



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

## ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

## PROJEKTOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH ROZVODŮ INTELIGENTNÍHO DOMU S ŘÍDÍCÍM SYSTÉMEM FOXTROT

DESIGN OF ELECTRICAL WIRING INTELLIGENT HOUSE WITH A  
CONTROL SYSTEM FOXTROT

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jan Vančura

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

BRNO 2016

# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor **Elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

**Student:** Bc. Jan Vančura

**ID:** 146123

**Ročník:** 2

**Akademický rok:** 2015/16

**NÁZEV TÉMATU:**

## **Projektování elektrických rozvodů inteligentního domu s řídícím systémem Foxtrot**

**POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:**

1. Klasifikace budov a požadavky na jejich řízení.
2. Sběrníkový řídicí systém Foxtrot pro řízení budov.
3. Zpracování projektové dokumentace silových a datových rozvodů.

**DOPORUČENÁ LITERATURA:**

podle pokynů vedoucího práce

**Termín zadání:** 8.2.2016

**Termín odevzdání:** 20.5.2016

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

**Konzultant diplomové práce:**

**doc. Ing. Petr Toman, Ph.D., předseda oborové rady**

**UPOZORNĚNÍ:**

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové 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.

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Vysoké učení technické v Brně / Technická 3058/10 / 616 00 / Brno

Bibliografická citace práce:

VANČURA, J. *Projektování elektrických rozvodů inteligentního domu s řídicím systémem Foxtrot*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2016. 48 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Branislav Bátora, Ph.D..

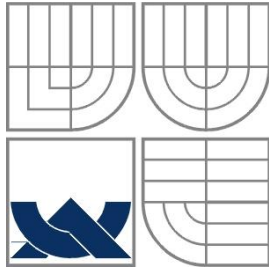
Jako autor uvedené diplomové (bakalářské) práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové (bakalářské) práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 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.

.....

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Branislavu Bátorovi Ph.D. za pomoc a cenné rady při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. arch. Jaromíru Zavadilovi za poskytnuté materiály k této diplomové práci.

.....



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**



**Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií**  
**Ústav elektroenergetiky**

**Diplomová práce**

# **Projektování elektrických rozvodů inteligentního domu s řídicím systémem Foxtrot**

**Jan Vančura**

**vedoucí: Ing. Branislav Bátora, Ph.D.**

**Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2016**

**Brno**



**BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY**

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

**Master's Thesis**

# **Design of electrical wiring intelligent house with a control system Foxtrot**

**by**

**Jan Vančura**

**Supervisor: Ing. Branislav Bátor, Ph.D.**

**Brno University of Technology, 2016**

**Brno**

## ABSTRAKT

Tato práce popisuje návrh silových a datových rozvodů v inteligentním domě. Cílem je vytvořit projekt elektroinstalace inteligentního rodinného domu, který je řízený systémem Foxtrot.

V úvodu práce v 2. kapitole je popsáno rozdělení budov z hlediska velikosti tepelných ztrát. Dále se kapitola věnuje energeticky úsporným budovám, kde je popsáno rozdělení energeticky úsporných budov z hlediska potřeby tepla na vytápění. Třetí kapitola se zabývá systémem Foxtrot, kde jsou popsány jednotlivé části tohoto systému. V poslední kapitole je představen projektovaný objekt. Dále se kapitola zaměřuje na návrh kompletního projektu systémové elektroinstalace s použitím prvků systému Foxtrot.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** centrální jednotka; Foxtrot; inteligentní dům; modul; rozváděč; sběrnice

---

## ABSTRACT

This thesis describes design of a power and data network in an intelligent house. The aim is to create a project of wiring system for an intelligent house, which is being controlled by system Foxtrot.

At introduction, in the second chapter, the division of buildings in terms of heat loss amount is described. Furthermore, the chapter deals with low-powered buildings and describes division of low-powered buildings in terms of heating needs. The third chapter deals with the system Foxtrot and describes individual parts of this system. Designed object is presented in the last chapter. Moreover, the chapter focusses on design of a whole project describing wiring system using the elements of system Foxtrot.

**KEY WORDS:** central unit; Foxtrot; intelligent house; module; switchboard; bus

**OBSAH**

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>13</b>
<b>1.1 CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>13</b>
<b>2 KLASIFIKACE BUDOV A JEJICH POŽADAVKY NA ŘÍZENÍ</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 ENERGETICKY ÚSPORNÉ BUDOVY</b> .....	<b>16</b>
2.1.1 NÍZKOENERGETICKÉ A PASIVNÍ DOMY .....	18
2.1.2 NULOVÉ A AKTIVNÍ BUDOVY .....	20
<b>3 SBĚRNICOVÝ SYSTÉM FOXTROT</b> .....	<b>22</b>
<b>3.1 ZÁKLADNÍ MODULY SYSTÉMU FOXTROT</b> .....	<b>23</b>
3.1.1 CP 1000.....	24
<b>3.2 SYSTÉM FOXTROT A JEHO SBĚRNICE</b> .....	<b>25</b>
3.2.1 SBĚRNICE TCL2.....	25
3.2.2 SBĚRNICE CIB (SÍŤ CFOX).....	26
3.2.3 SÍŤ (SBĚRNICE) RFOX .....	30
<b>3.3 PERIFERNÍ MODULY SYSTÉMU FOXTROT</b> .....	<b>31</b>
<b>3.4 NAPÁJENÍ SYSTÉMU FOXTROT</b> .....	<b>33</b>
<b>3.5 JIŠTĚNÍ NAPÁJENÍ SYSTÉMU FOXTROT</b> .....	<b>34</b>
<b>3.6 GSM MODEMY</b> .....	<b>35</b>
<b>4 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE SILOVÝCH A DATOVÝCH ROZVODŮ</b> .....	<b>37</b>
<b>4.1 PŘEDSTAVENÍ OBJEKTU</b> .....	<b>37</b>
4.1.1 ENERGETICKÁ NÁROČNOST OBJEKTU .....	39
<b>4.2 SILNOPROUDÉ ROZVODY</b> .....	<b>39</b>
4.2.1 OSVĚTLENÍ.....	39
4.2.2 ZÁSUVKOVÉ OBVODY A SPOTŘEBIČE .....	40
4.2.3 STÍNICÍ TECHNIKA.....	40
4.2.4 TEPELNÉ ČERPADLO A OHŘEV VODY .....	40
4.2.5 ROZVÁDĚČ .....	41
4.2.6 NÁVRH JIŠTĚNÍ.....	41
<b>4.3 SYSTÉM FOXTROT</b> .....	<b>42</b>
<b>4.4 SLABOPROUDÉ ROZVODY</b> .....	<b>42</b>
4.4.1 EZS .....	42
4.4.2 TELEFON A INTERNET .....	42
4.4.3 STA.....	43

---

4.4.4 VIDEO VRÁTNÝ .....	43
<b>4.5 NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA .....</b>	<b>43</b>
<b>4.6 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝ PROUDEM .....</b>	<b>43</b>
<b>4.7 HOP .....</b>	<b>43</b>
<b>4.8 ZPŮSOB NAPÁJENÍ A MĚŘENÍ ODBĚRU .....</b>	<b>44</b>
<b>4.9 ROZPOČET .....</b>	<b>44</b>
<b>5 ZÁVĚR.....</b>	<b>45</b>
<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>46</b>

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 2- 1 Ukázka průkazu energetické náročnosti budov</i> .....	15
<i>Obr. 2- 2 Ukázka jak funguje energeticky úsporný dům</i> .....	17
<i>Obr. 2- 3 Graf porovnání měrné spotřeby tepelné energie jednotlivých typů staveb</i> .....	21
<i>Obr. 3- 1 Struktura systému Tecomat Foxtrot</i> .....	23
<i>Obr. 3- 2 Základní modul CP-1000</i> .....	25
<i>Obr. 3- 3 Základní schéma zapojení sběrnice TCL2 bez napájení</i> .....	26
<i>Obr. 3- 4 Modul C-HM-1113M</i> .....	27
<i>Obr. 3- 5 Modul C-OR-0008M</i> .....	28
<i>Obr. 3- 6 C-OR-0011M-800</i> .....	29
<i>Obr. 3- 7 C-DM-0402M-RLC</i> .....	29
<i>Obr. 3- 8 Příklad topologie typu hvězda</i> .....	30
<i>Obr. 3- 9 Příklad topologie typu mesh</i> .....	31
<i>Obr. 3- 10 Čelní pohled na periferní modul</i> .....	32
<i>Obr. 3- 11 Napájecí zdroj PS2-60/27</i> .....	34
<i>Obr. 3- 12 Svodič přepětí Typ 3, PI-k8</i> .....	35
<i>Obr. 3- 13 GSM modul UC-1205</i> .....	36
<i>Obr. 4- 1 Pohled východní</i> .....	37
<i>Obr. 4- 2 Pohled jižní</i> .....	37

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 2- 1 Kategorie energetické náročnosti budov .....</i>	<i>14</i>
<i>Tab. 2- 2 Rozdělení staveb dle charakteristiky a potřeby tepla na vytápění.....</i>	<i>16</i>
<i>Tab. 2- 3 Základní vlastnosti pasivních domů dle TNI 73 0330.....</i>	<i>19</i>
<i>Tab. 2- 4 Základní požadavky na energeticky nulové budovy.....</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 3- 1 Přehled základních modulů Foxtrot včetně zjednodušeného přehledu vstupů a výstupů .....</i>	<i>23</i>
<i>Tab. 3- 2 Tabulka s příkony základních modulů systému Foxtrot.....</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 4- 1 Přehled všech místností v budově .....</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 4- 2 Rozpočet elektroinstalace rodinného domu.....</i>	<i>44</i>

**SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK**

atd.	a tak dále
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
ENB	Energetická náročnost budov
HDS	Hlavní domovní skříň
HOP	Hlavní ochranné pospojování
nn	Nízké napětí
NED	Nízkoenergetický dům
NP	Nadzemní podlaží
PD	Pasivní dům
TN – C	Rozvodná síť, ve které je ochranný vodič veden odděleně
TN – S	Rozvodná síť, ve které jsou funkce ochranného a středního vodiče sloučeny dohromady
TNI	Technická normalizační informace
TUV	Teplá užitková voda
tzn.	to znamená
tzv.	tak zvané

# 1 ÚVOD

Dnešní svět je plný technický novinek a věcí, které mají člověku ulehčit život. V oblasti bydlení si člověk žádá, aby bylo kvalitnější, pohodlnější a samozřejmě levnější. A proto vznikají tzv. chytré domy neboli domy inteligentní.

Termín "inteligentní budova" byl poprvé použit před koncem 20. století v USA. Inteligentní budova je propojení systému technických prostředků, poskytovaných služeb a prostředků správy velkých budov, které jsou navrženy tak, aby jako celek co nejvíce uspokojovaly potřeby uživatelů i vlastníků budovy. Následně označení "inteligentní budova" převzali Japonci, kteří tímto pojmem označili koncepci integrace počítačových systémů řízení technologického zařízení budovy, telekomunikací a automatizace administrativy. Postupně se po celém světě zrodila celá řada dalších definicí pojmu "inteligentní budova", více či méně se odlišujících podle toho, zda jejich autor kladl důraz na technickou či systémovou stránku věci. Ve všech je však obsaženo základní hledisko - multidisciplinární přístup k projektu stavby tak, aby byly optimálním způsobem splněny požadavky jak vlastníka budovy, tak i jejích uživatelů.

Inteligentní domy, jak už slyšíme v názvu, mají v sobě zabudovanou inteligenci v podobě systému, který tento dům řídí. V praxi je mnoho takových řídicích systémů jako např.: KNX a Ego-n od firmy ABB s.r.o., iNELS od firmy ELKO EP, s.r.o., Foxtrot od firmy Teco a.s. a další.

## 1.1 Cíle práce

Cílem diplomové práce je udělat přehled budov podle energetické náročnosti a jaké parametry se musí dodržovat v jednotlivých typech budov. Dále seznámit se s řídicím systémem Foxtrot od firmy Teco a.s.. Hlavní částí práce je vytvoření projektové dokumentace pro provedení stavby pro objekt, který je představen v kapitole 4.

