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

NÁVRHOVÝ SYSTÉM PRO ZJIŠTĚNÍ A KVANTIFIKACI POŽADAVKŮ NA ŘÍDICÍ SYSTÉM INTELIGENTNÍHO DOMU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE MILOSLAV KOTÍK
AUTHOR

BRNO 2015

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student:	Miloslav Kotík	***ID:***	146040
Ročník:	3	***Akademický rok:***	2014/2015

NÁZEV TÉMATU:

Návrhový systém pro zjištění a kvantifikaci požadavků na řídicí systém inteligentního domu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Navrhněte postup pro komplexní analýzu požadavků investora na řídicí systém inteligentního domu.
2. Navrhněte dotazník/formulář, který bude vodítkem projektanta pro diskusi s investorem nad jeho požadavky.
3. Převeďte tento postup do interaktivní podoby.
4. Navrhněte převod zjištěných požadavků do podoby seznamu prvků řídicího systému potřebných pro realizaci.
5. Využijte systém Tecomat Foxtrot a sortiment jeho periferií.

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:

KOTÍK, M. *Návrhový systém pro zjištění a kvantifikaci požadavků na řídicí systém inteligentního domu.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2015. 59 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

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.

……

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Branislavu Bátorovi, Ph.D. za odbornou pomoc, cenné rady a věcné připomínky při zpracování práce.

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

NÁVRHOVÝ SYSTÉM PRO ZJIŠTĚNÍ A KVANTIFIKACI POŽADAVKŮ NA ŘÍDICÍ SYSTÉM INTELIGENTNÍHO DOMU

DESIGN SYSTEM FOR THE DETECTION AND QUANTIFICATION OF REQUIREMENTS TO THE CONTROL SYSTEM OF INTELLIGENT HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE — MILOSLAV KOTÍK
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Ing. BRANISLAV BÁTORA, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2015

ABSTRAKT

Bakalářská práce se věnuje analýze požadavků investora na řídicí systém inteligentního domu. Je navržen dotazník jako vodítko projektanta při komunikaci s investorem a tento postup je převeden do interaktivní podoby formuláře. Na základě dotazníku je poté navržen postup pro automatické vyhodnocení a převod zjištěných požadavků investora do seznamu doporučených komponent řídicího systému Tecomat Foxtrot a jeho periferií pro realizaci.

První dvě kapitoly práce jsou teoretické a popisují inteligentní dům a systém Tecomat Foxtrot. V poslední praktické kapitole bakalářské práce je popsán samotný Návrhový systém a jeho části – dotazník, databáze, formulář, vyhodnocovací program.

KLÍČOVÁ SLOVA: inteligentní dům, řídicí systém, Tecomat Foxtrot, periferie, aktory, senzory, projektant, investor, návrh, analýza, návrhový systém, databáze, formulář, dotazník

ABSTRACT

Bachelor thesis focuses on analysis of the investor's requirements for control system of intelligent house. It is designed questionnaire to guide the designer in communication with the investor and this process is converted into an interactive form as a schedule. On the basis of the questionnaire is designed a procedure for automatic evaluation and transfer of detected investor's requirements into the list of recommended components of a Tecomat Foxtrot control system and its peripherals for implementation.

The first two chapters are theoretical and describe the intelligent house and the Tecomat Foxtrot control system. The last chapter of bachelor thesis describes the Design system itself and its parts - questionnaire, database, form, program evaluation.

KEY WORDS: intelligent house, control system, Tecomat Foxtrot, peripherals, actuator, sensor, designer, investor, design, analysis, design system, database, questionnaire

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ 10
SEZNAM TABULEK 11
SEZNAM ZKRATEK 12
1 ÚVOD 13
2 INTELIGENTNÍ BUDOVA 14
2.1 Senzory, aktory 15
2.1.1 Senzory 15
2.1.2 Aktory 15
2.2 Regulace, ovládání a řízení 15
3 TECOMAT FOXTROT 17
3.1 PLC, Programovatelný automat 17
3.2 Vlastnosti Tecomat Foxtrot 17
3.3 Sběrnice pro Tecomat Foxtrot 19
3.3.1 Sběrnice CIB 19
3.3.2 Sběrnice TCL2 19
3.3.3 Komunikace RFox 20
3.3.4 Sériová komunikační rozhraní 20
3.4 Napájení systému Tecomat Foxtrot 21
3.4.1 Napájení se zálohováním 21
3.5 Základní moduly Tecomat Foxtrot 22
3.6 Periferní moduly Tecomat Foxtrot 23
4 NÁVRHOVÝ SYSTÉM 24
4.1 Analýza požadavků investora 24
4.1.1 Návrh postupu komplexní analýzy požadavků investora 26
4.2 Návrh a popis Dotazníku 27
4.2.1 Vytápění a větrání 28
4.2.2 Zdroj tepla v objektu 30
4.2.3 Osvětlení 31
4.2.4 Stínění objektu, ovládání vrat, dveří a oken 32
4.2.5 EZS, EPS 33
4.2.6 Zásuvky 34
4.2.7 Komunikace s uživatelem a multimédia 35
4.2.8 Další technologie 37
4.2.9 Měření teploty 38

4.2.10 Měření dalších veličin 39
4.3 Návrh Formuláře 41
4.3.1 Vlastnosti prvků Formuláře 43
4.3.2 Funkce příkazových tlačítek Formuláře 45
4.4 Databáze 49
4.4.1 Členění Databáze 49
5 ZÁVĚR 51
POUŽITÁ LITERATURA 52
PŘÍLOHY 54
Příloha A – Disk CD 54
Příloha B – Dotazník 54

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2.1: Webová stránka Foxtrotu řídicí kompletní energetiku objektu [3] *14*
Obrázek 2.2: Příklad inteligentního domu [7] *16*
Obrázek 3.1: Příklad sestavy PLC Tecomat Foxtrot [8] *18*
Obrázek 3.2: Základní modul CP-1020 [8] *22*
Obrázek 3.3: Periferní modul UC-1204 pro komunikaci s kotlem s rozhraním OpenTherm [8] *23*
Obrázek 4.1: Ukázka Formuláře Návrhového systému *41*
Obrázek 4.2: Rozložení karet Formuláře *42*
Obrázek 4.3: Ukázka zdrojového kódu pro zaškrtávací pole *43*
Obrázek 4.4: Ukázka přiřazení buňky textovému poli *44*
Obrázek 4.5: Ukázka zdrojového kódu pro textové pole *44*
Obrázek 4.6: Ukázka zdroje seznamu a rozbalovacího seznamu *45*
Obrázek 4.7: Ukázka zdrojového kódu příkazového tlačítka Přidat *46*
Obrázek 4.8: Ukázka části makra DINaDIN pro vyhodnocení zadaných parametrů CFox *46*
Obrázek 4.9: Ukázka zdrojového kódu příkazového tlačítka Zavřít *47*
Obrázek 4.10: Ukázka zdrojového kódu příkazového tlačítka Smazat poslední *47*
Obrázek 4.11: Ukázka zdrojového kódu příkazového tlačítka Smazat vše *48*
Obrázek 4.12: Listy Databáze *49*
Obrázek 4.13: Hlavička Databáze *49*
Obrázek 4.14: Kategorie a rozevírací seznam Databáze *50*

SEZNAM TABULEK

Tabulka 4.1: Specifikace objektu *26*
Tabulka 4.2: Vytápění a chlazení *28*
Tabulka 4.3: Zdroj tepla *30*
Tabulka 4.4: Osvětlení *31*
Tabulka 4.5: Stínění, ovládání vrat, dveří a oken *32*
Tabulka 4.6: EZS a EPS *33*
Tabulka 4.7: Zásuvky a zásuvkové okruhy *34*
Tabulka 4.8: Multimédia a komunikace *35*
Tabulka 4.9: Další technologie *37*
Tabulka 4.10: Čidla pro měření teploty *38*
Tabulka 4.11: Měření dalších veličin *39*

SEZNAM ZKRATEK

AV	Audiovizuální
BD	Bytový dům
CIB	Common Installation Bus
CPU	Central Processing Unit (Procesorová jednotka)
DC	Direct Current (Stejnosměrný proud)
EPS	Elektrická požární signalizace
EZS	Elektrické zabezpečovací systémy
FVE	Fotovoltaická elektrárna
OT	Otopné těleso
PLC	Programmable Logic Controller (Programovatelný automat)
RFID	Radio Frequency Identification (Identifikace pomocí rádiové frekvence)
SMS	Short message service
TCL2	Systémová sběrnice Tecomat Foxtrot
TČ	Tepelné čerpadlo
UV	Užitková voda
VBA	Visual Basic for Applications

1 ÚVOD

Inteligentní elektroinstalace v budovách se v České republice dostávají stále více do popředí zájmu investorů. Počáteční investice může být přibližně až o 30% větší než u klasické elektroinstalace, v dlouhodobém měřítku však klasickou elektroinstalaci v mnohém předčí. Srdcem celé chytré elektroinstalace je řídicí jednotka, která pomocí čidel mapuje, snímá a vyhodnocuje mnohdy velké množství informací a na základě těchto informací posílá povely jednotlivým zařízením, která vykonávají její příkazy a řídí nejdůležitější technologie v objektu.

Řídicích systémů pro inteligentní budovy je celá řada, ať už se jedná o zahraniční či české společnosti nabízející tyto systémy. Každá společnost má dále několik produktů v podobě centrálních, periferních, komunikačních a napájecích modulů a nabízí velké množství senzorů a aktorů, které lze do systému připojit, a které lze použít pro inteligentní elektroinstalaci. Jelikož se v České republice jedná o poměrně nové a stále se vyvíjející odvětví, může být pro projektanty komplikované orientovat se v novinkách a produktech, které tyto firmy nabízejí. Dalším faktem, který komplikuje práci projektantů inteligentních domů je šíře rozsahu řídicích systémů. Mohou ovládat v podstatě veškeré procesy v domě a zasahují do různých technických oblastí.

Jistě je v zájmu projektanta nabídnout zákazníkovi (investorovi) co nejkomplexnější řízení celého domu. Projektant by proto měl znát a vědět o veškerých možnostech, které inteligentní řízení nabízí. Což je značně obtížné a někteří projektanti uvažující nad možností projektování inteligentních elektroinstalací jsou touto skutečností mnohdy odrazeni.

Tato bakalářská práce má za cíl navrhnout takový postup, který projektantům jejich práci a komunikaci s investorem usnadní.

Práce je členěna do tří hlavních kapitol.

V první kapitole jsou stručně popsány obecně známé informace o inteligentních budovách s krátkým výčtem možností řízení různých technologií.

Další kapitola je teoretickým úvodem do problematiky řídicího systému Tecomat Foxtrot od firmy Teco, a. s. Postupně popisuje možnosti a využití PLC, vlastnosti Tecomat Foxtrot, jeho napájecí, základní a periferní moduly a využívané sběrnicové systémy.

Třetí kapitola je již praktickou částí bakalářské práce a popisuje celý *Návrhový systém*. Je v něm zahrnuta komunikace mezi projektantem a investorem a analýza požadavků investora. Hlavní částí práce je návrh *Dotazníku*, který je vodítkem projektanta při diskusi s investorem. *Dotazník* shrnuje možné využití řídicího systému Tecomat Foxtrot v inteligentních elektroinstalacích. Poté je navržen *Formulář* v prostředí tabulkového procesoru Microsoft Excel, který je interaktivní kopií *Dotazníku* a slouží k jednoduchému převodu zjištěných požadavků investora do *Návrhového systému*. Je vytvořena také rozsáhlá *Databáze* veškerých dostupných produktů, periferií, aktorů a senzorů, které systém Tecomat Foxtrot a firma Teco, a. s. v současnosti nabízí. V poslední řadě je navržena část programu, který na základě *Dotazníku* (*Formuláře*) převede investorovi požadavky do seznamu komponent, vybraných z *Databáze*, potřebných pro realizaci řízení inteligentního domu.

2 INTELIGENTNÍ BUDOVA

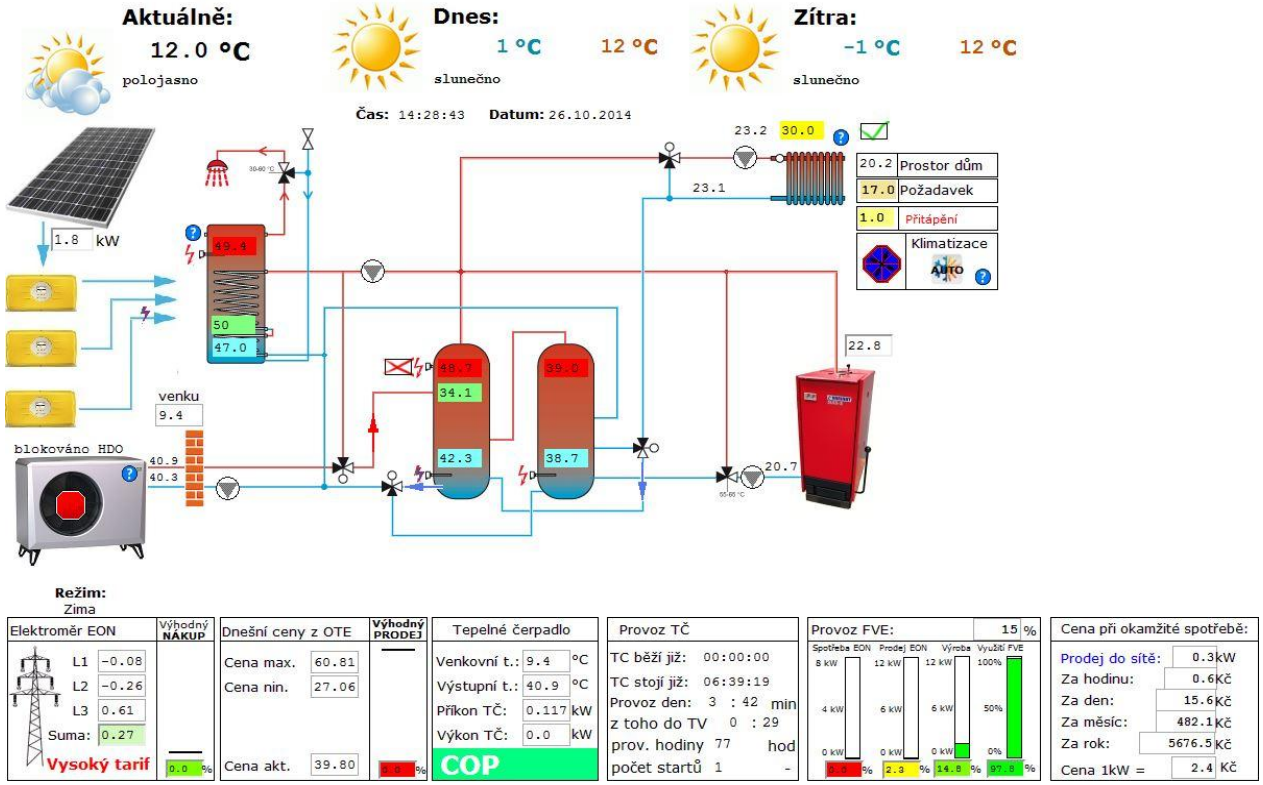
Inteligentní budovy jsou objekty s propojenými systémy řízení komunikace, energetiky, techniky prostředí, zabezpečení (požární ochrana, bezpečnostní systém) a správy budovy. Zajišťuje optimální bezpečné prostředí a komfort pro vlastníky, správce či uživatele domu a uspokojuje jejich potřeby.

