

Model automatizace budov

Václav Vozár

27. května 2005

Abstrakt

V současné době jsou budovy navrhovány s respektováním flexibility místností, možnostmi úspory energie a vzdáleného monitorování a ovládání. Komunikační sítě poskytují efektivní prostředky ke splnění takovýchto úloh a požadavků. Tato práce pojednává o vývoji modelu administrativní budovy s použitím komunikačních technologií LonWorks, DALI a EnOcean a ukazuje různé možnosti konfigurace těchto sítí, vhodná zařízení a funkce budovy. Různé možnosti chování budovy jsou ukázány na stavu obsazení místností, úspory energie, atd.

Abstract

Recent buildings have been built with respect to the flexibility in the room layout, energy savings possibilities and techniques, and remote monitoring and control. Communication networks provide efficient means to accomplish such tasks and requirements. We have developed a model of an administrative building which uses LonWorks, DALI and EnOcean communication networks and shows various possibilities of network configuration, available devices and building functionalities. Various schemes of the building behaviour are presented relating to the occupancy of inner rooms, energy consumption, etc.

Prohlášení

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

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne:

Podpis:

Poděkování

V první řadě bych rád poděkoval svým rodičům a příbuzným za obrovskou podporu v průběhu mých studií.

Velký dík patří vedoucímu této práce, Ing. Pavlu Burgetovi, za příkladné a přátelské vedení.

Dále bych rád poděkoval Ing. Ondřeji Dolejšovi za podporu a cenné rady při práci se zařízeními Wago, kolegům Michalu Slezákovi a Martinu Linhartovi za pomoc při realizaci této práce a panu Ladislavu Čmelíkovi za realizování technických částí modelu.

Dík také patří všem mým přátelům a celému fotbalovému týmu KNK Kadaň za všechny příjemné chvíle prožité během mého studia.

Obsah

1	Úvod	1
2	Automatizace budov	3
2.1	Historie	3
2.2	Oblasti automatizace budov	4
2.2.1	HVAC systém	5
2.2.2	Osvětlení	6
2.2.3	Řízení rozvodu elektrické energie	7
2.2.4	Zabezpečovací, přístupové a docházkové systémy	8
2.2.5	Protipožární systémy	9
2.2.6	Nadstavby	9
2.3	Systémy pro domovní automatizaci	9
2.3.1	Centralizované systémy	9
2.3.2	Decentralizované systémy	10
2.3.3	Přehled systémů na trhu	10
3	Lonworks, DALI, EnOcean	12
3.1	Úvod	12
3.2	Nódy	13
3.3	Protokol LonTalk	14
3.3.1	Adresování	15
3.3.2	Prezentační a aplikační vrstva	17
3.3.3	Typy a formáty APDU	17
3.3.4	Služby správy sítě a diagnostiky	18
3.4	Topologie a propojení sítí	27
3.4.1	Opakovač (Repeater)	28
3.4.2	Brána (Gateway)	28
3.4.3	Směrovač (Router)	28
3.5	DALI	29
3.6	EnOcean	30

4 Vývojové nástroje	31
4.1 LonMaker for Windows	31
4.2 OPC Server	35
4.2.1 IPLONGATE	35
4.3 Wizcon for Windows and Internet	38
4.4 CodeSys	38
4.5 DESIGO RXT	39
4.6 LPA - Loytec Protocol Analyzer	40
5 Model budovy	41
5.1 Požadavky	41
5.2 Konstrukce	41
5.2.1 Prvky stavebnice Item	43
5.3 Místnosti	45
5.3.1 Prezentační místnost	46
5.3.2 Kancelář č.1 (Siemens)	49
5.3.3 Kancelář č.2	51
5.3.4 Technická místnost	52
5.3.5 Garáž	52
5.3.6 Výtahová šachta	53
5.4 Elektroinstalace	53
5.5 Instalace serveru	55
5.6 Konfigurace routeru L-IP	56
5.7 Konfigurace modulů DESIGO RX aplikací RXT	57
5.8 Vytvoření a konfigurace sítě LON	59
5.8.1 Vytvoření sítě LON	59
5.8.2 Vytvoření sítě LON pro prezentační část modelu	60
5.8.3 Vytvoření sítě LON se zařízeními L-IP a L-Switch	63
5.9 Vizualizace a vzdálené řízení ve WizCon	67
5.9.1 Definice komunikačního ovladače	68
5.9.2 Definice tagů	68
5.9.3 Vytvoření vizualizace	71
5.9.4 Vzdálená správa	74
5.10 Ekonomická rozvaha	75
5.11 Laboratorní úlohy	77
5.11.1 Úloha č.1	77
5.11.2 Úloha č.2	78
5.11.3 Úloha č.3	78
6 Závěr	79

Seznam obrázků

2.1	Ventilační systém	5
2.2	Vytápěcí systém se solárním kolektorem	6
2.3	Využití denního osvětlení	7
2.4	Centralizovaný vs. decentralizovaný řídicí systém	10
3.1	Nód systému LonWorks	13
3.2	Komunikační objekty nódu LonWorks	14
3.3	Rámec LonTalk	15
3.4	Rámec APDU	18
3.5	Rámec LonTalk - Service Pin Message	21
3.6	Rámec LonTalk - Network Variable Fetch	24
3.7	Rámec LonTalk - Set Node Mode	25
3.8	Rámec LonTalk - Query Status	26
3.9	Topologie sítí	27
4.1	Program LonMaker - úvodní obrazovka	31
4.2	Program LonMaker - Visio	34
4.3	Komunikace systému LonWorks s OPC Serverem a vizualizací	35
4.4	IPLONGATE - výběr projektu a LNS databáze	36
4.5	IPLONGATE - hlavní okno	37
4.6	IPLONGATE - definice monitorování síťové proměnné	37
4.7	Wizcon - hlavní okno	39
4.8	Aplikace LPA	40
5.1	Model budovy	42
5.2	Standard-Fastening Set	43
5.3	Universal-Fastening Set	44
5.4	Universal-Butt-Fastening Set	44
5.5	T-Slot Nut	45
5.6	Multiblock PA	45
5.7	Hinge PA	46
5.8	Wago I/O System 750	47

5.9	Vývojový diagram řídicího alg. PLC Wago	48
5.10	Řízení podle denního světla v modulech DESIGO RX	50
5.11	Realizace rozhraní LPT-10	51
5.12	Elektroinstalace modelu	54
5.13	Nastavení L-IP	56
5.14	Konfigurace CNIP	57
5.15	Přidání modulu DESIGO RX v nástroji RXT	58
5.16	Instalace modulu DESIGO RX v nástroji RXT	58
5.17	Postup při vytváření sítě LON	60
5.18	Postup při vložení zařízení Wago 750-819	61
5.19	Vložení funkčního bloku OccupSensor zařízení WRF04I	62
5.20	Ukázka definice propojení proměnných v pluginu TOPLON	62
5.21	Výsledná síť prezentační části modelu	64
5.22	Vytvoření kanálu TP-1250	64
5.23	Vytvoření zařízení L-IP	65
5.24	Vytvoření zařízení L-Switch	66
5.25	Výsledná síť se zařízeními L-IP a L-Switch	67
5.26	Vytvoření komunikačního ovladače ve Wizcon 1	69
5.27	Vytvoření komunikačního ovladače ve Wizcon 2	69
5.28	Vytvoření komunikačního ovladače ve Wizcon 3	70
5.29	Definice tagu ve Wizcon	70
5.30	Definice tagu Compound ve Wizcon	71
5.31	Pracovní okno vizualizace Wizcon	72
5.32	Definice triggeru ve Wizcon	73
5.33	Definice dynamiky ve Wizcon	73
5.34	Pracovní okno vizualizace Wizcon	74
5.35	Ukázka vizualizace prezentační části modelu	75

Seznam tabulek

3.1	Běžná média LonWorks	13
3.2	Typy PDU	15
3.3	Způsoby adresování v LonTalk	16
3.4	Kódy zpráv APDU	18
5.1	Seznam zařízení LON v modelu	67
5.2	Seznam zařízení EnOcean v modelu	68
5.3	Cenová náročnost řešení Wago	76
5.4	Cenová náročnost řešení LON	76

Kapitola 1

Úvod

Automatizace budov je v dnešní době stále více vyhledávaným tématem projektantů a stavitelů rozsáhlých obchodních a kancelářských objektů. Pojem *inteligentní budova* získává stále více reálnější obrysy. Přednosti automatizace budov tkví především v možnostech snížení provozních nákladů, dosažení větší bezpečnosti osob a ochrany majetku, možnosti sledování aktuálních stavů a procesů probíhajících v budově lokálně i vzdáleně a v neposlední řadě i ve větším komfortu ovládání instalovaných technologií.

Standardní elektroinstalace jak je známe v dnešní době nesplňují požadavky a představy zákazníků a proto byly vyvinuty modernější systémy s daleko většími možnostmi. Další předností těchto systémů, vedle výše uvedených, je variabilita. Úpravy elektrické instalace jsou časově i finančně nákladné. Nové systémy s inteligentními prvky, komunikujícími mezi sebou pomocí přesně definovaného protokolu, jejichž logika i komunikace je programovatelná, tak umožňují provést požadované změny ve většině případů mnohem snadněji a často bez jakýchkoliv zásahů do elektrických rozvodů.

Na trhu je dnes k dispozici několik dostupných technologií pro automatizaci budov a podrobnější přehled je uveden v kapitole 2, části 2.2 na stránce 4. Řada výrobců těchto systémů vyvinula v minulých letech vlastní uzavřené systémy, s možností použít komponenty a softwarové produkty pouze od daného výrobce. Zákazník je tedy značně omezen při volbě zařízení, nehledě na riziko spojené s případným poroucháním určitého zařízení a možností jeho nahradby v rámci několika desítek let. Navíc nekompatibilita těchto jednotlivých systémů vede ke složitým a drahým řešením při nutnosti propojit tyto systémy z důvodu nedostatků systémů v určitých oblastech (např. neexistence určitého typu zařízení u jednoho systému a naopak, požadavek zákazníka, apod.).

