

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**Katedra technologií a měření**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Otopné systémy s inteligentní regulací teploty**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub JIŘINEC**  
Osobní číslo: **E10B0041P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**  
Název tématu: **Otopné systémy s inteligentní regulací teploty**  
Zadávací katedra: **Katedra technologií a měření**

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

1. Uveďte otopné systémy používané k vytápění obytných prostorů, zvláště elektrické
2. Uveďte možnosti současných inteligentních systémů regulace teploty pro vytápění
3. Proveďte porovnání regulačních systémů s důrazem na energetickou náročnost regulovaného otopného systému
4. Sestavte příklady praktického využití inteligentní regulace teploty
5. Na základě praktických aplikací uveďte závěry pro praxi se zaměřením na úspory energie při vytápění




Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího  
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:


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

Vedoucí bakalářské práce: **Prof. Ing. Jiří Kožený, CSc.**  
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2012**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **7. června 2013**

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



  
Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

## **Abstrakt**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na otopné systémy s inteligentní regulací teploty. V první části jsou zmíněny některé moderní způsoby vytápění a jejich porovnání z hlediska použití a regulace teploty v budovách. Dále se práce zaměřuje na inteligentní systémy pro ovládání teploty a jejich vzájemné porovnání. V poslední části je proveden praktický návrh systému KNX v kombinaci s WAGO-I/O-SYSTEM 750 pro ovládání teploty, předokenních žaluzií a světelných zdrojů v podkroví rodinného domu.

## **Klíčová slova**

Automatizace budov, tepelné čerpadlo, sálavé panely, podlahové vytápění, E-gon, xComfort, KNX, přenosová média, WAGO-I/O-SYSTEM 750, DALI, regulace teploty, CoDeSys, ETS4



## **Abstract**

The presented thesis is focused on heating systems with intelligent temperature control. The first part contains some modern heating methods and their comparison in terms of usage and temperature control in buildings. The work is focused on intelligent systems for temperature control and their comparison. The last section is devoted to practical design of KNX system in combination with WAGO-I/O-SYSTEM 750 for temperature control, roller blinds and lights in the attic of the house.

## **Key words**

Building automation, heat pump, radiant panels, underfloor heating, E-gon, Xcomfort, KNX, transmission media, WAGO-I/O-SYSTEM 750, DALI, temperature, CoDeSys, ETS4

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

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

.....  
Podpis

V Plzni dne 4.6.2013

Jakub Jiřinec

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Prof. Ing. Jiřímu Koženému, CSc. za cenné rady a pomoc při řešení této práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Ondřeji Dolejšovi, Ph.D. ze společnosti WAGO za zapůjčení přístrojů a odbornou pomoc.



# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>7</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>8</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>1 ELEKTRICKÉ ZDROJE PRO VYTÁPĚNÍ BUDOV</b> .....	<b>11</b>
1.1 TEPELNÉ ČERPADLO .....	11
1.1.1 Tepelné čerpadlo vzduch – voda .....	11
1.1.2 Tepelné čerpadlo z hlubinného vrtu .....	12
1.1.3 Tepelné čerpadlo – půdní kolektor .....	13
1.1.4 Tepelné čerpadlo využívající odpadní vzduch .....	14
1.1.5 Tepelné čerpadlo využívající povrchovou vodu .....	14
1.2 PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ – TOPNÉ ELEKTRICKÉ KABELY .....	14
1.3 SÁLAVÉ PANELE .....	15
1.4 ELEKTRICKÉ PŘÍMOTOPNÉ KOTLE .....	15
<b>2 AUTOMATIZACE BUDOV</b> .....	<b>16</b>
2.1 JEDNODNIKOVÉ SYSTÉMY .....	16
2.1.1 XComfort a NikoBUS .....	16
2.1.2 E-gon .....	17
2.2 ASOCIACE VÝROBCŮ .....	17
2.2.1 LON .....	18
2.2.2 KNX .....	18
2.2.3 WAGO-I/O-SYSTEM 750 .....	25
<b>3 POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ Z HLEDISKA VYUŽITÍ ENERGIE</b> .....	<b>28</b>
<b>4 POPIS ZAMÝŠLENÝCH APLIKACÍ</b> .....	<b>28</b>
4.1 VIZUALIZACE KOTELNY BYTOVÉHO DOMU PLZEŇ .....	29
4.2 PODKROVÍ V OBYTNÉM DOMU V DOMAŽLICÍCH .....	29
4.2.1 Praktická realizace .....	30
4.2.2 Postup programování .....	31
4.2.3 Cenový rozpočet jednotlivých komponentů .....	35
<b>5 ZÁVĚRY PRO PRAXI</b> .....	<b>36</b>
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>37</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>38</b>

## Seznam symbolů a zkratek

TČ .....	Tepelné čerpadlo
cm.....	Centimetr – jednotka délky
m .....	Metr - jednotka délky
m <sup>2</sup> .....	Metr čtvereční – jednotka plochy
W.....	Watt – jednotka výkonu
kW.....	Kilo Watt – jednotka výkonu
TUV .....	Teplá užitková voda
°C .....	Stupeň celsia – jednotka teploty
sms .....	Short Message Service
LON .....	Local Operating Network
KNX.....	Standard domovní instalace
EIB.....	European Installation Bus
EHS.....	European Home Systems Protocol
CENELEC .....	European Committee for Electrotechnical Standardization
PC.....	Osobní počítač
IP.....	Internetový protokol
TP1.....	Twisted Pair
V.....	Volt – jednotka napětí
Ω .....	Ohm – jednotka odporu
μF .....	Mikrofarad – jednotka kapacity
SELV .....	Safety Extra-Low Voltage
PL100.....	Power Line
AC.....	Střídavý proud
TN-S.....	Druh elektrické sítě
EMC.....	Electromagnetic compatibility
kHz.....	Kilohertz – jednotka frekvence
MHz .....	Megahertz – jednotka frekvence
ETS4 .....	Software pro KNX
CoDeSys .....	Controller Development System
N.....	Pracovní vodič
L.....	Fázový vodič

PE..... Ochranný vodič

kWt..... Kilowatt tepelných



## Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na inteligentní regulaci teploty v obytných budovách. Porovnává jednotlivé druhy elektrického vytápění a možnosti jejich regulace. Cílem této práce je najít optimální řešení, které povede k efektivnímu snížení finančních nákladů na vytápění.

V další části se práce zaměřuje na jednotlivé systémy řízení budov a jejich vzájemné porovnání. Hlavní část je věnována systému KNX s kombinací systému WAGO-I/O-SYSTEM 750, ve které jsou provedeny návrhy jednotlivých aplikací a jejich praktická realizace.

# 1 Elektrické zdroje pro vytápění budov

## 1.1 Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo se řadí mezi alternativní zdroje energie. Princip je založen na odebírání tepla z okolního prostředí a jeho následném využití na vytápění budov nebo ohřevu teplé užitkové vody. Při procesu dochází k ochlazení okolního prostředí (vzduchu, země, vody) o několik stupňů. [1]

### 1.1.1 Tepelné čerpadlo vzduch – voda

Tento způsob instalace tepelného čerpadla (TČ) je jeden z nejrozšířenějších, zejména díky nižším investičním nárokům. Aby bylo možné odebrat větší množství tepla, prochází velký objem vzduchu výměníkem. K nasávání vzduchu se používá ventilátor, který může být zdrojem hluku. U moderních tepelných čerpadel lze tento nežádoucí jev efektivně potlačit. Jelikož je u tohoto provedení účinnost závislá na teplotě okolního vzduchu, tepelné čerpadlo pracuje v letních měsících s větší účinností než v zimě. [1-2]

Tepelná čerpadla využívající teplo z okolního vzduchu se vyrábějí v následujících variantách:

#### *a) Kompaktní venkovní provedení:*

Kompaktní celek se umístí vně vytápěného objektu. Propojení s objektem se provádí pomocí izolovaného potrubí. Většina výrobců moderních TČ nabízí stejný typ zařízení pro venkovní a vnitřní použití. Výrobci těchto zařízení jsou např. Viessmann (Obr. 1.2) nebo Stiebel Eltron [3]

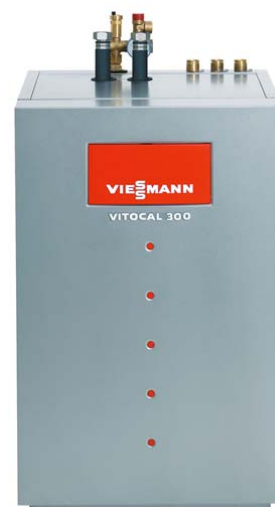
#### *b) Kompaktní vnitřní provedení:*

TČ je provedeno jako celek, který se umístí do vytápěného objektu. Přívod vzduchu z venkovního prostředí k výparníku je zajištěn pomocí sacího potrubí a odváděn zpět do okolního prostředí pomocí vyfukovacího potrubí. V tomto případě je nutné dávat pozor na to, aby nedocházelo k mísení vyfukovaného studeného vzduchu s nasávaným. Tím by došlo k snížení účinnosti tepelného čerpadla. Sací a vyfukovací otvory se proto umísťují

v dostatečné vzdálenosti od sebe nebo přes roh. Výrobci těchto zařízení jsou např. Viessmann nebo Stiebel Eltron. [3]



Obr. 1.1 TČ Carrier 38AW115+80AWT00X [5]



Obr. 1.2 TČ Viessmann Vitocal 300 G[4]

### c) Provedení split (samostatná vnitřní a venkovní jednotka)

Venkovní jednotka je umístěna vně budovy a pomocí izolovaného potrubí je propojena s vnitřní jednotkou v budově. Tímto potrubím protéká médium. Vzdálenost potrubí by neměla přesáhnout vzdálenost udávanou výrobcem v technickém listu (nejčastěji se tato vzdálenost pohybuje kolem 10 m). Výhodou tohoto provedení je, že venkovní jednotku lze umístit kamkoli (zem, venkovní střecha, stěna). Vnitřní jednotka se připojí na otopnou soustavu objektu. Výrobcem těchto zařízení je např. Carrier (Obr. 1.1) [3]

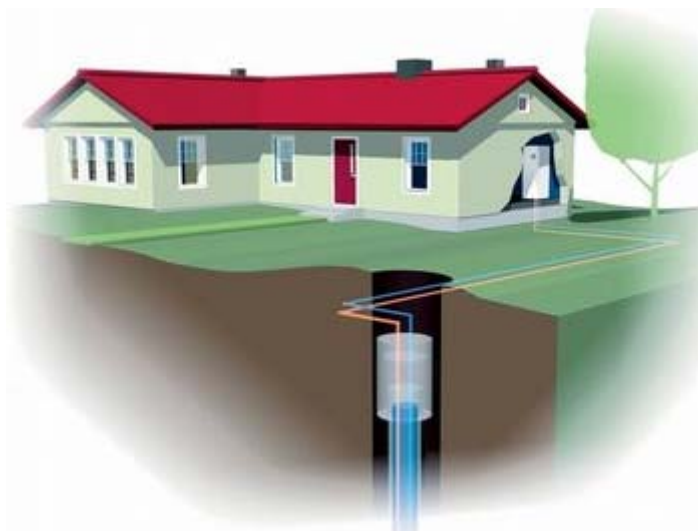
U tepelného čerpadla vzduch – voda je nutné počítat s odvodem kondenzátu, který vzniká, je-li teplota výparníku pod rosným bodem vzduchu při daném obsahu vlhkosti. Kondenzát je nejčastěji odváděn do kanalizace, nebo je pod venkovní jednotkou vytvořeno šterkové podloží, kde dochází k postupnému vsakování kondenzátu. [1]

### 1.1.2 Tepelné čerpadlo z hlubinného vrtu

Tento způsob aplikace tepelného čerpadla je také velice rozšířený. Při instalaci je nutné vytvořit hlubinné vrtu, do kterých je vložena plastová trubka, ve které proudí nemrzoucí kapalina. Aby nedocházelo k nadměrnému ochlazování půdy, musí být vzdálenost jednotlivých vrtů nejméně 10 m (10% z hloubky vrtu). Toto provedení pracuje efektivně v každém ročním období a hodí se zejména tam, kde jsou dlouhé a studené zimy. Na 1 kW



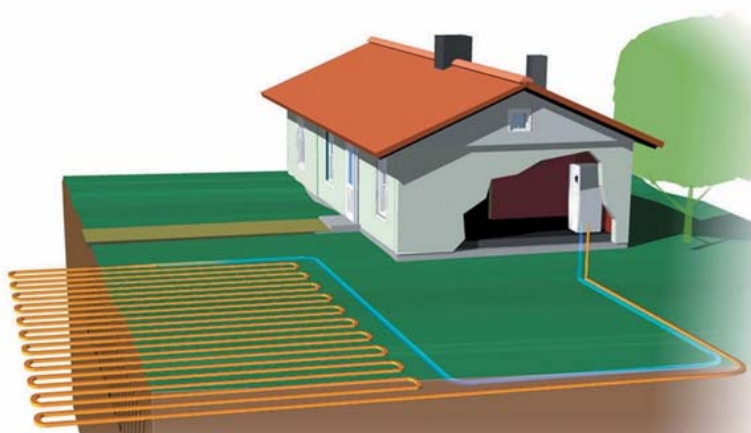
výkonu tepelného čerpadla je nutná hloubka vrtu 12-18 m. Provedení tohoto TČ je znázorněno na obr. 1.3. [1-3]



Obr.1.3 Hlubinný vrt [6]

### 1.1.3 Tepelné čerpadlo – půdní kolektor

Výměník je umístěn do výkopu v nezámrazné hloubce (přibližně 1 m pod povrchem) a protéká jím speciální nemrznoucí kapalina. Půda je ochlazována výměníkem a teplo je odváděno do vnitřní jednotky umístěné uvnitř objektu. Velikost plochy potřebné k uložení výměníku je zhruba trojnásobná vzhledem k podlahové ploše. Na tepelné čerpadlo o výkonu 10 kW je zapotřebí 250 – 350 m<sup>2</sup>. Jelikož je v zimním období půda neustále ochlazována, může se v místě výměníku dlouho držet napadaný sníh. Výkon zemního kolektoru je značně závislý na druhu zeminy a obsahu vody. Výhodnější jsou oblasti s větším obsahem vody. Instalaci kolektoru znázorňuje obr. 1.4. [1-3]