## 2 KLASIFIKACE BUDOV A JEJICH POŽADAVKY NA ŘÍZENÍ

V dnešní době se hledají možnosti jak snížit spotřebu energie resp. tepelné ztráty domu za rok. Podle velikosti tepelných ztrát domu se domy dělí na [13]:

- 1) *Standardní dům* – je dům, jehož tepelné ztráty, respektive energetická náročnost „vyhovuje“ dnes platnému hodnocení dle ČSN 730540-2. To znamená, že energetické náročnosti budovy jsou v rozpětí 98-142 kWh na 1 m<sup>2</sup> za rok. Dům je možné postavit, avšak bude mít jednu z nejhorších parametrů mezi novými domy. Dle tabulky kategorií energetického štítku spadá do kategorie **C**.
- 2) *Energeticky úsporný dům* - je budova, která vykazuje nižší spotřebu tepla než standardní dům a spadá do kategorie **B**, respektive **A** dle energetického štítku budovy. Energeticky úsporné domy lze rozdělit ještě do 4 pod-kategorií, které již nejsou blíže specifikovány ve standardním energetickém štítku:
  - a) Nízkoenergetický dům
  - b) Energeticky pasivní dům
  - c) Energeticky nulový dům
  - d) Energeticky aktivní dům

K hodnocení energetické náročnosti budovy se využívají výpočty, jejichž výstupem je energetický štítek budovy. Tento energetický štítek zařazuje konkrétní budovu do jedné z kategorií:

Tab. 2- 1 Kategorie energetické náročnosti budov [10]

Kategorie	A	B	C	D	E	F	G
Hodnoty	< 51	51 - 97	98 - 142	143 - 191	191 - 241	241 - 286	> 286

*Hodnoty jsou uvedeny v kWh/m<sup>2</sup>.a*

Kategorie energetické náročnosti [13]:

- **A** – Mimořádně úsporná
- **B** – Úsporná
- **C** – Vyhovující
- **D** – Nevyhovující
- **E** – Nehospodárná
- **F** – Velmi nehospodárná
- **G** – Mimořádně nehospodárná

Hodnocení energetické náročnosti budov "ENB" sleduje více dílčích parametrů. Tyto parametry jsou [13]:

- Vytápění
- Chlazení
- Větrání
- Teplá voda (TUV)
- Osvětlení

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY					
Typ budovy:		Rodinný dům		Hodnocení budovy	
Adresa:				STÁVAJÍCÍ STAV	PO REALIZACI DOPORUČENÍ
Celková plocha:		150,0 m <sup>2</sup>			
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m <sup>2</sup> .rok				42	0
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ				11,7	0,0
Podíl dodané energie připadají na jednotlivé část v %					
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení	Celkem
55,3	0,0	19,1	20,8	4,8	100,0
Průkaz vypracoval		Jméno a příjmení:		Ing. Zpracovatel	
		Osvědčení č. :		00001	
		Datum vypracování:			

Obr. 2- 1 Ukázka průkazu energetické náročnosti budov [13]

## 2.1 Energeticky úsporné budovy

Energeticky úsporná budova, jak je poznamenáno výše, je budova, která se snaží šetřit energií tím, že snižuje spotřebu tepla. Tyto budovy patří do kategorie B nebo A z hlediska energetického štítku budovy. Jsou charakterizovány nízkou spotřebou tepla na vytápění. V tab. 2-2 jsou uvedeny skupiny, do kterých se dělí podle potřeby tepla na vytápění.

Tab. 2- 2 Rozdělení staveb dle charakteristiky a potřeby tepla na vytápění [2]

Druh budovy	Charakteristika	Měrná spotřeba tepla na vytápění [kWh/(m <sup>2</sup> . a)]
Domy běžné v 70. - 80. let.	Zastaralá otopná soustava, zdroje tepla je velkým zdrojem emisí, větrá se pouhým otevřením oken, nezateplené, špatně izolované konstrukce, přetápí se	>200
Současná novostavba	Klasické vytápění pomocí plynového kotle o vysokém výkonu, větrání otevřením okna, konstrukce na úrovni požadavků normy	80-140
Nízkoenergetický dům	Otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	<50
Pasivní dům	Řízení větrání s rekuperací tepla, vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce	<15
Nulový dům, dům s přebytkem tepla	Parametry min. na úrovni pasivního domu, velká plocha fotovoltaických panelů	<5

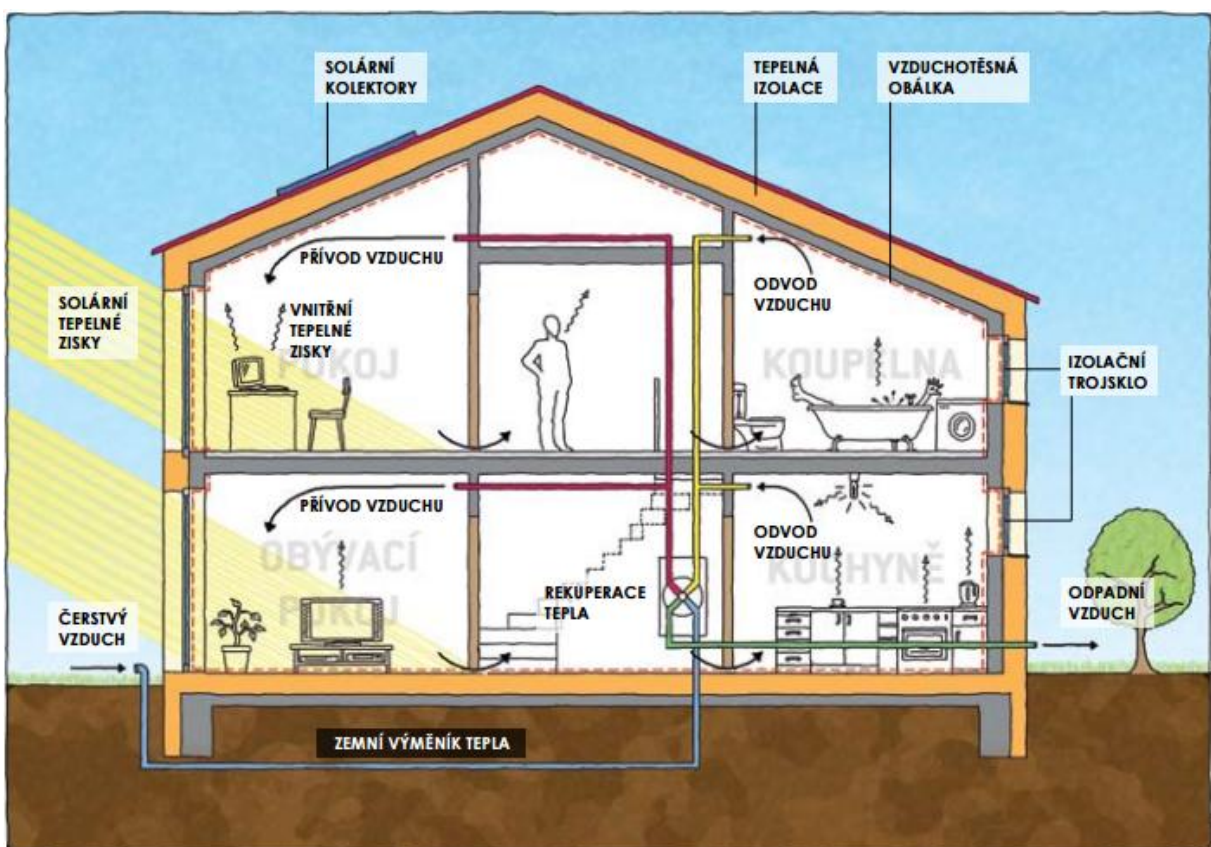
Na měrné spotřebě tepla se nijak neprojevují další významné součásti energetické bilance budovy jako ohřev vody, chlazení, elektrické spotřebiče ani druh a účinnost energetických systémů a využití obnovitelných zdrojů [10].

Takto nízkých hodnot měrné spotřeby tepla lze dosáhnout, pokud se zaměříme na stavebně-energetický koncept budovy. Energetické vlastnosti budovy ovlivní následující skutečnosti - ovšem v odlišné míře podle konkrétního projektu – zejména [21]:

- volba pozemku a osazení budovy na něm,
- orientace ke světovým stranám s ohledem na dopad přímého slunečního záření během roku, současné i v budoucnu předpokládané zastínění budovy okolní zástavbou, terénem a zelení, převládající směr větru,
- tvarové řešení budovy (kompaktnost tvaru, členitost povrchů),

- prostup tepla obvodovými konstrukcemi,
- vyloučení, popř. omezení koncepčních příčin tepelných mostů v konstrukcích a výrazných tepelných vazeb mezi konstrukcemi,
- vnitřní uspořádání s ohledem na soulad vytápěcích režimů, tepelných zón a orientaci prostorů ke světovým stranám,
- velikost vytápěných a nepřímo vytápěných prostorů (objemů) a jejich přiměřenost danému účelu,
- velikost prosklených ploch na jednotlivých fasádách,
- očekávané vnitřní tepelné zisky podle charakteru provozu,
- další (místní) souvislosti.

Všechny zde vyjmenované body jsou významné, avšak ne vždy některé z nich můžeme výrazně ovlivnit. Co však můžeme ovlivnit, jsou tepelné zisky a ztráty domu.



Obr. 2- 2 Ukázka jak funguje energeticky úsporný dům [1]

### 2.1.1 Nízkoenergetické a pasivní domy

Nízkoenergetické a pasivní domy mají několik základních znaků [17]:

- kompaktní tvar bez zbytečných výčnělků
- prosklené plochy jsou orientovány na jih
- nadstandardní tepelné izolace a zasklení
- důsledné řešení tepelných mostů
- vzduchotěsnost domu
- regulace vytápění využívající tepelné zisky
- strojní větrání s rekuperací tepla

V ČSN 72 0540 - 2 je nízkoenergetický a pasivní dům definován stručnou formou následovně [20]:

*Za NED „se považuje budova, jejíž průměrný součinitel prostupu tepla nepřekračuje doporučenou hodnotu podle tabulky 5 (tj.  $0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ) a současně měrná potřeba tepla na vytápění ... nepřekračuje  $50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ “*

*Za PD "se považuje budova s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění nepřekračující v případě rodinných domů  $20 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$  a v ostatních případech nepřekračující  $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ "*

#### 2.1.1.1 Nízkoenergetický dům

Nízkoenergetické domy jsou jakýmsi kompromisem mezi pasivními domy a běžnou výstavbou. Jsou charakterizovány nízkou potřebou tepla na vytápění. Optimalizovány především vhodným řešením obálky budovy. Za nízkoenergetickou stavbu je považována obvykle budova, jež má výrazně nižší spotřebu tepla na vytápění oproti požadavkům národních předpisů. Z pravidla platí, že nízkoenergetická budova by měla spotřebovat alespoň o 50% méně energie než běžná budova [11].

##### *Charakteristika:*

Charakteristika nízkoenergetických staveb je obdobná jako u pasivních domů. Vzhledem k minimální spotřebě energií v pasivním domě je nutné dodržet všechny předpoklady. Zatímco u nízkoenergetických domů se jedná spíše o doporučené zásady výstavby. Jediná podmínka ke splnění požadavků nízkoenergetických domů je měrná roční potřeba tepla na vytápění. Ta nesmí přesáhnout  $50 \text{ kWh}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$  [24].

#### 2.1.1.2 Pasivní dům

Přídavek „pasivní“ je odvozený od faktu, že tepelné ztráty jsou pokryty pasivními zisky. Ty vznikají na základě solární energie, vnitřních energií vytvářených provozem zařízení budovy, metabolickým teplem osob a rekuperací. Vzhledem k faktu, že Česká republika se nachází v

mírném podnebném pasu, je v zimním období zapotřebí malý zdroj tepla. To vše by nemohlo fungovat bez dobrého provedení všech stavebních konstrukcí tvořící obálku budovy zamezující úniku tepla. Samotné pasivní domy nezajistí zcela úsporu energie a komfortní bydlení. Důležité je se naučit v těchto domech žít a dodržovat zásady a předpoklady pro jejich funkčnost [14].

*Charakteristika [16]:*

- měrná potřeba tepla je maximálně  $15 \text{ kWh/m}^2$  za rok,
- neprůvzdušnost obálky budovy  $n_{50}$  ověřena tlakovou zkouškou nesmí překročit hodnotu  $0,6 \text{ h}^{-1}$ ,
- celkové množství primární energie spojené s provozem budovy včetně domácích spotřebičů je nižší než  $120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$ .

