁNÍ PROJEKTOVÁNÍ.....	55
7.2 SROVNÁNÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE.....	56
7.3 SROVNÁNÍ EKONOMICKÉ KALKULACE.....	57
8 ZÁVĚR.....	58
POUŽITÁ LITERATURA	59
SEZNAM PŘÍLOH	61

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 3-1 Přípojka venkovním vedením [5]</i>	16
<i>Obr. 3-2 Ekvipotenciální svorkovnice v instalační krabici [5]</i>	17
<i>Obr. 4-1 Základní modulo CP-1005 [12]</i>	33
<i>Obr. 4-2 Napájecí zdroj PS2-60/27 [12]</i>	34
<i>Obr. 4-3 Příklad zapojení oddělovacího modulu C-BS-0001M [12]</i>	34
<i>Obr. 4-4 CIB Master CF-1141 [12]</i>	35
<i>Obr. 4-5 RF Master RF-1131 [12]</i>	36
<i>Obr. 4-6 Spínací modul C-OR-0008M a příklad zapojení [12]</i>	37
<i>Obr. 4-7 Stmívací modul C-DM-0402-RLC [12]</i>	38
<i>Obr. 4-8 Žaluziový modul C-JC-0006M [12]</i>	38
<i>Obr. 5-1 Struktura datových kabelů UTP a FTP (upraveno z [17])</i>	43
<i>Obr. 5-2 Struktura datových kabelů STP a ISTP (upraveno z [17])</i>	43
<i>Obr. 5-3 Přímý rozvod digitálních kanálů v pásmu UHF [20]</i>	45
<i>Obr. 5-4 Převod na analogové kanály PAL [20]</i>	45
<i>Obr. 5-5 STA rozvod kabelové televize [20]</i>	46
<i>Obr. 5-6 STA rozvod se satelitním přijímačem [21]</i>	47

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 3-1 Stupně elektrizace a příslušné průřezy kabelových vedení [7]</i>	18
<i>Tab. 3-2 Hodnoty úbytku napětí na kabelových vedeních s měděnými jádry a jejich maximální délka [4]</i>	20
<i>Tab. 3-3 Minimální počty zásuvek v místnostech a srovnání s evropskými standardy [9]</i>	22
<i>Tab. 3-4 Minimální počet samostatných vývodů pro spotřebiče na 2 kW výkonu a srovnání s evropskými standardy [9]</i>	22
<i>Tab. 3-5 Doporučené minimální počty ovládacích obvodů svítidel v jednotlivých místnostech. [9]</i>	25
<i>Tab. 4-1 Výpis systémů a jejich vlastností</i>	29
<i>Tab. 6-1 Výpis kabeláže</i>	49
<i>Tab. 6-2 Přehled zatížení modulů systémové elektroinstalace</i>	50
<i>Tab. 6-3 Výpočet soudobého příkoku</i>	52
<i>Tab. 7-1 Rozdíl v nákladech na jednotlivé položky</i>	57

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

A Ampér

ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line

Al hliník

CI Common interface

$\cos\varphi$ účinník [-]

Cu měď

ČSN Česká státní norma

EPS elektrická požární signalizace

EZS elektrický zabezpečovací systém

HDKS hlavní domovní kabelová skříň IP stupeň krytí

HDPS hlavní domovní pojistková skříň

HDS hlavní domovní skříň

I_p výpočtový proud [A]

kHz Kilohertz

KU universální krabice

L fázový vodič

L jednoduchá délka vedení [m]

LNB Low noise-block konvertor

MaR měření a regulace

MHz Megahertz

N pracovní vodič

P činný výkon [W]

PE ochranný vodič

PEN sloučený pracovní a ochranný vodič

S průřezy vodičů [mm²]

SELV bezpečné oddělené malé napětí

STA Společné televizní antény

STB Set top box

TN-S soustava s vodiči PE + N + L

U_f fázové napětí [V]

US sdružené napětí [V]

V Volt

W Watt

WiFi Bezdrátová komunikace

β soudobost [-]

γ měrná vodivost (konduktivita) [$S \cdot m \cdot mm^{-2}$]

ΔU úbytek napětí [V]

1 ÚVOD

Rodinné domy nebo byty jsou v dnešní době neodmyslitelnou součástí života lidí. Takovéto objekty se v dnešní době neobejdou bez elektrické energie. Právě ta, v domech nebo bytech, zajišťuje provoz více či méně důležitých zařízení pro lidský život. Ať už jde o komfort v podobě televize, elektricky ovládaných žaluzií atd. nebo zařízení pro život nezbytně nutných jako topení, protipožární systém, lednice (skladování potravin) atd., je elektrická energie nezbytná.

Pro rozvod elektrického proudu nebo signálů slouží v objektech soustava elektrotechnických zařízení neboli elektroinstalace. Tento druh instalace se dělí na silnoproudé a slaboproudé elektroinstalace.

V České republice byla možnost využití elektrické energie ze sítě poprvé před první světovou válkou, kdy začala první elektrifikace. Rozdílnost rozvodů a sítí předurčovala stejné rozdíly v instalovaných elektroinstalacích. Od devadesátých let je snaha rozvodnou síť sjednotit a držet se určitých standardů.[1]

Před samotnou realizací elektroinstalace musí být tato instalace navržena příslušným projektantem. Návrh takové elektroinstalace pak bude obsahovat výkresovou dokumentaci se zakreslenými rozvody, výkaz a výměr, rozpočet s odhadovanou cenou a technickou zprávu, ve které bude rozebrán způsob realizace elektroinstalace.

Cílem této práce je seznámení se s problematikou návrhů silnoproudých a slaboproudých rozvodů klasické a systémové elektroinstalace v občanské výstavbě. Znalosti této problematiky dále uplatnit ve vlastní projektové dokumentaci pro zvolený objekt a následné porovnání obou projektů.

2 ELEKTROINSTALACE V SOUČASNOSTI

V dnešní době rozlišujeme tři druhy elektroinstalací v rezidenčních objektech:

- a) Klasická
- b) Systémová
- c) Hybridní

2.1 Klasická elektroinstalace

Světově nejrozšířenější a neužívanější druh elektroinstalace. Uplatňuje se především při jednodušších elektroinstalacích. Je složená pouze ze silového vedení. Ovládání nebo spínání jednotlivých spotřebičů je zajištěno příslušnými prvky v požadovaném místě. Tyto prvky jsou umístěny ve společném obvodu se spotřebiči. Spotřebiče jsou tedy ovládány pouze spínáním určitého obvodu. Z takového způsobu ovládání a zapojení plyne pro klasické elektroinstalace nevýhoda omezené funkce. Obvod je pouze ve stavu sepnuto nebo vypnuto. Největší nevýhodou této elektroinstalace je nákladný a pracný způsob jakýchkoliv úprav a nepřehledné a složité zapojení v elektroinstalacích větších rozměrů. Nízká pořizovací cena je značnou výhodou oproti instalaci inteligentní a to je také důvod, proč se tento typ elektroinstalace běžně využívá v malých, menších nebo středně velkých rezidenčních objektech po celém světě. Klasická instalace je vhodná pro větší objekty pouze tehdy, nevyžaduje-li složité ovládání. [2]

2.2 Systémová elektroinstalace

V současné době je trend spoření času a energie, pohodlného ovládání a jednoduchého zapojení, což jsou hlavní výsady systémové instalace. Instalace se v tomto systému skládá ze tří nejpodstatnějších prvků: senzorů, aktorů a centrální jednotky. Sensory jsou ovládací části instalace, které detekují požadavky na systém. Aktory tyto požadavky realizují pomocí sepnutí daného silového obvodu. [3]

Páteř této instalace tvoří datová sběrnice, na kterou jsou připojeny všechny prvky instalace (centrální jednotka, aktory, senzory). Centrální jednotka plní roli mozku, kde v ní lze nastavit požadované funkce pomocí spojení s PC a softwarového rozhraní. Takovouto instalací můžeme plně zautomatizovat chod domácnosti, jako například ovládání teploty v pokojích, osvětlení, okenních žaluzií atd. Výhodou této instalace je její jednoduchost při projektování. Nevýhodou je ovšem cenová náročnost samotné realizace v menších objektech. [2]

3 KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE

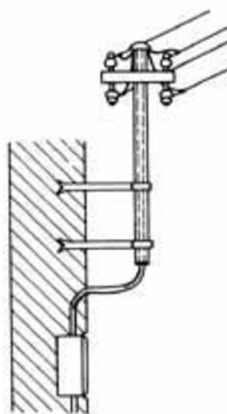
3.1 Silnoproudé rozvody

Silnoproudými rozvody rozumíme kabelové vedení začínající připojením na elektrizační síť a končící u cílového spotřebiče. Mezi těmito body se nachází dílčí objekty, které přímo souvisí s dodávkou, bezpečností a užitím elektrické energie do dané výstavby. Těmito objekty jsou myšleny:

- Elektrická přípojka
- HDS – Hlavní domovní skříň
- Elektroměrový rozváděč
- Domovní a podružné rozváděče
- Zásuvkové a světelné obvody

3.2 Připojení na elektrizační síť

Každý objekt s potřebou odběru elektrické energie se připojuje přípojkou k rozvodu poskytovatele elektřiny. Takovýto objekt nazýváme odběrné zařízení. Místem připojení objektu je hlavní domovní skříň. Přípojkou je myšleno elektrické vedení, odbočující od zařízení pro veřejný rozvod elektřiny ve směru k odběrnému místu. Toto vedení je určeno k připojení odběrných zařízení. Přípojky jdou rozděleny podle druhu připojení odběrného zařízení na přípojky venkovním a kabelovým vedením nebo kombinací těchto dvou druhů. Dále můžeme přípojky dělit podle napětí.



Obr. 3-1 Přípojka venkovním vedením [5]

3.3 Hlavní domovní skříň

Tato skříň je místem, kde připojujeme objekt na distribuční síť. Mimo tuto důležitou funkci splňuje také funkci jištění celého objektu. Toto jištění je zde umístěno kvůli zjišťování a

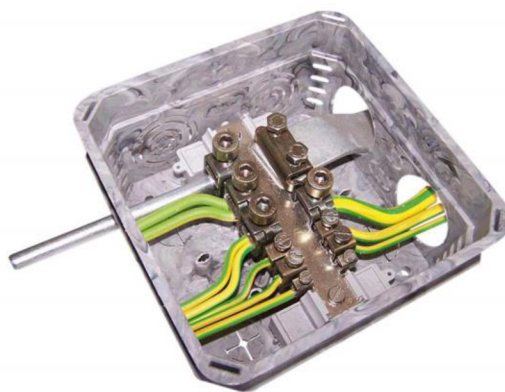
lokalizaci poruch v objektu odebírajícím elektrickou energii. Cílem tohoto jištění je zamezení přenášení vzniklých zkratových proudů do distribuční soustavy poskytovatele, výjimečně i naopak. Pojistky umístěné uvnitř pojistkové skříně slouží k mechanickému odpojení objektu od distribuční sítě. Takovéto mechanické odpojení je potřebné při opravách nebo při specifických situacích vyžadujících bezpodmínečné odpojení od sítě (požár, záplavy, atd.). V novějších instalacích jsou někdy tyto pojistky nahrazovány selektivními jističi. [6]

Rozdělení přípojkových skříní podle způsobu provedení přípojky:

- **Hlavní domovní kabelová skřín**
 - přípojka provedena kabelovým vedením
- **Hlavní domovní pojistková skřín**
 - přípojka provedena venkovním vedením

3.4 Ekvipotenciální svorkovnice

Ekvipotenciální svorkovnice jinak nazývaná svorka hlavního pospojování nebo EPS. Tato svorkovnice se umísťuje v blízkosti přípojkové skříně. Její funkcí je vyrovnat potenciál pomocí ochranného pospojování na všech dostupných kovových předmětech. Průřez hlavního vodiče pospojování musí odpovídat polovině průřezu vodiče s největším průřezem v celé instalaci. Minimální hodnota tohoto vodiče je 6mm^2 a jádro musí být měděné, nemusí však přesahovat 25mm^2 . U objektů, které mají v základech položené zemnicí páskoviny nebo jiné kovové prvky (např.: železobetonové armatury) je nutné tyto prvky taktéž spojit s EPS. [6][8]



Obr. 3-2 Ekvipotenciální svorkovnice v instalační krabici [5]

3.5 Elektroměrový rozváděč

Jako elektroměrový rozváděč chápeme rozvodnici, ve které smí být umístěny pouze elektroměry, sazbový vypínač a v určitých případech přijímač HDO (řídících signálů), jistič před elektroměrem, jističí zařízení obvodu sazbového spínače, ovládací relé nebo stykač, ochranná (nulová) svorkovnice a po případě další příslušenství sloužící výhradně měření. Elektroměrové rozváděče umístíme co nejbližší k místu připojení, nejčastěji na hranici pozemku odběratele tak aby byl přístupný i bez přítomnosti odběratele. Nesmíme jej montovat do společných výklenků nebo skříní s plynoměry. Měřicí a spínací sazbové přístroje umístěné v rozváděči musí být přístupné tak, aby byly jejich údaje dobře čitelné. Nemají-li rozvodnice s dveřmi po otevření krytí alespoň IP20, musí být provozovatelem označeny výstražným bleskem v případech, kdy může dojít k záměně s jiným zařízením. Rozvodnice musí být zaplombovány. [7]

Odbočky od hlavního domovního vedení k elektroměrům je nutno dimenzovat a realizovat dle těchto kritérií [6]:

- Nesmí dojít k nežádoucímu úbytku napětí
- Vodiče musí být jištěny proti přetížení a zkratu
- Dovolená proudová zatížitelnost musí odpovídat výpočtovému proudu soudobého příkonu
- Odbočka musí být z celistvých vodičů a po celé délce bez přerušení
- Musí být bez krabic a zbytečných ohybů
- Realizovat ji tak, aby se zamezilo neoprávněnému odběru nebo neoprávněné dodávce elektřiny

U bytových výstaveb rozlišujeme jednotlivé odbočky respektive návrh průřezu jejich vodičů k bytovým elektroměrům i podle stupně elektrizace bytu.