Obr.1.4. Půdní kolektor [6]

### 1.1.4 Tepelné čerpadlo využívající odpadní vzduch

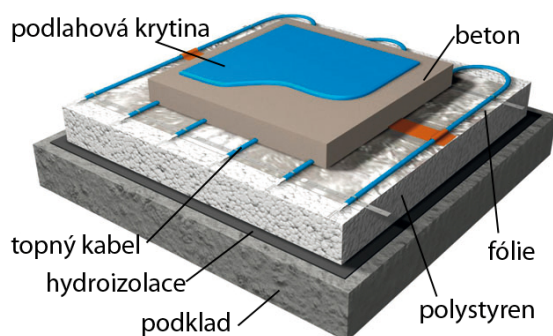
V tomto případě se využívá odpadní vzduch, který je odváděn vzduchotechnikou z objektu. Ze vzduchu je odebíráno potřebné teplo. K dispozici je jen omezené množství odpadního vzduchu a proto tepelné čerpadlo slouží pouze k částečnému krytí tepelných ztrát objektu a nelze jej použít jako hlavní zdroj tepla a TUV. [1-3]

### 1.1.5 Tepelné čerpadlo využívající povrchovou vodu

V tomto případě je využívána voda v potoce, řece nebo rybníku. Do vody je vkládán kolektor z plastových trubek, kterým protéká speciální nemrznoucí kapalina. Tento případ tepelného čerpadla není příliš rozšířen, vzhledem k tomu, že jen málo objektů je umístěno v blízkosti vodního toku. [3]

## 1.2 Podlahové vytápění – topné elektrické kabely

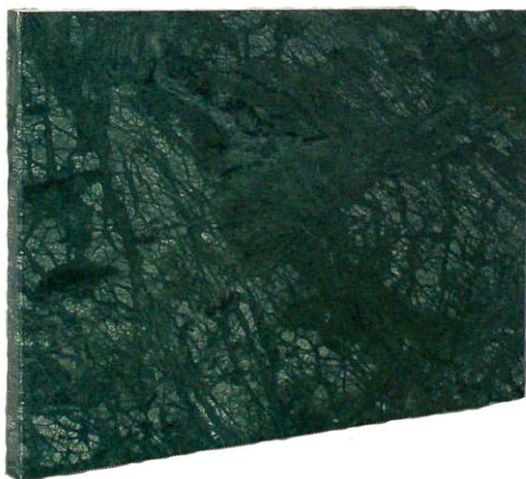
Jedná se o způsob vytápění, kdy se do podlahy umístí topný elektrický kabel. Tloušťkou betonu nad topným kabelem lze ovlivnit charakter vytápění. Pokud se umístí do větší hloubky (kolem 10 cm), podlahová plocha bude akumulovat tepelnou energii. To znamená, že při zapnutí topného kabelu bude trvat delší dobu, než se ohřeje podlahová plocha a od ní vzduch v místnosti. Naopak po vypnutí topného kabelu bude trvat delší dobu, než se podlahová plocha ochladí. Tento způsob se volí, pokud jsou topné kabely použity jako primární zdroj tepla. Pokud jsou použity jako doplňkový zdroj tepla pro zlepšení tepelného komfortu (např. v kuchyni nebo koupelně), používají se topné rohože, které se umísťují pod podlahovou krytinu. Díky tomu dojde po zapnutí k rychlému ohřátí podlahové krytiny. Skladba podlahy pro elektrické vytápění je znázorněna na obr.1.5. [7]



Obr. 1.5. Skladba podlahy elektrického podlahového vytápění [8]

### 1.3 Sálavé panely

Sálavé panely jsou zdrojem tepelného záření, které dopadá na předměty a ohřívá je. Velikost ohřátí závisí na pohltivosti, odrazivosti a prostupnosti povrchu. Konstrukční prvky budov (např. stěny a podlahy) mohou akumulovat tepelnou energii od sálavých panelů, které se instalují na strop nebo stěnu vytápěného prostoru. Tato energie je dále předávána do okolního prostředí. Sálavé panely pro vytápění budov lze rozdělit na nízkoteplotní a vysokoteplotní. Pro domácnosti a kancelářské prostory se používají nízkoteplotní s povrchovou teplotou kolem 80-110 °C (Obr. 1.6). Vysokoteplotní panely s povrchovou teplotou kolem 300-350 °C se používají např. pro sály, tělocvičny, dílny a průmyslové haly. [9]



Obr.1.6. Sálavý mramorový panel 300 W, zelený odstín [9]

### 1.4 Elektrické přímotopné kotle

Elektrický přímotopný kotel přímo ohřívá vodu, která proudí v otopném systému. Teplo může být do místností rozváděno pomocí radiátorů nebo trubkami v podlaze. V současné době se od tohoto způsobu vytápění ustupuje, a proto se tato práce tímto způsobem vytápění blíže nezabývá.



## 2 Automatizace budov

V současné době je na trhu několik systémů, které umožňují inteligentní ovládání teploty, světel, žaluzií a dalších zařízení. Domácí automatizaci bychom mohli rozdělit na jednopodnikové systémy a asociace výrobců. Jednopodnikové systémy jsou vyvíjeny jednou společností a ve většině případů nelze kombinovat produkty od různých výrobců. Asociace výrobců jsou tvořeny společnostmi, které vytvářejí své produkty dle určitého standardu. Díky tomu jsou výrobky plně kompatibilní a je zajištěna jejich správná funkce.

### 2.1 Jednopodnikové systémy

Jednopodnikové systémy se hodí především na menší aplikace, jako jsou byty nebo rodinné domy. Hlavní nevýhodou je uzavřenost celého systému. Veškeré komponenty musí být od stejného výrobce, který má většinou omezenou nabídku produktů. Dále je zde také nebezpečí zrušení výroby produktů. Kdyby k této situaci došlo, není možné přidávat další prvky a pro rozšíření systému je nutné kompletně předělat celou instalaci.

Mezi výhody těchto systémů patří především snadné programování a nižší pořizovací cena. Na trhu působí několik výrobců, kteří mají více či méně kvalitní provedení. Pro tuto práci byly vybrány nejpoužívanější systémy v České republice.

#### 2.1.1 XComfort a NikoBUS

Tyto dva systémy jsou dodávány společností Eaton. XComfort využívá radiofrekvenční přenos, zatímco NikoBUS využívá přenos přes sběrnici. NikoBUS se pro řízení teplot v objektu příliš nehodí, používá se spíše na automatizaci elektroinstalace. [10-11]

Pro pokročilejší řízení teploty v objektu je nutné zakoupit Room Manager, který slouží jako centrální jednotka pro složitější funkce. Jeho design je poměrně zastaralý a funkce jsou dosti omezené. Displej je stále černobílý. Výhodná je možnost Bluetooth propojení s mobilním telefonem. Zasláním sms na telefonní číslo mobilního telefonu můžeme ovládat teploty v jednotlivých místnostech. Na radiátory nebo rozdělovače se nainstalují hlavice, které jsou ovládány termostatem v jednotlivých místnostech. Nastavení teploty pro jednotlivé dny nebo hodiny se provádí v Home Manageru (Obr. 2.2). [10-11]

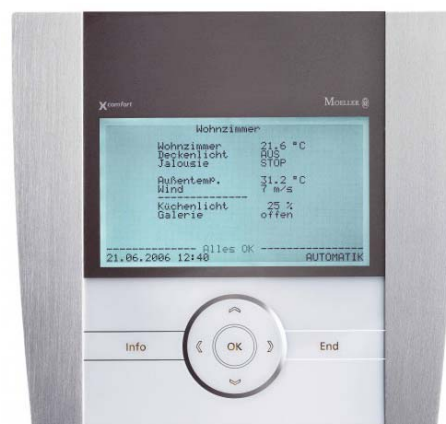
## 2.1.2 E-gon

E-gon využívá přenos po sběrnici a je dodáván na trh společností ABB. Ovládání teplot v domě je možné prostřednictvím jednoduchých nebo digitálních termostatů. Digitální termostaty mají černobílý displej a ne příliš povedenou grafiku (Obr. 2.1). [12]

Velkou předností je možnost dálkového ovládání přes tablet nebo inteligentní telefon s operačním systémem Android nebo iOS. Aplikace je jednoduchá a je možné ovládat všechny prvky v jednotlivých pokojích nebo centrální funkce. Možnosti ovládání se liší dle použitých přístrojů. Nevýhodou tohoto řešení je, že nelze na dálku nastavit přesnou teplotu v místnosti. Přesná teplota jde nastavit pouze na termostatu. Na dálku lze u digitálního termostatu přepínat režim topení (pokles/komfort), zapnout/vypnout topení a odečíst teplotu v místnosti. [12]



Obr.2.1 Termostat programovatelný E-gon [12]



Obr.2.2 Home manager xComfort [11]

## 2.2 Asociace výrobců

Pro větší aplikace přestávají být jednopodnikové systémy postačující. Pro automatizaci kancelářských budov, výrobních hal nebo kulturních center je zapotřebí umožnit komunikaci jednotlivých zařízení od různých výrobců. Tento požadavek splňují systémy KNX a LON.

Použitím těchto systémů lze splnit i náročné požadavky zákazníků. Jednotliví výrobci se mohou specializovat na určitá zařízení a díky standardizaci nedochází k problémům s komunikací mezi zařízeními. Pokud některý výrobce přestane vyrábět své zařízení, lze bez problémů rozšiřovat instalaci použitím prvků jiného výrobce.

Oproti jendopodnikovým systémům je toto řešení finančně náročnější. Programování prvků se uskutečňuje pomocí jednotného softwaru.

### **2.2.1 LON**

LON (Local Operating Network) byl vyvinut v letech 1989 až 1992 firmou Echelon Corporation ve spolupráci s firmami Toshiba a Motorola. Tento systém automatizace budov je rozšířený především v Americe odkud se rozšířil do dalších zemí. V Evropě není příliš rozšířený, a proto se tato práce zaměří především na systém KNX. [13]

### **2.2.2 KNX**

Historie a popis funkčnosti systému KNX byl čerpán z literatury [14].

Prvky KNX představují nejkompexnější možnost automatizace budov. Využívají se k automatizaci rozsáhlých objektů, kde splňují i ty nejnáročnější požadavky. Systém KNX je možné přes speciální prvky propojit s různými sběrnicemi. Pro ovládání osvětlení je to sběrnice DALI. Pro radiofrekvenční ovládání bez bateriového napájení se systém KNX může propojit se systémem EnOcean.

### **Založení asociace KNX**

Asociace KNX se sídlem v Bruselu byla založena roku 1999 a to jako sdružení tří bývalých asociací na podporu inteligentních aplikací pro domy a budovy. Asociace KNX se skládala při svém založení z 9 členů. Tento počet se však rychle zvýšil a v současnosti má asociace kolem 300 členů.

- BCI (Francie) – podporovala systém Batibus
- EIB Association (Belgie) – podporovala systém EIB
- European Home Systems Association (Nizozemí) – podporovala systém EHS

Hlavní cíle asociace byly následující:

- Definování otevřeného standardu KNX pro inteligentní aplikace v budovách a domech
- Vytvoření obchodní značky KNX jako značky pro kvalitu a komunikaci mezi přístroji různých dodavatelů
- Stanovení KNX jako evropské celosvětové normy

Díky tomu, že je IEB zpětně kompatibilní s KNX může být většina přístrojů označena dvojitým logem (KNX a EIB). Klub Batibus byl začleněn do národní skupiny KNX Francie a EHSA byla integrována do struktur KNX.

Kolem roku 2003 došlo k odsouhlasení standardu KNX v CENELEC (European Committee of Electrotechnical Standardisation) jako evropská norma pro elektronické systémy pro budovy a domy (součást norem EN 50090). Koncem roku 2006 byl systém KNX odsouhlasen také jako celosvětová norma (ISO/IEC 14543-3).

Systém KNX je decentralizovaný systém. Všichni sběrní účastníci mají vlastní inteligenci, proto není nutná přítomnost centrální řídicí jednotky (např. PC). Díky tomu je možné použít KNX pro malé instalace (byty), tak i pro velké projekty (hotely, kancelářské budovy).

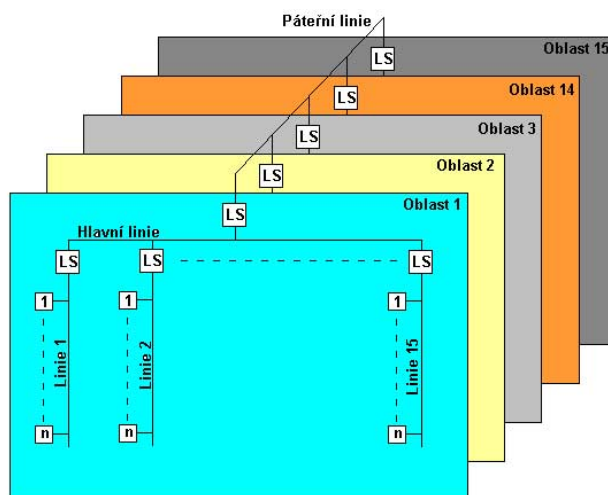
### Přenosová média

Systém KNX nabízí různá přenosová média, každá z nich jsou vhodná na určité aplikace. Velikou předností je možnost kombinování jednotlivých přenosových médií použitím mediálních spojek. Přenášet informace je možné pomocí médií uvedených v tab. 2.1.

