ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta elektrotechnická
Katedra řídicí techniky
K13135

Diplomová práce
X35DIP

Řízení inteligentního domu

2010 Eduard Filip

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: **Bc. Eduard Filip**

Studijní program: Elektrotechnika a informatika (magisterský), strukturovaný
Obor: Kybernetika a měření, blok KM1 - Řídicí technika

Název tématu: **Řízení inteligentního domu.**

Pokyny pro vypracování:

1. Navrhněte koncepci a definujte soubor funkcí a nároky na realizaci pro řízení inteligentní budovy, včetně obsluhy, operátorského rozhraní, monitorování a dálkového ovládání.
2. Vytvořte projekt řízení, navrhněte instrumentaci, zpracujte zásady projektování, obsluhy a operátorského rozhraní.
3. Vytvořte koncept uživatelského programu pro řídicí systém, včetně programů pro operátorské rozhraní, vizualizaci, monitorování, komunikaci, dálkové ovládání, a programové řešení ověřte v simulovaných podmínkách.
4. Zobecněte své zkušenosti a popřípadě vytvořte návrh doporučení pro projektování inteligentních budov a zásad pro jejich obsluhu a operátorské rozhraní.

Seznam odborné literatury:

Dodá vedoucí práce

Vedoucí: Ing. Martin Hlinovský, Ph.D.

Platnost zadání: do konce letního semestru 2010/2011

prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry

L.S.

doc. Ing. Boris Šimák, CSc.
děkan

V Praze dne 25. 1. 2010

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta elektrotechnická
Katedra řídicí techniky
K13135

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 13.5.2010 .....

.....
podpis

Anotace

Cílem této diplomové práce je rozbor problematiky inteligentních budov. Práce se zabývá návrhem inteligentního řízení pro bytovou jednotku, jejího monitorování a dálkového ovládání. Celý návrh je realizován prostřednictvím českého systému inteligentní instalace iNELS. Na závěr jsou shrnuty doporučení pro projektování a obsluhu systémů inteligentní instalace.

Abstract

The goal of this diploma thesis is analysis of matters of intelligent buildings. The thesis deals with project of intelligent control of flat unit, it's monitoring and remote control. The whole project is realized through the Czech system of intelligent installation iNELS. At the conclusion are summarized recommendation for projection and handling of intelligent installation systems.

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce ing. Martinu Hlinovskému, Ph.D., který se cenným radami, zkušenostmi a poznámkami zasloužil o vznik této bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat všem známým, kolegům a kamarádům, kteří mi poskytovali inspiraci při psaní této práce. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat celé mojí rodině, která mi při studiu poskytuje zázemí a podporu.

Obsah:

1. ÚVOD 8

2. INTELIGENTNÍ BUDOVA 9

3. SYSTÉM INELS 13

3.1. Centrální jednotka 14
3.2. Sběrnice CIB 16
3.3. Jednotky vstupů 17
3.4. Spínací jednotky 18
3.5. Nástěnné ovladače 19
3.6. Další prvky systému iNELS 20
3.7. Komponenty EZS 21

4. NÁVRH KONCEPCE ŘÍZENÍ PRO BUDOVU 22

4.1. Úvodní popis objektu 22
4.2. Značení a umístění prvků systému 24
4.2.1. Jednotky iNELS 24
4.2.2. Další prvky 31
4.3. Návrh koncepce řízení v objektu 35
4.3.1. Navržené funkce systému 35
4.3.2. Ovládání osvětlení 36
4.3.3. Ovládání zásuvek 41
4.3.4. LED osvětlení 41
4.3.5. Ovládání venkovních žaluzií 43
4.3.6. Simulace přítomnosti 46
4.3.7. Zabezpečovací systém 48
4.3.8. Varování před nebezpečím požáru 51
4.4. Monitorování systému 53
4.4.1. GSM brána 53
4.4.2. Webová stránka systému 55

5. OVĚŘENÍ NÁVRHU V SIMULOVANÝCH PODMÍNKÁCH 58

5.1. Možnosti prostředí Mozaic 58
5.2. Simulace projektu 59

6. DOPORUČENÍ PRO PROJEKTOVÁNÍ INTELIGENTNÍCH BUDOV 63

7. ZÁVĚR 67

1. Úvod

Lze s nadsázkou říci, že automatizace v dnešní době, v přeneseném slova smyslu, „hýbe světem“. Donedávna byla automatizace pouze výsadou průmyslových odvětví a i v této oblasti zaznamenávala největší rozvoj.

V posledních několika letech se začíná automatizace hojně využívat v další oblasti, a to v technickém zařízení budov. Pod pojmem automatizace si už v této souvislosti dnes nepředstavujeme pouze termostat umístěný v bytě, sepínající kotel ústředního vytápění, ale spoustu dalších nejrůznějších funkcí schovaných pod pojmem „inteligentní dům“.

Dříve bylo použití „inteligence“ užité v budovách většinou výsadou velkých budov jako například hotely, obchodní centra, provozovny společností, úřady atd. , ale s rozvojem technologií určených pro řízení budov, a s poklesem cen systémů pro toto určených, se postupně v hojnějším měřítku začínají tyto technologie uplatňovat i v rodinných domech, bytech, nízkoenergetických budovách atd.

Tato diplomová práce se zabývá návrhem řízení „inteligentního domu“ s využitím systému iNELS vyvinutého společně společnostmi Teco a Elko. Návrh je určen pro budovu určenou k rekonstrukci velkého rozsahu v Areálu u Šmídů v Rakovníku.

2. Inteligentní budova

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, jedná se o pojem, který se dostal do širšího povědomí veřejnosti hlavně až v několika posledních letech. Nicméně tento pojem vznikl již někdy v 50. letech 20. století, kdy vznikla myšlenka domu osazeného systémem automatizace, která sama řídila vytápění, roboty na čištění podlah, audio a video systémy atd. Ale jisté náznaky směřující k této myšlence lze nalézt již dříve, a to přímo v naší republice, kde již v roce 1930 byla dokončena unikátní stavba německého architekta Ludwiga Miese van der Rohe – vila Tugendhat. V této stavbě bylo použito na svou dobu zcela mimořádné provozní a technické zázemí a vybavení domu. Dvě velká okna proti onyxové příčce a jídelnímu prostoru bylo možno pomocí elektromotorů spouštět až k podlaze. V suterénu byla kotelna a prostor pro koks, sklep, komora na nářadí a na ovoce, prádelna, sušárna a žehlírna a dále „molová komora“ na uskladnění kožichů. Nechyběla temná komora Fritze Tugendhata, který byl vášnivým foto a kino amatérem. V domě byl rozvod pitné a užitkové vody a byl zde zaveden systém vzduchotechniky - kombinace topení, ochlazování a zvlhčování. *„Aby se velký prostor nezohavil topnými tělesy, bylo vytvořeno klimatické zařízení, které bylo možno v létě použít jako vzdušné chlazení. Ačkoli v té době nebylo ještě dostatek zkušeností s takovým zařízením v soukromých domech, fungovalo toto topení vzduchem výtečně. Půl hodiny po otevření bylo v celém prostoru teplo.“ K technické dokonalosti patřilo i bezpečnostní a signalizační zařízení. „V noci byl přechod z ulice na terasu uzavřen fotobuňkou, abychom mohli bez obav nechat otevřené dveře z ložnice na terasu.“* [1] Ale nyní se od této krátké exkurze do historie inteligentních budov vraťme zpět k výkladu tohoto pojmu.

Vedle možných finančních úspor plynoucích z tohoto způsobu domovní instalace, hlavním účelem inteligentních budov je zvýšit komfort užívání pro obyvatele. Pojem inteligentní budova se v současné době často používá pro široké spektrum různě vybavených budov – od domů osazených kamerovým systémem a jednoduchou strukturovanou kabeláží (rozvody pro počítačovou síť atd.) po ukázkové domy které slouží k demonstraci nejmodernější technologie. Pro rozdělení domů

Obr. 2.1 Vila Tugendhat

podle míry inteligence zde uvedeme 5 stupňů, do kterých lze podle některých zdrojů budovy rozdělit [2], [3]:

1. **Obsahující inteligentní zařízení a systémy:** dům obsahující samostatná, inteligentně fungující zařízení, pracující nezávisle na ostatních. Například systém řízení osvětlení skládající se ze snímače přítomnosti osoby a snímače úrovně osvětlení.
2. **Obsahující inteligentní komunikující zařízení a systémy:** dům obsahující inteligentně fungující zařízení a systémy, které si z důvodu zdokonalení svojí činnosti vyměňují informace a zprávy. Například systém, po té co dojde k uzamčení vchodových dveří, zaktivuje bezpečnostní systém a vypne veškerá světla.

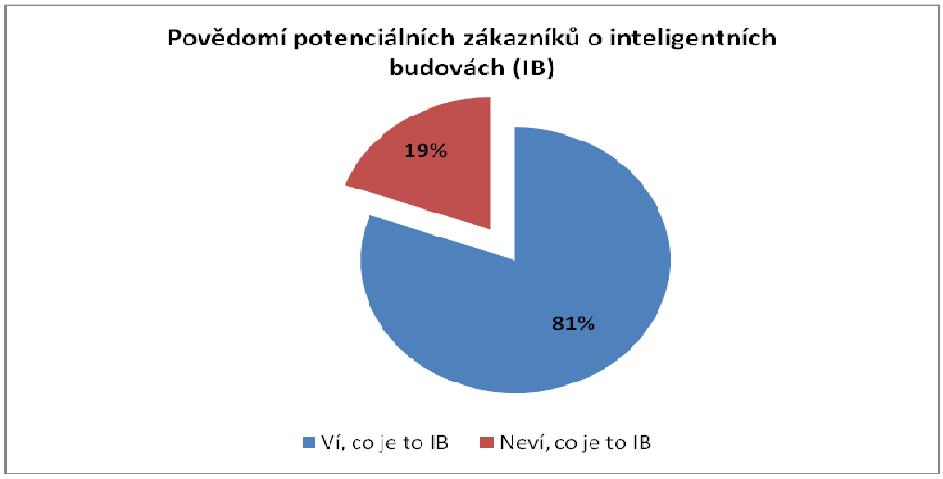
3. **Propojený dům:** dům propojený použitím vnitřní a vnější komunikační sítě, umožňující interaktivní vzdálené ovládání systémů, přístup ke službám a informacím z domu i mimo něj. Například systém po vyhlášení poplachu rozsvítí světla v domě (případně i na zahradě), vytáhne rolety, přivolá bezpečnostní službu atd.
4. **Učící se dům:** dům zaznamenávající aktivity obyvatel, tyto záznamy používá pro samočinné ovládání technologií podle předvídaných potřeb jeho uživatelů. Například ovládání světel a vytápění dle obvyklého způsobu používání.
5. **Pozorný dům:** dům, kde jsou aktivity a okamžitá poloha lidí a předmětů neustále vyhodnocovány, na základě vyhodnocování těchto údajů jsou technologie samočinně ovládány dle předvídaných potřeb. Na rozdíl od stupně 4, který využívá historická data, zde vše probíhá v reálném čase.

Všechny výše jmenované stupně inteligence budovy na sebe vzájemně navazují a každý vyšší stupeň v sobě již automaticky zahrnuje stupeň nižší. Stupně 4 a 5 jsou v současnosti pouze v rovině výzkumných projektů a v praxi se běžně využívá technologie pokrývající stupně 1 – 3 výše uvedeného rozdělení.

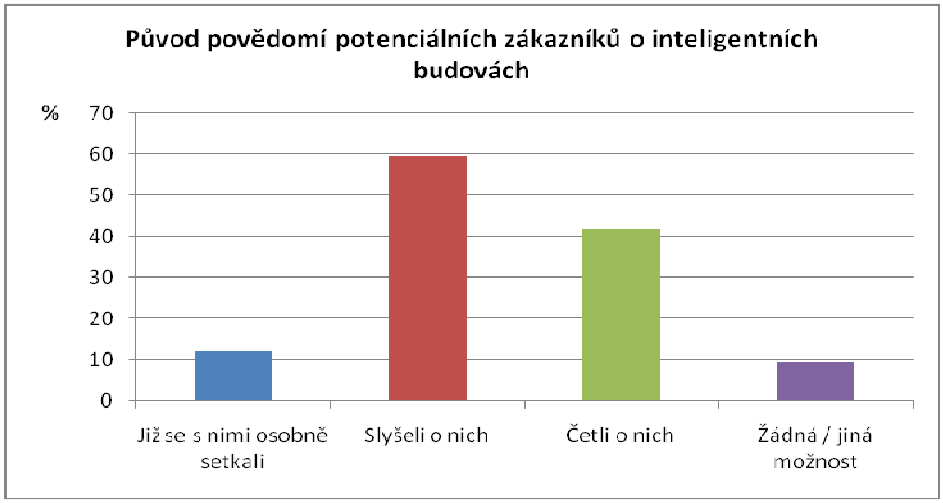
Stále se nabízí otázka, zda pro obytné domy není tento druh instalace pouze zbytečným luxusem nebo „výstřelkem“. Největší podíl na současném rychlém rozvoji inteligentních budov má rozvoj komunikačních technologií, které využívají Ethernet, bezdrátové a různé další sítě a sběrnice. Dalším významným prvkem jsou také možnosti jednotlivých senzorů, akčních členů a zabezpečovacích systémů – a v neposlední řadě je velmi důležitým faktorem rostoucí cenová dostupnost všech těchto prvků. Hojně se těchto technologií využívá v „pasivních“ nebo též „nízkoenergetických“ domech, kdy tyto budovy mají opláštění provedené tak, že dochází k minimálním ztrátám energie. Ale tím je zároveň nutné provádět řízenou ventilaci, často spojenou s rekuperací tepla atd. Jak již bylo řečeno, jedním z největších přínosů inteligentního domu je uživatelský komfort, projevující se různými užitečnými detaily, závisejícími na konkrétním provedení, obvykle na řešení elektroinstalace a odpovídajícím programu. Příkladem může být použití infračervených senzorů pohybu PIR, které mohou usnadnit pohyb po chodbách, schodištích atd. V místnostech lze ovládat osvětlení a další spotřebiče pomocí

logických souvislostí, máme možnost využít vícenásobně ovládací prvky tím, že rozlišujeme jednoduchý, dvojitý, krátký nebo dlouhý stisk. Dům lze snadno dovést do určitého stavu použitím přeprogramovaných scén a akcí, realizovaných například při vstupu nebo odchodu z budovy nebo bytové jednotky. Výhodou je, že stav ve kterém se systém nachází, lze snadno monitorovat použitím přístupu z PC nebo pomocí operátorských panelů [4], [15].

Pro ilustraci o povědomí o inteligentních budovách mezi lidmi, jsou na následujících 2 obrázcích zobrazeny výsledky ankety, týkající se této problematiky [18].



Obr. 2.2 Povědomí potenciálních zákazníků o int. budovách



Obr. 2.3 Původ povědomí lidí o inteligentních budovách

3. Systém iNELS

Systém iNELS je systém moderní instalace pro inteligentní budovy, tento systém vznikl na základě spolupráce společností Teco, a.s., a Elko EP, s.r.o. a je založen na technologiích společnosti Teco. Páteřní částí celého systému je centrální jednotka (a to buď jednotka na bázi PLC nebo přímo PLC) a sběrnice CIB (Common Installation Bus), která zajišťuje komunikaci a napájení senzorů a akčních členů rozprostřených po budově. V následujících kapitolách lze nalézt stručný popis jednotlivých částí systému iNELS [13], [14].

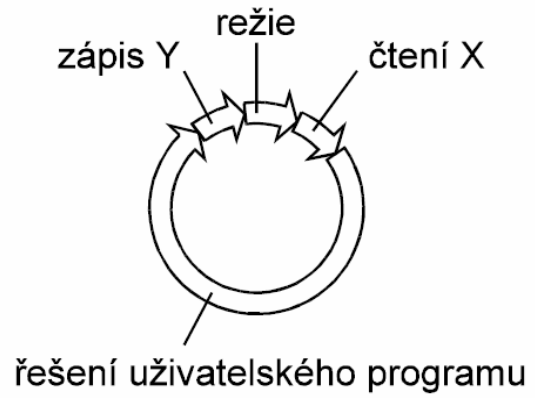
Obr. 3.1 Ilustrace systému iNELS

3.1. Centrální jednotka

V současné době existují dva typy centrálních jednotek, které tvoří „mozek“ systému iNELS, a to jednotka CU2-01M a Tecomat Foxtrot.

Jednotka CU2-01M je určená do rozsahu 192 CIB jednotek, tuto jednotku parametrizujeme pomocí programu IDM (iNELS designer and manager). IDM je určen pro „neprogramátory“, umožňuje díky dialogům výběr z předem připravených možností, pomocí kterých lze řešit i rozsáhlejší úlohy, a to s běžnými funkcemi osvětlení, vytápění a alarmu. Dále je též možno data vizualizovat. Jednotka se k PC připojuje pomocí ethernetu a je osazena dvěma mastery sběrnice CIB, tudíž v této základní konfiguraci k ní lze připojit 62 jednotek CIB. Dále je možno připojit až 4 externí mastery sběrnice CIB, tudíž můžeme použít až 192 jednotek CIB.

Pro uživatele, kterým vyhovují standardy používané u PLC je určena základní jednotka v podobě PLC Tecomat Foxtrot. Foxtrot pracuje v cyklech, kdy na začátku programu dochází ke čtení vstupů, pak je provedena posloupnost instrukcí uživatelského programu a na konci cyklu jsou zapsány hodnoty výstupních proměnných (schématicky znázorněno na *Obr. 3.2*).



Obr. 3.2 Cyklus PLC

Tecomat Foxtrot obsahuje 1 master sběrnice CIB a lze rozšířit až o 10 modulů I/O a až 4 moduly CIB – tj. máme k dispozic dalších 8 externích masterů sběrnice CIB, takže celkový počet jednotek CIB připojitelných k tomuto modulu je 288. PLC má v sobě integrován webserver a k PC se stejně jako předchozí jednotka připojuje

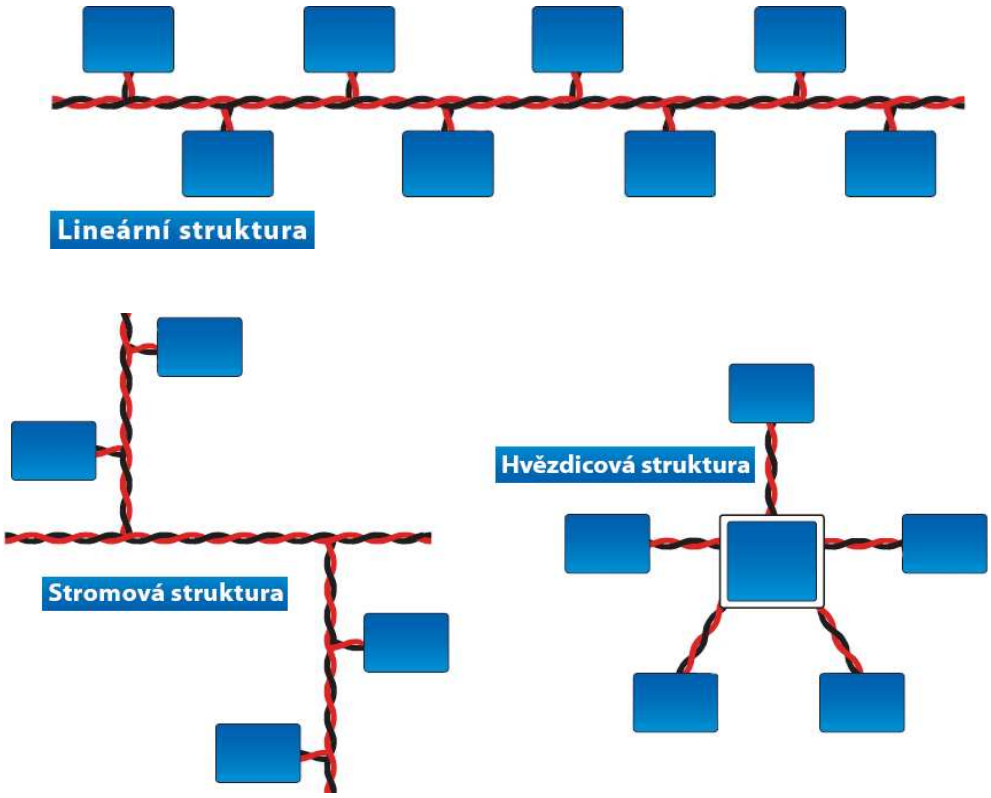
pomocí ethernetu. Tecomat Foxtrot umožňuje programování dle normy IEC 61 131-3, a to ve vývojovém prostředí Mozaic. V tomto prostředí lze využít nástroj WebMaker, díky kterému lze projekt snadno vizualizovat využitím internetových stránek, ke kterým pak můžeme přistupovat v rámci lokální sítě nebo internetu.

Na obrázku *3.3* jsou zobrazeny obě zmíněné jednotky a jak je patrné, vizuální rozdíl mezi nimi je téměř neznatelný. Obě jednotky jsou uzpůsobeny montáži na DIN lištu EN 60715 rozvaděče.