Tab. 3-1 Stupně elektrizace a příslušné průřezy kabelových vedení [7]

Stupeň elektrizace	A		B	
Maximální soudobý příkon bytu P_B [kW]	7		11	
Odbočka k elektroměru a přívodní vedení do bytu	Průřez jader vodičů [mm ²]			
	Al	Cu	Al	Cu
Trojfázová odbočka	10	6	16	10

Dříve užívané jednofázové odbočky k bytům se stupněm elektrizace A lze dnes využít pouze pro zařízení o maximálním soudobém výkonu 5,5 kW. [7]

Stupeň elektrizace A – byt vybaven běžnými elektrickými spotřebiči. Zahrnuje pračku, myčku, sušičku prádla, pečící troubu do 2 kW včetně, akumulární ohřev TUV do 2 kW včetně. [6]

Stupeň elektrizace B – Stejně jak stupeň elektrizace A včetně elektrické přípravy pokrmů (vaření i pečení). [6]

3.6 Domovní rozváděč

Je to normalizovaná skříň sloužící k soustředěnému umístění pojistek, jističů, relé a stykačů a k rozdělení elektrické energie do jednotlivých proudových obvodů. Ve společné rozvodnici může být elektroměr a potřebné přístroje společně s přístroji pro rozvod za elektroměrem jen tehdy, je-li pro to rozvodnice konstruována nebo schválena. Umístíme je do vnitřních prostor objektu s ohledem na ekonomiku rozvodů (redukujeme umístěním rozvodnice délku kabelových vedení), bezpečnost (dostatečná výška, výběr místnosti místnosti) a komfort (dostupnost). [7]

Domovní rozvodnice dělíme podle použitého materiálu a způsobu provedení. Dělení podle použitého materiálu na [6]:

- **Plastové**
- **Kovové**

Dělení podle způsobu provedení na [6]:

- **Povrchové**
- **Zapuštěné**

Hlavní podstatou této rozvodnice je jištění jednotlivých proudových obvodů příslušnými jisticími prvky. Těmto prvkům je nadřazen hlavní vypínač, který je umístěn na přívodu do rozvodnice. Veškeré dříve zmiňované prvky, které se mohou vyskytovat v takovéto rozvodnici, připevníme na din lištu. V této rozvodnici je poslední možnost rozdělit vodič PEN (vodič slučující funkci ochranného a nulového vodiče do jednoho) na dva samostatné vodiče PE (zemní vodič) a N (nulový vodič). Takováto soustava využívající nulový a zemní vodič zvlášť se nazývá TN-S. [7]

3.7 Silové obvody

Při návrhu nově vedených elektrických rozvodů z rozvodnice musíme vycházet z požadavků pro elektrotechnické předpisy ČSN 33 2000. Tyto rozvody musí být v soustavě TN-S. [6]

Na každou obytnou místnost musí připadat alespoň 2 různé samostatně jištěné proudové okruhy (nejčastěji kombinace zásuvkového a světelného) přičemž každý z nich může být určen pro více místností. Je to z důvodu možnosti osvětlení alespoň stolní lampou při poruše na světleném obvodu. [6]

Při dimenzování veškerých proudových obvodů v objektu musíme vycházet z dovoleného oteplení vodiče při přetížení a také úbytku napětí, který nám vzniká na délce obvodu. Hodnoty úbytku napětí v závislosti na délce vedení můžeme pozorovat v tabulce č. 2, nebo jej můžeme vypočítat ze vztahů (2.1) až (2.4). [4]

Tab. 3-2 Hodnoty úbytku napětí na kabelových vedeních s měděnými jádry a jejich maximální délka [4]

Obvod	Průřez vodiče [mm ²]	Maximální délka vedení [m]	Úbytek napětí [%]	Doporučené jištění [A]
Světelné obvody	1,5	27	2	6
	1,5	16	2	10
Ledničky, mrazáky	1,5	25	3	10
Obecné zásuvky	2,5	45	5	16
	4	75	5	16
Pračky, sušičky, atd.	2,5	26	3	16
	4	44	3	16
Bytová jádra	2,5	17	2	16
	4	28	2	16

Vztahy pro úbytek napětí při známém činném výkonu nebo proudu dle ČSN 33 2130:

Úbytek napětí vedení jednofázové sítě při známém činném výkonu [7]:

$$\Delta U = \frac{2 * L * P}{\gamma * S * U_f} \quad (\text{V; m, W, S*m/mm}^2, \text{mm}^2, \text{V}) \quad (3.1)$$

Úbytek napětí vedení trojfázové sítě při známém činném výkonu [7]:

$$\Delta U = \frac{L \cdot P}{\gamma \cdot S \cdot U_s} \quad (\text{V; m, W, S}^* \text{m/mm}^2, \text{mm}^2, \text{V}) \quad (3.2)$$

Úbytek napětí vedení jednofázové sítě při známém proudu [7]:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S} \quad (\text{V; m, A, -, S}^* \text{m/mm}^2, \text{mm}^2) \quad (3.3)$$

Úbytek napětí vedení trojfázové sítě při známém proudu [7]:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S} \quad (\text{V; m, A, -, S}^* \text{m/mm}^2, \text{mm}^2) \quad (3.4)$$

3.7.1 Zásuvkové obvody

Je nutno zdůraznit, že jediný typ domovních zásuvek, který je přípustný pro v pevných elektrických instalacích v České republice je normalizovaný systém pro střídavé napětí 250V a proud 16 A, s ochranným obvodem a na zásuvce vyvedený ochranný kolík. Zásuvkové systémy jsou normalizovány, protože nelze předem stanovit, jaký spotřebič bude majitel objektu do dané zásuvky připojovat. Toto je důvodem, proč musí každá silová zásuvka umožnit připojení jakéhokoliv spotřebiče. [9]

Dimenzování množství a rozmístění zásuvek volíme tak, aby se zamezilo potřebě použití rozbočovacích nebo prodlužovacích zásuvek. Výšku umístění zásuvky volíme nejméně 200mm (pro střed zásuvky) od finálně upravené podlahy. Umístíme-li zásuvku do podlahy, musí odolat mechanickému poškození při běžném provozu a mokrému čištění podlah. Minimální počet zásuvek v různých typech místností určuje norma ČSN 33 2130, viz tab. 3-3, přičemž jejich maximální počet na jeden obvod by neměl přesáhnout počet 10. Vícenásobné zásuvky jsou určeny pro připojení na jeden obvod a nesmí být připojeny na více obvodů. [1][9]

Tab. 3-3 Minimální počty zásuvek v místnostech a srovnání s evropskými standardy [9]

Místnost	ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obývací pokoj do 20 m ²	1	2	3
Obývací pokoj nad 20 m ²	5	9	11
Ložnice do 12 m ²	3	5	7
Ložnice do 20 m ²	4	7	9
Ložnice nad 20 m ²	5	9	11
Kuchyně	3	7	8
Koupelna	2	4	9
WC	1	2	2
Domácí dílna, pracovna	3	5	7
Chodba	1	2	3
Místnost pro domácí práce	3	7	9
Sklípek, komora	0	2	2
Terasa	1	1	3
Obytná lodžie, atrium	1	1	3

Pro zařízení, které disponují příkonem větším než 2 kW včetně, se navrhují obvody samostatně jištěné. Minimální počet těchto obvodů pro různé místnosti stanovuje také norma ČSN 33 2130, viz tab. 3-4. [9]

Tab. 3-4 Minimální počet samostatných vývodů pro spotřebiče na 2 kW výkonu a srovnání s evropskými standardy [9]

Místnost	ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obývací pokoj	1	1	1
Ložnice	Jen v případě, že je zřízován obvod klimatizace nebo el. Vytápění		
Kuchyně	Elektrický sporák: 1 Chladnička: 1 Myčka nádobí: 1 Ohřívač vody: 1	Elektrický sporák: 1 Chladnička: 1 Myčka nádobí: 1 Ohřívač vody: 1	Elektrický sporák: 1 Chladnička: 1 Myčka nádobí: 1 Ohřívač vody: 1
Koupelna	Automatická pračka: 1 Ohřívač vody: 1	Automatická pračka: 1 Ohřívač vody: 1	Automatická pračka: 1 Ohřívač vody: 1
Místnost pro domácí práce	Pračka: 1 Sušička: 1 Mandl: 1	Pračka: 1 Sušička: 1 Mandl: 1	Pračka: 1 Sušička: 1 Mandl: 1

Více než počet a umístění zásuvek v okruhu je nutno při návrhu a instalaci dbát na bezpečnostní požadavky a požadavky pro správnou funkci zásuvek. Tyto požadavky jsou:

- Elektrické vedení v objektu musí být vedeno systémem TN-S
- Zásuvkovým obvodům (1f i 3f) do jmenovitého proudu 20 A musíme předřadit doplňkovou ochranu proudovým chráničem s residuálním proudem 30 mA, při jištění trojfázových zásuvek od 32A je doporučeno použití proudového chrániče s residuálním proudem 100mA. U zásuvek, kde je znemožněn přístup laikům je použití této doplňkové ochrany nepovinné. Nežádoucí je to u zásuvek pro speciální druh zařízení, po jehož potencionálním vypnutí by vznikly škody.
- Veškeré svorky, kterými prochází vedení zásuvkových okruhů, musíme dimenzovat minimálně na jmenovitý proud prvku, kterým daný obvod jistíme.
- Zásuvky dvou napěťových soustav musí být nezáměnné.
- Celkový instalovaný příkon nesmí přesahovat 3680 VA při 16A jištění a 2300VA při jištění 10 A.
- Maximální úbytek napětí nesmí překročit 5% na trase od rozvodnice ke koncové zásuvce.
- Trojfázové zásuvky nesmíme zapojovat do stejného obvodu, pokud se liší jejich jmenovitý proud. V případě souhlasného jmenovitého proudu je možno na jeden třífázový okruh zapojit několik těchto zásuvek.

3.7.2 Světelné obvody


Jako obvod světelný chápeme okruh silového vedení sloužícího pro pevné připojení svítidel. Při připojování svítidel dbáme na fakt, že součet jmenovitých proudů připojených svítidel nesmí přesáhnout jmenovitý proud použitého jistícího prvku. Pokud se v objektu vyskytuje místnost s větším počtem svítidel, dělíme světelné obvody na více samostatných skupin ovládaných příslušným ovládacím prvkem. Dělení se provádí zejména pro optimální regulaci osvětlenosti daných prostor. Pro ovládání svítidel se využívá spínačů, přepínačů nebo tlačítek, které vhodně umístíme tak, aby byl zajištěn snadný přístup neprodleně při vstupu do místnosti. Takovýmto vhodným a nejčastěji využívaným místem jsou stěny, zdi a příčky hned u vchodových dveří na té straně, kde se dveře otevírají. Nadproudovou ochranou nejistíme každé svítidlo zvlášť, pouze přívodní vedení daného okruhu. V případě svítidel, která obsahují výbojkové světelné zdroje, se doporučuje, aby maximální proud obvodu, který takovéto svítidla obsahuje, nepřekročil 25% jmenovité hodnoty spínače. [6][9]

Volba druhu, typu a designu svítidel se neřídí předpisy. Tato volba je čistě na investorovi objektu. Standardně se zřizuje světelný vývod uprostřed místnosti a je ovládán spínačem od dveří. Tyto spínače obvykle umísťujeme do výšky v rozmezí 110-130 cm do prostor vstupních dveří. Instalujeme spínač tak, aby bylo sepnutí zajištěno pohybem klapky, páčky nebo kolébky spínače nahoru.[9]

Ovládání světelných obvodů realizujeme nejčastěji pomocí následujících spínačů [9]:

- **Jednopolový vypínač**


Řazení: 1

Schématická značka jednopolová: 

- Spínání obvodu z jednoho místa. Možnost doplnění o orientační nebo signální doutnavku. [10]

- **Sériový vypínač**


Řazení: 5

Schématická značka jednopolová: 

- Nahrazuje funkci dvou vedle sebe řazených spínačů řazení 1. Ovládá dva okruhy nebo jednotlivá ramena (části) svítidla z jednoho místa, jelikož obsahuje dva spínací mechanismy nezávislé na sobě. Proto má dělené ovládací kolébky. Známý jako lustrový spínač. [10]

- **Křížový přepínač**


Řazení: 7

Schématická značka jednopolová: 

- Používá se mezi dva správně zapojené spínače řazení 6. Slouží pro ovládání světelných obvodů v místnostech s větším počtem vchodů (např.: chodby). [10]

- **Střídavý přepínač**


Řazení: 6

Schématická značka jednopolová: 

- Využívá se pro ovládání světelného obvodu ze dvou různých míst. [10]

- **Dvojitý střídavý přepínač**

Řazení: 6+6

Schématická značka jednopolová: 

- Slučuje funkci dvou střídavých přepínačů řazení 6. Můžeme tedy díky správnému zapojení ovládat dva světelné okruhy ze dvou různých míst. [10]

Při dimenzování počtu ovládacích obvodů svítidel umístěných v daných místnostech se řídíme doporučením normy ČSN 33 2130, viz tab. 3-5.