Tab. 2- 3 Základní vlastnosti pasivních domů dle TNI 73 0330 [11]

	Rodinný dům	Bytový dům	Neobytná budova s převažující teplotou 18-22°C	Ostatní budovy
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	$\leq 0,25$ požadováno $\leq 0,20$ doporučeno	$\leq 0,35$ požadováno $\leq 0,30$ doporučeno	$\leq 0,35$	Požadavky stanoveny individuálně s využitím aktuálních poznatků odborné literatury
Měrná spotřeba tepla na vytápění $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$	$\leq 0,20$ požadováno $\leq 0,15$ doporučeno	$\leq 0,15$	$\leq 0,15$	
Měrná spotřeba tepla na chlazení $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$	0 <sup>1)</sup>	0 <sup>1)</sup>	$\leq 0,15$	
Měrná spotřeba primární energie $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$	$\leq 0,60$	$\leq 0,60$	$\leq 0,120$	$\leq 0,120$

<sup>1)</sup> Stavební řešení musí být takové, aby strojní chlazení nebylo potřebné (ověření výpočtem za normových podmínek). Pokud by výjimečně bylo dodatečně použito, musí být odpovídajícím způsobem zahrnuto do hodnocení primární energie, a to i kdyby se jednalo o individuální jednotky považované za elektrické spotřebiče

## 2.1.2 Nulové a aktivní budovy

### 2.1.2.1 Nulový dům

Termín nulový dům se sice běžně používá, jeho výstižnost je však sporná. Nulová (nebo téměř nulová) spotřeba je totiž jen teoretická – dům na svůj provoz určité množství energie přece jen potřebuje, v podstatné míře si ji však zabezpečí z obnovitelných zdrojů na místě stavby, respektive v jejím okolí (elektrická energie se většinou produkuje pomocí fotovoltaických panelů). Proto se nulovým domem ve skutečnosti myslí objekt s měrnou potřebou tepla na vytápění nižší než 5 kWh/m<sup>2</sup> za rok [16].

Jsou dvě základní úrovně hodnocení [5]:

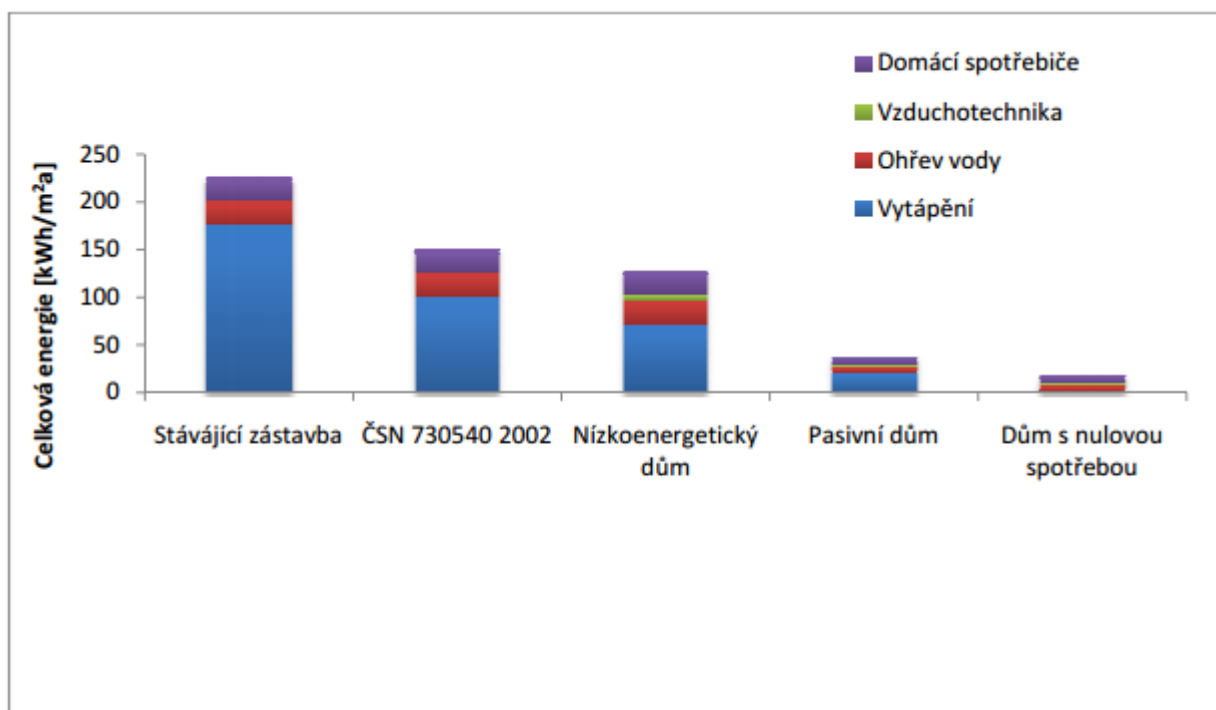
- *Úroveň A* – do energetických potřeb budovy se zahrne spotřeba tepla na vytápění, spotřeba energie na chlazení, energie na přípravu teplé vody, pomocná elektrická energie na provoz energetických systémů budovy, elektrická energie na umělé osvětlení a elektrické spotřebiče.
- *Úroveň B* – jako úroveň A, ale bez zahrnutí elektrické energie na elektrické spotřebiče.

Tab. 2- 4 Základní požadavky na energeticky nulové budovy [9]

Závaznost kritéria	Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota	Požadovaná hodnota podle zvolené úrovně hodnocení	
	<i>Průměrný součinitel prostupu tepla</i> $U_{em} [W/(m^2.K)]$	<i>Měrná spotřeba tepla na vytápění</i> $[kWh/(m^2.a)]$	<i>Měrná roční bilance spotřeby a produkce energie vyjádřená v hodnotách primární energie z neobnovitelných zdrojů</i> $[kWh/(m^2.a)]$	
			Úroveň A	Úroveň B
Obytné budovy				
Nulový	Rodinné domy	Rodinné domy	0	0
Blízký nulovému	$\leq 0,25$	$\leq 0,20$	80	30
	Bytové domy $\leq 0,35$	Bytové domy $\leq 0,15$		
Neobytné budovy s převažující teplotou 18-22°C				
Nulový			0	0
Blízký nulovému	$\leq 0,35$	$\leq 0,30$	120	90

### 2.1.2.2 Aktivní dům

Aktivní (případně plusový) je dům, který na svůj provoz nepotřebuje dodávat zvenčí žádnou energii. Z obnovitelných zdrojů ji totiž dokáže sám vyrobit tolik, kolik spotřebuje, případně o něco víc. Tato bilance je však jen teoretická, protože v praxi se elektrická energie vyrobená většinou pomocí fotovoltaických panelů obvykle dodává do veřejné elektrické sítě. Ačkoli jde o matematické porovnání energie spotřebované (dodané do domu z veřejné sítě) a vyprodukované (dodané domem do sítě), být na nule (ačkoli i teoreticky) je dobrý výsledek, jelikož dům vyrábí energii bez emisí CO<sub>2</sub>, a tedy bez negativního vlivu na životní prostředí [16].



Obr. 2- 3 Graf porovnání měrné spotřeby tepelné energie jednotlivých typů staveb [14]

### 3 SBĚRNICOVÝ SYSTÉM FOXTROT

Tecomat Foxtrot je malý modulární řídicí a regulační systém od společnosti Teco a.s. Díky výkonné procesorové jednotce s bohatými komunikačními schopnostmi, promyšlenému procesorovému systému vstupně/výstupních periférií či originálnímu propojení se světem inteligentních elektroinstalací může být Tecomat Foxtrot právem označován za řídicí systém „nové generace“ [3].

Systémem Foxtrot lze ovládat [4]:

- Světla a světelné scény
- Topení, klimatizace, ventilace, ohřev vody
- Ovládání žaluzií, rolet a markýz
- Garážová vrata, brány
- Zavlažování zahrady
- Bazén, vířivku
- Bezpečnostní systém, řízení přístupu
- Kamerový systém
- Elektrické spotřebiče a zásuvky
- Vzdálený přístup
- Měření spotřeby elektrické energie
- Integraci multimediálních a jiných systémů

Díky těmto možnostem se systém Foxtrot uplatňuje hlavně v rodinných domech, rekreačních objektech, kancelářích, ale dá se použít i v průmyslových halách a podobně.



Obr. 3- 1 Struktura systému Tecomat Foxtrot [4]

### 3.1 Základní moduly systému Foxtrot

Základní modul CP-1000 (a další varianty CP-1001, CP-1003, CP-1004, CP-1005, CP-1006, CP-1008, CP-1014, CP-1015, CP-1016, CP-1018) je ústředním prvkem systému Foxtrot. Je to samostatný řídicí systém vybavený napájecím zdrojem, komunikačními kanály, vstupy a výstupy. Programuje se v prostředí Mosaic. Na čelním panelu je kromě vyvedeného rozhraní Ethernet i indikační část, která je k dispozici v několika variantách [6], [19].

Tab. 3- 1 Přehled základních modulů Foxtrot včetně zjednodušeného přehledu vstupů a výstupů [18]

	CP-100y	CP-101y		AI	DI	DI 230V	HDO	AO	RO	DO (SSR)	CIB
CP-10x0	CP-1000			4		1	1		2		2
CP-10x1	CP-1001			4		1	1		2		2
CP-10x3	CP-1003	CP-1013		8	8			4	7	4+1	
CP-10x4	CP-1004	CP-1014		4	4				6		1
CP-10x5	CP-1005	CP-1015		6				2	6		1
CP-10x6	CP-1006	CP-1016		13+1HSC			1	2	10	2	1
CP-10x8	CP-1008	CP-1018		10+2			1	4	6(7)	2+2	1
			<b>CP-10xy</b>								
LED ind	ANO		<i>x</i> - definuje indikační část (horní panel - LED diody, ovládací panel s LCD displejem 4x20)								
4x20 LCD		ANO	<i>y</i> - definuje periferní část (spodní část s konektory - velikost modulu, počty a typy vstupů a výstupů)								

Vysvětlení zkratk v tabulce:

- AI – analogové vstupy
- DI – binární vstupy
- HDO – vstup pro připojení signálu HDO
- AO – analogové výstupy
- RO – reléové výstupy
- DO – reléový výstup, který je osazen SSR relé se spínáním v nule
- CIB - sběrnice

Pro řízení instalace inteligentního domu, systému vytápění apod. můžeme využít libovolný základní modul systému Foxtrot. Jednotlivé typy základních modulů se liší počtem a typem vstupů a výstupů [6], [19].

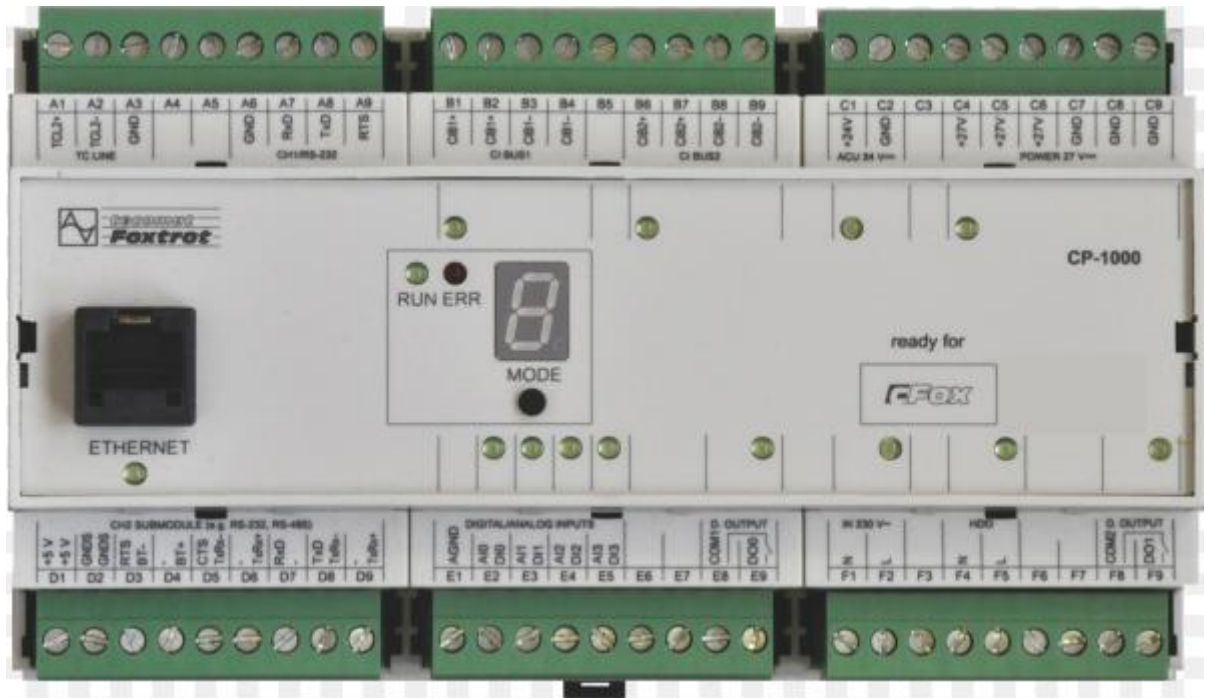
Výběr základního modulu záleží především na velikosti aplikace (počet periferních modulů na sběrnících), její topologii (umístění základního modulu a řízených systémů v instalaci atd...) a na vlastních řízených technologiích (zdroje tepla, jejich složitost atd...) [6], [19].

