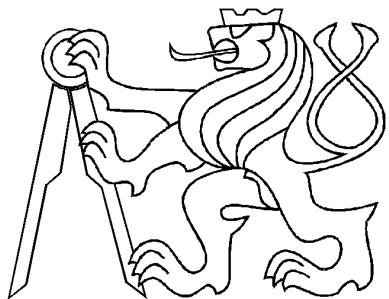


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Návrh inteligentního řízení novostavby
rodinného domu**

Praha 2009

Autor: Jan Smíšek

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

V Praze dne

podpis

Poděkování

Děkuji především vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Martinu Hlinovskému, Ph.D. za cenné rady, které mi pomohly při tvorbě této práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Jaromíru Klabanovi ze společnosti Teco a.s. za včasné odpovědi na mé četné dotazy. Můj díl patří i všem, kteří mě při studiu podporovali.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem inteligentního řízení rodinného domu. V úvodní části jsou formulovány obecné požadavky na řízení rodinných domů se zaměřením na funkce elektroinstalace.

Dále práce seznamuje s řídicí jednotkou *Tecomat Foxtrot* a se systémem inteligentní elektroinstalace *Inels* vyvíjené za spolupráce českých firem Teco a.s. a Elko EP s.r.o. V této části jsou popsány vlastnosti elektroinstalační sběrnice *CIB*, nejčastěji používané elektroinstalační moduly a možnosti jejich komunikace s uživatelem a na závěr jsou uvedeny možnosti nabízené integrovaným programovacím prostředím *Mosaic*.

V rámci práce je dále proveden návrh projektu inteligentní instalace ve zvoleném typovém objektu i s cenovou kalkulací. V tomto návrhu jsou popsány použité prvky *Inels*, dále jejich počet, umístění, propojení a nastavení. Na jednoduchém příkladě je demonstrován postup nastavení připojených prvků a naprogramování jejich funkce.

Abstract

This Bachelor thesis concerns a project of intelligent control of a one-family house. In the introduction part general requirements for the control of one-family houses are worded with the concentration on the functions of electro-installation.

The thesis introduces furthermore the control unit Tecomat Foxtrot and a system of intelligent electro-installation Inels in development under cooperation with the Czech establishments Teco a.s. and Elko EP s.r.o. In this part are described the qualities of the installation bus CIB, for the most part used electro-installation modulus and the possibility of their communication with the user and in conclusion are mentioned the possibilities offered by Integrated development environment Mosaic.

Within the thesis is furthermore applied the project of an intelligent installation in the chosen type object involving also the prize calculation. In this project are described the used elements Inels, hereafter their number, location, connection and adjustment. On a simple example is demonstrated the procedure of adjustment of the connected elements and the programming of their function.

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Jan Smišek**

Studijní program: Elektrotechnika a informatika (bakalářský), strukturovaný
Obor: Kybernetika a měření

Název tématu: **Návrh inteligentního řízení novostavby rodinného domu**

Pokyny pro vypracování:

1. Seznamte se s programovatelnými automaty Tecomat Foxtrot, s distribuovaným systémem Inels II, s vývojovým systémem Mosaic, vizualizačním systémem Reliance a se zásadami programování PLC podle standardu IEC EN 61131-3.
2. Zvolte typový objekt řízení a provedte předběžný návrh rozmištění ovládacích a ovládaných prvků - prvků pro osvětlení, zabezpečení, topidel, ovládání větrání, žaluzií, zařízení vně domu (např. závlaha zahrady).
3. Navrhнete inovovaný způsob řízení domu s využitím algoritmických a komunikačních možností programovatelných automatů Tecomat Foxtrot a distribuovaného instalačního systému Inels II, případně ovládacího a dokumentačního pracoviště.
4. Navrhнete konfiguraci PLC systému Tecomat Foxtrot a instalačního systému Inels II, navrhněte topologii linek CIB, odhadněte finanční nároky.
5. Popřípadě slovně (nebo jiným názorným způsobem) formulujte pravidla pro jejich ovládání a vzájemné vztahy mezi nimi a popřípadě vytvořte koncept programu, případně i uživatelských funkčních bloků.

Seznam odborné literatury:

Dodá vedoucí práce

Vedoucí: Ing. Martin Hlinovský, Ph.D.

Platnost zadání: do konce zimního semestru 2009/10

prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry



doc. Ing. Boris Šimák, CSc.
děkan

V Praze dne 27. 2. 2009

Obsah

Seznam obrázků	viii
Seznam tabulek	ix
1 Úvod	1
2 Inteligentní budovy	2
2.1 Inteligentní rodinný dům	2
2.1.1 Komfort	3
2.1.2 Bezpečí	3
2.1.3 Úspory	4
2.1.4 Zvýšená hodnota budovy	4
3 Elektroinstalace s Foxtrot a Inels	5
3.1 Prvky inteligentní elektroinstalace	5
3.1.1 Sběrnice CIB	6
3.1.2 Bezdrátová sběrnice RFox	7
3.1.3 Řídicí jednotky Tecomat Foxtrot	7
3.1.4 Prvky elektroinstalace INELS	8
3.1.5 Mosaic	10
3.1.6 Ovládání a vizualizace	11
4 Návrh realizace	13
4.1 Typový objekt	13
4.2 Struktura řízení	13
4.2.1 Základní ovládání	14
4.2.2 Pokročilé řízení	14
4.3 Návrh realizace	15

4.3.1	Umístění modulů systému Inels	16
4.3.2	Nástenné ovladače	17
4.3.3	Elektronický zabezpečovací systém (EZS)	18
4.3.4	Sběrnicové rozvody	18
4.3.5	Celkový předprojekt umístění	19
4.4	Cenová kalkulace	21
4.5	Možnosti rozšíření	21
4.6	Konfigurace a programování	22
4.6.1	Nastavení hardware a jednotek na CIB	22
4.6.2	Programování sady funkcí	22
4.6.3	Funkce realizující složitější řízení	27
5	Závěr	29
Literatura		30
A	Návrhové tabulky instalace	I
B	Další údaje	VI
C	Obsah přiloženého CD	VIII

Seznam obrázků

3.1	Připojení modulu Inels ke sběrnici CIB a k silovému okruhu se žárovkou.	6
3.2	Zapojení oddělovací a master jednotky CIB	7
3.3	Řídicí jednotka Tecomat Foxtrot CP-1016	8
3.4	Ovladač WSB2-80 a jeho zapojení	9
3.5	Spínací jednotka SA2-04M a její zapojení	9
3.6	Jednotka vstupů IM2-80B do instalační krabice	10
3.7	Prostředí Mosaic	11
3.8	Dalsí nástěnné ovladače Inels (IART2 a SOPHY2)	12
4.1	Vizualizace objektu zvoleného pro návrh realizace	14
4.2	Označení tlačítek nástěnných ovladačů	17
4.3	Dvojitě vyvážená bezpečnostní smyčka	18
4.4	Předprojekt umístění inteligentní elektroinstalace	20
4.5	Nastavení jednotek Inels	24
4.6	Žebříčkový LD diagram ovládání osvětlení	25
4.7	Ovládání topení v jazyce funkčních bloků	26
4.8	Ukázka použití programu Web Maker	27
B.1	Struktura prvků Inels připojených k automatu Foxtrot	VII

Seznam tabulek

4.1	Porovnání ceny za jeden vstup resp. výstup u vybraných jednotek Inels	16
4.2	Obsazení jednotlivých rozvodnic moduly Inels	17
4.3	Kontrolní výpočet zatížení sběrnice CIB	19
4.4	Cenová kalkulace předpokládané instalace	21
4.5	Umístění a funkce ovladače S1_1_zadveri	23
4.6	Umístění a připojení prvků SA12_R1_1	23
A.1	Umístění a funkce nástěnných ovladačů	I
A.2	Umístění a připojení prvků Inels	III

Kapitola 1

Úvod

Technika inteligenčních budov byla dlouho téměř výlučně spojována s řízením velkých staveb, avšak vývojový trend v oblasti automatizační techniky nyní umožňuje nasadit tyto systémy i do domů menších, například rodinných.

Požadavky kladené na rodinné domy neustále rostou, moderní inteligenční budova by měla být: úsporná, flexibilní, komfortní a bezpečná. Současné období lze označit jako přelomové, kdy mimo nečetných výjimek je ještě stále většina rodinných domů navržena a stavěna jako budovy klasické, bez inteligenčního řízení. Rostoucí náklady spojené s provozem domů pravděpodobně v budoucnu povedou k situaci, kdy se této techniky ujmou projektanti a developeri a za několik let nebude jiná alternativa, než *energeticky úsporné a inteligenčně řízené domy*.

V průběhu práce se nejprve zaměřím na popis konceptu inteligenčního rodinného domu a pokusím se stručně shrnout současnou situaci v tomto oboru. Dále bych rád popsal části systému inteligenční elektroinstalace Inels společností Teco a.s. a Elko EP s.r.o., které budou dále v návrhu použity. Obsáhlým zdrojem informací a postupů, ze kterého budu ve fázi popisu realizace především vycházet, jsou firemní prospekty a dokumentace těchto společností dostupné on-line.

Cílem práce je vytvořit předprojekt inteligenční elektroinstalace části rodinného domu, který by umožnil provedení instalace a naprogramování, a zároveň sloužil jako provozní dokumentace. V průběhu tvorby projektu jsou diskutovány možné postupy, ze kterých je vždy jeden zvolen a demonstrován v typovém projektu.

Výsledek této bakalářské práce je současně použit ke konkrétní realizaci elektroinstalace v rodinném domě dispozičně a mírou automatizace velmi podobném typovému objektu.

Kapitola 2

Inteligentní budovy

Definic pojmu *inteligentní budova* je mnoho, nicméně základním rozlišujícím znakem bývá přístup k budově jako komplexnímu systému, ve kterém jsou jednotlivé části efektivně propojeny (např. řídicím prvkem). Lze ještě dodat, že důležitým aspektem je i stavební provedení budovy a zejména skutečnost, do jaké míry jsou respektovány zásady pro energeticky úspornou budovu.

Rozvojem řídicích systémů, možností komunikace a instrumentace, ať už převzatých z průmyslového prostředí anebo vytvořených přímo pro automatizaci budov, počet těchto objektů stále roste.

Dlouhou dobu byly tyto systémy téměř výhradně doménou velkých budov, ale nyní se v souvislosti s pokrokem a zlevňováním těchto technologií začínají ve stále větší míře uplatňovat i v rodinných domech.

Dobrý přehled moderních trendů v automatizaci budov lze najít ve (VALEŠ, M., 2006).