Nosič	Přenos prostřednictvím	Přednostní oblasti využití
Kroucený pár	Samostatný ovládací kabel	Nové instalace a rozsáhlé renovace – nejvyšší úroveň spolehlivosti přenosu
Powerline	Existující síť	V místech, v nichž není žádoucí vést přídatný ovládací kabel vedle vedení 230V
Radio frekvenční	Vysokofrekvenční přenos	V místech, kde není možné nebo nežádoucí klást kabely
IP	Ethernet	V rozsáhlých instalacích, kde je nezbytný velmi rychlý přenos po páteřní línii

Tab. 2.1. Přenosová média systému KNX [11]

Linie se může vytvořit maximálně ze 4 líniových segmentů. Každý segment musí mít vlastní napájení a může obsahovat maximálně 64 prvků připojených na sběrnici. Celkově tedy jedna linie může obsahovat 256 účastníků. Systému KNX lze líniovými spojkami vzájemně propojit až 15 línii na jednu hlavní línii. Toto se označuje jako oblast. V maximálně 15 oblastech může spolupracovat až 58000 sběrníkových přístrojů připojených do společného sběrníkového systému. Topologie systému KNX je znázorněna na obr. 2.3.



Obr.2.3 Topologie KNX [11]

### Kroucený pár (Twisted Pair)

Představuje nejpoužívanější přenosové médium. Sběrníkový kabel se klade souběžně se silovým kabelem 230 V a propojuje ovládací prvky s ovládanými předměty a ve většině případů napájí sběrnicové přístroje. To přináší následující výhody:

- Spotřeba silových kabelů ve srovnání s klasickými metodami je nižší, když sběrnicové přístroje jsou uspořádány decentralizovaně
- Zvyšuje se počet možných systémových funkcí
- Zvyšuje se přehlednost instalace

Kabely pro kroucený pár TP1, které splňují specifikace KNX (např. YCYM 2x2x0,8 nebo J-Y(St)Y 2x2x0,8 v provedení TP1), mohou být používány i bez certifikace asociací KNX. Ale pouze zelené kabely s označením KNX TP1 garantují:

- Maximální délku vedení linie
- Maximální vzdálenost mezi dvěma přístroji v linii
- Maximální počet účastníků na sběrnici v jedné linii

Tyto parametry jsou limitovány odporem smyčky  $72 \Omega$  a parazitní kapacitou smyčky  $0,12 \mu\text{F}$  na 1000 m vedení. U necertifikovaných kabelů musí být dodrženy délky dle katalogového listu. Stínění instalovaných sběrnicových kabelů se neuzemňuje. Sdělovací kabely se kladou souběžně se silovými kabely. Dále je potřeba dbát na to, aby nedocházelo k vytváření smyček a to zejména kvůli indukovanému napětí, které by mohlo způsobit poškození instalace (zejména prvků KNX). Díky stínění nedochází k rušení sdělovacích

kabelů. S tímto faktem se musí počítat zejména při zapojování přístrojů v instalačních krabicích a rozvaděčích. Stínění musí být odstraněno pouze před prvkem, do kterého bude daný vodič připojen s dostatečnou vzdáleností od silového vedení. Minimální vzdušná vzdálenost odpláštěného sběrnicevého kabelu od silového vodiče jsou 4 mm.

Při instalaci standardizovaných kabelů se zkušebním napětím 4 kV platí tyto podmínky:

Použitý pár vodičů:

- Červená – plus
- Černá – mínus

Volný pár nebude vůbec využit, nebo lze využít pro jiné obvody s malým bezpečným napětím SELV.

### **Powerline PL 110**

Tento systém umožňuje přenos telegramů KNX po silovém vedení 230/400 V AC. Není tedy nutné instalovat samostatné vedení. Telegramy jsou přenášeny pomocí fázového a středního vodiče, který musí být připojen ke každému přístroji. KNX PL 110 zaručuje vysokou přenosovou bezpečnost během přenášeného telegramu. Systém pracuje obousměrně v poloduplexním přenosu, tzn. že každý přístroj může buď vysílat, nebo přijímat. Pro správnou funkčnost systému je nutné, aby vodiče silové instalace byly měděné. Powerline PL 110 je možné instalovat pouze v sítích TN-S. V Evropě je přenos signálu po energetické síti upraven normou CENELEC EN 50065. Část 1 této normy definuje všeobecné požadavky, frekvenční rozsahy, úrovně přenosu a požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu (EMC). KNX PL 110 využívá pro přenos telegramů kmitočty 105,6 kHz a 115,2 kHz.

Powerline PL 110 se nesmí používat pro komunikaci přes transformátory a v nedostatečně odrušených sítích. S ohledem na nedefinovatelné síťové poměry může dojít ke ztrátě nebo přerušení telegramu. Z tohoto důvodu nelze použít tento systém v aplikacích, kde by vynechání telegramu mohlo vést k rozsáhlým následným škodám, např. řízení výtahu a nouzové volání.

## **KNX Radio Frequency**

Radiofrekvenční systém se používá především tam, kde není možné kabelové propojení. Například pro umístění prvků na skleněné stěny kancelářských objektů je toto řešení ideální. Dalším příkladem použití může být instalace v historických objektech, kde se snahou zasahovat do stavby co nejméně.

Radiofrekvenční systém funguje na frekvenci 868 MHz. Jednotlivé prvky přijímané telegramy dále vysílají, tím se zajistí možnost komunikace na velké vzdálenosti. Tento proces je označován jako routing. Velkou nevýhodou je špatná komunikace prvků v železobetonových budovách nebo výrobních halách, kdy může docházet k odstínění signálu. Z toho důvodu je KNX Radio Frequency používám především jako doplněk k TP1.

## **KNX IP**

Systém KNX IP je používám po přenášení velkého počtu telegramů, které by mohly zahltit sběrnici. Tento případ může nastat při vizualizaci velkého množství dat z kotelny.

## **Řízení teploty pomocí KNX**

Systém KNX umožňuje řídit teploty v objektu na velmi vysoké úrovni. Díky velkému počtu firem, které se touto problematikou zabývají, si každý uživatel může vybrat řešení přesně podle svých požadavků. Ovládat teploty lze na termostatech umístěných v místnosti, na centrálním panelu nebo dálkově pomocí počítače, tabletu či mobilního telefonu. Na všech zařízeních lze nastavit požadovaná teplota v místnosti.

Společnost Viessmann od roku 2012 umožňuje připojit řídicí jednotku tepelného čerpadla ke KNX prostřednictvím modulu Vitogate 200 EIB / KNX. Díky tomu lze zobrazovat informace z tepelného čerpadla na centrálním panelu, počítači, tabletu a mobilním telefonu. Toto řešení umožňuje na dálku kontrolovat provoz kotelny a případně upozornit na poruchu.

## **Možnosti ovládání teplot dle výrobců**

Pro následující porovnání byly vybrány produkty, které využívají klasická tlačítka a obsahují displej, který zobrazuje potřebné informace v objektu nebo místnosti. Je cenově

výhodné používat produkty, které mají větší počet tlačítek. Pokud obsahují i ovládání teploty, ušetří velký počet jednoduchých přístrojů.

## ABB

Ovládat teplotu v místnosti lze jednoduchým termostatem nebo využitím kombinovaného přístroje, kterým je například Triton (Obr. 2.4). Tento přístroj umožňuje ovládání osvětlení, žaluzií, ventilace a topení. Celkový počet ovládacích tlačítek může být až 10, které lze libovolně nastavit na požadované funkce. Tritonem lze ovládat teploty v místnosti s využitím ovládacích hlavic ventilů ve spojení s akčními členy topení. Slouží také pro ruční nebo automatické řízení fan-coilových jednotek v 2 a 4 trubkovém provedení a pro konvenční topné nebo chladicí zařízení. [15]

## Gira

Společnost Gira nabízí několik možností ovládání teploty v místnostech a to pomocí jednoduchých otočných termostátů nebo regulátoru s hodinami (Obr. 2.5). Regulátor s hodinami umožňuje časové řízení teploty v jednotlivých prostorech prostřednictvím integrovaných hodin s řízením týdenních časů. V přednastaveném Standard- časovém programu dle potřeby můžete dle libosti měnit 32 různých časů v týdnu. Časové rozpětí teplot v místnosti, můžete nastavit přesně pomocí času od začátku do konce. Dále prvek umožňuje přepínání mezi přednastavenými scénami a automatické snižování teploty na noc. [16]



Obr.2.4 6320/58-500 Busch-triton® [15]



Obr.2.5 Gira room temperature controller [16]



## Jung

Jako u předchozích společností i tato nabízí možnost ovládání teploty v místnosti pomocí jednoduchých nebo digitálních termostatů. Nejvyspělejší řešení této společnosti je FD room controller display (Obr. 2.6), který má 6 libovolně programovatelných tlačítek a displej zobrazující stavy jednotlivých tlačítek nebo teplotu v místnosti. [17]

V nabídce výrobců jsou také multifunkční dotykové panely (Obr. 2.7), které se používají jako centrální zobrazovací a ovládací jednotky. Je to ve skutečnosti malý počítač, který umožňuje zpracovávat data od řídicích jednotek primárních zdrojů tepla, zaznamenávat teploty v jednotlivých místnostech. Uživatel se může na tomto displeji podívat na obraz z IP kamer nebo domácího videotelefonu. Dále je možné připojení na internet, které umožňuje otevírání e-mailů a mnoho dalších funkcí. Tyto panely jsou však tak finančně náročné, že si je může dovolit jen velice malý počet uživatelů. [15-18]



Obr.2.6 Jung Room controller in FD Design [17]



Obr.2.7 ABB Busch-ComfortTouch® [18]

Výhodným řešením ovládání teplot a celé budovy je využití softwarů pro počítače, tablety nebo mobilní telefony. Pořizovací náklady jsou značně menší než zakoupení multifunkčního dotykového panelu a uživatel může ovládat přes internet svůj dům odkudkoli. Tyto softwary dodávají specializovaní výrobci, kteří se většinou věnují pouze této problematice. [15-18]

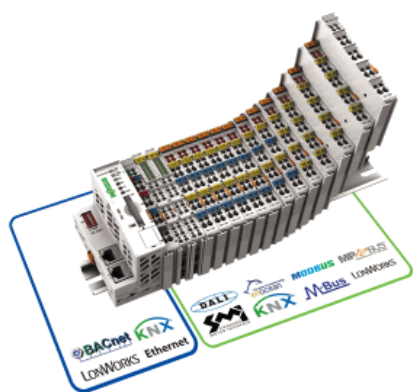
## Programování KNX

Programování systému KNX se provádí v programu ETS 4, který prodává asociace KNX. Tento program slouží k načtení fyzických adres jednotlivých přístrojů a jejich parametrizaci. Díky ETS 4 se veškeré prvky KNX parametrizují ve stejném softwaru, což je pro programátory velice výhodné. Složitější přístroje pro vizualizaci, jako například dotykové panely, se parametrizují v ETS 4 a následně ve speciálním softwaru. Jako rozšíření programu ETS jsou k dispozici plug-in moduly. Plug-in modul Split & Merge umožňuje více pracovníkům pracovat na jednom projektu, modul Reconstruction automaticky vytvoří projekt v ETS ze stávající instalace. K dispozici je dalších 15 modulů, které rozšiřují a usnadňují používání programu ETS 4. [14]

### 2.2.3 WAGO-I/O-SYSTEM 750

Popis systému WAGO-I/O-SYSTEM 750 a možnosti jeho propojení byl čerpán z literatury [19].

Společnost WAGO v tomto systému zkombinovala několik systémů pro automatizaci a umožnila jejich vzájemné propojení (Obr. 2.8). V jedné řídicí stanici je možné zkombinovat binární a analogové I/O moduly s různými napěťovými úrovněmi. Samozřejmostí jsou také moduly pro přímé připojení odporových čidel teploty a pro všechny typy termočlánků. Velkou výhodou je možnost propojení systémů LON, KNX/TP1, M-Bus, MP-Bus, DALI, EnOcean. Jedná se tedy o nejkomplexnější způsob řízení budov. Pomocí M-Bus lze odečítat stavy měřidel a díky propojení s MP-Bus lze ovládat jednotlivé prvky vytápění (např. ventily v technické místnosti). Informace z těchto systémů lze odeslat do KNX nebo LON. Bezdrátovými prvky z EnOcean lze jednoduše ovládat světelné zdroje na sběrnici DALI.



Obr.2.8. Prvky WAGO-I/O-SYSTEM 750 [19]

System má jednu řídicí jednotku, za kterou se připojují jednotlivé karty. Ty nevyžadují žádné propojení, pouze se zasunou za předchozí kartu. Výhodou je možnost použití karet, které mají až 8 kontaktů. Jednotlivé kontakty mohou dávat signál reléovým kontaktům pro spínání větších zátěží. Díky tomu dojde k úspoře místa v rozvaděči. Lze také využít karty pro spínání větších zátěží.

### **Programování v CoDeSys**

Programu CoDeSys slouží k programování systému WAGO-I/O-SYSTEM 750. Uživatel si může vybrat potřebné funkční bloky z knihoven, nebo si jednotlivé bloky naprogramovat podle vlastní potřeby. Díky připojení na síť je možné u novějších prvků vytvořit jednoduchou vizualizaci a vzdálené ovládání přes internetové rozhraní přímo v programu CoDeSys. Nemusí se tedy zakoupit žádné další programy nebo licence.

### **Propojení WAGO a KNX**

Nejvýhodnější propojení systému WAGO-I/O-SYSTEM 750 s KNX je pomocí KNX/IP router, který se skládá z KNX/IP procesoru a KNX-TP1 modulu. Procesor KNX/IP slouží jako řídicí jednotka systému WAGO, zajišťuje také připojení k internetu s místní sítí pomocí ethernetu. Díky tomu lze celý systém programovat na dálku a nevyžaduje přímé propojení systému WAGO s počítačem. Nejčastěji se senzory propojují po sběrnici KNX (velká nabídka od různých výrobců) a systém WAGO slouží jako akční člen (spínače, stmívače, atd.). Příklad použití je znázorněn na obr. 2.10.