Inteligentní budova umožňuje modulární řešení[1] a z energetického hlediska snižuje provozní náklady a náklady na opravy a rekonstrukce objektu. Sleduje vnější i vnitřní změny (počasí, teplota, tlak, den, noc, osvětlenost, a jiné), automaticky na ně reaguje a přizpůsobuje svůj chod na základě potřeb uživatelů. [1] [2]

Dosažení těchto aspektů je závislé na vhodné volbě:

- stavebního řešení budovy
- technického zařízení budovy
- použitých spotřebičů v budově
- automatizovaného systému

Vzájemným propojením jednotlivých dílčích systémů (vytápění, osvětlení, atp.) nebo jejich částí pomocí automatizačních prvků dochází k vytvoření kompletně automatického řídicího systému. Základem takového řídicího systému je základní jednotka (centrální modul) a k němu přiřazené pomocné periferní moduly, aktory a senzory. Systém má jednoduché a intuitivní ovládání vhodné i pro laické uživatele. Ovládání systému je možné např. pomocí osobního počítače, notebooku, televizoru, tabletu, mobilního telefonu, ovládacích panelů nebo dálkových ovládání a jiných uživatelsky dostupných ovladačů.



Obrázek 2.1: Webová stránka Foxtrotu řídicí kompletní energetiku objektu [3]

[1] modulární řešení – vybudování v několika dlouhodobých etapách

2.1 Senzory, aktory

2.1.1 Senzory

Senzory (snímače) jsou zařízení reagující na dané požadavky systému a jsou zdrojem informací pro řídicí jednotku. Jedná se o různé technické přístroje, jenž měří potřebné elektrické a neelektrické veličiny, následně je převádí na elektrický signál a ten předávají pomocí sběrnice centrální jednotce systému, která tyto veličiny vyhodnocuje.

Např. snímače teploty, tlaku, průtoku, vlhkosti, větru, síly, osvětlení, kouře, kvality vzduchu, CO_2, PIR snímače, detektory pohybu, RFID čtečky, detektory rozbití skla, infračervené přijímače, magnetické kontakty, atd.

2.1.2 Aktory

Aktory (akční členy) jsou zařízení, která slouží k realizaci určité činnosti při změně v systému. Elektrický signál předaný senzorem vyhodnotí centrální jednotka a vyšle povel k aktoru, který tento příkaz vykoná.

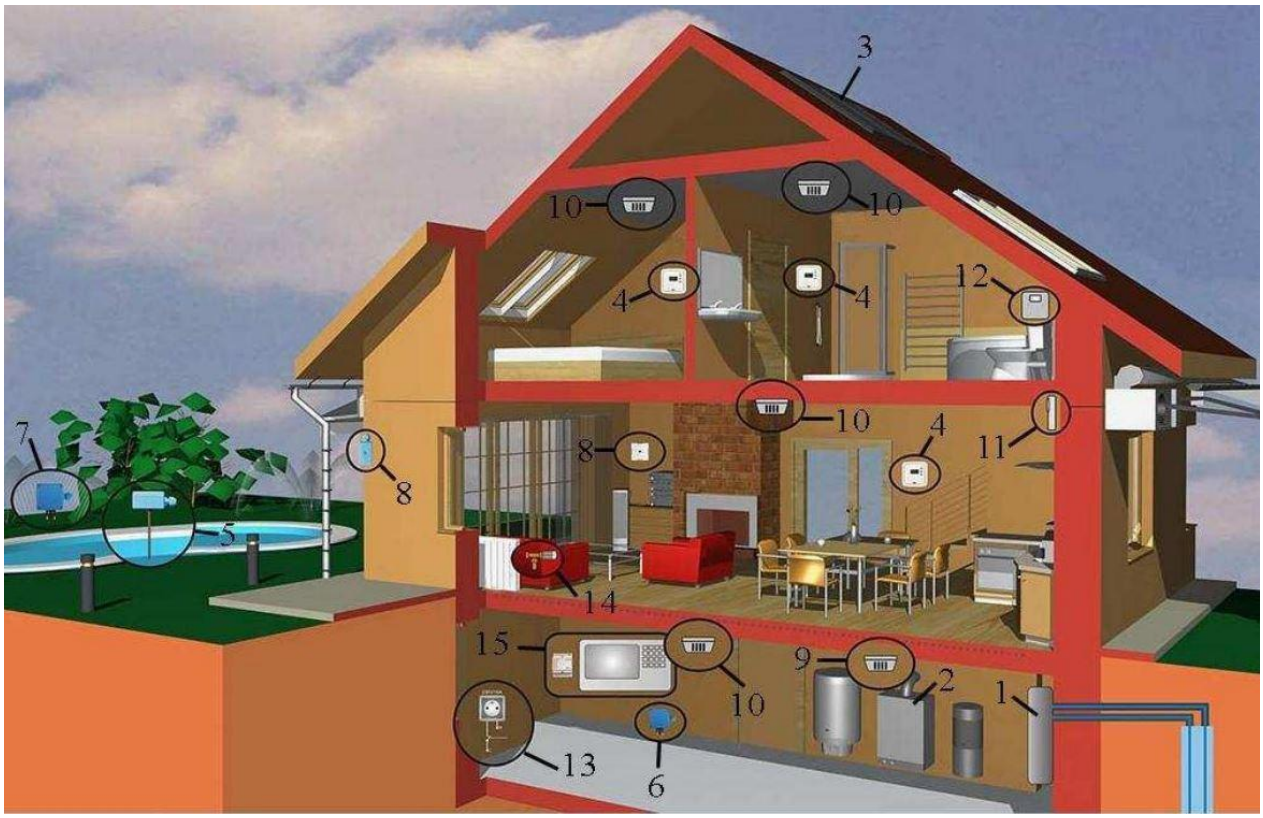
Např. výkonové spínače, binární výstupy, stmívací a roletové aktory, žaluziové členy, ventily, atd. [4]

2.2 Regulace, ovládání a řízení

Inteligentní domy umožňují regulaci, ovládání a řízení zejména [5] [6]:

- vytápění, chlazení, vzduchotechniky a ohřevu UV
  - pro podporu rozvodné tepelné sítě mohou být v budově použity např. fotovoltaické články, tepelná čerpadla, sluneční kolektory, apod., které jsou ovládány řídicím systémem inteligentního domu na základě mnoha vstupních parametrů (např. činnost obyvatel, změna počasí, …)
- osvětlení, žaluzií a stínění
  - umožňuje regulaci osvětlení uvnitř i v okolí budovy, natočení lamel žaluzií (např. v závislosti na počasí, denním osvětlení, aktuální světelné pohodě, …) nebo nastavení a využití automatických světelných scén
- elektrické požární signalizace (EPS)
  - slouží k detekci nebezpečí požáru, následnému vyhodnocení a např. spuštění optické a akustické signalizace v objektu a řídicím centru, informování hasičského záchranného sboru, uvolnění únikových cest, zabezpečení výtahů a eskalátorů, spuštění požárního větrání a protipožárních systémů
- elektrické zabezpečovací signalizace (EZS), přístupový systém
  - určeny k ochraně osob a majetku, slouží ke zjištění a signalizaci o pokus vniknutí nepovolaných osob do objektu, či sledování okolí budovy za použití různých senzorů (např. detektory rozbití skla, infrapasivní detektory, magnetické kontakty na dveřích a oknech, …)

- komunikace s uživatelem
  - audio-technika, internet, domácí spotřebiče, multimédia…
- energetické soustavy budovy
- projekčních a montážních informací
- garážových vrat
- kvality vzduchu
- zavlažování
- bazénové technologie
- tepelná čerpadla



1 – Tepelné čerpadlo	6 – Snímač zateplení	11 – Detektor pohybu
2 – Plynový kotel	7 – Snímač vlhkosti	12 – Průtokoměr
3 – Solární panel	8 – Snímač osvětlení	13 – Ovladatelná zásuvka
4 – Ovladač	9 – Detektor plynu	14 – Řízená hlavice
5 – Snímač teploty	10 – Detektor požáru	15 – Řídicí systém

Obrázek 2.2: Příklad inteligentního domu [7]

3 TECOMAT FOXTROT

3.1 PLC, Programovatelný automat

Programovatelný automat (PLC – Programmable Logic Controller) je číslicový elektronický řídicí systém. Je určený především k řízení strojů a procesů v průmyslu. Pomocí číslicových či analogových vstupů a výstupů získává a dále předává informace z, případně do řízeného zařízení, které následně vykonává danou činnost.

V paměti uživatelského programu PLC jsou uloženy řídicí algoritmy a uživatelský program je cyklicky vykonáván. Algoritmus je zapsán pomocí posloupnosti instrukcí, jež jsou postupně vyvolávány a vyhodnocovány centrální řídicí jednotkou automatu. Centrální jednotka provádí s daty příslušné operace v zápisníkové paměti a zásobníku. Po vykonání všech instrukcí daného algoritmu dojde vlivem centrální jednotky k aktualizaci výstupních proměnných do výstupních periferních modulů automatu a zároveň k aktualizaci vstupních periferních modulů do zápisníkové paměti. Tento děj je označován jako cyklus programu a neustále se opakuje. [8]

3.2 Vlastnosti Tecomat Foxtrot

PLC Tecomat Foxtrot jsou malé kompaktní automaty s možností modulárního rozšíření. Jsou určeny k řízení procesů v nejrůznějších odvětvích průmyslu (stroje, budovy, doprava, …). Moduly systému jsou chráněny plastovými pouzdry a tím nedochází k poškození důležitých součástek. Plastová pouzdra také umožňují montáž modulu na DIN lištu. Šířky všech modulů jsou vždy celým násobkem rozměru 17,5 mm označovaného písmenem M. Tyto rozměry zpravidla odpovídají šířce jističů a podobných elektroinstalačních prvků usazovaných na DIN lištu. Šířka základních modulů odpovídá hodnotám 6M (CP-10x4, CP-10x5) nebo 9M (CP-10x0, CP-10x3, CP-10x6, CP-10x8) a šířka periferních modulů odpovídá hodnotám 3M a 1M. Tecomat Foxtrot s plastovým krytím spadá do třídy ochrany II podle normy ČSN EN 61140:2003 a stupněm krytí IP20 podle normy ČSN EN 60529:1993. Jedná se o vestavné zařízení s životností přibližně 10 let.

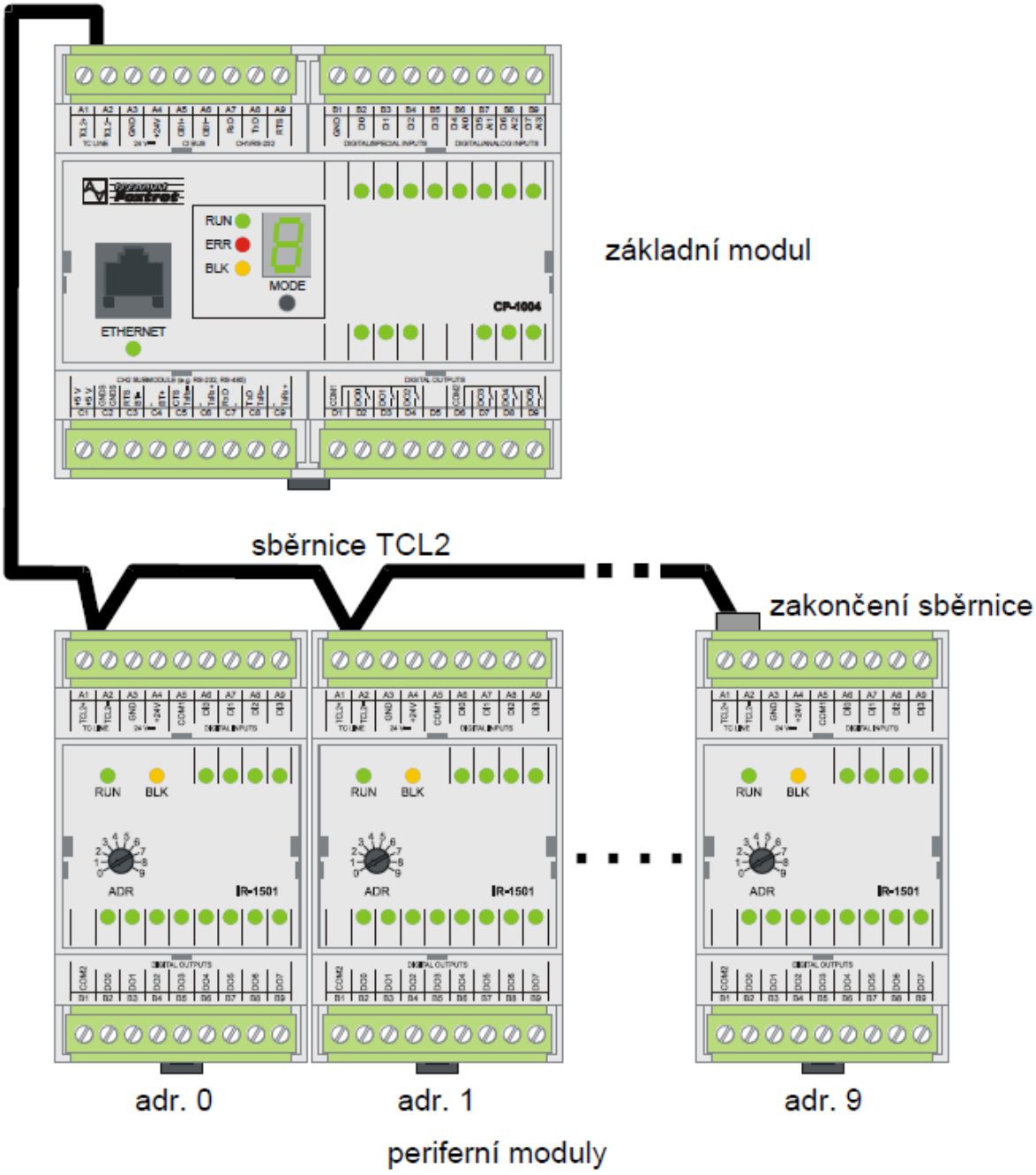
Komunikace mezi jednotlivými moduly a mezi nadřazenými zařízeními je realizována pomocí sítě Ethernet či pomocí průmyslové sítě EPSNET. Jeden sériový kanál je pevně osazen rozhraním RS-232. Druhý kanál je pak osazen volitelně podle volby zákazníka (RS-232, RS-485, RS-422, či jiné protokoly a sběrnice – MODBUS, PROFIBUS DP, apod.). Podle typu modulu lze dané PLC rozšířit až o další dva sériové kanály.

Tecomat Foxtrot je modulární centralizovaný systém s možností decentralizovaného rozmístění prvků, tzn. periferní moduly se k centrální jednotce připojují přes sériovou sběrnici, přičemž jednotlivé moduly systému mohou být instalovány přímo u ovládaných zařízení. Takové rozmístění umožňuje úsporu silové kabeláže.

Celý systém Foxtrot dokáže komunikovat s počítači, které mohou být využity pro monitorování, programování a řízení jednotlivých procesů. Přičemž tento počítač může být umístěn mimo pracovní prostředí systému, např. ve velíně či dispečinku. Programovacím

prostředím Tecomatu Foxtrot jsou softwarové programy Mosaic či Reliance, vyvinuté právě pro systémy řady Tecomat.

Samostatně fungující nejmenší možný celek PLC Foxtrot představuje základní modul, který obsahuje centrální procesorovou jednotku CPU a různé kombinace počtů a typů vstupů a výstupů, v závislosti na konkrétním modulu. Tento celek je základním modulem systému, který je možné rozšířit připojením až deseti periferních rozšiřujících modulů. Periferní moduly jsou k základnímu připojeny pomocí sběrnice TCL2 (odpovídá rozhraní RS-485). Každému periferním modulu je dále přiřazena specifická adresa 0 až 9 (viz Obrázek 3.1), pomocí které komunikují s řídicí jednotkou celého systému.



Obrázek 3.1: Příklad sestavy PLC Tecomat Foxtrot [8]

3.3 Sběrnice pro Tecomat Foxtrot

3.3.1 Sběrnice CIB

Sběrnice CIB (Common Installation Bus) je vyvinuta firmou Teco a. s. právě pro systémy Tecomat. Je využívána mezi centrální jednotkou a periferními moduly označovanými názvem CFox , nejčastěji v oblasti inteligentních budov. Tvoří ji dva vodiče, přičemž je po nich vedeno napájení a datová komunikace a je nutné dodržet polaritu vodičů při zapojování.