2.1 Inteligentní rodinný dům

Soubor požadavků na inteligentní rodinný dům je obecně užší než pro inteligentní budovu. Důraz je stále kladen na uživatelský komfort, bezpečí a úspornost celého systému, ale zároveň je nutné brát ohled na jednoduchost ovládání. Elektroinstalace v rodinném domě by měla být snadno použitelná například i pro starší obyvatele domu nebo hosty. Inteligentní instalace umožnuje navrhnutí budovy klasickým postupem jen obtížně realizovatelné.

Systémově lze části technického vybavení domu rozdělit na řízení vytápění, osvětlení,

elektronických zabezpečovacích a požárních signalizačních systémů, zábavních systémů (ozvučení a video) a datových rozvodů.

Minimálním požadavkem je funkčnost jednotlivých místností, u které platí stejné zásady jako u klasické elektroinstalace (není ovšem nutné respektovat některá její omezení). Propojení částí systému do společně pracujícího celku následně přináší další výhody.

2.1.1 Komfort

Z hlediska komfortu je úlohou intelligentního rodinného domu přebírat činnosti uživatele, které lze zautomatizovat a provádět je za něj. Například ovladače v místnosti umožňují nastavovat teplotu, a to nejen ručním zásahem uživatele, ale i podle týdenního plánu, nebo dle údajů čidel EZS. Spotřebiče lze ovládat samostatně, ale také je sdružovat do skupin, případně vytvářet celé scénáře vhodné pro určitou činnost. Významným přínosem je integrace ovládání celého domu do jednoho uživatelského rozhraní, které díky dostupným komunikačním rozhraním (Ethernet) může být připojeno vzdáleně a případně i bezdrátově.

2.1.2 Bezpečí

Jednou z hlavních funkcí domova je zajišťovat bezpečí pro obyvatele a jejich majetek. Integrací klasických prvků EZS (PIR senzorů a magnetických kontaktů) a EPS (detektorů kouře) do systému intelligentní elektroinstalace je možné získat řadu výhodných funkcí. Tento přístup umožní rozšířit komunikační možnosti zařízení, a tak například poslat zprávu o pohybu v objektu pomocí sítě GSM nebo Internetu. Další nespornou výhodou je možnost využít informace z těchto senzorů i v situacích běžného provozu (např. při opuštění domu nás systém upozorní na otevřené okno, případně bezpečně osvětluje cestu v noci po domě).

Ovládání světel a předokenních žaluzií snadno umožňuje simulaci přítomnosti osob v případě, že majitel je delší dobu mimo dům.

Významným přínosem k bezpečnějšímu bydlení je odpojování okruhů elektrických zásuvek ve chvílích, kdy nejsou používány. Tímto způsobem lze snížit nebezpečí úrazu elektrickým proudem, je-li místnost využívána jako dětský pokoj pro malé dítě, nebo například zamezit vzniku požáru od zapnutého elektrospotřebiče (např. žehlička, trouba) při odchodu z domu.

Systémy intelligentní domácnosti mohou být dále prospěšné například seniorům: systém sleduje chování obyvatel a v případě nestandardních situací přivolá pomoc, automaticky

vypíná spotřebiče, jsou-li ponechány nevhodně dlouho v chodu nebo připomíná pravidelné užívání léků. (SMRČKA, K., 2009)

2.1.3 Úspory

Podstatnou vlastností inteligentní budovy je nízká spotřeba energie. Možné úspory jsou ve značné míře ovlivněny stavebním provedením budovy a tedy aspektem, do jaké míry jsou při realizaci stavby respektovány zásady pro energeticky úspornou budovu. Rozumným řízením vytápění a osvětlení jednotlivých místností, například v návaznosti na přítomnost osob v daném prostoru, lze dosáhnout dalších úspor. Dostupné je i řešení, kde teplota místností v domě je řízena dle časového programu.

Je-li v domě instalován i alternativní (levnější) zdroj tepelné energie, pak je vhodné ho řízením využívat v maximální možné míře oproti zdroji klasickému. Pokud je v domě navíc přítomen další významný zdroj tepla (například krb nebo sauna), systém by měl být schopen adekvátně reagovat na jeho provoz.

Dalším aktuálním tématem v oblasti úspor elektrické energie je odpojování nepoužívaných elektrospotřebičů v režimu *stand-by*, ve kterém jinak stále odebírají elektrickou energii. Automatizovaným řešením je odpojování zásuvkových okruhů v době nepřítomnosti tak, jak bylo popsáno v pasáži o bezpečnosti.

2.1.4 Zvýšená hodnota budovy

Inteligentní domy pravděpodobně v budoucnu dojdou značného rozšíření a začnou být vnímány jako standard bydlení. Při stavbě či rekonstrukci rodinného domu lze dnes očekávat, že budou používány ještě mnoho let, a tak se funkce jednotlivých místností bude měnit. Použití inteligentní elektroinstalace minimalizuje nutné zásahy do rozvodů a umožňuje tak snazší úpravu místnosti pro nový účel.

Kapitola 3

Elektroinstalace s Foxtrot a Inels

Systém Tecomat Foxtrot a soubor prvků inteligenční elektroinstalace Inels začal být vyvíjen za spolupráce českých firem TECO a.s. a Elko EP s.r.o. v roce 1997.

Celkově se jedná o výkonný modulární systém navržený pro snadnou instalaci na DIN lištu rozvaděče nebo přímo do instalačních krabic pod omítkou. Tecomat Foxtrot sestává ze základního modulu a až 10 periferních modulů, které rozšiřují systém o další vstupy a výstupy a ke kterým je dále možné připojit pomocí sběrnice CIB jednotky inteligenčního elektroinstalačního systému Inels. Tento hardware spolu s programovacími (Mosaic) a vizualizačními (Reliance a Web Maker) nástroji tvoří komplexní řešení pro správu budov (BMS). V této kapitole vycházím hlavně z materiálů a příruček firem Teco a.s.: (*Katalog firmy Teco a.s.*, 2009), (*Příručka projektanta systémů FOXTROT*, 2009) a (STÝSKALÍK, J., 2009) .

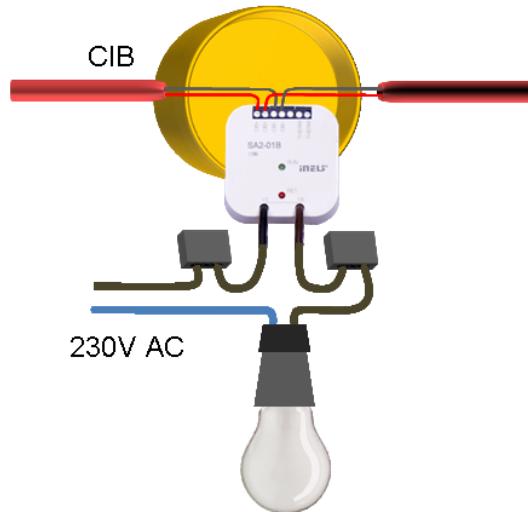
3.1 Prvky inteligenční elektroinstalace

Základní jednotka je navržena tak, aby zvládala běžné úlohy měření a regulace. K připojení další části řídicího systému slouží sériové komunikační sběrnice TLC2, CIB a nově bezdrátová Rfox. Pomocí interní sběrnice TCL2 (fyzicky RS-485) je možné připojit moduly metalickým kabelem až na vzdálenost 300 m, případně optickým modulem až do vzdálenosti 1700 m. Pro připojení prvků inteligenční elektroinstalace je určena sběrnice CIB. Firma také nabízí množství převodníků pro další protokoly (CAN, LON, MP Bus, Profibus, M Bus, OpenTherm).

3.1.1 Sběrnice CIB

Sběrnice CIB (Common Installation Bus) je dvouvodičová sběrnice s libovolnou topologií, přičemž vlastní komunikace je namodulována na stejnosměrném napájecím napětí. Jmenovitá hodnota napětí sběrnice je 24 V, resp. 27,2 V v závislosti na připojení zálohovacích baterií do systému. Komunikace probíhá v režimu master-slave, přičemž každý z maximálně 9 master řadičů větví sběrnice CIB umožňuje připojit až 32 prvků – jednotek inteligentního elektroinstalačního systému Inels. Tyto slave jednotky jsou na sběrnici jednoznačně identifikovány 4-ciferným hexadecimálním sériovým číslem. Doba odezvy připojených systémů je i při plném obsazení maximálně 150 ms¹ a lze ji tedy použít i pro ovládání osvětlení. Sběrnice je plně konfigurovatelná z vývojového prostředí Mosaic. Podrobnější informace ve (*Příručka projektanta systémů FOXTROT*, 2009).

Výrobce doporučuje použít kroucené stíněné vodiče s průřezem žil alespoň 0,8 mm², např. J-Y(St)Y1x2x0,8 a při jejich pokládání se vyvarovat přílišnému souběhu se silovým vedením. Teoretická maximální délka (určeno úbytkem napětí na sběrnici) jedné větve je 500m, maximální zatížitelnost je 1000 mA.

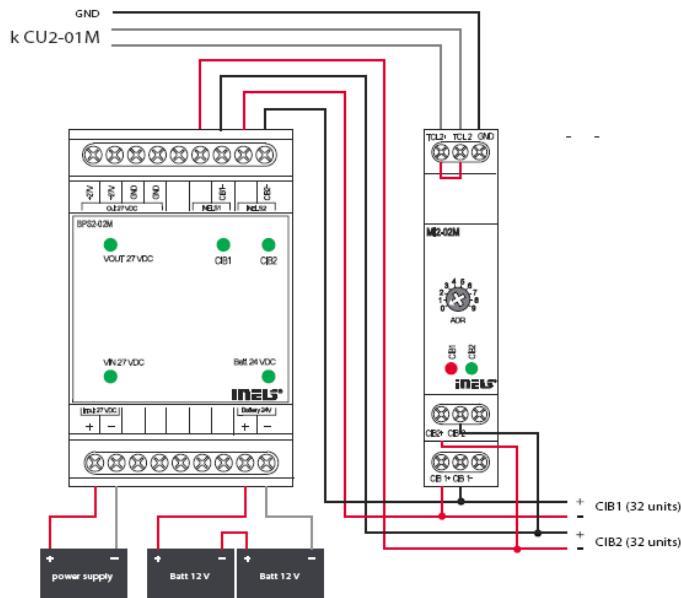


Obrázek 3.1: Připojení modulu Inels ke sběrnici CIB a k silovému okruhu se žárovkou.

Sběrnice je k systému připojena pomocí CIB master jednotky (MI2-02M), její napájení i s případným připojením zálohovacích akumulátorů obstarává jednotka oddělovací (BPS2-01M, BPS2-02M). Zálohované zapojení (na obrázku 3.2 umožňuje krátkodobě nepřerušený

¹Prodloužení kratší než 300 ms člověk vnímá jako okamžitou reakci.

provoz připojených jednotek.