Naproti tomu systémy otevřené jsou dostupné ostatním výrobcům, kteří projeví o danou technologii zájem a mohou vyvíjet a nabízet koncovým uživatelům fyzická zařízení, softwarové produkty nebo např. podporu ostatním výrobcům. Tímto se otevírají daleko širší možnosti při výběru produktu a vniká konkurence mezi výrobci jednotlivých zařízení. Takový systém s označením LonWorks vyvinula americká společnost Echelon a pro jeho rozsáhlé možnosti a celosvětové rozšíření byl vybrán jako hlavní systém realizovaného

modelu.

Tato práce je rozdělena na dvě části. První část obsahuje seznámení s použitými technologiemi a teoretické základy potřebné k lepšímu pochopení dané problematiky. V kapitole 2 jsou popsány způsoby řešení a možnosti využití moderních systémů v jednotlivých oblastech automatizace budov. Kapitola 3 obsahuje popis a teoretické základy technologie LonWorks, popis nódů systému a komunikačního protokolu LonMark. Na konci této kapitoly jsou popsány i ostatní použité technologie (DALI, EnOcean).

Následující kapitola 4 popisuje vývojové nástroje použité při realizaci této práce. Uvádí významy jednotlivých nástojů a možnosti jejich použití.

Ve druhé části této práce je popsán realizovaný model (kapitola 5). V úvodu této části jsou specifikovány požadavky, které by měl model splňovat. Dále je uveden popis modelu a konstrukce, z které je sestaven, popis elektroinstalace a postupy s algoritmy použité při realizaci sítě LonWors. V další části následují postupy při vytváření vizualizace a vzdálené správy modelu. Na závěr této kapitoly jsou navrženy úlohy pro studenty.

Kapitola 2

Automatizace budov

Systémy automatizace budov jsou komplexní nástroje určené uživatelům a správcům budov k efektivnějšímu ovládání a řízení všech jejich částí a technologií. Z počátku pneumaticko-elektrické, dnes elektronické systémy umožňují centrální sledování a řízení. Přináší nejen větší komfort, ale především úsporu provozních nákladů, ochranu osob a majetku.

2.1 Historie

První řídicí systémy pro automatizaci budov začaly vznikat po druhé světové válce s příchodem nových architektonických směrů. Nové stavby vyžadovaly změnu přístupu inženýrů navrhujících systémy vytápění, ventilace, osvětlení, atd. Do této doby vznikaly především pneumaticko-elektrické lokální systémy a rozsáhlé budovy obsahující více těchto systémů byly z důvodu větších vzdáleností mezi jejich ovládacími panely velmi náročné na obsluhu a v případě potřeby neumožňovaly rychlý zásah proveditelný jednou osobou během krátké doby.

Výrobci systémů pro automatizaci budov začali vyvíjet centralizované systémy s jedním - centrálním - ovládacím panelem. V případě umístění ovládacích panelů všech centrálních systémů v jedné místnosti tak výrazně klesl čas potřebný na obsluhu a řízení budovy. V sedesátých letech dvacátého století se v těchto systémech začalo využívat technologie multiplexu, která umožnila vytvoření vzdálených ovládacích panelů, umístěných v určité lokalitě budovy. Tyto panely umožnily sledování a ovládání příslušného systému (např. vytápění) i mimo centrální ovládací místnost a jejich připojení k centrálnímu ovládacímu panelu bylo realizováno pomocí mnohažilových kabelů.

Počátkem sedmdesátých let došlo vlivem rozvoje integrovaných obvodů a digitální komunikace k revoluci i v systémech pro automatizaci budov. Vícežilové kably (často 80-96 vodičů) nahradil jediný pár nutný pro sériovou komunikaci a elektromechanická relé byla nahrazena logickými obvody. Začaly vznikat první "inteligentní", programově řízené,

počítačové automatizační systémy. Do této doby z větší části mechanické operátorské panely nahradily postupem času barevné CRT monitory a díky programovatelnosti počítačových systémů došlo také k vývoji několika softwarových balíků pro různé oblasti automatizace budov. Takovéto systémy již mohly generovat různé manažerské výstupy, uchovávat ve své paměti alarmy po dobu než je obsluha zpracovala, tisknout historii vybraných událostí, apod.

S rozvojem mikroprocesorů počátkem let osmdesátých došlo k dalšímu zlomu v oblasti řídicích systémů. Mikroprocesory umožnily vytvářet malá inteligentní zařízení schopná řešit jednoduché úlohy a pomocí svých digitálních výstupů řídit různá zařízení. Tyto vlastnosti umožnily vznik prvních distribuovaných systémů pracujících na principu přímého digitálního ovládání DDC¹ [Coffin1998].

Současné a budoucí trendy systémů automatizace budov směřují k distribuovanému řízení procesů, možnosti navrhnout komplexní systém zahrnující dnes již standardní oblasti domovní automatizace (osvětlení, vytápění, ventilace, přístupy, atd.) včetně vizualizace a vzdálené správy budovy. Důraz je kladen především na úsporu energií, bezpečnost a komfort obsluhy.

2.2 Oblasti automatizace budov

Z požadavku na komplexnost systémů automatizace budov vyplívá, že tato problematika zahrnuje velké množství různých oborů. Návrhy těchto systémů proto bývají velice náročné a jejich realizace je často rozdělena na subsystémy, realizující určitou oblast automatizace. Je důležité si uvědomit, že pro správný návrh a později funkci systému jako celku je potřeba úzká spolupráce mezi jednotlivými realizačními týmy těchto subsystémů.

Mezi hlavní oblasti automatizace budov dnes zcela jistě patří:

- HVAC systém (Heating, Ventilating, and Air Conditioning)
- osvětlení
- řízení rozvodu el. energie
- zabezpečovací, přístupový, docházkový systém
- protipožární systém

Způsoby řešení a možnosti jednotlivých oblastí jsou popsány v následujících kapitolách.

¹DDC - Direct Digital Control

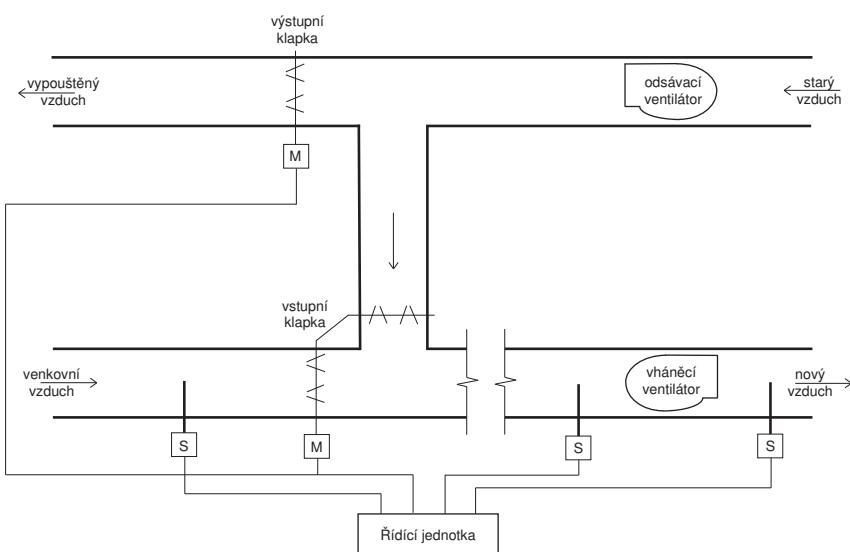
2.2.1 HVAC systém

Systémy vytápění, ventilace a klimatizace [Carlson1991] jsou v dnešní době nepostradatelné součástí budov. Jejich úkolem je udržovat v prostorách budov stálou teplotu a zajišťovat výměnu vzduchu v uzavřených prostorách. Tyto systémy jsou energeticky nejnáročnější a proto je u nich kladen velký důraz na úsporu energie.

Ventilační systémy slouží k udržování potřebné kvality vzduchu v uzavřených prostorách. Nutností jsou především v pracovních místnostech, ve kterých se do ovzduší dostávají škodlivé látky. Prvky těchto systémů jsou ventilátory pohánějící vzduch, senzory teploty a ventilační klapky, určující směr proudění vzduchu v systému. Základní ventilační systém ukazuje obrázek 2.1. Teplotní senzor okolního vzduchu je instalován pro případné omezení tepelných ztrát v jednotlivých místnostech.

Vytápěcí systémy zajišťují regulaci teploty v prostorách budovy. Hlavním požadavkem na tento systém je jeho ekonomičnost. Systém získává na vstupu požadavky na teplotu v jednotlivých místnostech a musí médium ohřívat na takovou teplotu, aby bylo možné uspokojit všechny požadavky. Vytápění většinou zajišťuje centrální ohřívač (kotel) řízený regulátorem, oběhové čerpadlo a v jednotlivých místnostech ventily ovládané hlavicemi, které jsou řízené lokálními regulátory.

V dnešní době, kdy jsou brány v úvahu ekologické aspekty, se s regulační technikou začínají v oblasti vytápěcích systémů stále více používat alternativní zdroje energie. Nejčastěji používaným alternativním zdrojem je sluneční záření. Ohřev média lze za vhodných podmínek provádět ve slunečních kolektorech a teprve v případě nedostatku této energie využívat ohřevu média kotlem. Takový systém ukazuje obrázek 2.2.