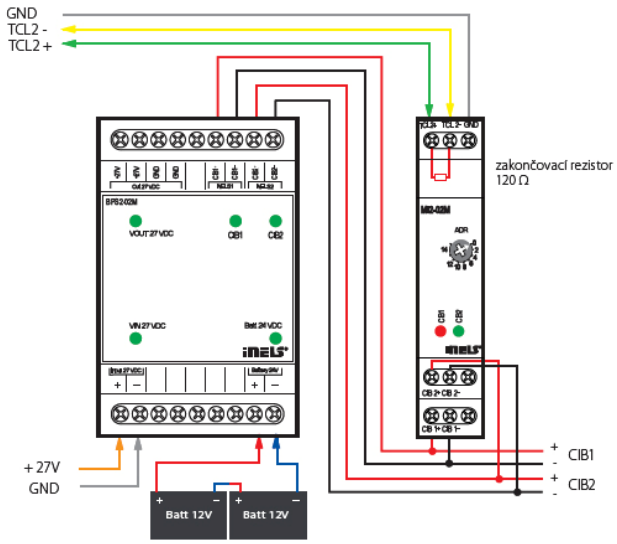
Obr. 3.3 Centrální jednotky systému iNELS

3.2. Sběrnice CIB

Jak již bylo řečeno, jedná se spolu s centrální jednotkou o páteřní část systému iNELS, její název vznikl z anglického *Common installation bus*. Jedná se o dvouvodičovou sběrnici, která zajišťuje jak komunikaci, tak napájení jednotek CIB (nominální napětí 24 V DC, doporučeno 27 V DC kvůli nabíjení akumulátorů 2x12 V), čímž minimalizuje počet potřebných vodičů. Sběrnice má téměř libovolnou topologii, jediné zakázané zapojení je do kruhu, jinak lze libovolně větvit. Komunikace na sběrnici odpovídá modelu master-slave. Vzhledem k tomu, že i při plném vytížení (připojení maximálního počtu jednotek) systém dosahuje maximální odezvy 150 ms, lze sběrnici snadno použít například i pro osvětlení - jelikož lidským organismem je jako okamžitá vnímána reakce, která proběhne do 300 ms. Jednotky na sběrnici jsou rozlišeny pomocí unikátní 16b adresy tvořené posloupností 4 hexadecimálních znaků, tato adresa je vždy uvedena na krytu jednotky a lze ji z jednotky vyčíst pomocí centrální jednotky též elektronicky.



Obr. 3.4 Příklady topologie sběrnice CIB



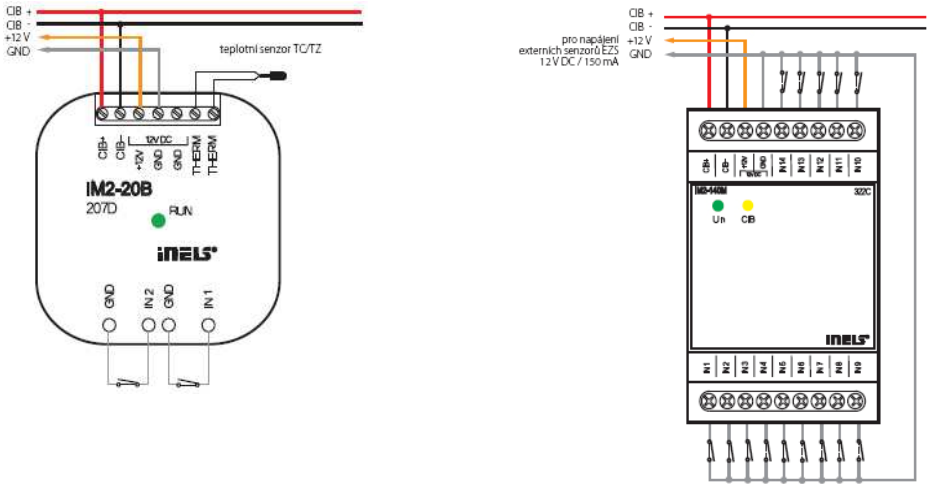
Obr. 3.5 Rozšiřující modul CIB

V závislosti na centrální jednotce lze zvýšit počet připojených CIB jednotek, a to pomocí externích masterů CIB sběrnice, katalogově označených MI2-02M. Tyto rozšiřující moduly jsou k centrální jednotce připojeny pomocí systémové sběrnice TCL2, z této systémové sběrnice je samotná jednotka i napájena. K napájení sběrnic CIB je nutno použít oddělovací člen BPS2-02M. Připojení této jednotky je schématicky znázorněno na *obr. 3.5*. Výhodou je, že systém je navržen tak, že lze připojit ovladače kompatibilní se systémem KNX/EIB (od roku 2003 evropským standardem pro automatizaci budov [23]), tomu odpovídají například ovladače společností ABB, Jung nebo Berker, tudíž si je možno vybrat z velkého množství barev, rámečků atd. [5]

3.3. Jednotky vstupů

Jednotky binárních vstupů jsou určeny pro zařízení s bezpotenciálovým kontaktem, jako jsou například spínače, přepínače, tlačítka, PIR senzory, požární a plynové detektory atd. Tyto jednotky jsou schopny generovat napájecí napětí 12 V DC, kterým lze připojené externí senzory napájet. Vstupní zařízení mohou mít charakter jak spínací, tak rozpínací, charakter vstupů lze nastavit pomocí software centrální jednotky.

Tyto jednotky existují ve 2 provedeních, a to buď pro použití v instalační krabici, anebo v rozvaděči na DIN liště. Jednotky určené do instalační krabice též disponují vstupem pro teplotní senzor a jsou vyráběny v provedení mající 2, 4 nebo 8 vstupů. Jednotka určena pro DIN lištu obsahuje 14 vstupů. Mezi tyto jednotky lze počítat také jednotku do instalační krabice umožňující připojit až 4 senzory teploty. Příklady obou variant jsou znázorněny na obrázku *3.6*.



Obr. 3.6 Jednotky vstupů

3.4. Spínací jednotky

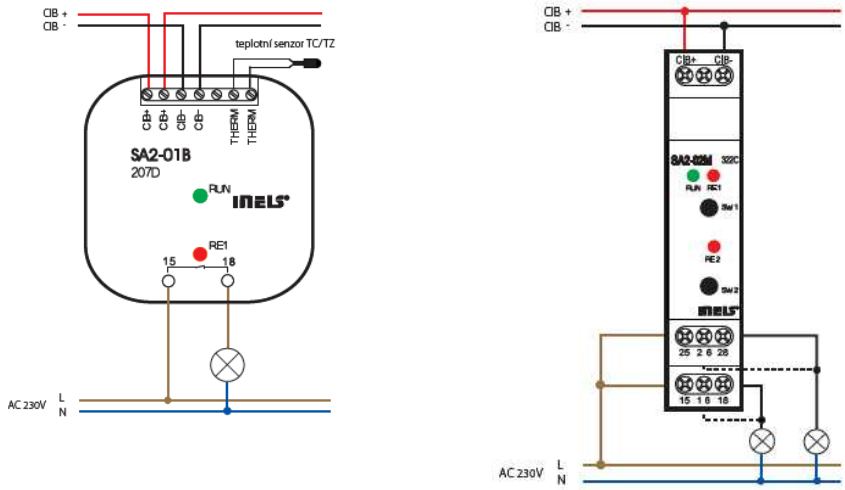
Jako v předchozím případě, i zde existují jednotky ve dvou provedeních – buď do instalační krabice nebo na DIN lištu. Jednotky jsou určeny pro spínání různých spotřebičů, standardně jsou kontakty z materiálu $AgSnO_2$. Jednotky do instalační krabice jsou určeny pro spínání 16A AC, pro jednotku s jedním výstupem, a 8A AC pro jednotku se dvěma výstupy, a výkon 4000, resp. 2000 VA. V případě jednotky se dvěma výstupy můžeme oba výstupy adresovat a ovládat samostatně. Varianty na DIN lištu jsou buď 2x, 4x výstup nebo 12x výstup, kdy parametry jsou stejné jako pro jedno- respektive dvou-výstupovou jednotku do instalační krabice. Spínací jednotky určené do instalačních krabic v sobě mají stejně jako v předchozím případě integrovány vstup pro teplotní čidlo. Na obrázku *3.7* jsou opět schématicky znázorněny oba typy spínacích jednotek.

Mezi spínací jednotky můžeme zařadit též jednotky určené pro stmívání a pro pohon rolet, markýz a garážových vrat. Vzhledem k tomu, že tyto jednotky v mém návrhu instalace nejsou použity, zmíním se o nich pouze okrajově.

Jednotky stmívačů mají opět dvě varianty provedení – do instalační krabice a na DIN lištu. Stmívací jednotka určená do instalační krabice je opět osazena vstupem pro teplotní čidlo, jednotky na DIN lištu jsou buď jedno-, anebo dvou-

kanálové, kdy jedno-kanálová verze lze osadit modulem pro zvýšení spínaného výkonu a počtu spotřebičů.

Roletové aktory jsou určeny do instalační krabice a mají dvě varianty – jedna určena pro spínání pohonů do 24 V DC a druhá pro střídavé pohony.



Obr. 3.7 Spínací jednotky

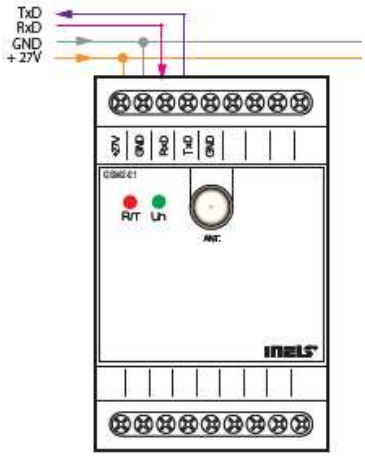
3.5. Nástěnné ovladače

Nejčastěji používaným senzorem systému jsou právě nástěnné ovladače. V každé kolébce ovladače je vestavěna dvoubarevná indikační LED dioda umožňující indikaci stavu. Každý ovladač je osazen teplotním čidlem. U každého ovladače je neutrální polohou poloha střední, tudíž lze využít stisky tlačítek k různým účelům a zároveň uspořit místo. Ovladače se dodávají v jedno-, dvou- nebo čtyř-kolébkovém provedení a v různých barevných provedeních. Na obrázku *3.6* je opět schématické zobrazení ovladače a příklad barevných variant.

Obr. 3.8 Nástěnné ovladače

3.6. Další prvky systému iNELS

Jedním z dalších velmi důležitých prvků je modul určený pro komunikaci se systémem iNELS pomocí povelů zasílaných mobilním telefonem prostřednictvím zpráv SMS. Tento modul je k základní jednotce připojen pomocí sériového rozhraní RS232 a opět je uzpůsoben montáži na DIN lištu. Jednotka je schopna obsluhovat až 32 telefonních čísel, vysílat až 48 zpráv o délce maximálně 20 znaků a obsluhovat až 32 příchozích zpráv o maximální délce 20 znaků. GSM modul je zobrazen na obrázku *3.9*.



Obr. 3.9 GSM modul

Vzhledem k tomu, že další jednotky z této kategorie opět v projektu nejsou použity, zmíním se o nich pouze krátce, pro přehlednost a úplnost.

Jedním z prvků jsou převodníky AD a DA, kdy první z nich se vyrábí pouze ve variantě na DIN lištu. Rozlišitelnost je 14 b a k dispozici je i napájecí napětí 5,4 V, které lze využít například pro odporové teploměry. DA převodník existuje ve 2 variantách – jak do instalační krabice, tak na DIN lištu, generuje výstup v rozsahu 0 – 10 V a lze jeho pomocí ovládat prvky ovladatelné tímto signálem jako například stmívače, servopohony, termostatické hlavice aj. Přímo pro ovládání termohlavic však existuje speciální jednotka, opět určená pro montáž do instalační krabice.

Multifunkční jednotka Sophy v sobě integruje snímač lidského hlasu, teploty, intenzity osvětlení, přijímač a vysílač IR signálu, 2 tlačítka a reproduktor. Lze ji proto použít k hlasovému ovládání a k vysílání a přijímání signálů od dálkového ovladače. Jednotka je ve stejném designu jako ovladače řady WSB a je určena pro umístění do instalační krabice.

V designu skupiny ovladačů WSB je též nástěnná čtečka karet, která funguje jako standardní jedno-kolébková jednotka, dále obsahuje čtečku RFID médií a výstup pro dveřní elektromagnet. Podobný je i teplotní ovladač, který má v sobě též integrovaný spínač.

Dále je možno použít pokojový termoregulátor, buď v provedení analogovém, nebo digitálním, kdy korigujeme teplotu v rozmezí +- 3℃.

Pro ovládání, regulaci a monitorování lze též využít 3,5“ barevný dotykový displej, tento displej po 10s nečinnosti přechází do úsporného režimu. Krom tohoto displeje lze využít k ovládání a monitorování dotykové displeje o velikostech 5,7“ a 10,4“, které se připojují nikoliv přes sběrnici CIB, ale prostřednictvím ethernetu. Především pro ovládání zabezpečovacího systému (EZS) je určena klávesnice, ve které je též integrována čtečka RFID médií.

Dalším příslušenstvím systému jsou termoelektrické pohony, určené k ovládání vytápění, senzory teploty, určené do příslušných svorek především jednotek osazených v instalačních krabicích a napájecí zdroj pro systém iNELS.

3.7. Komponenty EZS

Hlavním prvkem elektronického zabezpečovacího systému je bezesporu PIR detektor pohybu. Pro zabezpečení objektu lze dále využít detektor rozbití skla, magnetické dveřní kontakty, přejezdový magnetický detektor, optický detektor kouře a detektor hořlavých plynů. Všechny zmíněné detektory se do systému iNELS připojují pomocí jednotek vstupů popsaných v kapitole *3.3*. Tyto vstupní jednotky zároveň zajišťují 12 V DC napájení zmíněných detektorů.

Nezbytnou součástí potřebnou pro indikaci narušení objektu jsou sirény. Sirény existují ve 2 variantách, a to pro použití v interiéru a v exteriéru. Exteriérová siréna má v sobě zabudovaný záložní akumulátor a kontakty pro detekci otevření krytu. Na obrázku *3.10* je znázorněno PIR čidlo pohybu a magnetické dveřní kontakty.

Obr. 3.10 Komponenty EZS

4. Návrh koncepce řízení pro budovu

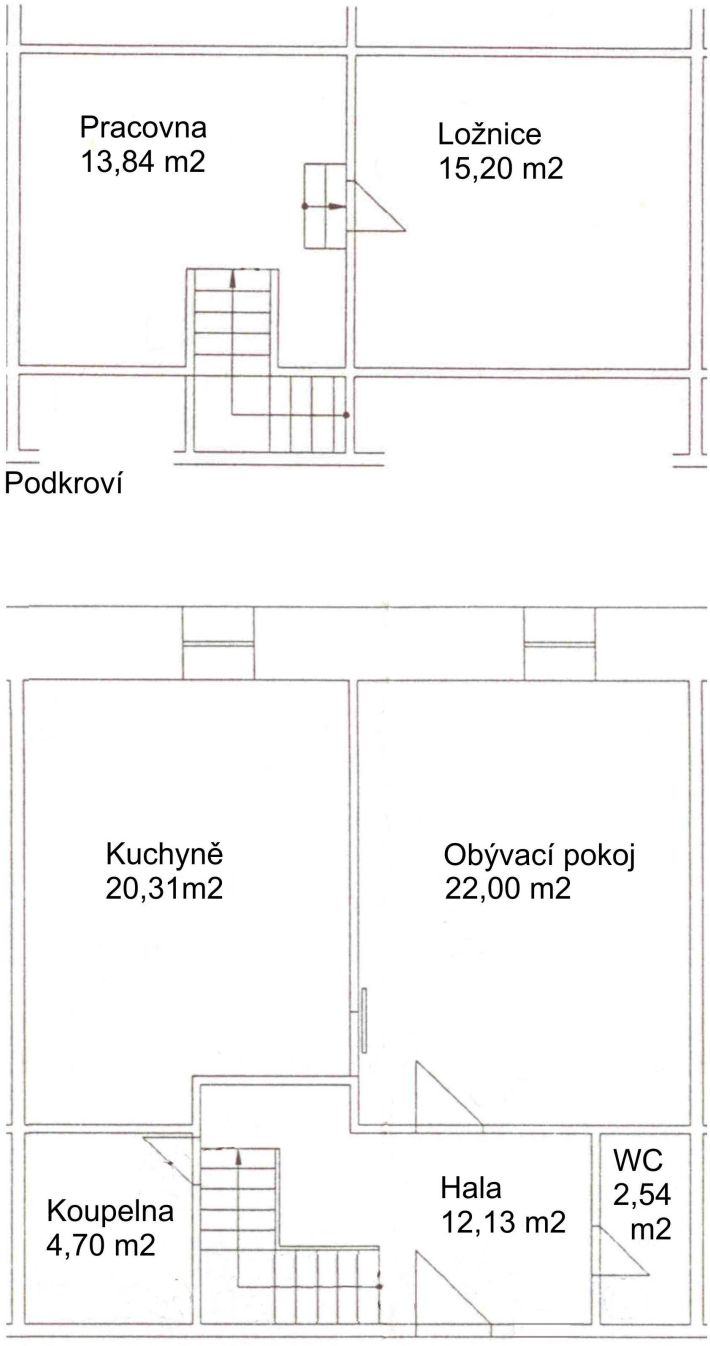
4.1. Úvodní popis objektu

Návrh bude proveden pro větší bytovou jednotku, která se po plánované rekonstrukci bude nacházet v jednom z objektů v Areálu u Šmídů, nacházejícího se nedaleko centra města Rakovník. Jedná se o budovu bývalých lázní, nyní se nacházejících ve špatném technickém stavu. Po plánované rekonstrukci by největší část nové budovy měly tvořit 4 identické bytové jednotky, s tím, že 2 z nich budou pouze zrcadlově otočeny, a to kvůli zjednodušení při budování svodů. Vzhledem k tomu, že o osudu zbylé části objektu momentálně není rozhodnuto, nelze ho do návrhu v tuto chvíli uvažovat.

Jedná se o mezonetový byt o výměře přibližně 91 m^2. Vzhledem k tomu, že objekt bude mít nájemní charakter, majitel plánuje použít inteligentní instalaci, a to z toho důvodu, že instalaci bude možné snadno přizpůsobit nájemníkům změnou programu, bez stavebních zásahů. Tato vlastnost by mohla též přispět k lepšímu postavení na trhu s nemovitostmi, který je v současné době poznamenán (snad) již doznívající světovou hospodářskou krizí.

Jak již bylo řečeno, každý byt se bude nacházet ve dvou patrech budovy. V přízemí bytu se nachází hlavní vchod s halou, na kterou navazuje na jedné straně WC a na druhé koupelna. Přímo proti hlavnímu vchodu je vstup do obývacího pokoje, ze kterého lze projít do kuchyně. V těchto 2 místnostech se nacházejí okna orientovaná přibližně na východ.

V podkroví se nacházejí dvě místnosti které podle projektu mají sloužit jako ložnice a pracovna. V každé z těchto místností se nachází střešní okno, okna jsou orientována přibližně směrem na západ. Půdorys bytové jednotky i s popisky je na obrázku *4.1*.