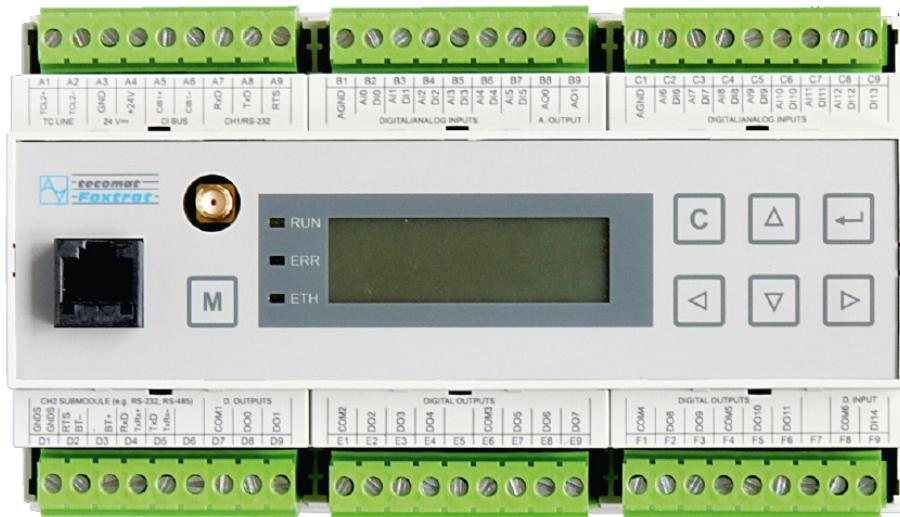
Obrázek 3.2: Zapojení oddělovací a master jednotky CIB

3.1.2 Bezdrátová sběrnice RFox

Technologie RFox je rozšířením komunikačních možností systému Inels o bezdrátovou komunikaci. Vysílací část pracuje s výkonem maximálně 10mW na frekvenci 868,35 MHz. Výrobce udává dosah v zastavěném prostředí 30m, který je dále účinně zvyšován použitím technologie mesh (přenosem dat mezi vzdálenějšími přijímačům). Jedna RFox master sběrnice je schopna pojmosti maximálně 64 jednotek, a to v programátorské stejné formě jako jednotky sběrnice CIB.

3.1.3 Řídicí jednotky Tecomat Foxtrot

Řídicí jednotky typu Foxtrot jsou programovatelnými automaty (PLC) dle standardu IEC 61131. Základní modul je v podstatě kompaktním systémem osazeným 32 bitovým RISC procesorem (0,2ms/1k instrukcí), vstupy, výstupy a 100/10 Ethernetem. V současné době nabízí firma Teco a.s. pět variant řídicích jednotek kategorie Foxtrot, přičemž nejmodernější jednotka CP-1016 je na obrázku 3.3.



Obrázek 3.3: Řídicí jednotka Tecomat Foxtrot CP-1016

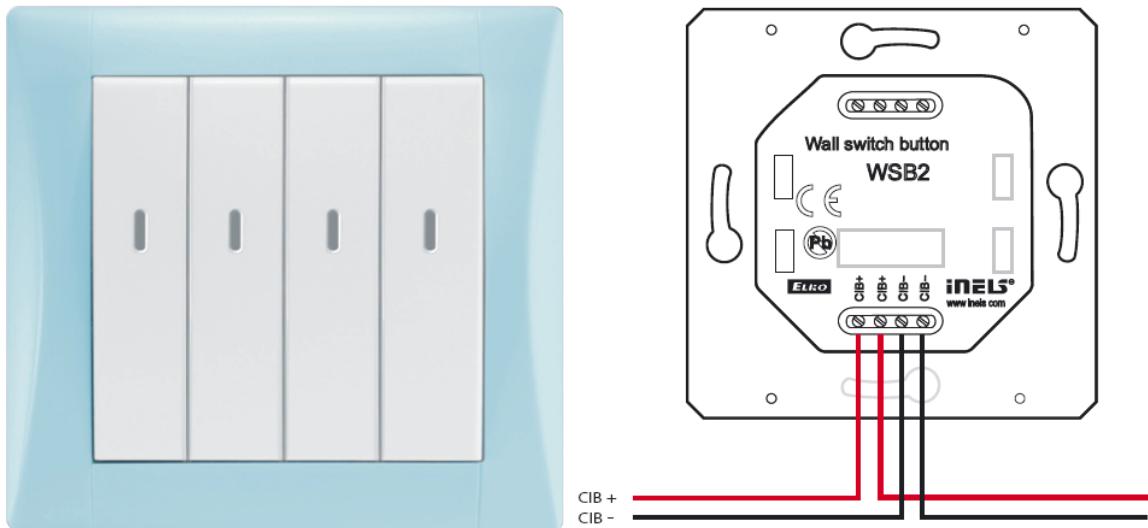
3.1.4 Prvky elektroinstalace INELS

Nabídka elektroinstalačních prvků Inels je poměrně rozsáhlá (jak je vidět na obrázku B.1).

V instalaci jsou nejčastěji používány tlačítkové spínače, moduly digitálních vstupů a reléových spínacích výstupů. V oblasti zvyšování komfortu se dále uplatňují moduly stmívačů, spojité regulace klimatizačních jednotek a pokročilého ovládání (např. hlasem, pomocí IR, dotykové obrazovky).

Nástěnné skupinové ovladače s krátkocestným ovládáním WSB2

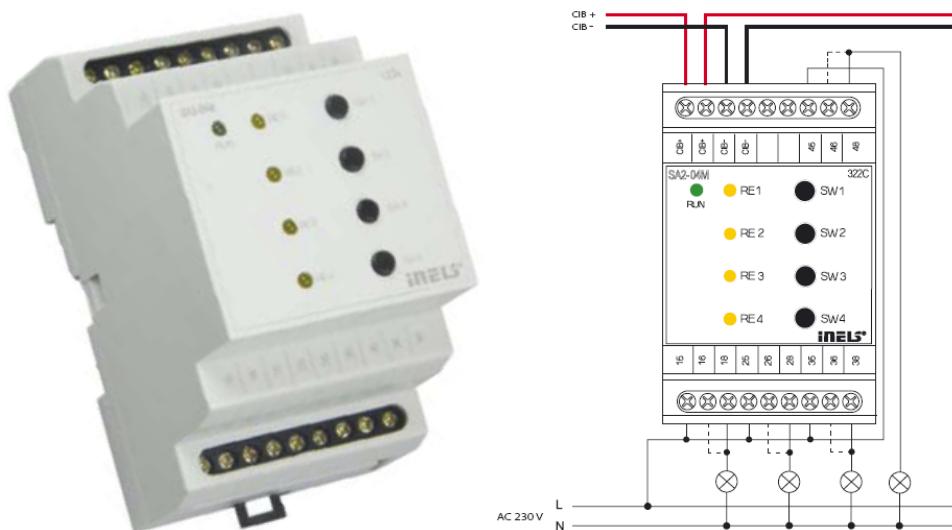
Tyto ovladače jsou moderní alternativou klasických nástěnných vypínačů. Jejich hlavní předností je sběrnicové připojení (CIB), díky kterému se v systému jeví jako příslušný počet binárních vstupů. Ke komfortu přispívá nízký zdvih tlačítka, samostatně ovladatelná LED dioda s libovolnou funkcí a také kompaktní velikost ovladače (na obrázku je typ zastupující funkci osmi klasických spínačů 3.4). Programově lze přiřadit různé funkce například na dlouhé stisknutí tlačítka, stisknutí více tlačítek najednou atd. Ovladač dále umožňuje přímé připojení externího senzoru teploty (termistoru NTC).



Obrázek 3.4: Ovladač WSB2-80 a jeho zapojení

Spínací jednotky SA2

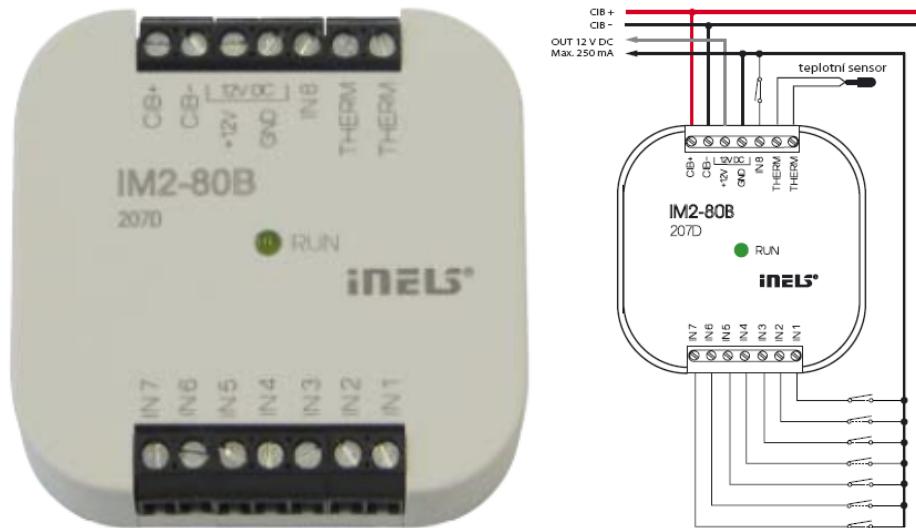
Jednotky SA2 jsou tvořeny soustavou samostatně adresovatelných relé a plní spínací nebo přepínačí funkce. Počet kontaktů v jednom modulu je v závislosti na typu 1 až 12. Podle charakteru připojené zátěže lze zvolit materiál kontaktů (AgSn nebo AgNi) a maximální dovolený spínáný proud (8 nebo 16A). Dostupné jsou varianty pro umístění na DIN lištu, nebo do instalační krabice.



Obrázek 3.5: Spínací jednotka SA2-04M a její zapojení

Jednotky vstupů IM2

Jednotka IM2 je určena pro připojení bezpotenciálových kontaktů (jako jsou spínače, přepínače, PIR senzory, požární detektory).



Obrázek 3.6: Jednotka vstupů IM2-80B do instalační krabice

Jednotka má také přímo integrován vstup pro odporový snímač teploty. Zařízení dále obsahuje vývod napájení 12V/75mA a část jejích vstupů lze konfigurovat jako vyvážené (bezpečnostní aplikace).