Vytváření topologie CIB umožňuje libovolné větvení sběrnice. Přičemž na jednu větev je možné připojit až 32 periferních jednotek. Sběrnice CIB je typu *master – slave* nebo-li nadřazený – podřazený prvek, řízená s deterministickou odezvou do 150 ms. Délka sběrnice CIB může být v rozmezí 400-500 m. Základní moduly Tecomat Foxtrot jsou nejčastěji osazeny jedním masterem sběrnice CIB. Připojení až čtyř dalších master modulů se realizuje pomocí externích CIB modulů s označením CF-1141, přičemž každý tento externí modul[2] umožňuje napájení a obsluhu dvou větví CIB (2x32 jendotek).

Sběrnice dále umožňuje napájení všech připojených jednotek do systému. V tom případě je však nutné respektovat maximální odběr všech napájených modulů a maximální úbytky napětí v závislosti na napájecím napětí.

Instalace systému pomocí sběrnice CIB je vhodná především u novostaveb z důvodu snazšího rozvodu po domě. Oproti bezdrátovému řešení systému RFox je odolnější. [9] [10]

3.3.2 Sběrnice TCL2

Systémová sběrnice TCL2 je využívána ke komunikaci periferních jednotek s centrálním modulem. Je založena na sériové komunikaci RS-485, přičemž u sběrnice TCL2 je použita dvouvodičová verze. Topologie je přísně liniová a délka sběrnice bez napájení může dosahovat 300-400 m s odezvou do 5 ms. Na jednom konci sběrnice musí být základní modul a na druhém zakončení odporem 120 Ω nebo modul pro zakončení sběrnice TCL2 označovaný jako KB-0290[3], který již zakončovací odpor obsahuje. [11]

Moduly sběrnice se dělí do několika skupin, podle nichž je možné na jednu sběrnici TCL2 připojit libovolnou kombinaci jednotek v určeném maximálním počtu podle dané skupiny:

- Periferní moduly – připojení až 10 modulů
- Komunikační moduly – připojení až 6 modulů
- Externí master moduly – připojení až 4 modulů
- Operátorské panely – připojení až 4 modulů

Propojení jednotlivých modulů se základní jednotkou lze také uskutečnit pomocí optických kabelů nebo kombinací optických a metalických kabelů za současného užití převodníku na optiku označovaného jako KB-0552.

---

[2] Externí moduly CF-1141 jsou připojeny k základnímu modulu prostřednictvím sběrnice TCL2 (viz. kapitola 3.3.2)

[3] Modul zakončení sběrnice KB-0290 je součástí balení každého základního modulu Foxtrot

3.3.3 Komunikace RFox

RFox je bezdrátová rádiová komunikace provozována na frekvenci 868 MHz bezlicenčního pásma s možností posunutí frekvence z důvodu kolize s jiným zařízením. RFox je vždy složena z jednoho řídicího externího master modulu s možností montáže na lištu rozvaděče a až 64 slave modulů. Periferní moduly jsou potom v několika provedeních:

- instalace do interiéru
- pro montáž na lištu rozvaděče
- ruční dálkové ovladače
- a další

Topologie RFox je typu hvězda, kde master systému má přímý komunikační dosah se všemi slave moduly. Nebo typu mesh, kde master systému má přímý komunikační dosah pouze s některými slave moduly a ostatní slave moduly obsáhne pomocí tzv. routerů, které přijímaný signál zesílí a přepošlou dále. Topologie typu mesh je tedy vhodná pro zvětšení dosahu rádiového signálu celého systému a lze v ní použít až čtyři routery. U topologie typu mesh se dále rozlišují moduly s přerušovaným a nepřerušovaným provozem. Moduly s přerušovaným provozem přecházejí do režimu „spánku“, při kterém nekomunikují s master modulem. Z režimu spánku přecházejí na základě časové nebo uživatelské akce, zatímco moduly s nepřerušovaným provozem přijímají povely master modulu nepřetržitě.

Komunikace s periferními moduly RFox je realizována pomocí externího master modulu RF-1131. Ten je pak řešen jako periferní modul nadřazené centrální jednotky celého systému na sběrnici TCL2.

Instalace bezdrátového řešení systému RFox je vhodná zvláště u hotových staveb, kde nelze provádět stavební úpravy nebo v případě podnájmu. Celý systém RFox je lehce demontovatelný, avšak méně odolnější ve srovnání se sběrnicovým systémem. [12]

3.3.4 Sériová komunikační rozhraní

Základní moduly Tecomat Foxtrot jsou až na výjimky osazeny komunikačním rozhraním RS-232. Dále je možnost osadit volný slot řídicí jednotky řadou komunikačních rozhraní pomocí volitelných výměnných submodulů.

Výměnné submoduly umožňují komunikaci na sériových rozhraních:

- RS-232, RS-485, RS-422
- CAN, CAM
- MBus, MPBus, ProfiBus
- DMX (pro řízení osvětlení)
- Wiegand (pro čtení bezkontaktních RFID karet)
- OpenTherm (pro řízení kotlů)
- a další

3.4 Napájení systému Tecomat Foxtrot

Sběrnice CIB a samotný Tecomat Foxtrot jsou napájeny napětím 24 V DC bez zálohování nebo 27,2 V DC se zálohováním akumulátory.

Napájecí moduly:

- DR-15-24
  - zdroj s výkonem 15 W bez zálohování, napájen 24 V DC
  - vhodný pouze pro napájení samotného základního modulu CP-1000 bez sběrnice CIB
- DR-60-24 a DR-60-100-24
  - zdroje s výkonem 60 W a 100 W bez zálohování, napájeny 24 V DC
  - vhodné pro napájení větších obvodů, pro systémy Foxtrot bez zálohování a pro napájení sběrnic CIB
- PS2-60/27
  - zdroj s výkonem 60 W se zálohováním, napájen 27,2 V DC
  - vhodný pro napájení řídicích systémů Foxtrot se zálohováním

Při napájení dalších obvodů ze zdroje musí být výkon zdroje úměrně zvýšen v závislosti na celkovém příkonu napájených obvodů. [13]

3.4.1 Napájení se zálohováním

Základní zálohování napájení se provádí pomocí vestavěného akumulátoru. Vypnutím napájecího napětí převezme napájení systému akumulátor a jsou zálohována vybraná uživatelská data a hodiny. Akumulátor pokryje zálohování cca na 500 hodin. Po opětovném připojení na napájecí napětí se akumulátor nabije a je připraven k dalšímu potřebnému zálohování.

Pro případ, že je třeba zálohovat data po delší dobu než 500 hodin, je možnost osadit modul přídavnou lithiovou baterií (CR2032), která zvýší dobu zálohování až na 20 000 hodin. Životnost baterie je až 5 let.

Napájení se zálohováním je vhodné především pro napájení prvků EZS a EPS.

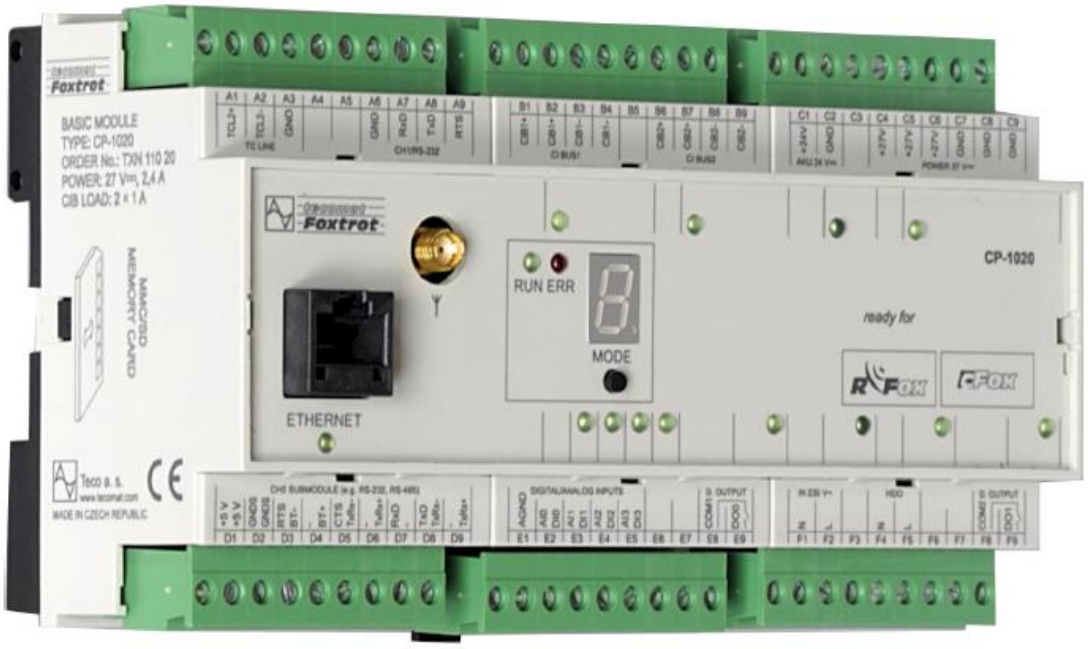
3.5 Základní moduly Tecomat Foxtrot

Základní moduly PLC Foxtrot jsou složeny z několika částí:

- centrální jednotka s hlavním procesorem systému, dvěma sériovými kanály, rozhraním Ethernet a systémovou sběrnicí TCL2 pro komunikaci s periferními moduly
- procesor pro komunikaci na sběrnici CIB (Common Installation Bus) s moduly CFox
- periferní část

Některé základní moduly (CP-101x a CP-103x) jsou vybaveny integrovaným LCD displejem 4x20 znaků se 6 uživatelskými tlačítky a některé (CP-102x a CP-103x) jsou dále vybaveny procesorem zajišťujícím komunikaci s bezdrátovými moduly RFox.

Kromě jiných charakteristických vlastností provádí základní moduly systému cyklické vykonávání uživatelského programu. Mezi jejich další vlastnosti se pak řadí automatické rozpoznávání nastavení periferních modulů, zálohování uživatelského programu, monitorování dat, možná fixace vstupů a výstupů periferních jednotek. Dále slouží k online editaci programu za chodu, archivaci programu do paměti PLC, nebo integraci webových serverů.



Obrázek 3.2: Základní modul CP-1020 [8]

3.6 Periferní moduly Tecomat Foxtrot

Periferní moduly jsou rozšiřujícími jednotkami základních modulů Tecomat Foxtrot dle potřeby dané aplikace. K základní jednotce jsou připojeny pomocí sběrnice TCL2 a lze takto připojit až 10 periferních modulů s libovolným adresováním, přičemž se adresy nesmějí opakovat.

Zpravidla se jedná o moduly rozšiřující základní modul o několik vstupů a výstupů. Podle typu daného periferního modulu tak mohou být přidány reléové vstupy a výstupy, polovodičové vstupy a výstupy, analogové vstupy a výstupy, atp.

Periferní moduly jsou používány podle typu jednotky např. pro připojení termočlánků, pro napájení, pro připojení čidel teploty a kvality ovzduší, jako přídavný modul různých typů rozhraní (CAN, RS-232, RS-485), pro komunikaci s kotlem s rozhraním OpenTherm, atp.

Obrázek 3.3: Periferní modul UC-1204 pro komunikaci s kotlem s rozhraním OpenTherm [8]

4 NÁVRHOVÝ SYSTÉM

Návrhový systém je pomůckou projektantů. Jsou v něm shrnuta doporučení a vytvořen *Dotazník* pro komunikaci s investorem tak, aby projektant získal co nejpodrobnější informace o vizi a požadavcích investora na inteligentní řízení budovy. *Dotazník* je převeden do interaktivní a intuitivní podoby v prostředí tabulkového procesoru Microsoft Excel. Zadáním zjištěných požadavků do tabulkového procesoru pomocí *Formuláře* a následným automatickým vyhodnocením programu je projektantovi navržen seznam komponent potřebných pro realizaci řídicího systému dané zakázky.

Návrhový systém je složen z několika na sebe navazujících částí:

- Analýza požadavků investora (4.1)
  - pro komunikaci projektanta s investorem a pro zjištění investorových požadavků na řídicí systém inteligentního domu
- Návrh a popis Dotazníku (4.2)
  - jako vodítko projektanta při komunikaci s investorem
  - pro záznam zjištěných požadavků investora na řídicí systém
- Návrh Formuláře (4.3)
  - pro jednoduchý převod zjištěných požadavků do vyhodnocovacího programu
- Databáze (4.4)
  - databáze produktů řady Tecomat Foxtrot firmy Teco, a. s.
- Databázový program (4.3.2)
  - pro vyhodnocení zadaných parametrů investora na řídicí systém

4.1 Analýza požadavků investora

Systém Tecomat Foxtrot je hojně využíván nejen pro řízení inteligentních budov, ale zejména pro řízení procesů, strojů nebo v dopravě. Jedná-li se o využití systému v průmyslu, v mnoha případech je investorem právnická osoba, která předloží projekční kanceláři konkrétní požadavky a cíle zakázky. Projektant tedy řeší technické parametry předem jasně zadaného a často dopodrobna specifikovaného projektu.

V případě, že se jedná o využití systému Tecomat Foxtrot pro inteligentní dům, může být investorem pouze fyzická osoba, mnohdy neznalá v oboru a bez konkrétních a úplných požadavků na řídicí systém. Úkolem projektanta je tedy seznámit investora se schopnostmi řídicího systému a prodiskutovat s ním využití jednotlivých možností pro daný objekt.

Postupný vývoj projektu:

- Oslovení projektanta (projekční společnosti) investorem
- Zadání projektu
- Vyhodnocení zakázky projektantem
- Komunikace mezi projektantem a investorem za účelem specifikace požadavků investora na řídicí systém inteligentního domu
- Výběr vhodného řídicího systému na základě investorových požadavků
- Zhotovení projektu

Pro spokojenost investora, většinou zároveň i uživatele řídicího systému v domě, je důležitá správná funkce systému. Důkladnou diskusí projektanta s investorem a projednáním veškerých specifik a možností systému se může předejít nespokojenosti obyvatele domu.

Je-li diskuse úplná a investorovi je představeno co největší využití systému, nemusí v budoucnu dojít k neshodám mezi projektantem a investorem. V opačném případě (tedy pokud investor není seznámen s možnostmi použitého systému), může dojít k nespokojenosti investora, čímž klesne důvěryhodnost projektanta často i v očích potenciálních zákazníků.

Na českém trhu je poměrně velké množství výrobců řídicích systémů, ať už se jedná o celé sestavy nebo určitou specializaci (např. pouze na osvětlení, vytápění, atp.).

Společnosti na českém trhu zabývající se výrobou inteligentních systémů [14]:

- Teco, a. s.
- Domat Control System, s. r. o.
- E System, s. r. o.
- Insight Home, a. s.
- ABB, s. r. o.
- Amit, s. r. o.
- Tronic Control, s. r. o.
- Haidy, a. s.
- Siemens, s. r. o.
- Schneider Electric CZ, s. r. o.
- a další…

Řídicích systémů pro inteligentní budovy je tedy celá řada, stejně tak jako zahraničních či českých společností nabízejících tyto systémy. Každá společnost má dále několik centrálních, periferních, komunikačních a napájecích modulů a nabízí velké množství senzorů a aktorů, které lze do systému připojit, a které lze použít pro inteligentní elektroinstalaci. Jelikož se v České republice jedná o poměrně nové a stále se vyvíjející odvětví, může být pro projektanty velice obtížné orientovat se v produktech a novinkách, které tyto firmy nabízejí.

Tato bakalářská práce a vývoj *Návrhového systému* má za cíl pomoci projektantům při správném výběru z velkého množství prvků pro řízení domu. *Návrhový systém* je dle zadání omezen na produkty řady Tecomat Foxtrot firmy Teco, a. s.