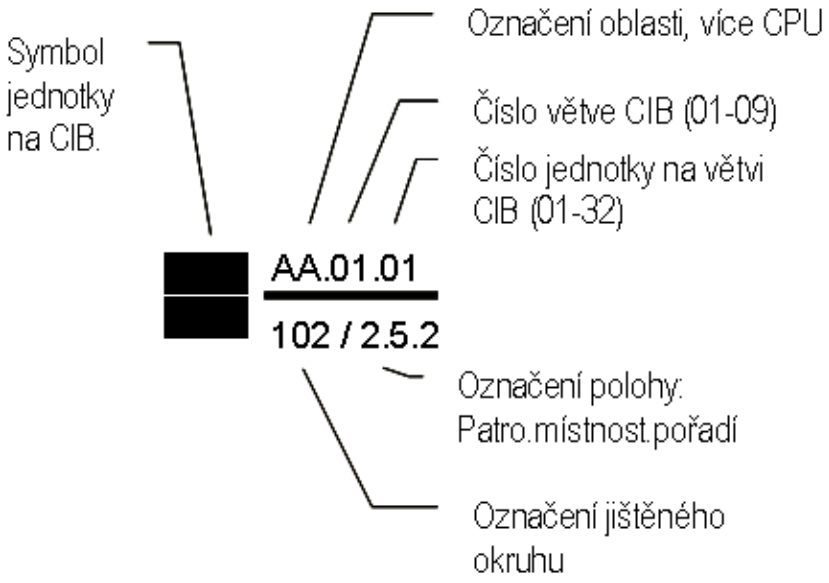


Obr. 4.1 Nákres bytové jednotky

4.2. Značení a umístění prvků systému

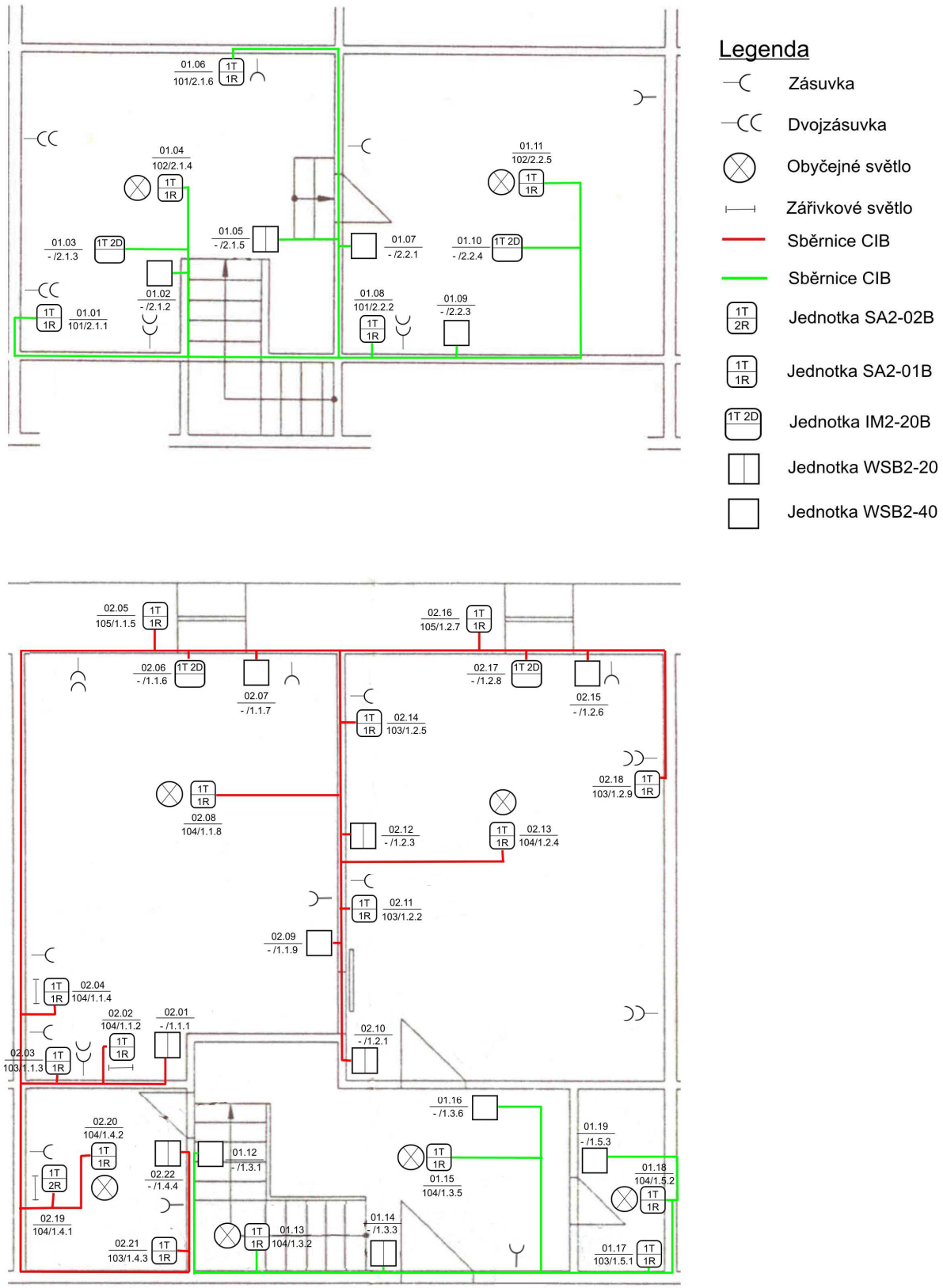
4.2.1. Jednotky iNELS

U označování jednotlivých jednotek umístěných v budově jsem se, až na několik výjimek, držel zásad kreslení projektů, které doporučuje společnost Teco [12]. Na obrázku *4.2* je zobrazen způsob označování jednotlivých prvků, které jsou umístěny na sběrnici CIB. Položku „označení oblasti“ lze vynechat, pokud používáme pouze 1 CPU.

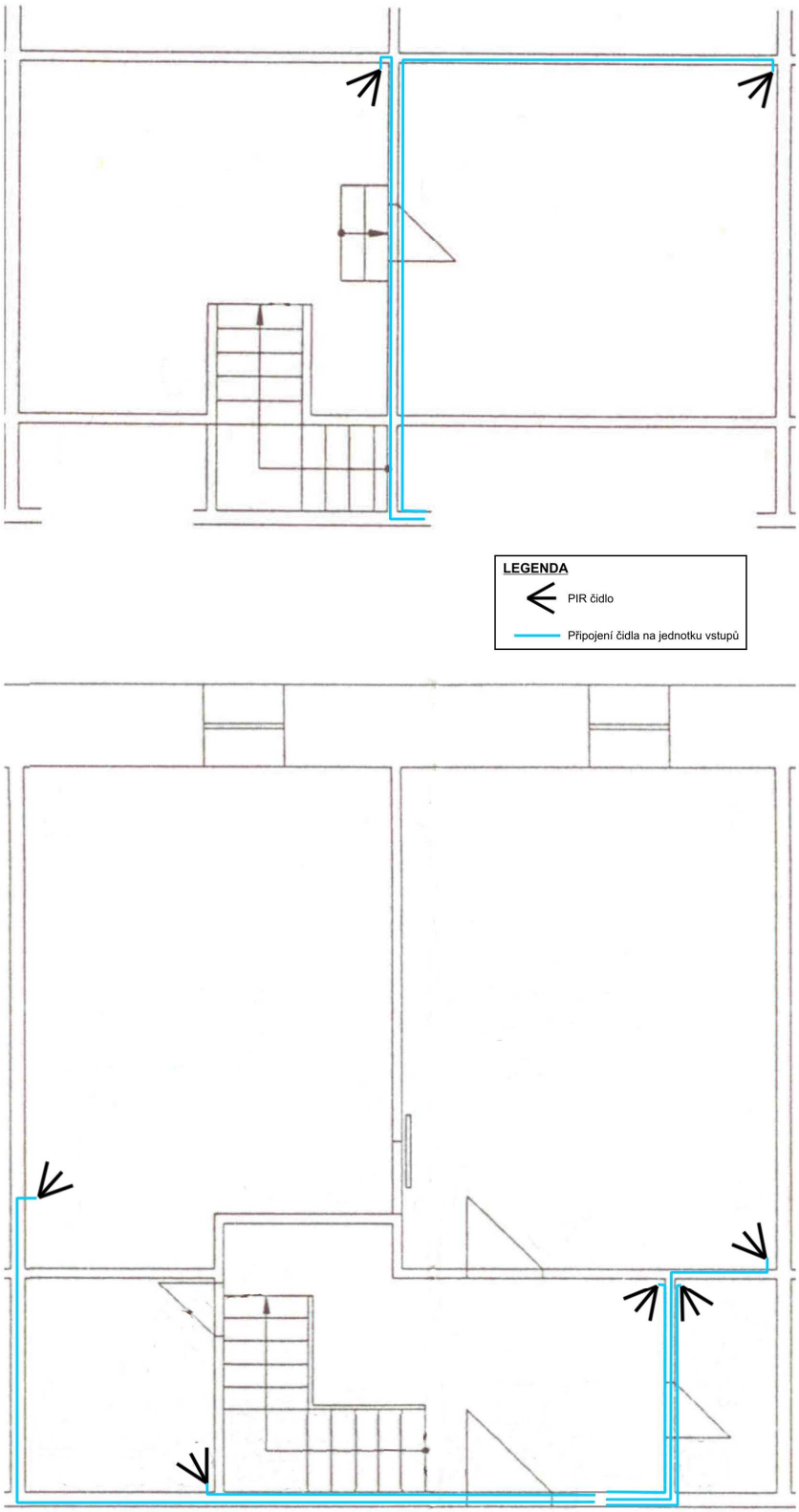


Obr. 4.2 Označování prvků na sběrnici CIB

Na dalších 2 stránkách, na obrázcích *4.3* a *4.4* je zobrazeno nejprve rozmístění jednotlivých prvků systému iNELS v bytové jednotce, krom jednotek je zde také naznačena sběrnice CIB. Na další straně je naznačeno rozmístění snímačů pohybu PIR. Jak již bylo uvedeno v kapitole *3.7*, PIR čidla se do systému připojují pomocí jednotek vstupů. V tomto případě jsem použil jednotku určenou na DIN lištu, tudíž každé čidlo musí mít svůj vlastní přívod do rozvodné skříně, což je ve schématu naznačeno.



Obr. 4.3 Rozmístění komponent systému v bytové jednotce



Obr. 4.4 Rozmístění PIR senzorů v bytové jednotce

Ve značení jsem se odchýlil od standardu doporučovaného Tecem u značení sběrnice CIB a připojovacích vodičů PIR senzorů. V doporučení společnosti Teco se pro značení sběrnice CIB využívá čerchovaná čára a pro značení vodičů PIR senzorů čára přerušovaná. Já jsem využil čar souvislých, odlišených barevně – v tomto případě se toto řešení jeví jako přehlednější, ovšem pokud by jsme využívali pouze černobílého spektra, bylo by nutné přejít na značení odlišující vodiče typem čar.

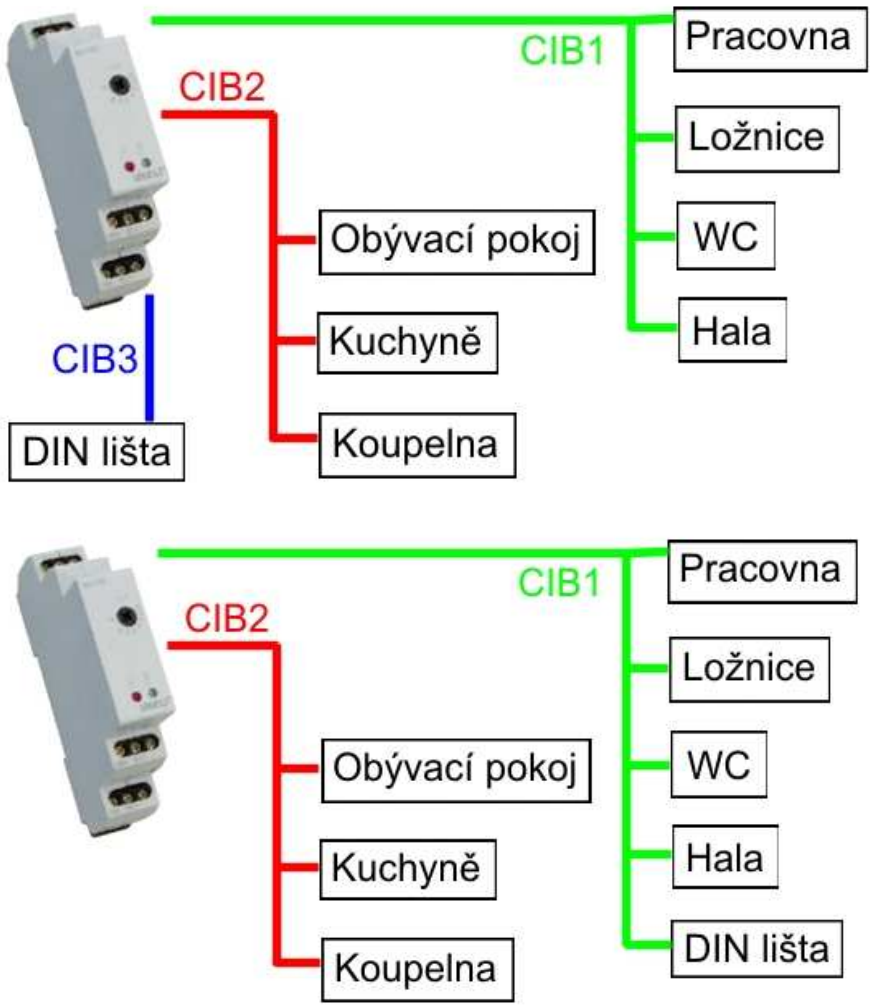
Pravidla značení existují i pro prvky, které jsou určeny pro použití na DIN liště. Opět pro přehlednost a vzhledem k minimálnímu počtu těchto jednotek tyto jednotky nejsou ve schématu znázorněny a bude o nich zmíněno dále v této kapitole.

Vzhledem k tomu, že v legendě používáme typová označení připojených jednotek, pro přehlednost jsou v následující tabulce uvedena typová označení a funkce jednotlivých prvků.

Prvky do instalační krabice	
Jednotka	*Popis*
SA2 – 01B	spínací aktor, 1x spínací výstup, 16 A, 4000 VA AC, 384 W DC
SA2 – 02B	spínací aktor, 2x spínací výstup, 8 A, 2000 VA AC, 192 W DC
IM2 – 20B	jednotka vstupů, 2x spínací/rozpínací, 12 V DC napájení senzoru
WSB2 – 20	nástěnný ovladač, 1 - kolébkový
WSB2 – 40	nástěnný ovladač, 2 - kolébkový

Prvky na DIN lištu	
Jednotka	*Popis*
IM2 – 140M	jednotka vstupů, 14x spínací/rozpínací, 12 V DC napájení senzoru
SA2 – 012M	spínací aktor, 12x spínací výstup, 8 A, 2000 VA AC, 240 W DC

Jak bylo znázorněno na obrázku *4.3*, bytem probíhají 2 sběrnice CIB, kdy jedna pokrývá patro a část přízemí, druhá zbytek přízemí. Dále bylo zmíněno, že se v instalaci ještě vyskytují prvky, které jsou umístěny na DIN liště rozvaděče, které na zmíněném obrázku pro přehlednost nejsou znázorněny. Vzhledem k tomu, že je použita jednotka externích masterů sběrnice CIB, máme 2 možnosti zapojení – buď využijeme jak mastery této externí sběrnice, tak master, který je již osazen na PLC Tecomat Foxtrot, anebo využijeme pouze mastery externí jednotky. V prvním případě bychom jeden z masterů využili pro připojení jednotek nacházejících se na DIN liště. S touto variantou počítá tabulka jednotek CIB která následuje na další straně. Ve druhém případě by jsme prvky na DIN liště přiřadili k větvi zahrnující patro. Obě tyto varianty jsou schématicky znázorněny na obrázku *4.5*.



Obr. 4.5 Varianty připojení jednotek na CIB sběrnice

Jednotka vstupů osazená na DIN liště slouží pro připojení PIR senzorů pohybu a magnetického dveřního kontaktu hlavních dveří. Jednotka výstupů slouží pro nouzové osvětlení, což bude vysvětleno dále v textu.

Výstupní jednotky znázorněné v rozích na WC a v koupelně, které nejsou přiřazeny žádnému ze spotřebičů, slouží k ovládání ventilátorů v těchto prostorách. Jednotky vstupů u oken umístěné v obývacím pokoji, kuchyni, a v obou místnostech v podkroví, slouží k připojení magnetických kontaktů umístěných na oknech.

V následující tabulce jsou jednotky seřazeny podle očíslování a jsou jim přiřazeny symbolické názvy, se kterými se pak dále v textu pracuje. Všechny symbolické názvy proměnných mají přibližnou strukturu (typ)_(místnost)_(upřesnění), kde u značení typu je tato symbolika: Z je zásuvka, S světlo, V vypínač, VST vstupy. U vypínačů se dále bude používat označení 1 a 0 pro horní, resp. dolní polohu jedno-kolébkového vypínače, u dvou-kolébkového bude označen 1 levý a 2 pravý (takže např. 11 je levý, horní poloha, 20 pravý, dolní poloha aj.) Jelikož součástí všech nástěnných ovladačů je též senzor teploty, tato proměnná je označena tak, že na konci symbolického názvu je „T“. U okenních vstupů jsou kontakty u střešních oken připojeny na vstup č. 1, u klasických oken vstup 1 označuje otevření celého okna, vstup 2 označuje otevření „větračky“.

(patro.místnost)	*(větev CIB.číslo jednotky na větvi)*	*symbolický název*
2.1	01.01	Z_prac_okno
2.1	01.02	V_prac_levy
2.1	01.03	VST_prac
2.1	01.04	S_prac
2.1	01.05	V_prac_pravy
2.1	01.06	Z_prac_Xschody
2.2	01.07	V_loz_dvere
2.2	01.08	Z_loz
2.2	01.09	V_loz_Uokna
2.2	01.10	VST_loz
2.2	01.11	S_loz

1.3	01.12	V_hala_Ukoup
1.3	01.13	S_hala_schody
1.3	01.14	V_hala_vstup
1.3	01.15	S_hala
1.3	01.16	V_hala_obyv
1.5	01.17	Vetrak_wc
1.5	01.18	S_wc
1.5	01.19	V_wc
1.1	02.01	V_kuch_linka
1.1	02.02	S_kuch_linkaR
1.1	02.03	Z_kuch
1.1	02.04	S_kuch_linkaL
1.1	02.05	roleta_kuch
1.1	02.06	VST_kuch
1.1	02.07	S_kuch_roleta
1.1	02.08	S_kuch
1.1	02.09	V_kuch
1.2	02.10	V_obyv_dvere
1.2	02.11	Z_obyv_Udveri
1.2	02.12	V_obyv_kreslo
1.2	02.13	S_obyv
1.2	02.14	Z_obyv_roh
1.2	02.15	S_roleta_obyv
1.2	02.16	roleta_obyv
1.2	02.17	VST_obyv
1.2	02.18	Z_obyv_tv
1.4	02.19	SZ_koup_zrcadlo
1.4	02.20	S_koup
1.4	02.21	Vetrak_koup
1.4	02.22	V_koup

1.3	03.01	VST_din
1.3	03.02	S_din

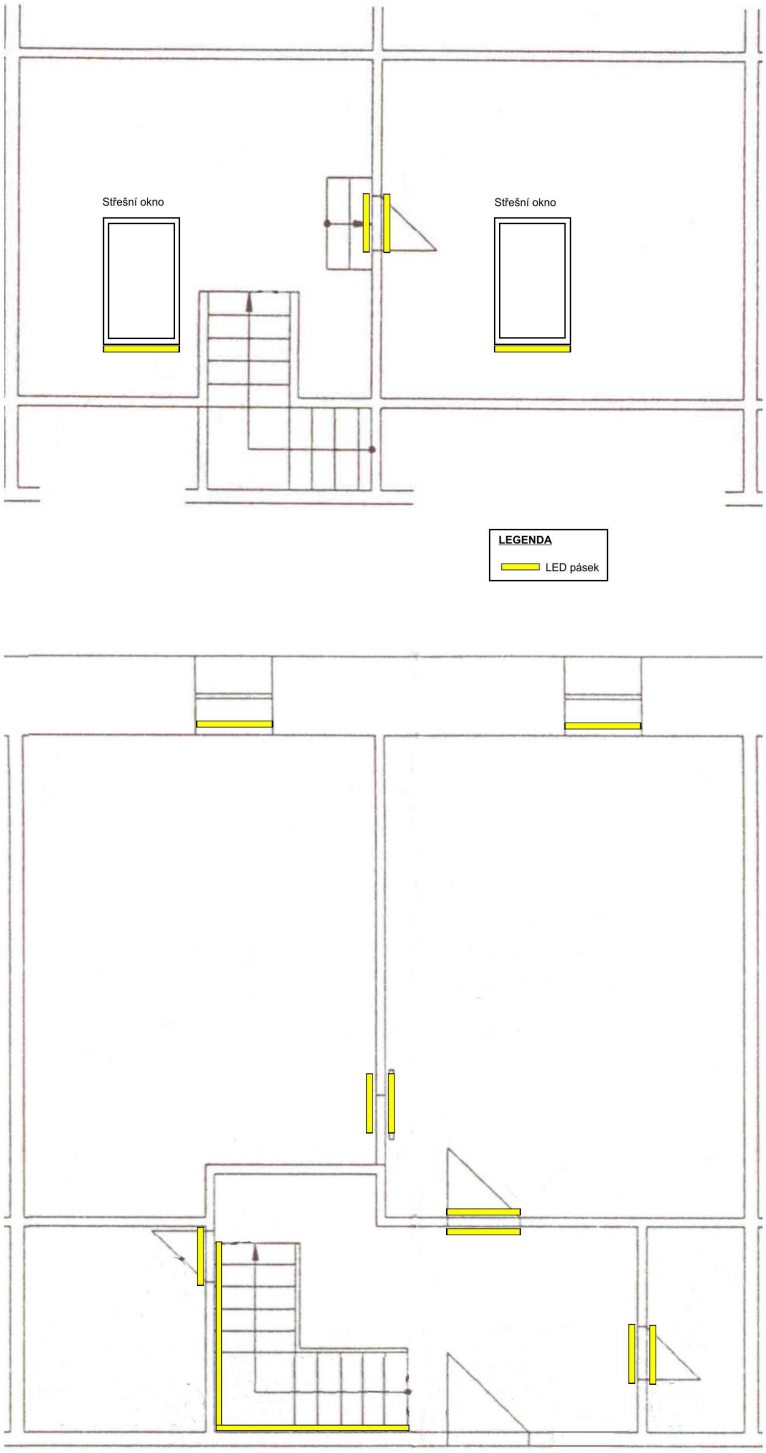
Čísla místností v jednotlivých patrech jsou uvedena přímo u jednotek ve schématickém nákresu, ale pro přehlednost jsou shrnuta v následující tabulce.

označení místnosti	*místnost*
1.1	kuchyně
1.2	obývací pokoj
1.3	vstupní hala
1.4	koupelna
1.5	wc
2.1	pracovna
2.2	ložnice

4.2.2. Další prvky

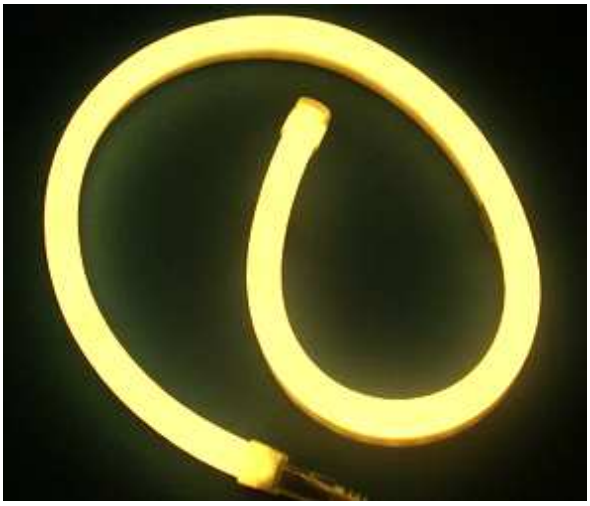
Dalšími prvky se kterými je v projektu řízení počítáno jsou LED pásky a venkovní žaluzie.