Když bude součástí systému solární ohřev vody, řízení zdroje tepla, nabíjení akumulčních nádrží apod. je výhodné použití modulu CP-1006 nebo CP-1008. Mají větší množství vstupů. Pokud je ale základní modul umístěn daleko od řízené technologie, kde je větší množství periferních modulů na CIB sběrnících, je výhodné použít modul CP-1000. Pro rozsáhlé aplikace, kde se předpokládá složitý aplikační SW, obsluha více zařízení přes komunikační rozhraní, je vhodné použít modul CP-1001. Má dvakrát větší paměť pro programy a třikrát větší paměť pro registry než CP-1000. Z pohledu vstupů a výstupů jsou oba moduly totožné [6], [19].

### 3.1.1 CP 1000

Modul CP-1000 je nejjednodušší varianta základního modulu pro domovní instalace. Je napájen ze zdroje 24 VDC (konektor C). Z modulu jsou napájeny obě větve CIB (konektor B). Nepoužívá se žádný oddělovací modul pro napájení sběrnic CIB, oddělovací obvody pro napájení sběrnic jsou integrovány přímo do základního modulu CP-1000 [6].

Na konektoru A je vyvedena systémová sběrnice TCL2 (především pro připojení externích master modulů) a sériový komunikační kanál CH1 (obvykle pro připojení GSM modulů). Na konektoru D je vyveden druhý komunikační kanál, na kterém je možné pomocí přídatných submodulů realizovat další rozhraní např. RS485, M-bus master, CAN, RS232 a další. Na konektory E a F připojujeme vstupy a výstupy: 4 univerzální AI/DI (kontakt, NTC, Pt1000, Ni1000), 2 samostatné reléové výstupy 3A, vstup HDO a vstup IN 230 VAC (standardní binární vstup 230 VAC) [6].



Obr. 3- 2 Základní modul CP-1000 [7]

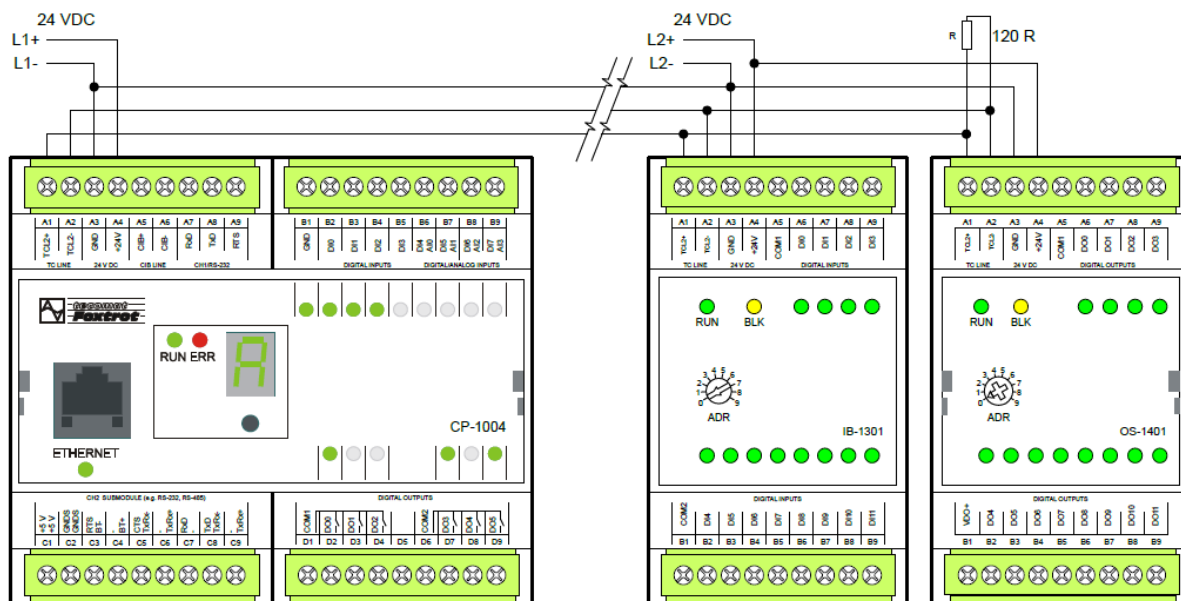
## 3.2 Systém Foxtrot a jeho sběrnice

### 3.2.1 Sběrnice TCL2

Tato sběrnice je systémová. Má k dispozici omezený sortiment periferních modulů. Sběrnice je přímo liniová (tzn. že moduly jsou propojeny v sérii jeden za druhým, nelze realizovat odbočku) a poměrně striktně definovaná. Centrální modul musí být na jednom konci sběrnice a na druhém konci se musí zakončit osazovacím odporem  $120\Omega$  nebo modul zakončení sběrnice KB-0290. Periferní moduly jsou na této sběrnici pouze v provedení na DIN lištu. V domovních instalacích se tato sběrnice nejčastěji využívá pro připojení externích master modulů CFox a RFox [6], [19].

#### Instalace sběrnice:

Jednotlivé moduly Foxtrot propojujeme kabely určenými pro sběrnici RS-485, min. 2 páry (propojení pouze komunikační sběrnice), nebo kabely včetně napájení (pro sběrnici TCL2 musíme opět použít kabel určený pro sběrnici RS-485). V případě větší vzdálenosti (nad 10m) propojujeme vždy pouze komunikační sběrnici bez napájení. Vždy se musí použít kvalitní stíněný kabel a stínění musí být připojeno na hlavní svorku pouze na jednom konci kabelu. Sběrnice propojená metalickými kabely (RS-485) musí být na obou koncích zakončena [6], [19].



Obr. 3- 3 Základní schéma zapojení sběrnice TCL2 bez napájení [6], [19]

Moduly se dají propojit také optickými kabely nebo kombinací optických a metalických kabelů. K propojení optickým kabelem je třeba použít převodník na optiku KB-0552. Moduly propojíme standardními patch kabely ST-ST. Optický kabel zaručuje galvanické oddělení, a proto pro napájení následujícího modulu musí být samostatný zdroj [6], [19].

### 3.2.2 Sběrnice CIB (sít' CFox)

Sběrnice CIB vyvinutá firmou Teco a.s., je určena primárně pro velmi odolné a flexibilní připojení periferních modulů k základnímu modulu Foxtrot, nejčastěji pro oblast tzv. „inteligentních domů“ a MaR. Přestavuje kvalitní řešení dvoudrátové sběrnice s libovolnou topologií a řadou kvalitních programovaných funkcí. Umožňuje připojit k systému Foxtrot sběrnice periferní moduly s označením CFox (jsou určeny především pro řízení budov, zdrojů a rozvodů tepla a VZT, ale lze použít i jako standardní periferní systém Foxtrot při respektování jejich vlastností). Jedna větev umožňuje připojení max. 32 periferních modulů. Základní moduly jsou masterem sběrnic CIB, další moduly lze připojit prostřednictvím externích CIB master modulů CF-1141 (max. 4 master moduly CF-1141 k jednomu základnímu modulu). Každý externí modul umožňuje připojit dvě větve CIB (2x32 jednotek). Moduly CF-1141 jsou k základnímu modulu připojeny sběrnici TCL2 [6], [19].

#### Vlastnosti sběrnice:

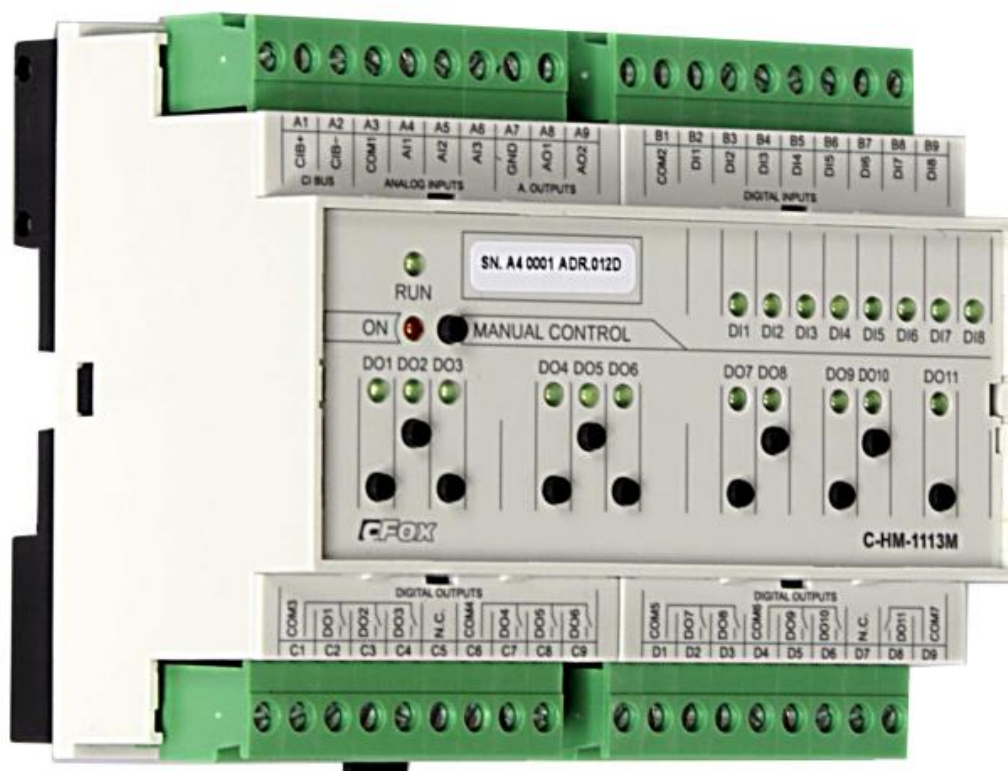
Je dvoudrátová s libovolnou topologií. Napájení sběrnice tvoří standardní zdroj stejnosměrného napětí 27,2 VDC nebo 24 VDC, který je připojený na sběrnici přes interní oddělovací obvody (CP-1000, CF-1141) nebo oddělovací modul C-BS-0001M. Napájecí zdroj můžeme použít i pro napájení vlastního systému Foxtrot [6], [19].

Sběrnice kromě vlastního přenosu dat umožňuje napájet připojené moduly. Pro instalaci lze použít libovolné dvou vodičové kabely. Doporučují se kabely s krouceným stíněným párem průměrem žil alespoň 0,6 mm, nejlépe 0,8 mm (např. J-Y(St)Y1x2x0,8, YCYM 2x2x0,8 [6], [19]).

### 3.2.2.1 Moduly řady C-FOX

#### C-HM-1113M

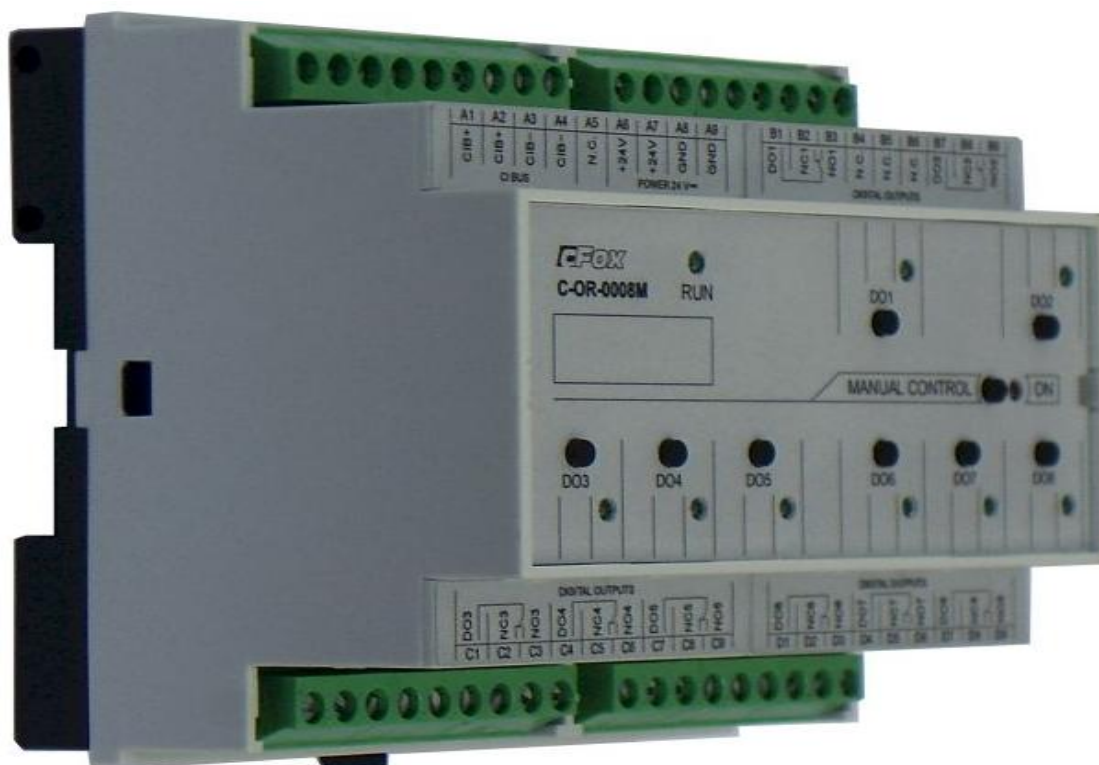
Moduly C-HM-1113M jsou určeny pro připojení na sběrnici CIB. Modul obsahuje 8 binárních vstupů pro kontakty, 3 analogové vstupy se společnou svorkou pro připojení odporových čidel, 2 analogové výstupy se společnou svorkou a 11 reléových výstupů seskupených do 2x trojice se společnou svorkou, 2x dvojice se společnou svorkou a 1x samostatný kontakt. Možno spínat po přechodu do manuálního režimu ručně. Analogové vstupy jsou konfigurovatelné podle typu použitého odporového čidla napájené ze společné svorky. Analogové výstupy jsou s rozlišením 8 bit, napěťové 0÷10V. Modul je osazen vyjímatelnými šroubovými konektory [15].