4.1.1 Návrh postupu komplexní analýzy požadavků investora

Komunikace mezi projektantem a investorem by měla probíhat v několika krocích:

A. Specifikace objektu
   - Stav, typologie, rozložení, velikost a počet obyvatel objektu, kde bude řídicí systém instalován
   - viz. Tabulka 4.1, která je uvedena pouze jako příklad a neslouží pro výčet všech možností [15]

Stav	Typologie objektu		Rozložení	
Novostavba	Byt ve schodišťovém BD	Vila	Obytné prostory	Dílna
Rekonstrukce	Mezonetový byt	Dřevostavba	Koupelny	Bazén
Zateplení	Rodinný dům	Srub	WC	Terasa
	Dvojdomek		Garáž	Zahrada

Tabulka 4.1: Specifikace objektu

B. Seznámení projektanta s investorovými základními požadavky na řídicí systém
   - Investor předloží projektantovi své požadavky, přičemž se u neznalého investora předpokládá, že nemá dokonalý a úplný přehled o využití řídicího systému a jeho požadavky budou značně omezeny. Investorovy požadavky tedy mohou zahrnovat pouze určité zaměření (např. osvětlení, vytápění, …)

C. Nabídka možností využití řídicího systému nad rámec investorových požadavků na základě navrženého *Dotazníku*
   - Projektant nabídne investorovi veškeré možnosti využití řídicího systému nad rámec jeho požadavků. K tomuto účelu slouží přiložený *Dotazník*, který může být pomůckou projektanta při diskusi s investorem.
   - viz. 4.2 Návrh a popis Dotazníku

D. Stanovení výsledných požadavků investora
   - Projektant se s investorem dohodne na výsledném využití řídicího systému v objektu. Zde může investor trvat pouze na svých základních požadavcích a další využití systému nepodpoří nebo se může s projektantem dohodnout na rozšíření systému o využití dalších možností a prvků projednaných v bodě C.

4.2 Návrh a popis Dotazníku

Součástí *Návrhového systému* je mimo jiné *Dotazník*, na jehož základě může probíhat diskuse mezi projektantem a investorem projektu. *Dotazník* je univerzální pomůckou projektanta. Jsou v něm zahrnuty veškeré aktuálně dostupné možnosti využití řídicího systému Tecomat Foxtrot v inteligentní budově.

Dotazník je složen z otázek, na něž lze jednoznačně odpovědět (kroužkováním, poznámkou, doplněním) a zjistit tak důležité informace týkající se dané zakázky. Součástí *Dotazníku* jsou tabulky, které slouží k lepší přehlednosti dokumentu. Stejný *Dotazník* je zároveň samostatným listem v tabulkovém procesoru *Návrhového systému*. Jeho vyplněním a následným zadáním odpovědí do *Formuláře* procesoru, nebo do polí tabulek na listu *Dotazník*, program po dokončení automaticky vybere nejlepší možné řešení v podobě seznamu komponent pro instalaci řídicího systému Tecomat Foxtrot pro danou zakázku.

V celé kapitole 4.2 je čerpáno především z *Příručky projektování CFox, RFox a Foxtrot* [13] firmy Teco, a. s, ve které jsou popsány možnosti využití systému Tecomat Foxtrot a dále pokyny pro zapojení a využití jednotlivých prvků systému pro konkrétní instalaci. Příručka je pravidelně aktualizována a doplňována o nové prvky a možnosti využití systému Foxtrot v inteligentním domě.

V této kapitole je popsán *Dotazník* a doporučený způsob, jak jej lze vyplnit. Je rozdělen do několika hlavních částí podle využití systému v jednotlivých odvětvích, která lze v inteligentním domě monitorovat, řídit a regulovat.

Členění *Dotazníku* s odkazy:

- Vytápění a větrání (4.2.1)
- Zdroj tepla v objektu (4.2.2)
- Osvětlení (4.2.3)
- Stínění objektu, ovládání vrat, dveří a oken (4.2.4)
- EZS, EPS (4.2.5)
- Zásuvky (4.2.6)
- Komunikace s uživatelem a multimédia (4.2.7)
- Další technologie (4.2.8)
- Měření teploty (4.2.9)
- Měření dalších veličin (4.2.10)

Výsledná podoba *Dotazníku*, která může být použita i pro případný tisk, je součástí této práce a je uvedena bez popisu jako Příloha A.

4.2.1 Vytápění a větrání

	Sl.1	Sl.2	Sl.3	Sl.4
Ř.1	Způsob vytápění objektu			
Ř.2	Celkový počet ovládaných otopných těles (OT)			
Ř.3		CIB – řízeno přes sběrnici	RFox – řízeno bezdrátově	
Ř.4	Počet plynule řízených hlavic OT			
Ř.5				Z toho bez napětí otevřeno
Ř.6	Počet spínaných hlavic OT			
Ř.7	Počet připojení okenních kontaktů			
Ř.8	Počet klimatizačních jednotek (LG/Samsung)			
Ř.9	Počet rekuperačních jednotek (inVENTer/jiné)			
Ř.10	Různé			

Tabulka 4.2: Vytápění a chlazení

Jaký je způsob vytápění budovy?

Řádek 1: Nejdříve je třeba určit způsob vytápění budovy. [16] [17] [18]

Souhrn možností vytápění, které lze řídit systémem Tecomat Foxtrot (odpověď pro *Ř.1*):

- Teplovodní radiátorové vytápění
- Teplovodní podlahové vytápění
- Teplovodní stropní vytápění
- Elektrické podlahové vytápění
- Podlahové kolektory
- Jiné…

Kolik otopných těles, jenž mají být řízeny, je v domě instalováno?

Řádek 2: V uvažovaném objektu je nutné stanovit celkový počet ovládaných otopných těles, ať už se jedná o počet radiátorů, počet pohonů v rozdělovači u podlahového vytápění či o podlahové kolektory, atp.

Bude komunikace systému vytápění probíhat přes sběrnici (CIB), bezdrátově (RFox) nebo kombinovaně?

Řádek 3: Investor by se měl rozhodnout, zda v objektu upřednostní bezdrátovou komunikaci systému, sběrnicovou komunikaci nebo využije obě možnosti najednou. Při volbě systémové komunikace pak rozhodujícími faktory může být levnější cena a větší odolnost jednotlivých modulů sběrnicového systému oproti prvkům RFox. Sběrnicové řešení se využívá především u novostaveb. Při rekonstrukcích se cena navýší o pokládání kabelového vedení sběrnice a je mnohdy vhodnější využít právě prvky komunikující bezdrátově (RFox).

Výhod a nevýhod využití jednotlivých komunikací je celá řada a záleží především na investorovi, kterou z variant si vybere. V *Dotazníku* je vymezen samostatný sloupec pro sběrnicové řízení CIB, pro bezdrátové řízení RFox a pro kombinaci obou. *Návrhový systém* je pak této volbě přizpůsoben.

Kolik má být plynule řízených a kolik spínaných otopných těles?

Řádek 4 a 6: V dalším kroku je třeba s investorem projednat počty plynule řízených hlavic ventilů a pohonů a počty spínaných hlavic ventilů a pohonů otopných těles. Přičemž spínané hlavice mají pouze dvě polohy (otevřeno/zavřeno), zatímco plynule řízené hlavice regulují spojitě od 0 do 100% otevření ventilu.

Ve *Sl.4* je dále buňka pro zaznamenání počtu spínaných hlavic s možností "bez napětí otevřeno". Tento stav udává, že v případě nulového napětí na kontaktech je hlavice otevřena, čehož se využívá především při výpadku proudu v objektu. V případě nevyplnění této buňky *Návrhový systém* uvažuje stav "bez napětí zavřeno", kdy při nulovém napětí na kontaktech je hlavice zavřena. Toho se využívá u zateplených budov, ve kterých jsou ventily po většinu roku zavřené. Stav "bez napětí zavřeno" systém uvažuje také při nevyplnění maximálního uvedeného počtu ovládaných hlavic. V tomto případě pak automaticky dopočítá, kolika řízeným hlavicím má tento stav přidělit.

Má systém vytápění reagovat na otevřené/zavřené okno?

Řádek 7: K hlavici nebo k příslušnému modulu je dále možné připojit okenní kontakt, který reaguje na otevření a zavření okna v místnosti a podle toho reguluje vysunutí ventilu otopného tělesa. K detekci otevřeného či zavřeného okna slouží řada magnetických kontaktů.

Má systém řídit klimatizační a rekuperační jednotky v domě? Kolik a od jakého výrobce?

Řádek 8 a 9: Zde se uvádí počet připojených klimatizačních a rekuperačních jednotek do systému. Uvažují se především klimatizační jednotky značky LG a Samsung a rekuperační jednotky systému inVENTer, přičemž výrobce připojené jednotky je vhodné v *Dotazníku* zakroužkovat pro následný záznam ve *Formuláři* tabulkového procesoru. Pro jednotky těchto výrobců je v nabídce Tecomat Foxtrot konkrétní řídicí modul. Do *Ř.8* se zapíše celkový počet klimatizačních jednotek a do *Ř.9* celkový počet rekuperačních jednotek.

Řádek 11: Řádek, který slouží k doplnění nezbytně nutných informací k systému vytápění dle uvážení projektanta. Může také sloužit jako poznámka pro případné rozšíření *Návrhového systému*. Tento řádek však není ve *Formuláři* k dispozici, jelikož program nedokáže s touto informací plnohodnotně naložit.

4.2.2 Zdroj tepla v objektu

	Sl.1	Sl.2	Sl.3
Ř.1	Zdroj tepla		
Ř.2		CIB - řízeno přes sběrnici	RFox - řízeno bezdrátově
Ř.3	Počet kotlů (OpenTherm/Jiné)		
Ř.4	Počet tepelných čerpadel (TČ)		
Ř.5	Solární systém - Počet řízených oběhových čerpadel		
Ř.6	Počet řízených akumulačních nádrží, boilerů		

Tabulka 4.3: Zdroj tepla

Jaký zdroj tepla je v objektu využit?

Řádek 1: Mnoho typů zařízení, která jsou zdrojem tepla pro celý objekt, je výrobcem definována jako master sítě. Do systému Tecomat Foxtrot nejde jednoduše začlenit jako podřazená (slave) jednotka tak, aby jej mohl systém ovládat. Nejprve je tedy nutné stanovit, jaký zdroj tepla je v objektu využitý, přičemž se opět rozlišuje několik možností [7]:

- Tepelná čerpadla
- Kotel (plynový, elektrický, …)
- Solární systém – termické kolektory
- Akumulační ohřívač
- Kombinace předchozích
- Jiný…

Je v domě umístěn kotel, který bude řízen? Komunikuje tento kotel na protokolu OpenTherm?

Řádek 3: Kotel s komunikačním protokolem OpenTherm má pro své řízení v nabídce Tecomat Foxtrot vlastní řídicí modul. Je tedy nutné toto zohlednit a v *Dotazníku* poznamenat. Kotle s jiným, vlastním řídicím systémem a jiným protokolem než OpenTherm jsou do systému těžko připojitelné. Jde však o problematiku softwarového nastavení komunikujících systémů. Kotle bez vlastní řídicí jednotky a bez komunikačního protokolu OpenTherm nevyžadují tento speciální modul a do systému mohou být bez problémů zařazeny. Tento řádek tedy slouží pro záznam počtu kotlů a jejich komunikačních protokolů.

Je instalován kterýkoliv typ tepelného čerpadla? Kolik TČ má být řízeno?

Řádek 4: Podobně jako kotle, i tepelná čerpadla mají vlastní řídicí jednotky a některé se do systému složitě začleňují. Někteří tuzemští výrobci však dodávají tepelná čerpadla s řídicími jednotkami Foxtrot a komunikace mezi tepelným čerpadlem a systémem je tedy bezproblémová. Při výběru tepelného čerpadla je vhodné, aby toto zařízení umožňovalo řízení systémem Tecomat Foxtrot.

Kolik oběhových čerpadel solárního systému má být regulováno řídicím systémem?

Řádek 5: V případě využití solárního systému v domě je nutné určit počet oběhových čerpadel v tomto systému, která budou řízena.

Kolik akumulačních nádrží je určeno k řízení?

Řádek 6: V případě, že jsou v domě instalovány akumulační nádrže, které mají být řízeny.

4.2.3 Osvětlení

	Sl.1	Sl.2	Sl.3	Sl.4	Sl5
Ř.1		Spínání		Stmívání	
Ř.2		CIB - přes sběrnici	RFox - bezdrátově	CIB - přes sběrnici	RFox - bezdrátově
Ř.3	LED pásky a LED napájené malým napětím				
Ř.4	LED výkonové napájené jm. proudem				
Ř.5	Kompaktní LED (LED žárovky)				
Ř.6	Trubicové LED (LED zářivky)				
Ř.7	Žárovky				
Ř.8	Halogenové žárovky				
Ř.9	Zářivky (nízkotlaké výbojky)				
Ř.10	Kompaktní zářivky (úsporné zářivky)				
Ř.11	Vysokotlaké výbojky				

Tabulka 4.4: Osvětlení

Jaké typy světelných zdrojů jsou v objektu instalovány?

Sloupec 1: Každý světelný zdroj je do systému zařazen jiným způsobem a je systémem jinak řízen. Je nutné zjistit, které druhy světelných zdrojů a v jakém množství jsou v objektu využívány. V uvedené tabulce jsou uvedeny základní a nejpoužívanější světelné zdroje, které lze připojit k systému Tecomat Foxtrot. [19]

Mají být tyto zdroje spínány nebo stmívány? Které a kolik?

Sloupec 2, 3, 4 a 5: Spínány mohou být všechny uvedené světelné zdroje. Stmívány mohou být za jistých okolností také všechny, ovšem stmívání se nevyužívá především u vysokotlakých výbojek a trubicových LED. Kompaktní zářivky a kompaktní LED stmívat lze, ale pouze typy, které jsou k tomu určené. U těchto zmíněných světelných zdrojů jsou proto buňky stmívání v tabulce podbarveny šedě. Do *Návrhového systému* lze v tomto případě zadat hodnoty i pro šedě podbarvené buňky tabulky.

Budou tyto světelné zdroje do řídicího systému připojeny pomocí sběrnice CIB nebo bezdrátově systémem RFox? Které a kolik?

Sloupec 2, 3, 4 a 5: Opět je možnost u každého typu světelného zdroje zvolit připojení přes systémovou sběrnici CIB, bezdrátovou komunikaci RFox nebo jejich kombinaci.

4.2.4 Stínění objektu, ovládání vrat, dveří a oken

	Sl.1	Sl.2	Sl.3	Sl.4
Ř.1	Stínění objektu pomocí			
Ř.2		CIB - řízeno přes sběrnici	RFox - řízeno bezdrátově	Umístění modulu
Ř.3	Počet asynchronních motorů			
Ř.4	Počet stejnosměrných motorů			
Ř.5	Celkový počet ovládaných bran a vrat			
Ř.6	Celkový počet ovládaných oken			

Tabulka 4.5: Stínění, ovládání vrat, dveří a oken

Jakým způsobem je objekt stíněn?

Řádek 1: Možnosti stínění objektu pomocí:

- venkovní a vnitřní žaluzie
- markýzy
- rolety

Pro pohyb žaluzií a markýz se využívají střídavé asynchronní motory a pro řízení rolet menší stejnosměrné motory.

Jaký je počet řízených asynchronních motorů určených pro stínění?

Jaký je počet řízených stejnosměrných motorů určených pro stínění?

Řádek 3 a 4: Stínicí technika může být řízena střídavými asynchronními motory nebo stejnosměrnými motory. Dle typu motoru se poté zapojují do příslušných modulů. Je zde opět možnost využití sběrnicového či bezdrátového řízení nebo jejich kombinace. Dále je možnost umístění příslušného modulu do instalační krabice nebo do rozvaděče. Modul v rozvaděči může být pouze jeden, větších rozměrů a výkonnější, který řídí všechny připojené motory z jednoho místa. Zatímco modul v instalační krabici řídí maximálně dva připojené motory, zpravidla v blízkosti ovládaného motoru. V celém objektu tedy může být několik těchto menších modulů v instalačních krabicích.