Tab. 3-5 Doporučené minimální počty ovládacích obvodů svítidel v jednotlivých místnostech. [9]

Místnost	ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obývací pokoj do 20 m ²	1	2	3
Obývací pokoj nad 20 m ²	2	3	4
Ložnice do 20 m ²	1	2	3
Ložnice nad 20 m ²	2	3	4
Kuchyňe	2	2	2
Koupelna	2	3	3
WC	1	1	2
Domácí dílna, pracovna	1	2	2
Chodba	1	2	3
Místnost pro domácí práce	1	2	3
Skřípek, komora	1	1	1
Terasa	1	1	2
Obytná lodžie, atrium	1	1	2

3.8 Instalace elektrických rozvodů

V následující kapitole se seznámíme se způsoby uložení kabelových vedení. Dále se bude zabývat nároky na umístění kabelových vedení jednotlivých druhů místností podle normy ČSN 33 2130 ed.2

3.8.1 Rozvody zapuštěné

Jedná se o způsob uložení kabelového vedení, při kterém je kabeláž skryta v konstrukcích staveb. Jedinými vyčnívajícími prvky jsou víčka odbočných krabic nebo elektroinstalačních přístrojů (mohou být polozapuštěné). [6]

Výhody:

- Výborná ochrana před mechanickým poškozením
- Není narušen estetický vzhled interiéru
- Dlouhodobá životnost
- V případě instalace do trubek nebo dutin jsou vyměnitelná
- Minimální nároky na údržbu

Nevýhody:

- Vyžadují úpravy nebo zásah do konstrukce stavby
- Nutné technologické přestávky rozdělují montáže do několika pracovních etap
- Malá variabilita rozvodu (nelze rozšířit bez zásahu do stavebních konstrukcí)
- Veškeré zásahy do konstrukcí (drážky, kapsy a jiné) zeslabují části stavby

Rozdělení zapuštěných rozvodů podle způsobu uložení [6]:

- V omítce
- Pod omítkou
- V dutých stěnách
- V betonu
- Ve stropech a podlahách

3.8.2 Rozvody povrchové

Jedná se o montáž kabelových vedení viditelně na konstrukce stavby. Tento nejstarší způsob uložení vedení vyžaduje pečlivou montáž, protože sebemenší nedostatky jsou viditelné. Povrchové uložení volíme tam, kde není zapuštění vedení žádoucí nebo by nebylo vhodné z ekonomického hlediska nebo kvůli náročnosti. Před montáží jsou vyžadovány dokončené úpravy stěn, podlah a stropů. [6]

Výhody:

- Přehlednost
- Snadná montáž v jedné etapě
- Variabilita
- Minimální požadavky na stavební úpravy
- Snadná údržba a opravy
- Možnost rozšíření rozvodů

Nevýhody:

- Větší zranitelnost rozvodů
- Někdy rušivý estetický vzhled
- Špatně se čistí

Rozdělení povrchových rozvodů podle způsobu uložení [6]:

- V nástěnných a stropních lištách a kanálech
- V podlahových lištách a kanálech
- V parapetních kanálech
- V kanálech s nosíky svítidel
- V trubkách
- Kably

3.8.3 Instalační zóny

Nároky na jednotlivé místnosti z hlediska zásuvkových a světelných obvodů a umístění kabelových vedení určuje norma číslo ČSN 2130 ed.2. O počtech zásuvkových a světelných obvodů byla zmínka již v kapitole 3.6.1 Zásuvkové obvody a 3.6.2 Světelné obvody. Instalační zóny určují umístění skrytých kabelových vedení, dále zásuvek, vývodů a spínačů. Tyto zásady je nutno dodržovat z hlediska bezpečnosti při montáži a opravách jiných zařízení, nebo při jiném zásahu do konstrukcí, v kterých je vedení uloženo. Instalační zóny se liší podle druhů a využití místnosti.

- Obývací pokoje, ložnice
- Pracovny a kuchyň
- Koupelny
 - Zóna 0,1,2,3
- Umývací prostory

4 SYSTÉMOVÁ ELEKTROINSTALACE

Systémová, v dnešní době také velice známá jako inteligentní, elektroinstalace slouží pro řízení a ovládání veškerých procesů a technologií, jež můžeme v rodinných domech, průmyslových budovách a jiných druzích objektů najít. Pro takovéto řízení je využíváno sběrnicových systémů.

4.1 Sběrnicové systémy

Podstatou systémového řízení budov je komunikace pomocí sběrnice předávající informace jednotlivým ovládacím prvkům anebo výkonovým členům. V instalaci klasické je takováto interakce mezi ovládacím prvkem a spotřebičem zprostředkována silovým vedením na napěťové úrovni 230 V. Systémové řízení využívá k ovládání společnou datovou sběrnici, na základě jejíž instrukcí je realizováno ovládání. Základním principem je komunikace mezi akčními členy a snímači. Komunikace je nezávislá na silovém propojení spotřebičů, závislá je však na sběrnici tvořené sdělovacím kabelem, silovým vedením nebo bezdrátovým spojením.

Připojování akčních členů nebo snímačů je realizováno na sběrnici bez ohledu na příslušnost k silovému obvodu nebo jeho pořadí. Některé z prvků jsou připojeny pouze ke sběrnici, nebo zároveň ke sběrnici a k silovému obvodu. Prvkům, které se připojují pouze na sběrnici (např. snímačům), stačí pouze napájení malým napětím. Toto napájení zajišťuje sama sběrnice.

V současné době existuje velká škála výrobců, topologií systémů a sběrnic. Výběr je proto závislý na požadavcích investora, kompatibilitě prvků a povaze a rozsahu realizované elektroinstalace.

Základní výpis systémů:

Tab. 4-1 Výpis systémů a jejich vlastnosti

	Centralizovaný	Decentralizovaný	Částečně decentralizovaný	Otevřený	Uzavřený	Komplexní	Specializovaný
KNX		X		X		X	
iNels			X		X	X	
Ego-n	X				X	X	
Nikobus			X		X	X	
Tecomat Foxtrot			X	X		X	
XComfort		X			X	X	
LON		X		X		X	
OpenTherm		X		X			X
DALI		X		X			X

4.2 Rozdělení systémů

4.2.1 Rozdělení systémů dle centralizace

- **Centralizovaný systém**

- Systém s hlavní řídicí jednotkou. Tato jednotka je nadřazena ostatním prvkům elektroinstalace. Veškeré vstupy a výstupy jsou s centrálním řízením spojeny hvězdicově, tzn., že každý účastník je s tímto řízením spojen samostatně. Komunikace mezi účastníky probíhá pouze prostřednictvím této centrální jednotky. Uplatňuje se především v menších objektech, např. byty, kanceláře, rodinné domy...[11]

- **Decentralizovaný systém**

- Tento druh systém nedisponuje pouze jednou hlavní řídicí jednotkou, ale větším počtem těchto jednotek, které jsou rozmístěny po budově. Tyto řídicí jednotky jsou většinou reprezentovány lokálně umístěnými mikroprocesory s pamětí, které má každý účastník (aktor i senzor) a jsou připojeny na sběrnici. V tomto případě není žádný prvek nadřazen. Decentralizovaného systému se využívá u větších objektu, např. výrobní závody, halové komplexy, administrativní budovy...[11]

- **Částečně decentralizovaný systém**
 - Částečně decentralizovaný vznikne spojením centralizovaného a decentralizovaného systému. Známy také pod pojmem hybridní systém. [11]

4.2.2 Rozdělení systémů dle kompatibility

- **Otevřený systém**
 - Zaručuje kompatibilitu se zařízeními jiných výrobců, jež využívají veřejně dostupných standardů (IEC, EN, ANSI, ISO). Tato vlastnost má mnohdy dopad na cenu jednotlivých komponent, proto se spíše využívají pro větší objekty. [11]
- **Uzavřený systém**
 - Systém pouze jednoho výrobce. Způsob fungování systému a komunikace není kompatibilní se systémovými prvky jiných výrobců. Tento fakt se projevuje na ceně prvků, a proto se uzavřených systémů využívá v menších objektech. Jedná se ale o velice uživatelsky přátelské systémy. U takovýchto systémů jsou zákazníci většinou limitováni menším výběrem a variabilitou prvků od jediného výrobce. [11]

4.2.3 Rozdělení systémů dle komplexnosti

- **Komplexní systém**
 - Komplexní je označení pro systém, který umožňuje řízení více úloh a technologií.
- **Specializovaný systém**
 - Systém specializující se na řízení pouze jedné oblasti, např. osvětlení, topení...

4.2.4 Rozdělení dle topologie

- **Lineární**
 - Veškeré prvky jsou postupně připojovány na průběžnou sběrnici. Takto řešená instalace vyžaduje menší množství propojovacího kabelu a její propojení je přirozenější. Lineární struktura má za následek, že je sběrnice rozdělena na menší části a proto musí být konektorově spojena, což může být zdrojem poruch v síti. Při takovéto poruše je většinou postiženo výpadkem více stanic. [11]
- **Sériová**
 - Prvky jsou zapojovány sériově za sebou a odbočky nejsou dovoleny, přičemž konce musí být vybaveny terminačními odpory. [11]
- **Kruhová**
 - Postupné propojení účastníků tvoří kruhovou topologii. Nesmí dojít k uzavření kruhu. [11]

- **Hvězdicová**
 - Topologie, u které je každý z účastníků připojen zvlášť k řídicí jednotce. U této topologie je vyšší spotřeba propojovacích kabelů vynahrazena vyšší mírou spolehlivosti. [11]
- **Stromová**
 - Ovládací prvky jsou rozmístěny do větví, které jsou následně napojeny na pátevní sběrnici. Tento druh topologie umožňuje plynulý provoz celé sítě i při výpadku některé z větví. Dále je zde možnost komunikace jen v určitých, uživatelem zvolených, větvích. [11]

4.3 Tecomat Foxtrot

Tecomat Foxtrot je regulační a řídicí modulární systém od firmy Teco a.s. Tento systém podporuje řadu vstupně/výstupních periférií, které zaručují jeho komplexnost při řešení automatizace objektu.

Základní možnosti regulace, automatizace, měření a ovládání pomocí tohoto systému jsou uvedeny v následujících kapitolách. Důraz je kladen na ovládací prvky využití v samotném projektu.

4.3.1 Sběrnice

- **CIB**

Tato sběrnice vyvinutá firmou Teco a.s. je uzpůsobená k velice odolnému a flexibilnímu připojení periférií k základnímu modulu. Na sběrnici se připojují periferní moduly řady CFox jako např. tlačítka, termostaty, čidla apod. Nejčastějším využitím je potom oblast měření a regulace nebo tzv. „inteligentní domy“. [12]

Sběrnice CIB má libovolnou topologii a na 1 větev je možno připojit až 32 periferních modulů. Tyto větve jsou tvořeny master moduly. Takovýto modul obsahuje každý základní modul. Pro rozšíření počtu master modulů se používá externích master modulů, kde každý z těchto externích modulů umožňuje připojení dvou větví CIB sběrnice (tedy 64 (2x32) periferních modulů). Ke každému základnímu modulu lze připojit maximálně 4 externí master moduly). [12]

Jedná se o dvou vodičovou sběrnici napájenou ze zdroje stejnosměrného napětí o hodnotách 24 V DC nebo 27 V DC. Takováto napěťová hladina umožňuje sběrnici funkci nejen komunikační ale i napájecí, s nutností hlídání maximálního odběru všech napájených účastníků a úbytků napětí, aby nedošlo k poklesu napětí pod tolerovanou hodnotu

Při instalaci se využívá kabelů se stíněnými kroucenými páry o průměru žíly nejméně 0,6 mm, např. J-Y(St)Y1x2x0,8. Využívá se i kabelů s dvěma kroucenými páry, kde je jeden pár nevyužitý a slouží jako záloha při mechanické poruše kabelu, např. YCYM 2x2x0,8. Nedoporučuje se mít sběrnici delší než 500m. [12]

- **TCL2**

Tato sběrnice slouží k propojení mezi moduly řady Foxtrot. Pro správnou komunikaci modulů Foxtrot musí být vzájemně propojeny. Sběrnice TCL2 má lineární topologii, proto musí být spojení provedeno lineárně. Za začátek sběrnice se považuje centrální modul, za končený se považuje speciální zakončovací člen KB-0290 nebo poslední připojený modul v linii a musí být osazen 120 Ω odporem. [12]

Připojování na sběrnici TCL2 má limity v počtu připojených zařízení. Tyto maximální počty připojených modulů se odvíjí od jejich zařazení do skupin a jejich typů. Veškeré základní moduly disponují jedním masterem sběrnice TCL2, výjimkou je pak modul CP-1003, ten má tyto mastery 2 (TCL2A a TCL2B). [12]

Pro instalaci této sběrnice se využívá opět kvalitního stíněného kabelu s dvěma kroucenými páry. Na delší vzdálenosti lze využít optického kabelu s použitím příslušného převodníku. [12]

- **RFox**

Bezdrátová radiová sběrnice provozovaná na kmitočtu 868MHz. Slouží pro komunikaci s bezdrátovými, bateriově napájenými periferními moduly stejnojmenné řady RFox. Tato sběrnice je tvořena jedním řídicím masterem. K tomuto modulu lze bezdrátově připojit až 64 periferních modulů. Takováto síť má topologii typu hvězda. Při potřebě zvětšení dosahu masteru u větších objektů se do instalace zařazuje opakovač neboli router, který tento dosah zvětší. Síťe s využitím routerů mají topologii typu mesh a v rámci jedné mesh sítě je možno využít maximálně 4 routerů. [12]