Obr. 3- 4 Modul C-HM-1113M [22]

C-OR-0008M

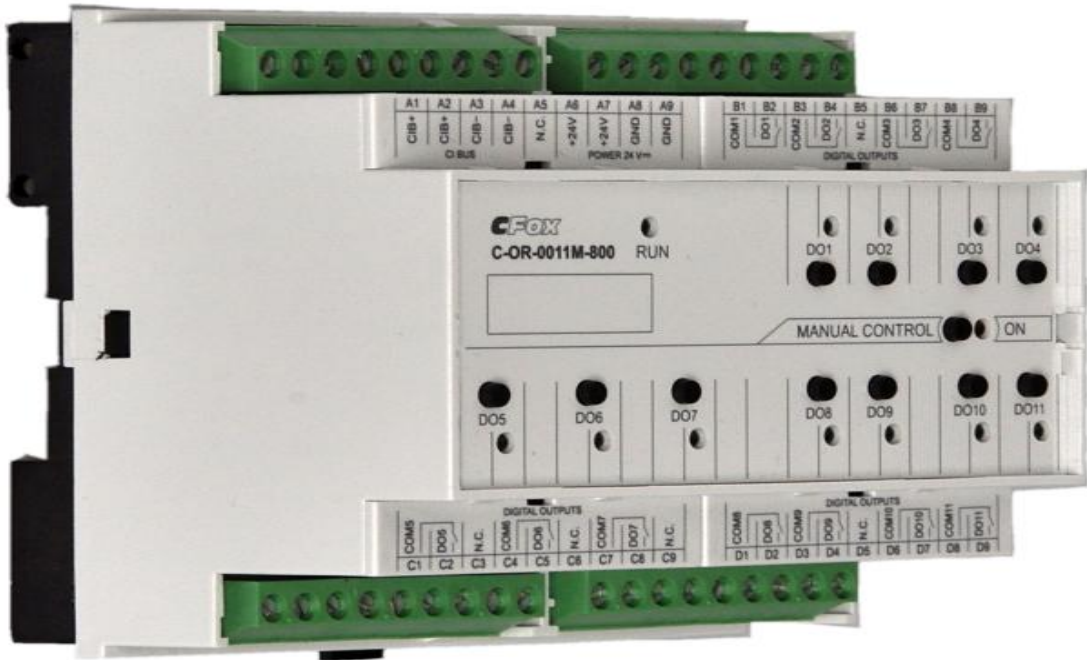
Modul je osazen 8 relé, samostatně vyvedených s přepínacím kontaktem. Je určen pro spínání kapacitní zátěže (elektronické zdroje pro LED svítidla, spínané zdroje atd.) a induktivní zátěže. Přepínací kontakty lze využít pro tříbodové řízení např. motorů žaluzií, servopohonů apod. Modul je možné napájet přímo ze sběrnice CIB nebo ze samostatného zdroje 24VDC [6].



Obr. 3- 5 Modul C-OR-0008M [22]

C-OR-0011M-800

Modul je osazen 11 relé, samostatně vyvedených se spínacím kontaktem. Je určen pro spínání kapacitní zátěže (elektronické zdroje pro LED svítidla, spínané zdroje atd.) a induktivní zátěže a zásuvkových okruhů. Modul je možné napájet přímo ze sběrnice CIB nebo ze samostatného zdroje 24VDC [6].



Obr. 3- 6 C-OR-0011M-800 [22]

C-DM-0402M-RLC

Je stmívací modul pro sběrnici CIB, osazen 4 vstupy a 2 výstupy. Výstupy jsou 2 samostatně fázově řízené a ovládané kanály 230 VAC, každý pro zátěž až 500VA. Stmívač je v provedení RLC, tj. poradí si jak s klasickou odporovou zátěží, tak i s indukční a kapacitní zátěží [6].



Obr. 3- 7 C-DM-0402M-RLC [8]

### 3.2.3 Síť (sběrnice) RFox

Je bezdrátová radiová sběrnice tvořena jedním řídicím masterem sběrnice a až 64 podřízenými periferními moduly. Master je realizován jako externí modul pro montáž na lištu rozváděče. RFox periferní moduly jsou realizovány v několika provedeních. Je provozována v bezlicenčním radiovém pásmu 868 MHz [6], [19].

#### Základní parametry:

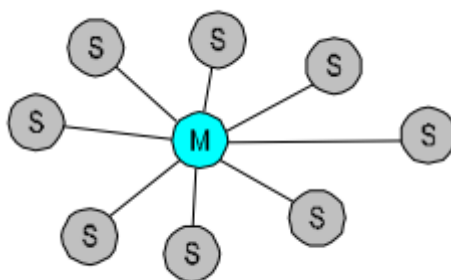
System je navržen tak, aby v co nejmenší míře zvyšoval již nyní často neúměrné zatížení okolního prostoru radiovým provozem. Vysílací výkon je cca 3,5 mW (povoleno je max. 25 mW) a systém je navržen tak, aby minimalizoval radiovou komunikaci na minimum [6], [19].

System využívá možnost více kanálů, standardně je k dispozici 8 kanálů v kmitočtovém pásmu g1 (868,000-868,600 MHz) [6], [19].

#### Funkce systému, konfigurace, vlastnosti:

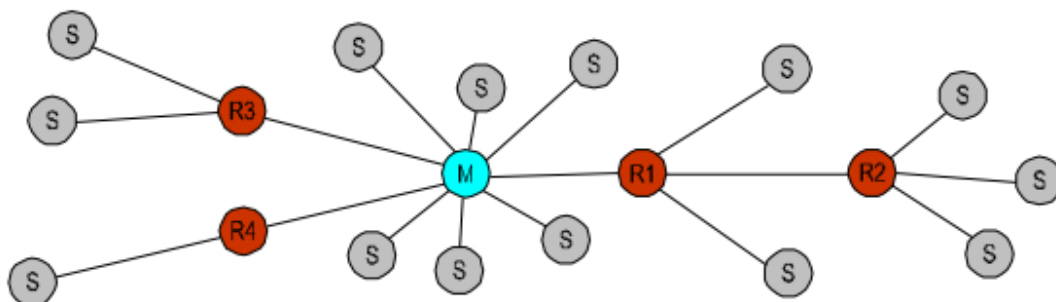
Komunikace mezi RF masterem a RF periferním modulem je podporována pro topologii typu hvězda a topologie typu mesh [6], [19].

Topologie typu hvězda představuje přímý komunikační dosah mezi masterem a RF modulem. Master má přímý komunikační dosah se všemi podřízenými RF moduly [6], [19].



Obr. 3- 8 Příklad topologie typu hvězda [6], [19]

Topologie typu mesh představuje takové rozmístění obsluhovaných jednotek, kdy master má přímý komunikační dosah pouze s některými jednotkami, do ostatních jednotek dosáhne použitím tzv. routek. Router (opakovač) přijme RF paket, zesílí a přepošle dál. Použitím routek lze zvětšit základní komunikační dosah mastera [6], [9], [19].



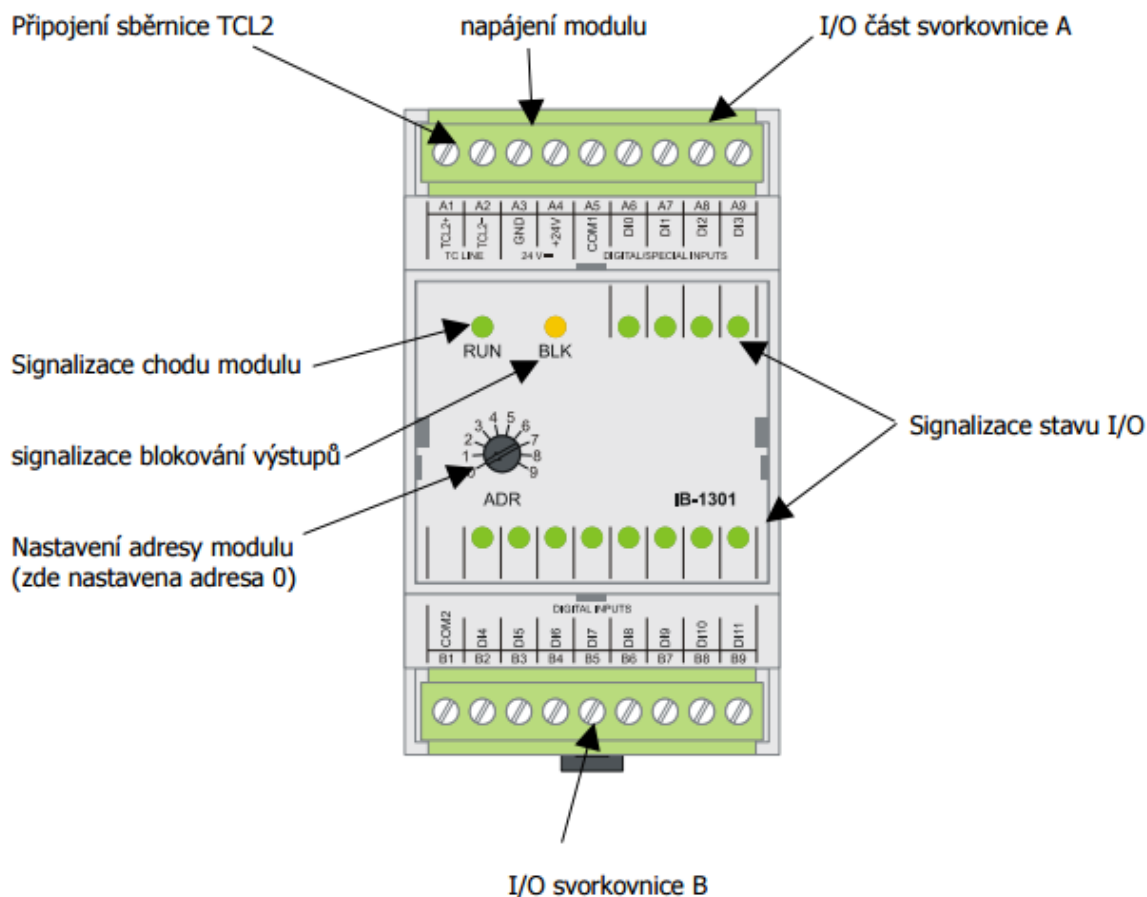
Obr. 3- 9 Příklad topologie typu mesh [6], [19]

V jedné síti mesh lze použít až 4 routery. Vyslaný RF paket musí ke svému příjemci doputovat s využitím max. 5 přeskoků (hopů). Každý hop představuje zvětšení časové prodlevy mezi vysláním a doručení RF paketu. V RFox síti se mohou vyskytovat moduly s trvalým nebo moduly s přerušovaným provozem [6], [9], [19].

### 3.3 Periferní moduly systému Foxtrot

Základní modul můžeme podle potřeby aplikace rozšířit o další periferní a speciální moduly. K jednomu centrálnímu modulu lze připojit až 10 periferních modulů propojených sběrníci TCL2. Dále lze sběrnici TCL2 připojit k centrálnímu modulu master moduly CF-1141. Každá skupina modulů má vyhrazený samostatný adresový prostor, takže se navzájem adresami nemohou překrývat [6], [19].