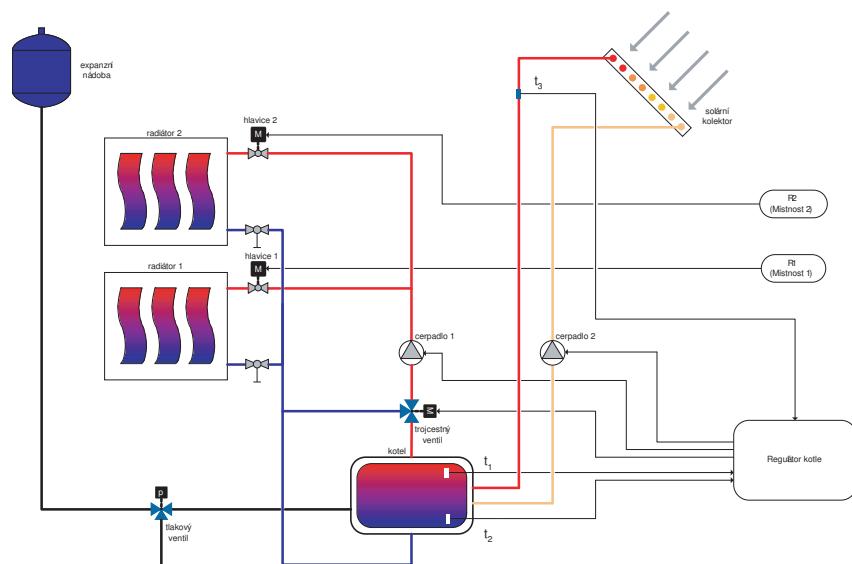
Obrázek 2.1: Ventilační systém

Funkce systému se solárním kolektorem

Kotel, čerpadlo 1 a radiátory tvoří první okruh systému. Čerpadlo zajišťuje oběh média, které ohřívá kotel. Regulátor kotle reguluje teplotu t_1 (teplota média na výstupu kotle) a řídí třícestný ventil, jehož poloha je závislá na teplotě t_2 (teplota média vracejícího se z okruhu). Pokud je tato teplota dostatečně vysoká, není potřeba médium znovu ohřívat, protože teplo nebylo odebráno a třícestný ventil vyřadí kotel z oběhu. Regulátor kotle dále porovnává výstupní teplotu média ve slunečním kolektoru t_3 . Pokud je tato teplota větší minimálně o 5-7 °C, zapne regulátor čerpadlo 2, čímž dojde k cirkulaci média v okruhu slunečního kolektoru. V kotli (tepelném výměníku) médium ze solárního kolektoru předá teplo médiu z prvního okruhu a vrací se do slunečního kolektoru. Regulátory R1 a R2 řídí hlavice ventilů jednotlivých radiátorů a tím v místnostech regulují teplotu na požadovanou hodnotu.

2.2.2 Osvětlení

Elektrické osvětlení v budovách je od dob vynálezu žárovky panem Edisonem zcela nezpochybně jednou z nepostradatelných vymožeností. V dnešní době má osvětlení interiérů i exteriérů budov dvě hlavní úlohy. První úlohou je samořejmě účelové osvětlení nutné k vykonávání určité činnosti, kdy je kladen důraz na vhodnou intenzitu, umístění a typ světelného zdroje [Habel1995]. Druhá úloha osvětlování je úloha estetická. Taková světla slouží k vytvoření vhodné atmosféry či efektu, popř. k reklamním účelům. K osvětlování lze také přiřadit stínící techniku (žaluzie a rolety), která slouží k útlumu venkovního



Obrázek 2.2: Vytápěcí systém se solárním kolektorem

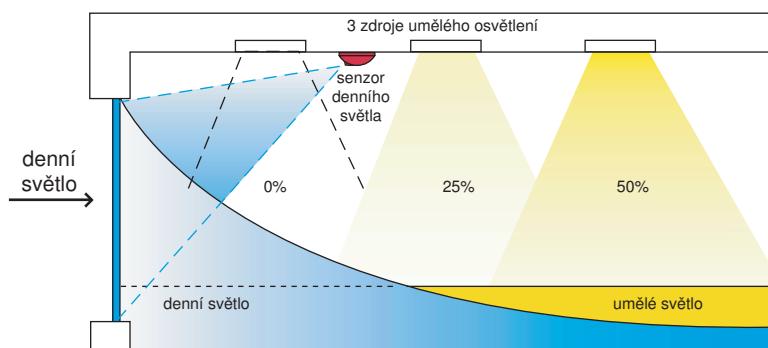
osvětlení.

Způsoby řízení světelných systémů:

- on/off řízení
- regulace intenzity osvětlení světelného zdroje
- regulace intenzity osvětlení v místnosti
- předešlé v kombinaci s autonomním řízením (senzor pohybu, časově programovatelný výpínač)

Řízení On/Off je nejjednodušší řízení, kdy na požadavek obsluhy systém zapne/vypne určitý světelný zdroj. Drobným rozšířením je regulace intenzity osvětlení světelného zdroje, kdy je většinou mechanický výpínač nahrazen elektronickým regulátorem. V obou těchto případech systém žádným způsobem nevyužívá venkovního osvětlení a pouze v kombinaci s autonomním řízením lze dosáhnout určité úspory energie.

Řízení osvětlení pomocí regulace intenzity osvětlení v místnosti je v tomto ohledu nejúspornější. Využívá totiž venkovního osvětlení. Samozřejmě je zde potřeba doplnit systém o senzor venkovního osvětlení a mít vhodně nainstalovány světelné zdroje, jak ukazuje obrázek 2.3. Další výhodou tohoto řízení je možnost regulace osvětlení od hodnoty blízké 0 luxů. V tomto případě je samozřejmě nutná instalace elektricky ovladatelné stínící techniky. V kombinaci s autonomním řízením může tento systém dosáhnout maximální úspory energie.



Obrázek 2.3: Využití denního osvětlení

2.2.3 Řízení rozvodu elektrické energie

Realizace rozvodu elektrické energie tak jak ji dnes známe, rozděluje světelné a zásuvkové obvody a dále speciální obvody pro vybrané spotřebiče s velkým příkonem. Tyto

rozvody jsou z důvodu bezpečnosti jištěny v rozvodné skříni. Tento systém tedy nijak neumožňuje ovládat jednotlivé zásuvky/spotřebiče, popř. jejich skupiny. S příchodem moderních systémů pro automatizaci budov lze tento nedostatek nahradit velice jednoduše. Doplněním systému o inteligentní spínače tak lze ovládat jednotlivé prvky a předejít tak nebezpečným situacím a zvýšit úsporu provozních nákladů.

2.2.4 Zabezpečovací, přístupové a docházkové systémy

Opět velice důležité a užitečné systémy především pro ochranu majetku. Tyto systémy jsou dnes nepostradatelnou součástí mnoha rozsáhlých komplexů, administrativních nebo výrobních budov.

Zabezpečovací systém je tvořen především ze senzorů pohybu, kontaktních senzorů, vyhodnocovací jednotky, záložního zdroje a samozřejmě poplašné sirény. Senzory jsou zapojeny do tzv. bezpečnostních zón, které jsou připojeny k vyhodnocovací jednotce. Pokud dojde k narušení určité zóny, vyhodnocovací jednotka provede patřičné kroky. V dnešní době je možné napojit poplašný systém na pult centrální ochrany, vyhodnocovací jednotka může pomocí GSM modulu poslat zprávu na patřičná telefonní čísla a samozřejmě s nastavitelnou prodlevou aktivovat poplašnou sirénu. Výhodou realizace těchto systémů pomocí inteligentních zařízení je jednak komplexnost celého systému a z hlediska koncového uživatele se jedná o jednoho dodavatele, jeden servis, atd., ale především právě o možnost vizualizace, uchovávání alarmů a vzdálená správa tohoto systému (např. přenastavení systému).

Přístupové a docházkové systémy vymezují možnosti pohybu osob po budovách v přesně stanovených časových intervalech (přístupové systémy) nebo zaznamenávají typy průchodů procházejících osob (docházkové systémy). Tyto systémy se skládají ze čteček identifikačních prvků a dveřních kontaktů. Princip činnosti takového systému je poměrně jednoduchý. Osoba vybavená identifikačním prvkem jej přiloží ke čtečce (žádost o vstup do chráněného prostoru) a pokud má v daný okamžik v systému načinovaný přístup, čtečka umožní sepnutím elektromagnetického zámku vstup do prostoru. Pomocí dveřního kontaktu může systém sledovat zda opravdu osoba vstoupila a v případě nezavřených dvěří do určité doby může signalizovat narušení hlídaného prostoru. Výhodou těchto systémů je i možnost sledovat aktuální pohyb osob v objektech. Jako identifikačních prvků se v dnešní době stále více začíná používat biometrických systémů. Jedná se zejména o senzory otisků prstů, čímž se výrazně znemožní obcházení systému např. půjčováním identifikační čipové karty mezi několika osobami.

S přístupovými systémy úzce souvisí i docházkové systémy. Také v těchto systémech je zapotřebí identifikace osoby čtečkami identifikačních prvků. Při získání a zpracování dat z těchto čteček je možné sledovat docházku zaměstnanců a pomocí vybraných softwarových produktů poskytovat podklady pro mzdy a různé manažerské přehledy.

2.2.5 Protipožární systémy

Protipožární systémy jsou jistě velmi dobrou ochranou nejen majetku, ale především případných lidských životů. Pro obrovské hotelové komplexy jistě nezbytný systém, skládající se ze senzorů otevřeného ohně, poplašných sirén a sítí automatického hasicího systému. V případě detekce kouře a vysoké teploty v určité lokalitě budovy systém automaticky zahájí hašení, vyvolá poplach (lokální/globální), uvědomí jednotku protipožární ochrany, popř. může zaslat pomocí GSM brány informaci o stavu senzorů, lokalitě, atp. Velkou výhodou může být lokální hašení automatickým systémem, kdy systém hasí pouze postiženou oblast, čímž se může opět předejít rozsáhlým škodám.