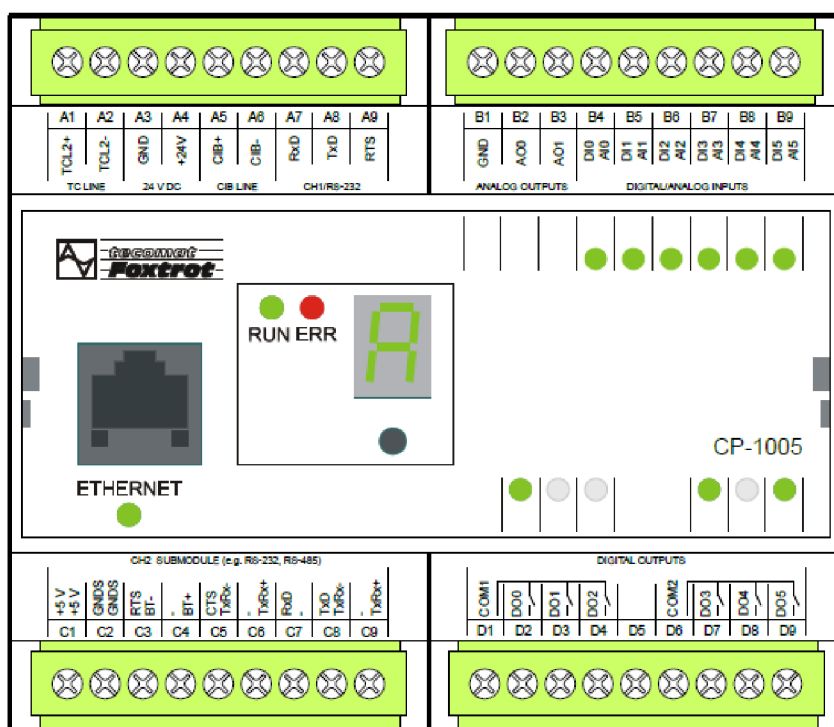
4.3.2 Prvky použité v návrhu elektroinstalace

V této kapitole jsou popsány moduly využití ve vlastním návrhu elektroinstalace. Tyto moduly jsou základním vybavením jednoduché domovní systémové elektroinstalace pro řízení osvětlení, vytápění, žaluzií a silových obvodů. Daný výrobce nabízí širokou škálu jak multifunkčních ovládacích modulů tak i těch vysoce specializovaných se striktně daným využitím. Pro účel jednoduché domovní elektroinstalace jsou tyto moduly ovšem nevyužitelné nebo ekonomicky neefektivní, proto se v následující kapitole neobjeví.

- **Základní modul CP-1005**

Základní modul nepostradatelný při řízení instalace inteligentního domu. Zpracovává veškeré naprogramované funkce a prostřednictvím sběrnic je předává příslušným aktorům. Proti ztrátě těchto dat je takovýto modul zálohovaný záložní baterií. [12]

Vyžaduje napájení 24 VDC, obsahuje 6 analogových vstupů pro připojení např. teplotních čidel, 2 analogové výstupy, 6 reléových výstupů, Ethernet 10/100Mbit a 2 sériové kanály (CH1 a CH2) pro osazení submodulů (GMS komunikace, EZS ústředna atd..) [12]



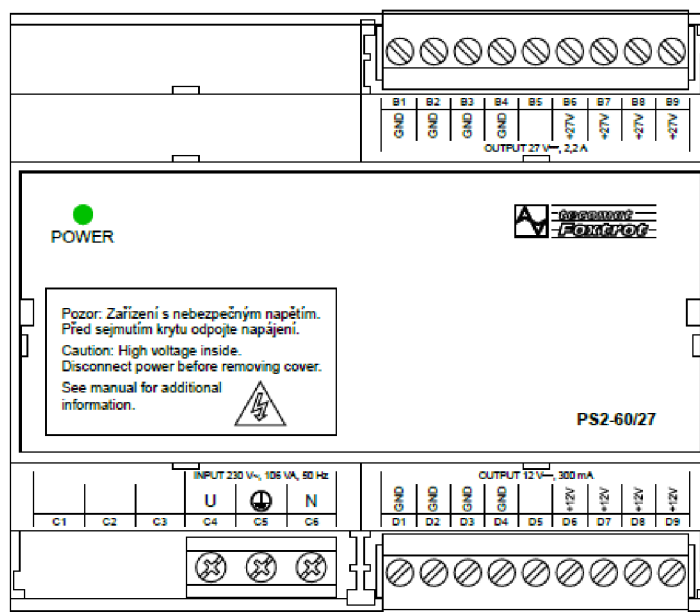
Obr. 4-1 Základní modulo CP-1005 [12]

- **Napájecí zdroj PS2-60/27**

Jedná se o síťový spínaný zdroj, který disponuje dvěma hladinami pevného výstupního napětí, a to 27,2 VDC při maximálním proudu 2,2 A a 12 VDC při maximálním proudu 0,3 A. Pro každou hladinu je osazen 4 svorkami výstupu. Jeho celkový výkon je 60W. Hladina 12 V je určena pro napájení prvků EZS a EPS. [12]

Napájení je realizováno standardní rozvodnou sítí TN-C-S 230 V AC. Tento 230V vstup je nutné ošetřit přepětovou ochranou. Tento zdroj vyhovuje požadavkům na bezpečné transformátory, tudíž je to zdrojem malého bezpečného napětí SELV. [12]

Pro tento zdroj není vyžadováno nuceného chlazení. [12]

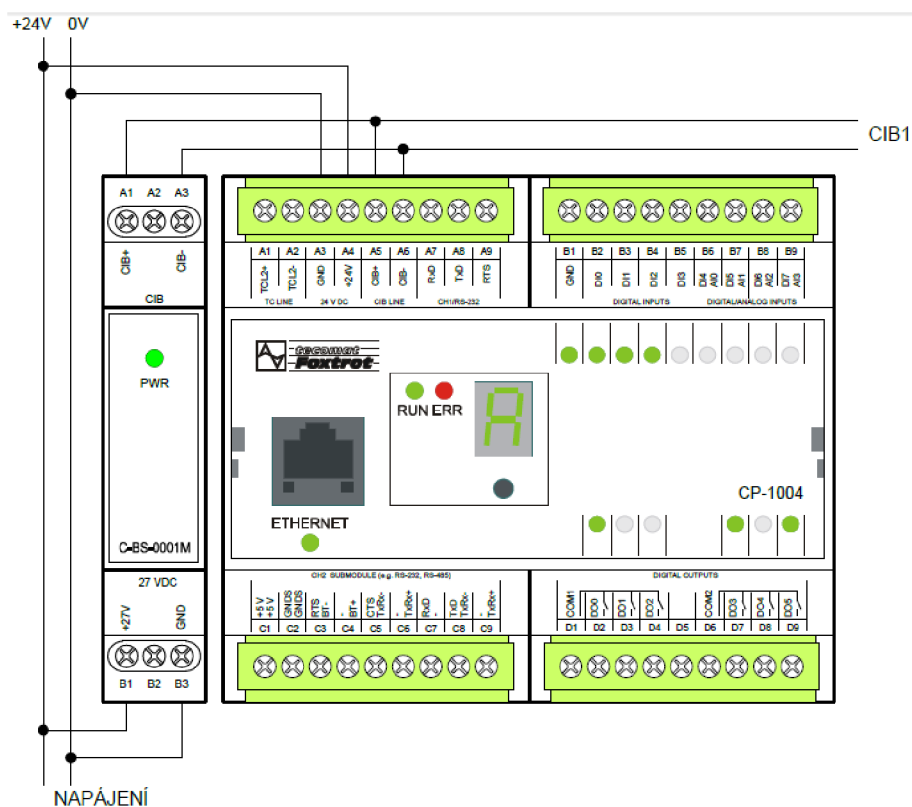


Obr. 4-2 Napájecí zdroj PS2-60/27 [12]

- **Oddělovací modul C-BS-0001M**

Tento modul zajišťuje oddělení napájení sběrnice CIB od napájení periferních modulů a mastera sběrnice. Toto oddělení je vhodné zejména díky posílení napájecích obvodů sběrnice CIB a také díky oddělení vlastní komunikace od napájecího modulu. [12]

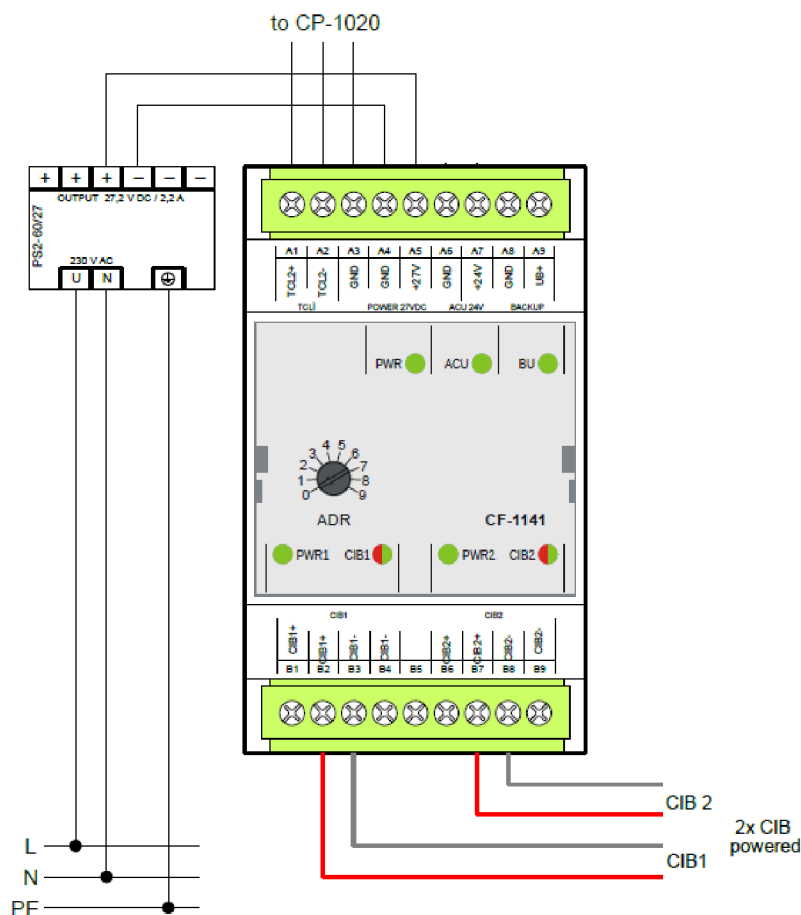
Tento modul umožňuje zatížení sběrnice až 1A. [12]



Obr. 4-3 Příklad zapojení oddělovacího modulu C-BS-0001M [12]

- **CIB Master CF-1141**

Tento modul a jeho rozsah je již popsán v kapitole 5.3.1. Obsluhuje až dvě sběrnice, přičemž na každou lze připojit až 32 periferních modulů. Vyžaduje napájení 24 VDC (případně 27,2 VDC) a se základním modulem komunikuje prostřednictvím sběrnice TCL 2. Tento modul umožňuje maximální zatížení jednotlivých sběrnic CIB hodnotou 1 A. [12]

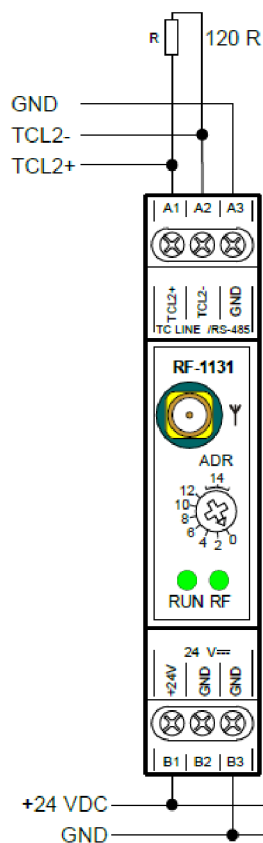


Obr. 4-4 CIB Master CF-1141 [12]

- **RF Master RF-1131**

Nezbytný modul pro zařazení prvků řady RFox do realizované instalace. Zprostředkovává bezdrátovou komunikaci periferních bezdrátových modulů. Přijatý signál posílá po sběrnici TCL 2 do základního modulu. Kapacita tohoto modulu je až 64 periferních RF modulů. [12]

Pro tento modul je požadováno napájecí napětí o hodnotě 24 VDC. [12]