Na čelním panelu modulu najdeme signalizační LED diody a otočný přepínač, kterým nastavujeme adresu modulu. Každý periferní modul, který je připojený k jednomu základnímu, musí mít nastavenou jinou adresu. Adresu nastavíme šroubovákem otočením otočného prvku šipkou proti číslu s požadovanou adresou [6], [19].



Obr. 3- 10 Čelní pohled na periferní modul [6], [19]

Periferní moduly [6], [19]:

- IB-1301, modul binárních vstupů 24 V
- OS-1401, modul binárních vstupů 24 V
- IR-1501, modul reléových výstupů
- IT-1604, modul univerzálních analogových vstupů
  - Třívodičově připojená čidla Pt100k modulu IT-1604
  - MT-1691, Submodul s odpory pro napájení pasivních čidel (k IT-1601)
- IT-1602, modul pro měření termočlánků a mV signálů
- OT-1651, modul 4analogové výstupy
- UC-1203, modul pro připojení pohonů MP-Bus
- UC-1204, komunikace s kotlem s rozhraním OpenTherm
  - Připojení kotlů Thermona s rozhraním OpenTherm
- SC-1101, modul přídatného rozhraní RS-232 a RS-485
- SC-1102, modul přídatného rozhraní CAN

### 3.4 Napájení systému Foxtrot

Napájí se základní modul systému Foxtrot. Pro jeho správnou funkci je třeba stejnosměrné vyhlazené napětí 24 VDC (v případě zálohování napájení akumulátory lze systém napájet ze zdroje 27,2 VDC. Maximální příkon systému je cca 8 ÷ 10 W (dle typu základního modulu), bez osázeného submodulu je max. příkon cca 4 ÷ 6 W [19].

Tab. 3- 2 Tabulka s příkony základních modulů systému Foxtrot [18]

Typ základního modulu	Typ. Příkon <sup>1)</sup>	Typ. Příkon <sup>2)</sup>
CP-1004, CP-1014	8 W	4 W
CP-1005, CP-1015	8 W	4 W
CP-1006, CP-1016	10 W	6 W
CP-1008, CP-1018	10 W	6 W

1) všechny výstupy a vstupy vybuzené (sepnuté vstupy, připojena čidla, sepnutá relé...), osazený submodul s max. dovoleným příkonem

2) všechny výstupy a vstupy vybuzené, submodul neosazen, nebo osazen běžný submodul s rozhraním RS232, 0RS485, RS422

Napájecí napětí modulu je galvanicky spojené s komunikačním rozhraním CH1, rozhraním CIB1 a systémovým kanálem TCL2 a většinou se vstupy DI/AI na základních modulech. Také v případě osazení kanálu CH2 submodelem s galvanicky neoddělenými I/O obvody jsou obvody galvanicky propojené s napájením systému. Společnou svorkou je svorka GND [19].

#### Napájecí zdroj PS2-60/27

Je síťový spínaný zdroj s pevným výstupním napětím 27,2 V DC/2,2 A a 12 v DC/0,3 A a s celkovým výkonem 60 W. Je určen pro napájení řídicích systémů Foxtrot s možností přímého zálohování 24 V akumulátory nabíjenými z tohoto zdroje [6].

Výstupní napětí 12 V DC slouží pro napájení prvků EZS, EPS a je aktivní i při výpadku napájecího napětí v případě, že k výstupu 27,2 V zdroje jsou připojeny nabitě akumulátory. Modul nevyžaduje nucené chlazení a je napájen ze standardní rozvodné sítě TN-S nebo TN-C 230 V AC. Zdroj je vstupu osazen interní tavnou pojistkou 2,5A/35, typ T, řada MT, vypínací schopnost 35 A. vstup zdroje by měl být ošetřen proti přepětí [6].



Obr. 3- 11 Napájecí zdroj PS2-60/27 [22]

### 3.5 Jištění napájení systému Foxtrot

Vstup napájení (svorka + 27V) je chráněn interní elektronickou pojistkou. Doporučuje se napájecímu modulu předradit externí pojistku s doporučenou jmenovitou hodnotou T3,15L250V (pro modul CP-10x0 a plně osazené obě sběrnice CIB) [6].

Pro zvýšení odolnosti napájecích zdrojů se používají přepět'ové ochrany. Přepět'ové ochrany zajišťují bezporuchový provoz při výjimečných situacích (vlivy úderu blesku, obecně špatného stavu rozvodné sítě nebo vlivu blízkých výkonových zařízení špatně ošetřených z hlediska zpětného vlivu na rozvodnou síť). Z těchto důvodů se doporučuje osadit přívod napájecího napětí 230VAC přepět'ovou ochranou [6].

#### Svodič přepětí Typ 3, PI-k8

Je to jednofázový svodič přepětí typu 3 podle normy EN 61643-11, který je doplněn o vysokofrekvenční filtr. Vyrábí se v ucelené řadě pro jmenovité proudy 8, 16, 25, 32 s určením pro aplikace v sítích TN-S jsou určeny k ochraně jednofázových elektronických zařízení v rozvedech v sítích nn před transientním přepětím a vysokofrekvenčním rušením. Jsou osazeny světelnou signalizací správné funkce (zelená kontrolka). Pro předjištění ochrany použijeme pojistku max. 8A nebo jistič B6A [6].



Obr. 3- 12 Svodič přepětí Typ 3, PI-k8 [12]

### 3.6 GSM modemy

Modul GSM modemu je určen pro komunikaci se systémem Tecomat Foxtrot pomocí povelů zasílaných v SMS zprávách mobilním telefonem GSM. Prostřednictvím GSM modemu a mobilního telefonu lze SMS zprávami systém ovládat a naopak ze systému získávat informace o jeho stavu a jiných aktuálních událostech [23].

#### UC-1205

Modul je napájen z externího napájecího zdroje 24 V DC. Napájecí napětí se připojuje na svorku B1 (+24 V) a na svorku B2, popř. B3 (GND, obě svorky jsou vnitřně propojeny). Komunikační linka tvořená vodiči se signály RxD a TxD se v systému připojuje přímo k sériovému kanálu CH1/RS-232 centrální jednotky. Vodiče se nekříží (signál RxD na svorku A1, signál TxD na svorku A2). Signál GND je společná signálová zem pro rozhraní RS-232 a napájení modulu (svorky A3 a B3 jsou uvnitř modulu propojené) [23].

SIM karta se vkládá do plastového držáku v levé části čelního panelu modulu, který se vysouvá stiskem tlačítka 'RELEASE'. Karta se v držáku vkládá do prostoru ohraničeném vybráním tak, aby její kontaktní plošky nebyly stěnou držáku zakryty. Držák i s kartou se zasune zpět do modulu. Do horního konektoru typu SMA se připojuje anténa pro GSM pásmo. Vzhledem k tomu, že existuje více typů antén, není tato součástí modulu, ale je možné ji doobjednat [23].

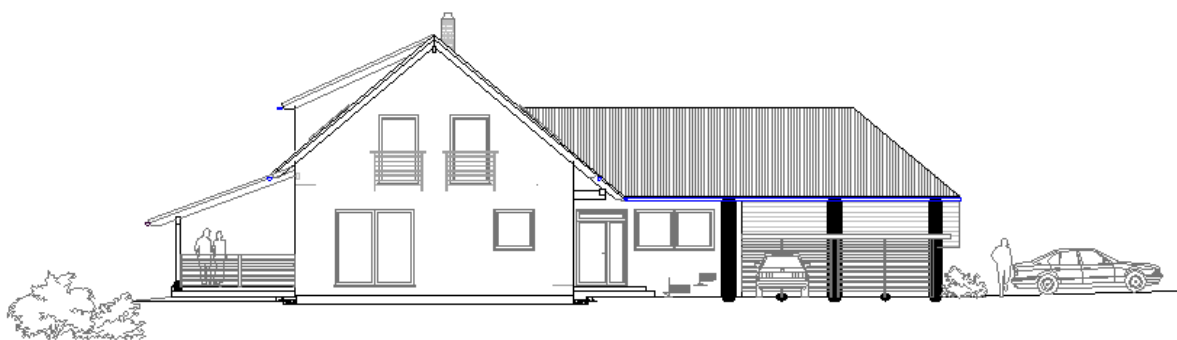


*Obr. 3- 13 GSM modul UC-1205 [22]*

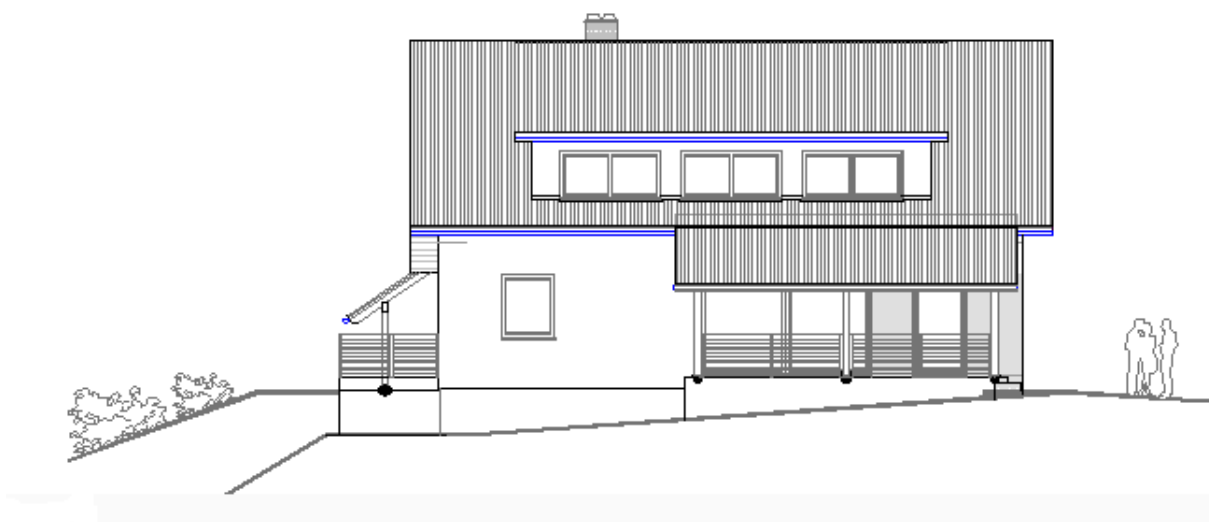
## 4 PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE SILOVÝCH A DATOVÝCH ROZVODŮ

### 4.1 Představení objektu

Jedná se o rodinný dům, který je projektován jako novostavba. Náhled objektu vidíme na obr. č.1 a obr. č.2. Podklady pro projekt elektroinstalace a náhled objektu byly poskytnuty od Ing. arch. Jaromíra Zavadila. Na základě přání investora nebudu uveřejňovat v tomto projektu jeho jméno.



*Obr. 4- 1 Pohled východní*



*Obr. 4- 2 Pohled jižní*

Zastavěná plocha objektu je 245,3 m<sup>2</sup>, obestavěný prostor je 1233,03 m<sup>2</sup>. Obvodové zdivo je tloušťky 550 mm. Dům má 2 podlaží (první nadzemní – 1NP a druhé nadzemní – 2NP).

Tab. 4- 1 Přehled všech místností v budově

1NP		2NP	
Ozn.	Místnost	Ozn.	Místnost
1.01	Zádveří	2.01	Chodba
1.02	Chodba	2.02	Ložnice
1.03	Spíž	2.03	Dětský pokoj
1.04	Kuchyně	2.04	Šatna
1.05	Jídelna	2.05	Dětský pokoj
1.06	Obývací pokoj	2.06	Pokoj hostů
1.07	Pracovna	2.07	Koupelna
1.08	Kotelna	2.08	WC
1.09	Prádelna, koupelna		
1.10	Dílna, sklad nářadí		
1.11	WC		

System foxtrot bude v domě ovládat:

1. Osvětlení

- Vnitřní a venkovní osvětlení bude realizováno tak, aby intenzita osvětlení splňovala všechny hygienické a bezpečnostní podmínky,
- Jednotlivé světelné okruhy daných místností bude možné ovládat vždy z míst v blízkosti dveří na straně otvírání.
- Stmívání všech světelných zdrojů bude provedeno v místnostech: 1.06, 1.07, 2.02, 2.03, 2.05, 2.06,

2. Žaluzie

- Stínící technika se bude ovládat pomocí pohonů pro předokenní žaluzie,
- Těmito pohony osadit všechna okna kromě místností 1.01, 1.03, 1.10, 1.11,
- Stínící techniku řídit automatiky na základě vstupních fyzikálních parametrů okolí tak, aby se ušetřilo množství vynaložených energií, ale také tak, aby byl komfort přítomných co největší.