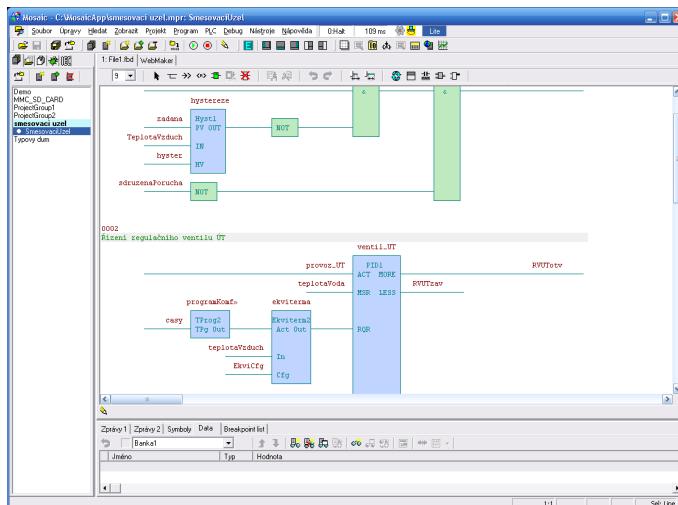
3.1.5 Mosaic

Mosaic je integrované vývojové prostředí pro programovatelné systémy TECOMAT, které umožňuje on-line změnu programu. Systém umožňuje tvorbu programů dle mezinárodně platné normy IEC EN-61131-3, která definuje strukturu programů a programovací jazyky pro PLC. Norma nabízí k použití grafické jazyky LD (reléová logika) a FBD (jazyk funkčních bloků) a textové jazyky ST (strukturovaný text) a IL (jazyk instrukcí), které lze libovolně kombinovat i v rámci jednoho programu. Pro programátora je k dispozici knihovna funkcí a funkčních bloků, včetně knihovny BuildingLib určené k podpoře programování aplikací building managementu.

Kromě vývojového prostředí nabízí Mosaic i řadu dalších podpůrných programů:

- SimPLC – simulátor PLC
- PanelMaker – nástroj pro operátorské panely

- WebMaker – nástroj pro tvorbu webové vizualizace
- Inspektor POU - nástroj pro ladění všech částí PLC programu
- PanelSim – simulátor operátorských panelů
- PIDMaker – nástroj pro návrh regulátorů
- SelectPLC – nastavení hardwarové sestavy PLC
- GraphMaker – nástroj pro sledování průběhů proměnných
- NetPLC – konfigurace sítě PLC



Obrázek 3.7: Prostředí Mosaic

3.1.6 Ovládání a vizualizace

Vizualizační nástroj Web Maker umožňuje vytvořit webovou stránku s libovolnými prvky navázanými na řízenou technologii. Systém tedy kromě nástěnných ovladačů nabízí možnost ovládání pomocí integrovaného web serveru a libolného webového prohlížeče (PC, PDA, mobilní telefon, dotykový panel umístěný ve zdi).

V nabídce jsou dále i nástěnné jednotky ve funkci pokojového termostatu, přijímače IR ovladačů (i s hlasovým vstupem), případně kódové klávesnice systémů EZS, které lze připojit ke sběrnici CIB viz obrázek 3.8.



Obrázek 3.8: Další nástěnné ovladače Inels (IART2 a SOPHY2)

Kapitola 4

Návrh realizace

4.1 Typový objekt

Vybraným objektem je dvouposchodový rodinný dům (na obrázku 4.1). V rámci této práce budu dále uvažovat přízemí tohoto domu, konkrétně místonosti (jak je naznačeno v plánu 4.4): zádveří (1), chodba (2), WC (3), koupelna (4), komora (5), ložnice (6), technická místoost (7), obývací pokoj (8), kuchyň (8), spíž (9), garáž (10), dílna (11) a sklad (12).

Tepelné ztráty jsou dle projektu stanoveny na 11,5 kW. Jako primární zdroj tepelné energie je navržen kondenzační plynový kotel ohřívající akumulační nádrž, sekundárně budou k tepelné soustavě připojeny solární kolektory a teplovodní krbová vložka. V jednotlivých místoostech budou umístěny radiátory osazené termoelektrickými ventily, které budou využívány pro regulaci teploty jednotlivých místoostí.

4.2 Struktura řízení

Tvorba projektu inteligentní elektroinstalace by měla být zahájena úvahou o počtu a po-vaze ovládaných zařízení, ovládacích míst a jejich vzájemného funkčního provázání. Kvalitní dokumentace v této fázi značně zjednoduší následující instalaci a programování.

- Počet a umístění ovládaných zařízení
- Počet a umístění ovládacích prvků
- Jejich logické funkční propojení



Obrázek 4.1: Vizualizace objektu zvoleného pro návrh realizace

- Propojení systémů do složitějších celků

Výsledkem této úvahy mohou být například tabulky strukturou blízké tabulkám A.2 a A.1 uvedeným v příloze.

4.2.1 Základní ovládání

Požadavky na řízení jednotlivých místností odpovídají zásadám uvedeným v kapitole 2.1. Konkrétně je od navrhovaného projektu očekáváno, že v jednotlivých místnostech bude možné snadno ovládat osvětlení, teplotu a polohu předokenních žaluzií pomocí nástěnných ovladačů.

4.2.2 Pokročilé řízení

Další funkcí řídicího systému bude kompletní správa systémů EZS a EPS, dále skupinové ovládání osvětlení, žaluzií a zásuvkových okruhů a součinnost s dalšími technologickými celky (řídicí jednotka solárního kolektorového vytápění apod.). Projekt je vytvořen se snahou usnadnit případné budoucí úpravy a rozšíření.

4.3 Návrh realizace

Přestože je systém Inels koncipován jako hybridní¹, při samotném návrhu instalace je nutné uvážit místní dispozice objektu a požadavky na rozsah funkcí instalace. Analýza připravovaného návrhu by se mohla zabývat například těmito aspekty:

- v objektu existuje dostatečně prostorná technická místnost
- vzdáleností této místnosti od ovládaných zařízení
- množstvím ovládaných zařízení v jednotlivých místnostech
- předpokládanou možností pozdějšího rozšiřování

Obecně je možné předpokládat, že částečně distribuovaný přístup nabízí větší míru flexibility, úsporu kabeláže a nevytváří mohutné centrální stanoviště instalovaných zařízení. Jednoduchou představu o tom, že zařízení budou spínána až v bodě jejich umístění je ovšem dále nutné konfrontovat s hlediskem ceny modulů vztažené na jeden vstup resp. výstup viz tabulka 4.1. Fixní složkou nákladů na každý modulu je komunikační rozhraní a řídicí obvod (spolu s dalšími částmi pouzdra a elektroniky). Po přepočtení je zřejmá finanční výhodnost použití menšího počtu modulů s více vstupy resp. výstupy.

Jako kompromisní řešení jsou v uvedeném návrhu pro umístění elektroinstalačních prvků použity tři rozvodnice (R1, R2 a R3) a kde to bylo považováno za výhodné, instalační krabice pod omítku (pro prvky digitálních vstupů IM2). Očekávaným přínosem této alternativy je úspora kabeláže, rozložení prostorových nároků elektroinstalačních prvků do více míst, zachování možnosti kontroly správné funkce jednotek a v neposlední řadě úspora nákladů za tyto jednotky.

Jednotlivé rozvodnice se lisí převládající funkcí a tedy i složením Inels jednotek a ostatních elektroinstalačních prvků (jističů, proudových chráničů atd.). Jednotky jsou do nich umístěny na DIN lištu a při návrhu je nutné brát v patrnost jejich rozměry tj. počet obsazených pozic.²

¹Hybridní systém je v práci chápán ve smyslu zařazení mezi čistě integrovanou a čistě distribuovanou topologií. Více viz (ŠMEJKAL, L. a KLABAN, J., 2009)

²Rozměry jednoho DIN modulu jsou 90 x 17,6 x 65 mm, přičemž šířka modulu 17,6 mm odpovídá jedné pozici v rozvodnici značené 1 M. Běžná rozvodnice má 3 až 4 řady po 12 M pozicích.

Tabulka 4.1: Porovnání ceny za jeden vstup resp. výstup u vybraných jednotek Inels

Jednotka	Počet I/O	Cena	Cena za I/O
SA2-01	1	940	940,0
SA2-02	2	2300	1150,0
SA2-04	4	2800	700,0
SA2-012	12	4990	415,8
WSB2-20	2	960	480,0
WSB2-40	4	1190	297,5
WSB2-80	8	1560	195,0
IM2-20	2	1190	595,0
IM2-40	4	1390	347,5
IM2-80	8	1950	243,8
IM2-140	14	2995	213,9

4.3.1 Umístění modulů systému Inels

Rozvodnice R1 je bodem, kde elektrické vedení vstupuje do objektu, a tedy bude obsahat množství jistících a ochranných prvků (například přepěťové ochrany). Dále je R1 umístěna příliš exponovaně (přímo u domovních dveří), a tak by nebylo rozumné do ní umísťovat prvky bezprostředně související s funkcí systému jako centrály EZS. Obdobnou úvahou lze přistoupit k návrhu obsazení R3: předpokládá se zde umístění ovladačů ponorného čerpadla vody ze studně (motorového spouštěče, elektroniky hladinových spínačů) a zároveň i tato rozvodnice je umístěna bezprostředně u vstupu do objektu. Na závěr R2 má výhodné umístění pro klíčové komponenty systému, vzhledem k technické povaze místo není ani nutné z například estetických důvodů omezovat její rozměry, a proto bude při návrhu upřednostňována pro umístění modulů inteligentní elektroinstalace.

Návrh, který byl proveden do tabulky A.2 umístěný v příloze, obsahuje předpokládanou konfiguraci Inels modulů, jejich umístění, zapojení a pojmenování (proměnné), které budou použity v programu pro jejich reprezentaci.

Výpočet provedený v tabulce 4.2 odpovídá výše uvedené úvaze o rozmístění modulů mezi jednotlivé rozvodnice.

Tabulka 4.2: Obsazení jednotlivých rozvodnic moduly Inels

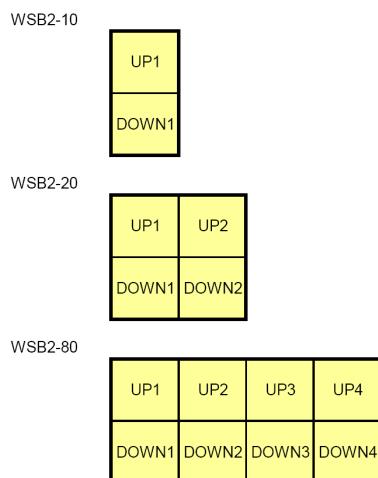
Rozvodnice	Počet modulů [ks]	Počet modulů [M]
R1	1	6
R2	7	31
R3	1	3

4.3.2 Nástěnné ovladače

Nejčastějším ovládacím prvkem jsou nástěnné tlačítkové ovladače, přičemž v systému Inels tuto funkci zastávají ovladače WSB2. Požadavku na použití klasických nástěnných vypínačů (kvůli úsporám nebo jinému designu) lze vyhovět jejich připojením na jednotku binárních vstupů IM2. V tomto návrhu jsou do místností s nižšími nároky na estetiku (komora, garáž, dílna, spíž) takto použity klasické vypínače.