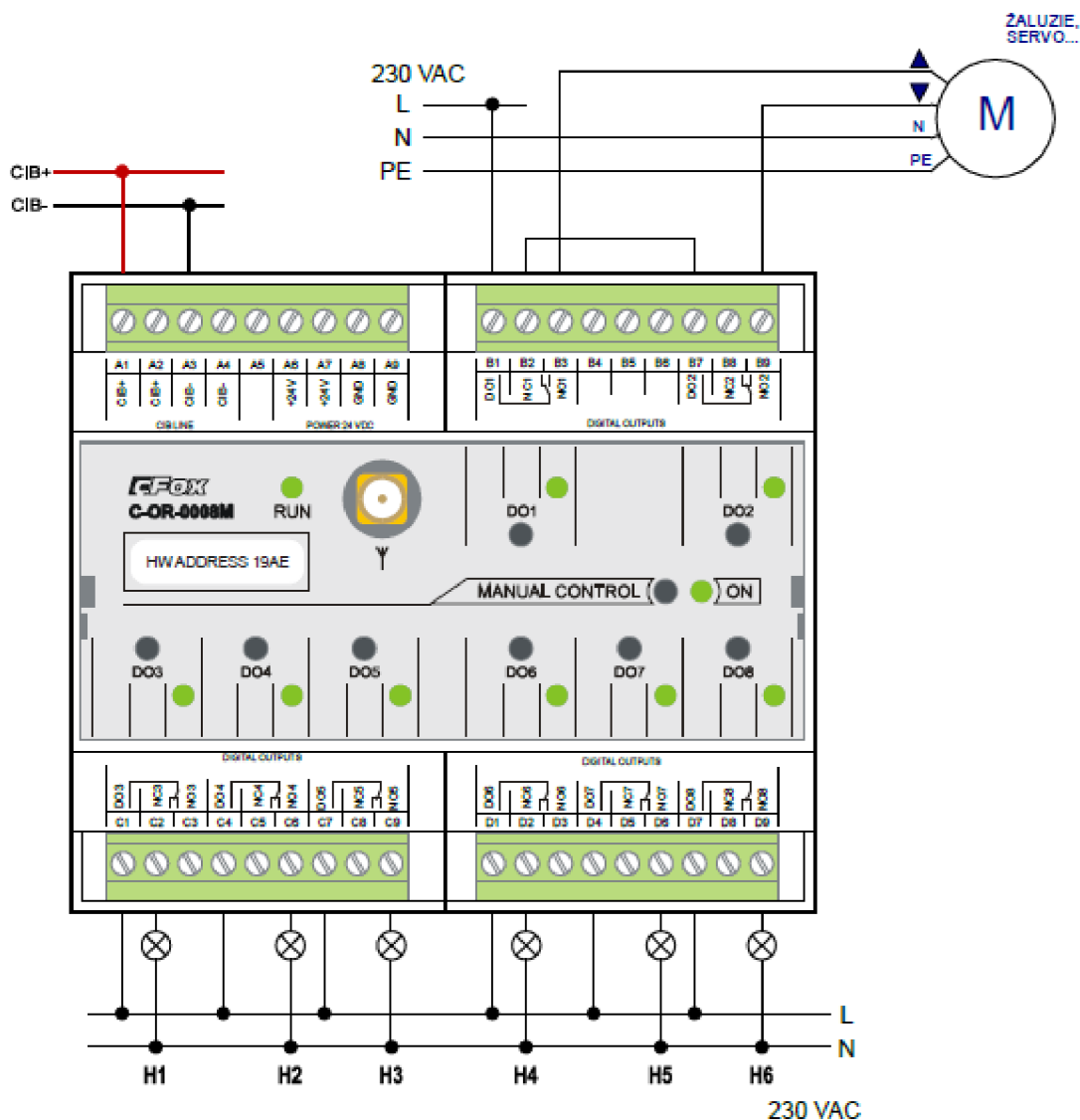


Obr. 4-5 RF Master RF-1131 [12]

- **Spínací modul C-OR-0008M**

Spínací modul osazen 8 reléovými výstupy vhodný pro spínání silových obvodů, ovládání žaluzií, spínání osvětlení (kapacitní a indukční zátěže). Disponuje krátkodobým spínacím proudem 80A po dobu maximální 20 ms a trvalým proudem na výstupu 16 A. [12]

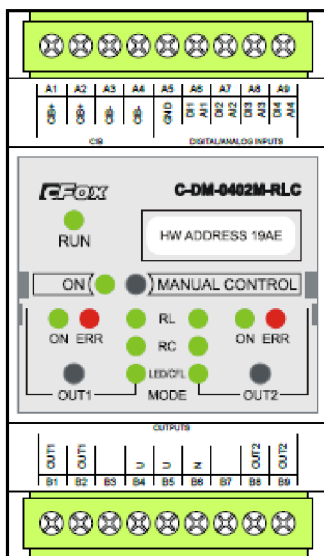
Komunikace je zabezpečena sběrnici CIB, ze které je možno tento modul také napájet. Další možností napájení je napájení ze samostatného zdroje 24 VDC. [12]



Obr. 4-6 Spínací modul C-OR-0008M a příklad zapojení [12]

- **Stmívací modul C-DM-0402M-RLC**

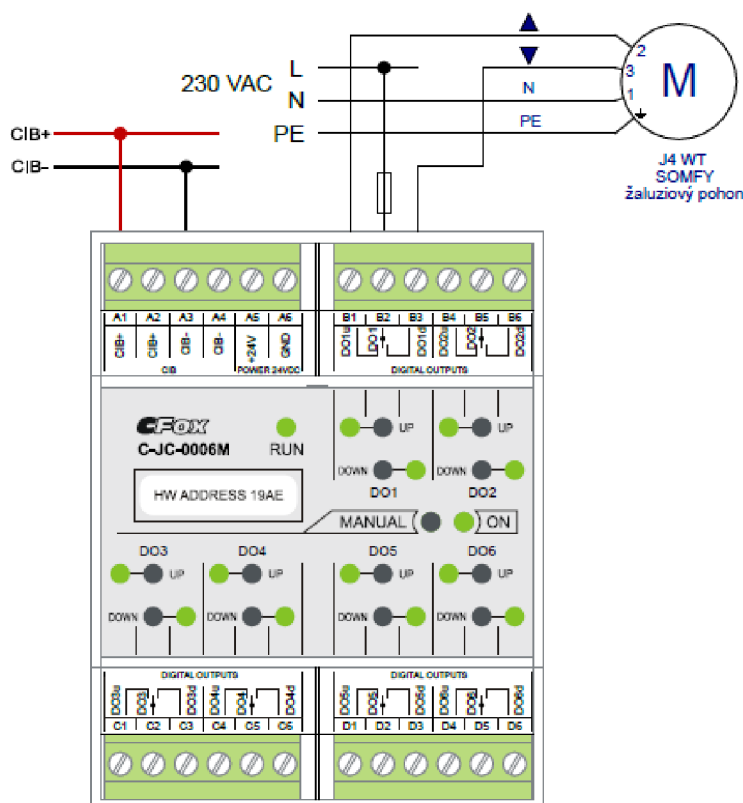
Pro nastavování uživatelem požadovaných úrovní osvětlení je vhodný stmívací modul C-DM-0402M-RLC, který dokáže regulovat úroveň v rozsahu 0-100% plného výkonu svítidel. Modul je v provedení RLC, může tedy stmívat jakýkoliv druh zátěže (typ zátěže se nastavuje v SW rozhraní). Je osazen 2 výstupy, přičemž každý z nich je dimenzován pro maximální zátěž 500 VA. Stmívání vyšších výkonů se realizuje paralelním chodem většího počtu výstupů a to až 4. Takovýmto způsobem lze stmívat zátěž o výkonu až 2 kVA. [12]



Obr. 4-7 Stmívací modul C-DM-0402-RLC [12]

- **Žaluziový modul C-JC-0006M**

Modul se specifickým zaměřením a to pro ovládání žaluziových pohonů s reverzací pomocí přepínání vinutí. Pro tyto účely disponuje modul 6 výstupy s blokadí (jak softwarovou i mechanickou) současného sepnutí obou výstupů. Čelní panel modulu je osazen tlačítky pro manuální ovládání žaluzií. Není doporučeno paralelní zapojení většího počtu motorů na jeden výstup pokud to výrobce daného žaluziového motoru výslovně nedovolí. [12]



Obr. 4-8 Žaluziový modul C-JC-0006M [12]

5 SLABOPROUDÉ ROZVODY

Způsoby uložení slaboproudých rozvodů podléhají podobným kritériím, jaká jsou popsána v kapitole 4, avšak u slaboproudých rozvodů je třeba uvažovat malé průřezy slaboproudých vedení a tomu přizpůsobit ukládání těchto vedení. Je vhodné zabezpečit větší ochranu proti mechanickému poškození, například při ukládání pod omítku je vhodné veškeré slaboproudé rozvody umísťovat do trubek apod. Dále je vhodné dodržet doporučenou vzdálenost umístění slaboproudých rozvodů při souběhu se silnoproudými rozvody. Tato vzdálenost se liší podle délky souběhu a je určena normou ČSN EN 50174-2 ed.2. Zamezí se tím nepříznivé vlivy rušení elektromagnetického záření zprostředkovaným silovou kabeláží.

5.1 EPS

Elektronická požární signalizace je požární signalizační systém, který má schopnost zaregistrovat počátek požáru a je chopen o tom podat hlášení. V případě rychlé reakce lze zabránit velkým škodám. Ve větších objektech bývá tato požární signalizace propojena s prostředky pro samočinné hašení vodou. V obytných domech je tato signalizace řešena většinou dvěma druhy hlásičů, a to [13,14]:

- **Opticko-kouřovými hlásiči**
- **Tepelnými hlásiči**

Opticko-kouřová čidla fungují na principu zhoršení přenosových podmínek na dráze světelného paprsku mezi LED diodou a fotosnímačem, kdežto tepelné hlásiče snímají prudký nárůst teploty a posílají signál do ústředny, popř. signalizují požár samy. Tepelné hlásiče umísťujeme do místností, kde se může kouře vyskytovat, aniž by šlo o požár (např.: obývací pokoj s krbem, pracovna, kuchyň atd.). Hlásiče dále dělíme na [13,14]:

- **Autonomní**
 - Napájené bateriemi (nutnost jednou za rok nebo po poplachu zkontrolovat/vyměnit), obsahují svou vlastní sirénu [13]
- **Připojené do ústředny**
 - Napájené z ústředny, odesílají signál do ústředny, která následně spíná obvod sirény [13]

Systém elektronické požární signalizace dělíme na tři druhy [14]:

- **Konvenční**
 - Připojujeme více hlásičů do jedné smyčky. Při vybavení hlásiče víme pouze, že se požár vyskytuje v jedné z místností, které obsahují hlásiče dané smyčky.

- **Analogová**
 - Hlásiče mají svou adresu, sbírají informace a provádí měření fyzikálních veličin, které následně posílají do ústředny, která z obdržených dat vyvodí závěr v podobě poplachu nebo předpoplachu.
- **Adresovatelná**
 - Každý hlásič má svou adresu. Při poplachu ústředna přesně ví, který hlásič jí dal podnět ke spuštění poplachu. Adresaci hlásičů lze provést rezistorem (měření proudu) nebo datovou komunikací.

5.2 EZS

Elektronický zabezpečovací systém slouží k ochraně objektu před vnikem cizích nebo nežádoucích osob do objektu tímto systémem vybaveným. EZS spouští výstražný systém dvěma způsoby detekce [15]:

- **Analogově**
 - Přerušení drátu v systému
- **Digitálně**
 - Příjem signálu z čidla (např.: detektoru pohybu)

Systém EZS se skládá z ústředny, která obsahuje především radiový modul pro komunikaci s bezdrátovými čidly, GSM komunikátor, který komunikuje s předvolenou druhou stranou a podává informace o poplachu aj., dále záložní zdroj s využitím při výpadku proudu a spínací a vyhodnocovací obvody poplachu. Čidla systému EZS můžeme stejně jako EPS využít v provedení autonomním nebo pevně spojeném s ústřednou. U autonomních čidel je potřeba v určitých intervalech kontrolovat stav baterií. Dnešní systémy EZS nabízí nesčetné množství druhů detektoru. Výčet těch nejpoužívanějších [15,16]:

- **PIR čidlo**
 - detektor pohybu, reaguje na pohyb v jeho zorném poli. V dnešní době se vyrábí i PIR čidla s přidanými nebo specifickými funkcemi jako např.: PIR s optickou čočkou, která spolu se informací o pohybu odešle do ústředny obrázek místa, dvojitý PIR kontroluje dvě zóny a pro odeslání signálu musí detekovat pohyb v obou z nich. [15,16]

- **Čidlo tříštění skla**

- Čidlo odesílající signál při rozbití skla, na kterém je umístěno. Některé typy těchto čidel odesílají signál i při pokusu odstranit je ze skla. Umísťujeme je přímo na sklo nebo na okenní rám (záleží na druhu čidla). [16]:

- **Magnetické detektory**

- Slouží pro detekci otevírání dveří, oken nebo vrat. Odesílají signál po rozeznutí obvodu (otevření), jelikož se magnetický kontakt skládá z magnetu umístěného na pohyblivé části hlídaného prvku (dveří, křídla oken atd.) a snímací cívky umístěné na nepohyblivé části prvku, která detekuje sepnutý nebo rozeznutý stav kontaktu a vydává signál ústředně. [15,16]

Ovládání EZS jako uvedení aktivace či deaktivace a jiná komunikace s ústřednou je většinou provádí pomocí [15]:

- **Klávesnice**

- Zadáním kódu nebo klávesovou kombinací

- **Biometrickým senzorem**

- Scan sítnice, otisku prstů nebo hlasu

- **Dálkovým ovládáním**

- Stiskem nadefinovaného tlačítka

- **GSM**

- **Přes internet**

Ovládací prvky umísťujeme do místností, kterými se vstupuje do objektu a co nejbližší dveřím. V těchto místnostech nastavujeme senzorům určitou prodlevu, aby byl zajištěn dostatečný čas pro zadání hesla atd.