Propojení se sběrnici KNX/TP1 je zajištěno díky KNX-TP1 modulu, který slouží jako převodník. V programu CoDesSys se vytvoří fiktivní prvky (např. žaluziové aktory), které mohou mít různé nadstandardní funkce dle potřeby. Naprogramované prvky se uloží a následně otevřou v programu ETS4. Zde se jeví jako klasické prvky a programování probíhá pomocí skupinových adres.

### **Propojení WAGO a MP-Bus**

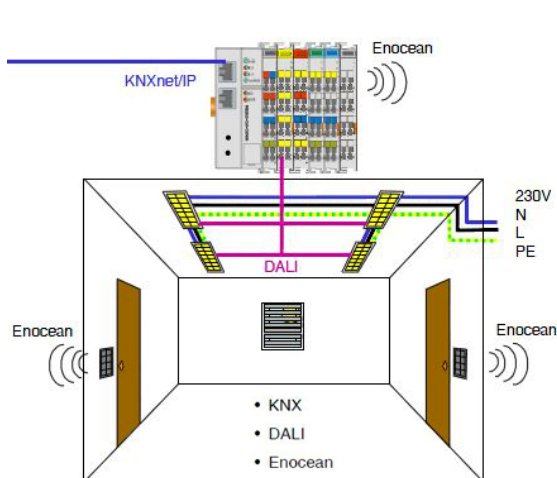
Díky tomuto propojení je možné veškeré informace z řízení a měření topného, chladícího a ventilačního systému propojit do ostatních systémů. Uživatel tak získá úplný přehled o dění v regulovaném systému. S pomocí technologie "4 v 1", vyvinuté firmou BELIMO se ze

servopohonů (typy MFT2) stávají decentralizované inteligentní stavební kameny. Jednotlivé prvky firmy BELIMO se propojí sběrnicí MP-BUS a připojí k systému WAGO pomocí karty MP Master. Na každý pohon lze napojit jedno čidlo. Může to být čidlo pasivní, aktivní nebo kontakt. Analogový signál cenově příznivějších čidel se pomocí MP-Bus digitalizuje a je schopný digitální komunikace. Klesají tak nároky na kabeláž a celkové investiční náklady.

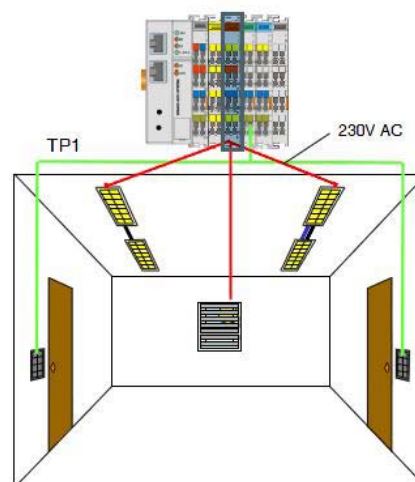
### Propojení WAGO a DALI

DALI sběrnice slouží výhradně pro osvětlení. Elektronické předřadníky svítidel jsou opatřeny DALI sběrnicí. Svítidla se propojí silovými kabely pro napájení a sběrnicí DALI. Při instalaci nemusí být předem jasné, které světlo se bude odkud ovládat. Ovládání svítidel může být řešeno pomocí KNX nebo EnOcean. Osvětlení lze zapnout nebo vypnout, nastavit na určitou hodnotu osvětlení nebo stmívat. Navíc může předřadník zasílat zprávy o poruše nebo o hodnotě nastavení osvětlení. Na obr. 2.9. je vidět propojení prvků při kombinaci systémů KNX, DALI a EnOcean.

Toto řešení je výhodné zejména pro velké kancelářské budovy. Jsou k dispozici také pohybová čidla DALI M-Sensor Tridonic, které snímají pohyb a intenzitu osvětlení. Jednotlivá čidla se jednoduše propojí DALI sběrnicí. Není tedy nutné používat jiné systémy. Programování prvků na sběrnicí se uskutečňuje přímo v programu CoDeSys. Je možné využít i speciální knihovny pro nouzová osvětlení, díky které je možno provádět kontroly svítidel a stavu baterií.



Obr.2.9. WAGO propojení více systémů [19]



Obr.2.10. WAGO v kombinaci s KNX [19]

### 3 Porovnání jednotlivých systémů z hlediska využití energie

Porovnáním jednotlivých systémů je patrné, že jednopodnikové systémy E-gon, xComfort a NikoBUS se příliš nehodí ke komplexnímu ovládní teplot a řízení celé budovy. Jejich přednosti jsou zejména nižší pořizovací náklady, snadná instalace a programování. Naopak o něco dražší systém KNX umožňuje řídit celý systém vytápění a regulace. Pokud se zkombinuje navíc se systémem WAGO-I/O-SYSTEM 750 dovolí nám regulovat primární zdroj tepla a celou otopnou nebo chladicí soustavu. Systém WAGO-I/O-SYSTEM 750 lze navíc propojit i s jinými systémy pro řízení a regulaci. Díky použití centrální řídicí jednotky dojde k úspoře místa v rozvaděči a celkové investiční náklady se sníží.

Pokud vezmeme v úvahu všechny tyto faktory, jeví se WAGO-I/O-SYSTEM 750 jako nejkompaktnější systém k řízení elektrické instalace a teploty v budovách. Díky tomu lze také dosáhnout největších úspor a eliminovat zbytečné plýtvání elektrickou energií. Pokud má objekt na střeše fotovoltaickou elektrárnu připojenou na zelený bonus (vyrobenou elektřinu si spotřebovává a přebytky prodává do sítě), lze spínat jednotlivé spotřebiče v budově tak, aby nedocházelo k přetoku elektřiny do distribuční soustavy.

### 4 Popis zamýšlených aplikací

Pokud má mít objekt co nejmenší spotřebu energií, je nutné již při projektování důkladně promyslet veškeré stavební a instalační detaily. Základní prostředek pro úsporu je dostatečné zateplení domu a eliminace tepelných mostů v konstrukci. Dále je vhodné navrhnout dům tak, aby co nejvíce využíval slunečního svitu a nebylo nutné zbytečné denní osvětlení. Pro využití denního svitu je výhodné použít předokenní žaluzie. Lamely žaluzií se mohou naklápět tak, aby byl prostor uvnitř dostatečně osvětlen a navíc nedocházelo k přehřívání místnosti.

Další velice důležitou faktorem je volba primárního zdroje vytápění. V současné době se v našich podmínkách jeví, jako nejúspěšnější způsob vytápění tepelné čerpadlo. Díky regulaci lze kombinovat s dalšími zdroji tepla. Výhodné je také použít fotovoltaickou elektrárnu pracující v režimu zelený bonus, která v letních měsících pomůže snížit spotřebu elektrické energie. Další možné řešení je kombinace systému se solárními termickými kolektory.

Inteligentní elektroinstalace dopomáhá k nejefektivnějšímu využití všech dostupných prostředků, které vedou ke snížení nákladů. Může automaticky stahovat a naklápět předokenní žaluzie nebo zapínat světla dle požadovaného osvětlení v místnosti. Velice zajímavým řešením pro komerční budovy je vypnutí vytápění či chlazení při otevřeném okně. Pokud dojde k otevření okna, automaticky se vypne vytápění nebo chlazení místnosti. Teplota v místnosti se začne regulovat až po uzavření okna. Tímto jednoduchým způsobem lze ušetřit značné prostředky.

#### **4.1 Vizualizace kotelny bytového domu Plzeň**

Cílem této aplikace bylo vizualizovat údaje z řídicí jednotky tepelného čerpadla Viessmann Vitocal 300 na internetových stránkách. Spotřeba tepla, elektřiny, teplé a studené vody je měřena samostatně v kotelně. Bohužel měřiče vody a elektřiny nebyly vybaveny sběrnici M-Bus, která umožňuje dále zpracovávat údaje z měřičů. Z tohoto důvodu bylo zamýšleno vizualizovat pouze údaje z měřičů tepla a tepelného čerpadla. Pro tuto aplikaci měl být použit systém WAGO-I/O-SYSTÉM 750, který umožňuje propojit sběrnici měřičů tepla (M-Bus) se sběrnici od tepelného čerpadla Viessmann (KNX). Tepelné čerpadlo mělo být připojeno prostřednictvím modulu Vitogate 200 EIB / KNX. Bližším zkoumáním bylo ovšem zjištěno, že zařízení Vitogate 200 EIB/KNX umožňuje připojit pouze tepelná čerpadla Viessmann vyrobené od roku 2012. V budově bylo instalováno tepelné čerpadlo vyrobené v roce 2006. Vizualizovat by bylo možné pouze spotřebu tepla jednotlivých bytů, a proto bylo od této aplikace upuštěno.

#### **4.2 Podkroví v obytném domu v Domažlicích**

Tato aplikace se zabývá převážně regulací teploty a ovládání osvětlení v podkroví obytného domu. V roce 2004 byla provedena celková rekonstrukce domu a přístavba podkroví. Rekonstrukce zahrnovala zateplení budovy, výměnu starých dřevěných oken za plastová s předokenními roletami. Dále byla provedena výměna starého plynového kotle za tepelné čerpadlo Viessmann AW 300 a instalace solárních termických kolektorů Vitosol 300 také od společnosti Viessmann. V prvních dvou patrech rodinného domu je topení zajištěno radiátory. Podkroví je vytápěno topením v podlaze také napojeným na tepelné čerpadlo.

Elektrická instalace v podkroví byla prováděna obvyklým způsobem, ale bylo již počítáno do budoucna s možným použitím moderní instalace KNX. K jednotlivým vypínačům

je tedy tažena i sběrnice a v rozvaděči je vynechané místo na prvky KNX. Tato sběrnice byla tažena i k ovládacím prvkům předokenních rolet. Díky tomu lze nyní bez větších problémů implementovat systém KNX a pomocí něj řídit předokenní rolety celého domu a v podkroví osvětlení a vytápění.

V současné době byla do otopného systému přidána krbová kamna s výměníkem o výkonu 13 kWt.

### **Systém otopných zdrojů**

Primárním zdrojem tepla je tepelné čerpadlo, které slouží k vytápění objektu a přehřevu teplé užitkové vody pomocí stratifikační akumulární nádoby. V případě, že je zapotřebí dodat okamžitě velké množství tepla, např. po výpadku dodávky elektřiny z distribuční soustavy, tak tepelné čerpadlo topí přímo do systému bez stratifikační akumulární nádoby. Jakmile je systém dostatečně natopen, dojde k přepnutí třicestného ventilu a tepelné čerpadlo začne pracovat do akumulární nádoby.

Krbová kamna s výměníkem fungují jako doplňkový zdroj, nicméně je zapotřebí také chod tohoto otopného zdroje patřičně optimalizovat, tak aby tepelné zisky byly hospodárně využity. Krbová kamna primárně natápí akumulární zásobník s teplou užitkovou vodou. Jakmile je dosaženo požadované teploty v akumulárním zásobníku s teplou užitkovou vodou, dojde k přepnutí třicestného ventilu a systém začne pracovat do stratifikační akumulární nádoby.

Solární kolektor primárně ohřívá teplou užitkovou vodu, tj. pracuje do zásobníku s teplou užitkovou vodou. Jakmile je opět dosaženo požadované teploty dochází k přepnutí třicestného ventilu a natápění stratifikační akumulární nádoby sloužící k vytápění objektu.

#### **4.2.1 Praktická realizace**

Pro celkovou zamýšlenou aplikaci byl vybrán systém WAGO-I/O-SYSTEM 750. Hlavním důvodem byla nižší pořizovací cena rozvaděčových přístrojů a možnost budoucí regulace kotelny. Velkou výhodou byla možnost vizualizace a ovládání jednotlivých prvků bez nutnosti zakoupení dalšího softwaru.

Akční prvky budou umístěny v rozvaděči v podkroví rodinného domu. Pro úsporu finančních prostředků byly vybrány osmi binární modulové karty od společnosti WAGO. Tyto karty jsou konstruovány na napětí 24 V DC. Pro spínání zařízení na 230 V musí být použity jednofázové relé nebo stykače. Přívody k žaluziím a světlům jsou spínány pomocí binárních výstupů. Ovládání žaluzií a světel je možné pomocí tlačítek na sběrnici KNX nebo přes internetovou vizualizaci. Zde je možné ovládat jednotlivé prvky samostatně, nebo lze využít skupinové ovládání pomocí centrálních funkcí.

Jako ovládání světel a teploty v obývacím pokoji a pracovně v podkroví rodinného domu, bylo výhodné použít Busch-Triton od společnosti ABB. Tento přístroj je možno rozdělit až na 10 tlačítek a díky zabudovanému termostatu je vhodný pro ovládání vytápění nebo chlazení. Další velkou výhodou je možnost přikoupení dálkového ovládání, které obsahuje 12 programovatelných tlačítek. Pro regulaci teploty v koupelně byl zvolen termostat s displejem od společnosti Schneider Electric Industries. V koupelně budou světla ovládána pomocí tlačítka od stejné společnosti, rozděleného na čtyři ovládací body. Jedním stiskem se světlo zapne a druhým stiskem se světlo zhasne. Stejný druh tlačítka bude použit pro ovládání rolet. V místnostech, kde je pouze jedna roleta, bude zbývající dvojice tlačítkových bodů použita k ovládání centrální funkce. Při stisku těchto tlačítek dojde v uzavření nebo otevření všech rolet v daném patře.