Má systém řídit otevírání a zavírání bran a vrat? Jaký je celkový počet ovládaných bran a vrat?

Řádek 5: Systém Tecomat Foxtrot umožňuje řízení vrat a bran. Přičemž vraty jsou myšlena např. garážová vrata a branami jsou myšleny brány oplocení pro vjezd automobilů či vchodová brána pro chodce. Brány je možné ovládat na dálku pomocí různých karet a čipů, tyto možnosti jsou zahrnuty dále v *Dotazníku*. Sloupec pro volbu bezdrátového řízení slouží pouze k zaznamenání, zda-li bude příslušný ovládací modul připojen k celému systému přes sběrnici nebo bezdrátově, podobně jako u předchozích příkladů.

Má systém řídit otevírání a zavírání oken? Jaký je celkový počet ovládaných oken v domě?

Řádek 6: Podobně jako ovládání vrat a bran v objektu může systém Tecomat Foxtrot řídit i otevírání a zavírání střešních a světlíkových oken v domě. Toto ovládání je provozováno stejně jako u stínění pomocí motorů. Pro jejich řízení slouží opět žaluziové členy systému.

4.2.5 EZS, EPS

	Sl.1	Sl.2	Sl.3	Sl.4	Sl.5
Ř.1	Certifikovaná EZS				
Ř.2		Typ detektoru	CIB - přes sběrnici	RFox - bezdrátově	Umístění modulu
Ř.3	Počet interiérových PIR detektorů				
Ř.4	Počet venkovních PIR detektorů				
Ř.5	Počet detektorů rozbití skla				
Ř.6	Počet detektorů otevření dveří a oken				
Ř.7	Počet bezkontaktních a RFID snímačů				
Ř.8	Počet přístupových ovladačů, klávesnic				
Ř.9	Počet požárních detektorů				
Ř.10	Počet poplašných sirén				

Tabulka 4.6: EZS a EPS

Je v objektu certifikovaný zabezpečovací systém? Jaký?

Řádek 1: Systém Tecomat Foxtrot dokáže plnohodnotně nahradit kterýkoliv zabezpečovací systém. Není však certifikovaným dodavatelem zabezpečovacích systémů.

Certifikovanými zabezpečovacími systémy řiditelnými systémem Tecomat Foxtrot jsou:

- Tecnoalarm
- Paradox
- DSC
- Galaxy
- Jablotron 100
- a další

V případě doložení certifikace EZS pojišťovně při pojistné události nebude krácena výše pojistného plnění. V případě nedoložení této certifikace může být výše pojistného plnění krácena. Při výběru je tedy vhodné uvažovat i nad certifikací daného zabezpečovacího systému.

Tecomat Foxtrot může řídit zmíněné certifikované systémy, které jsou k tomu uzpůsobeny.

V prvním kroku je tedy nutné zvážit výhody a nevýhody certifikovaných EZS. [20]

Mají být v objektu instalována pohybová čidla? Jaká a kolik?

Mají být v okolí objektu instalována pohybová čidla? Jaká a kolik?

Řádek 3 a 4: PIR čidla reagují na pohyb. V případě, že zachytí pohyb, předají signál řídicí jednotce. Signály z PIR čidel se kromě EZS dají využít např. u osvětlení či vytápění objektu nebo v okolí objektu.

Mají být v rámci EZS instalovány detektory rozbití skla, otevření dveří a oken?

Řádek 5 a 6: EZS umožňuje kromě detekce pohybu i detekci rozbití skla nebo otevření dveří a oken. Při rozbití skla může systém ihned kontaktovat zabezpečovací centrálu. V případě otevřených dveří nebo oken potom systém může pouze upozornit majitele, že jsou otevřené dveře a předejít tak případnému vloupání nebo energetickým ztrátám.

Bude v objektu nebo v jeho blízkosti třeba využít možnosti bezkontaktních a RFID čidel, ovladačů a klávesnic? Jaké typy a kolik?

Řádek 8: RFID, bezkontaktní čidla a ovladače slouží především k identifikaci osob a umožnění přístupu do objektu. Tato čidla většinou mají komunikační protokol Wiegand.

Budou v objektu v rámci EPS instalovány požární detektory a poplašné sirény? Jaké a kolik?

Řádek 9 a 10: Požárních detektorů je celá řada, přičemž do různých částí domu se umisťují různé detektory, které zároveň nesou příslušné barevné označení. Správný výběr a umístění požárních detektorů umožní rychlou a přesnou identifikaci požáru a může vyloučit falešný poplach. Přičemž v ČR platí pro instalaci EPS nutnost certifikace systému EPS.

V této kapitole by mohl být zahrnut i kamerový systém, který lze k systému Tecomat Foxtrot také připojit. V dostupné nabídce, v ceníku Tecomat Foxtrot [21] [22] a v Příručce projektování CFox, RFox a Foxtrot [13] však prozatím nejsou potřebné materiály pro hardwarovou podporu kamerových systémů. Tato podpora je v současné době v přípravě a postupem času bude výrobcem doplněna.

4.2.6 Zásuvky

	Sl.1	Sl.2	Sl.3	Sl.4
Ř.1		CIB - přes sběrnici	RFox - bezdrátově	Umístění modulu
Ř.2	Celkový počet spínaných zásuvkových okruhů			
Ř.3	Počet jednotlivě spínaných zásuvek			
Ř.4	Počet volně použitelných zásuvkových adaptérů (pouze RFox)			

Tabulka 4.7: Zásuvky a zásuvkové okruhy

Kolik spínaných zásuvkových okruhů je v domě?

Řádek 2: Možnost spínání zásuvkových okruhů se využívá z důvodu finanční úspory a bezpečnosti. Spínáním zásuvkových okruhů se dosáhne toho, že daný zásuvkový okruh je/není v dané chvíli připojen k elektrické síti. Např. při odchodu posledního obyvatele domu se mimo jiné vypnou i vybrané zásuvkové okruhy. Spínání zásuvkových okruhů se využívá především u domácích spotřebičů trvale připojených k síti (kromě chladniček, apod.).

Kolik je v domě jednotlivě spínaných zásuvek?

Řádek 3: V domě mohou být kromě zásuvkových okruhů spínány i jednotlivé zásuvky, přičemž efekt je stejný jako u spínání celých zásuvkových okruhů.

Mají být v domě k dispozici volně použitelné zásuvkové adaptéry? Kolik?

Řádek 4: Je-li třeba, je možné do pevné zásuvky připojit volný zásuvkový adaptér typu RFox, který slouží jako spínaná zásuvka. Toho lze využít např. u fénu, apod.

4.2.7 Komunikace s uživatelem a multimédia

	Sl.1	Sl.2	Sl.3	Sl.4
Ř.1	Design - výrobce všech ovladačů			
Ř.2		Počet tlačítek na ovladači	Počet ovladačů přes CIB	Počet ovladačů přes RFox
Ř.3	Tlačítkové ovladače na zeď			
Ř.4		Zobrazení		
Ř.5	Ovladače a displeje na zeď			
Ř.6	Integrace audiovizuálního (AV) systému			
Ř.7	SMS komunikace s uživatelem - modem			
Ř.8	Hlasová komunikace - počet reproduktorů			

Tabulka 4.8: Multimédia a komunikace

Jaký design tlačítek a ovladačů bude použit v celém objektu?

Řádek 1: Jednou z možností využití systému Tecomat Foxtrot pro řízení inteligentního domu je využití tlačítek připojených k celému systému. Tlačítka jsou vyráběna různými výrobci a v různých provedeních. Pro systém Tecomat Foxtrot se dá využít celá řada tlačítek, přičemž je potřeba osadit tato tlačítka příslušnými moduly. Teco, a. s. nabízí několik výrobců a designů tlačítek přímo osazených těmito moduly.

Jsou jimi (výrobce – design):

- Efapel – Logus
- ABB – Time
- OBZOR – Decente, Elegant

Tlačítka firmy ABB designu Time jsou zároveň dodávána i v bezdrátovém provedení RFox.

Většinou se uvažuje stejný výrobce a design tlačítek pro celý objekt. Je ale možnost instalace více designů v objektu na přání zákazníka (investora). Pro seznámení investora s jednotlivými designy tlačítkových ovladačů je vhodné využít katalog Tecomat Foxtrot [23] nebo jiný.

Budou instalovány nástěnné tlačítkové ovladače? S kolika tlačítky?

Řádek 3: Tlačítkové ovladače se ve větším či menším množství instalují v každé budově. Jsou k dispozici v několikanásobném provedení. Zde opět záleží na přání zákazníka, kolikanásobné tlačítkové ovladače v objektu požaduje.

Budou instalovány ovladače a displeje k vizualizaci a ovládání jednotlivých technologií? Kterých technologií a kolik těchto ovladačů bude instalováno?

Řádek 5: Tecomat Foxtrot nabízí ovladače a displeje pro ovládání a vizualizaci jednotlivých technologií, jež jsou v objektu řízeny. Ve standardní nabídce Tecomat Foxtrot jsou ovladače a displeje pro řízení vytápění nebo ovladače a displeje pro hromadné řízení vytápění, klimatizace a osvětlení. Jednu z těchto variant je možno zadat i do *Návrhového systému*, do buňky pod označením *Zobrazení*.

Dále je možné ovládání a vizualizace celého systému např. přes mobilní telefon, tablet, notebook, apod. V tomto případě se však jedná o zabezpečené webové stránky, ke kterým má uživatel přístup. Tato varianta je řešena v rámci programování celého systému Tecomat Foxtrot a v této práci tedy není uvažována.

Má být do systému Tecomat Foxtrot integrován některý z audiovizuálních systémů? Který?

Řádek 6: Je-li v domě instalován některý z audiovizuálních multimediálních systémů *Control4* nebo *Bang&Olufsen,* je možno tyto systémy bezproblémově připojit k řídicímu systému celého objektu.

Má systém Tecomat Foxtrot posílat SMS zprávy o svém stavu a činnosti? Který modem k tomu bude využit?

Řádek 7: Další možností komunikace systému s uživatelem je využití mobilní sítě. Uživatel může dostávat SMS zprávy o stavu nebo činnostech Tecomat Foxtrot. Činnosti a stavy, které mají být uživateli hlášeny, se opět řeší v oblasti programování řídicího systému.

Bude v objektu využito možnosti hlasové komunikace s uživatelem? Kolik reproduktorů bude k tomuto účelu instalováno?

Řádek 8: Podobně jako upozornění pomocí mobilní sítě je řešeno i hlasové upozornění. Pro tuto možnost se do objektu instalují reproduktory a příslušné moduly, které tuto komunikaci systému s uživatelem umožní.

4.2.8 Další technologie

	Sl.1	Sl.2
Ř.1	Odmrazování	Počet čidel
Ř.2	Odmrazování venkovních ploch	
Ř.3	Odmrazování okapů	
Ř.4	Bazénové technologie	Počet čidel
Ř.5	Měření pH	
Ř.6	Měření REDOX	
Ř.7	Měření chloru	
Ř.8	Zavlažování půdy	Počet čidel / ventilů
Ř.9	Měření vlhkosti půdy	
Ř.10	Počet řízených ventilů	
Ř.11	Hlídání zaplavení	

Tabulka 4.9: Další technologie

Má systém řídit odmrazování venkovních ploch a okapů? Kolik čidel bude třeba pro detekci námrazy?

Řádek 2 a 3: Systémem Tecomat Foxtrot lze řídit odmrazování půdy v okolí objektu a odmrazování okapů a rýn. V případě, že čidlo detekuje změnu vlhkosti a teploty v závislosti na počasí, může systém spustit vytápění půdy, případně okapů či rýn.

Je třeba měřit pH, REDOX a koncentraci chloru v bazénu? Kolika čidly?

Řádek 5, 6 a 7: Systém umožňuje kontrolu bazénové a jiné vody. Slouží k tomu čidla pH, která měří kyselost a zásaditost vody. Dále čidla REDOX, jenž sledují přítomnost redukčních a oxidačních činidel ve vodě. Pro měření koncentrace chloru ve vodě se využívá kombinace pH a REDOX čidla. Systém tak zkoumá a kontroluje kvalitu vody.

Má systém měřit vlhkost půdy pro zavlažování? Kolika čidly?

Řádek 9: Další možností využití inteligentního řízení je zavlažování půdy. Pomocí čidel vlhkosti se měří vlhkost půdy. Klesne-li vlhkost pod dovolenou hodnotu, může systém spustit zavlažování.

Kolik ventilů má být při zavlažování půdy řízeno?

Řádek 10: Zavlažování bývá obvykle prováděno pomocí několika ventilů, které mohou být ovládány řídicím systémem. Pro zaznamenání počtu zavlažovacích ventilů slouží *Ř.10*.

Má systém detekovat zaplavení místností?

Řádek 11: Detekce zaplavení se využívá především ve sklepech, kde může dojít k naplavení vody z venku. Zaplavení však může být kontrolováno i v jednotlivých místnostech domu. Pro jeho detekci se využívá různých čidel pro konkrétní místnosti. V případě širšího využití kontroly zaplavení v domě je nutné konzultovat toto řešení se specializovanou firmou.

4.2.9 Měření teploty

	Sl.1	Sl.2	Sl.3
Ř.1	Měření teploty v interiéru	CIB - řízeno přes sběrnici	RFox - řízeno bezdrátově
Ř.2	Čidlo umístěné v nástěnném ovladači		
Ř.3	Čidlo samostatné		
Ř.4	Podlahové čidlo		
Ř.5	Měření venkovní teploty		
Ř.6	Čidlo umístěné na stěně domu pod krytem		
Ř.7	Čidlo umístěné v držáku		
Ř.8	Čidlo umístěné v potrubí		
Ř.9	Další možnosti měření teploty		
Ř.10	Čidlo teploty bazénové vody		
Ř.11	Čidlo teploty spalin kotle		

Tabulka 4.10: Čidla pro měření teploty

Mají být v interiéru domu umístěna teplotní čidla v nástěnných ovladačích, samostatně nebo v podlaze? Kolik a jak mají se systémem komunikovat?

Řádek 2, 3 a 4: V interiéru domu mohou být použita teplotní čidla pro měření teploty v místnosti jako součást nástěnného ovladače. Ovladače jsou zpravidla ve stejném designu jako nástěnné tlačítkové ovladače. Výběr designu se do *Dotazníku* zaznamenává v tabulce Multimédia a komunikace (viz. 4.2.7 Komunikace s uživatelem a multimédia).

Nebude-li teplotní čidlo součástí nástěnného ovladače, může být umístěno kdekoliv v místnosti bez ohledu na design ovladače. Jde pouze o samostatné čidlo připojené do systému.

Další možností je teplotní senzor umístěný v podlaze. Toho se užívá zejména v případě, kdy je dům vytápěn podlahovými systémy.

Mají být pro měření venkovní teploty použita teplotní čidla umístěná v držáku nebo na stěně domu pod ochranným krytem? Bude třeba umístit čidlo do potrubí? Kolik?

Řádek 6, 7 a 8: Podobně jako čidla do interiéru, tak i venkovní teplotní čidla mohou být umístěna různými způsoby. Nejčastějším je čidlo v plastovém držáku nebo ve stěně domu pod ochranným plastovým krytem. Dalším způsobem umístění čidla je připevnění k potrubí.

Má systém měřit teplotu vody v bazénu nebo teplotu spalin kotle?

Řádek 10 a 11: Systém Tecomat Foxtrot nabízí dále možnost měření teploty vody v bazénu, kdy je čidlo umístěno v plastovém nebo speciálním obalu přímo v bazénu. Pro sledování teploty spalin kotle se využívá specifické čidlo, které dokáže měřit teploty až do 1100°C.

Čidla teploty mohou systému předávat důležité údaje o teplotě uvnitř i mimo sledovaný objekt. Řídicí systém na základě údajů z těchto čidel může např. spustit vytápění místnosti, větrání nebo regulovat stínění objektu.