Pro sjednocení značení je na tlačítka nástěnných ovladačů (inteligentních i klasických) dále odkazováno dle obrázku 4.2. Jednotlivá tlačítka ovladačů jsou dále takto značena i při programování funkcí těchto prvků v prostředí Mosaic.

Pro udržení dobrého přehledu o teplotě v jednotlivých místnostech je ke všem ovladačům WSB2 navrženo připojení NTC teploměrů.

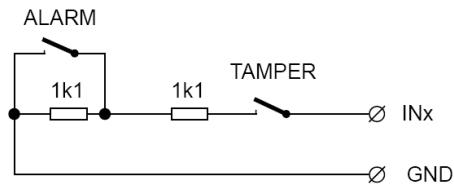


Obrázek 4.2: Označení tlačítek nástěnných ovladačů

4.3.3 Elektronický zabezpečovací systém (EZS)

V oblasti elektronického zabezpečení jsou běžně nasazovány PIR detektory a magnetické dveřní kontakty.³ Výstupem systému může být bud' elektroakustický měnič (siréna) nebo zpráva o poplachu odeslaná ze systému pro další zpracování (pomocí připojeného GSM modulu, Internetu).

Pro připojení těchto senzorů je určena jednotka binárních vstupů IM2, která nabízí napájení 12 V (použitelné například pro PIR čidla) a možnost konfigurovat některé vstupy jako vyvážené (viz obrázek 4.3). Pomocí dvou hodnot odporu se přenáší informace o klidovém stavu a aktivaci detektoru (v klidovém stavu je měřena základní hodnota odporu, při aktivaci je tato hodnota dvojnásobná). Zkrat, nebo rozpojení smyčky indikuje poruchu či sabotáž. Poplachová siréna bývá zpravidla ovládána jedním bezpotenciálovým spínacím vstupem a k systému ji lze tedy připojit pomocí spínacích modulů SA2.



Obrázek 4.3: Dvojitě vyvážená bezpečnostní smyčka

4.3.4 Sběrnicové rozvody

Maximální proudové zatížení sběrnice CIB (jedné master jednotky) je dle doporučení výrobce 1000 mA. Pro kontrolu byl v tabulce 4.3 proveden výpočet celkového proudového odběru všech navržených jednotek. Tato vypočtená hodnota překročila udávanou mez. V práci naznačeným řešením je použití dvou samostatných CIB okruhů, a tedy rozložení této zátěže. Další alternativou by bylo použití externího napájení pro energeticky náročné jednotky připojené na sběrnici (např. termopohony). Při návrhu by bylo vhodné počítat i s rezervou pro případné další rozšíření systému.

³Z hlediska připojení detektorů do systému jsou výše uvedené detektory jednoduchými NC kontakty. PIR detektor navíc zpravidla obsahuje *tamper* výstup, upozorňující na sejmutí krytu a tedy sabotáž čidla.

Tabulka 4.3: Kontrolní výpočet zatížení sběrnice CIB

Prvek	Počet	Odběr jednotky [mA]	Odběr celkem [mA]
SA2-04M	3	100	300
Alpha 24	4	75	300
WSB2	8	25	200
SA2-012M	2	50	100
IM2-80B	1	100	100
HC2-01B/AC	4	20	80
KEY2-01	1	80	80
IM2-40B	1	60	60
DA2-22M	1	30	30
IART2-01	1	20	20
RCM2-01	1	17	17
Celkem			1287

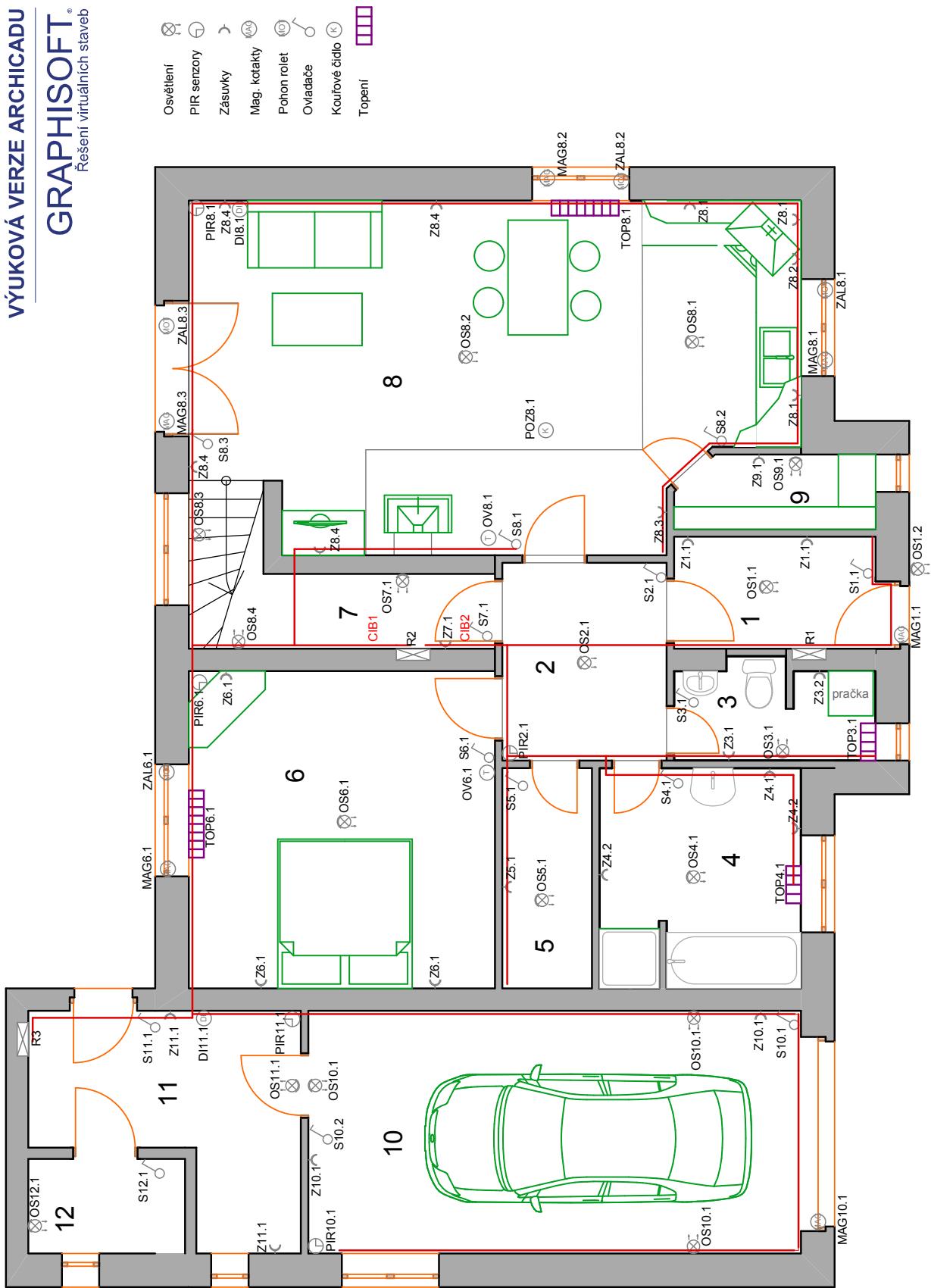
4.3.5 Celkový předprojekt umístění

Souhrnně popsané moduly nabízejí následující funkce:

- spínání osvětlení - 15 okruhů
- stmívání osvětlení - 2 okruhy
- spínání zásuvek - 7 okruhů
- ovládání žaluzií - 4x
- řízení teploty místností - 4x
- komunikace po GSM a Internetu

Popsané prvky jsou v projektu umístěny dle plánu 4.4.

VÝUKOVÁ VERZE ARCHICADU
GRAPHISOFT®
 Řešení virtuálních staveb



Obrázek 4.4: Předprojekt umístění inteligentní elektroinstalace

4.4 Cenová kalkulace

Kalkuce uvedená v tabulce 4.4 nezahrnuje standardní prvky elektroinstalace (jističe, zásuvky, osvětlení, vodiče a ostatní pomocný materiál).

Tabulka 4.4: Cenová kalkulace předpokládané instalace

Zařízení	Typ	Počet	Cena [Kč]	Cena celkem [Kč]
Řídicí jednotka	CP-1016	1	14900	14900
Spínací jednotka 12x	SA2-012M	2	4990	9980
GSM modul	GSM2-01	1	9800	9800
Spínací jednotka 4x	SA2-04M	3	2800	8400
Nástěnný ovladač 4x	WSB2-40	6	1190	7140
Polovodičový spínač	HC2-01B/AC	4	1390	5560
Stmívač 2x	DA2-22M	1	3535	3535
Master CIB sběrnice	MI-02M	1	3500	3500
Napájecí zdroj	PS-60/27	1	3490	3490
Ovládací jednotka	RC2M-01	1	2980	2980
Klávesnice zabezpečovacího systému	KEY2-01	1	2740	2740
Termopohon	Alpha 24	4	645	2580
Jednotka vstupu 8x	IM2-80B	1	1950	1950
Analogový termoregulátor	IART2-01	1	1850	1850
Nástěnný ovladač 8x	WSB2-80	1	1560	1560
Jednotka vstupu 4x	IM240B	1	1390	1390
Oddělení CIB sběrnice	BPS2-02M	1	1200	1200
Akumulátor 7Ah, 12V DC	PBQ 1270	2	570	1140
Nástěnný ovladač 2x	WSB2-20	1	960	960
Celkem				84655

4.5 Možnosti rozšíření

Sběrnicová instalace je obecně flexibilní a značně usnadňuje další rozšiřování systému. V důsledku rychlého rozvoje instrumentace je dnes možné téměř vše, projektant (potažmo

investor) je limitován pouze dostupnými finančními prostředky.

Rozumným rozšířením v další fázi realizace by mohla být integrace domácí meteostanice, která by systému předávala informace o množství srážek, rychlosti větru, intenzitě slunečního svitu atd. V návaznosti na tyto údaje by řídicí jednotka mohla rozhodnout o množství vody použité pro automatickou závlahu nebo například v případě větrného počasí lze reagovat automatickým stažením žaluzií.

Zajímavým řešením s původem v průmyslovém prostředí je zařazení prvků ve funkci prioritního relé, které v případě, kdy odběr domácnosti překročí nastavenou mez, přechodně odpojí méně podstatné části systému. Tímto způsobem by bylo možné použít na vstupu do objektu jistič s nižší nominální hodnotou proudu, a tak ušetřit.⁴

4.6 Konfigurace a programování

4.6.1 Nastavení hardware a jednotek na CIB

Vlastní konfigurace probíhá automaticky pomocí dialogů v prostředí Mosaic. Po nastavení jednotky CIB master (MI2-02M) jsou načteny všechny Inels moduly připojené na příslušné sběrnici a prostředí zpřístupní jejich další konfiguraci.