3. Topení a chlazení

- Topení a chlazení bude provedeno pomocí tepelného čerpadla,
- Topit nebo chladit bude tepelné čerpadlo na základě vnějších podmínek a na základě vnitřních podmínek v jednotlivých místnostech.

4. Ohřev teplé vody
  - Ohřev teplé vody bude proveden pomocí solárních kolektorů, které budou umístěny na jižní straně střechy domu.
5. Zásuvkové obvody
  - Zavedení samostatných okruhů pro jednotlivé spotřebiče a dispozičně rozmístit napájení těchto spotřebičů dle dodaných podkladů,
  - Zásuvkové obvody rozmístit tak, aby bylo zajištěné funkční a estetické hledisko.
6. Bezpečnostní systém
  - Ústředna EZS bude připojena na základní modul systému Foxtrot.

#### 4.1.1 Energetická náročnost objektu

- Instalovaný výkon: 48,5 kW
- Koeficient soudobosti: 0,3
  - Koeficient soudobosti pro zásuvkové obvody: 0,4
- Výpočtové zatížení: 12,09 kW
- Výpočtový proud: 17,48 A
- Hlavní jistič: 3x25 A

## 4.2 Silnoproudé rozvody

Návrh silnoproudých rozvodů byl proveden v programu EIProCAD.

### 4.2.1 Osvětlení

Návrh osvětlení byl prováděn v programu Wils, kde byl vytvořen model objektu. Bylo navrženo rozmístění a typ svítidel a programem Wils vypočteno podle norem minimální osvětlení pro dané místnosti v objektu.

Návrh světelných obvodů byl prováděn v programu EIProCad. Rozmístění, počet a typ svítidel se shoduje s návrhem osvětlení v programu Wils. V EIProCadu byly dodělané kabelové trasy, připojení na ovládací zařízení a rozdělení na jednotlivé obvody. Celkem jsou 4 světelné obvody 30, 31, 32, 33. Na obvod 33 jsou připojena svítidla na chodbách v přízemí a v 1. patře a na schodišti. Na obvodu 30 a 31 jsou všechny místnosti v přízemí a na obvodu 32 jsou všechny místnosti v 1. patře. Rozdělení obvodů bylo děláno tak, aby když dojde k poruše na obvodu 30, 31 nebo 32 bylo zajištěno osvětlení z obvodu 33. Na obvodě 33 jsou připojena svítidla na chodbě. Svítidla na WC a venkovní svítidlo bude mít krytí IP44 a budou spínána čidlem pohybu, ale budou se dát ovládat i ze vnitř domu pomocí tlačítkového spínače.

Světelné okruhy jsou spínány moduly C-OR-001IM-800 a stmívány modulem C-DM-0402-RLC. Tyto moduly jsou ovládány pomocí tlačítkových snímačů C-WS-0200R-ABB a C-WS-0400R-ABB komunikující po sběrnici s centrální jednotkou CP-1000 nebo pomocí Ethernetových zařízení.

## 4.2.2 Zásuvkové obvody a spotřebiče

Návrh byl prováděn v programu ElProCad. Zásuvkové obvody jsou 20, 21, 22, 23, 24 a obvody pro připojení spotřebičů jsou 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Na okruh 20 a 21 jsou napojeny místnosti v přízemí. Na okruh 22 je napojena kuchyň, pro připojení méně používaných spotřebičů. Na okruh 23 a 24 jsou připojeny místnosti v patře. Zásuvky v koupelně mají krytí IP44. Okruh 2 je samostatný okruh, na který bude připojena trouba. Na okruh 3 sklokeramická deska, na okruh 4 chladnička, na okruh 5 pračka, na okruh 6 sušička, na okruh 7 myčka, na okruh 8 tepelné čerpadlo a na okruh 9 čerpadlo solar.

Některé zásuvkové okruhy jsou napojeny přes reléové spínací prvky modulu C-OR- 0011M-800 pro možnost odpojení zásuvkových obvodů od napájení. Do těchto zásuvek budou připojovány účelové spotřebiče.

## 4.2.3 Stínicí technika

Stínicí technika je provedena pomocí technologie předokenních žaluzií, které jsou poháněny pohonem J4WT. Ovládání je řešeno manuálně pomocí tlačítkových snímačů. Tyto mají vyšší prioritu než ovládání automatické. Pohony (asynchronní motory 230 V AC) jsou napojeny na spínací jednotky C-OR-0008M. Provedení stínicí techniky je centralizované.

Automatické ovládání probíhá na základě vstupních podkladů čidel intenzity osvětlení C-RI-0401R a meteostanice umístěné na střeše tak, aby měřicí technika nebyla z žádné strany kryta ani stíněna. Projekt je řešený tak, aby byly umožněny následující funkce systému:

- V případě silného větru, který bude doprovázen bouřkou je na základě podnětu meteostanice stínicí technika automaticky vytažena z důvodu ochrany mechanických částí,
- zatažení rolet na základě venkovní intenzity osvětlení a denní doby,
- zatažení/vytažení rolet na základě směru svitu slunečních paprsků a ročních období,
- natočení rolet tak, aby byla uvnitř místnosti co největší intenzita osvětlení, přičemž nesmí vznikat oslnění vlivem slunečního svitu -> funkce aktivní na základě čidla přítomnosti.

Dále jsou v objektu posuvné brány, které budou ovládány motory LineaMatic P BisSecur a pro otvírání garážových vrat bude použit pohon SupraMatic E BiSecur, ke kterému je potřeba nainstalovat vodící kolejnice.

## 4.2.4 Tepelné čerpadlo a ohřev vody

V objektu je vytápění řešeno pomocí tepelného čerpadla. V jednotlivých místnostech se nachází deskové radiátory, které budou osazeny elektropohony Alpha AA 2004. Pohony jsou v provedení 230 V a systém ON/OFF. Pohony budou ovládány na základě teploty v místnosti, která bude snímána čidlem teploty. Toto čidlo je napojeno do tlačítkových snímačů C-WS-

0200R-ABB a C-WS-0400R-ABB. Za pomoci těchto teplot vydá centrální jednotka signál pro nastavení hlavice.

Ohřev teplé vody je pomocí solárních kolektorů, které jsou umístěny na jižní straně střechy. Teplota solárních kolektorů a teplota zásobníku TUV bude snímána čidly teploty, které jsou připojeny do systému Foxtrot.

#### 4.2.5 Rozváděč

Rozváděč je vytvořen v programu sichr. Program sichr byl použit pro výpočet zatížení jednotlivých fází, pro návrh jištění a pro připojení do distribuční sítě. Výstup z tohoto programu je převeden na formát DWG, který je možný otevřít v programu BricsCAD. Zde je potom rozváděč upraven dle potřeby.

Rozváděč systému Foxtrot je navržen v programu BricsCAD, pomocí schematických značek od firmy Teco a.s. V rozváděči budou umístěny všechny moduly včetně centrální jednotky CP-1000, která bude napájena zdrojem PS-62/27. Na dně rozváděče bude umístěn akumulátor BP-12V/18Ah ALG pro zálohované napájení systému Foxtrot.

Rozváděče jsou umístěny v zádveři domu. Rozváděč pro silnoproud je jeden a pro systém Foxtrot jsou rozváděče dva.

#### 4.2.6 Návrh jištění

Celkový instalovaný výkon objektu je 48,5 kW. Z toho vypočteme výpočtový proud, který vychází 17,42 A. Díky tomu se navrhne hlavní jistič. Velikost hlavního jističe bude 3x25A (LPN-25C). K tomu se navrhnou pojistky v HDS (hlavní domovní skříň). Volí se o dva stupně větší, než je hlavní jistič. V mém případě to bude 3x40A (PHNA000gG).

Všechny světelné obvody budou jištěny jednofázovými jističi 10A (LPN-10B). Zásuvkové obvody jističi 16A (LPN-16B). Pohony budou jištěny jednofázovými jističi 10A (LPN-10B). Všechny zásuvkové obvody a světelné obvody, na kterých se nachází koupelna nebo WC, jsou doplněny proudovými chrániči s rozdílovým proudem 30mA (OFI-25-4-030A). Jednofázové spotřebiče budou jištěny jističi 16A (LPN-16B). Trojfázové spotřebiče budou jištěny jističi 3x16A (LPN-16B). Tepelné čerpadlo bude jištěno trojfázovým jističem 3x20A (LPN-20C). EZS a video vrátný budou jištěny jističem 10A (LPN-10B). Napájecí zdroj systému foxtrot bude jištěn jističem 4A (LPN-4B) a přepěťovou ochranou T3 PI-k8.

Před hlavním rozváděčem bude umístěna kombinovaná přepěťová ochrana T1+T2 SJBC-25E-3-MZS.

### 4.3 Systém foxtrot

Do rozváděče určeného pro Foxtrot je také umístěn modul UC-1205 pro SMS komunikaci a komunikaci. Na modul je nutno našroubovat GSM anténu AN-06, která není součástí modulu.

Do centrální jednotky CP-1000 je instalován submodul MR-0104, který zajišťuje převod TTL signálů sériového rozhraní RS-232 a je určen pro připojení EZS přes GXY - SMART.

Na střeše je umístěna meteostanice typu GIOM3000, která je osazena rozhraním Ethernet s napájením PoE. Na základě tohoto byl zvolen Switch s výstupem PoE pro zajištění přenosu napájení a dat.

Ovládání celého systému, jednotlivých čidel a snímačů bude naprogramováno na základě vstupních podkladů.

### 4.4 Slaboproudé rozvody

Návrh slaboproudu byl proveden v programu ElProCAD.

#### 4.4.1 EZS

V přízemí ve všech místnostech kromě WC (1.11) a spíže (1.03) jsou navrženy PIR detektory. U všech vstupů do domu jsou venkovní PIR detektory, které slouží pro spínání venkovního osvětlení. Na všech vstupních dveřích jsou instalovány magnetické zámky. Systém EZS je vyveden na venkovní sirénu, která je umístěna na fasádě domu u hlavních dveří. Systém EZS je doplněn o požární hlásiče opticko-kouře. Ty se nachází v každé místnosti, kromě WC (1.11), spíže (1.03) a koupelny (2.07). V kuchyni je tepelný požární hlásič.

Srdcem systému je ústředna GALAXYGD-48, která je na systém foxtrot připojena přes GXY – SMART. Ústředna se nachází v technické místnosti (1.08).

Řešení upozornění může být provedeno pomocí SMS zpráv systémem Foxtrot, konkrétně pomocí modulu UC-1205. Systém je navržen tak, aby mohl střídat denní a noční režim.

#### 4.4.2 Telefon a internet

Objekt bude napojen na pevnou telefonní síť. Pomocí telefonní sítě bude instalován internet. Ze ADSL-Splitru umístěného na stěně mezi kuchyní a jídelnou vede kabel UTP 6 kat. do WIFI routu, z kterého jsou kabelem UTP 6 kat. napojeny datové zásuvky. Datové zásuvky se nachází v místnostech (1.06, 1.07, 2.02, 2.03, 2.05 a 2.06). V celém domě bude možnost i bezdrátového připojení pomocí WIFI.

### 4.4.3 STA

Umístění antény pro příjem pozemního digitálního vysílání bude na střeše domu. Její typ a umístění neřeší projektová dokumentace. Za správný výběr typu, zesílení signálu a montáž ručí dodavatel. Od anténního zesilovače bude vést koaxiální kabel v chráničce do anténního rozbočovače, ze kterého budou vést jednotlivě kabely VCEOY 75-4,8 do jednotlivých zásuvek STA. Zásuvky STA se nachází v místnostech (1.06, 2.02, 2.03, 2.05 a 2.06).

### 4.4.4 Video vrátný

U branky před vstupem na pozemek bude osazeno zvonkové tlačítko s tablem. Budou napájeny z pomocného zdroje MDR 20-12, který bude umístěn v rozváděči. Z tabla bude veden kabel pro napájení elektrického zámku. Uvnitř budovy na stěně mezi kuchyní a jídelnou bude osazen videotelefon pro jednoho účastníka.

## 4.5 Napěťová soustava

Napěťová soustava v distribuční síti: 3+PEN stř. 50Hz 400/230 V, TN-C

v objektu: 3+PE+N stř. 50Hz, 400V/230V, TN-C-S

Elektrické zařízení je napájeno dle 3. stupně ČSN 34 16 10.

## 4.6 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí bude provedena:

- a) Základní izolací
- b) Krytem

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí bude provedena:

- a) Základní - automatickým odpojením od zdroje v síti TN
- b) Doplňková - proudovými chrániči a ochranným pospojováním

## 4.7 HOP

Ve vzdálenosti 1m od rozváděče budovy bude zřízena samostatná svorkovnice hlavního pospojování (HOP). Tato svorkovnice bude přizemněna na společnou soustavu drátem FeZn 10 mm<sup>2</sup>. Z této svorkovnice bude drátem CU 16 mm<sup>2</sup> provedeno přizemnění přípojnice PE v rozváděči RD. V budově bude provedeno pospojování všech vodivých částí. Vodivé části přicházející do budovy zvenku musí být pospojovány pokud možno co nejbližší jejich vstupu do budovy.