4.2.10 Měření dalších veličin

	Sl.1	Sl.2	Sl.3	Sl.4
Ř.1	Měření kvality vzduchu	Počet čidel	Měření el. energie	Počet čidel
Ř.2	CO_2		1f sítě	
Ř.3	Kouře		3f sítě	
Ř.4	Těkavých látek		DC napětí	
Ř.5	Relativní vlhkosti - interiér		Měření průtoku a tepla	
Ř.6	Vlhkosti fancoilů - interiér		Průtoku	
Ř.7	Relativní vlhkosti a teploty - interiér		Tepla vyrobeného a spotřebovaného	
Ř.8	Relativní vlhkosti a teploty - exteriér		Tepla solárního okruhu	
Ř.9	Relativní vlhkosti a teploty - v potrubí		Měření osvětlení	
Ř.10	Měření Meteo		Interiéru	
Ř.11	Rychlosti větru		Venkovního osvětlení	
Ř.12	Směru větru		Další možnosti měření	
Ř.13	Množství srážek		Hladiny vody	
Ř.14	Solární radiace		Tlaku vody	
Ř.15	Meteostanice		Spotřeby zemního plynu	

Tabulka 4.11: Měření dalších veličin

Bude v objektu potřeba umístit čidlo CO_2, kouře nebo těkavých látek? Kolik těchto čidel?

Řádek 2, 3 a 4, Sloupec 1 a 2: Pro měření kvality vzduchu se využívá několika senzorů. Jsou to především čidla pro měření CO_2, která mohou nést výchozí informaci pro následné spuštění rekuperačních jednotek. Podobně je tomu i u kouřových detektorů nebo senzorů těkavých látek, které mohou být napojeny na EPS, mohou předat informaci řídicí jednotce a ta celou situaci vyhodnotí.

Mají být v interiéru objektu umístěna čidla relativní vlhkosti, čidla relativní vlhkosti a teploty a čidla vlhkosti fancoilů? Kolik?

Řádek 5, 6 a 7, Sloupec 1 a 2: Kvalita vzduchu v objektu může být dále sledována pomocí čidel relativní vlhkosti. Ta mohou snímat pouze relativní vlhkost nebo mohou být i v provedení společně s čidlem teploty. Dalším typem jsou senzory vlhkosti fancoilů, které tak mohou chránit před nepříznivými podmínkami a prodlužují jejich životnost.

Mají být v exteriéru objektu nebo do potrubí umístěna čidla relativní vlhkosti a teploty?

Řádek 8 a 9, Sloupec 1 a 2: Teplotní čidla popsaná výše mohou být využita i v provedení pro venkovní použití nebo v provedení do potrubí a jímek.

Má systém měřit údaje o počasí? Tedy rychlost a směr větru, množství srážek či solární radiaci? Kolik čidel bude třeba?

Řádek 11, 12, 13 a 14, Sloupec 1 a 2: Důležitým faktorem ovlivňujícím chod budovy je i počasí. Snímáním rychlosti a směru větru nebo množství srážek v okolí domu může řídicí systém např. vydat pokyn pro zavření oken, vytažení žaluzií nebo pouze upozorní obyvatele domu. Podobně je to i s čidly solární radiace. Na základě snímaného slunečního záření může systém např. vyhodnocovat efektivitu termických panelů, FVE nebo regulovat ohřev vody pomocí termických kolektorů.

Bude do systému zapojena meteostanice?

Řádek 15, Sloupec 1 a 2: Meteostanice (anemometr) shrnuje funkci několika čidel do jednoho. Dokáže měřit rychlost a směr větru, vlhkost, teplotu, tlak a z nich odvozené veličiny, např. rosný bod. Systém Tecomat Foxtrot umožňuje podporu těchto meteostanic.

Má systém zaznamenávat pomocí čidel elektrickou energii 1f sítě, 3f sítě nebo DC napětí?

Řádek 2, 3 a 4, Sloupec 3 a 4: Měření elektrických veličin pomocí elektroměrů se využívá např. pro zjištění odběru různých technologií (elektrické vytápění, tepelné čerpadlo, …), pro regulaci vlastní spotřeby FVE, apod.

Měření elektrických veličin je pouze orientační a neslouží pro fakturaci elektrické energie. Elektroměry rozvodných závodů na vstupu do objektu nemohou být do systému připojeny.

Bude třeba umístit v objektu čidla průtoku, čidla vyrobeného a spotřebovaného tepla nebo čidla k solárnímu okruhu?

Řádek 6, 7 a 8, Sloupec 3 a 4: Čidla průtoku slouží pro monitorování a regulaci spotřeby teplé a studené vody. Čidla vyrobeného a spotřebovaného tepla jsou výhodná zejména u systémů s tepelnými čerpadly, kde má uživatel přehled o množství vyrobeného a spotřebovaného tepla v objektu.

Má být měřeno osvětlení v interiéru, případně venkovní osvětlení?

Řádek 10 a 11, Sloupec 2 a 3: Pro měření osvětlení se využívá řada čidel, z nichž některá jsou určena pro interiéry a některá pro venkovní instalaci. Měření osvětlení dává systému informaci o přírodním a umělém osvětlení místnosti nebo okolí domu a na základě této informace může řídicí jednotka regulovat osvětlení tak, aby dosáhla světelné pohody.

Bude systém měřit hladinu a tlak vody? Kolika čidly?

Řádek 13 a 14, Sloupec 3 a 4: Měření tlaku vody se využívá zejména pro hlídání topné soustavy. Pokles tlaku topné soustavy může znamenat únik kapaliny. Na tento pokles však reaguje tlakový senzor a dává potřebnou informaci řídicímu systému. Ten může vyhodnotit situaci jako nebezpečnou a může upozornit majitele objektu na hrozící havárii topné soustavy.

Použití čidel hladiny vody je pak výhodné např. ve studnách nebo nádržích pro zavlažování. Při nedostatku vody v nádrži může být opět upozorněna zodpovídající osoba.

Má systém provádět měření spotřeby zemního plynu?

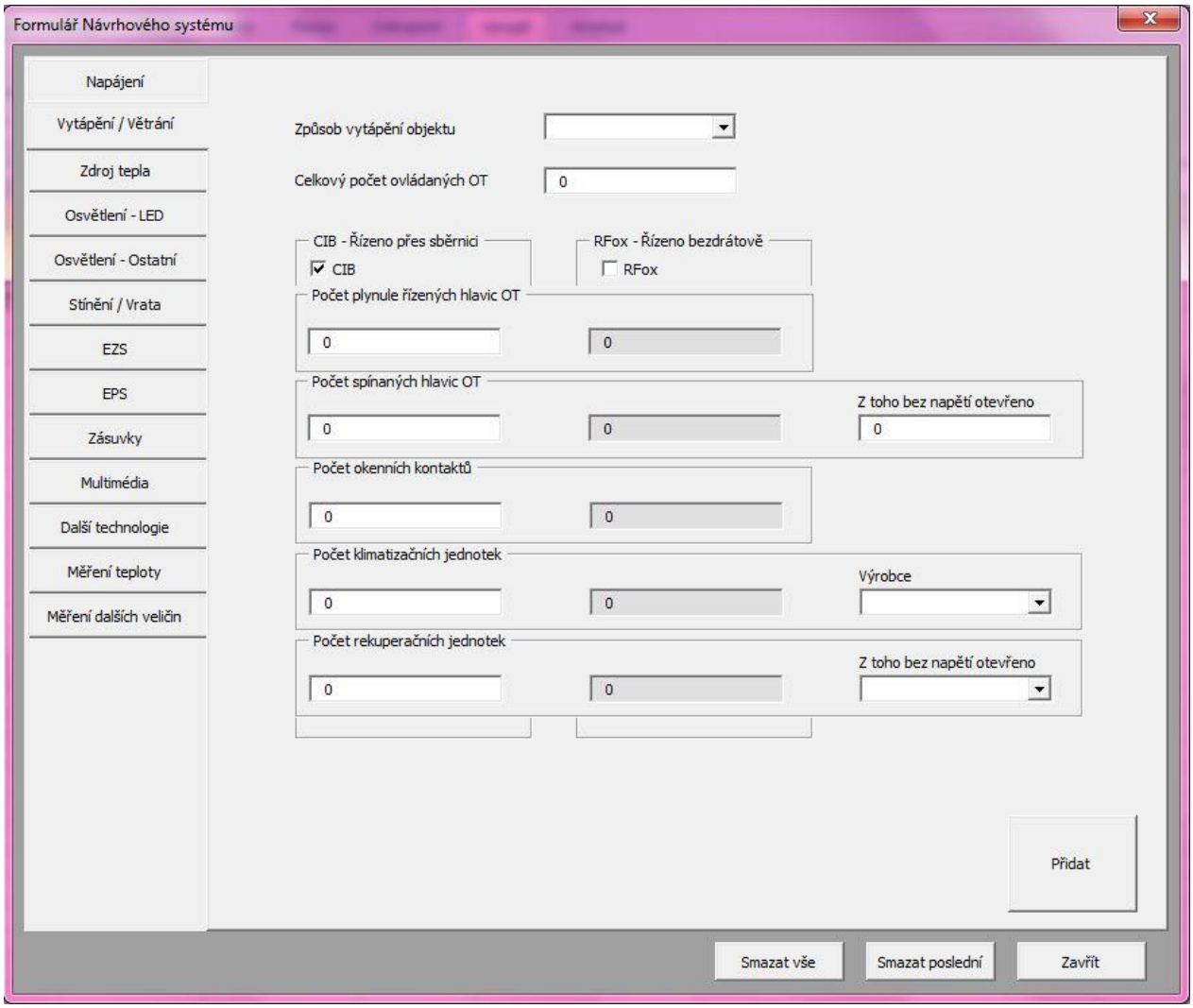
Řádek 15, Sloupec 2 a 3: Měření spotřeby zemního plynu se provádí zejména z ekonomických důvodů a pro lepší přehled obyvatel domu o spotřebovaném množství plynu. Připojení plynoměru do systému je nutné řešit s dodavatelem plynu.

4.3 Návrh Formuláře

Při návrhu Formuláře a psaní kódu bylo čerpáno z [24].

Formulář Návrhového systému je interaktivní podobou navrženého *Dotazníku*. Odpovídá mu stavbou, rozložením, typem otázek a způsobem vyplňování. Je zpracován ve VBA tabulkového procesoru Microsoft Excel. Vyplněním *Formuláře* na základě *Dotazníku* dojde k převodu zjištěných informací a požadavků investora do prostředí *Návrhového systému* Tecomat Foxtrot.

K otevření *Formuláře* slouží tlačítko *Otevřít Formulář* na listu *Návrh_systému*.



Obrázek 4.1: Ukázka Formuláře Návrhového systému

Formulář je rozdělen do několika karet, umístěných na levé straně, které postupně odpovídají jednotlivým kapitolám *Dotazníku* (Obrázek 4.2):

- Napájení
- Vytápění / Větrání
- Zdroj tepla
- Osvětlení – LED
- Osvětlení – Ostatní
- Stínění / Vrata
- EZS
- EPS
- Zásuvky
- Multimédia
- Další technologie
- Měření teploty
- Měření dalších veličin

Obrázek 4.2: Rozložení karet Formuláře

A je složen z následujících prvků:

- 13 karet – záložek (Page)
- 79 rámečků (Frame)
- 55 zaškrtávacích polí (CheckBox)
- 16 příkazových tlačítek (CommandButton)
- 35 rozbalovacích seznamů (ComboBox)
- 138 textových polí (TextBox)

Jednotlivé prvky *Formuláře* mají postupně nadefinované výchozí hodnoty a přiřazeny buňky, do kterých se zapisují hodnoty zadané uživatelem.

4.3.1 Vlastnosti prvků Formuláře

Zaškrtávací pole (CheckBox)

Zaškrtávací pole jsou ve *Formuláři* využita zejména k zaznamenání volby sběrnicového systému CFox nebo volby bezdrátového řízení RFox. Označením pole dojde k odemknutí příslušných textových polí pro zápis a tato textová pole se na znamení možnosti zápisu bíle podbarví. Naopak při odznačení pole se příslušná textová pole uzamknou a uživateli je bráněno v zápisu, což je symbolizováno šedým podbarvením textového pole. Zdrojový kód zaškrtávacích polí je pro ukázku naznačen v následujícím obrázku (Obrázek 4.3).

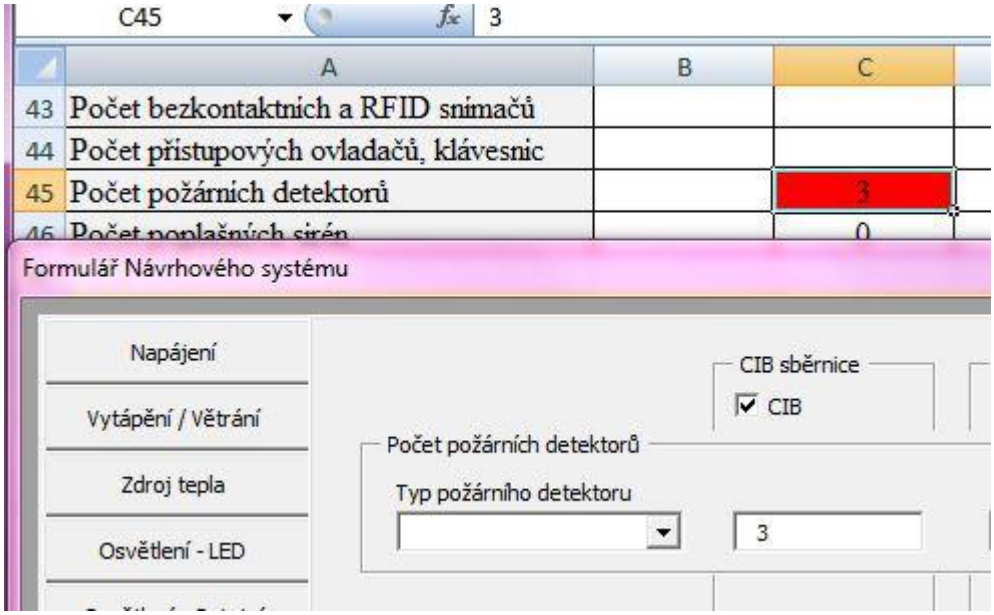
```
'  CheckBox CIB na kartě Zásuvky
Private Sub chkZas_CIB_Click()

    ' Zaškrtnutí volby CheckBoxu CIB
    If Me.chkZas_CIB Then

        ' Textbox CIB1 a CIB2 se odemčou a nastaví bílou barvu
        With Me.txtZas_CIB1
            .Locked = False
            .BackColor = &HFFFFFF
            End With

        With Me.txtZas_CIB2
            .Locked = False
            .BackColor = &HFFFFFF
            End With

    Else
       ' Textbox CIB1 a CIB2 se uzamče, nastaví šedou barvu a nulu
        With Me.txtZas_CIB1
            .Locked = True
            .BackColor = &HE0E0E0
            .Value = 0
        End With

        With Me.txtZas_CIB2
            .Locked = True
            .BackColor = &HE0E0E0
            .Value = 0
        End With
    End If
End Sub
```

Obrázek 4.3: Ukázka zdrojového kódu pro zaškrtávací pole

Textové pole (TextBox)

Obecně je textové pole pro zápis pevně spojené s některou buňkou sešitu. Ve *Formuláři* jsou textová pole pevně spojena s příslušnými buňkami na listu *Dotazník*. Vzhledem ke stejnému uspořádání *Dotazníku* a *Formuláře* tedy textová pole odpovídají buňkám pod shodným pojmenováním. Zapsáním hodnoty ve *Formuláři* se tato hodnota zobrazí v přiřazené buňce. Naopak zapsáním hodnoty do buňky na listu *Dotazník* se tato následně zobrazí i ve *Formuláři*. Zápis tedy funguje oběma směry.

Např. Ve *Formuláři* na kartě *EPS* se do prvního textového pole (pod označením Počet požárních detektorů a CIB sběrnice) zapíše hodnota *3* a ta se následně zobrazí na listu *Dotazník* v buňce *C45* (opět pod označením Počet požárních detektorů a CIB sběrnice).