4.6.2 Programování sady funkcí

Programování dle normy IEC EN-61131-3 umožňuje použité jazyky libovolně kombinovat podle vhodnosti pro dané účely. Dále je možné vytvářet bloky uživatelských funkcí anebo využívat již připravených funkcí z rozsáhlé nabídky knihoven. Dobrým zdrojem informací je (*Programování PLC podle normy IEC 61 131-3 v prostředí Mosaic*, 2007).

Příklad implementace ovládání osvětlení

Pro zadávání základních funkcí (například jednoduché ovládání osvětlení) lze použít jazyk žebříčkových diagramů LD. Příkladem použití tohoto jazyka je následující konfigurace nástěnného ovladače S1.1 pro ovládání osvětlení OS1.1 pomocí spínací jednoty SA12_R1_1.⁵

⁴Cena za 1 kWh elektrické energie je odvozena od maximálního proudového zatížení rozvodné sítě.

⁵Uvedené prvky umístěny viz plán 4.4, tabulky A.2 a A.1.

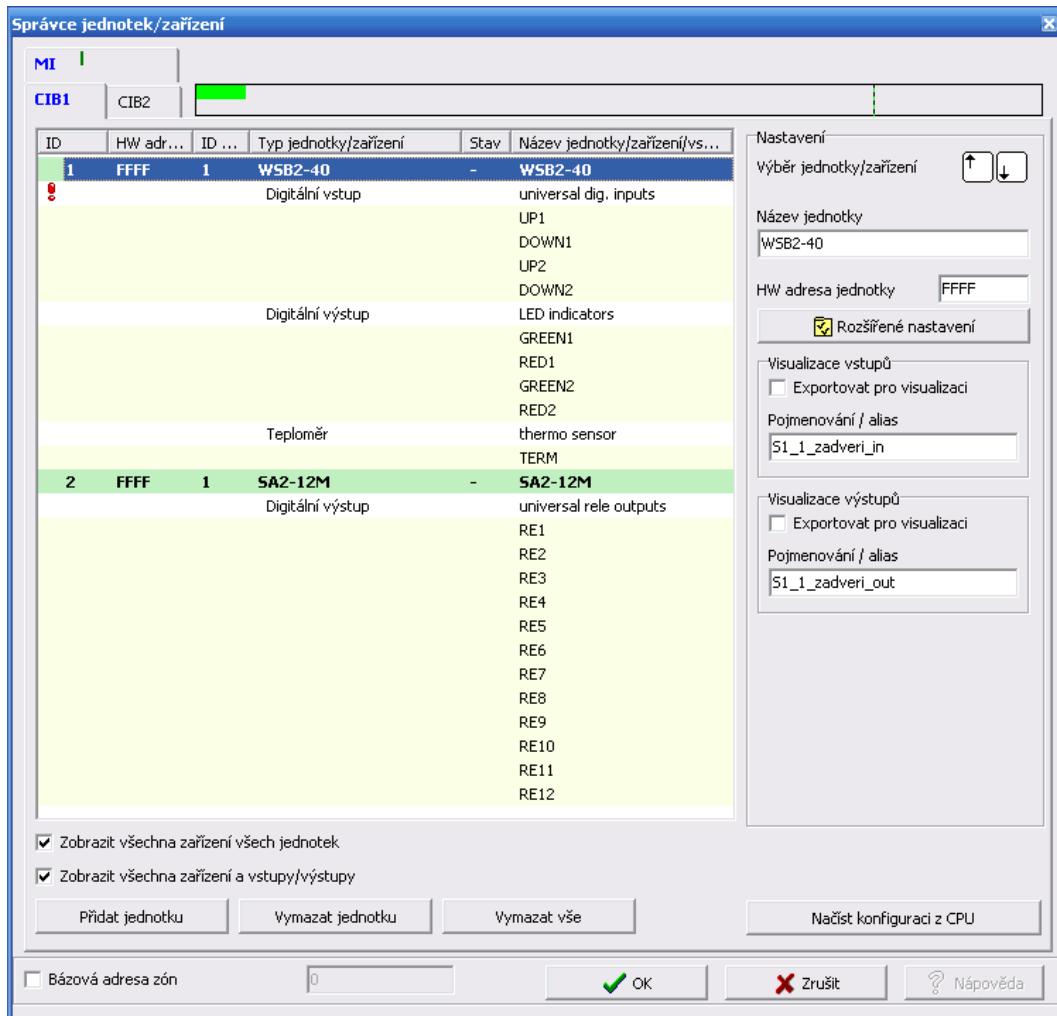
Nejprve provedeme nastavení jednotek Inels na kartě konfigurace CIB mastera (viz obrázek 4.5). Nabídka obsahuje soupis jednotek, příslušných vstupů a výstupů a také nastavení pojmenování, které bude dále používáno při programování. Základní informace o ovladači a s ním propojené jednotce jsou uvedeny v tabulkách 4.6 a 4.5.

Tabulka 4.5: Umístění a funkce ovladače S1_1_zadveri

Označení	Prvek	Tlačítko	Pojmenování	Ovládané zařízení	Funkce
S1.1	WSB2-40	UP1	S1_1_zadveri	Osvětlení zádveří	ZAP
		DOWN1		Osvětlení zádveří	VYP
		UP2		Osvětlení venkovní	ZAP
		DOWN2		Osvětlení venkovní	VYP
		TERM		Teplota zádveří	

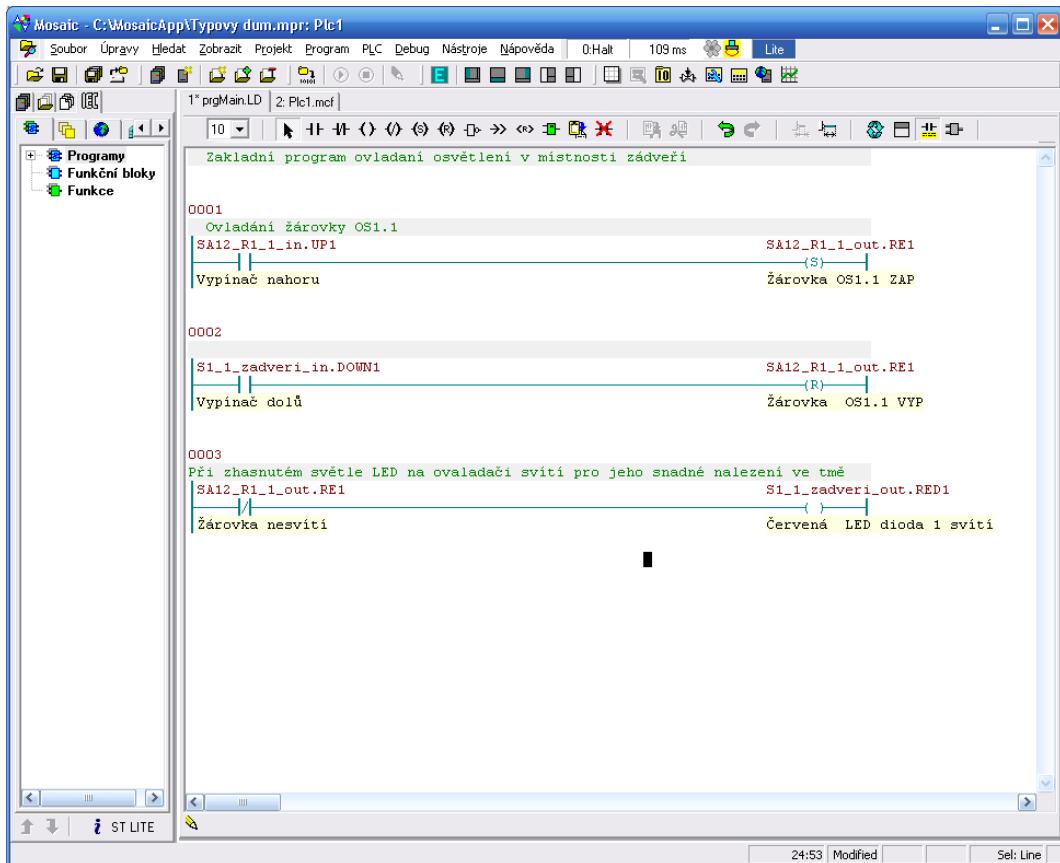
Tabulka 4.6: Umístění a připojení prvku SA12_R1_1

Prvek	Pojmenování	Svorka	Připojeno	Umístění
SA2-012M	SA12_R1_1	RE1	OS1.1	R1
		RE2	OS1.2	



Obrázek 4.5: Nastavení jednotek Inels

Nastavené pojmenování je dále používáno při programování, jak je patrné z obrázku 4.6. Uvedená část LD diagramu implementuje zapínání a vypínání osvětlení OS1.1. Dále je nastaven svit červené LED diody na tlačítku v případě, že je osvětlení zapnutoé (pro snadnou orientaci při hledání ovladače ve tmě).



Obrázek 4.6: Žebříčkový LD diagram ovládání osvětlení

Příklad sdílení informací mezi technologickými celky

Následující postup je ukázkou řízení teploty v místnosti v návaznosti na chování uživatele. Motivací je běžná situace, kdy člověk v přetopeném pokoji otevře okno, aby vyvětral. V důsledku toho bud' radiátory topí zatímco je otevřené okno, nebo je uživatele nucen na jejich uzavření pamatovat (pro pozdější opětovné zapnutí).

Následující program v jazyce funkčních bloků vyřadí ovládaní termoelektrického ventilu (například od dvoustavového regulátoru teploty) v závislosti na otevření okna v uvažované místnosti⁶.

Jak je patrné z obrázku 4.7 binární signál od regulátoru *topeniAkcni* projde do termoelektrického ventilu *topeniAktor* pouze pokud je magnetický spínač *oknoNC* sepnutý.

⁶Poznamenejme, že magnetické kontakty umístěné na oknech jsou typicky normálně sepnuté (NC).



Obrázek 4.7: Ovládání topení v jazyce funkčních bloků

Příklad řízení osvětlení v závislosti na pohybu v místnosti

Spínání světla v důsledku pohybu osob je již poměrně rozšířeným postupem a to zejména v místech se zvýšeným pohybem osob (administrativní budovy, restaurace atd.). Nasazením obdobného principu v rodinném domě je díky vlastnostem inteligentní elektroinstalace v podstatě jen programovým zásahem, bez nutnosti jakýchkoliv dalších úprav. Následující program je dle návrhu vhodný do místností s méně častým využitím (např. garáž), kde dokáže zamezit opomenu vypnout při odchodu osvětlení. Případně lze zvážit jeho použití i ve frekventovanějších místnostech například ve spojení s časovým plánem.