LED pásky by byly osazeny podél schodiště (buď z jedné nebo z obou stran), v dveřních prazích z obou stran a u všech oken. Prvky by byly použity buď v provedení trubicovém, které připomíná neonové trubice, anebo jako pásky obsahující LED diody. Pro LED pásky existuje řada montážních lišt, převážně v hliníkovém provedení. U oken by byla použita hliníková U lišta, kterou je možno po vyfrézování drážky osadit do parapetní desky na vnitřní straně okna. Stejnou, nebo například speciální lištu určenou na schody, by bylo možné použít na schodišti, záleželo by jestli by se zvolila varianta - jestli by pásek byl v každém schodu a nebo po straně podél schodiště. Ve všech případech by bylo použito LED světlo bílé barvy a průsvitný kryt lišty v mléčném provedení, aby světlo neoslňovalo uživatele bytu. Schématické znázornění rozmístění těchto lišt v bytové jednotce je na obrázku *4.6*.

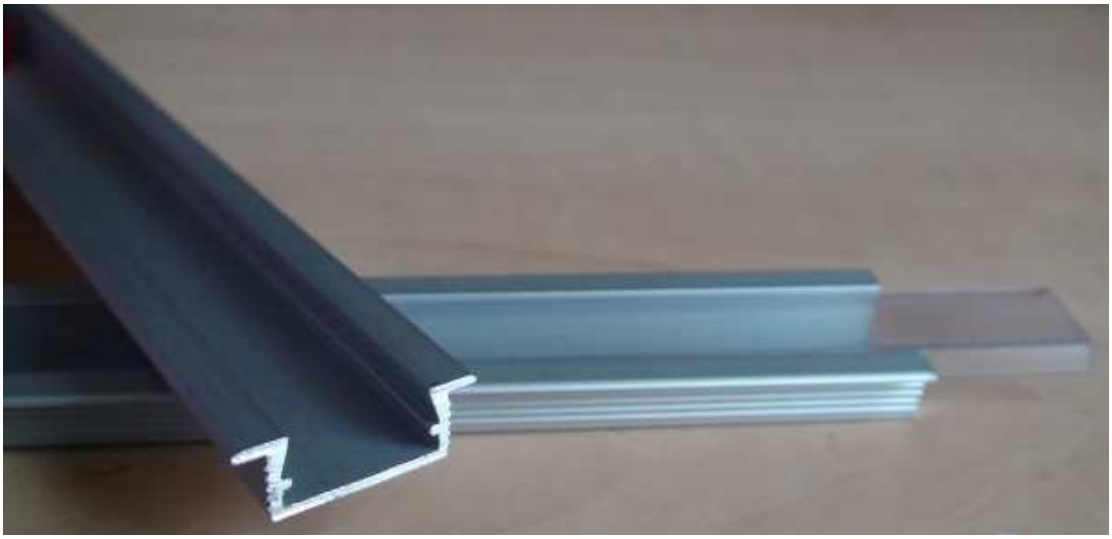


Obr. 4.6 Rozmístění LED prvků

LED prvky by byly využívány, kvůli své velmi nízké spotřebě elektrické energie, jako záloha při výpadku sítě. Krom této funkce by bylo možné toto osvětlení využívat například v noci, kdy by obyvatele neoslňovalo a poskytlo by jim příjemné osvětlení v případě přesunu například na WC nebo do jiných částí bytu. Na následujících obrázcích jsou pro ilustraci ukázány LED pásky, LED trubice a příklad hliníkové instalační lišty [20], [21], [22].



Obr. 4.7 LED pásek a trubice



Obr. 4.8 Hliníková lišta pro LED pásky

Venkovní žaluzie by byly použity na oknech v kuchyni a obýváku. Pomáhají zvýšit komfort obyvatel, tím, že si jimi lze regulovat množství světla vstupujícího do prostor, odstínit sluneční paprsky, které nám například mohou znepříjemňovat sledování televizoru ozářením jeho obrazovky. Druhou velmi podstatnou funkcí těchto žaluzií je to, že mohou zlepšovat regulaci teploty jak v letních, tak v zimních měsících. Vzhledem k tomu, že tyto rolety jsou použity na rodinném domku, ve kterém žiji, mohu z vlastní zkušenosti potvrdit, že během léta jejich včasné zatažení dokáže udržet velmi příjemné klima v místnosti a naopak v zimě jejich zatažení, anebo roztažení při oslunění přispívá k úspoře nákladů za vytápění. Venkovní žaluzie jsou pro ilustraci zobrazeny na obrázku *4.9*.

Obr. 4.9 Venkovní žaluzie

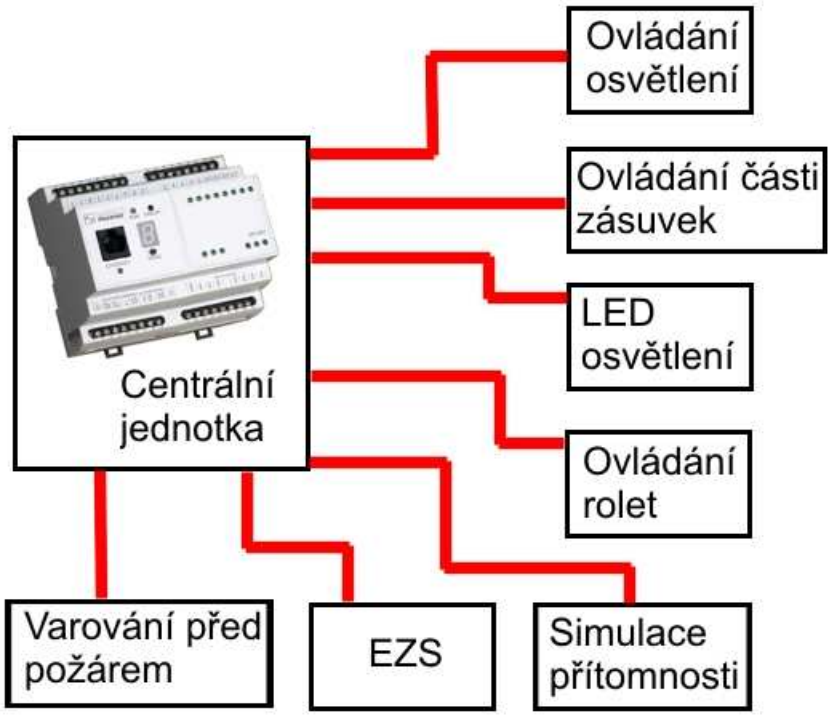
K odemykání a zamykání by byl použit elektromotorický zámek Hobes Cerberius, který se odemyká, zamyká a otevírá pomocí RFID čipu. Toto řešení je vhodné použít, vzhledem k tomu, že zámek má osvědčení pro bezpečnostní třídu 3, což je vhodné pro pojišťovnu.

4.3. Návrh koncepce řízení v objektu

Na začátku této kapitoly je nejprve nutné poznamenat, že jako centrální jednotka systému bylo zvoleno PLC Tecomat Foxtrot, a to díky tomu, že umožňuje klasické programování dle normy IEC 61 131-3 v prostředí Mozaic [7], [8], [9], [11]. Se všemi jednotkami systému iNELS se pak pracuje jako s jednotlivými vstupy a výstupy.

4.3.1. Navržené funkce systému

Systém v sobě bude mít integrováno několik funkcí, s tím, že je zde snaha využít prvky programově k několika účelům a ze sytému tak „vytěžit“ maximum. Hlavní funkce jsou shrnuty na schématu na obrázku *4.10*. Jednotlivé funkce pak budou detailně probrány v následujících kapitolách.



Obr. 4.10 Schéma funkcí systému

4.3.2. Ovládání osvětlení

Páteřním prvkem ovládání osvětlení jsou nástěnné ovladače řady WSB2 rozmístěné po bytě. Systém je navržen takovým způsobem, že navenek vypadá jako klasická elektroinstalace a další rozšiřující prvky jsou „schovány“. Systém je takto navržen hlavně z toho důvodu, že je pro běžného člověka intuitivní a neměl by způsobovat potíže hostům vyskytujícím se v těchto prostorách, starším lidem nebo méně technicky zdatným jedincům.

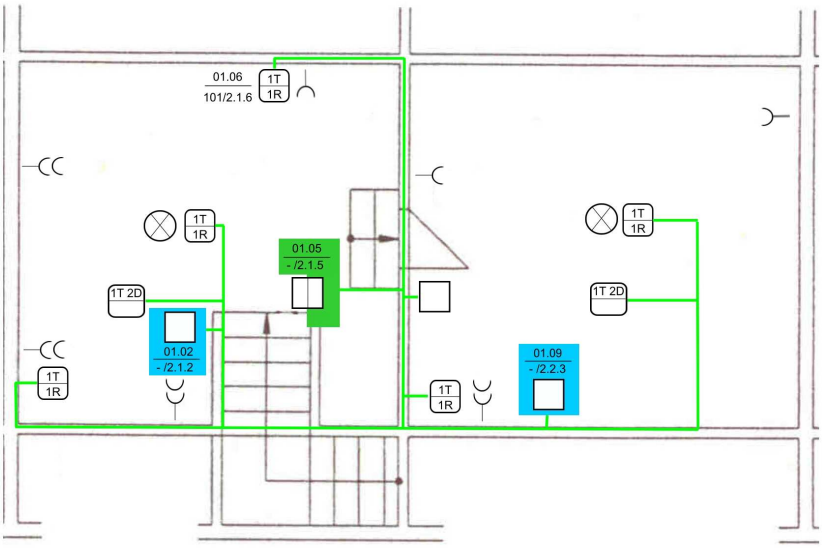
U každého nástěnného ovladače stisk horní polohy kolébky rozsvítí příslušné světlo a naopak dolní poloha příslušné světlo zhasne, stejně jako u klasické instalace. Dle praktických zkušeností z provozu [6] návštěvníkům nečiní potíže ani to, že kolébka je v neutrální poloze nevychýlena, ve střední poloze.

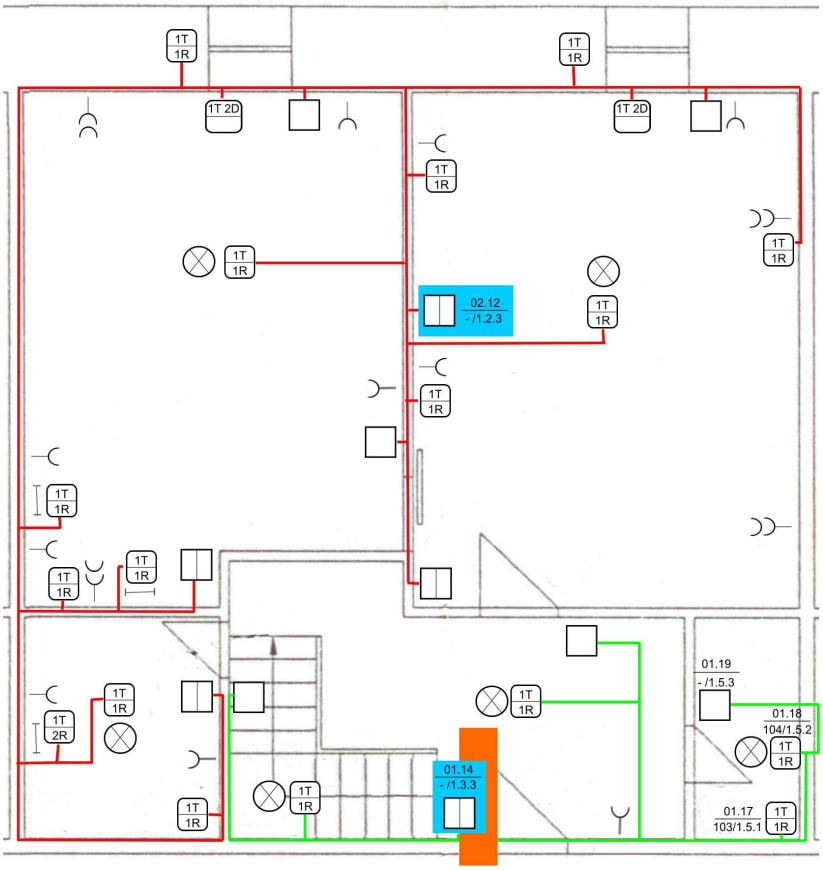
Krom této základní a intuitivní funkce mají některé ovladače další „skryté“ funkce. Jedná se většinou o funkce centrálního vypínání. Centrální vypínací funkce jsou nastaveny tak, že jsou aktivovány dlouhým stiskem dolní polohy ovladače, a to buď jedné nebo obou kolébek (v případě dvou – kolébkového vypínače). V bytové jednotce jsou implementovány tyto centrální funkce:

- Vypnutí všech svítidel v bytě
- Vypnutí svítidel v 1. patře bytu
- Vypnutí svítidel v přízemí bytu

Krom těchto základních centrálních funkcí ještě vypínač u dveří do kuchyně, který normálně slouží k ovládání hlavního světla v kuchyni, po dlouhém stisku spodní polohy ovládá obě zářivky nacházející se nad kuchyňskou linkou – takže v případě, kdy uživatel odchází z kuchyně a zapomene tato světla zhasnout, tak se nemusí vracet zpět k lince, ale tato světla pohodlně vypne právě od dveří.

Centrální vypínače ovládající všechna světla v bytě se nachází v hale, obývacím pokoji, pracovně a ložnici. Vypínače ovládající pouze jedno z pater jsou u schodiště, a k ovládání této funkce slouží pouze jedna z kolébek. To vše je naznačeno na obrázku *4.11* kde jsou modře označeny vypínače ovládající všechna světla, zeleně ovládající přízemí a oranžově ovládající patro.





Obr. 4.11 Centrální vypínače

U běžných svítidel horní stisk kolébky aktivuje světlo výstupem Set a spodní stisk kolébky světlo deaktivuje výstupem Reset. Všechny akce způsobující zhasnutí a rozsvícení běžného svítidla:

Rozsvícení

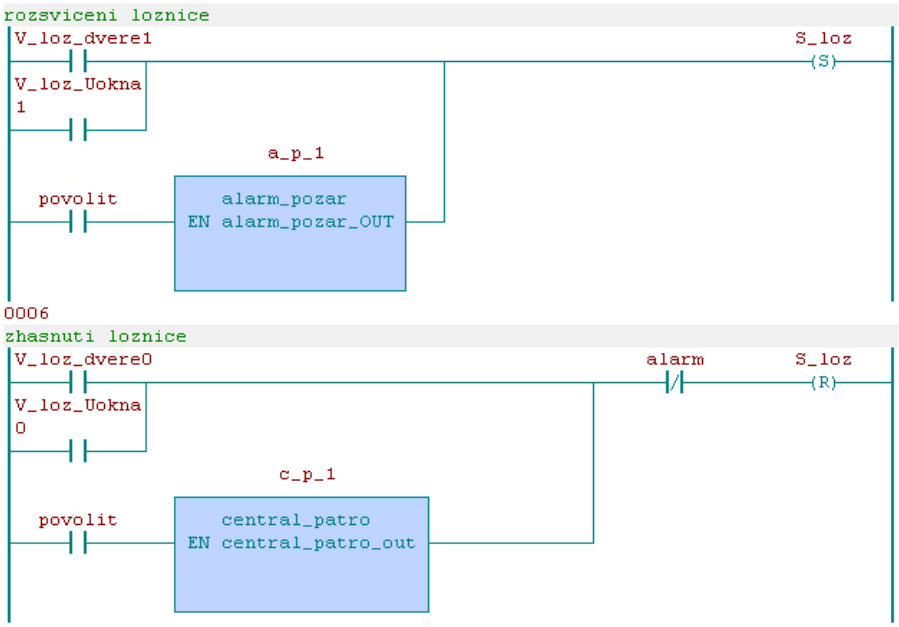
- Stisk příslušného tlačítka
- Sepnutí alarmu
- Nebezpečí požáru

Zhasnutí

- Stisk příslušného tlačítka
- Centrálním vypnutím všech světel nebo jednotlivých pater

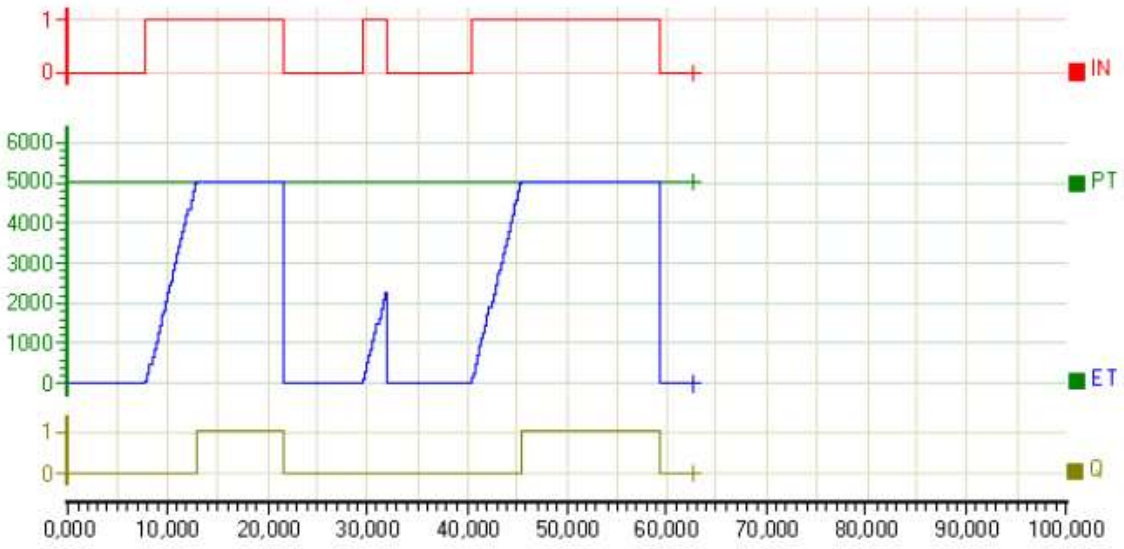
Ve speciálních případech, jako je vyhlášení alarmu nelze světla vypnout až do odblokování systému autorizovanou osobou, aby na případného narušitele „bylo vidět“.

Na obrázku *4.12* jsou zobrazeny větve pro zapínání a vypínání běžného svítidla v bytě v jazyce LD.



Obr. 4.12 Ovládání běžného svítidla v jazyce LD

Funkční bloky *alarm_pozar* a *central_patro* v sobě implementují výše zmíněné funkce. Dále je ve funkci centrálního vypnutí implementováno vypnutí všech světel po zamčení bytu – zamčení bude indikováno buď přiložením karty na RFID čtečku v bytě nebo zadáním kódu do klávesnice. U centrálních funkcí se dlouhý stisk tlačítka vyhodnocuje pomocí časovače TON (*Timer on delay*). Průběh vstupů (*IN*) a výstupů (*Q*) tohoto časovače je na obrázku *4.13*.



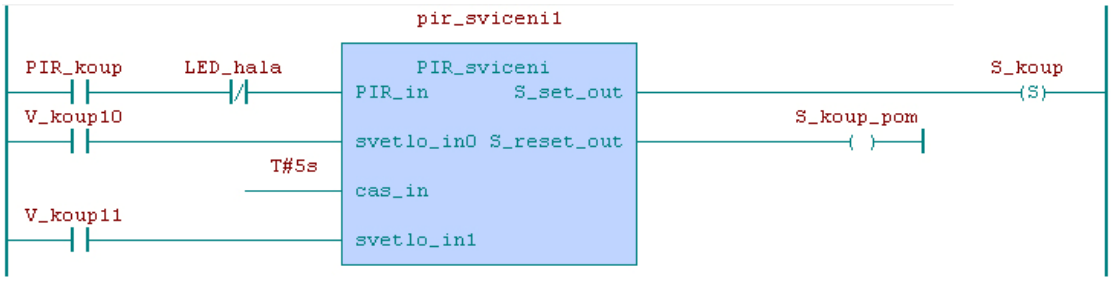
Obr. 4.13 Časovač TON

Vzhledem k tomu, že byt je osazen PIR čidly pohybu, v některých místnostech se tato čidla využívají i k zapínání osvětlení, konkrétně v hale, koupelně a na WC. Na WC a v koupelně je vzhledem k tomu, že zde nejsou okna systém nastaven tak, že osvětlení spíná vždy po indikaci (blokováno pouze LED svícením, viz. dále) PIR čidla a je zde nastaveno určité zpoždění, které lze individuálně nastavit. Stejným způsobem je osvětlení nastaveno v hale, ale jelikož do obývacího pokoje budou instalovány průsvitné dveře, je spouštění ještě navázáno na úroveň světla – pokud je světla dostatek, svítidlo se nezapíná.