Obrázek 4.4: Ukázka přiřazení buňky textovému poli

Do textového pole je možné zapsat pouze číselné hodnoty, textový řetězec zapsat nelze. Zdrojový kód textového pole je pro ukázku naznačen v následujícím obrázku (Obrázek 4.5).

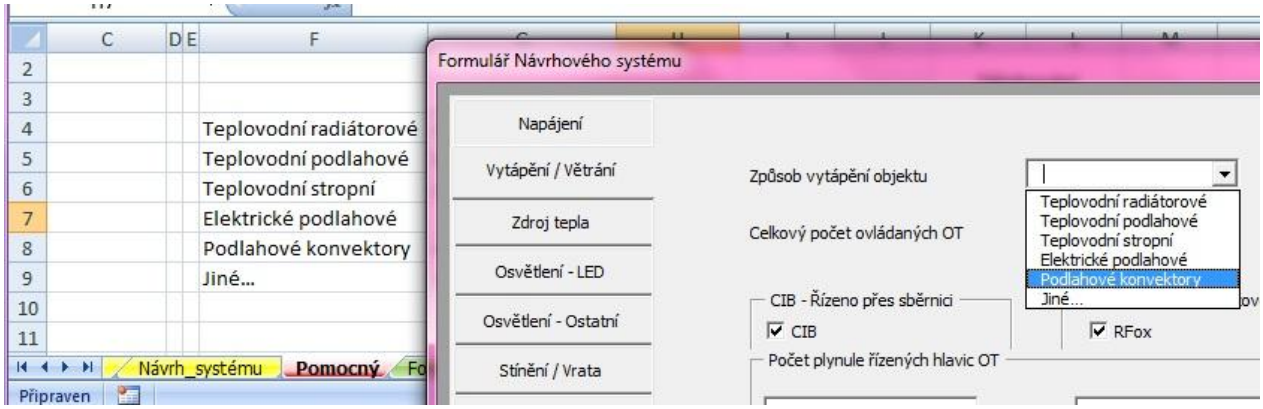
```
' TextBox CIB1 na kartě EPS
Private Sub txtEPS_CIB1_Change()

    ' Buňka C45 na listu Dotazník (Dot) je převedena na číslo, _
    přičemž jsou případné desetinné tečky nahrazeny čárkami
    Dot.Range("C45") = Val(Replace(Me.txtEPS_CIB1, ",", "."))
End Sub
```

Obrázek 4.5: Ukázka zdrojového kódu pro textové pole

Rozbalovací seznam (ComboBox)

Rozbalovacímu seznamu je podobně jako textovému poli přiřazena konkrétní buňka, do které se zapisuje vybraný textový řetězec.

Zdrojem seznamu je pak skupina několika buněk, které rozbalovací seznam načte a zobrazí je jako své možnosti výběru. Ve *Formuláři* je k tomuto účelu využit skrytý list *Pomocný*. V něm jsou vypsány skupiny buněk, z nichž čerpají rozbalovací seznamy zobrazované informace (Obrázek 4.6). Zdrojový kód není pro rozbalovací seznamy psán. Pro použití *Formuláře* není třeba.



Obrázek 4.6: Ukázka zdroje seznamu a rozbalovacího seznamu

4.3.2 Funkce příkazových tlačítek Formuláře

Přidat

Tlačítka *Přidat* jsou k dispozici na každé kartě *Formuláře*. Po stisknutí tlačítka systém vyhodnotí vyplněné buňky v příslušné kartě. Na základě přiřazeného kódu porovná buňky *Formuláře* s proměnnými *Databáze* a podle nich vybere vhodné komponenty, které zkopíruje do listu *Návrh_systému*. Tento seznam vybraných komponent je výstupem celého procesu *Návrhového systému*.

V této práci jsou napsány funkční zdrojové kódy pouze pro dvě příkazová tlačítka *Přidat*, a to na kartách *Napájení* a *Zásuvky*. Jim přiřazené zdrojové kódy jsou návrhem pro zpracování programu *Návrhového systému*. Tlačítka *Přidat* na ostatních kartách tedy nejsou funkční a zadané informace nevyhodnotí.

Návrh zdrojového kódu je napsán pomocí maker (Obrázek 4.8), která jsou postupně volána po určité událostní proceduře (např. stisk tlačítka, Obrázek 4.7). Makra obsahují matematické a logické operace, podle kterých je vybrán konkrétní prvek na základě vstupních požadavků.

```
'Tlačítko Přidat na kartě Zásuvky
Private Sub cmdZas_Pridat_Click()
    'Postupné volání maker pro smazání posledního řádku (Celková cena), pro vyplnění hlavičky _
    listu Návrh_systému, pro nalezení prvního prázdného řádku
    Me.SmazPosledni
    Me.Hlavicka
    Me.PrazdnyRadek

    'Vyhodnotí informace zapsané do rozevíracích seznamů na kartě a zavolá příslušná makra
    If Dot.Range("D63") = "rozvaděče" And Dot.Range("D64") = "rozvaděče" Then
        Me.Zas_DINaDIN 'Makro pro vyhodnocení
        Me.Zas_Adapter 'Makro pro vyhodnocení
        Me.CelkovaCena 'Spočítá cenu vybraných prvků
    End If

    If Dot.Range("D63") = "instalační krabice" And Dot.Range("D64") = "instalační krabice" Then
        Me.Zas_IKaIK   'Makro pro vyhodnocení
        Me.Zas_Adapter
        Me.CelkovaCena
    End If

    If Dot.Range("D63") = "rozvaděče" And Dot.Range("D64") = "instalační krabice" Then
        Me.Zas_DINaIK 'Makro pro vyhodnocení
        Me.Zas_Adapter
        Me.CelkovaCena
    End If

    If Dot.Range("D63") = "instalační krabice" And Dot.Range("D64") = "rozvaděče" Then
        Me.Zas_IKaDIN 'Makro pro vyhodnocení
        Me.Zas_Adapter
        Me.CelkovaCena
    End If
End Sub
```

Obrázek 4.7: Ukázka zdrojového kódu příkazového tlačítka Přidat

```
'Makro pro vyhodnocení varianty "CIB do rozvaděče" a "RFox do rozvaděče"
Public Sub Zas_DINaDIN()
    'Pomocné proměnné, sečtou hodnoty v buňkách pro CIB a RFox
    PP1 = Dot.Range("B63") + Dot.Range("B64")
    PP2 = Dot.Range("C63") + Dot.Range("C64")

        Select Case PP1
            'Porovná hodnotu PP1 s hodnotou proměnné zapsané v Databázi _
            u příslušného modulu a zkopíruje příslušný řádek (modul) _
            na list Návrh_systému
            Case Is = 0
                Nas.Cells(volno, 20) = ""
            Case Is = 1 '1xRO
                CFox.Range("B15:G15").Copy Nas.Cells(volno, 1)
            Case Is <= CFox.Range("I16") '3xRO
                CFox.Range("B16:G16").Copy Nas.Cells(volno, 1)
            Case Is <= CFox.Range("I11") '8xRO
                CFox.Range("B11:G11").Copy Nas.Cells(volno, 1)
            Case Is <= CFox.Range("I12") '11xRO
                CFox.Range("B12:G12").Copy Nas.Cells(volno, 1)
            Case Is <= 14 '14xRO
                CFox.Range("B12:G12").Copy Nas.Cells(volno, 1)
                CFox.Range("B16:G16").Copy Nas.Cells(volno + 1, 1)
            Case Is <= 2 * CFox.Range("I11") '16xRO
                CFox.Range("B11:G11").Copy Nas.Cells(volno, 1)
                CFox.Range("B11:G11").Copy Nas.Cells(volno + 1, 1)
            Case Is <= 19 '19xRO
                CFox.Range("B12:G12").Copy Nas.Cells(volno, 1)
                CFox.Range("B11:G11").Copy Nas.Cells(volno + 1, 1)
            Case Is <= 2 * CFox.Range("I12") '22xRO
                CFox.Range("B12:G12").Copy Nas.Cells(volno, 1)
                CFox.Range("B12:G12").Copy Nas.Cells(volno + 1, 1)
            Case Else
                Me.PrazdnyRadek
                Nas.Cells(volno, 20) = ""
        End Select
```

Obrázek 4.8: Ukázka části makra DINaDIN pro vyhodnocení zadaných parametrů CFox

Zavřít

Tímto příkazovým tlačítkem se zavírá *Formulář* beze změn seznamu komponent. Po zavření automaticky otevře list *Návrh_systému* (Obrázek 4.9).

```
' Tlačítko Zavřít
Private Sub cmdZavrit_Click()

        ' Zavře okno formuláře
        Unload Me
        ' Otevře list Návrh_systému
        Nas.Select

End Sub
```

Obrázek 4.9: Ukázka zdrojového kódu příkazového tlačítka Zavřít

Smazat poslední

Tlačítko *Smazat poslední* smaže poslední zapsaný řádek seznamu komponent na listu *Návrh_systému*. Kód je zapsán pomocí makra *SmazPosledni*, protože toto makro je v programu voláno častěji (Obrázek 4.10).

```
' Tlačítko Smazat poslední
Private Sub cmdSmazPosledni_Click()

    ' Zavolá makro SmazPosledni
    Me.SmazPosledni

    ' Zkopíruje hlavičku z listu Foxtrot (Fox) do listu _
    Návrh_systému (Nas) pro případ, že by byla náhodně smazána
    Fox.Range("A1").Copy Nas.Range("A1")
    Fox.Range("C1:G1").Copy Nas.Range("B1")

End Sub
```

```
' Makro SmazPosledni - mazání posledního řádku listu Návrh_systému
Public Sub SmazPosledni()

    ' Cyklus, který hledá prázdný řádek ve čtvrtém sloupci (D), _
    při jeho nalezení smaže radek - 1, tedy poslední řádek listu
    For radek = 2 To 1000
        If Len(Nas.Cells(radek, 4)) = 0 Then
            Nas.Rows(radek - 1).Clear
            Exit For
        End If
    Next radek

End Sub
```

Obrázek 4.10: Ukázka zdrojového kódu příkazového tlačítka Smazat poslední

Smazat vše

Tlačítko *Smazat vše* smaže celý list *Návrh_systému* včetně hlavičky. Ta je v zápětí znovu zkopírována z listu *Foxtrot* (Obrázek 4.11).

```
' Tlačítko Smazat vše
Private Sub cmdSmazVse_Click()

    ' Smaže celý list Návrh_systému
    Nas.Cells.Clear
    ' Zkopíruje hlavičku listu
    Fox.Range("A1").Copy Nas.Range("A1")
    Fox.Range("C1:G1").Copy Nas.Range("B1")

End Sub
```

Obrázek 4.11: Ukázka zdrojového kódu příkazového tlačítka Smazat vše

4.4 Databáze

Při návrhu *Databáze* bylo čerpáno z [13] [21] [22] [23].

Databáze je rozsáhlým přehledem veškerých produktů řady Tecomat Foxtrot společnosti Teco, a. s., které jsou dostupné k prosinci 2014 v katalogových listech a na webových stránkách firmy.

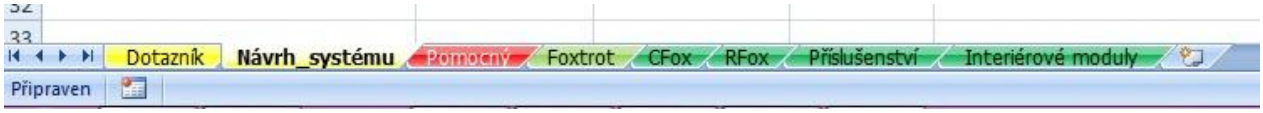
Samotná *Databáze* je napsána v tabulkovém procesoru Microsoft Excel. Obsahuje přibližně 400 produktů zobrazených na 500 řádcích s informacemi přibližně v 1800 vyplněných buňkách, přičemž proměnné do rozsahu nejsou započítány. Je výchozí databází pro následný automatický výběr prvků potřebných pro realizaci projektu. Pro výběr konkrétních prvků systému slouží proměnné, které jsou přiřazeny každému prvku zvlášť podle jeho specifik.

Konečný seznam komponent potřebných pro realizaci projektu je po vyplnění *Formuláře* a vyhodnocení informací programem vypsán v listu *Návrh_systému.*

4.4.1 Členění Databáze

Databáze Návrhového systému Tecomat Foxtrot je členěna podle základních kritérií a hlavních typů produktů do 7 listů (Obrázek 4.12):

- Dotazník
- Návrh_systému
- Pomocný
- Foxtrot
- CFox
- RFox
- Příslušenství
- Interiérové moduly



Obrázek 4.12: Listy Databáze

V jednotlivých listech jsou ve sloupcích pojmenovány hlavičky důležitých informací týkajících se daného produktu (Obrázek 4.13):

- Skupina
- Typ
- Katalogové číslo
- Cena [Kč]
- Popis
- Odkaz na web

Obrázek 4.13: Hlavička Databáze

U listů *Foxtrot, CFox, RFox, Příslušenstní a Interiérové moduly* jsou v řádcích produkty dále rozděleny do několika kategorií podle principu funkce a specifických parametrů (Obrázek 4.14):

- Napájecí moduly
- Základní moduly
- Komunikační moduly
- Rozšiřující moduly
- Operátorské panely
- Systémové moduly
- Pohony
- Elektroměry
- Senzory
- atp.

	A	B	C	D	E	F
1	Skupina		Typ	Katalogové číslo	Cena [Kč]	Popis
2	Napájecí moduly					
7	Základní moduly					
8			CP-1000	TXN 110 00	9 900	CPU; ETH 100/10; 1xRS 232; 1xSCH; 4xAI/DI; 2xDI/230 V AC;
9			CP-1001	TXN 110 01	11 400	CPU; ETH 100/10; 1xRS 232; 1xSCH; 4xAI/DI; 2xDI/230 V AC;
10			CP-1003	TXN 110 03	13 500	CPU; ETH 100/10; 1xRS 485; 1xSCH; 8xAI/DI; 8xDI/HSC; 4xA

Obrázek 4.14: Kategorie a rozevírací seznam Databáze

Kategorie produktů jsou pro přehlednost řešeny pomocí rozevíracích seznamů. Rozvinutím seznamu se zobrazí veškeré dostupné produkty dané kategorie, které jsou na trhu dostupné, s příslušnými názvy, čísly, popisy a proměnnými.

5 ZÁVĚR

V bakalářské práci byl postupně zpracován teoretický úvod do problematiky řízení inteligentních budov a řídicí systém Tecomat Foxtrot. V praktické části byl navržen postup pro analýzu požadavků investora na řídicí systém inteligentního domu. Dále byl zpracován *Dotazník* pro diskusi projektanta s investorem, *Formulář* jako interaktivní podoba *Dotazníku*, *Databáze* produktů Tecomat Foxtrot a návrh programu pro vyhodnocení investorových požadavků na řídicí systém.

Projektování inteligentních domů je zaměření, jenž vyžaduje velmi dobrou orientaci a znalost nejrůznějších technologických odvětví. Některé firmy v současné době nabízí podporu projektantům v podobě různých kalkulaček, které po zadání parametrů vyhodnotí daný projekt a předloží jeho možné řešení. Tato práce je obdobou takové kalkulačky se zaměřením na řídicí systém řady Tecomat Foxtrot společnosti Teco, a. s. Výstupem práce je *Návrhový systém*, který má sloužit projektantům jako pomůcka při komunikaci s investorem a při návrhu řídicího systému pro daný projekt.

Navržený *Dotazník* shrnuje možnosti využití systému Tecomat Foxtrot pro řízení inteligentní budovy. Je rozdělen do přehledně členěných oddílů. V každém oddílu je uvedena tabulka, která slouží k zaznamenání projednaných požadavků investora. Tabulky svým rozložením odpovídají otázkám, které jsou také součástí každého oddílu *Dotazníku*. Otázky následně tvoří kostru *Dotazníku* a jsou vodítkem projektanta při komunikaci s investorem nad rámec investorových požadavků.