2.2.6 Nadstavby

Vizualizace a vzdálené řízení

Důležitou vlastností řídicích systémů je zcela určitě možnost vizualizace stavů a procesů a vzdálená správa systému. Tato rozšíření musí umožňovat zjištění, popř. nastavení, vybraných stavů systému v reálném čase. V případě vzdálené správy, která dnes využívá celosvětové sítě internet, je možné sledovat a ovládat budovu z jakéhokoliv bodu této sítě. Tato vlastnost může být jistě velmi užitečná v případě spravování více budov z jednoho místa. Při realizaci vzdálené správy je nutné dbát na bezpečnost a zamezit případnému neautorizovanému přístupu a narušení bezpečnosti systému budovy.

Centrální jednotky

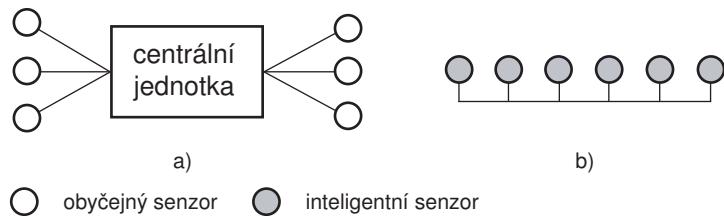
Centrální jednotky jsou v hierarchii systému nadřazeny všem podsystémům a mohou je tedy řídit, sbírat a uchovávat vybraná data, provádět obsluhou naplánované akce, zasílat alarmová hlášení, apod. Důležitou vlastností ovšem je, že výpadkem této jednotky nedojde k selhání celého systému, ale pouze k automatickým funkcím, které tato jednotka zajišťuje.

2.3 Systémy pro domovní automatizaci

2.3.1 Centralizované systémy

Centralizovaný systém (viz. obrázek 2.4 a) obsahuje hlavní (centrální) jednotku spojenou se všemi senzory i aktivními prvky systému. Informace ze senzorů jsou posílány do centrální jednotky, zpracovány a vygenerované výstupní signály jsou zaslané aktivním prvkům. Senzory ani aktivní prvky zde nemají integrovánu žádnou inteligenci.

Výhody těchto systémů jsou dnes především v ceně senzorů a aktivních prvků. Díky neintegrované inteligenci jsou všechny tyto prvky podstatně levnější než prvky systémů decentralizovaných, kde je určitá inteligence vždy zapotřebí.



Obrázek 2.4: Centralizovaný (a) vs. decentralizovaný (b) řídicí systém

Mezi *nevýhody* ovšem patří složité a oproti decentralizovaným systémům dražší propojení centrální jednotky s ostatními prvky. Další nevýhodou je zde nutnost funkčnosti centrální jednotky pro funkčnost všech částí systému. Při poruše centrální jednotky dojde k nefunkčnosti celého systému.

2.3.2 Decentralizované systémy

Decentralizovaný systém (obrázek 2.4 b) se skládá z návzájem propojených prvků s různými úlohami. Rozdíl proti centralizovaným systémům je především v propojení jednotek. V decentralizovaném systému jsou všechny prvky připojeny ke komunikační sběrnici, po které posílají (přijímají) informace od jiných zařízení. Komunikace probíhá podle přesně definovaného komunikačního protokolu.

Mezi *výhody* tohoto řešení patří jednodušší a tím pádem levnější propojení jednotlivých prvků systému a jeho následná variabilita. Pokud dojde k poruše nějakého zařízení, nedojde k nefunkčnosti celého systému, ale pouze určité jeho části, jehož součástí je porouchaný prvek.

Nevýhodou decentralizovaných systémů je v dnešní době především cena jednotlivých jejich komponent a to hlavně z důvodu přenesení části intelligence do všech jejích zařízení.

2.3.3 Přehled systémů na trhu

LonWorks

Systém LonWorks americké společnosti Echelon je nejpoužívanějším systémem domovní automatizace na světě. Tento decentralizovaný FAN² systém je koncipován jako *otevřený systém*. Otevřený systém má standardizován svůj protokol, dostupný případným zájemcům, definované standardy zařízení a funkcí a samozřejmě jsou k dispozici systémové softwarové nástroje. Tím je umožněno ostatním zájemcům o tuto technologii využít svá vlastní zařízení a softwarové produkty. Společnost Echelon také založila organizaci LonMark, jejímž úkolem je výše popsané standardy vytvářet a vydávat certifikáty zařízením, která tyto standardy splňují. Tato technologie je podrobně popsána v kapitole 3.

²FAN - Fieldbus Area Network

EIB

Systém EIB (European Installation Bus) je velmi rozšířený systém především v Evropě a je založen na standardu elektrické instalace Instabus. Komunikační systém vyvíjelo několik předních výrobců automatizačních prvků. Společnost Siemens stála v popředí vývoje komunikačního čipu, technologie a instalačních nástrojů. Další společnosti vyvíjely především softwarové nástroje a aplikace. Podobně jako technologie LonWorks byla i pro tento systém založena organizace EIBA (European Installation Bus Association) pro řízení dalšího vývoje a standardizace systému.

Ostatní systémy

V dnešní době samozřejmě existuje ještě řada dalších systémů automatizace budov. Jejich používání ovšem není nikde tak rozšířené, jako u předchozích dvou systémů. Do této kategorie můžeme zařadit např. Nikobus společnosti Moeller, na nějž navazuje čistě rádiový systém RF od stejné společnosti. Ten je však koncipován na objekty velikosti rodinných domů a možnost použití tohoto systému ve velkých komplexech je zcela jistě nemožná. Dalším známým systémem nese označení BACnet. Tento systém byl vytvořen ve spojených státech jako odpověď na poptávku po standardním komunikačním protokolu, který by byl implementován v produktech domovní automatizace amerických výrobců a byla tak možnost tyto výrobky kombinovat.

Kapitola 3

Lonworks, DALI, EnOcean

3.1 Úvod

Technologie LonWorks je v současnosti nejpoužívanějším otevřeným systémem v oblasti automatizace budov na světě. Jedná se o standard *ANSI/EIA 709* americké společnosti *Echelon*, definující řídicí sběrnici s komunikačním protokolem *LonTalk* [Loy2001]. Inteligentní zařízení (nódy), propojené touto sběrnicí, vytváří síť *LON*¹ tvořící zároveň decentralizovaný řídicí systém. Otevřeným systémem rozumíme takový systém, který je uvolněn dalším zájemcům a zákazníkům dává možnost volby dodavatele prvků a služeb ve všech fázích realizace a využívání projektu.

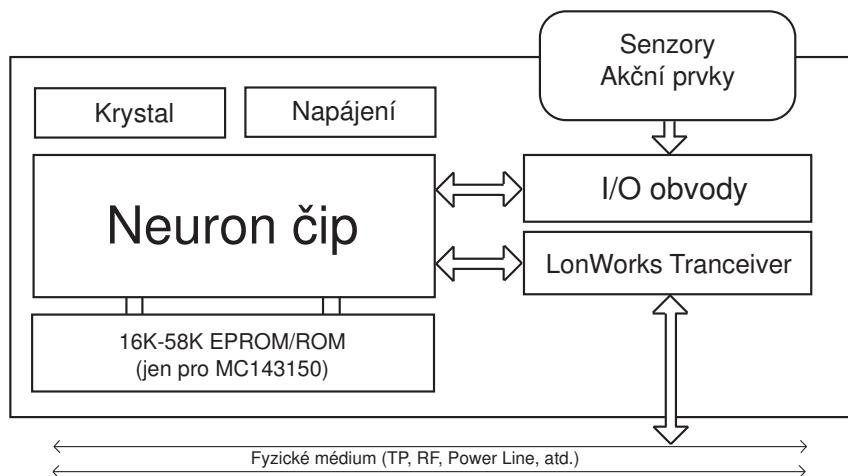
Základním principem této technologie je datová výměna mezi jednotlivými zařízeními (nódy) instalovanými v síti LON. Každé zařízení může mít nadefinovány *síťové proměnné* rozdělené do *funkčních bloků*. Tyto síťové proměnné se dále dělí na vstupní, výstupní a konfigurační. Virtuálním propojením dvou síťových proměnných lze nadefinovat komunikaci mezi danými zařízeními a podle typu propojení odešle zařízení s výstupní proměnnou v určitém okamžiku hodnotu této proměnné adresovanou druhému zařízení, popř. skupině zařízení. Druhé zařízení tuto hodnotu přijme a uloží do své vstupní proměnné. Konfigurační proměnné slouží k parametrizování funkčnosti určitého zařízení.

Vzhledem k tomu, že LonWorks je otevřeným systémem, založila společnost Echelon spolu s dalšími výrobci organizaci LonMark, která definuje standardy pro tuto technologii a podle požadavků certifikuje zařízení různých výrobců. Tato organizace definuje typy síťových SNVT² a konfiguračních SCPT³ proměnných [LonMark1]. S rostoucím počtem vyráběných zařízení vznikl požadavek standardizovat a certifikovat různé druhy zařízení a z tohoto důvodu vznikly *profile* jednotlivých typů zařízení [LonMark2].

¹LON - Local Operating Network

²SNVT - Standard Network Variable Type

³SCPT - Standard Configuration Property Type



Obrázek 3.1: Nód systému LonWorks

3.2 Nódy

Nód je inteligentní zařízení jehož srdcem je mikroprocesor nazývaný *Neuron čip*. Tento procesor vyvinula společnost Echelon jako standardní prvek všech zařízení technologie LonWorks s implementovaným komunikačním rozhraním. Tento mikroprocesor tak může komunikovat s ostatními zařízeními zapojenými v síti pomocí svého *tranceiveru*⁴, který jej připojuje na fyzické médium sítě. Schéma běžného nódů je na obrázku 3.1. Složitější zařízení samozřejmě mohou obsahovat více procesorů, komunikujících s Neuron čipem pomocí sériového rozhraní, mohou mít implementovány externí paměti, apod. Důležitou vlastnostní každého Neuron čipu je jeho *Neuron ID*. Tento celosvětově unikátní 48-bitový identifikátor je ke každému Neuron čipu přiřazen při výrobě.