Pokud si uživatel přeje, aby světlo zůstalo rozsvícené i po uplynutí nastaveného času po té, co PIR čidlo již není aktivní (například si čte knihu ve vaně, tudíž, čidlo nedetekuje pohyb), tak po příchodu i po rozsvícení prostřednictvím PIR

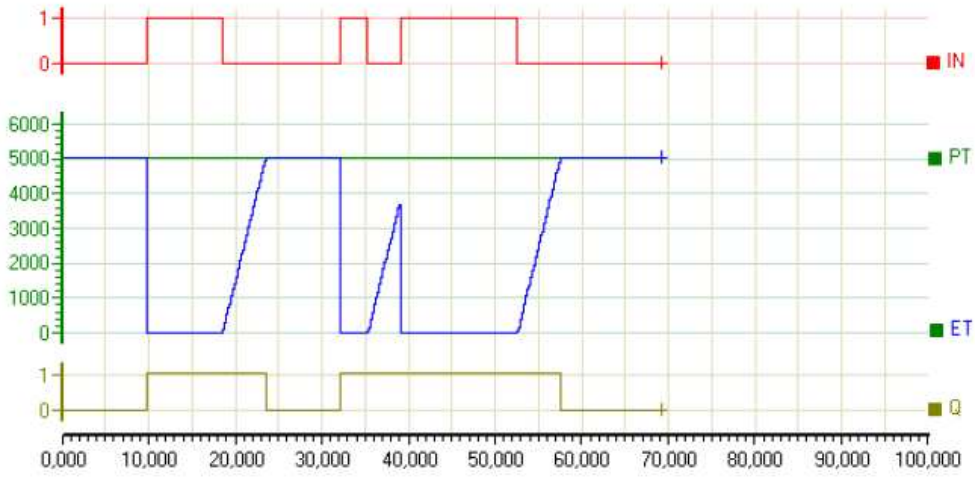
čidla stiskne tlačítko pro rozsvícení světla v dané místnosti, čímž světlo zůstane zapnuté jako po stisku klasického vypínače.

Část schématu v jazyce LD, kde je použit funkční blok osvětlení s PIR sepínáním je na obrázku *4.14*.



Obr. 4.14 Využití PIR čidla v osvětlení

Na WC a v koupelně je použit ventilátor, aktivita těchto ventilátorů je navázána na světla v těchto místnostech (na hlavní na WC a na zářivku v koupelně). Ventilátor bude spuštěn po dobu svícení světla a ještě určitou dobu po, což je realizováno pomocí bloku časovače TOF (*Timer off delay*). Průběh vstupů (*IN*) a výstupů (*Q*) tohoto časovače je na obrázku *4.15*.



Obr. 4.15 Časovač TOF

4.3.3. Ovládání zásuvek

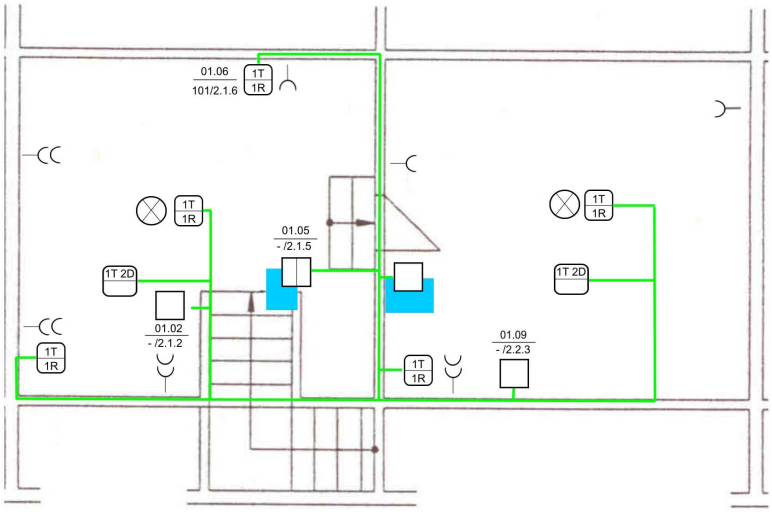
Některé zásuvky jsou ovládány pomocí spínacích jednotek, a to ty, které budou pravděpodobně použity pro spotřebiče, které můžeme vypnout zároveň s odchodem z bytu (například TV). Zásuvky se vypnou při odchodu po aktivaci proměnné *zamčeno*. Pouze zásuvka *Z_obyv_roh* není ovládána tímto způsobem, ale nástěnnou jednotkou *V_obyv_kreslo* protože je s ní počítáno pro připojení lampičky.

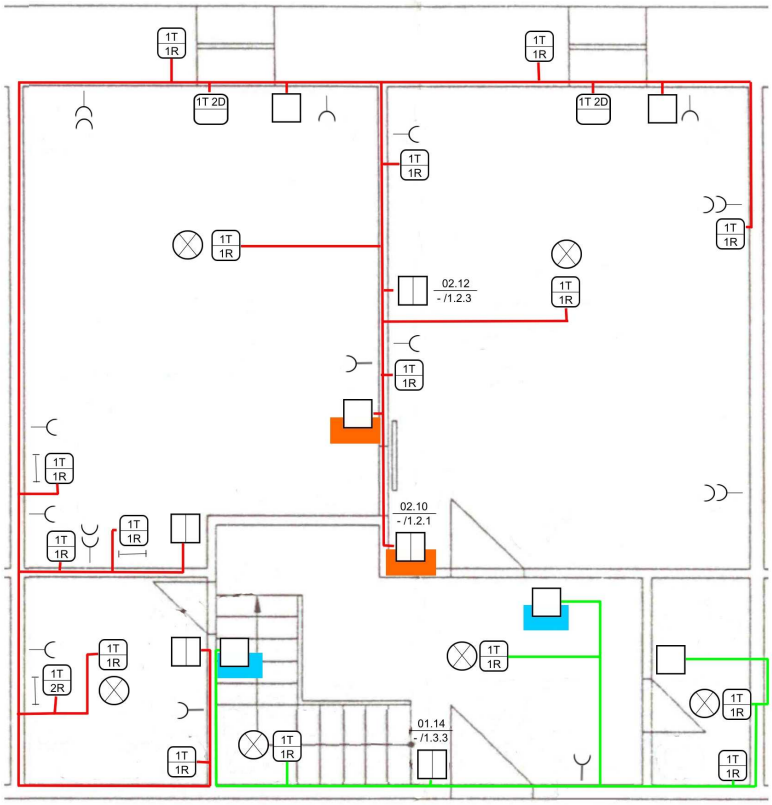
4.3.4. LED osvětlení

Rozmístění prvků LED po bytové jednotce je zobrazeno na obrázku *4.6*. Jak již bylo uvedeno, toto osvícení by bylo využito jako záloha při výpadku sítě, anebo jako noční osvětlení neoslňující obyvatele. LED svítidla jsou rozdělena do okruhů , tak, že jsou společně ovládány LED na chodbě, WC a koupelně a dále v kuchyni a obývacím pokoji – předpokládá se, že pokud se v průběhu noci budou obyvatelé pohybovat po bytě, tak budou mít cestu buď na WC nebo pak do kuchyně, např. se napít, proto toto rozdělení. Svítidla umístěná u oken jsou využívána pro simulaci přítomnosti. LED svítidla jsou ovládána jednotkou výstupů SA2 – 012M, která je umístěna na DIN liště.

Pokud jsou zapnuta LED světla v hale, je blokována funkce automatického rozsvěcování pomocí PIR čidla v hale, na WC a v koupelně (aby člověk využívající pouze LED nebyl oslněn automaticky spínaným světlem).

Jedná se o další funkci „schovanou“ za klasickou instalací. Na obrázku *4.16* jsou označeny jednotky určené k zapínání a vypínání LED osvětlení. Svítidla se aktivují dlouhým stiskem dolní polohy vypínače. Po 3 vteřinách, už pouze jednoduchým stiskem této polohy vypínače, se světla opět zhasnou. Modrou barvou jsou na obrázku znázorněny vypínače ovládající okruh haly, oranžovou okruh kuchyně a obýváku.





Obr. 4.16 Ovladače LED osvětlení

4.3.5. Ovládání venkovních žaluzií

Vhodně nastavené řízení žaluzií dokáže velmi výrazně přispět k udržení příjemného klimatu v bytě a zároveň ušetřit náklady na vytápění. Uživatel má možnost zvolit si z dvou režimů:

- Letní
- Zimní

Letní režim po dobu nepřítomnosti, na základě vnější teploty a oslunění, vyhodnocuje stav rolet tak, aby v místnostech udržoval co nejnižší teplotu – pokud je venku nižší teplota než uvnitř, jsou rolety roztaženy, v jakémkoliv jiném případě jsou rolety zataženy. Zimní režim funguje přesně opačně, rolety jsou roztaženy, pouze v případě oslunění nebo vyšší teploty vně bytu než v interiéru, což je nepravděpodobné. Tato volba je nechána na uživateli z důvodu, že jen podle teplotních rozdílů by se stav těžko odhadoval a hlavně na jaře a na podzim můžeme vyžadovat jednou teplo, podruhé chlad. Ale například i během letních měsíců může nastat několik dní, kdy chceme v bytě tímto způsobem udržovat teplo.

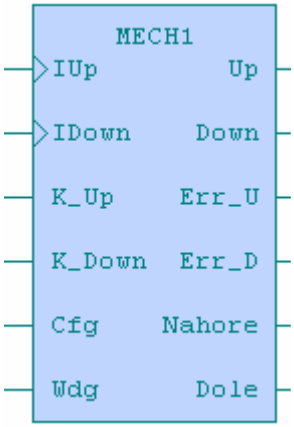
Automatický režim je aktivní pouze po dobu nepřítomnosti obyvatel, jelikož pokud je někdo uvnitř, tak si nastaví žaluzie, jak mu vyhovují, i s přihlédnutím k tomu, jaké množství světla v bytě vyžaduje, s tím, že po odemčení bytu se žaluzie automaticky roztáhnou.

Žaluzie hrají svojí roli též u zabezpečovacích funkcí. Pokud systém vyhodnotí, že došlo k nebezpečí vzniku požáru, žaluzie se automaticky otevřou, aby byl umožněn přístup do bytu jednotkám záchranných složek. Naopak po vyhodnocení narušení objektu se automaticky rolety zatáhnou, aby narušiteli znemožnily útěk nebo vynášení zcizených věcí ven z bytu, jelikož při zamčených dveřích a zatažených roletách, jedinou možnou únikovou cestou zůstává střešní okno. Manuální režim je aktivní až po odemčení bytu, takže by v tomto případě nebylo možné žaluzie otevřít.

Poslední, z části též bezpečnostní funkcí rolet je, že v případě, že zůstane okno otevřené na větračku a z povětrnostního čidla je zjištěna vysoká rychlost větru

(vhodné by bylo nastavit hodnotu okolo 10 m/s, což je hodnota odpovídající podle Beaufortovy stupnice přibližně polovině rozmezí pro čerstvý vítr [17]), tak se u příslušného okna zatáhne žaluzie – tím je možno zamezit například vniku nečistot nesených větrem do bytu.

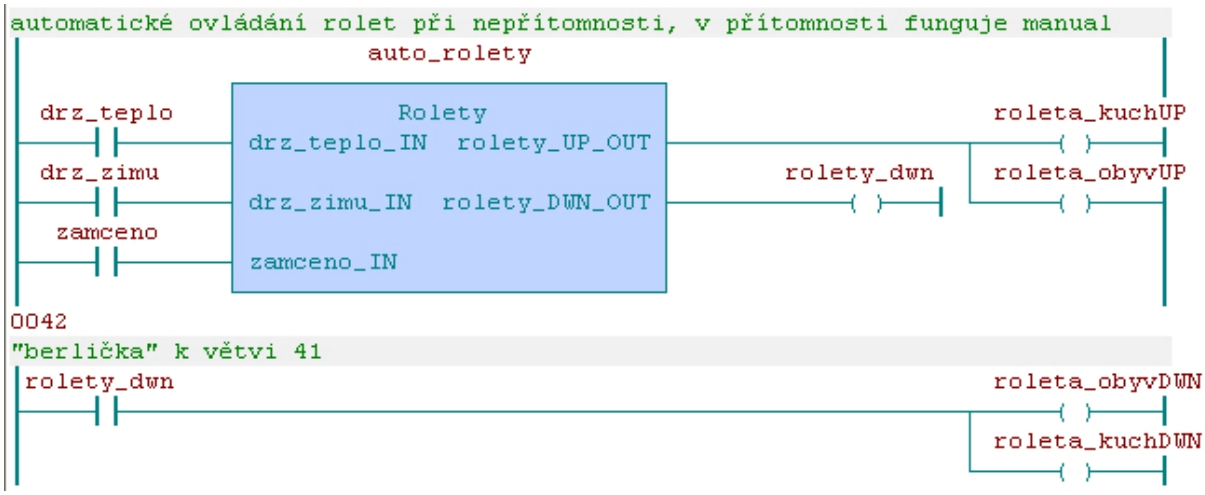
Žaluzie jsou osazeny takovým pohonem, že při dosažená horní nebo dolní úvratě jejich pohon automaticky vypne. K řízení žaluzií jsem použil funkční blok *rolety*, který implementuje funkční blok knihovny BuildingLib v1.0 *SBC1*. Tento funkční blok má 3 vstupy – *IUp* aktivující pohyb žaluzií směrem nahoru, *IDown* aktivující pohyb rolet směrem dolů, a strukturu obsahující přibližný čas potřebný pro zatažení/vytažení žaluzií a ochranný čas aplikovaný při reverzaci pohonu (ochrana jak z mechanických, tak elektrických důvodů). Funkční blok aktivuje směrové výstupy podle aktivních vstupů, pokud je roleta v pohybu, tak stiskem jakéhokoliv z obou tlačítek se pohyb deaktivuje, deaktivaci též zajišťuje ochranný čas pohonu. Pokud programátor vyžaduje funkční blok zahrnující též senzory v horní a dolní úvrati, lze využít blok, který vytvořil Jan Kment s názvem *MECH1* (*Obr. 4.17*).



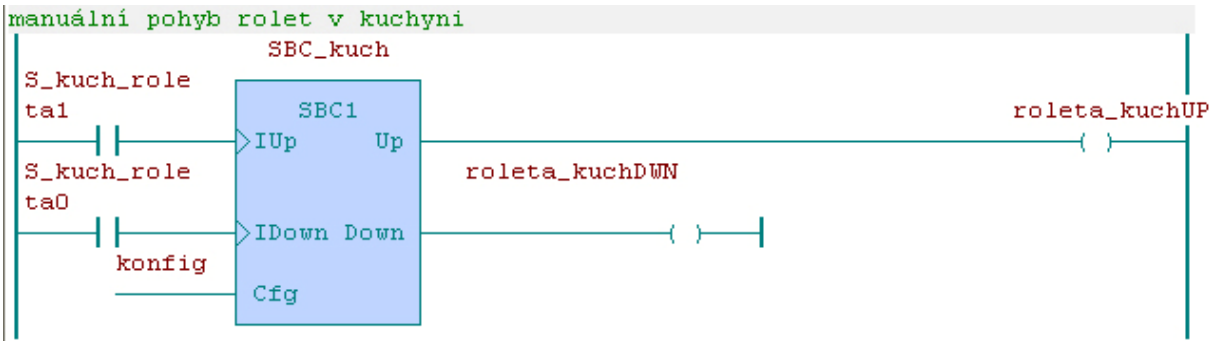
Obr. 4.17 Funkční blok MECH1

Hlavní větev řešení ovládání žaluzií v jazyce LD je zobrazena na obrázku *4.18*. Jedná se o část zajišťující automatické ovládání žaluzií, manuální režim využívá pouze výše zmíněných funkčních bloků *SBC1*. K ovládání žaluzií v manuálním režimu slouží nástěnné jedno – kolébkové jednotky umístěné vždy vedle okna s žaluzií, stiskem horní polohy kolébky je žaluzie uvedena do pohybu

směrem nahoru a naopak. Větev manuálního režimu v jazyce LD využívající FB *SBC1* je zobrazena na obrázku *4.19*.



Obr. 4.18 Automatický režim žaluzií

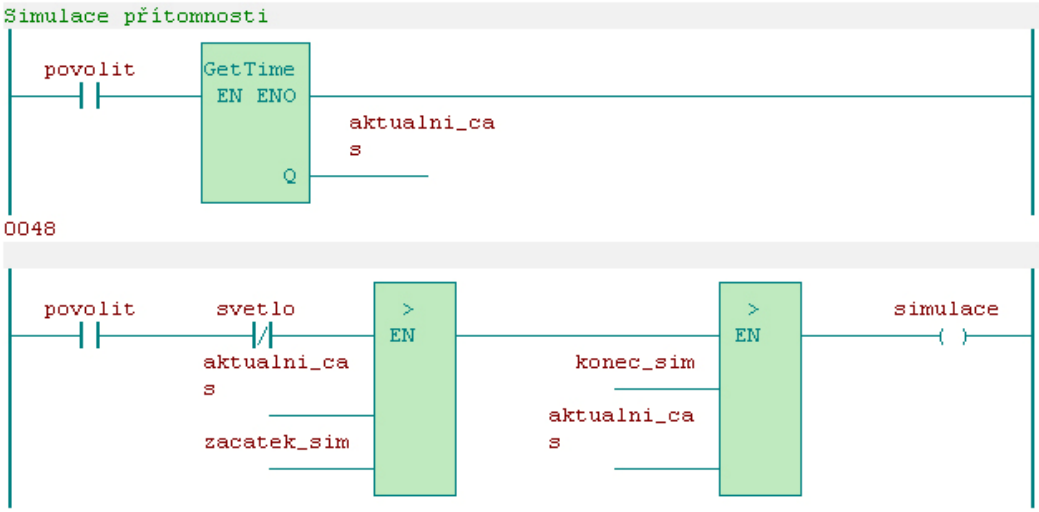


Obr. 4.19 Manuální režim žaluzií

4.3.6. Simulace přítomnosti

Simulace přítomnosti využívá LED svítidel osazených na oknech v kuchyni, obývacím pokoji a na střešních oknech v pracovně a ložnici. Jak vyplývá s názvu, má vytvářet dojem, že obyvatelé jsou doma. Simulace má sloužit k ochraně bytu před zloději, především před náhodnými, kteří si objekt vyhlédnou náhodně. Paradoxně jako jeden z prvků simulace přítomnosti funguje též automatické ovládání rolet, které v automatickém režimu vyvolává pohyb rolet na základě nastaveného režimu a klimatických podmínek, což může též vyvolat dojem, že byt není prázdný. Vzhledem k tomu, že se objekt nachází v těsné blízkosti vrátnice, zvolil jsem pouze jednoduchou variantu simulace přítomnosti.

Simulace je nastavena tak, že v každém cyklu se načte aktuální čas PLC pomocí funkce *GetTime*. Pro tento čas se pomocí funkcí porovnání *GT*, zjistí, zda je v daném rozmezí vyhrazeném pro simulaci. Pokud ano a úroveň osvětlení indikuje tmu, zahájí se simulace. Časové rozmezí lze měnit volbou porovnávacích konstant. Povolování simulace je znázorněno v jazyce LD na obrázku *4.20*.

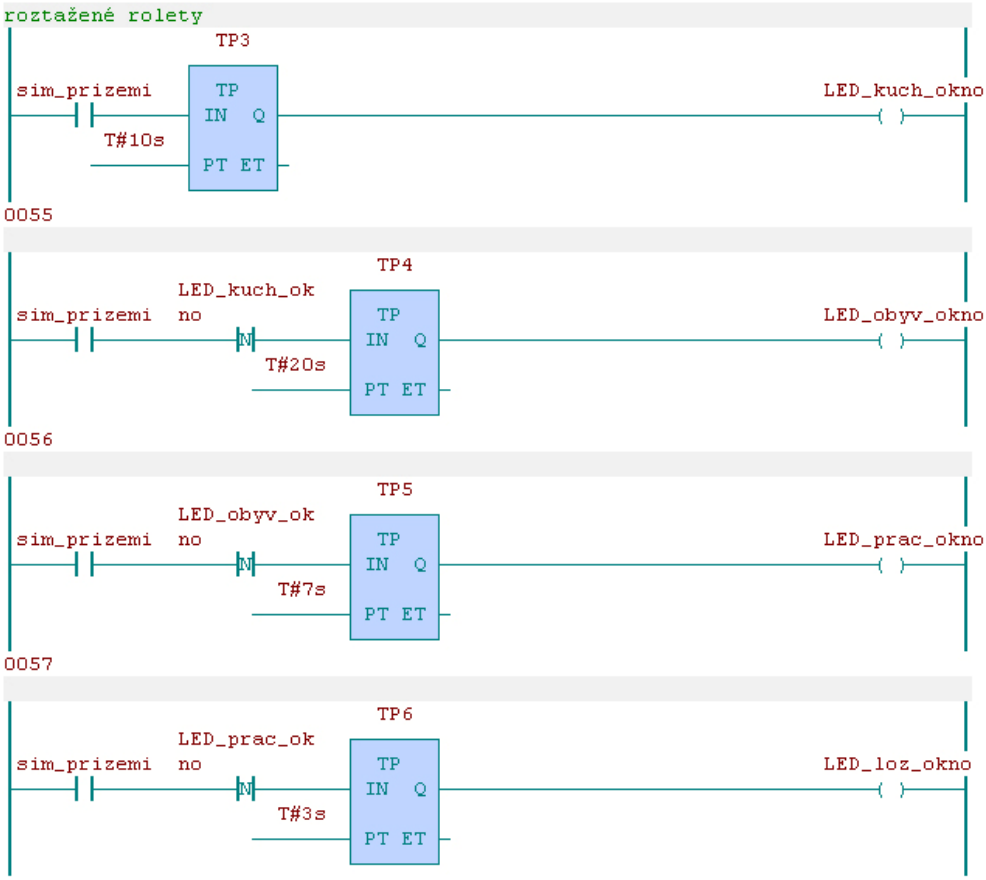


Obr. 4.20 Povolení simulace přítomnosti

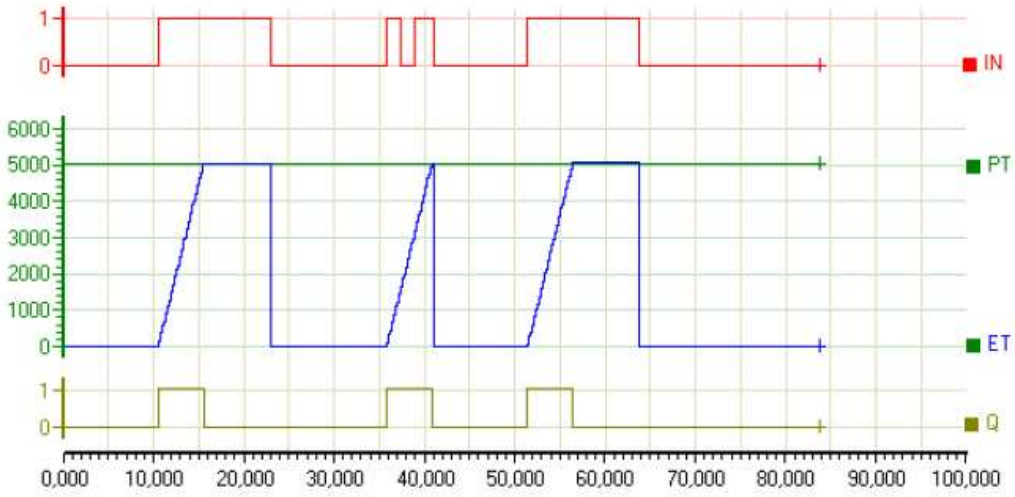
Simulace přítomnosti je nastavena tak, že spolupracuje s roletami tím způsobem, že pokud jsou rolety zataženy, tak okna v přízemí osazená roletami jsou ze simulace vynechána, jelikož přes rolety není osvětlení mimo budovu vidět.