Dotazník je v další části práce převeden do interaktivní podoby – *Formuláře*. Ten je vytvořen v prostředí VBA tabulkového kalkulátoru Microsoft Excel s podporou maker. Rozložením odpovídá *Dotazníku*. Slouží k zapsání zjištěných investorových požadavků do *Návrhového systému* a k vyhodnocení těchto požadavků. Na základě naprogramovaných maker a tlačítek *Formuláře* provede rozbor *Dotazníku* a navrhne možné řešení daného projektu v podobě seznamu komponent řady Tecomat Foxtrot.

Program *Formuláře* není zcela dokončen a je proveden pouze návrh způsobu vyhodnocení.

Výstupní seznam komponent je vybírán z rozsáhlé *Databáze*, která byla k tomuto účelu v rámci bakalářské práce sepsána. Jde o databázi prvků Tecomat Foxtrot a jeho komponent. Jsou v ní zahrnuty řídicí a periferní moduly, senzory a aktory, které firma Teco, a. s. v současné době nabízí.

Návrhový systém, který je výstupem této práce, je složen z těchto dílčích částí a zároveň je návrhem postupu komplexní analýzy požadavků investora na řídicí systém inteligentního domu.

V dalším postupu práce navrhuji úpravy *Dotazníku*, odpovídajícího *Formuláře* i *Databáze*. V prvé řadě na základě praktických poznatků a zkušeností, díky nimž se do *Dotazníku* mohou doplnit případné chybějící technologie a další možnosti využití řídicího systému. Ve druhé řadě pak na základě budoucího vývoje produktů Tecomat Foxtrot firmy Teco, a. s.

Dále navrhuji dokončení, případně možné upravení a zpřehlednění zdrojového kódu *Formuláře* a samotného vyhodnocovacího programu. Ten je v současné době pouze návrhem a ne finální verzí.

POUŽITÁ LITERATURA

[1] JOHNSON CONTROLS INTERNATIONAL, spol. s.r.o., Inteligentní budova (I). In: *Inteligentní budova (I) - TZB-info* [online]. 2002 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/1143-inteligentni-budova-i

[2] *Inteligentní budovy* [online]. [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: http://www.inteligentni-budovy.cz/

[3] KLABAN, Jaromír, TECO, a.s. Tecomat Foxtrot - inteligentní dům Smart Grid. *Elektrotechnika pro odborníky* [online]. 2014 [cit. 2015-01-15]. Dostupné z: http://www.proelektrotechniky.cz/inteligentni-budovy/34.php

[4] PÁVEK, Jaromír a MOELLER ELEKTROTECHNIKA, s.r.o. "Inteligentní" elektroinstalace se systémem NIKOBUS. *ELEKTRO časopis pro elektrotechniku* [online]. 2002 [cit. 2015-01-28]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/inteligentni-elektroinstalace-se-systemem-nikobus--14942

[5] TECO, a.s. *Ovládej svůj dům* [online]. 2014 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: http://controlyourhouse.com/cs/

[6] TECO, a.s. *Představení společnosti Teco a.s*. Dostupné také z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/PRINTS/Cat_2012_03_teco%20introduction_cz_01.pdf

[7] HRBÁČEK, Martin. *Inteligentní rodinný dům IV*. Zlín, 2010. Dostupné také z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/11400/hrb%C3%A1%C4%8Dek_2010_dp.pdf?sequence=1. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Ing. Martin Zálešák, CSc.

[8] TECO, a.s. *Programovatelné automaty Tecomat Foxtrot* [online]. 19. vydání. 2012 [cit. 2015-03-03]. TXV 004 10.01. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00410_01_General_Foxtrot.pdf

[9] TECO, a.s. *Periferní moduly na sběrnici CIB* [online]. 16. vydání. 2014 [cit. 2015-03-10]. TXV 004 13.01. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00413_01_Foxtrot_PerifCIB_CFox_cz.pdf

[10] TECO, a.s., Tecomat Foxtrot. *ELEKTRO časopis pro elektrotechniku* [online]. 2014 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/clanek/tecomat-foxtrot--539

[11] KOLÁŘ, M. *Počítačové řízení a programování prvků systémové elektroinstalace INELS*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 60 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Branislav Bátora. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=27810

[12] TECO, a.s. *Bezdrátové periferní moduly řady RFox* [online]. 6. vydání. 2014 [cit. 2015-03-10]. TXV 004 14.01. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00414_01_Foxtrot_RFox_cz.pdf

[13] TECO, a.s. *Příručka projektování CFox, RFox a Foxtrot: FOXTROT - Ovládej svůj dům* [online]. 2015 [cit. 2015-01-17]. TXV00416 rev.3b. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00416_01_CFoxRFoxProjektovani_cz.pdf

[14] Řízení systémů budov (inteligentní budovy). *Katalog firem a výrobků TZB-info* [online]. [cit. 2015-05-15]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/firmy/rizeni-systemu-budov-inteligentni-budovy

[15] *Typy bydlení: Domácnost - svět v malém*. Dostupné také z: http://www.ped.muni.cz/prirodoveda/soubory/ukazky/typy_bydleni.pdf

[16] *Otopné plochy: TZB-info* [online]. 2015 [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/otopne-plochy

[17] ISAN RADIÁTORY, s.r.o., Podlahové konvektory. *TZB-info* [online]. 2011 [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/7348-podlahove-konvektory

[18] Topné konvektory - princip a využití. *InfoBYDLENI* [online]. 2009 [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: http://www.infobydleni.cz/news/topne-konvektory-princip-a-vyuziti/

[19] Baxant, P., Drápela, J. Užití elektrické energie. FEKT VUT v Brně:2007, Skriptum, 186 stran.

[20] *Variant Plus* [online]. 2015 [cit. 2015-05-18]. Dostupné z: http://www.variant.cz/dokumenty/obor-eps/

[21] TECO, a.s. *Ceník Tecomat Foxtrot*. 2015/03. Dostupné také z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/ceniky/CenikTeco%202015_03_v2_Foxtrot_CZ_LP.pdf

[22] TECO, A.S. *Ceník interiérových modulů CFox a RFox pro Tecomat Foxtrot*. 2015/03. Dostupné také z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/ceniky/CenikTeco%202015_03_v2_CF_RFox_interier_CZ_LP.pdf

[23] TECO, A.S. *Foxtrot, CFox, RFox Katalog*. 2013/06. Dostupné také z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/PRINTS/Foxtrot-CZ.pdf

[24] LAURENČÍK, Marek a Michal BUREŠ. *Programování v Excelu 2010: záznam, úprava a programování maker*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 198 s. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-5033-0.

PŘÍLOHY

Příloha A – Disk CD

Příloha B – Dotazník

Vytápění a větrání

- Jaký je způsob vytápění budovy?
- Kolik otopných těles, jenž mají být řízeny, je v domě instalováno?
- Kolik má být plynule řízených a kolik spínaných otopných těles?
- Má systém vytápění reagovat na otevřené/zavřené okno?
- Má systém řídit klimatizační a rekuperační jednotky v domě? Kolik a jakého výrobce?

Způsob vytápění objektu			
Celkový počet ovládaných otopných těles (OT)			
	CIB – řízeno přes sběrnici	RFox – řízeno bezdrátově	
Počet plynule řízených hlavic OT			
			Z toho bez napětí otevřeno
Počet spínaných hlavic OT			
Počet připojení okenních kontaktů			
Počet klimatizačních jednotek (LG/Samsung)			
Počet rekuperačních jednotek (inVENTer/jiné)			
Různé			

Zdroj tepla

- Jaký zdroj tepla je v objektu využit?
- Je v domě umístěn kotel, který bude řízen? Komunikuje tento kotel na protokolu OpenTherm?
- Je instalován kterýkoliv typ tepelného čerpadla? Kolik TČ má být řízeno?
- Kolik oběhových čerpadel solárního systému má být regulováno řídicím systémem?
- Kolik akumulačních nádrží v objektu je určeno k řízení?

Zdroj tepla		
	CIB - řízeno přes sběrnici	RFox - řízeno bezdrátově
Počet kotlů (OpenTherm/Jiné)		
Počet tepelných čerpadel		
Solární systém - Počet řízených oběhových čerpadel		
Počet řízených akumulačních nádrží, boilerů		

Osvětlení

- Jaké typy světelných zdrojů jsou v objektu instalovány?
- Mají být tyto zdroje spínány nebo stmívány? Které a kolik?
- Budou tyto světelné zdroje do řídicího systému připojeny pomocí sběrnice CIB nebo bezdrátově systémem RFox? Které a kolik?

	Spínání		Stmívání	
	CIB - přes sběrnici	RFox - bezdrátově	CIB - přes sběrnici	RFox - bezdrátově
LED pásky a LED napájené malým napětím				
LED výkonové napájené jm. proudem				
Kompaktní LED (LED žárovky)				
Trubicové LED (LED zářivky)				
Žárovky				
Halogenové žárovky				
Zářivky (nízkotlaké výbojky)				
Kompaktní zářivky (úsporné zářivky)				
Vysokotlaké výbojky				

Stínění objektu, ovládání vrat, dveří a oken

- Jakým způsobem je objekt stíněn?
- Jaký je počet řízených asynchronních motorů určených pro stínění?
- Jaký je počet řízených stejnosměrných motorů určených pro stínění?
- Má systém řídit otevírání a zavírání bran a vrat? Jaký je celkový počet ovládaných bran a vrat?
- Má systém řídit otevírání a zavírání oken? Jaký je celkový počet ovládaných oken?

Stínění objektu pomocí			
	CIB - řízeno přes sběrnici	RFox - řízeno bezdrátově	Umístění modulu
Počet asynchronních motorů			
Počet stejnosměrných motorů			
Celkový počet ovládaných bran a vrat			
Celkový počet ovládaných oken			

EZS, EPS

- Je v objektu certifikovaný zabezpečovací systém? Jaký?
- Mají být v objektu instalována pohybová čidla? Jaká a kolik?
- Mají být v okolí objektu instalována pohybová čidla? Jaká a kolik?
- Mají být v rámci EZS instalovány detektory rozbití skla, otevření dveří a oken?
- Bude v objektu nebo v jeho blízkosti třeba využít možnosti bezkontaktních a RFID čidel, ovladačů a klávesnic? Jakých typů a kolik?
- Budou v objektu v rámci EPS instalovány požární detektory a poplašné sirény? Jaké a kolik?

Certifikovaná EZS				
	Typ detektoru	CIB - přes sběrnici	RFox - bezdrátově	Umístění modulu
Počet interiérových PIR detektorů				
Počet venkovních PIR detektorů				
Počet detektorů rozbití skla				
Počet detektorů otevření dveří a oken				
Počet bezkontaktních a RFID snímačů				
Počet přístupových ovladačů, klávesnic				
Počet požárních detektorů				
Počet poplašných sirén				

Zásuvky

- Kolik spínaných zásuvkových okruhů je v domě?
- Kolik je v domě jednotlivě spínaných zásuvek?
- Mají být v domě k dispozici volně použitelné zásuvkové adaptéry? Kolik?

	CIB - přes sběrnici	RFox - bezdrátově	Umístění modulu
Celkový počet spínaných zásuvkových okruhů			
Počet jednotlivě spínaných zásuvek			
Počet volně použitelných zásuvkových adaptérů (pouze RFox)			

Multimédia

- Jaký design tlačítek a ovladačů bude použit v celém objektu?
- Budou instalovány nástěnné tlačítkové ovladače? S kolika tlačítky?
- Budou instalovány ovladače a displeje k vizualizaci a ovládání jednotlivých technologií? Kterých technologií a kolik těchto ovladačů bude instalováno?
- Má být do systému Tecomat Foxtrot integrován některý z audiovizuálních systémů? Který?
- Má systém Tecomat Foxtrot posílat SMS zprávy o svém stavu a činnosti? Který modem k tomu bude využit?
- Bude v objektu využito možnosti hlasové komunikace s uživatelem? Kolik reproduktorů bude k tomuto účelu instalováno?

Design - výrobce všech ovladačů			
	Počet tlačítek na ovladači	Počet ovladačů přes CIB	Počet ovladačů přes RFox
Tlačítkové ovladače na zeď			
	Zobrazení		
Ovladače a displeje na zeď			
Integrace audiovizuálního (AV) systému			
SMS komunikace s uživatelem - modem			
Hlasová komunikace - počet reproduktorů			

Další technologie

- Má systém řídit odmrazování venkovních ploch a okapů? Kolik čidel bude třeba pro detekci námrazy?
- Je třeba měřit pH, REDOX a koncentraci chloru v bazénu? Kolika čidly?
- Má systém měřit vlhkost půdy pro zavlažování? Kolika čidly?
- Kolik ventilů má být při zavlažování půdy řízeno?
- Má systém detekovat zaplavení místností?

Odmrazování	Počet čidel
Odmrazování venkovních ploch	
Odmrazování okapů	
Bazénové technologie	Počet čidel
Měření pH	
Měření REDOX	
Měření chloru	
Zavlažování půdy	Počet čidel / ventilů
Měření vlhkosti půdy	
Počet řízených ventilů	
Hlídání zaplavení	

Měření teploty

- Mají být v interiéru domu umístěna teplotní čidla v nástěnných ovladačích, samostatně nebo v podlaze? Kolik a jak mají být řízena?
- Mají být pro měření venkovní teploty použita teplotní čidla umístěná v držáku nebo na stěně domu pod ochranným krytem? Bude třeba umístit čidlo do potrubí? Kolik?
- Má systém měřit teplotu vody v bazénu nebo teplotu spalin kotle?

Měření teploty v interiéru	CIB - řízeno přes sběrnici	RFox - řízeno bezdrátově
čidlo umístěné v nástěnném ovladači		
čidlo samostatné		
podlahové čidlo		
Měření venkovní teploty		
čidlo umístěné na stěně domu pod krytem		
čidlo umístěné v držáku		
čidlo umístěné v potrubí		
Další možnosti měření teploty		
čidlo teploty bazénové vody		
čidlo teploty spalin kotle		

Měření dalších veličin

- Bude v objektu potřeba umístit čidlo CO_2, kouře nebo těkavých látek? Kolik těchto čidel?
- Mají být v interiéru objektu umístěna čidla relativní vlhkosti, čidla relativní vlhkosti a teploty a čidla vlhkosti fancoilů? Kolik?
- Mají být v exteriéru objektu nebo do potrubí umístěna čidla relativní vlhkosti a teploty?
- Má systém měřit údaje o počasí? Tedy rychlost a směr větru, množství srážek či solární radiaci? Kolik čidel bude třeba?
- Bude do systému zapojena meteostanice?
- Má systém zaznamenávat pomocí čidel elektrickou energii 1f sítě, 3f sítě nebo DC napětí?
- Bude třeba umístit v objektu čidla průtoku, čidla vyrobeného a spotřebovaného tepla nebo čidla k solárnímu okruhu?
- Má být měřeno osvětlení v interiéru, případně venkovní osvětlení?
- Bude systém měřit hladinu a tlak vody? Kolika čidly?
- Má systém provádět měření spotřeby zemního plynu?

Měření kvality vzduchu	Počet čidel	Měření el. energie	Počet čidel
CO2		1f sítě	
kouře		3f sítě	
těkavých látek		DC napětí	
relativní vlhkosti - interiér		Měření průtoku a tepla	
vlhkosti fancoilů - interiér		průtoku	
relativní vlhkosti a teploty - interiér		tepla vyrobeného a spotřebovaného	
relativní vlhkosti a teploty - exteriér		tepla solárního okruhu	
relativní vlhkosti a teploty - v potrubí		Měření osvětlení	
Měření Meteo		v interiéru	
rychlosti větru		venkovního osvětlení	
směru větru		Další možnosti měření	
množství srážek		hladiny vody	
solární radiace		tlaku vody	
Meteostanice		spotřeby zemního plynu	