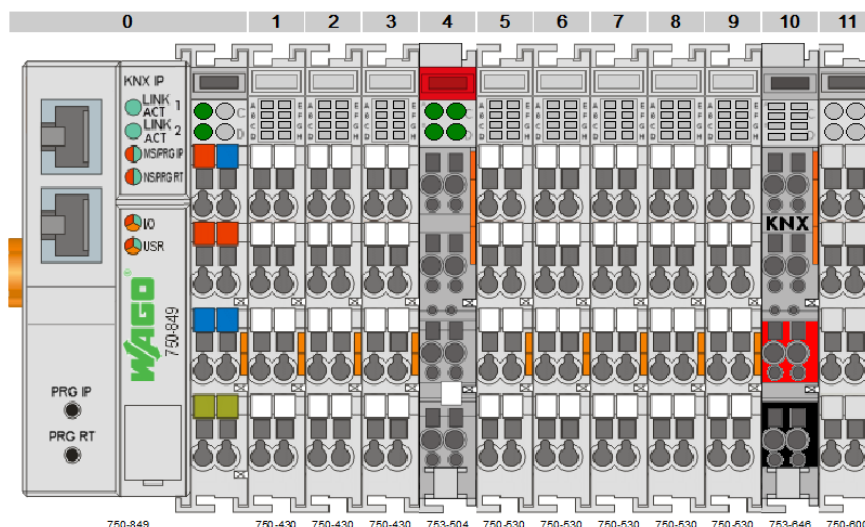
Ke každému oknu jsou přivedeny kabely pro připojení magnetických okenních kontaktů. V prvních dvou patrech slouží pouze k signalizaci otevření nebo zavření oken. V podkroví jsou začleněny i do regulace topení. Pokud bude nastavená teplota na termostatu větší než teplota v místnosti, vyšle signál pro otevření ventilu topení v rozdělovači. Ten se však neotevře, dokud nebudou všechna okna v místnosti uzavřena. Tímto jednoduchým způsobem lze zamezit zbytečnému úniku tepla z domu. Ventily topení používají dvoustavovou regulaci, jsou tedy otevřené nebo uzavřené.

#### **4.2.2 Postup programování**

Nejdříve bylo nutné v programu CoDeSys vybrat potřebný řídicí modul a karty od společnosti WAGO. Rozložení jednotlivých karet je znázorněno na obr 4.1. Poté byly načteny knihovny, které byly použity pro programování. V našem případě byly použity knihovny pro KNX. Výhodou těchto knihoven je to, že jsou jednotlivé bloky předpřipraveny a odstraňuje se



tak nutnost nadbytečného programování. Pomocí těchto bloků byl sestaven hlavní program, který je uveden v příloze A.



Obr.4.1. Použité prvky systému WAGO

## Vizualizace

Dalším krokem bylo sestavení vizualizace. Vizualizace obsahuje úvodní stranu, ze které se uživatel dostane na ovládání teplot v podkroví, centrálních funkcí a rolet na severní nebo jižní straně domu. Vzhled úvodní strany je patrný z obr 4.2.

Centrální funkce jsou použity pro rozsvícení nebo zhasnutí všech světel v podkroví rodinného domu. Další použité funkce slouží k ovládání předokenních rolet. Rolety lze otevřít nebo uzavřít po jednotlivých patrech nebo v celém objektu najednou. Strana s centrálními funkcemi je uvedena na obr 4.3.

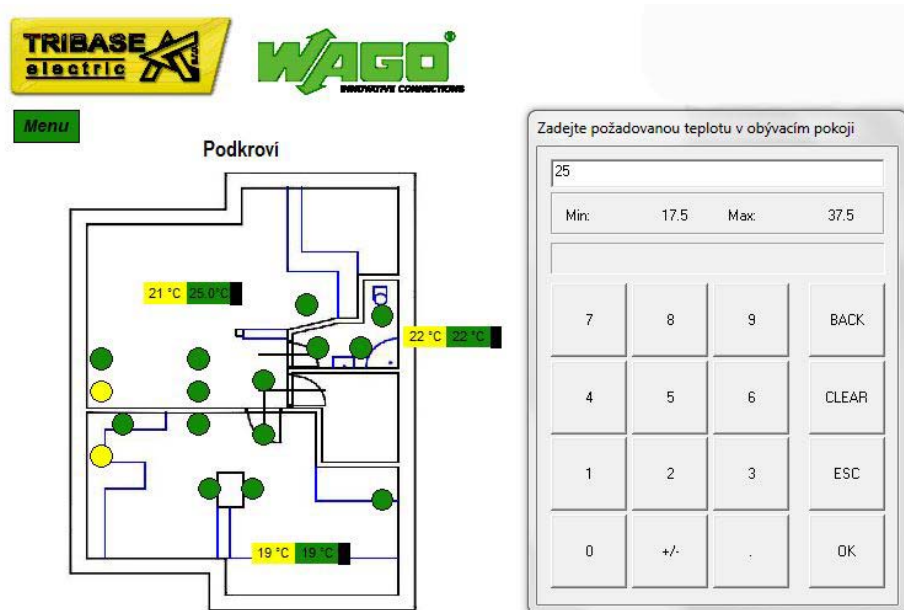


Obr. 4.2. Úvodní strana vizualizace



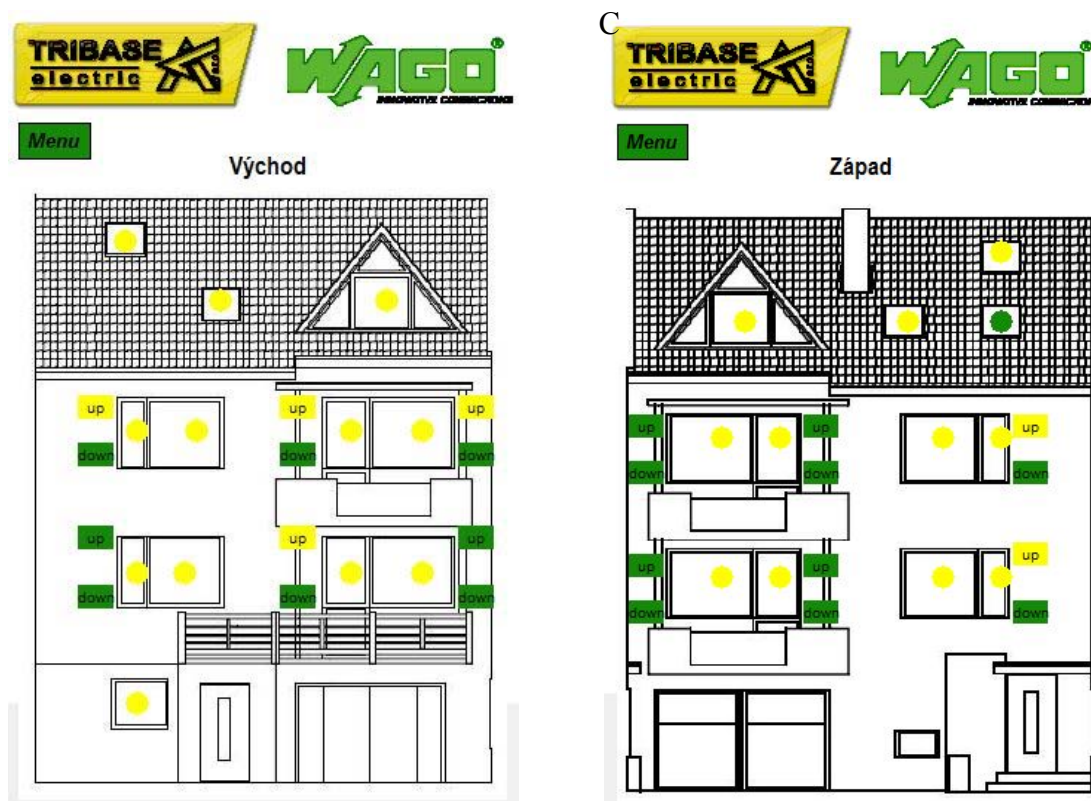
Obr. 4.3. Centrální funkce - vizualizace

Pro lepší znázornění umístění světel v podkroví rodinného domu byly prvky umístěny do jednoduchého plánu. Světla jsou znázorněna kolečky, které se probarvují do žluté nebo zelené barvy. Zelená barva signalizuje zhasnuté světlo, žlutá barva signalizuje rozsvícené světlo. Kliknutím na kolečko je možné rozsvítit nebo zhasnout dané světlo. Ve žlutém rámečku je uvedena aktuální teplota v místnosti, která je měřena termostatem. Vedle ní je v zeleném zámečku uvedena aktuální nastavená teplota na termostatu. Vpravo od této hodnoty lze kliknutím na černý rámeček nastavit požadovanou teplotu v místnosti. Kliknutím se otevře numerická klávesnice a zadá se požadovaná teplota obr 4.4. Teplotu je možné zadat v rozmezí od 17,5 do 37,5 °C.



Obr. 4.4. Zadávání teploty ve vizualizaci

Zbývající dvě stránky slouží k ovládání žaluzií a signalizaci otevření nebo uzavření oken rodinného domu. Dům je rozdělen na východní a západní stranu. Pro lepší přehlednost byly prvky umístěny do nákresu východní a západní strany rodinného domu. Rozložení jednotlivých prvků je znázorněno na obr. 4.5. Otevřené okno je signalizováno žlutou barvou a uzavřené okno zelenou. Pokud je roleta plně otevřena dojde k probarvení horního rámečku s nápisem up do žluta. Pokud je roleta uzavřena dojde k probarvení dolního rámečku s nápisem down do žluta. Pokud je roleta v poloze mezi těmito stavy, oba rámečky jsou probarveny do zelena. Pokud chce uživatel vytáhnout roletu, klikne na rámeček s nápisem up. Dokud chce roletu uzavřít, klikne na rámeček s nápisem down. Dalším kliknutím dojde k zastavení rolety.



Obr. 4.5. Vizualizace východní a západní strany rodinného řadového domu

Celý projekt byl uložen ve formátu XML. Tento soubor slouží k propojení programu CoDeSys s programem ETS 4.

## ETS 4

V tomto programu bylo prováděno nastavování tlačítek, termostatu a prvku Busch-Triton. Dále se v tomto programu přiřadily skupinové adresy k proměnným vytvořeným v programu CoDeSys.

V pracovním prostoru *budova* bylo vytvořeno rozložení budovy. To slouží zejména k větší přehlednosti umístěných prvků. Budova byla rozdělena na jednotlivá patra. Ty byly dále rozděleny na místnosti. Do těchto místností byly umístěny prvky KNX. V podkroví byl navíc přidán rozvaděč, ve kterém byly umístěny prvky systému WAGO-I/O-SYSTEM 750. Dále bylo nutné provést parametrizaci jednotlivých prvků. Nejsložitější parametrizaci představuje nastavení ovládání teplot u termostatu a přístroje Busch-Triton. Je zde možné vybrat druh vytápění, hysteresi a mnoho dalších parametrů.

V pracovním prostoru **topologie** byla vytvořena hlavní linie na sběrnici IP. Na této sběrnici je umístěn IP-Controller. Tento prvek představuje veškeré karty systému WAGO-I/O-SYSTEM 750. Otevřením uloženého souboru z CoDeSys je možné přiřadit skupinové adresy k jednotlivým blokům programu. Dále byla vytvořena nová linie využívající sběrnici TP. Propojení se sběrnici IP zajišťuje IP-Router, který představuje KNX kartu 753-646. Na sběrnici TP jsou umístěny i ostatní použité přístroje.

V pracovním prostoru **skupinová adresa** byly pro lepší přehlednost vytvořeny skupinové adresy rozdělené do tří skupin. V první skupině jsou adresy pro ovládání rolet, ve druhé adresy pro ovládání světel a ve třetí adresy sloužící k ovládání teploty. Po vytvoření skupinových adres byly jednotlivé adresy přiřazeny ke skupinovým objektům jednotlivých prvků. Adresa se vždy přiřadí k přístroji ovládacímu přístroji a k přístroji, který bude ovládán.

Bližší informace k rozložení prvků jsou uvedeny v příloze B.

#### 4.2.3 Cenový rozpočet jednotlivých komponentů

Prodejní ceny jednotlivých komponentů s DPH jsou uvedeny v tab. 4.1. Celková cena 111 359,10 Kč s DPH neobsahuje výkonové spínací prvky a magnetické okenní kontakty. Tyto prvky mohou být od libovolných výrobců. Výsledná cena dále nezahrnuje instalační práce a programování v ETS 4 a CoDeSys.

Výrobce	Název produktu	Objednávací číslo	Ks	Cena/ks [Kč]	Cena [Kč]
WAGO	KNX/IP - procesorový modul	750-849	1	14 972,10	14 972,10
WAGO	8 binárních vstupů 24VDC; 3,0ms	750-430	3	1 673,10	5 019,30
WAGO	8 binárních výstupů 24V DC, 0,5A	750-530	5	1 887,60	9 438,00
WAGO	4 binární výstupy 24V DC; 0,5A	750-504	1	1 140,70	1 140,70
WAGO	KNX/EIB/TP1	753-646	1	8 515,70	8 515,70
WAGO	zакončovací modul vnitřní sběrnice	750-600	1	405,80	405,80
ABB	TRT/U5.1.1 triton 5/10fach MF/IR/RTR	2CDG006320R0044	2	14 000,00	28 000,00
ABB	Dálkové ovládání IR pro triton	6020-0-1133	1	2 818,50	2 818,50
Schneider	Room temperature control unit	MGU 3.534.30	1	8 649,00	8 649,00
Schneider	KNX Push-button, 2-gang	MGU 50.531.30	9	3 600,00	32 400,00
				<b>Celkem s DPH</b>	<b>111 359,10</b>

Tab. 4.1. Cenový rozpočet

## 5 Závěry pro praxi

Na základě provedené rešerše a provedené reálné aplikace je patrné, že kombinace systému KNX se systémem WAGO-I/O-SYSTEM 750 umožňuje vytvářet rozsáhlé aplikace s řadou zajímavých funkcí, které s klasickými jednopodnikovými systémy nelze. Výhodou systému KNX je možnost kombinovat prvky od různých výrobců a začlenit je tak do jedné instalace. V případě zrušení výroby nehrozí to, že instalace nepůjde nadále rozšiřovat či opravovat. Použití komponentů od společnosti WAGO umožní rozšířit inteligentní instalaci KNX o řízení otopných zdrojů (systém WAGO umožňuje připojit komponenty komunikující po sběrnici MBus, MP-Bus, atd.).