V programu koncipovaném jako funkční blok je použit vstup kontaktu PIR čidla *pohybNeZaznamenan* (zpravidla typu NC) a výstup *svetloVypnout* značící pokyn k vypnutí osvětlení.⁷ V případě sepnutí kontaktu *pohybNeZaznamenan* je spuštěn dvacetiminutový časovač, který po tomto čase aktivuje výstup *svetloVypnout*. V případě zaznamenání pohybu (a tedy vypnutí vstupu *pohybNeZaznamenan*) je časovač resetován.

```

FUNCTION_BLOCK FB_PrikladPIRsvetlo
VAR_INPUT
pohybNeZaznamenan : BOOL;
END_VAR

VAR_OUTPUT
svetloVypnout : BOOL;
END_VAR

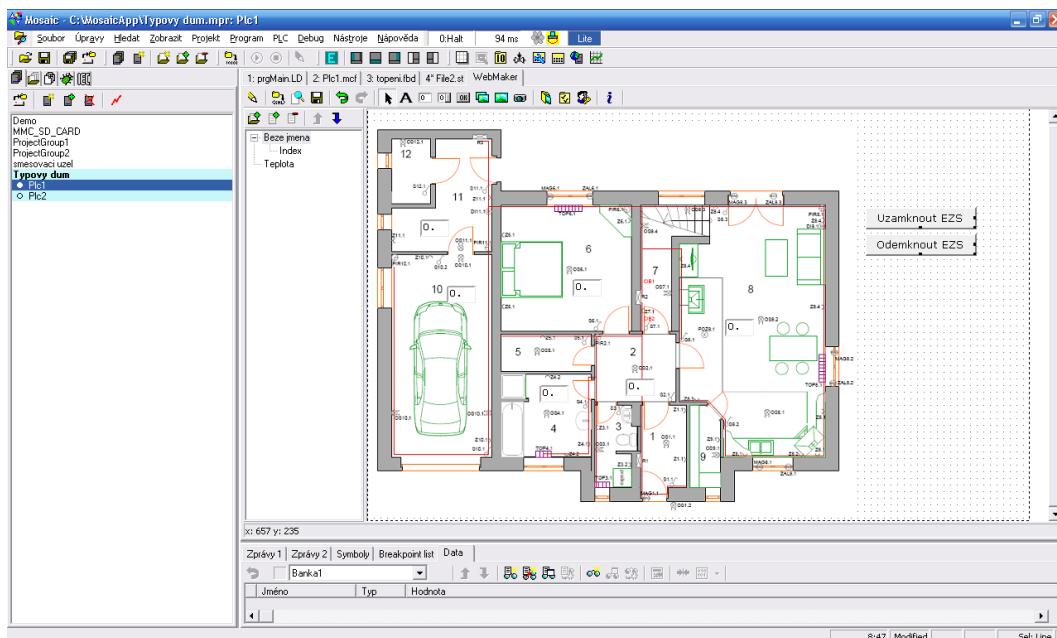
VAR
timer : TON;
END_VAR

timer(IN := pohybNeZaznamenan, PT := TIME#20m, Q => svetloVypnout);
END_FUNCTION_BLOCK
  
```

⁷Tento přístup umožňuje blok použít znovu na jiném místě a dále libovolně nakládat s výstupem jeho signálů (např. pokyn *svetloVypnout* může být vyhodnocován spolu s časovým plánem pro danou místnost).

Příklad vizualizace s programem Web Maker

Ovládání celého domu je možné sloučit do centrálního ovládacího stanoviště pomocí nástroje Web Maker. Tento WYSIWYG editor vytváří z vložených prvků sadu aktivních vzájemně propojených webových stránek, které dále přímo ovládají různé funkce domu. Tímto způsobem lze přehledně zobrazovat stavové informace z jednotlivých místností (teplotu, stav osvětlení, aktivaci okruhů elektrických zásuvek), případně i hromadně aktivovat různé funkce elektroinstalace (režim vytápění, stav EZS) a to i na dálku. Obrázek 4.8 představuje jednoduchou stránku s informací o teplotách v jednotlivých pokojích, přehledně zobrazenou nad obrysem domu. Pro ilustraci jsou zde také umístěna tlačítka pro centrální ovládání EZS.



Obrázek 4.8: Ukázka použití programu Web Maker

4.6.3 Funkce realizující složitější řízení

Moderní problematikou v oblasti automatizace budov je vytváření scén. Tímto pojmem jsou označovány kombinace případně sekvence úkonů, které dům automaticky vykonává na základě zamýšlené činnosti uživatele. Jako příklad mohou posloužit následující scény:

- Večerní sledování televize: po aktivaci scény jsou automaticky staženy žaluzie, osvětlení se nastaví na sníženou intenzitu a vytápění přejde do komfortního režimu.

- Použití kuchyně: po stisku tlačítka se v kuchyňské lince rozsvítí osvětlení, aktivují se zásuvky a zapne se hudba z rádia.
- Příchod do pracovny: po vstupu do pracovny se po určitou dobu zapne hlavní světlo (doba např. na odložení tašky) a zapne se počítač, následně se hlavní světlo spojíte ztlumí na polovinu a rozsvítí se lampa u pracovního stolu.

Tyto posloupnosti úkonů uživateli usnadní práci a přispějí ke zvýšení uživatelského pochodu, ale to pouze pod podmínkou, že daná scéna opravdu realizuje zamýšlenou činnost. V opačném případě by celé řízení bylo více na obtíž, než aby přinášelo zvýšení komfortu. Dobrým doporučením je programovat spuštění těchto komplexních funkcí až na prokazatelně vědomý vstup od uživatele (kombinace stisků nástěnného ovladače, dlouhý stisk apodb.) a dále nastavit jejich předčasné ukončení na nějaký velmi jednoduchý povel (jeden stisk v poloze tlačítka běžně používané pro vypnutí).

Po úvaze lze za rozumný přístup považovat rozdělení úrovní ovládání na běžné (např. jednoduché stisky nástěnných ovladačů vypínají a zapínají osvětlení), které v souladu s obecně zažitým principem dokážou bez potíží používat i děti, starší osoby nebo návštěvy. Nad touto vrstvou lze pak zcela podle uvážení uživatele vybudovat rozsáhlý soubor různých automatizovaných činností.

Kapitola 5

Závěr

V průběhu práce byly představeny prvky inteligenční elektroinstalace Foxtrot a Inels (s naznačením jejich typického použití a zapojení). Dále byl na základě obecných požadavků na inteligenční řízení rodinného vytvořen předprojekt instalace těchto prvků v typovém objektu.

Ve zvoleném domě jsem navrhl použití modulů pro ovládání osvětlení, teploty a polohy předokenních žaluzií v jednotlivých místnostech pomocí nástěnných ovladačů a také rozmístění prvků EZS a EPS. Míra automatizace objektu odpovídá současným běžným komerčním návrhům.

Dokumentaci návrhu jsem provedl pomocí plánu a tabulek, pro jejichž formu zatím neexistuje norma ani doporučení ze strany výrobce. Moduly určené pro instalaci do rozvodné skříně jsem po analýze netypicky umístil do tří samostatných rozvodnic. V průběhu práce jsem dále narazil na problém s přílišným proudovým zatížením sběrnice, ke kterému v práci navrhoji řešení.

Na závěr práce jsem sestavil několik jednoduchých programů, na kterých je demonstrována vhodnost návrhu do přiložených tabulek (obsahují dostatek informací pro programování funkcí) a také možnosti propojení různých technologických celků s prostředky inteligenční elektroinstalace. V průběhu tvorby konceptů řídicích postupů se ukázalo, že definovat rozumný algoritmus řízení je těžší úlohou, než jeho následná implementace v programových prostředcích automatů PLC.

Poznatky získané při tvorbě této práce jsem aplikoval při návrhu systému pro reálný objekt. Z této zkušenosti vyplývá zejména požadavek na tvorbu podrobného návrhu a dokumentace, přičemž struktura tabulek se v praxi ukázala jako vhodná.

Literatura

Katalog firmy Teco a.s. (2009), Kolín: Teco a.s. <<http://www.tecomat.cz/>>.

Programování PLC podle normy IEC 61 131-3 v prostředí Mosaic (2007), Kolín: Teco a.s. [cit. 2009-06-5],
<<http://tecomat.cz/docs/cze/Software/Mosaic/TXV00321.pdf>>.

Příručka projektanta systémů FOXTROT (2009), Kolín: Teco a.s. [cit. 2009-05-1],
<<http://www.tecomat.cz/docs/cze/Tecomat/tvx00411.pdf>>.

ŠMEJKAL, L. a KLABAN, J. (2009), *Inteligentní budovy - luxus nebo nezbytnost*, Praha:
Časopis Automatizace roč. 52 č. 4.

SMRČKA, K. (2009), *Intelligent home environment – the German approach*.
[cit. 2009-05-1], <<http://www.engineeringnews.co.za/article/intelligent-2009-03-13>>.

STÝSKALÍK, J. (2009), *Inteligentní elektroinstalace budov INELS*, Holešov: Elko EP s.r.o.
[cit. 2009-06-05], <<http://www.inels.cz>>.

VALEŠ, M. (2006), *Inteligentní dům*, Brno: Vydavatelství ERA.

Příloha A

Návrhové tabulky instalace

Tabulka A.1: Umístění a funkce nástěnných ovladačů

Označení	Prvek	Tlačítko	Pojmenování	Ovládané zařízení	Funkce
S1.1	WSB2-40	UP1	S1_1_zadveri	Osvětlení zádveří	ZAP
		DOWN1		Osvětlení zádveří	VYP
		UP2		Osvětlení venkovní	ZAP
		DOWN2		Osvětlení venkovní	VYP
		TERM		Teplota zádveří	
S2.1	WSB2-20	UP1	S2_1_chodoba	Osvětlení zádveří	ZAP/VYP
		DOWN1		Osvětlení chodba	ZAP/VYP
		TERM		Teplota chodba	
S8.1	WSB2-80	UP1	S8_1_obyvak	Osvětlení obývací pokoj	ZAP
		DOWN1		Osvětlení obývací pokoj	VYP
		UP2		Osvětlení kuchyně	ZAP
		DOWN2		Osvětlení kuchyně	VYP
		UP3		Žaluzie	NAH
		DOWN3		Žaluzie	DOL
		UP4		Rezerva	
		DOWN4		Rezerva	
		TERM		Teplota obývací pokoj	
OV8.1	RCM2-01		OV8_1_obyvak	Pokojový ovladač	
S8.2	WSB2-40	UP1	S8_2_kuchyne	Osvětlení kuchyně	ZAP

Pokračování tabulky na další straně...