5.3 Internet

Připojení k internetu je v dnešní době nedílnou součástí každé domácnosti. Takovýto rozvod internetu v obytném domě nebo jiné budově sestává z určitých druhů komponent. Výskyt těchto komponent závisí na druhu příjmu internetového signálu. Připojení objektu můžeme realizovat [17,18]:

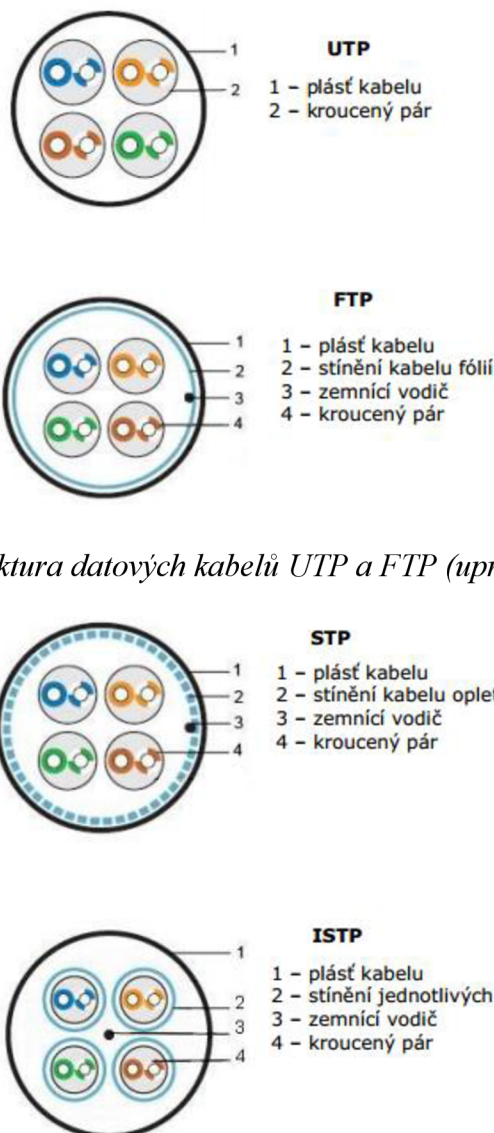
- **Optickou linkou**
 - V současné době způsob poskytování internetu s největší rychlostí přenosu dat. Nevýhodou je rozšíření tohoto způsobu poskytování internetového připojení. V mnoha obcích nebo menších městech nejsou rozvedeny optické kabely a tento způsob připojení k internetu tedy nelze realizovat.
- **Wi-Fi přijímačem**
 - Využívanější způsob spíše v menších městech nebo vesnicích kam je složité nebo velice nákladné dotáhnout optické rozvody. Funguje na principu umístění vysílače na strategickém místě, které pokryje největší část plochy, pro kterou chce poskytovatel umožnit připojení k internetu. Uživatelům poskytovatel nainstaluje příslušnou anténu na objekt, ze které vyvede kabelové vedení do modemu.
- **Telefonní linkou (ADSL)**
 - V dnešní době už méně používaný, ale stále aktuální způsob připojení k internetu. Jedná se o využití telefonní linky jak pro přenos hlasového signálu tak ale i datového signálu na jiných frekvencích tak aby se navzájem tyto signály nerušily.

Komponenty pro správnou funkci datového rozvodu v objektu:

- **Splitter**
 - Speciální filtr, jehož funkcí je oddělit hlasový signál na telefonní lince od toho datového. Je nezbytný pokud budeme využívat internet a pevné telefonní linky zároveň. Pokud využíváme telefonní linku pouze jako připojení k internetu, není přítomnost splitteru vyžadována. [17]
- **Modem**
 - Modem je nezbytné zařízení mnoha internetových připojení. Jedná se o zařízení, které zajišťuje převod signálu mezi analogovým a digitálním. Využívá se při přenosu dat digitálních analogovou trasou. Řadí se za splitter nebo přijímače bezdrátového signálu. [17,18]
- **Router**
 - Neboli směrovač je aktivním síťovým zařízením, které přeposílá datové informace směrem k cílovým zařízením. Poskytuje připojení k internetu více uživatelům. V dnešní době je často kombinován s Wi-Fi vysílačem neboli bezdrátovým poskytováním internetového signálu. [17,19]
- **Kabelové vedení**
 - Nezbytně nutná komponenta pro přenos mezi routerem a uživatelem. Pro přenos dat se využívá kroucených párů. Kroucený pár je druh kabelu, který je tvořen dalšími

čtyřmi páry vodičů, které jsou zkrouceny po celé délce pravidelným způsobem. Tyto čtyři páry jsou dále zkroucené i mezi sebou (opět rovnoměrně a po celé délce). Každý z vodičů v páru je rovnocenný, žádný z nich se nepřipojuje na kostru nebo na zem). Kroucením se zamezuje rušení párů mezi sebou, i rušení vnější. Pro další odrušení se navíc používá stínění a podle něj rozlišujeme základní čtyři druhy kroucených párů, a to [17,18]:

- **UTP** – Nestíněný kroucený pár (Unshielded twisted pair)
- **FTP** – Fólií stíněný kroucený pár (Foil shielded twisted pair)
- **STP** – Opletením stíněný kroucený pár (Shielded twisted pair)
- **ISTP** – Fólií stíněný každý pár kabelu (Individually shielded twisted pair)



Obr. 5-1 Struktura datových kabelů UTP a FTP (upraveno z [17])

Obr. 5-2 Struktura datových kabelů STP a ISTP (upraveno z [17])

Topologii sítě v rodinném domě volíme hvězdicovou, tedy že z jednoho routeru rozvedeme ke každé datové zásuvce nebo datovému vývodu zvlášť kabel. Většinou bude topologie hvězdicová jednoduchá, kdy se využívá jen jednoho routeru, nebo můžeme využít topologie hvězdicové stromové, kdy pro každé patro zvlášť umístíme strategicky router a každé datové obvody patra budeme vyvádět z příslušného routeru daného patra. [18]

- **Datová zásuvka**

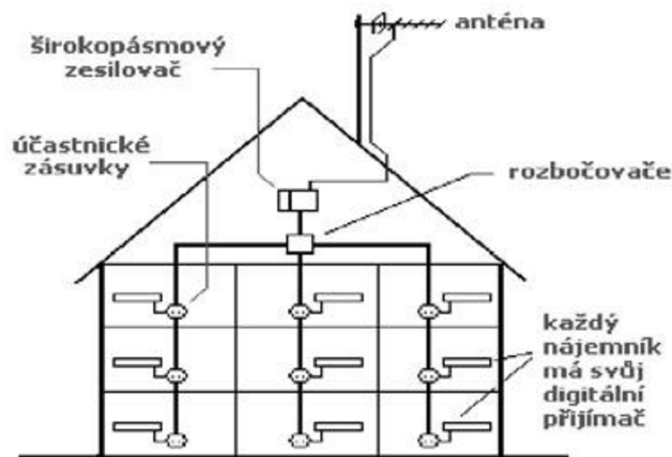
- Je to koncový bod strukturované kabeláže. Je nutné při projektování nadimenzovat dostatečný počet datových zásuvek, budoucí změny počtu těchto zásuvek jsou velice obtížné a neobejdou se bez zásahu do konstrukcí budovy. Umístování a instalace zásuvek se řídí stejnými pravidly jako tomu je u silových zásuvek nebo spínačů. Instalují se do instalačních zón popsaných v kapitole 4. Pro snadnou orientaci je vhodné každou datovou zásuvku trvale, jednoznačně a viditelně označit. Jedna datová zásuvka může obsahovat až 3 porty pro připojení k síti s podmínkou vedení kabelu ke každému portu zvlášť. [17]

5.4 TV

V bytových domech nebo komplexech je vhodně využít pro příjem digitálního televizního signálu jedné společné antény. Signál dále rozvádíme do jednotlivých bytů nebo místností zvlášť. Rozvod signálu můžeme provést těmito způsoby:

- **Přímým rozvodem digitálních kanálů v pásmu UHF**

- Nejlevnější řešení pro televizní rozvody, je systémově čisté a perspektivní. Stačí pouze jedna společná anténa pro všechny účastnické televizní zásuvky. Z antény je veden signál na širokopásmový zesilovač a dále do rozbočovače, z kterého se vyvádějí koaxiálním kabelem rozvody do jednotlivých bytů nebo pater nebo skupin účastnických zásuvek. Výhodou je možnost smyčkování zásuvek. [20]



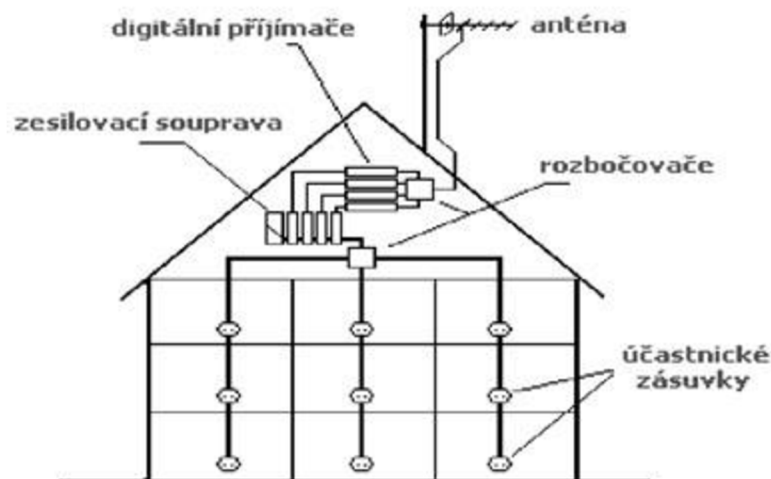
Obr. 5-3 Přímý rozvod digitálních kanálů v pásmu UHF [20]

- **Kmitočtovou konverzí z UHF do VHF**

- Výhodný způsob při rekonstrukcích. Lze totiž jej použít pro dříve používané antény použitelné jen do 300 MHz. Zanechávají se původní zásuvky, rozvody i anténa. [20]

- **Převod programu z DVB-T na PAL**

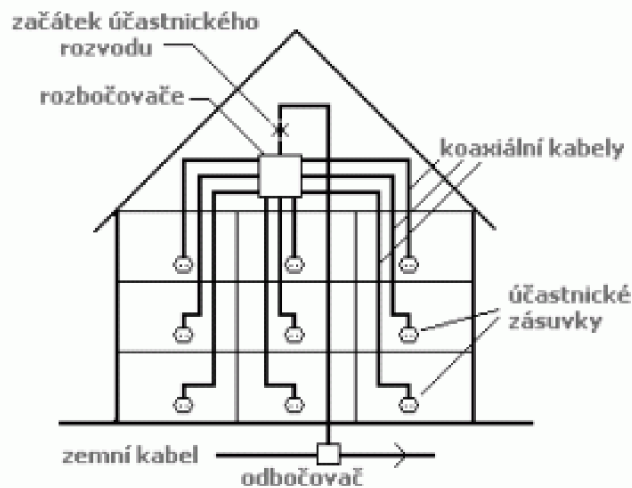
- Nevýhodou tohoto způsobu je nepřítomnost multiplexu na účastnické zásuvce, ale pouze jednoho dekódovaného kanálu. Pro každý program je potřeba do hlavní stanice instalovat digitální přijímač. Proto je tento způsob neperspektivní a zbytečně drahý. [20]



Obr. 5-4 Převod na analogové kanály PAL [20]

- **Připojení na rozvod kabelové televize**

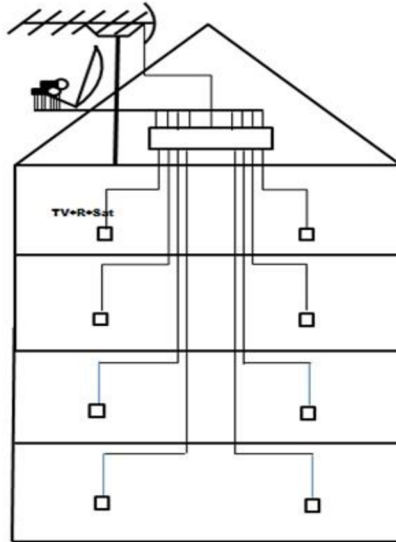
- Jedná se o nákladnější řešení rozvodů STA, zato je technicky elegantní a nemá žádné omezení. Jedná se o napojení na rozvod kabelové televize, tento účastnický rozvod přes rozbočovač dovedeme ke každé účastnické zásuvce zvlášť. [20]



Obr. 5-5 STA rozvod kabelové televize [20]

- **Satelitním přijímačem**

- Jedná se o příjem satelitního signálu pomocí satelitního přijímače. Tento přijímač je umístěn na střeše nebo štítu objektu tak, aby bylo dosaženo co největší síly a kvality signálu. V tomto případě je topologie sítě hvězdicová, kdy vede z přijímače stejný počet vedení jako je počet účastnických zásuvek. K tomu musí být přizpůsoben LNB konvertor (musí obsahovat daný počet výstupů). Dále musí být na příjem digitálního satelitního signálu uzpůsobeno koncové zařízení. Televize dekódují satelitní vysílání pomocí dekódovacích karet platform jako SKYLINK, CS LINK apod. prostřednictvím CI modulů (u TV obsahující CI slot) nebo prostřednictvím STB. [21]



Obr. 5-6 STA rozvod se satelitním přijímačem [21]

6 VLASTNÍ PROJEKT

Zpracování dokumentace pro provedení stavby a její náležitosti jsou definovány zákonem č. 183/2006 Sb. „*Stavební zákon*“ spolu s vyhláškou č. 499/2006 o dokumentaci staveb.

Výstupem projektové dokumentace vlastního projektu jsou přílohy:

- Klasická elektroinstalace - Silnoproud – Příloha A
- Klasická elektroinstalace - Schéma rozváděče 1-pólové – Příloha B
- Systémová elektroinstalace - Silnoproud – Příloha C
- Systémová elektroinstalace - Schéma rozváděče – Příloha D
- Výkresová dokumentace - Slaboproud – Příloha E
- Výpočet osvětlenosti – Příloha F
- Technická zpráva – Klasická elektroinstalace – Příloha G
- Technická zpráva – Systémová elektroinstalace – Příloha H
- Rozpočet – Klasická elektroinstalace – Příloha I
- Rozpočet – Systémová elektroinstalace – Příloha J

6.1 Charakteristika objektu

Tvorba dokumentace pro provedení stavby je realizována pro dvoupodlažní dům, který je v uspořádání 5+1.