## 4.8 Způsob napájení a měření odběru

Napojení na rozvod elektrické energie provedou pracovníci ČEZ. Přivedené vedení do elektroměrového rozváděče (RE) je provedeno z HDS (40A). Elektroměrový rozváděč společně s HDS bude zasazen do oplocení pozemku. Elektroměrový rozváděč obsahuje dvousazbový elektroměr. Před elektroměr bude vložen hlavní trojpólový jistič (25A). Vzhledem k instalaci tepelného čerpadla bude charakteristika hlavního jističe typu C. Vedení bude do budovy přivedeno z elektroměrového rozváděče do rozváděče v budově kabelem CYKY 4x16 mm<sup>2</sup>, který bude veden v chrániče společně s kabelem CYKY 3x1,5 mm<sup>2</sup> od přijímače signálu HDO.

## 4.9 Rozpočet

V tabulce 4- 2 jsou uvedeny ceny za jednotlivé části elektromontáže. Ceny jsou uvedeny bez DPH. V ceně je jsou započteny náklady na pohony a svítidla, které způsobují velké zvýšení finančních nákladů. V kalkulaci nejsou zahrnuty náklady na montáže, dopravu, tepelné čerpadlo, solární kolektory a domácí spotřebiče.

Tab. 4- 2 Rozpočet elektroinstalace rodinného domu

Hlavní části elektromontáže	Celková cena
-	Kč
Silnoprúd	221617
Rozváděč	29383
Slaboprúd	94357
Foxtrot	173241
Celková cena bez DPH	529 309
Celková cena s DPH	640 464

## 5 ZÁVĚR

Úkolem této diplomové práce bylo udělat přehled budov z hlediska energetické náročnosti, seznámit se systémem Foxtrot a vytvořit projektovou dokumentaci pro objekt, který bude systémem Foxtrot řízen.

Budovy z hlediska energetické náročnosti se dělí na standardní budovy a energeticky úsporné budovy. V semestrálním projektu jsem se zabýval hlavně energeticky úspornými budovami, které spadají do kategorie B respektive A podle energetického štítku budovy. Energeticky úsporné budovy se vzhledem k potřebě tepla na vytápění dále dělí na nízkoenergetické, jejichž spotřeba tepla na vytápění musí být v rozmezí 50 – 15 kWh/m<sup>2</sup>.a, na pasivní domy, kde spotřeba tepla na vytápění musí být ≤ 15 kWh/m<sup>2</sup>.a, dále na nulové domy, kde spotřeba tepla musí být ≤ 5 kWh/m<sup>2</sup>.a a nakonec aktivní domy, které si el. energii dokážou sami vyrobit.

Pro řízení objektu je vybrán systém Foxtrot. Tento systémem může ovládat žaluzie, osvětlení, vytápění, klimatizaci, jednotlivé spotřebiče, kamerový systém, bezpečnostní systém, ohřev teplé vody, bazén, zavlažování zahrady, garážová vrata, měření spotřeby energie, multimedia atd.

Objekt, který bude řízen systémem Foxtrot, je rodinný dům. Má přízemí a jedno patro. Jednotlivé místnosti jsou viz Tab. 4- 1. Systém Foxtrot bude v domě řídit osvětlení, zásuvkové obvody, vytápění a chlazení, ohřev teplé vody, žaluzie a bezpečnostní systém.

Celková projektová dokumentace je v rozsahu pro provedení stavby. Návrh osvětlení není hlavní součástí práce, ale pro kontrolu správnosti výběru svítidel a správnosti osvětlení byl použit program Wils. Všechny silové a datové rozvody (EVS, TEL/DAT, STA, Video vrátňý) byly vytvořeny v programu ElProCAD. Rozvaděč byl vytvořen v programu sichi a dále upravován podle potřeb v programu BricsCAD.

Celý systém je ovládán pomocí automatizačního systému Foxtrot. Mozkem systému je centrální jednotka CP-1000, na kterou jsou připojeny všechny aktory a senzory.

Celková cena projektu včetně DPH je 640 464 Kč. Celkové náklady vzrostly hlavně díky započtení všech svítidel a pohonů. Naopak do rozpočtu není zahrnuta cena za dopravu, montáže, tepelné čerpadlo, solární kolektory a domácí spotřebiče.

Všechny výkresy, technická zpráva a rozpočet jsou obsahem přílohy.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] CIHLÁŘ, Jiří. Pasivní domy: radost z bydlení [online]. Brno: Centrum pasivního domu, 2013 [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/data/files/3568.pdf>
- [2] Co je pasivní dům? *Centrum pasivního domu* [online]. [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2?chapterId=1634>
- [3] Co je Tecomat Foxtrot? *TECO - Průmyslová automatizace, Inteligentní budovy, Smart grids* [online]. [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <http://www.tecomat.com/kategorie-247-foxtrot---popis.html>
- [4] Co lze ovládat? *Ovladejstvujdom.cz* [online]. [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <http://controlyourhouse.com/cs/co-lze-ovladat/>
- [5] ČSN 72 0540-2. *Tepelná ochrana budov: Část druhá: Požadavky*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, říjen 2011
- [6] FOXTROT - Ovládej svůj dům!: Příručka projektování CFox, RFox [online]. březen 2014, 537 s. [cit. 2016-01-11]. TXV00416 rev.3. Dostupné z: [http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00416\\_01\\_CFoxRFoxProjektovani\\_cz.pdf](http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00416_01_CFoxRFoxProjektovani_cz.pdf)
- [7] *Google* [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: [https://www.google.cz/search?q=cp+1000&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjzn8WSspDMAhVMVxQKHbc4BIMQ\\_AUIBigB#imgdii=dCjNEwPqwL57bM%3A%3BdCjNEwPqwL57bM%3A%3Bf9K3HVB-O1ei5M%3A&imgrc=dCjNEwPqwL57bM%3A](https://www.google.cz/search?q=cp+1000&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjzn8WSspDMAhVMVxQKHbc4BIMQ_AUIBigB#imgdii=dCjNEwPqwL57bM%3A%3BdCjNEwPqwL57bM%3A%3Bf9K3HVB-O1ei5M%3A&imgrc=dCjNEwPqwL57bM%3A)
- [8] *Google* [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: [https://www.google.cz/search?q=c-or-0008m&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwivy6m57ojMAhUD7hoKHcv0Du0Q\\_AUIBigB&dpr=1#tbm=isch&q=c-dm-0402m-rlc&imgrc=6lVdIfj3khncmM%3A](https://www.google.cz/search?q=c-or-0008m&biw=1366&bih=643&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwivy6m57ojMAhUD7hoKHcv0Du0Q_AUIBigB&dpr=1#tbm=isch&q=c-dm-0402m-rlc&imgrc=6lVdIfj3khncmM%3A)
- [9] HUBÁLEK, M. *Využití řídicího systému Foxtrot jako Building Management System*. Diplomová práce. Brno: Ústav elektroenergetiky FEKT VUT v Brně, 2013, 59 stran.
- [10] JAN TYWONIAK. *Nízkoenergetické domy: principy a příklady*. 2007. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. ISBN 80-247-1101-X.
- [11] JAN TYWONIAK A KOLEKTIV. *Nízkoenergetické domy 3*. Grada Publishing, a. s. Praha, 2012, 224 s. ISBN 978-80-247-3832-1.
- [12] *Kabely-jistice-svitidla.cz* [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.kabely-jistice-svitidla.cz/produkty/pi-k8-svodice-prepeti-8a>
- [13] KATEGORIZACE RD PODLE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI aneb energetický štítek budovy. *Precizní dřevostavby*[online]. [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <http://www.precizni-drevostavby.cz/web/page/42-inspirace-kategorizace-RD-podle-energeticke-narocnosti.aspx>
- [14] KOLEKTIV AUTORŮ. *Pasivní domy 2012, Sborník z konference pasivní domy 2012*. Centrum pasivních domů. Brno. 2012, 342 s. ISBN 978-80-904739-2-8.

- [15] Moduly řady CFox základní dokumentace C-HM-1113M [online]. červenec 2010, 8s. [cit. 2016-04- 15]. TXN 133 10. Dostupné z:  
[http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV13310\\_01\\_CFox\\_C-HM-1113M\\_cz.pdf](http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV13310_01_CFox_C-HM-1113M_cz.pdf)
- [16] Pasivní, aktivní, nulový dům. Víte, co přesně tyto pojmy znamenají? *HOME byt dům styl zahrada* [online]. 2014 [cit. 2016-01-11]. Dostupné z: <http://homebydleni.cz/dum/ned-a-pasivni-domy/pasivni-aktivni-nulovy-dum-vite-co-presne-tyto-pojmy-znamenaji/>
- [17] PORADENSTVÍ V OBLASTI NÍZKOENERGETICKÉ A PASIVNÍ VÝSTAVBY BUDOV. *ekoWATT* [online]. [cit. 2016-01-11]. Dostupné z:  
<http://www.ekowatt.cz/cz/sluzby/nizkoenergeticka-vystavba>
- [18] PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY TECOMAT FOXTROT [online]. říjen 2014 [cit. 2016-01- 11]. 21. vydání. TXV 004 10. Dostupné z:  
[http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00410\\_01\\_General\\_Foxtrot.pdf](http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00410_01_General_Foxtrot.pdf)
- [19] Příručka projektování systému FOXTROT [online]. únor 2012, 73s. [cit. 2016-01- 11]. TXV00411 rev.3.8c. Dostupné z:  
[http://emeagateway.eu/emea/repozytorium/TXV00411\\_01\\_Foxtrot\\_DesignManual\\_cz.pdf](http://emeagateway.eu/emea/repozytorium/TXV00411_01_Foxtrot_DesignManual_cz.pdf)
- [20] Ryba, R. *Posouzení návratnosti investice do nízkoenergetického nebo pasivního rodinného domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2014. 129 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Vítězslava Hlavinková.
- [21] Stavíme energeticky úsporný dům. *Tzbinfo* [online]. 2003 [cit. 2016-01-11]. Dostupné z:  
<http://www.tzb-info.cz/1658-stavime-energeticky-usporny-dum-iii>
- [22] *PLC Tecomat Foxtrot* [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z:  
<http://www.tecomat.com/kategorie-308-tecomat-foxtrot.html>
- [23] Tecomat UC-1205 [online]. 4s. [cit. 2016-04- 15]. TXN 112 05. Dostupné z:  
[http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV11205\\_00\\_Foxtrot\\_UC-1205\\_cz\\_en.pdf](http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV11205_00_Foxtrot_UC-1205_cz_en.pdf)
- [24] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. *Energetická náročnost budov - Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení*. ČSN EN ISO 13790 (730317), 2008, 56 s.

## SEZNAM PŘÍLOH

### A. Tištěné přílohy – součást tkanicové vazby

- Silnoproudé rozvody (7 listů A3)
- Slaboproudé rozvody (2 listy A3)
- Rozváděč silnoproudu (4 listy A3)
- Rozváděč Foxtrot (4 listy A3)
- Blokové schéma prvků TECO (1 list A3)
- Legenda značek (1 list A3)
- Technická zpráva (9 listů A4)
- Rozpočet (7 listů)

### B. Elektronické přílohy vložené na CD-ROM

- 1-503-Silnoproud-list 1.pdf
- 2-503-Silnoproud-list 2.pdf
- 3-503-Silnoproud-list 3.pdf
- 4-503-Silnoproud-list 4.pdf
- 5-503-Silnoproud-list 5.pdf
- 6-503-Silnoproud-list 6.pdf
- 7-503-Silnoproud-list 7.pdf
- 8-303-Slaboproud-list 1.pdf
- 9-303-Slaboproud-list 2.pdf
- 10-504-Rozváděč silnoproudu-list 1.pdf
- 11-504-Rozváděč silnoproudu-list 2.pdf
- 12-504-Rozváděč silnoproudu-list 3.pdf
- 13-504-Rozváděč silnoproudu-list 4.pdf
- 14-505-Rozváděč Foxtrot-list 1.pdf
- 15-505-Rozváděč Foxtrot-list 2.pdf
- 16-505-Rozváděč Foxtrot-list 3.pdf
- 17-505-Rozváděč Foxtrot-list 4.pdf
- 18-506-Blokové schéma prvků TECO-list 1.pdf
- 19-401-Legenda značek-list 1.pdf
- 20-501-Technická zpráva.docx
- 21-502-Rozpočet.xlsx