Jak již bylo řečeno, simulace je provedena velmi jednoduše, a to tak, že po aktivaci podle rolet sepne simulace buď pouze pro horní patro, anebo pro celý byt. Po tomto vyhodnocení následuje sekvence svícení kde jsou nastaveny časy pro jednotlivé místnosti blokem časovače *TP* (*Timer pulse*) a další místnost je aktivována vždy po zhasnutí předchozí místnosti – reaguje na sestupnou hranu tohoto signálu.

Na obrázku *4.22* je znázorněn princip činnosti časovače *TP* - průběh vstupů (*IN*) a výstupů (*Q*). Na obrázku *4.21* je opět v jazyce LD znázorněna realizace sekvence svícení při nezatažených žaluziích.



Obr. 4.21 Sekvence simulace přítomnosti



Obr. 4.22 Časovač TP

LED světla byla pro simulaci zvolena ze stejného důvodu jako u osvětlení v bytě, a to kvůli snížení spotřeby elektrické energie – hlavně u simulace, kdy byt osvětlujeme, když nikdo není doma, tak aby tento způsob svícení byl co možná nejlevnější.

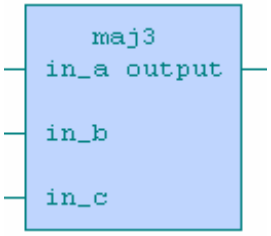
4.3.7. Zabezpečovací systém

Elektronický zabezpečovací systém (EZS) slouží k indikaci narušení bytu nepovolanou osobou. Tento systém využívá PIR čidel rozmístěných v bytě (umístění PIR čidel v bytě je zobrazeno na obrázku *4.4*), tato čidla jsou do systému připojena prostřednictvím jednotky vstupů IM2 – 140M, která je umístěna na DIN liště v rozvaděči, kam jsou přivedeny výstupy všech čidel z bytu. Krom PIR čidel se využívají magnetické kontakty, kterými jsou osazena klasická i střešní okna a vstupní dveře.

Na klasických oknech jsou na každém z nich osazeny 2 magnetické kontakty – z důvodu, aby bylo možné indikovat, zda je okno otevřené celé, anebo je otevřena pouze „větračka“. Na střešních oknech a vstupních dveřích už se (na každém z nich) nachází pouze 1 kontakt.

Systém nevyužívá další senzory jako například senzor rozbití skla, který je též v nabídce systému iNELS, a to vzhledem k tomu, že pokud bude případný zloděj chtít vniknout do budovy, tak si rozbije okno pouze v místě, kde se nachází klička ovládající okno a pomocí této kličky si okno otevře. Stejný postup by zřejmě aplikoval i v případě vniknutí dovnitř přes jedno ze střešních oken.

K indikaci narušení objektu je použit funkční blok *PIR_cidla*. Tento blok využívá funkční blok *maj3*. Funkční blok *maj3* zajišťuje funkci majority ze 3 – výstup bloku je aktivní pouze v případě, že 2 ze 3 jeho vstupů jsou aktivní. Blok je zobrazen na obrázku *4.23*.



Obr. 4.23 Funkční blok majorita ze 3

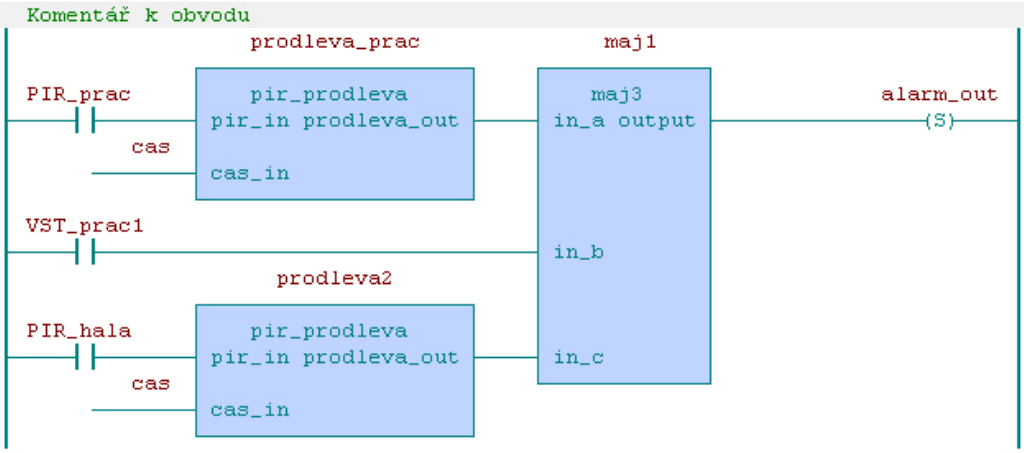
Tento funkční blok, společně se 2 sekundovým zpožděním vstupu PIR čidla mají zamezit planým poplachům a tím zvýšit spolehlivost a věrohodnost celého systému zabezpečení.

Blok majorita ze 3 sdružuje vždy 2 PIR čidla a dveřní/okenní kontakt. Do těchto trojic jsou uspořádány čidla a kontakty takto:

- PIR pracovna, mag. kontakt pracovna, PIR ložnice
- PIR ložnice, mag. kontakt ložnice, PIR pracovna
- PIR kuchyně, mag. kontakt kuchyně, PIR obýv. pokoj
- PIR obýv. pokoj, mag. kontakt obýv. pokoj, PIR hala
- PIR hala, mag. kontakt hlavní dveře, PIR obýv. pokoj

Vstupy jsou sdruženy tak, že by měli pokrýt hlavní kombinace při narušení objektu, a to hlavně kombinace PIR čidla a magnetického kontaktu v dané místnosti. Pokud zloděj vnikne dovnitř oknem, čímž se stane aktivním vstup magnetického

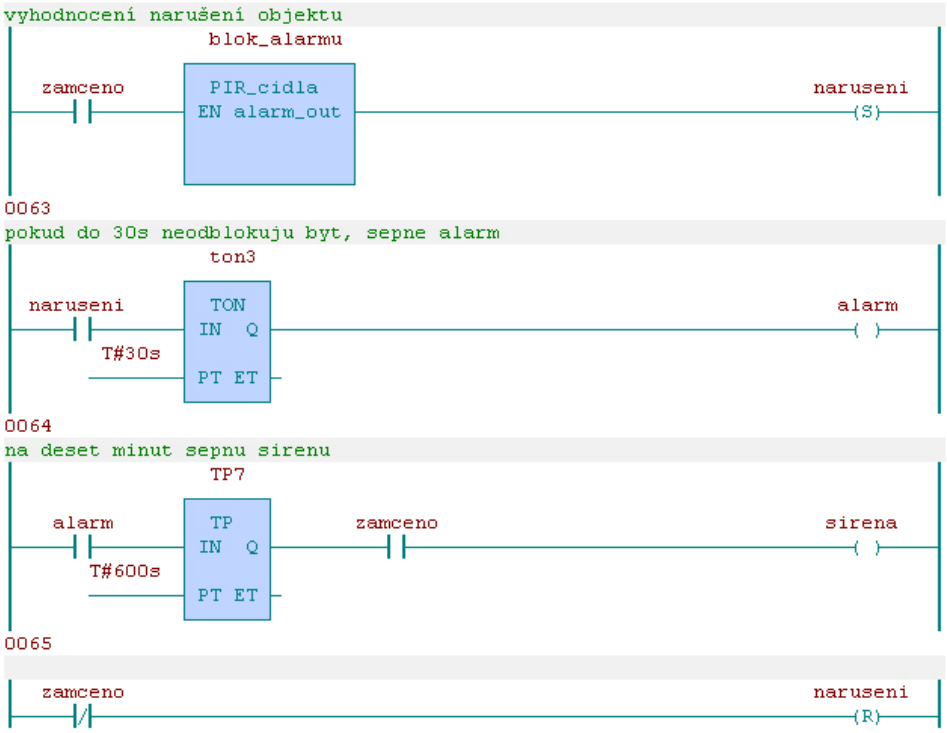
kontaktu, tak ho po vniknutí zároveň musí zachytit i PIR čidlo v místnosti. Zároveň by se tak mělo zabránit planým poplachům, které občas vznikají, jelikož je zde závislost na kombinaci vstupů. Na obrázku *4.24* je jedna větev funkčního bloku *PIR_cidla*, kde je využita majorita ze 3.



Obr. 4.24 Funkční blok majorita ze 3

Funkční blok *PIR_cidla* je aktivní, pouze pokud je byt zamčený. Pokud zmíněný funkční blok má na svém výstupu logickou 1, je aktivována proměnná narušení. Pokud není do 30ti vteřin byt odblokován, dojde ke spuštění interiérové sirény, a to po dobu 10ti minut. K vytvoření 30s časové prodlevy a desetiminutovému spuštění interiérové sirény jsou využity časovače TON a TP. Pokud dojde k aktivaci sirény, tak se v bytě rozsvítí všechna světla, aby na zloděje „bylo vidět“. Zároveň s tím dojde k deaktivaci nástěnných vypínačů, tudíž světla jejich pomocí nelze uvnitř bytu vypnout. Dále dojde ke spuštění venkovních žaluzií, aby byl narušiteli částečně znemožněn útěk oknem.

K deaktivaci alarmového stavu v bytě dojde až po odemčení bytu autorizovanou osobou. Na obrázku *4.25* je zobrazena část vyhodnocení a ošetření narušení bytu.



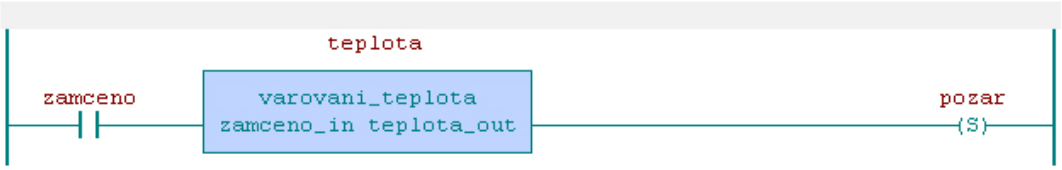
Obr. 4.25 Vyhodnocení a ošetření narušení.

4.3.8. Varování před nebezpečím požáru

Tento systém využívá faktu, že každá nástěnná jednotka systému iNELS má v sobě integrován senzor teploty. Realizace této funkce je velmi jednoduchá, v každé místnosti je vybrán jeden z nástěnných ovladačů, který je určen pro vyhodnocení teploty. Ovladače jsou vybrány s ohledem na to, aby byly umístěny tak, aby na ně nesvítilo slunce a dále pokud jsou v blízkosti nějakého ze spotřebičů, u kterého by hrozilo riziko požáru. Tato funkce je realizována funkčním blokem *varovani_teplota* a je opět navázána na zamčení bytu – je aktivní pouze v případě, že je byt zamčený. Funkční blok je zobrazen na obrázku *4.26*.

Samotný blok je realizován tak, že se porovnává teplota jednotlivých čidel s teplotou uloženou v konstantě. Konstanty byly zvoleny tak, že u všech místností krom koupelny byla zvolena referenční teplota 30℃, v koupelně, jelikož je zde běžná

teplota většinou vyšší než v okolních místnostech, byla nastavena teplota 32℃. Tyto hodnoty lze snadno změnit změnami hodnot konstant.



Obr. 4.26 Vyhodnocení a ošetření narušení.

Pokud dojde k vyhodnocení vysoké teploty a aktivaci proměnné *pozar*, tak jsou opět aktivovány další funkce, na tuto proměnnou navázané. Stejně jako u vyhodnocení alarmu dojde k rozsvícení všech světel v bytě, aby se zde mohli členové záchranných složek zorientovat, a dojde k otevření žaluzií, aby byl umožněn co nejlepší přístup do bytu. Tento stav je opět deaktivován odemčením autorizovanou osobou.

4.4. Monitorování systému

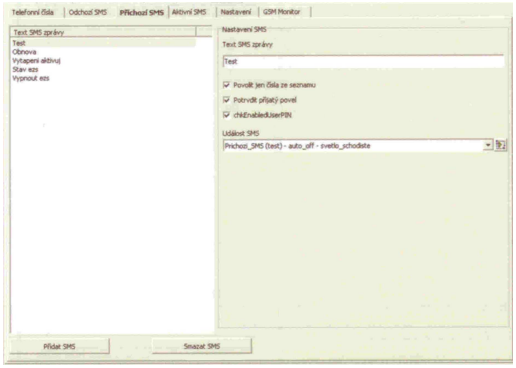
Pokud máme připravenou a funkční instalaci, většinou její nedílnou součástí bývá možnost vizualizace některých proměnných a možnost jejich dálkového ovládání. V bytě jsem záměrně nepoužil žádný dotykový panel k ovládání a vizualizaci – jsou nákladné, případní návštěvníci nebo starší lidé jimi mohou být zmateni. A v neposlední řadě pokud má dům malé obyvatele, zbytečně by je to mohlo lákat si s takovou zajímavou hračkou hrát. Z těchto důvodů jsem zvolil dvě varianty zajišťující vizualizaci, komunikaci a možnost dálkového ovládání, a to použití GSM brány a vestavěného webového serveru.

4.4.1. GSM brána

O jednotce GSM2 – 01 systému iNELS bylo již zmíněno v kapitole *3.6*, její schématický obrázek je znázorněn na obrázku *3.9* v této kapitole. Vzhledem k počtu možných odesílaných a přijímaných SMS a počtu telefonních čísel, která lze definovat, by bylo pravděpodobně možné použít jeden tento modul pro všechny 4 bytové jednotky, čímž by došlo k úsporám pořizovacích nákladů.

Do jednotky se vkládá SIM karta dle volby uživatele, po odejmutí čelního panelu jí lze snadno vložit do jednotky.

Nastavení čísel, SMS a proměnných se u této jednotky provádí buď vyplněním speciálního dialogového okna a nebo lze využít speciální knihovnu pro práci s GSM modulem *GsmLib v2.2*. Dialogové okno je na obrázku *4.27*.



Obr. 4.27 Dialogové okno GSM

Nyní si shrneme, ve kterých případech by byl uživatel informován pomocí SMS brány o událostech v bytě:

- Vyhlášení alarmu
- Nebezpečí požáru + místnost kde došlo k překročení teploty
- Výpadek elektrické sítě
- Vysoká rychlost větru

Toto by byly stavy, kdy by systém automaticky informoval uživatele, dále by systém reagoval na SMS od uživatele v těchto případech:

- Odeslaná SMS by vyvolala odeslání teplot v navolených místnostech uživateli
- Pomocí odeslání SMS by bylo možné změnit nastavení automatiky rolet z léta na zimu a naopak

Odeslání předem navolených teplot by bylo vhodné, pokud by uživatel uvažoval o změně módu automatiky rolet a neměl by přesné informace o počasí v místě, tato informace by mu alespoň částečně mohla napomoci.

Jelikož v kapitole *3.6* byl uveden pouze schématický nákres jednotky, na obrázku *4.28* je zobrazena jednotka jak ve skutečnosti vypadá.

Obr. 4.28 Modul GSM

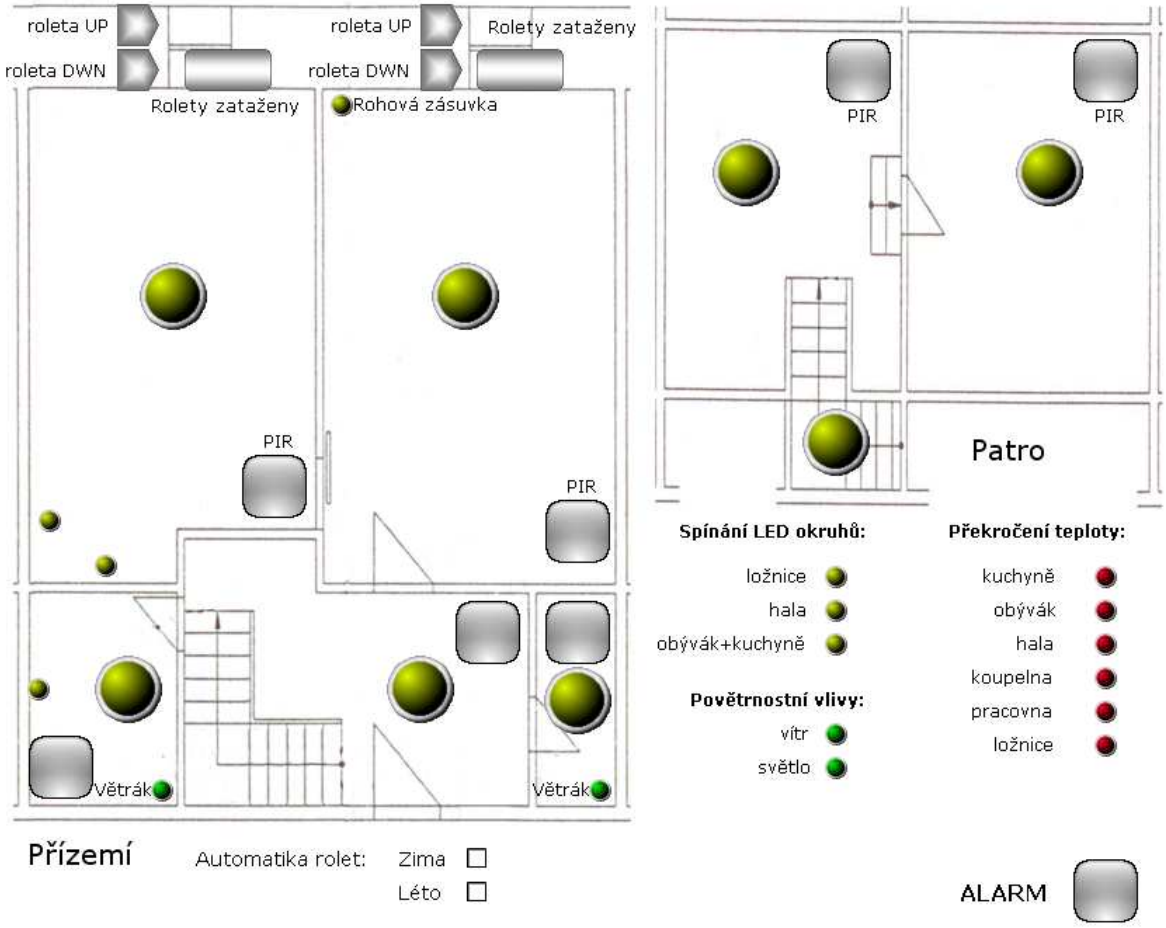
4.4.2. Webová stránka systému

Tecomat Foxtrot má v sobě zabudovaný webserver, tudíž můžeme využít možnosti vytvořit webové stránky projektu a jejich prostřednicvím systém monitorovat a ovládat. Z mého pohledu je to ideální řešení například i v domácnosti, když místo dotykových panelů atd. použijeme toto řešení. Většinou je byt pokryt domácí sítí s wi-fi připojením, tudíž byt můžeme dálkově ovládat když sedíme s notebookem nebo s PDA u televize nebo kdekoliv jinde.