Médium	Přenosová rychlosť
EIA-232	39 kbit/s
TP	78 kbit/s - 1.25 Mbit/s
Koax. kabel	1.25 Mbit/s
Power line	2 - 10 kbit/s
Radio (49-900MHz)	1,2 - 9,6 kbit/s
Infra	78 kbit/s
Optický kabel	1.25 Mbit/s

Tabulka 3.1: Běžná média LonWorks

Výhodou této technologie je bezpochyby možnost vytváření sítí s různými fyzickými

⁴Transceiver - komunikační modul (vysílač/přijímač) pro dané fyzické médium

médii. Tuto vlastnost zajišťuje použití výše zmíněných tranceiverů. Nejběžněji používaná média s jejich přenosovými rychlostmi ukazuje tabulka 3.1.

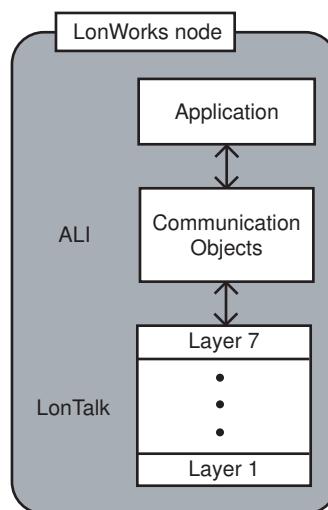
Více informací o nódech a Neuron čipech, včetně způsobu jejich programování, obsahuje [Linhart2004] a [Loy2001].

3.3 Protokol LonTalk

Hlavní úlohou komunikačního protokolu je definovat způsob výměny dat mezi několika síťovými nody. Pro zachování transparentnosti komunikace je důležité oddělit ji od aplikací běžících v jednotlivých nódech. Pro výměnu uživatelských dat mezi těmito aplikacemi definuje protokol LonTalk dvě komunikační třídy objektů:

- síťové proměnné
- explicitní zprávy

Komunikační objekty používané aplikací určitého nódu jsou součástí rozhraní aplikační vrstvy *ALI*⁵, jak ukazuje obrázek 3.2.



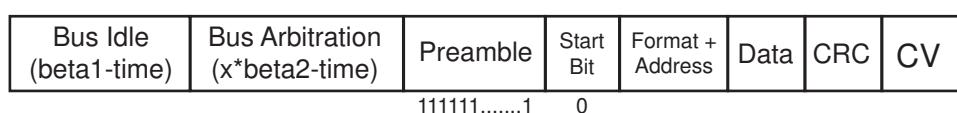
Obrázek 3.2: Komunikační objekty nódu LonWorks

Protokol LonTalk byl navržen speciálně pro komunikaci v sítích. Pro tyto sítě jsou typické krátké zprávy, více různých fyzických médií, často malá šířka pásma sítě, požadována jednoduchá údržba a také možnost integrace produktů od různých výrobců. Jeho architektura vychází z modelu ISO/OSI.

⁵ALI - Application Layer Interface

Vedle datové výměny zajišťuje komunikační protokol také služby správy a diagnostiky sítě. Tyto služby zajišťuje relační vrstva modelu ISO/OSI a s jejich pomocí lze síť LON konfigurovat opět nezávisle na aplikacích spuštěných v nódech. Relační v tomto případě využívá funkcí aplikační vrstvy ke komunikaci s aplikací nódu pomocí služeb ALI.

Rámeček LonTalk je zobrazen na obrázku 3.3. Po uplynutí dané doby (Bus Idle, Bus Arbitration) jsou vysílány bity hodnoty 1 z důvodu bitové synchronizace. Po startu bitu následují informace o obsahu rámce (Format), zdrojová a cílová adresa (Address), uživatelská data (Data), kontrolní součet (CRC) a signalizace ukončení rámce (CV). Položka *Data* je tvořena několika datovými jednotkami *PDU*⁶, jenž jsou určena a zpracovávána jednotlivými vrstvami protokolu. Přehled PDU s odpovědnými vrstvami ukazuje tabulka 3.2.



Obrázek 3.3: Rámeček LonTalk

PDU	Termín	Vrstva
MPDU	MAC Protocol Data Unit	2
LPDU	Link Protocol Data Unit	2
NPDU	Network Protocol Data Unit	3
TPDU	Transport Protocol Data Unit	4
SPDU	Session Protocol Data Unit	5
NMPDU	Network Management Protocol Data Unit	6-7
DPDU	Diagnostic Protocol Data Unit	6-7
APDU	Application Protocol Data Unit	6-7

Tabulka 3.2: Typy PDU

3.3.1 Adresování

Adresování v protokolu LonTalk je možné provádět třemi různými způsoby, jak ukazuje tabulka 3.3, a zajišťují jej vrstvy 3 a 4 modelu ISO/OSI. Každý komunikační rámeček obsahuje zdrojovou i cílovou adresu. Adresy domény a podsíře jsou používány při směrování rámců, které zajišťuje síťová vrstva. Jak je vidět z tabulky 3.3, délka adresy v rámci nemá vždy stejnou délku.

⁶PDU - Protokol Data Unit

Doména

Doména je virtuální síť v níž probíhá veškerá komunikace. Důvod pro toto omezení vychází ze struktury rámce LonTalk, kde je pro zdrojovou i cílovou adresu použita stejná doména. Z tohoto důvodu neumožňuje LonTalk jakoukoliv komunikaci mezi různými doménami⁷. Délka adresy domény závisí na fyzické struktuře sítě a může mít délku 0, 1, 3 nebo 6 bytů.

Podsíť a nód ID

Délka adresy podsítě je 8 bitů. V rámci jedné domény může existovat až 255 podsítí⁸. Podsíť je logický kanál sítě LON a nemusí tedy odpovídat fyzickému kanálu sítě. Může být tvořena z více fyzických kanálů propojených mezi sebou opakovačem (repeater) nebo mostem (bridge). Nód ID je 8-bitová adresa nódu v rámci podsítě. Je tedy možné v rámci jedné podsítě adresovat 126 nódů⁹. Tato adresa určuje jediný nód v podsítí.

Skupina, člen

Adresa skupiny určuje množinu nódů v rámci jedné domény. Člen potom jednoznačně určuje jediný nód ve skupině. V rámci jedné domény je možné definovat 256 skupin, ovšem každý nód může být členem maximálně 15-ti skupin.

Neuron ID

Toto 48-bitové celosvětově unikátní číslo definované při výrobě Neuron čipů si můžeme představit jako jakési jméno zařízení. Jako adresa může být použito pouze v cílové části, ale nikdy v části zdrojové. Neexistuje totiž žádna struktura rámce, která by umožňovala použití Neuron ID právě ve zdrojové části adresy.

Formát adresy
Doména / podsíť / nód ID
Doména / podsíť / Neuron ID
Doména / skupina / člen

Tabulka 3.3: Způsoby adresování v LonTalk

⁷Komunikaci mezi různými doménami je možné řešit na úrovni aplikační vrstvy pomocí brány (gateway)

⁸Podsíť 0 je rezervována a znamená nedefinovanou nebo neznámou podsíť

⁹Nód 0 je opět rezervován

3.3.2 Prezentační a aplikační vrstva

Všechny aplikace běžící na jednotlivých nódech používají služby aplikační vrstvy k výměně zpráv pomocí komunikačních objektů s ostatními nody v síti. Rozhraní mezi aplikací a aplikační vrstvou se nazývá *ALI*¹⁰ (viz. kapitola 3.3 na straně 14). Prezentační vrstva, která je přímo pod aplikační, rozhoduje o interpretaci dat obsažených v rámci. Nezávislost aplikace na interpretaci dat umožňuje jednoduchou výměnu zpráv mezi nody s různými aplikacemi. Tato výměna je samozřejmě možná pouze u předem definovaných komunikačních objektů (SNVT, SCPT, UNVT¹¹, služby správy a diagnostiky, atd.).

Prezentační a aplikační vrstva zajišťuje 5 základních funkcí:

- Propagace síťových proměnných
- Posílání aplikačních zpráv
- Síťový management (NMM - Network Management Messages)
- Diagnostika sítě (NDM - Network Diagnostic Messages)
- Přenos rámci cizích protokolů

3.3.3 Typy a formáty APDU

Aplikační datová jednotka LonTalk je zobrazena na obrázku 3.4. Jak je vidět z tohoto obrázku, délka této datové jednotky není omezena.

Deklarace zprávy APDU:

```
struct message
{
    int destin_type;
    int data[];
}
```

V položce *destin_type* je zakódován typ zprávy a v položce *data* je uložena datová část zprávy (např. hodnota síťové proměnné, stav nodu, atp.). Podle typu zprávy je zpráva předána příslušné vrstvě protokolu a zpracována. Přehled zpráv s jejich kódovým označením uvádí tabulka 3.4.