Nevýhodou tohoto systému je vyšší pořizovací cena v porovnání s ostatními systémy automatizace budov. Cena je však vyvážena velkou modulárností systému a širokým rozsahem použití v různých oblastech elektrotechniky (nejen v automatizaci budov).

## Závěr

V první části této práce jsem uvedl jednotlivé druhy elektrického vytápění. Větší část jsem věnoval převážně tepelným čerpadlům, které jsou v současné době velice oblíbeným otopným zdrojem. Hlavní výhodou je úspora provozních nákladů na vytápění objektu.

V další části jsem vybral nejrozšířenější jednopodnikové systémy pro automatizaci budov a uvedl jejich hlavní výhody a nevýhody. Stěžejní část práce jsem věnoval systému KNX, který je jedním z nejrozšířenějších. Hlavní předností je zejména možnost použití prvků od různých výrobců v jednom systému. Velkou nevýhodou představuje vysoká pořizovací cena, která je však vykompenzována širokým spektrem použití. Jako nejkompexnější jsem shledal kombinaci systému KNX a WAGO-I/O-SYSTEM 750. Kombinace systémů představuje nejkompexnější řízení s ohledem na možnosti automatizace budovy jako celku. Systém však klade velké nároky na schopnosti programátora a jeho trpělivost s odladěním.

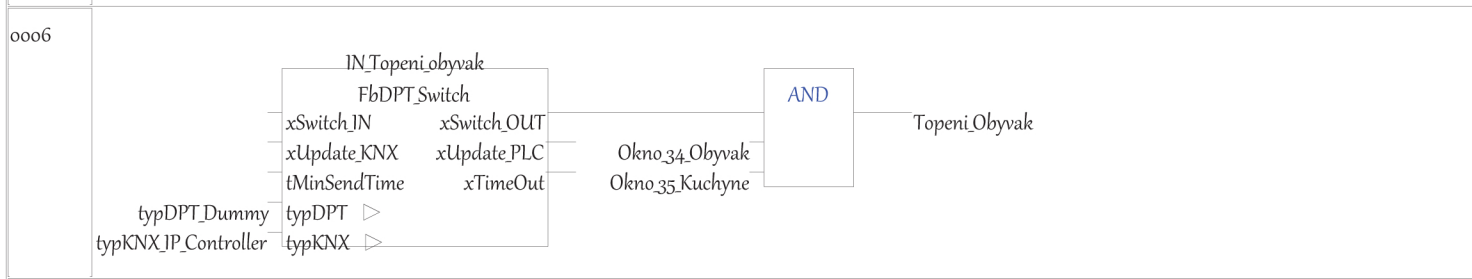
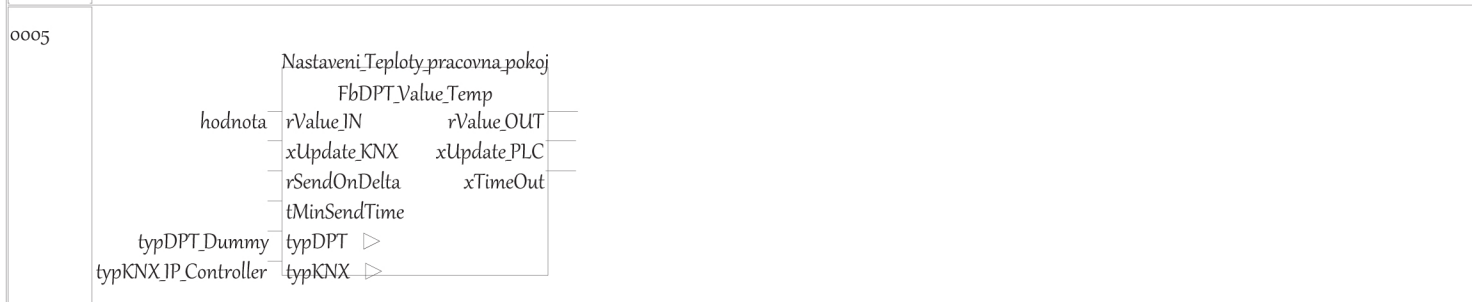
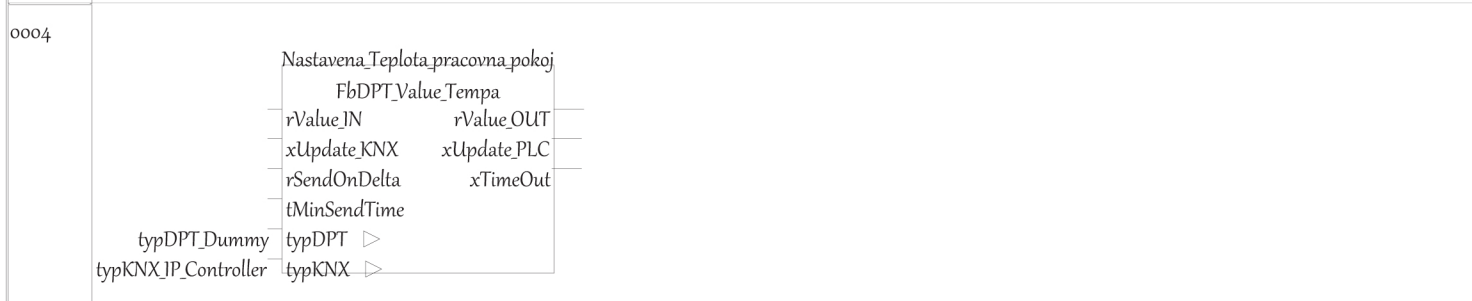
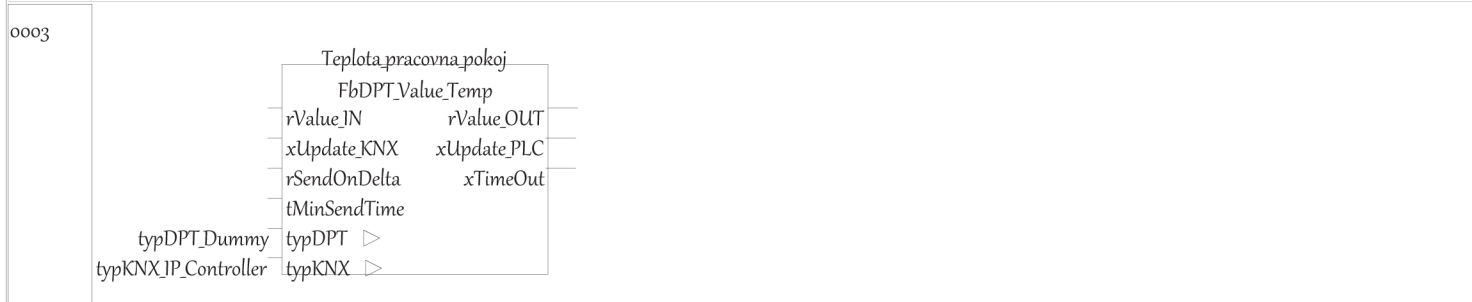
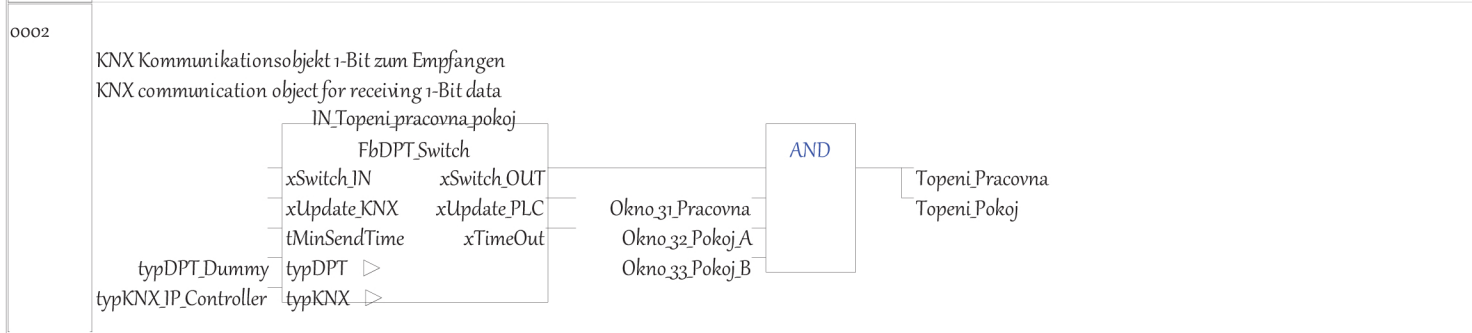
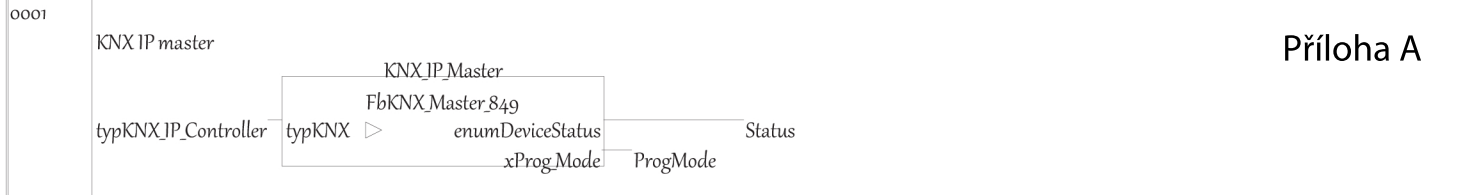
Výše zmíněná kombinace systémů byla zvolena i pro praktickou část bakalářské práce. V této části jsem se musel naučit programovat v softwaru ETS 4 sloužícího k parametrizaci prvků KNX a softwaru CoDeSys, který slouží k programování prvků WAGO. Velkou výhodou bylo absolvování týdenního školení od společnosti ABB se zaměřením na KNX (ETS 4). V práci jsem se zaměřil zejména na regulaci teploty včetně vizualizace a dálkového zadávání požadovaných teplot. Práce byla dále rozšířena o řízení osvětlení a předokenních rolet. Byla uvažována implementace magnetických kontaktů do vizualizace a regulace topení. Díky zapůjčeným prvkům bylo možné celý systém důkladně odladit a připravit ke konečné realizaci. Bude stačit nahrát program do jednotlivých prvků systému a nainstalovat je do rodinného domu.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

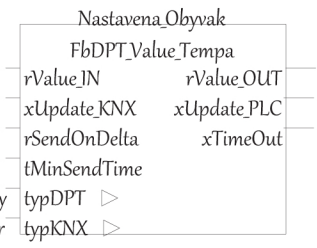
- [1] MATUŠKA, T. Fsid čvut [online]. 2010 [cit. 2013-03-20]. Alternativní zdroje energie. Dostupné z: [http://www.fsid.cvut.cz/~matustom/aze\\_texty.pdf](http://www.fsid.cvut.cz/~matustom/aze_texty.pdf)
- [2] Srdečný K., Truxa j.: Tepelná čerpadla. Brno, ERA, 2007
- [3] HOŘEJŠÍ, M. Tzb-info [online]. 2002 [cit. 2013-03-22]. Tepelná čerpadla pro každého II. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/957-tepelna-cerpadla-pro-kazdeho-ii>
- [4] Viessmann [online]. 2010 [cit. 2013-03-20]. Vitocal 300-G. Dostupné z: [http://www.viessmann.cz/cs/products/Heat\\_pumps/Vitocal\\_300-G\\_Typ\\_BW\\_121-145.html](http://www.viessmann.cz/cs/products/Heat_pumps/Vitocal_300-G_Typ_BW_121-145.html)
- [5] Carrierpm [online]. 2010 [cit. 2013-03-20]. Tepelná čerpadla CARRIER. Dostupné z: <http://www.carrierpm.cz/tepelna-cerpadla/rodinne-domy-vzduch-voda/xp-energy-aw115/>
- [6] Topeni.probytadum.cz [online]. 2010 [cit. 2013-03-20]. Tepelná čerpadla. Dostupné z: <http://topeni.probytadum.cz/topeni/tepelna-cerpadla-2>
- [7] Podlahové topení elektrické. Topetherm [online]. 2003 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.topetherm.cz/podlahove-topeni-elektricke.html>
- [8] Skladby podlah. Podlahove-vytapeni [online]. 2010 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://podlahove-vytapeni.net/skladby-podlah.htm>
- [9] MR, GR sálavé panely. FENIX [online]. 2011 [cit. 2013-02-29]. Dostupné z: <http://shop.fenixgroup.cz/k165-internetovy-obchod-mr-gr-salave-panely>
- [10] XComfort. Inteligentní elektroinstalace [online]. 2012 [cit. 2013-02-1]. Dostupné z: <http://www.xcomfort.cz>
- [11] Sběrníkový systém NIKOBUS. Eaton Elektrotechnika s.r.o. [online]. 2010 [cit. 2013-02-1]. Dostupné z: [http://www.eatonelektrotechnika.cz/produkty-domovni\\_instalace-system\\_xcomfort-nikobus](http://www.eatonelektrotechnika.cz/produkty-domovni_instalace-system_xcomfort-nikobus)
- [12] ABB s.r.o. Ego-n® [online]. 2006 [cit. 2013-02-1]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/index.asp?thema=10214lav>. *Teorie ABB s.r.o.: Ego-n®*
- [13] Shanghai Intelligence Technology: LonWorks [online]. 2011 [cit. 2013-02-15]. Dostupné z: <http://www.stites.com/en/LonProduct.html>
- [14] KNX Association [online]. 2010, 1.3.2013 [cit. 2013-04-15]. Dostupné z: <http://www.knx.org/>
- [15] 6320/58-500 Busch-triton®. ABB [online]. 2009 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: [http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto\\_g/English/\\_HTML/product\\_9AAC168761](http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/_HTML/product_9AAC168761)
- [16] Ovládání klimatizace a topení. SBS elektro [online]. 2008 [cit. 2013-03-22]. Dostupné z: <http://www.gira.cz/produkty/ovladani-klimatizace-a-topeni>
- [17] Room controllers with display. JUNG [online]. 2011 [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: <http://www.jung.de/en/929/products/technology/knx-system/room-controller-with-display>
- [18] Busch-ComfortTouch(R). ABB [online]. 2010 [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: [http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto\\_g/English/\\_HTML/product\\_9AAC135798](http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/_HTML/product_9AAC135798)