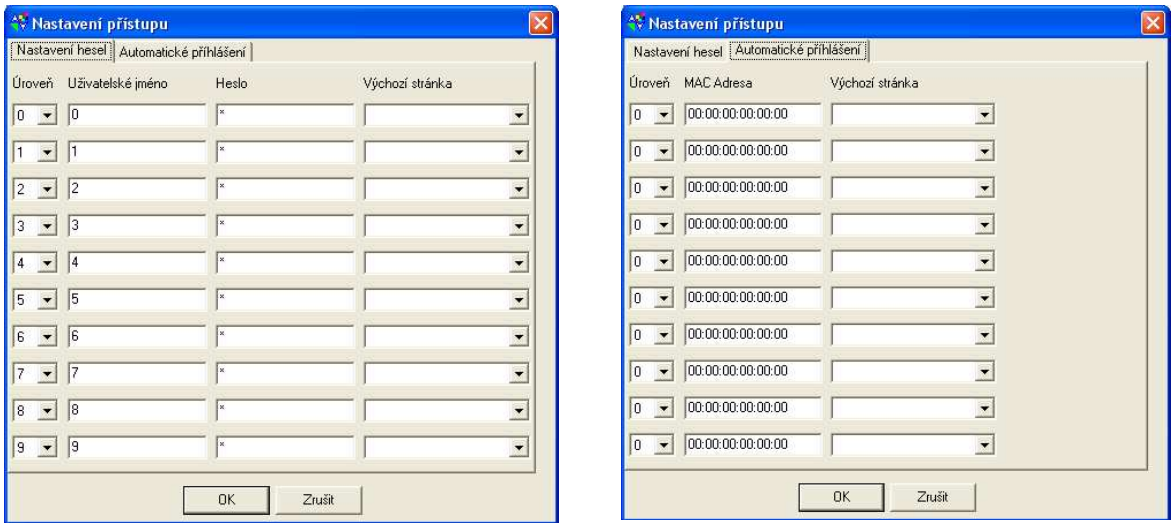
Vývojové prostředí společnosti Teco, software Mozaik má v sobě zabudovaný nástroj pro tvorbu webových stránek projektu – WebMaker [10]. Systému jsem pomocí tohoto nástroje vytvořil webové stránky, určené pro jeho ovládání a monitorování. Podle mých zkušeností se s tímto nástrojem velmi snadno pracuje a je takzvaně „user - friendly“

Do projektu lze velmi snadno vkládat obrázky, texty, lze vložit okno pro zobrazení obrazu z IP kamery, pokud ji používáme. Pro indikaci stavu proměnných, přepínačů aj. lze využít dvoustavové obrázky, kde můžeme použít jak vlastní „výtvory“, tak si vybrat ze škály různých tlačítek, šipek, přepínačů a indikátorů připravených pro vizualizaci již od výrobce. Jedinné co bych v tomto směru WebMakeru vytkl je, že při výběru obrázku není náhled, takže já jsem většinou postupoval tak, že jsem si prošel obrázky v klasickém prohlížeči systému Windows a pak podle názvu obrázek k projektu přidal, po přidání už je náhled aktivní.

Nástroj WebMaker umožňuje definovat až 10 úrovní práv uživatelů, kterým jsou přiřazena uživatelská jména a hesla. Pomocí tohoto „manažeru“ si můžeme nastavit do kterých proměnných přesně která skupina uživatelů může a nemůže zasahovat. Pokud máme stránky bytu připojeny k internetu, je toto odstupňování práv velmi důležité, aby nedošlo ke zneužití nepovolanými osobami. Krom uživatelských jmen a hesel lze nastavit přímo MAC adresy, čímž stupeň ochrany opět zvýšíme. Pro různé uživatele si tak nastavíme různé výchozí stránky. Na následujících obrázcích *4.29* a *4.30* jsou nejprve stránky projektu řízení bytu a dialogy pro nastavení práv uživatelů.



Obr. 4.29 Stránky projektu vytvořené nástrojem WebMaker



Obr. 4.30 Nastavení práv uživatelů

Vzhledem k tomu, že kvůli možnosti dálkového ovládání a monitorování prakticky odkudkoliv, byla by zaheslována i základní úroveň pro pouhé prohlížení stavu veličin, a to kvůli možnosti zneužití i této základní úrovně například zloději. Počet a nastavení úrovní pro realizované řízení bytu jsou shrnuty v následující tabulce:

Login	*Popis práv*
Monitorování	Uživatel pouze se základními právy – má práva pouze prohlížet si stránky projektu, vidět stav proměnných, ale nemá možnost je měnit
Uživatel	Úroveň určená pro nájemníky bytu, mají možnost monitorování, mohou zasahovat do stavu světel, rolet a větráků, nemohou měnit stavy proměnných vyvolávající alarm
Správce	Úroveň se stejnými právy jako *Uživatel*, určeno pro odlišení, zda do systému zasahuje zástupce nájemníka nebo majitele
Administrátor	Úroveň určená pro administrátora systémy, má právo zasahovat do jakýchkoliv proměnných

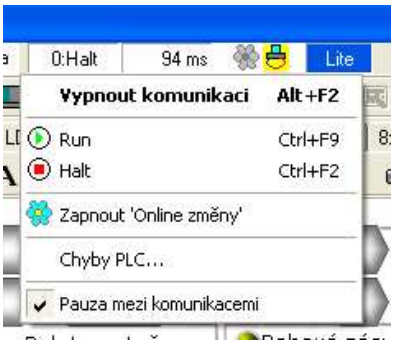
V této tabulce jsou shrnuty pouze základní úrovně přístupu jednotlivých uživatelů, na základě požadavků nájemníků by bylo vhodné po domluvě s nimi definovat další úrovně například pro hosty v bytě, anebo pro odlišení jednotlivých členů domácnosti, pokud by jim připadaly nedostatečné tyto základní úrovně.

5. Ověření návrhu v simulovaných podmínkách

5.1. Možnosti prostředí Mozaic

Nejprve bych rád krátce popsal moje zkušenosti s tímto vývojovým prostředím. Jak už jsem zmínil u nástroje WebMaker, i v tomto případě se jedná o „user-friendly“ prostředí. Jako nepraktický bych označil fakt, že po založení projektu je v prostředí vidět pouze 1 základní knihovna. Od výrobce je k dispozici knihoven více, ale ty je nutné do projektu přidat, což může být zezačátku matoucí. Jak již bylo zmíněno, programování odpovídá normě IEC 61 131-3. Z nabízených jazyků jsem si zvolil žebříčkové schéma.

Prostředí Mozaic v sobě má implementováno simulované PLC Mozaic Lite. Po přeložení projektu a zadání *Run* se program nahraje do simulovaného PLC, uživatel má možnost si zvolit studený nebo teplý restart. Dialogové okno používané ke spouštění simulovaného PLC je zobrazeno na obrázku *5.1*.



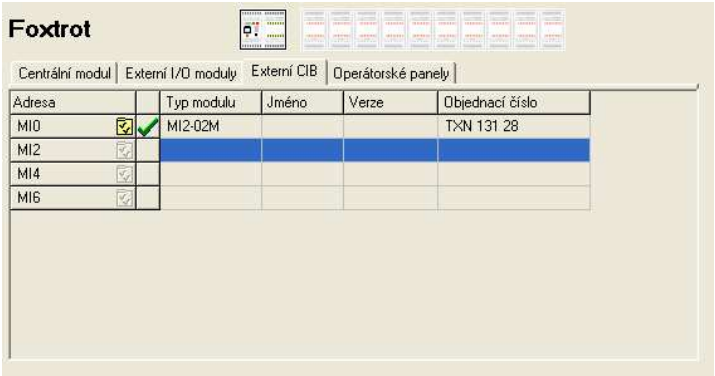
Obr. 5.1 Simulované PLC Mozaic Lite

Velkou výhodou prostředí je, že pro simulaci byl možno využít lite verzi prostředí Mozaic, která je poskytována zdarma.

5.2. Simulace projektu

Jak jsem již zmínil, při tvorbě projektu jsem využíval žebříčkového diagramu, z mého pohledu byl způsob jakým byla simulace vizualizovaná velmi dobrý a spolu s chybovými hláškami pomáhala velmi slušně odladit efektivně chyby v programu.

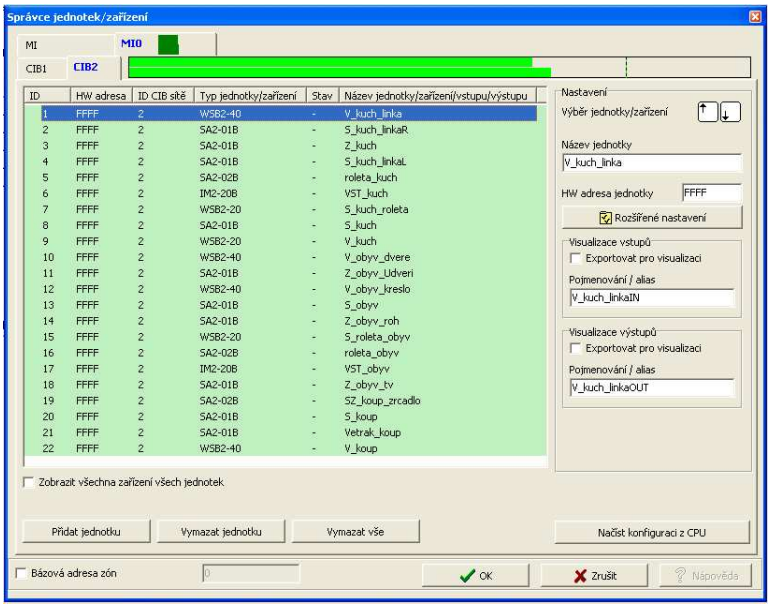
Nejprve jsem provedl hardwarovou konfiguraci ve které jsem přidal jednotku externích masterů sběrnice CIB, viz obrázek *5.2*.



Obr. 5.2 Externí master CIB v HW konfiguraci

Následně jsem přidal pomocí připraveného formuláře jednotky na obě větve sběrnice CIB, formulář je vytvořen velice přehledně a umožňuje snadné přidávání jednotek podle jejich názvu. Krom okna kde jsou za sebou uspořádány jednotky CIB s jejich hexadecimálními unikátními kódy, v horní části okna lze pomocí posuvné lišty pozorovat zaplněnost jednotlivých větví CIB. Tato zaplněnost je indikována najednou pro oba externí mastery sběrnice CIB, tj. vidíme jak větev CIB1, tak CIB2. Dialogové okno určené pro konfiguraci jednotek CIB je na obrázku *5.3*.

Jen krátce bych se tu chtěl zmínit, kde jsem při ladění a tvorbě programu dělal největší chyby. Pokud nějaká funkce nebo část programu nefungovala tak jak měla, většinou byl problém s přepisováním proměnné během cyklu v nějaké následující větvi – stav proměnné jsem dobře vyhodnotil, ale dále v programu jsem si proměnou chybně přepsal.



Obr. 5.3 Konfigurace jednotek CIB

Po konfiguraci jednotek jsem v manažeru vstupů a výstupů přiřadil proměnným jednotlivých jednotek symbolické názvy podle tabulky uvedené v kapitole *4.2.1*.

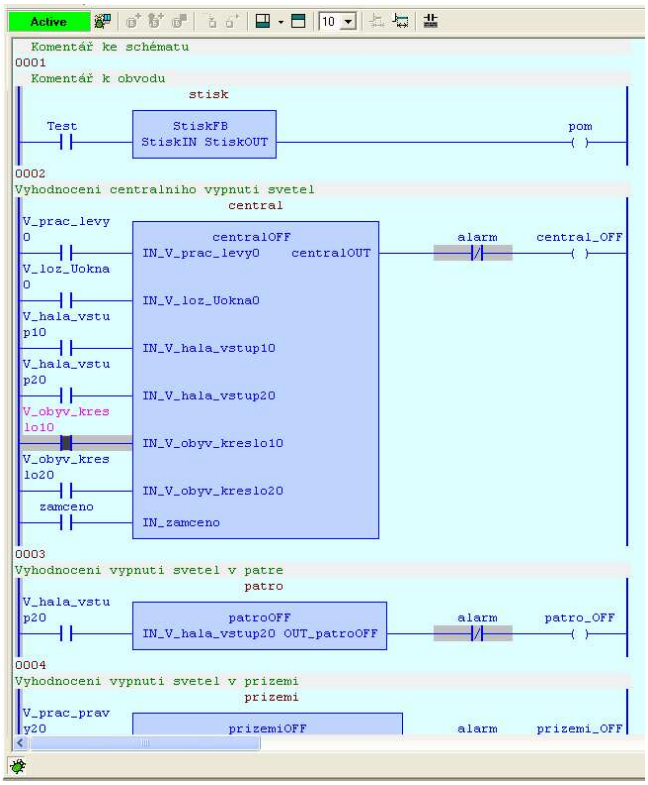
Funkčnost jednotlivých částí návrhu jsem zkoušel postupně – vždy po napsání určité části jsem ověřil její funkčnost. Tyto části jsem pak, podle toho jak byly vzájemně propojeny, propojoval mezi sebou a opět zkoušel funkčnost větších celků po jejich integraci a sledoval, zda se proměnné provázané ve více částech mění jak mají a zda vyvolávají příslušné reakce.

V prostředí mozaic se při spuštěném virtuálním PLC zabarvují jednotlivé části větví žebříčkového diagramu podle toho, jestli jsou aktivní nebo ne. Dále všechny názvy proměnných jsou barevně odlišeny podle toho, zda je hodnota logické proměnné „1“ nebo „0“. Tento systém simulace je velmi přehledný a umožňuje najít chybu v programu a zjistit důvod nesprávné činnosti programu.

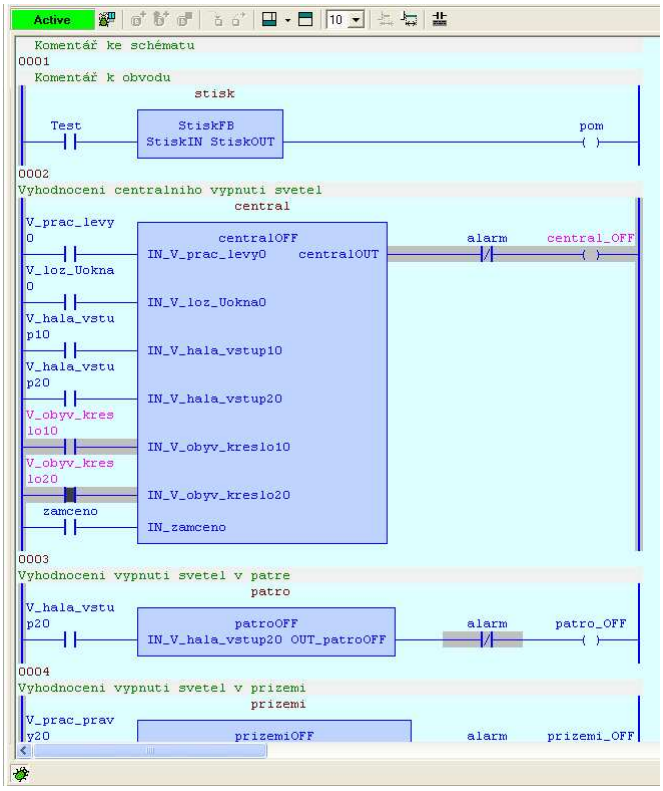
Po naprogramování celého projektu jsem k projektu vytvořil v prostředí WebMaker webové rozhraní, po dokončení rozhraní a připojení jednotlivých prvků odpovídajícím proměnným jsem funkčnost projektu testoval i pomocí tohoto rozhraní a ověřoval funkčnost programu pro různé kombinace stavů proměnných. Na obrázcích *5.4* a *5.5* je zobrazeno prostředí mozaic při spuštěné simulaci, kde je možné vidět vizualizaci stavů proměnných.

Program, který jsem vytvořil v prostředí Mozaic pro bytovou jednotku mající funkce popsané dříve v této práci má 7163 řádků. Vzhledem ke svému rozsahu není celý program uveden v této práci a nachází se na přiloženém CD.

Při tvorbě tohoto projektu inteligentní elektroinstalace pro bytovou jednotku jsem využíval několik knihoven. Z aritmetických funkcí to byla funkce GT porovnávající 2 a více vstupních proměnných různých typů. Z knihovny StdLib v2.0 jsem používal funkční bloky časovačů TON, TOF a TP. Využil jsem též knihovnu BuildingLib v1.0, ze které jsem využil funkční blok SBC1 sloužící k ovládání rolet. Dále jsem využil knihovnu SysLib v2.1, konkrétně funkci GetTime, tato funkce slouží k získání aktuálního času. Dále jsem využil knihovnu, kterou vytvořil Jan Kment [16], konkrétně funkční blok majorita ze 3 určený pro zabezpečovací systémy. Krom těchto standardních funkcí a funkčních bloků jsem si vytvořil několik vlastních, a to především pro detekci délky stisku, dále pro centrální vypínací funkce, pro ovládání rolet, hlášení nebezpečí atd. Jednotlivé funkční bloky jsou v příloze.



Obr. 5.4 Simulace v Mosaic Lite 1



Obr. 5.5 Simulace v Mosaic Lite 2

6. Doporučení pro projektování inteligentních budov

V této části bych rád shrnul některé poznatky, tipy a závěry, ke kterým jsem dospěl v průběhu vytváření tohoto projektu. Některé poznatky se týkají přímo systému iNELS, se kterým jsem pracoval, jiné lze zobecnit i na různé odlišné platformy řízení inteligentních budov.

1) **Zásady kreslení projektů IB:** Držel jsem se zásad kreslení projektů doporučených ve firemní literatuře společnosti Teco. K tomuto způsobu nemám větší výhrady, pouze bych doporučoval odlišovat čáry pro větve CIB, připojení prvků aj. jinak než čárkovanou a čerchovanou čarou. A to například ještě tloušťkou čar (jako například při strojírenském konstruování) jelikož v současné podobě vyžaduje velké soustředění, aby se člověk nepřehlédl. Možná nejlepším způsobem by bylo barevné odlišení čar, ale při projektování se většinou používá černobílý tisk.
2) **Funkce systému:** Projektant by měl všechny zamýšlené funkce diskutovat a vytvářet v interakci s investorem – on bude dům užívat, tak už základní provedení musí odpovídat jeho představám, ať už co se týče samotných funkcí, tak způsobu ovládání. Jeden z hlavních přínosů inteligentních budov je zvýšení komfortu jeho obyvatel, proto musíme dbát, aby tomu nebylo naopak a funkce nebo ovládání investorovi naopak život nekomplikovali.
3) **Zpětná vazba:** I při sebelepším základním projektu a jeho finální realizaci bude pravděpodobně po určité době potřeba některá části systému mírně upravit atd., proto by bylo vhodné s určitým časovým odstupem, a třeba i několikrát se s uživatelem sejít a systém doladit na základě praktických zkušeností z provozu.
4) **Jednoduchost systému:** Systém by měl navenek vypadat a fungovat stejně jako klasická elektroinstalace – aby základní funkce byly intuitivní i pro návštěvníky budovy nebo aby ovládání nečinilo potíže technicky méně zdatným jedincům. Do této kategorie ale spadá i realizace složitějších funkcí

schovaných za klasickými. Tyto funkce, které mohou například skupinově ovládat svítidla aj., lze realizovat například odlišením dlouhého stisku nebo dvojstisku. Ale systém by těmito různými „stisky“ neměl být přehlcený, aby i pro stálé obyvatele byl neustále intuitivní. Tyto skryté funkce by měli mít u stejných prvků stejnou funkci – aby například dlouhý stisk jednoho vypínače nevyvolával naprosto jinou odezvu než u druhého.

5) **Vizualizační prvky:** Mnoho lidí si pod pojmem „inteligentní dům“ představuje situaci, kdy v každé místnosti je dotyková obrazovka. Tyto zobrazovací prvky mají nejen vysokou pořizovací hodnotu, ale dle mého názoru jsou i zbytečné. Tím, že vytvoříme pro projekt webové stránky, tak se v různých částech bytu můžeme jednoduše pomocí notebooku nebo PDA k těmto stránkám připojit a jednoduše různé funkce ovládat. Pravidlo „v jednoduchosti je krása“ je vhodné i pro samotnou vizualizaci – vizualizovat jen proměnné a prvky, které nám přináší určitou informaci nebo užitek, pokud bude prvků moc, vizualizace a ovládání pak bude nepřehledné.
6) **Rozumná míra inteligence:** Pokud nakonfigurujeme systém tak, že je až příliš inteligentní, je to spíše na škodu než k užitku a dostáváme se k extrému kdy je instalace „tak inteligentní, až je hloupá“. Především různé demonstrační projekty výrobců automatizace budov se předhánějí v tom, co vše „lze“, ale dle mého mínění jde jen o výstřelky, které jsou pro praktické používání nevhodné. Tento bod vystihuje citát Riche Golda v knize The Plenitude: „Jak moc musí být postel ve vašem domě inteligentní, než se budete bát jít v noci spát.“ [2]
7) **Ovládání vytápění:** Dle mého názoru v běžné stavbě nemá cenu do systému zasahovat „inteligentním řízením“. Pokud si dobře nastavíme hlavice radiátorů v kombinaci s nastavením a umístěním regulátoru dodávaným výrobcem kotle, celý systém funguje k naší spokojenosti a není třeba jakýchkoliv zásahů. Často se objevují myšlenky o využití individuálního řízení teploty pro každou místnost, snížením teploty v nepřítomnosti obyvatel atd. Oproti tomu se objevují informace, že při snižování a opětovném zvýšení teploty na původní úroveň jsou náklady vyšší, než při neustálém udržování přibližně konstantní teploty. U klasické stavby má největší vliv provedení stavby, izolace a vzniklé tepelné mosty. O něco jiná situace je u budov nízkoenergetického standardu,

které jsou od okolí izolovány tak, že je nutné provádět řízené větrání, kdy se používá například rekuperace tepla ze vzduchu odváděného z domu, tak, že jím předehříváme čerstvý vzduch přicházející z venku.

8) **Rezerva:** Systém navrhnout s dostatečnou rezervou, tak aby bylo možného ho co nejsnáze rozšířit. Tj. například nemít kompletně zaplněné větve CIB, aby bylo možno kdykoliv v případě potřeby přidat další jednotku. Krom této rezervy je vhodné rozmístit vhodně instalační krabice se záslepkou, kde by procházela sběrnice CIB a případně i silové vedení - pokud možno na vhodná místa v budově. Speciálně pokud do budoucnosti uvažujeme o konkrétním rozšíření systému, tak zaslepené instalační krabice rozmístit podle zamýšleného rozšíření. Tím zamezíme nutnosti i minimálních stavebních zásahů.