¹⁰ALI - Application Layer Interface

¹¹User-defined Network Variable Type - uživatelem definované síťové proměnné

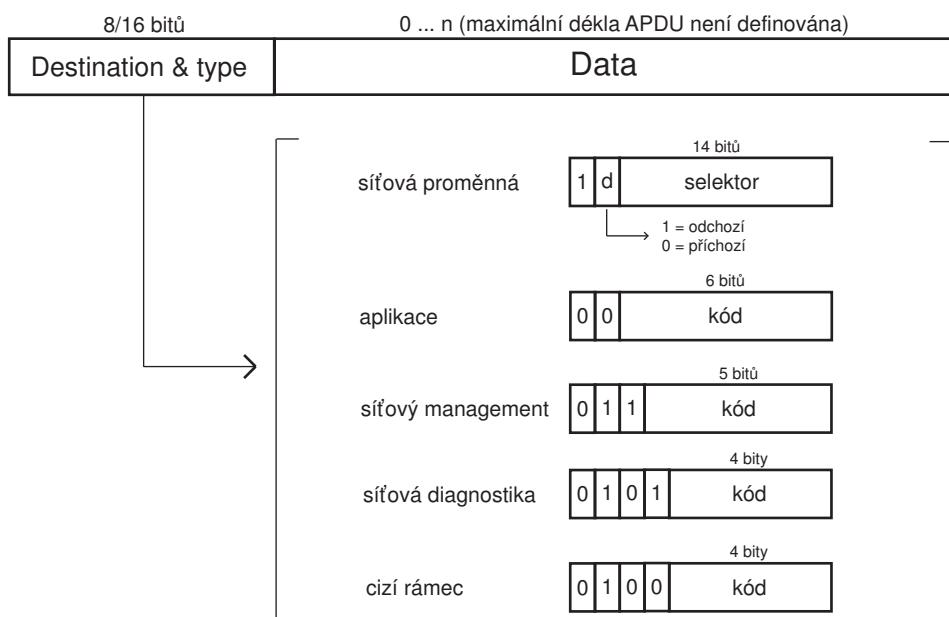
3.3.4 Služby správy sítě a diagnostiky

Služby správy sítě a diagnostiky NM/ND¹² jsou v hierarchii ISO/OSI modelu zařazeny na vrchol relační vrstvy. Až na pár vyjímek jsou implementovány jako vzdálené procedury.

Správa sítě je ve své podstatě distribuovaná aplikace typu *klient/server*. V síti může existovat několik klientů i několik serverů. Všechny nody musí umět pracovat jako server a jako klient musí umět pracovat pouze nody určené ke správě sítě.

NM/ND podporuje následující funkce:

¹²NM/ND - Network Management and Network Diagnostic



Obrázek 3.4: Rámcem APDU

Typ zprávy	Kód (hex)
Aplikační zprávy	00 - 3E
Cizí rámce	40 - 4E
Diagnostika	50 - 5E
Management sítě	60 - 73
Konfigurace routeru	74 - 7E
Servisní pin	7F
Síťové proměnné	80 - FF

Tabulka 3.4: Kódy zpráv APDU

- přiřazování adres
- čtení stavu nódů a jejich statistik
- vytváření a úpravu směrovacích tabulek (configured router)

Pro lepší porozumění jednotlivým NM/ND službám se nejdříve seznámíme s možnými stavů nódů LonWorks.

Stavy nódů

Nódy LonWorks se mohou nacházet v jednom z následujících čtyř stavů:

- applicationless: Tento stav říká, že v zařízení není spuštěna žádná aplikace. Tento případ znamená, že v nódě není žádná aplikace nahrána nebo je aplikace právě nahrávána a nebo byla detekována chyba při nahrávání aplikace.
- unconfigured: Nód má tento stav v případě, že ještě nebyla nahrána do zařízení konfigurační data nebo jsou právě nahrávána a nebo byla detekována chyba při nahrávání konfiguračních dat. Aplikace nahraná do zařízení umí sama rozhodnout, zda může být spuštěna či nikoliv.
- hard-offline: Tento stav je aktivní v případě, že do zařízení byla úspěšně nahrána aplikace i konfigurační data a aplikace není spuštěna.
- configured: Tento stav je aktivní v případě, že do zařízení byla úspěšně nahrána aplikace i konfigurační data a aplikace je spuštěna.

Pro zjištění stavu nódů slouží služba *NDM*¹³ *Query Node* popsaná v odstavci *Diagnosticské služby*.

Služby identifikace nódů

Tyto *NMM*¹⁴ se především používají pro vyhledávání nódů s parametry a také se s jejich pomocí nody identifikují v síti LON zasláním jejich *Neuron ID* a *Program ID*.

¹³NDM - Network Diagnostic Message

¹⁴NMM - Network Management Message

Query ID je služba typu *request/response*, s jejíž pomocí lze zjišťovat strukturu sítě. Zpráva se zpravidla posílá všem nódům (typ *broadcast*) v dané doméně a ty poté postupně odpovídají a zasílají identifikační data. Pomocí položky nazvané *selector* lze rozlišit mezi různými nody, tzn. že na tuto zprávu odpovídají pouze určené nody, které si po odeslání nastaví příznak a při dalším příjmu této zprávy již neodpovídají.

Deklarace zprávy:

```

typedef struct {
    enum {
        unconfigured = 0,
        selected     = 1,
        selected_uncfg = 2
    }
} nm_selector;

typedef struct {
    enum {
        read_only_relative = 1,
        config_relative    = 2
    }
} nm_mode;

struct query_id_request {
    unsigned      command;           //value = 1
    nm_selector   selector;
    nm_mode       mode;
    unsigned      address_hi;
    unsigned      address_lo;
    unsigned      count;
    unsigned      data[MAX_DATA];
};

struct query_id_response {
    unsigned      command;          //value = 1
    unsigned      neuron_id[6];
    unsigned      program_id_string[8];
};

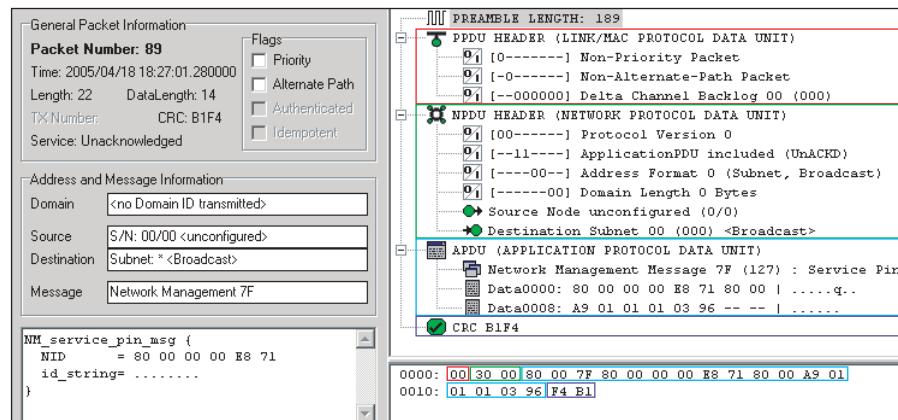
```

Service Pin Message je nepotvrzovaná zpráva zasílána jedním nódem všem ostatním. Každý nód sítě LON odesílá tuto zprávu automaticky při aktivaci jeho servisního tlačítka.

Tímto tlačítkem by měl být vybaven každý LonWorks nód. Zpráva obsahuje identifikační data (především Neuron ID) a používá se při instalaci nódů do sítě pomocí vývojového software. Kompletní LonTalk rámec s touto zprávou je na obrázku 3.5 pořízeném programem LPA¹⁵. Na obrázku jsou vidět všechna PDU¹⁶ v daném rámci a barevně jsou zvýrazněny byty rámce (v dolní části obrázku) odpovídající rozepsaným položkám rámce (stromová struktura rámce). V pravé části jsou pak hlavní informace o rámci (datum a čas, CRC, typ služby), dále adresní informace s typem zprávy a struktura zprávy s uvedenými hodnotami. Zde je patrný rozdíl mezi následující deklarací zprávy a zobrazenou deklarací programem LPA, kde není zobrazena položka *command*. Deklarace zpráv napsané v této práci jsou převzaty z [Loy2001]. Je možné, že tento rozdíl je způsoben vydáním novější verzí protokolu. Vzhledem k tomu, že nemáme k dispozici přesný popis protokolu LonMark, se mi příčinu této nesrovnalosti nepodařilo vyjasnit.

Deklarace zprávy:

```
typedef struct {
    unsigned command; //value = 31
    unsigned neuron_id[6];
    unsigned id_string[8];
} NM_service_pin_msg;
```



Obrázek 3.5: Rámec LonTalk - Service Pin Message

Služby síťových proměnných

Tyto služby slouží ke změně tabulek síťových proměnných, čtení a zápis jejich hodnot komunikací po síti LON.

¹⁵LPA - Loytec Protocol Analyzer, softwarový analyzátor firmy Loytec

¹⁶PDU - Protocol Data Unit

Update Net Variable Config je zpráva pro úpravu konfigurační tabulky síťových proměnných a uložení nového kontrolního součtu. V těchto tabulkách jsou uloženy informace o propojení síťových proměnných nódů se síťovými proměnnými jiných nódů. Pokud je tedy konfiguračním nástrojem vytvořeno propojení dvou síťových proměnných, zašle konfigurační nástroj tuto zprávu nódům, jejichž proměnné mají být propojeny, a nody si na základě této zprávy upraví své konfigurační tabulky síťových proměnných.

Deklarace zprávy:

```
struct update_nv_cfg_request {
    unsigned command;           //value = 11
    unsigned nv_index;
    unsigned nv_priority;
    unsigned nv_direction;
    unsigned nv_selector_hi;
    unsigned nv_selector_lo;
    unsigned nv_turnaround;
    unsigned nv_service;
    unsigned nv_auth;
    unsigned nv_addr_index;
};

struct update_nv_cfg_response {
    unsigned command;           //value = 11
};
```

Query Net Variable Config je zpráva pro čtení konfigurační tabulky síťových proměnných. Touto zprávou lze získat informaci o určité vazbě vybrané síťové proměnné a jejích parametrech.

Deklarace zprávy:

```
struct update_nv_cfg_request {
    unsigned command;           //value = 8
    unsigned nv_index;
};

struct update_nv_cfg_response {
    unsigned command;           //value = 8
    unsigned nv_priority;
    unsigned nv_direction;
```

```

    unsigned nv_selector_hi;
    unsigned nv_selector_lo;
    unsigned nv_turnaround;
    unsigned nv_service;
    unsigned nv_auth;
    unsigned nv_addr_index;
};


```

Network Variable Fetch umožňuje čtení síťové proměnné přes síť. V požadavku na čtení síťové proměnné se nachází adresa síťové proměnné, jejíž hodnotu je třeba zjistit. V odpovědi se pak zasílá jak tento *index* proměnné, tak její hodnota. Kompletní rámce této zprávy z *LPA*¹⁷ ukazuje obrázek 3.6.