- [19] WAGO-I/O-SYSTEM 750. WAGO [online]. 2011 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.wago.com/cps/rde/xchg/SID-69C5F1B4-1CD82071/wago/style.xsl/csy-337.htm>

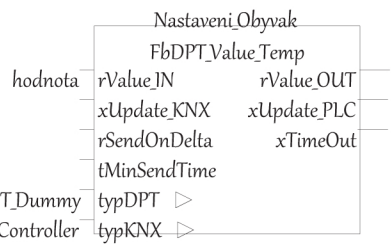




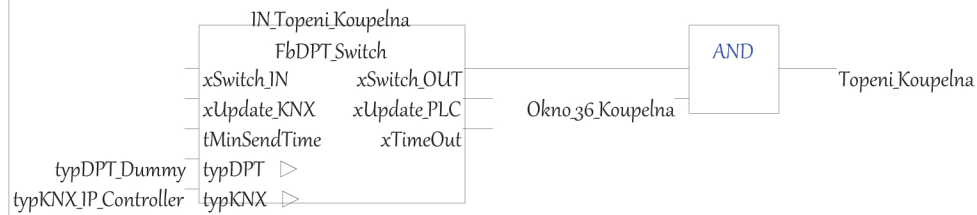
0008



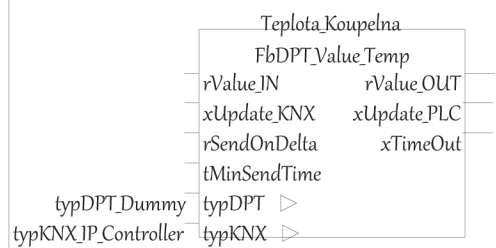
0009



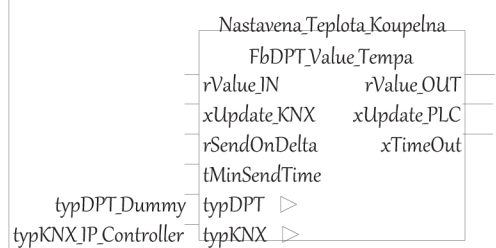
0010



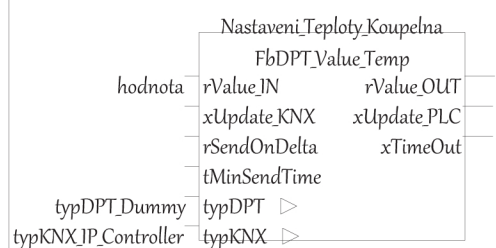
0011



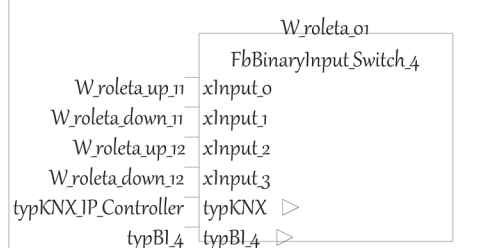
0012

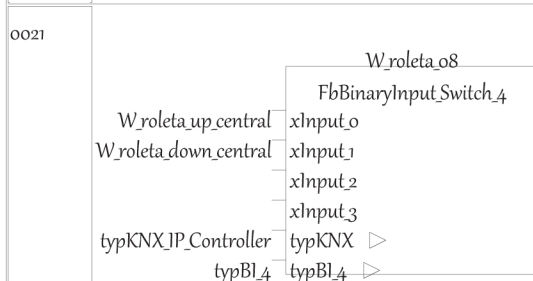
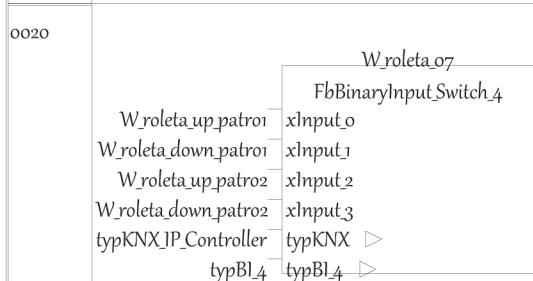
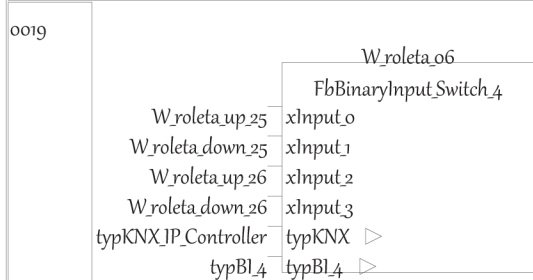
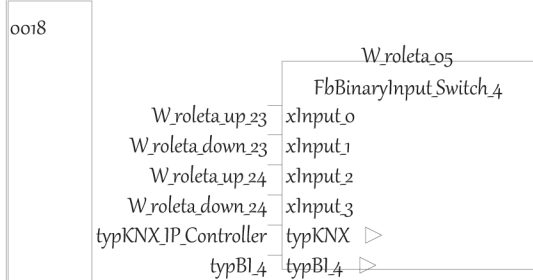
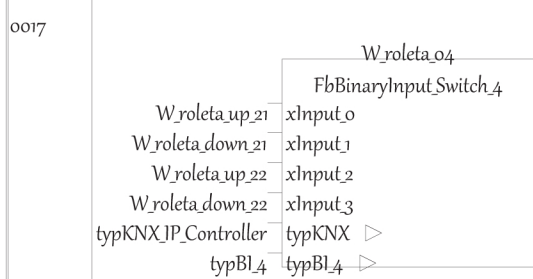
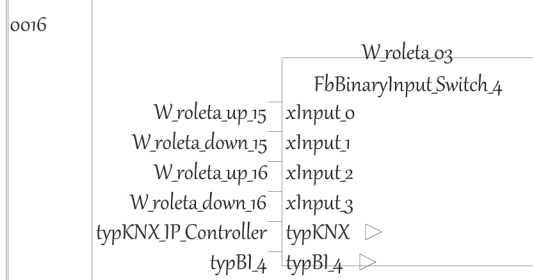
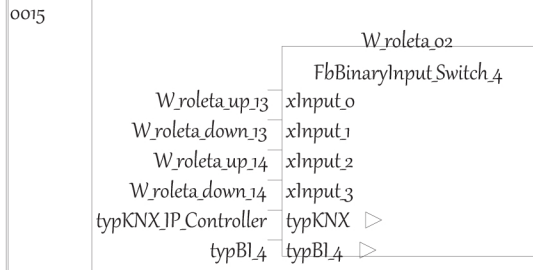


0013

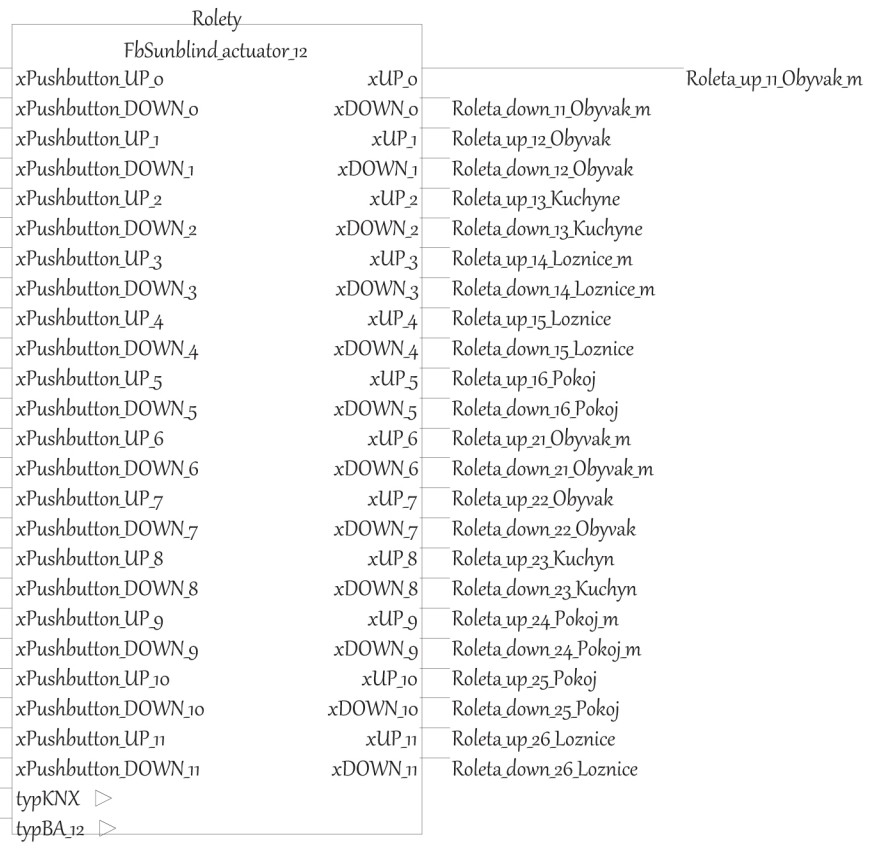


0014

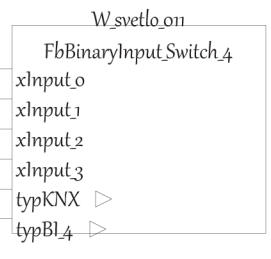




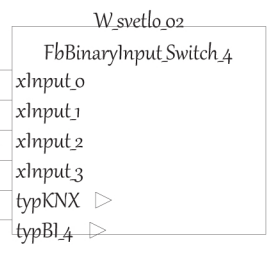
0022



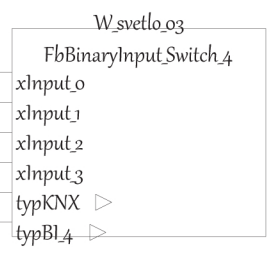
0023



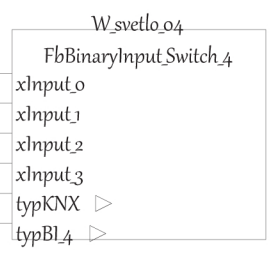
0024

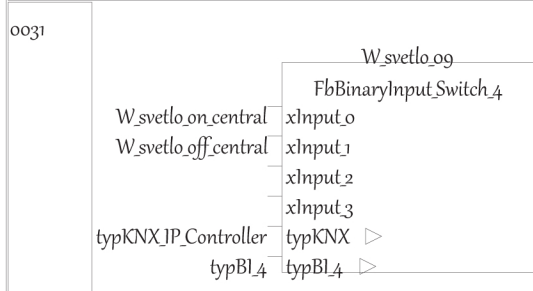
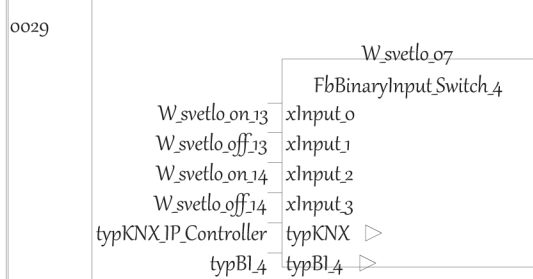
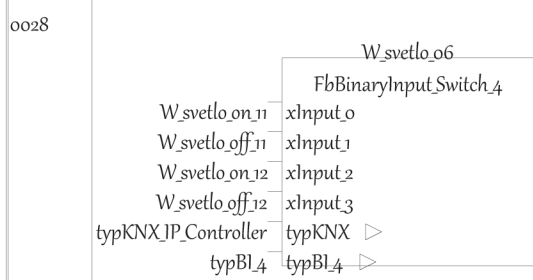
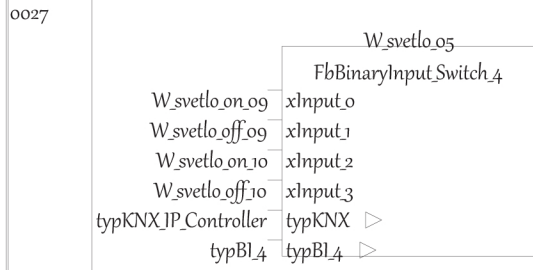