K výše zmíněným bodům bych rád ještě poznamenal několik věcí týkajících se konkrétně tohoto návrhu projektu. Co se týče samotného vytápění, tak není do systému zahrnuto, ale i přesto je systémem tepelný komfort obyvatel ovlivněn – díky ovládání venkovních žaluzií. Dle mojí osobní zkušenosti jejich důsledné používání vede k úsporám během zimních měsíců a k udržení příjemné teploty po dobu letních měsíců. Co se týče rezervy v systému, zde by například přicházelo v úvahu připravit si zaslepené krabice v blízkosti radiátorů, pokud bychom přece jen chtěli systém rozšířit o řízení vytápění, pak už by stačilo jen řídící program rozšířit například o časové programy a teploty pro jednotlivé místnosti. K řízení vytápění by bylo též možné využít senzory teploty osazené v prvcích systému iNELS.

Pokud bychom chtěli dosáhnout úspor v oblasti energií, nabízí se též možnost využít měřiče jednotlivých komodit s impulsním výstupem. Pokud by uživatel měl možnost sledovat aktuální údaje o spotřebách, s tím, že by viděl jak různé akce tyto spotřeby ovlivňují, určitě by se začal chovat ekonomičtěji a dosáhl určitých úspor. Existuje dokonce studie [19] potvrzující, že toto monitorování dokáže vést v průměru k 10 – 15% úspoře.

Když se ještě vrátím k rezervám systému, jednou z výhod systému iNELS je fakt, že lze využít též bezdrátové prvky. To znamená, že pokud zjistíme, že i přes navrženou rezervu by pro zamýšlené rozšíření systému bylo nutné provést určité

stavební zásahy, můžeme místo toho použít například bezdrátový vypínač a těmto úpravám se tak vyhnout.

Na závěr bych chtěl ještě vyzdvihnout jednu praktickou výhodu systému iNELS, se kterou jsem se setkal v praxi – celý systém včetně dokumentace je kompletně v češtině, což podle mých zkušeností je velkou výhodou pro elektrikáře, kteří dělali doteď klasickou instalaci a nyní se pokouší o přechod na inteligentní instalaci.

7. Závěr

V mojí diplomové práci jsem se zabýval návrhem řízení inteligentní budovy – vzhledem k plánované rekonstrukci jsem zvolil bytovou jednotku, které bude realizována v souboru objektů v Rakovníku. Tato práce slouží investorovi jako úvodní studie a projekt inteligentní instalace pro tuto jednotku. Vzhledem k tomu, že v objektu budou realizovány 4 bytové jednotky stejného půdorysu (až na zrcadlové otočení 2 z nich) je možné stejný projekt využít pro všechny bytové jednotky.

Pro instalaci jsem zvolil český systém iNELS vyvinutý společnostmi Teco a Elko – EP. Tento systém umožňuje volbu mezi dvěmi základními jednotkami – klasickým PLC Tecomat Foxtrot a základním modulem CU2-01M. Vzhledem k tomu, že Tecomat Foxtrot umožňuje programování dle normy IEC 63 131-3, kdy se vstupy a výstupy jednotek umístěných na sběrnici CIB (*Common installation bus*) v programu zacházíme jako s klasickými proměnnými, zvolil jsem si tuto jednotku. Pro programování funkcí instalace v prostředí mosaic jsem zvolil žebříčkový diagram.

Mnou navržený systém zahrnuje řízení osvětlení, části zásuvek, LED osvětlení fungující mimo jiné jako záloha při výpadku sítě, ovládání venkovních žaluzií, simulaci přítomnosti, zabezpečovací systém a systém varování před možným nebezpečím požáru.

Po bytě jsou rozmístěny jednotky vstupů, výstupů a spínací jednotky jak ve verzi na DIN lištu, tak do instalační krabice. Jednotky vstupů jsou určeny pro připojení PIR senzorů pohybu a magnetických kontaktů, které jsou umístěny na oknech a na vstupních dveřích do bytu.

Systém se snaží o to, aby maximálně využil prvků rozmístěných po bytě a aby mezi sebou jednotlivé části systémů vzájemně komunikovaly. Osvětlení je ovládáno nástěnnými ovladači jako klasická elektroinstalace, ale určité vypínače při dlouhém stisku mají funkci centrálních vypínačů pro celý byt nebo patro. Pro osvětlení jsou v některých místnostech využívána též PIR čidla pohybu. Na světla v koupelně a na WC je navázáno spouštění větráků. Pokud je byt zamčený, je aktivní bezpečnostní systém skládající se z PIR čidel a magnetických kontaktů na dveřích a oknech, dojde k vypnutí osvětlení a řízených zásuvek a zapnutí automatického ovládání žaluzií. U

automatického ovládání žaluzií si lze vybrat z režimů léto nebo zima, kdy se udržuje v bytě chlad nebo naopak teplo. Varování před požárem je založeno na vyhodnocování některých teplotních senzorů v nástěnných ovladačích. LED svítidla v bytě fungují jako záloha při výpadku elektrické energie nebo pro neoslňující noční svícení, další jsou osazena v lištách u oken a slouží pro simulaci přítomnosti. Systémy mezi sebou spolupracují například tak, že při zatažených žaluziích jsou místnosti jimi osazené vyloučeny ze simulace přítomnosti, při vyhlášení alarmu se rozsvítí všechna světla v bytě, zatáhnou se rolety a světla nejdou vypnout. Naopak při nebezpečí požáru se světla rozsvítí a žaluzie roztáhnou.

Systém je možné dálkově monitorovat a ovládat pomocí GSM brány a definovaných SMS nebo pomocí webových stránek vytvořených v nástroji WebMaker. Funkčnost celého systému byla ověřena pomocí simulace, na kterou byl využit nástroj Mozaic Lite.

Moje zkušenosti, které jsem získal při tvorbě tohoto systému inteligentní elektroinstalace jsem zobecnil do několika bodů, které jsou uvedeny v kapitole *6*. Tyto body mohou sloužit jako doporučení při projektování a obsluhu systémů inteligentní elektroinstalace.

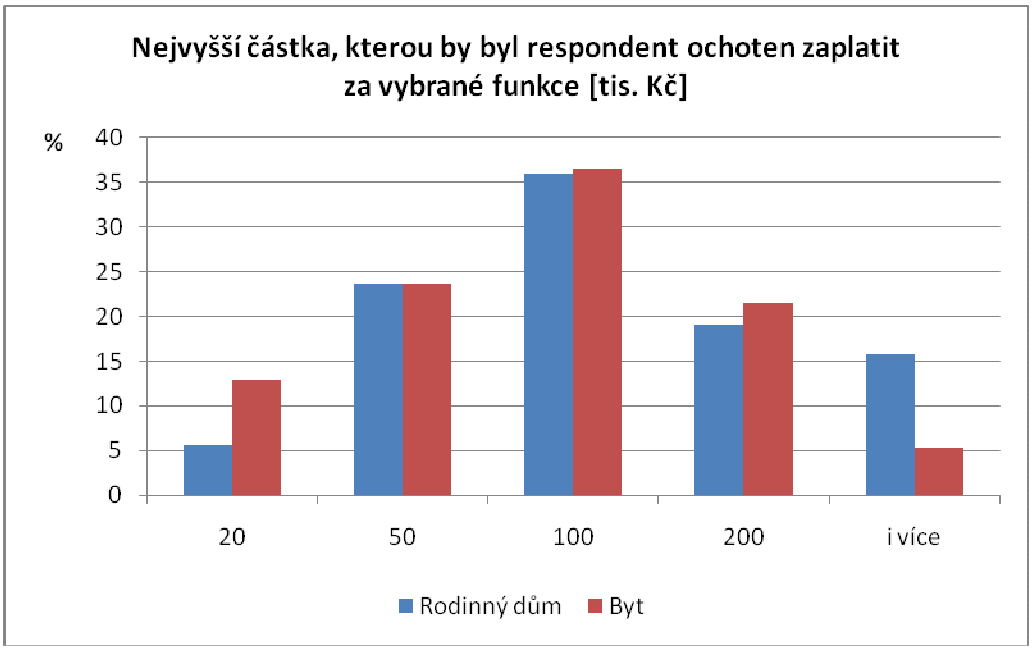
Přílohy

.

Přibližné náklady na inteligentní řízení realizované v této práci:

Označení	Popis	Cena/ks [Kč]	ks	Celkem
	Tecomat Foxtrot	9800	1	9800
MI2-02M	Rozšíření 2x master sběrnice CIB	3500	1	3500
BPS2-02M	Oddělovač sběrnice od napájecího zdroje	1200	1	1200
IM2-20B	Jednotka vstupů, 2xIN	1190	4	4760
IM2-140M	Jednotka vstupů, 14xIN	2995	1	2995
SA2-01B	Spínací jednotka, 1x OUT	940	21	19740
SA2-02B	Spínací jednotka, 2x OUT	2327	1	2327
SA2-012M	Spínací jednotka, 12x OUT	4990	1	4990
WSB2-20	Nástěnný ovladač, 1x kolébka	960	9	8640
WSB2-40	Nástěnný ovladač, 2x kolébka	1190	6	7140
PS-100	Napájecí zdroj	1280	1	1280
SA214/18	Akumulátor 12V	990	2	1980
	Poodíl na GSM bráně, snímači počasí	3000		3000
		Celková cena:		71352

Tato cena je přibližně v rozmezí nákladů, které je největší procento případných zájemců ochotno do inteligentní instalace investovat, což dokládá následující graf [18]:

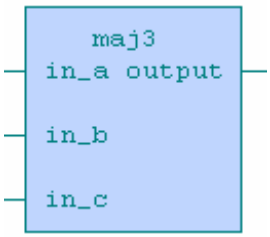


Funkce a funkční bloky použité v projektu

Na tomto místě budou uvedeny pouze funkce a funkční bloky, které nejsou součástí standardních knihoven.

Majorita ze 3 (maj3)

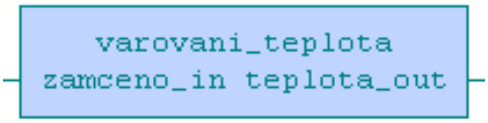
Funkční blok majorita ze 3 je určen především pro aplikace zabezpečovacího systému. Výstup funkčního bloku je aktivní v případě, že je většina vstupů (2 nebo 3) v log. 1. Jedná se o funkční blok z knihovny, kterou vytvořil Jan Kment. [16] .



Funkční blok má 3 vstupy (existuje i verze mající 5) a 1 výstup (viz. obrázek výše). Vstupem jsou většinou čidla bezpečnostního systému (PIR čidla, magnetické kontakty, senzory rozbití skla atd.)

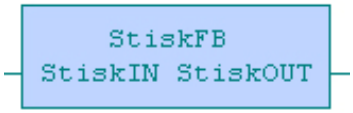
Vysoká teplota (varovani_teplota)

Funkční blok vysoké teploty je použit v systému varování před požárem. Funkční blok je realizován tak, že uvnitř se na základě systémové funkce porovnání hodnot GT porovnávají hodnoty z čidel teploty vybraných jednotek na sběrnici CIB. Blok je aktivní, pokud na vstupu je log. 1. V případě, že na některém místě dojde k překročení přednastavené teploty, výstup přejde do stavu log. 1.

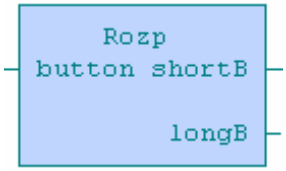


Detekce dlouhého stisku (stiskFB)

Tento funkční blok se využívá především v centrálních funkcích, kde je třeba detekovat, zda došlo k dlouhému stisku ovládacího tlačítka, jelikož se tento stisk využívá k ovládání centrálních funkcí.

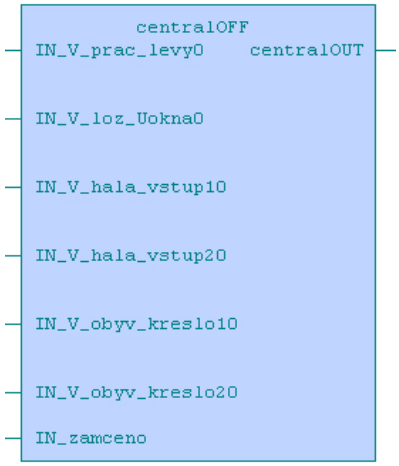


Log. 1 se na výstupu bloku objeví poté, co je vstup aktivní déle než 3s. Pokud by nám nestačila pouze tato jednoduchá realizace, lze využít funkční blok *rozp* [16], který má 2 výstupy, kde se rozlišuje krátký a dlouhý stisk.



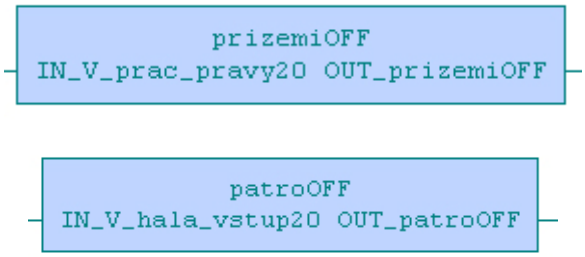
Centrální funkce (centralOFF, patroOFF, prizemiOFF)

Funkční blok centralOFF slouží k detekci situace, kdy někdo z uživatelů stiskne takovou kombinaci tlačítek, která má vyvolat vypnutí veškerého osvětlení v bytě.



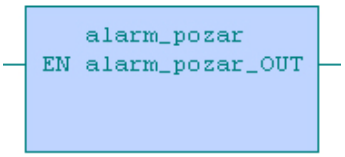
Vstupem do bloku jsou jednotlivé proměnné, které mají vliv na centrální vypínání osvětlení, blok má na výstupu log. 1, pokud kombinace odpovídá centrálním vypínačům (*Obr. 4.11*).

Obdobně jsou realizovány funkční bloky určené pro centrální vypínání světel v jednotlivých patrech.



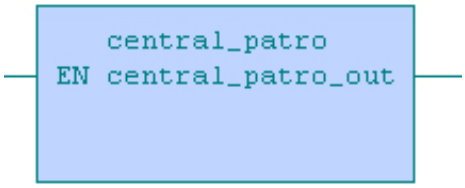
Alarm a požár (alarm_pozar)

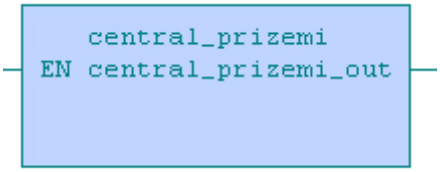
Vzhledem k tomu, že v těchto dvou situacích dochází k rozsvícení všech světel v bytě, vytvořil jsem z těchto proměnných blok. Při častém použití pak stačí pouze vložit blok. Blok má vstup enable a je aktivní pouze, je-li na tomto vstupu log. 1. Na výstupu je log. 1 v případě, že došlo k aktivaci proměnných požár nebo alarm.



Funkční bloky central patro a přízemí (central_patro, central_prizemi)

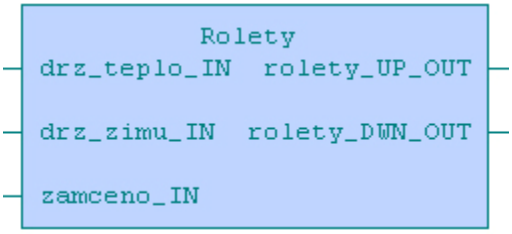
Tyto funkční bloky sdružují výstupy bloků centralOFF a buď prizemiOFF, anebo patroOFF. Je určena pro zjednodušení zápisu při vypínání světel v patře a v přízemí, vstupem je opět pouze enable a výstup indikuje zhasínání v daných situacích.





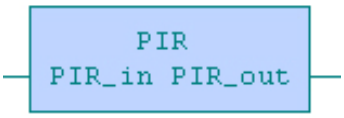
Automatické ovládání venkovních žaluzií (Rolety)

Tento funkční blok slouží k automatickému ovládání rolet v závislosti na oslunění, venkovní teplotě a nastaveném režimu. Vstupem bloku je režim nastavení a indikace zamčení, výstupem pohyb rolet směrem nahoru a dolů. Tento funkční blok využívá též systémového bloku SBC1.



Signál z čidla PIR (PIR)

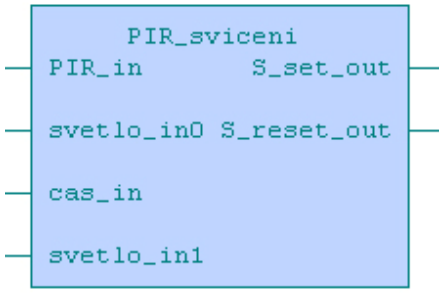
Tento funkční blok je používán pro zpracování signálu z PIR čidla, kdy se na výstupu objeví log. 1 až poté, co je vstup aktivní déle než 1 s, a to z důvodu ochrany proti planým poplachům.



Ovládání osvětlení PIR čidlem (PIR_sviceni)

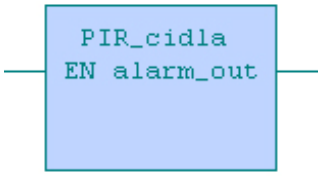
Tento funkční blok je využíván v místnostech, kde se PIR čidel používá též pro ovládání osvětlení. Tento blok zajišťuje rozsvícení při detekci pohybu PIR čidlem, pokud pohyb ustane je po určité době světlo opět zhasnuto. V případě, že je během svícení stisknuto tlačítko pro aktivaci světla, zůstane světlo svítit i po uplynutí zmíněné doby.

Vstupem do funkčního bloku jsou jednotlivé pozice kolébky ovládacího světla, dále signál z PIR čidla a čas, po který zůstane světlo rozsvíceno po ustání detekce pohybu PIR čidlem.



Spuštění alarmu (PIR_cidla)

Tento blok slouží k vyhodnocení narušení objektu, využívá signálu z jednotlivých PIR čidel a magnetických kontaktů a s využitím bloku majority ze 3 vyhodnocuje aktivaci proměnné indikující narušení objektu.



Nakonec bych rád k zmíněným funkčním blokům poznamenal několik detailů. Pro několik dalších funkcí by bylo možné též vytvořit specializované funkční bloky a tím si usnadnit práci. Takovým případem je například ovládání osvětlení. Ale vzhledem k tomu, že ovládání jednotlivých světel bylo vytvářeno postupně a vzhledem k tomu, jak se toto ovládání propojovalo s dalšími realizovanými funkcemi, nebyly použity funkční bloky. Dalším podobným případem je například simulace přítomnosti nebo ovládání venkovních žaluzií v manuálním režimu. Druhým důvodem, proč u těchto funkcí nebyly využity bloky je fakt, že tato varianta byla v těchto případech vhodná při ověřování funkčnosti systému v simulovaných podmínkách. Pro budoucí použití v reálné instalaci by bylo vhodné tyto funkce realizovat též za použití specializovaných funkčních bloků.

Seznam použité literatury

[1] Internet: http://www.tugendhat.eu/

[2] HARPER R., Inside the Smart Home, Springer, 2003

[3] VALEŠ M., Inteligentní dům, 2. vydání, Brno, ERA, 2008

[4] ŠMEJKAL L., KLABAN J.,Inteligentní budovy – luxus nebo nezbytnost?, Automatizace, ročník 52, číslo4

[5] KLABAN J., Inels a sběrnice CIB – moderní systém inteligentní elektroinstalace, Automa, 12/2008

[6] HERNYCH M., Řízení funkcí rodinného domu, Automatizace, ročník 53, číslo 3-4

[7] Začínáme v prostředí Mozaic, Teco a.s., 7. vydání, 2008

[8] Programování podle normy IEC 61 131-3 v prostředí Mozaic, Teco a.s., 11. vydání, 2009

[9] Knihovny pro programování PLC Tecomat podle IEC 61 131-3, Teco a.s., 8. vydání, 2006

[10] Nástroj WebMaker, Teco a.s., 2. vydání, 2009

[11] NEMEŠKAL V., Mozaic – integrované vývojové prostředí pro PLC Tecomat podle normy IEC 61 131-3, Automatizace, ročník 50, číslo 3

[12] KLABAN J., Zásady kreslení projektů, Kolín, prezentace, 2008

[13] Technický katalog iNELS, ELKO-EP, 1. vydání, 2010

[14] Katalog Teco a.s., Teco a.s., 2009

[15] ZVOLÁNEK M., Inteligentní řízení a zabezpečení domů s využitím informačních a komunikačních technologií, Praha, ČVUT, Fakulta Elektrotechnická, bakalářská práce, 2008

[16] KMENT J., Standardizace funkcí pro řízení inteligentních domů a návrh knihovny funkčních bloků, Praha, ČVUT, Fakulta Elektrotechnická, bakalářská práce, 2009

[17] FILIP E., Návrh koncepce řízení v areálu s kombinovanou funkčností, Praha, ČVUT, Fakulta Elektrotechnická, bakalářská práce, 2009

[18] PLUHAŘ J., Inteligentní systémy obytných prostor, Praha, ČVUT, Fakulta Elektrotechnická, diplomová práce, 2010

[19] WOOD G., NEWBOROUGH M., Dynamic energy-consumption indicators for domestic appliances: environment, behaviour and design, Energy and Buildings, ročník 35, číslo 8

[20] Internet: http://www.elim.cz/

[21] Internet: http://www.LEDsystemy.cz/

[22] Internet: http://www.ledneonflex.cz/

[23] KUNC J., Elektroinstalace krok za krokem, Praha, Grada, 2006