Deklarace zprávy:

```

struct nv_fetch_request {
    unsigned command;           //value = 19
    unsigned nv_index;
};

struct nv_fetch_response {
    unsigned command;           //value = 19
    unsigned nv_index;
    unsigned data[MAX_DATA];
};


```

Služba pro změnu módu zařízení

Pomocí služby *Set Node Mode* lze explicitně změnit mód zařízení nebo zařízení restartovat. Mezi hlavní módy patří *online* a *offline* mód. Pokud je zařízení v módu *offline*, neposílá žádné hodnoty svých síťových proměnných, ovšem požadavky na jejich změny od ostatních zařízení jsou zpracovávány. Zprávy pro změnu stavu nódu jsou služby typu *request/response*, ovšem zpráva pro restartování je typu *unacknowledged*, tzn. nepotrvzovaná. Rámec LonTalk s touto zprávou ukazuje obrázek 3.7.

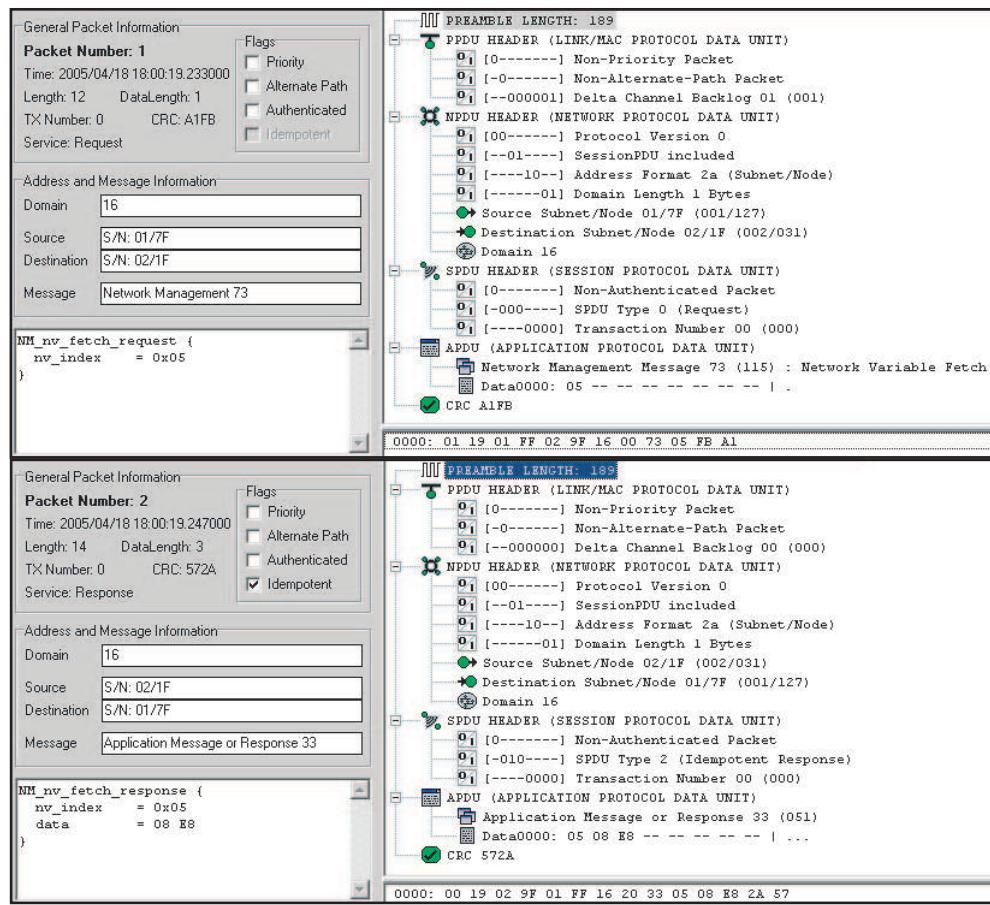
Deklarace zprávy:

```

typedef enum {
    /* 0 */ APPL_OFFLINE,

```

¹⁷LPA - Loytec Protocol Analyzer, softwarový analyzátor firmy Loytec



Obrázek 3.6: Rámcový LonTalk - Network Variable Fetch

```

/* 1 */ APPL_ONLINE,
/* 2 */ APPL_RESET,
/* 3 */ CHANGE_STATE
} nm_node_mode;

typedef enum {
/* 2 */ APPL_UNCFG      = 2,
/* 3 */ NO_APPL_UNCFG   = 3,
/* 4 */ CNFG_ONLINE     = 4,
/* 6 */ CNFG_OFFLINE    = 6,
/* 12 */ SOFT_OFFLINE   = 0xC
} nm_node_state;

struct set_node_mode_request {

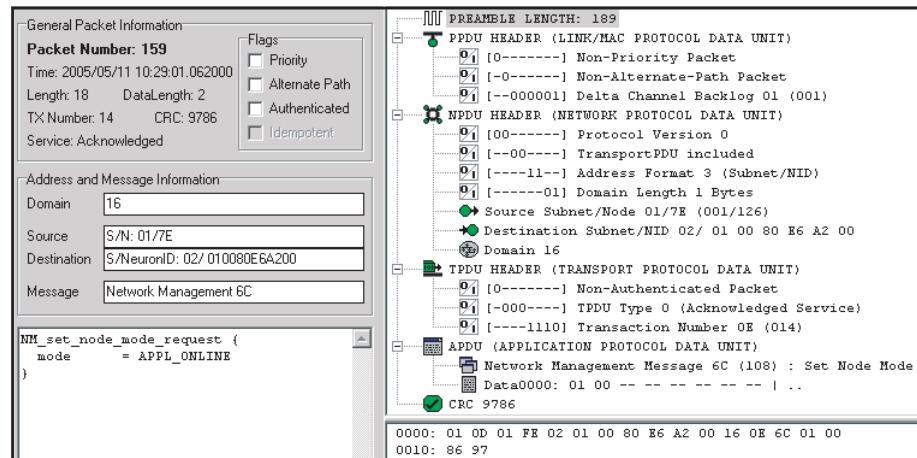
```

```

        unsigned      command;           //value = 12
        nm_node_mode  mode;
        nm_node_state node_state;
    };

    struct set_node_mode_response {
        unsigned      command;           //value = 12
    };

```



Obrázek 3.7: Rámec LonTalk - Set Node Mode

Diagnostické služby

K nejdůležitějším diagnostickým službám patří služba pro čtení stavu nódů, mazání chybových statistik a mazání logů.

Query Status je služba pro čtení aktuálního stavu nódů, chybových statistik a logů, informací o restartech nódů, verzi a modelu daného nodu. Rámec LonTalk s touto zprávou ukazuje obrázek 3.8.

Deklarace zprávy:

```

struct query_status_request {
    unsigned      command;           //value = 1
};

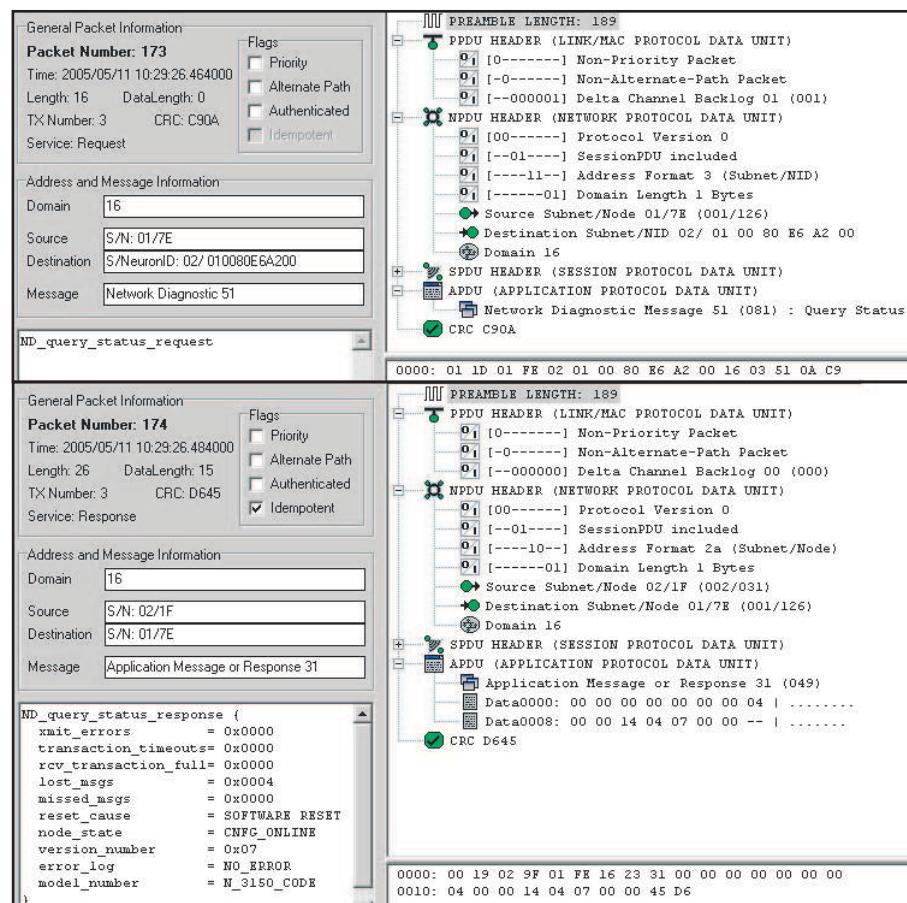
struct query_status_response {
    unsigned      command;           //value = 1

```

```

        unsigned long status_xmit_errors;
        unsigned long status_transaction_timeouts;
        unsigned long status_rcv_transaction_full;
        unsigned long status_lost_msgs;
        unsigned long status_missed_msgs;
        unsigned      status_reset_cause;
        unsigned      status_node_state;
        unsigned      status_version_number;
        unsigned      status_error_log;
        unsigned      status_model_number;
    };
}

```



Obrázek 3.8: Rámec LonTalk - Query Status

Služba *Clear Status* umožňuje smazat podmnožinu dat (*xmit_errors*, *reset_cause*, *error_log*) a je používána především pro sledování statistik vybraného nódu od určitého

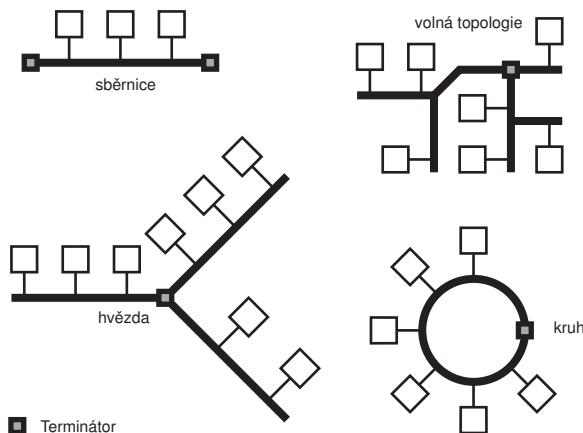
okamžiku, ve kterém se provede jejich smázání.