6.2 Klasická elektroinstalace

Návrh klasické elektroinstalace byl realizován pomocí programu EIProCad. Do půdorysu budovy byl nejdříve umístěn domovní rozváděč. Umístěn byl strategicky tak, aby nenarušoval estetiku, délka veškerého vedení byla zredukována na minimum a byl dobře dostupný. Finální umístění bylo tedy do stěny mezi vstupní halou a garáží směrem do garáže. Byla zvolena varianta s jedním rozváděčem, jelikož je v patře pouze jeden světelný a dva zásuvkové obvody. Dále byly rozmístěny spotřebiče, vývody zásuvky, spínače a svítidla.

Rozmístění a druh svítidel byl navržen za pomoci programu Wils, kde byl nejdříve vytvořen model objektu a podle nejnižších přípustných hodnot osvětlení stanovených normou ČSN EN 12464-1 a vybraného svítidla byl programem Wils dopočítán počet a rozmístění svítidel a také byly vykresleny izoluxní křivky do modelu místnosti. Rozmístění svítidel navržené programem Wils bylo respektováno ve výsledném návrhu projektové dokumentace.

Po rozmístění přístrojů byla vyznačena trasa kabelových vedení a jednotlivé zařízení a zásuvky byly připojeny na příslušné okruhy, svítidla byla připojena taktéž na příslušné okruhy a ovládací prvky byly propojeny s příslušnými svítidly. Všechny okruhy byly taženy do rozváděče. Při připojování zásuvek do okruhů nebyl překročen limit maximálně deseti zásuvek na obvod.

Druh kabelu byl zvolen celoplastový kabel s měděným jádrem CYKY s uložením ve zdi, tedy C. Průřezy jednotlivých vodičů byly určeny podle tabulky proudové zatížitelnosti měděných kabelů při teplotě okolí 30°C.

Tab. 6-1 Výpis kabeláže

Výpis kabelů	
Obvod	Typ kabelu
Přívodní kabel	CYKY 4x6 mm ²
Jednofázové zásuvkové okruhy	CYKY 3x2,5 mm ²
Trojfázové zásuvkové okruhy	CYKY 5x2,5 mm ²
Jednofázové světelné okruhy	CYKY 3x1,5 mm ²
Varná deska	CYKY 5x2,5 mm ²
Trouba	CYKY 3x2,5 mm ²
Plynový kotel	CYKY 3x1,5 mm ²
Bojler	CYKY 5x2,5 mm ²
Lednice	CYKY 3x2,5 mm ²
Mikrovlnka	CYKY 3x2,5 mm ²
Pračka	CYKY 3x2,5 mm ²
Sušička	CYKY 3x2,5 mm ²
EZS	CYKY 3x2,5 mm ²
EPS	CYKY 3x2,5 mm ²
Pohon garážových vrat	CYKY 3x1,5 mm ²
Pohon brány	CYKY 3x2,5 mm ²
Klimatizace	CYKY 3x2,5 mm ²
Žaluzie	CYKY 3x1,5 mm ²

Dále bylo potřeba nadefinovat způsob uložení kabelů a tras. Zvolené bylo uložení v trubkách o průměrech 26 a 32 mm po celé délce kabelového vedení.

6.3 Systémová elektroinstalace

Návrh systémové elektroinstalace vycházel již z realizované elektroinstalace klasické. Dispozice osvětlení, rozmístění zásuvek a vývodů pro žaluziové pohony zůstaly beze změny. V první řadě bylo potřeba promyslet rozmístění veškerých senzorů, čidel apod. pro zajištění správného chodu a uživatelsky přijatelného ovládání požadovaných funkcí dle požadavků

investora. Po rozmístění těchto prvků instalace byly připojeny na příslušné okruhy, které byly vyvedeny do rozváděče. Jednotlivě ovládané světelné a žaluziové okruhy byly jednotlivě taktéž vyvedeny do rozváděče, jak tomu je i u okruhů zásuvkových.

Rozvaděč byl osazen příslušnými moduly řady CFox a RFox systému Foxtrot tak, aby bylo možné splnit požadavky na ovládání jednotlivých okruhů a vývodů. Tyto moduly byly připojeny na napájecí zdroj a na sběrnici CIB popř. TCL2 podle druhu modulu. Napájecí 27,2V zdroj bylo potřeba nadimenzovat na maximální odběr všech modulů a periférií na něj připojených. V případě překročení limitu maximálního proudu na výstupu zdroje bylo nutné uvažovat zařazení dalšího zdroje. Stejným kritériím podléhal CIB master, na kterém nesmí odběr jednotlivých CIB sběrnic přesáhnout 1 A.

Tab. 6-2 Přehled zatížení modulů systémové elektroinstalace

Zatížení modulů				
Zdroj/sběrnice	Modul	Odběr [mA]	Počet modulů	Zatížení [mA]
CIB1	C-WG-0503S	20	4	80
	Tlačítka	15	15	225
	C-IT-0200S	12	8	96
	C-RC-0002R	15	4	60
CIB1 celkem				461
CIB2	C-WG-0503S	20	7	140
	Tlačítka	15	3	45
	C-IT-0200S	12	3	36
	C-RC-0002R	15	3	45
CIB2 celkem				266
CIB3	C-OR-0008M	146	4	584
	C-JC-0006M	78	2	156
	C-DM-0402M-RLC	35	1	35
CIB3 celkem				775
Zdroj	CIB1	461	1	461
	CIB2	266	1	266
	CIB3	775	1	775
	CP-1005	100	1	100
	RF-1131	35	1	35
	Operator panel ID-18	220	1	220
Zdroj celkem				1637
Rezerva zdroje				26%

Jištění jednotlivých modulů a obvodů podléhalo stejným kritériím jako u klasické elektroinstalace. Hodnoty jisticích a chránicích prvků jsou dostupné v příloze D.

Pro přehlednost byly výkresy systémové instalace a silových obvodů odděleny.

6.4 Slaboproudá elektroinstalace

EPS

- Navržení EPS zahrnovalo pouze rozmístění hlásičů v autonomním provedení. Tyto hlásiče jsou vybaveny vlastním zdrojem (baterie) a sirénou, proto nepotřebují připojení k ústředně. Do všech místností byly umístěny opticko-kouřové hlásiče kromě kuchyně, koupelen a kotelny, tam jsem umístil hlásiče teplotní.

EZS

- Veškeré místnosti s možností vnějšího vniknutí byly opatřeny senzory pohybu (PIR čidla) tak, aby obsáhla prostory oken a dveří. Prádelnu bylo nutno vybavit ústřednou EPS a čidlem tříštění skla, vstupní dveře magnetickými kontakty. Do vstupní haly byla umístěna klávesnice pro komunikaci s ústřednou a na štít domu poplašné zařízení (siréna). Veškeré komponenty EZS byly spojeny s ústřednou pomocí kabelu SYKFY 2x2x0,5.

Internet

- Nejdříve byly rozmístěny datové zásuvky, poté anténa na štítu domu pro příjem Wi-Fi signálu, modem a router do dětského pokoje v patře a acces point v přízemí. Datové zásuvky byly jednotlivě připojeny na router v tomtéž podlaží a datové zásuvky v přízemí na acces pointu. Veškeré připojování proběhlo kabelem FTP.

TV

- Prvním krokem bylo rozmístění účastnických zásuvek a satelitního přijímače, poté byla každá zásuvka zvlášť napojena na satelitní přijímač koaxiálním kabelem VCEOY 75-3,7.

Kamerový systém

- Po obvodu rodinného domu byly nejprve umístěny 4 kamery. Každá zvlášť na rohu objektu tak, aby zabrala co nejlépe každou ze stran domu. Do pracovny byl použit rekordér pro záznam kamer a na něj byly připojeny všechny kamery kabelem FTP.

6.5 Jištění

Po dokončení kabelových tras a vedení bylo potřeba navrhnout jištění daných okruhů. Návrh byl realizován v programu Sichr. V rozvodnici byl nejdříve rozdělen vodič PEN přírodního kabelu CYKY 4x6 na dva samostatné vodiče a to N a PE. Vytvořena byla tedy ze sítě TN-C síť TN-C-S. Pro návrh jištění před elektroměrem bylo vycházeno z instalovaného příkonu, jenž je součtem příkonů všech spotřebičů.

Tab. 6-3 Výpočet soudobého příkonu

Skupina spotřebičů	Instalovaný příkon [kW]
Osvětlení	1,8
Zařízení spojené s vařením	11,9
Ostatní	27,3
Součet	
	41,0
Soudobost β	
	0,35
Soudobý příkon	
	14,35

Ze vztahu:

$$P_s = \beta * \sum P_i \quad (W; -, W, W) \quad (6.2)$$

získáme soudobý příkon 14,35 kW, ze kterého určíme výpočtový proud, který nám udává hodnotu jisticího prvku před elektroměrem.

Vztah pro výpočtový proud:

$$I_{výp} = \frac{P_s}{\sqrt{3} * U_s * \cos\varphi} \quad (A; W, V, -) \quad (6.3)$$

$$I_{výp} = \frac{14.35 * 10^3}{\sqrt{3} * 400 * 0,9} = 21,8 \text{ A}$$

Hodnota jističe byla zvolena nejbližší vyšší výpočtovému proudu, tedy 25 A s charakteristikou B. Tento jistič byl umístěn před elektroměr.

V rozvaděči je dále jištěn každý obvod zvlášť. Byla zařazena ochrana proti nadproudům a proti zkratům. Tuto ochranu zajišťují jističe. Jmenovitý proud jističů podle příslušných obvodů lze najít v přílohách B a D.

Do rozvaděče byly dále nainstalovány doplňkové ochrany v podobě proudových chráničů s residuálním proudem 30 mA. Dále byl rozvaděč osazen čtyřpólovou přepěťovou ochranou.

6.6 Rozpočet

Pro realizaci rozpočtu byl využit program Verox, který dokáže komunikovat s programem ElProCad a díky funkci specifikace importoval veškeré zásuvky, spínače, svítidla, kabeláž apod. z navrhnutých silnoproudých a slaboproudých výkresových dokumentací. Obsahuje obrovskou databázi produktů nejrozličnějších firem. Z této databáze byly nakonec doplněny prvky, které program nedokázal importovat. K vypočtené délce kabelových vedení bylo potřeba přičíst 30 %, jelikož je návrh ve 2D a nejsou znázorněny horizontální vedení. 30 % rezerv bylo uvažováno i při návrhu velikosti rozváděčové skříně podle počtu modulů.

6.7 Technická zpráva

Při psaní technické zprávy bylo respektováno seznamu bodů, které by měla TP pro provedení stavby DPS obsahovat [22]:

- Základní technické údaje
- Energetická bilance rozdělená na jednotlivé druhy spotřebičů a druhy sítí včetně instalovaného a soudobého příkonu.
- Způsob měření spotřeby elektrické energie včetně případného technického řešení kompenzace
- Způsob technického řešení napájení rozvodů od napojení na rozvodnou síť
- Způsob řešení náhradních zdrojů včetně zálohování rozvodů
- Popis technického řešení osvětlovací soustavy včetně ovládání
- Popis technického řešení zásuvkových okruhů
- Popis technického řešení napojení vzduchotechniky, chlazení, otopných systémů, zdravotní techniky, požárních systémů na elektrickou energii včetně případného způsobu ovládání měřením a regulací
- popis technického řešení připojení požárních systémů, elektrické požární signalizace, elektrické zabezpečovací signalizace, kamerového systému, měření a regulace a jejich koordinace se silnoproudými zařízeními

- popis technického řešení napojení technologických celků (systémy slaboproudé, výtahy, eskalátory apod.)
- způsob uložení kabelového nebo jiného vedení vůči stavebním konstrukcím
- popis způsobu a provedení uzemnění a bleskosvodu včetně provedení uzemňovací soustavy.

7 SROVNÁNÍ

7.1 Srovnání projektování

Hlavní odlišnosti ve srovnání projektování klasické a systémové elektroinstalace pramení již z podstaty jejich funkce. Zatímco klasická elektroinstalace soustředí ovládací prvky s většinou jednoznačně určenou funkcí do konkrétního místa, tak systémová elektroinstalace tyto nedostatky odbourává centralizací ovládacích modulů a multifunkčností senzorů (analogie k ovládacím zařízením v klasické elektroinstalaci).

Rozdíl lze hledat již v prvopočátcích projektování, tedy při promyšlení dispozice veškerých zařízení a přístrojů a uvažování podmínek investora. Z tohoto hlediska jsou si obě elektroinstalace velice podobné. Nepředpokládá se, že investor dané problematice rozumí a proto je proces přenesení myšlenky na papír zcela na projektantovi. Porozumění požadavkům a následné doporučení, inovace a vize realizace jsou v obou druzích elektroinstalací na stejné úrovni.

Při fyzickém projektování jsou již rozdíly znatelné. V této kategorii se stává jednodušší elektroinstalací právě ta systémová. Toto tvrzení vychází z připojování veškerých účastníků pouze dvouvodičově, výjimečně čtyřvodičově (čidla apod.), kdežto v klasické elektroinstalaci je výběr a zapojení ovládacích prvků složitější, například u osvětlení je volba spínačů nebo vypínačů závislá na počtu míst, ze kterých budu daný obvod ovládat, popř. počtu obvodů které budu ovládat z daného místa. Připojení účastníků na jednotné sběrnici, která je dále vedena do centrální jednotky umožňuje právě těmto účastníky nastavovat různé akce při jejich sepnutí, v terminologii systémových elektroinstalací při zaslání telegramu. Tyto dvě výhody oproti klasické elektroinstalaci usnadňují celý proces projektování.