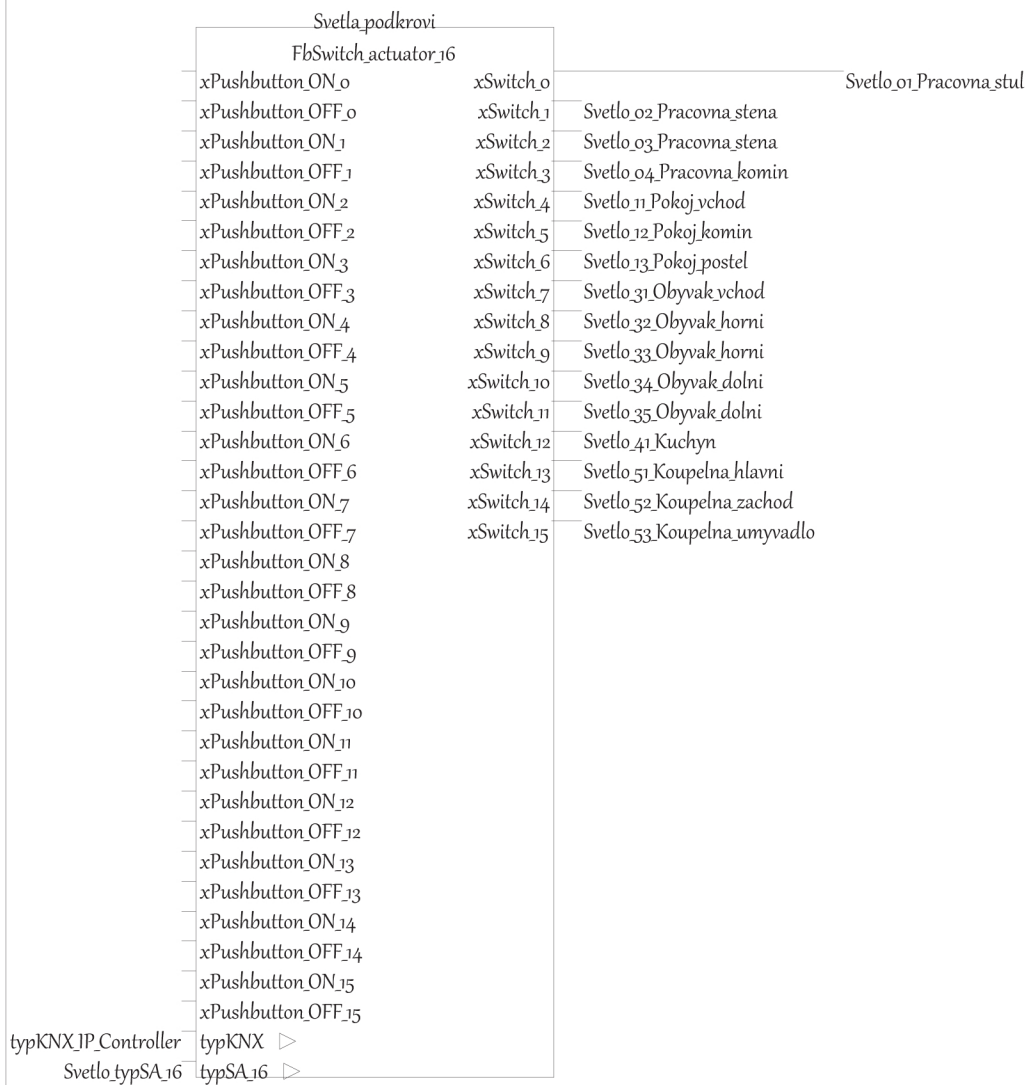
0025



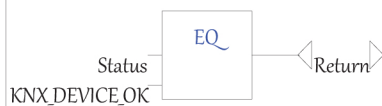
0026







Bedingung für Programmaufruf zur Ansteuerung der USR LED  
Condition for calling the program to control the USR LED



USR\_KNX\_IP\_ERROR



# Přehled Skupinových Adres

**Projekt:** **KNX - Čerchovská, Domažlice**

Počáteční Datum 11. květen 2013

**Datum Tisku** 26. květen 2013

Tiskový Čas 18:18:17

## Vysvětlivka



Hlavní skupina



Skupinová Adresa



Střední skupina

Přehled Skupinových Adres KNX - Čerchovská, Domažlice


















Hlavní skupina Střední skupina	Název		Popis Komentář	P (Procházet Liniovou Spojkou)
Skupinová Adresa	Název	Typ	Popis Komentář	C (Centrál) / P (")
 0	<b>Čerchovská</b>			-
 0/0	<b>Rolety</b>			-
 0/0/1	Roleta_up_11_obyvak_m	1 bit		- / -
 0/0/2	Roleta_down_11_obyvak_m	1 bit		- / -
 0/0/3	Roleta_up_12_obyvak	1 bit		- / -
 0/0/4	Roleta_down_12_obyvak	1 bit		- / -
 0/0/5	Roleta_up_13_Kuchyne	1 bit		- / -
 0/0/6	Roleta_down_13_Kuchyne	1 bit		- / -
 0/0/7	Roleta_up_14_Loznice_m	1 bit		- / -
 0/0/8	Roleta_down_14_Loznice_m	1 bit		- / -
 0/0/9	Roleta_up_15_Loznice	1 bit		- / -
 0/0/10	Roleta_down_15_Loznice	1 bit		- / -
 0/0/11	Roleta_up_16_Pokoj	1 bit		- / -
 0/0/12	Roleta_down_16_Pokoj	1 bit		- / -
 0/0/13	Roleta_up_21_Obyvak_m	1 bit		- / -
 0/0/14	Roleta_down_21_Obyvak_m	1 bit		- / -
 0/0/15	Roleta_up_22_Obyvak	1 bit		- / -
 0/0/16	Roleta_down_22_Obyvak	1 bit		- / -
 0/0/17	Roleta_up_23_Kuchyn	1 bit		- / -
 0/0/18	Roleta_down_23_Kuchyn	1 bit		- / -
 0/0/19	Roleta_up_24_Pokoj_m	1 bit		- / -
 0/0/20	Roleta_down_24_Pokoj_m	1 bit		- / -
 0/0/21	Roleta_up_25_Pokoj	1 bit		- / -
 0/0/22	Roleta_down_25_Pokoj	1 bit		- / -
 0/0/23	Roleta_up_26_Loznice	1 bit		- / -
 0/0/24	Roleta_down_26_Loznice	1 bit		- / -
 0/0/25	Rolety_up_1.patro	1 bit		- / -



Přehled Skupinových Adres KNX - Čerchovská, Domažlice

Hlavní skupina Střední skupina	Název		Popis Komentář	P (Procházet Liniovou Spojkou)
Skupinová Adresa	Název	Typ	Popis Komentář	C (Centrál) / P (")
 0/0	<b>Rolety</b>			-
 0/0/25	Rolety_up_1.patro	1 bit		- / -
 0/0/26	Rolety_down_1.patro	1 bit		- / -
 0/0/27	Rolety_up_2.patro	1 bit		- / -
 0/0/28	Rolety_down_2.patro	1 bit		- / -
 0/0/29	Rolety_up_central	1 bit		- / -
 0/0/30	Rolety_down_central	1 bit		- / -
 0/1	<b>Světla</b>			-
 0/1/0	Svetlo_01_Pracovna_ stul	1 bit		- / -
 0/1/1	Svetlo_02_Pracovna_ stenaA	1 bit		- / -
 0/1/2	Svetlo_03_Pracovna_ stenaB	1 bit		- / -
 0/1/3	Svetlo_04_Pracovna_ komin	1 bit		- / -
 0/1/4	Svetlo_11_Pokoj_vch od	1 bit		- / -
 0/1/5	Svetlo_12_Pokoj_ko min	1 bit		- / -
 0/1/6	Svetlo_13_Pokoj_pos tel	1 bit		- / -
 0/1/7	Svetlo_31_Obyvak_vc hod	1 bit		- / -
 0/1/8	Svetlo_32_Obyvak_h orniA	1 bit		- / -
 0/1/9	Svetlo_33_Obyvak_h orniB	1 bit		- / -
 0/1/10	Svetlo_34_Obyvak_d olniA	1 bit		- / -
 0/1/11	Svetlo_35_Obyvak_d olniB	1 bit		- / -
 0/1/12	Svetlo_41_Kuchyne	1 bit		- / -
 0/1/13	Svetlo_51_Koupelna_ hlavni	1 bit		- / -
 0/1/14	Svetlo_52_Koupelna_ zachod	1 bit		- / -
 0/1/15	Svetlo_53_Koupelna_ umyvadlo	1 bit		- / -
 0/1/16	Svetlo_Central_Obyv ak	1 bit		- / -
 0/1/17	Svetla_Central_Praco vna	1 bit		- / -
 0/1/18	Svetla_Central	1 bit		- / -

Přehled Skupinových Adres KNX - Čerchovská, Domažlice

Hlavní skupina Střední skupina	Název		Popis Komentář	P (Procházet Liniovou Spojkou)
Skupinová Adresa	Název	Typ	Popis Komentář	C (Centrál) / P (")
 0/1	<b>Světla</b>			-
 0/1/19	Svetlo_Scena_Obyva k 1	1 bit		- / -
 0/1/20	Svetlo_Scena_Obyva k 2	1 bit		- / -
 0/1/21	Svetlo_Scena_Pracov na 1	1 bit		- / -
 0/2	<b>Topení</b>			-
 0/2/0	Teplota_snimac_prac ovna	2 bytes		- / -
 0/2/1	Teplota_nastavena_pr acovna	2 bytes		- / -
 0/2/2	Teplota_wisu_pracovn a	2 bytes		- / -
 0/2/3	Teplota_snimac_obyv ak	2 bytes		- / -
 0/2/4	Teplota_nastavena_o byvak	2 bytes		- / -
 0/2/5	Teplota_wisu_obyvak	2 bytes		- / -
 0/2/6	Teplota_snimac_koup elna	2 bytes		- / -
 0/2/7	Teplota_nastavena_k oupelna	2 bytes		- / -
 0/2/8	Teplota_wisu_koupeln a	2 bytes		- / -
 0/2/9	Topit_pracona	1 bit		- / -
 0/2/10	Topit_obyvak	1 bit		- / -
 0/2/11	Topit_koupelna	1 bit		- / -




# Přehled Topologie

**Projekt:** **KNX - Čerchovská, Domažlice**


Počáteční Datum 11. květen 2013

Datum Tisku 26. květen 2013

Tiskový Čas 18:18:53

Přístroj	Výrobce Popis Komentář  Instalační Rady	Objednací Číslo	Produkt	Aplikační Program
----------	---	-----------------	---------	-------------------

 <b>Oblast 0</b>		<b>Páteřní oblast</b>
---	--	-----------------------


 <b>Linie 0.0</b>	IP	<b>Páteřní linie</b>
--	----	----------------------

0 Přístroje na linii

 <b>Oblast 1</b>		<b>Nová oblast</b>
---	--	--------------------

 <b>Linie 1.0</b>	IP	<b>Hlavní linie</b>
--	----	---------------------

1 Přístroje na linii

	01.00.001	WAGO Kontakttechnik	750-849	IP-Controller	IP-Controller	1.0
---	-----------	---------------------	---------	---------------	---------------	-----

 <b>Linie 1.1</b>	TP	<b>Nová linie</b>
--	----	-------------------

13 Přístroje na linii

	01.01.000	WAGO Kontakttechnik	750-849 & 753-646	IP-Router	IP-Router	1.0
	01.01.001	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.534.xx	Room temperature control unit with display	RTCU and FanCoil 1820/1.0	1.0
	01.01.002	ABB	2CDG 006 320 R0044	TRT/U5.1.1 triton 5/10fach MF/IR/RTR	5/10 fold Multifunction IR LSC RTC Fancoil/1.0	5.0
	01.01.003	ABB	2CDG 006 320 R0044	TRT/U5.1.1 triton 5/10fach MF/IR/RTR	5/10 fold Multifunction IR LSC RTC Fancoil/1.0	5.0
	01.01.004	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
	01.01.005	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
	01.01.006	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
	01.01.007	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
	01.01.008	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
	01.01.009	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
	01.01.010	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
	01.01.011	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
	01.01.012	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0



Příloha D



# Kusovník

**Projekt:** **KNX - Čerchovská, Domažlice**

Počáteční Datum 11. květen 2013

**Datum Tisku** 26. květen 2013

Tiskový Čas 18:17:46

Kusovník **KNX - Čerchovská, Domažlice**

Počet Přístroj ů	Objednací Číslo	Produkt	Barva	Série	Pro montáž na lištu?	Šířka
<b>ABB</b>						
2	2CDG 006 320 R0044	TRT/U5.1.1 triton 5/10fach MF/IR/RTR			N	
<b>Schneider Electric Industries SAS</b>						
9	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang			N	
1	MGU50.534.xx	Room temperature control unit with display			N	
<b>WAGO Kontakttechnik</b>						
1	750-849	IP-Controller			Y	
1	750-849 & 753-646	IP-Router			Y	

*Pozor: Tento kusovník neobsahuje VŠECHNY nezbytné přístroje pro tento projekt.*

*Možná, že nejsou zahrnuty přístroje jako Sériový přístroj, napájecí zdroj, ...!*



# Přehled Budov

## Projekt: KNX - Čerchovská, Domažlice

Počáteční Datum 11. květen 2013

**Datum Tisku** 26. květen 2013

Tiskový Čas 18:17:09

### Vysvětlivka

 Budova

 Chodba

 Místnost

 Část budovy
















 Schodiště

 Rozvaděč

 Podlaží

 Přístroj

Přehled Budov KNX - Čerchovská, Domažlice

Přístroj	Výrobce Popis Komentář  Instalační Rady	Objednací Číslo	Produkt	Aplikační Program	
<b>Čerchovská</b>					
<b>1. patro</b>					
<b>Kuchyně</b>					
 01.01.004	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
<b>Ložnice</b>					
 01.01.005	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
<b>Obývací pokoj</b>					
 01.01.006	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
<b>Pokoj</b>					
 01.01.007	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
<b>2. patro</b>					
<b>Kuchyně</b>					
 01.01.008	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
<b>Ložnice</b>					
 01.01.009	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
<b>Obývací pokoj</b>					
 01.01.010	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
<b>Pokoj</b>					
 01.01.011	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
<b>3. patro</b>					
<b>Koupelna</b>					
 01.01.001	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.534.xx	Room temperature control unit with display	RTCU and FanCoil 1820/1.0	1.0
 01.01.012	Schneider Electric Industries SAS	MGU50.531.xx	KNX Push-button, 2-gang	Universal 1825/1.0	1.0
<b>Obývací pokoj</b>					
 01.01.002	ABB	2CDG 006 320 R0044	TRT/U5.1.1 triton 5/10fach MF/IR/RTR	5/10 fold Multifunction IR LSC RTC Fancoil/1.0	5.0
<b>Pracovna</b>					
 01.01.003	ABB	2CDG 006 320 R0044	TRT/U5.1.1 triton 5/10fach MF/IR/RTR	5/10 fold Multifunction IR LSC RTC Fancoil/1.0	5.0
<b>Rozvaděč KNX</b>					
 01.00.001	WAGO Kontakttechnik	750-849	IP-Controller	IP-Controller	1.0
 01.01.000	WAGO Kontakttechnik	750-849 & 753-646	IP-Router	IP-Router	1.0