PŘÍLOHA A. NÁVRHOVÉ TABULKY INSTALACE

II

Označení	Prvek	Tlačítko	Pojmenování	Ovládané zařízení	Funkce
		DOWN1		Osvětlení kuchyně	VYP
		UP2		Rozvody kuchyně	ZAP/VYP
		DOWN2		Žaluzie	NAH/DOL
		TERM		Teplota kuchyně	
S8.3	WSB2-40	UP1	S8_3_schody	Osvětlení obývací pokoj	ZAP/VYP
		DOWN1		Osvětlení schodiště	ZAP/VYP
		UP2		Žaluzie	NAH/DOL
		DOWN2		Osvětlení venkovní	ZAP/VYP
		TERM		Teplota venkovní	
S7.1	Spínač 1x	UP1	S7_1_technicka	Osvětlení tech. místnost	ZAP
		DOWN1		Osvětlení tech. místnost	VYP
S4.1	WSB2-40	UP1	S4_1_koupelna	Osvětlení koupelna	ZAP
		DOWN1		Osvětlení koupelna	VYP
		UP2		Větrání koupelna	ZAP
		DOWN2		Větrání koupelna	VYP
		TERM		Teplota koupelna	
S6.1	WSB2-40	UP1	6_1_loznice	Osvětlení ložnice	ZAP
		DOWN1		Osvětlení ložnice	VYP
		UP2		Žaluzie	NAH
		DOWN2		Žaluzie	DOL
		TERM		Teplota ložnice	
OV8.1	IART2-01		OV6_1_loznice	Pokojový ovladač	
S3.1	Spínač 1x	UP1	S3_1_wc	Osvětlení WC	ZAP
		DOWN1		Osvětlení WC	VYP
S5.1	Spínač 1x	UP1	S5_1_komora	Osvětlení komora	ZAP
		DOWN1		Osvětlení komora	VYP
S10.1	Spínač 1x	UP1	S10_1_garaz	Osvětlení garáž	ZAP
		DOWN1		Osvětlení garáž	VYP
		UP2		Garáž vrata	NAH
		DOWN2		Garáž vrata	DOL
S10.2	WSB2-40	UP1	S10_2_garaz	Osvětlení garáž	ZAP

Pokračování tabulky na další straně...

Označení	Prvek	Tlačítko	Pojmenování	Ovládané zařízení	Funkce
		DOWN1		Osvětlení garáž	VYP
		UP2		Garáz vrata	NAH
		DOWN2		Garáz vrata	DOL
		TERM		Teplota garáž	
S11.1	Spínač 2x	UP1	S10_1_garaz	Osvětlení dílna	ZAP
		DOWN1		Osvětlení dílna	VYP
S12.1	Spínač 1x	UP1	S12_1_sklad	Osvětlení sklad	ZAP
		DOWN1		Osvětlení sklad	VYP

Tabulka A.2: Umístění a připojení prvků Inels

Prvek	Pojmenování	Svorka	Připojeno	Umístění
IM2-80B	IM80_11_1	IN1	PIR10.1	11
		IN2	PIR11.1	
		IN3	MAG10.1	
		IN4	S12.1	
		IN5	S11.1	
		IN6	S10.1ab	
		IN7	S10.1cd	
		IN8	Rezerva	
		T	T11.1	
SA2-04M	SA04_R3_1	RE1	OS10.1	R3
		RE2	OS11.1	
		RE3	OS12.1	
		RE4	Z10.1, Z11.1	
SA2-012M	SA12_R2_1	RE1	OS7.1	R2
		RE2	OS8.2	
		RE3	OS8.3	
		RE4	OS8.4	
		RE5	OS2.1	
		RE6	ZAL6.1	

Pokračování tabulky na další straně...

PŘÍLOHA A. NÁVRHOVÉ TABULKY INSTALACE

IV

Prvek	Pojmenování	Svorka	Připojeno	Umístění
		RE7	ZAL6.1	
		RE8	ZAL8.3	
		RE9	ZAL8.3	
		RE10	Rezerva	
		RE11	Rezerva	
		RE12	Rezerva	
SA2-04M	SA04_R1_1	RE1	Z3.2	R1
		RE2	Z3.1, Z4.2	
		RE3	Z1.1, Z9.1, Z8.1	
		RE4	Z8.2	
SA2-04M	SA04_R2_1	RE1	Z8.4	R2
		RE2	Z6.1	
		RE3	Z5.1	
		RE4	Rezerva	
SA2-012M	SA12_R1_1	RE1	OS1.1	R1
		RE2	OS1.2	
		RE3	OS3.1	
		RE4	OS4.1	
		RE5	OS9.1	
		RE6	ZAL8.1	
		RE7	ZAL8.1	
		RE8	ZAL8.2	
		RE9	ZAL8.2	
		RE10	SIR_ext	
		RE11	Rezerva	
		RE12	Rezerva	
DA2-22M	DA22_R2_1	OUT1	OS8.1	R2
		OUT2	OS6.1	
CP-1016	CP_R2_1	DI0	PIR2.1	R2
		DI1	PIR6.1	
		DI2	MAG8.3	

Pokračování tabulky na další straně...

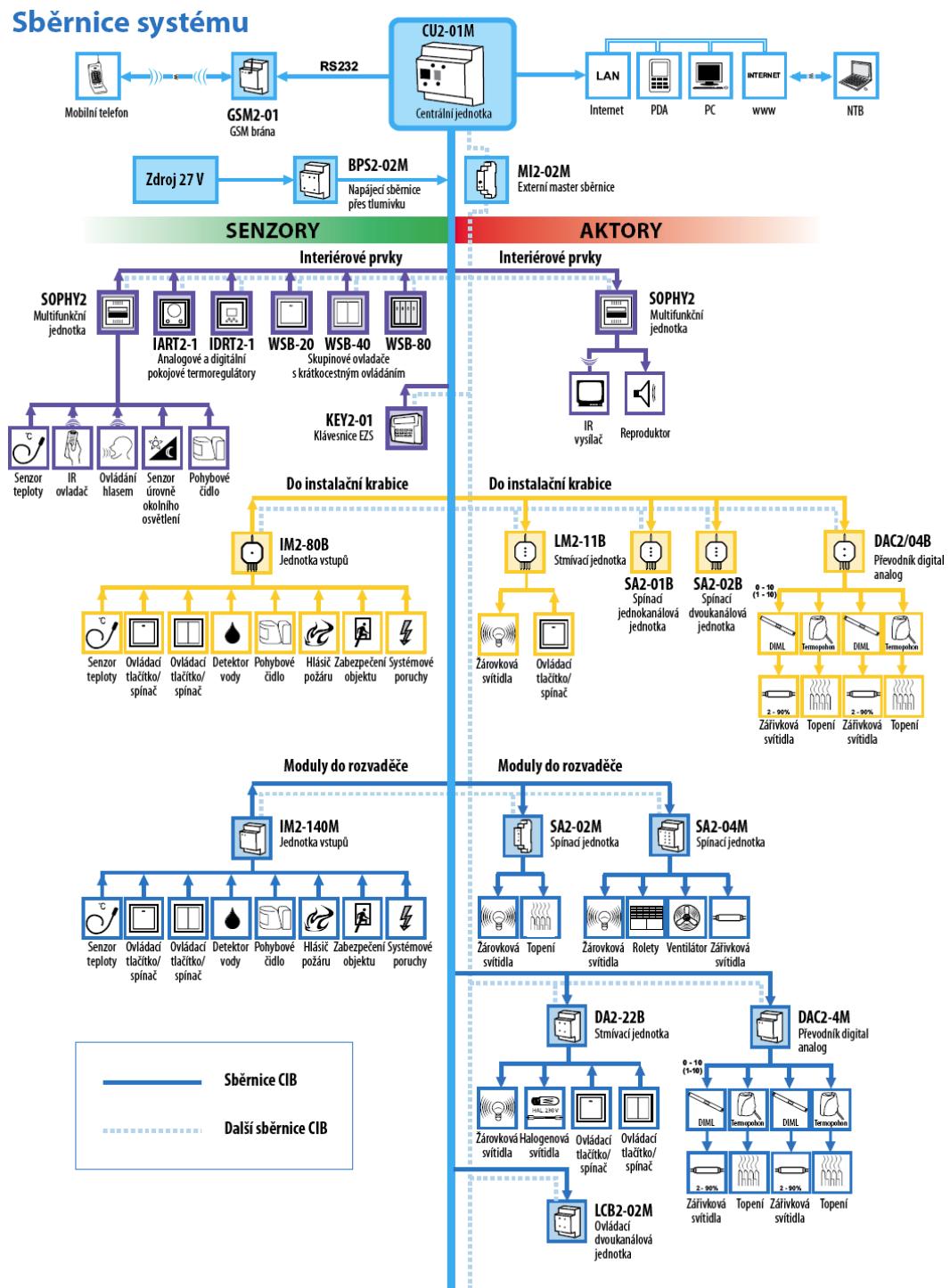
PŘÍLOHA A. NÁVRHOVÉ TABULKY INSTALACE

V

Prvek	Pojmenování	Svorka	Připojeno	Umístění
		DI3	MAG6.1	
		DI4	MAG1.1	
		DI5	POZ8.1	
		DI6	S7.1	
		DI7	S3.1	
		DI8	S5.1	
		DI9	Rezerva	
		DI10	Rezerva	
		DI11	Rezerva	
		DI12	Rezerva	
IM2-40B	IM40_8_1	IN1	PIR8.1p	8
		IN2	PIR8.1s	
		IN3	MAG8.1	
		IN4	MAG8.2	
		T	T8.1	
HC2-01B/AC	HC2_8_1	16	TOP8.1	8
HC2-01B/AC	HC2_6_1	16	TOP6.1	6
HC2-01B/AC	HC2_4_1	16	TOP4.1	4
HC2-01B/AC	HC2_4_2	16	TOP3.1	4
MI-02M	MI_R2_1			R2
BPS2-02M	BPS_R2_1			R2
GSM2-01	GSM_R2_1			R2
PS-60/27	PS_R2_1			R2

Příloha B

Další údaje



Obrázek B.1: Struktura prvků Inels připojených k automatu Foxtrot

Příloha C

Obsah přiloženého CD

K této práci je přiloženo CD s následující strukturou adresářů:

- bp_pdf: Elektronická verze této práce v pdf.
- navrhy: Návrhové listy ve formátu xls.
- prirucky: Použité příručky firmy Teco a.s.
- plan: Plány podlaží s umístěnými prvky Inels.