Výhodou z hlediska projektování (nikoliv z ekonomického hlediska) systémové elektroinstalace, která pramení z centralizace spínacích modulů je soustředění všech ovládaných obvodů do místa rozvaděče, což nám usnadní značení obvodů a napojování na trasy, naopak u klasické elektroinstalace lze více samostatně ovládaných zařízení napojit na jeden obvod (např. žaluzie).

Dalším náročným procesem je výběr správných modulů pro samotné spínání, ovládání apod. Je nutné důkladně projít jejich technické parametry a podle požadovaných zátěží a výkonů je třeba vybrat správně nadimenzované moduly dané aplikace.

Projektování slaboproudých rozvodů zůstalo beze změn, ovšem existuje možnost napojení jak hlásičů EPS, tak čidel EZP a tím využití jednoho čidla jak pro zabezpečení objektu tak například jako čidlo pro ovládání osvětlení na chodbách nebo jiných účelových místnostech. Do těchto čidel je možné integrovat i jiné druhy čidel, např. vlhkosti a tím dosáhnout lepší možnosti automatizace domu.

Z hlediska časové náročnosti projektování je náročnější elektroinstalace systémová. Bylo již zmíněno, že projektování je u systémové elektroinstalace jednodušší, ovšem realizace návrhu rozvaděče a následné kreslení schématu je mnohem pracnější, než je tomu u elektroinstalace klasické.

7.2 Srovnání projektové dokumentace

V případě porovnávání jednotlivých částí projektové dokumentace, která zahrnuje dispozice silnoproudých a slaboproudých rozvodů, schéma rozvaděče a technickou dokumentaci je největším rozdílem právě rozsah všech těchto součástí. Dispozice silnoproudých rozvodů bylo třeba u systémové elektroinstalace rozdělit na dva samostatné výkresy pro každé patro zvlášť, kde se do jednoho výkresu zakreslily trasy a vedení přívodních kabelů a rozmístění základních spotřebičů, zásuvek a světel a do druhého byly zakresleny veškeré komponenty, účastníci a vedení nezbytné pro realizaci systémové elektroinstalace. Toto rozdělení má za následek větší množství výkresů potřebných pro návrh systémové elektroinstalace.

Dalším faktorem rozšiřujícím množství počtu výkresů nezbytných pro celkovou realizaci elektroinstalace je schéma rozvaděče. Proti jednopólovému schématu z klasické elektroinstalace, kde se vyskytuje téměř pouze jen jištění, je schéma rozvaděče systémové elektroinstalace rozsáhlejší, jejíž schéma již obsahuje vyobrazení použitých modulů a není již možné kreslit celé schéma jednopólově. Takovéto schéma vyžaduje přesné označení kabeláže a její správně umístění na příčné svorky modulů. Takovéto požadavky jsou nutné, z důvodu udržení jednoznačnosti zapojení při využití většího počtu různých druhů kabelů.

Odlišnost v dispozici silnoproudých rozvodů je také při značení přístrojů. U silnoproudé elektroinstalace se ovládací prvky označují pouze číslem, které značí příslušný ovládaný obvod. V případě systémové elektroinstalace se udává taktéž obvod, respektive číslo sběrnice, na kterou tyto ovladače připojujeme a dále uvádíme adresu jednotlivého účastníka využívanou později při programování systému. S tím souvisí i rozšíření dokumentace o seznam účastníku s jejich adresou a požadovanou funkcí, který lze najít v příloze H.

7.3 Srovnání ekonomické kalkulace

Nejdůležitějším faktorem u lidí jsou při výběru mezi klasickou nebo systémovou elektroinstalací pořizovací náklady. V tomto ohledu je jasně výhodnější klasická elektroinstalace, jejíž náklady jsou téměř poloviční než náklady na elektroinstalaci systémovou. Přehled veškerých položek a jejich cenu lze najít v příloze I pro klasickou elektroinstalaci a v příloze J pro systémovou elektroinstalaci.

Tři největší položky, které tvoří již zmiňovaný rozdíl v nákladech je vybavení rozvaděče, kabeláž a ovládací prvky. Náklady na jednotlivé položky systémové elektroinstalace a jejich porovnání s položkami v klasické elektroinstalaci lze nalézt v následující tabulce 7-1.

Tab. 7-1 Rozdíl v nákladech na jednotlivé položky

Položka	Systémová ele.	Klasická ele.	Rozdíl Kč	Rozdíl %
Kabeláž	19 510,41 Kč	16 321,00 Kč	3 189,41 Kč	+19,54 %
Ovládací prvky	108 462,81 Kč	12 695,55 Kč	95 767,26 Kč	+754,34 %
Rozvaděč	60 769,21 Kč	10 388,55 Kč	50 380,66 Kč	+484,96 %

Další položkou, díky které stoupá cena systémové elektroinstalace je projektování dané zakázky. Systémová elektroinstalace je časově náročnější a s tím roste i její cena. Neodmyslitelným prvkem při návrhu a realizaci systémové elektroinstalace je také naprogramování celého systému, které opět zvedá pořizovací náklady oproti elektroinstalaci klasické.

Pokud se na tyto dva systémy hledí z pohledu nákladů provozních, tak právě díky systémové elektroinstalaci a její schopnosti automatizovat provoz domácnosti lze ušetřit velké množství nákladů na vytápění, osvětlení apod. Například při automatickém uzavření termostatických hlavice při otevření okna lze dosáhnout až 20% úspory oproti klasické elektroinstalaci, kde takováto regulace není možná.

8 ZÁVĚR

Cílem této semestrální práce bylo seznámení se s problematikou návrhu silnoproudých a slaboproudých rozvodů klasické a systémové elektroinstalace v rodinném domě a dále nabyté znalosti uplatnit při vlastní realizaci návrhů a jejich následném porovnání.

Po teoretické stránce je v práci stručně shrnuta problematika silnoproudých rozvodů, kde se práce zabývá charakteristikou komponent potřebných pro napojení objektu k distribuční síti, požadavky na zásuvkové a světelné obvody a způsobu uložení vedení a jeho umístění podle instalačních zón. Následně byla stručně rozebrána problematika systémové elektroinstalace. Nejprve z obecného hlediska jako její rozdělení podle určitých kritérií, přehled výrobců, po kterém následoval konkrétní použitý výrobce a využití jednotlivých modulů ve vlastním návrhu elektroinstalace. Další kapitola se zabývala slaboproudými rozvody, které byly taktéž stručně rozebrány z hlediska návrhu a realizace. Práci zakončuje popis postupu při návrhu vlastního projektu a následné srovnání obou variant elektroinstalací.

Po praktické stránce byl v rámci tohoto projektu vytvořen návrh silových a datových rozvodů dvoupodlažního rodinného domu pro klasickou i systémovou variantu elektroinstalace. Návrh se dále skládal z technické zprávy, do které byly zaneseny patřičné náležitosti, rozpočtu, který obsahuje veškerý materiál a jeho cenu, a rozvaděčového schématu. Tato technická dokumentace byla následně doplněna o výpočet osvětlenosti, ze kterého se vycházelo při návrhu osvětlovací soustavy v objektu.

Ze srovnání návrhu klasické a systémové elektroinstalace jasně vyplívají přednosti jednotlivých druhů elektroinstalace. U systémové elektroinstalace jsou to především pořizovací náklady, díky kterým není tento druh instalace tak rozšířen u menších objektů. V dnešní době je ovšem trend využívání systémových elektroinstalací na vzestupu a taktéž rozšíření konkurence v tomto odvětví sráží cenu níž a níž. Tyto systémy jsou uživateli pořizovány především díky komfortu a úspoře energií, které nabízí. Návrhová takovoto instalace závisí od využitých možností úspor energie, proto je obtížné říci, do jaké míry je tento druh elektroinstalace efektivní vůči pořizovacím nákladům. Dalším důvodem, proč jsou tyto dva druhy elektroinstalace nesrovnatelné z hlediska pořizovacích nákladů je fakt, že systémová elektroinstalace zahrnuje velkou část z elektroinstalace klasické a veškeré ovládací a automatizační moduly apod. už jsou jen nástavbou. Obecně by se dalo říci, že je v dnešní době výhodnější pro objekty větších rozměrů. U menších objektů je základním rozhodovacím faktorem prioritou úspory na pořizovacích nákladech u klasické elektroinstalace nebo vyšší komfort u té systémové.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. čtvrté - doplněné. Lohenická 111, 190 17 Praha 9 - Vinoř: IN-EL, spol. s r.o., 2004. ISBN 80-86230-33-8.
- [2] HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. Klasická versus inteligentní elektroinstalace. *TZB-info: Domovní elektroinstalace* [online]. Topinfo, 19.9.2011 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace#english_synopsis
- [3] MRÁZIK, Josef. *Implementace SW pro řízení inteligentní elektroinstalace* [online]. Praha, 2006 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: https://support.dce.felk.cvut.cz/mediawiki/images/3/3e/Bp_2006_mrazik_josef.pdf. Bakalářská práce. České vysoké učení technické, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Pavel Němeček.
- [4] DVOŘÁČEK, Karel. *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací*. 2., přeprac. vyd. Praha: IN-EL, 2011, 115 s. ISBN 9788086230535.
- [5] ElektriKa.cz. *ElektriKa.cz* [online]. 1998 [cit. 2014-12-22]. Dostupné z: www.elektrika.cz
- [6] DVOŘÁČEK, Karel; HÁJEK, Jan. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 5., aktualiz. vyd. Brno : Computer Press, 2010. 149 s. ISBN 978-80-251-3111-4
- [7] TKOTZ, Klaus, Jiří HANDLÍŘ. *Příručka pro elektrotechnika*. 2. doplněné. Praha: Europa - Sobotalés, 2006, 624 s. ISBN 80-86706-13-3.
- [8] ŠTĚCH, Karel. *Elektroinstalace doma a na chatě*. 3., zcela přeprac. vyd. Praha : Grada, 2008. 136 s. ISBN 978-80-247-2622-9.
- [9] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem*. 2., zcela přeprac. vyd. Praha : Grada, 2010. 120 s. ISBN 978-80-247-3249-7
- [10] KUNC, Josef. *Komfortní a úsporná elektroinstalace*. 2. Brno: ERA, 2003. 120 s. ISBN 80-86517-73-X.
- [11] MATZ, V. *Systémy používané v "inteligentních" budovách - přehled komunikačních protokolů*. [online]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6879-systemy-pouzivane-v-inteligentnich-budovach-prehled-komunikacnich-protokolu>
- [12] Teco a.s. (Kolín). *Příručka projektování CFox, RFox a Foxtrot* [PDF dokument]. 23. 3. 2015 [cit. 25. 4. 2015]. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00416_01_CFoxRFoxProjektovani_cz.pdf
- [13] Jak vybrat požární hlásič. *Hlasič požáru* [online]. 2014 [cit. 2014-12-22]. Dostupné z: http://www.hlasic-pozaru.cz/pozarni_hlasic/jak_vybrat_pozarni_hlasic.php
- [14] Elektrická požární signalizace. *Kvaplik* [online]. [cit. . 2014-12-22]. Dostupné z: <http://www.kvaplik.net/elektricka-pozarni-signalizace/>
- [15] EZS - Elektronické zabezpečovací systémy. *Alarmtec* [online]. [cit. . 2014-12-22]. Dostupné z: <http://www.alarmtec.cz/ezs-elektronicke-zabezpecovaci-systemy.html>
- [16] Elektrický zabezpečovací systém. *Wikipedia* [online]. 2001 [cit. . 2014-12-22] Dostupné z WWW: http://cs.wikipedia.org/wiki/Elektronický_zabezpečovací_systém

- [17] Strukturovaný kabelážní systém. *Variant* [online]. 2014 [cit. . 2014-12-24]. Dostupné z: http://www.variant.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spol_Zarazene/01-MANU%C3%81LY%20CS/SKS%20prirucka%20-%20man-a4.pdf
- [18] LAIFR, Jiří. *Elektrotechnické a telekomunikační instalace: Počítačové a telekomunikační instalace*. 1708 s
- [19] Router. *Wikipedia* [online]. 2014 [cit. 2014-12-22] Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Router>
- [20] Společné antény (STA) a televizní rozvody. *DigitálníTelevize.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-12-24]. Dostupné z: <http://www.digitalnitemlevize.cz/informace/dvb-t/televizni-rozvody.html>
- [21] Satelitní rozvody. *Antény Matouš* [online]. 2014 [cit. 2014-12-24]. Dostupné z: <http://www.anteny-matous.cz/anteny-a-satelity/satelitni-rozvody/>
- [22] DVOŘÁČEK, Karel. Technická zařízení budov. [online]. [cit. 2014-12-28]. Dostupné z WWW: <http://www.tzb-info.cz/4798-projektova-dokumentace-pro-elektroinstalaci-podlenoveho-stavebniho-zakona-i>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Klasická elektroinstalace - Silnoproud

Příloha B – Klasická elektroinstalace – Schéma rozváděče 1-pólové

Příloha C – Systémová elektroinstalace - Silnoproud

Příloha D – Systémová elektroinstalace – Schéma rozváděče

Příloha E – Výkresová dokumentace - Slaboproud

Příloha F – Výpočet osvětlenosti

Příloha G – Technická zpráva – Klasická elektroinstalace

Příloha H – Technická zpráva – Systémová elektroinstalace

Příloha I – Rozpočet – Klasická elektroinstalace

Příloha J – Rozpočet – Systémová elektroinstalace