Deklarace zprávy:

```
struct clear_status_request {  
    unsigned command;           //value = 3  
};  
  
struct clear_status_response {  
    unsigned command;           //value = 3  
};
```

3.4 Topologie a propojení sítí

Protokol LonTalk používá několik typů transceiverů a umožňuje propojení sítí pomocí několika zařízení (směrovač, opakovač, most, brána) a tím umožňuje používání většiny známých topologií jako kruh, hvězda, sběrnice, strom a také volnou topologii jak ukazuje obrázek 3.9.



Obrázek 3.9: Topologie sítí

Nejpoužívanější topologií u sítí je v dnešní době sběrnice. Jednotlivá zařízení jsou k ní připojena pomocí odboček, které ovšem mají značně omezenou délku. V systémech domovní automatizace je však potřeba mít odbočky delší než je tato délka a z tohoto důvodu nelze sběrnici použít v rámci celého systému. Tato topologie, s komunikační rychlostí 1,25Mbit/s, je tedy převážně používána jako hlavní část sítě LON (páteř), na níž jsou připojena zařízení (routery) propojující tuto síť s dalšími lokálními sítěmi, jejichž topologie bývá zpravidla volná. Volnou topologii umožňují tranceivery FTT-10A, které

komunikují po kroucené dvoulince. Rychlosť komunikace v prípadě volné topologie je 78kbit/s. Takovéto strukturování sítě výrazně zvyšuje její prúchodnosť.

Vedle klasických síťových topologií podporuje protokol LonTalk také prenos po napájecích rozvodech a pomocí rádivých frekvencí. Tato komunikační média jsou dnes často označována termínem Open Media. Vytváří po částech plně propojené sítě a ve většině prípadů existuje více komunikačních cest.

V dalších odstavcích jsou popsány základní prvky sloužící k propojování jednotlivých sítí nebo jejich částí.

3.4.1 Opakovač (Repeater)

Repeater pracuje pouze na fyzické vrstvě a přijímá nebo odesílá komunikační rámce bez jakékoliv změny jejich obsahu. S jejich použitím často dochází k vytváření duplicitních rámčů. Mohou být používány na stejném médiu nebo na dvou fyzicky oddelených médiích.

3.4.2 Brána (Gateway)

Gateway pracuje na úrovni aplikační vrstvy a zajišťuje propojení různých komunikačních systémů. Složitost aplikace převádějící rámce z jednoho systému do druhého záleží především na odlišnostech jednotlivých systémů. Pomocí těchto zařízení tedy lze např. zasílat SMS zprávy a informovat tak obsluhu, která není momentálně přítomná o důležitých stavech systému.

3.4.3 Směrovač (Router)

Router je zpravidla dvouportové zařízení, které rozděluje doménu na podsítě. Každý port tvoří jeden Neuron čip a z hlediska sítě LON je tedy pro danou podsíť jedním nódem. Jeho úkolem je předávat komunikační rámce mezi podsítěmi a to samozřejmě pouze v prípadě, že daný rámec je určen této podsíti.

Tyto routery mají zpravidla dva módy:

- learning router
- configured router

Oba dva módy používají ke zjištění, který rámec má být přeposlán z jedné strany na druhou, směrovací tabulky. Pro každou stranu existují dvě směrovací tabulky, jedna pro adresy skupin a druhá pro adresy podsítí. Tyto tabulky mohou být čteny nebo upravovány pomocí k tomu určených síťových zpráv a nebo postupně samotným neuron čipem daného portu.

Learning router

Tzv. učící se router získává informace o topologii sítě a připojených nódech v jednotlivých podsítích během komunikace mezi jednotlivými zařízeními. Na počátku je router nastaven na přeposílání všech rámciů. Získáváním cílových podsítí, pro které je přijatý rámec určen, router rozhoduje o pořízení záznamu, zda má být rámec s danou cílovou podsítí přeposlán či nikoliv a popř. si tuto informaci uloží do paměti. Tento mód routeru ovšem nemá implementován žádný algoritmus pro adresování pomocí skupiny zařízení a proto všechny rámce mající jako cílovou adresu skupinu zařízení jsou v tomto módu vždy přeposlány na druhou stranu routeru.

Configured router

Tento mód routeru je konfigurován pomocí nástrojů při vytváření a konfigurování sítě, tedy například vývojovým nástrojem LonMaker. Tyto nástroje automaticky vytvářejí všechny směrovací tabulky jak pro adresy skupin, tak pro adresy podsítí a tento mód se používá v případě možnosti vzniku komunikační smyčky v síti. Pro vytváření těchto tabulek je v protokolu LonMark definováno několik zpráv, jejichž bližší specifikace je uvedena v [Loy2001].

3.5 DALI

DALI - Digital Addressable Lighting Interface - je moderní technologie pro ovládání inteligentních světel [DALI]. Tento mezinárodní standard (IEC 60929) umožňuje návrh a řízení decentralizovaných světelných systémů a s rostoucími požadavky zákazníků postupně nahrazuje dosud používané analogové předřadníky řízené napětím 1-10V.

Tato technologie používá komunikaci typu master-slave na dvouvodičové sběrnici. Zařízení typu master může obsluhovat maximálně 64 zařízení typu slave (elektronický předřadník), z nichž má každý přiřazenou unikátní adresu. Pomocí této adresy lze předřadník nastavit a ovládat podle možností a požadavek.

Každý předřadník lze zařadit do jedné z 16-ti skupin a poté ovládat všechny prvky vybrané skupiny společně. Stejně tak je možné každému prvku určit stav pro maximálně 16 světelných scén a poté tyto scény "vyvolávat". Mezi další vlastnosti této moderní technologie patří možnost definovat každému předřadníku hodnotu maximálního a minimálního osvětlení, hodnotu osvětlení při poruše komunikace, hodnotu osvětlení při zapnutí předřadníku a rychlosť a čas provedení změny osvětlení.

3.6 EnOcean

EnOcean je bezdrátová rádiová technologie pracující na frekvenci 868.3 MHz. Cílem této technologie je snaha používat alternativní zdroje energie pro daná zařízení místo baterií. Můžeme se zde setkat např. s tlačítky využívající stisku k vytvoření potřebného množství energie k odeslání informace. Data jsou proto přenášena rychlostí 120kbit/s. Dále je použita modulace ASK a při vývoji byl také kladen důraz na nízkou režii komunikace. Z důvodu zabránění častým kolizím je komunikace rozložena do krátkých paketů (< 1ms). Výkon vysílačů této technologie je 10mW a tím je jejich dosah od 30m v budovách až po 300m ve volném prostoru. Více o této technologii uvádí [EnOcean].

Kapitola 4

Vývojové nástroje

4.1 LonMaker for Windows

Vývojové nástroje jsou velmi důležité prvky každého systému. Teprve s jejich pomocí je možné vytvořit funkční projekt založený na určité technologii. Díky otevřenosti technologie LonWorks dnes existuje několik softwarových nástrojů pro vytváření a konfiguraci LON. Společnost Echelon jako tvůrce této technologie vyvinula pro tyto účely nástroj *LonMaker*, jehož stručný popis následuje v dalších odstavcích.



Obrázek 4.1: Program LonMaker - úvodní obrazovka

Po spuštění programu LonMaker se zobrazí hlavní okno tohoto programu (obrázek 4.1). V tomto okně je možné vytvořit novou síť LON, otevřít již existující, popř. síť smazat. Dále

je zde možné zálohovat/obnovovat sítě, defragmentovat jejich *LNS databázi* nebo spustit *LNS Server*. V případě vytváření nové sítě (podrobný popis je uveden v podkapitole 5.8 na straně 59), nebo otevření existující, spustí LonMaker program Visio od společnosti Microsoft, jehož grafických možností využívá k vizuálnímu vytváření a konfiguraci sítí LON. Na první pohled tedy vidíme síť LON (popř. její část), připojená zařízení, použité funkční bloky se síťovými proměnnými a jednotlivé vazby - *bindings* - mezi nimi. Pro přehlednost lze navrhovanou síť rozčlenit do jednotlivých listů aplikace, takže je možné síť strukturovat i graficky. Na prvním listě je tedy možné vidět např. hlavní páteř sítě, na dalších jednotlivá patra budovy a příp. lze ještě rozčlenit patro na jednotlivé byty (místnosti). Vždy zde záleží na rozsáhlosti sítě, počtu používaných zařízení a složitosti vazeb mezi proměnnými. Další dobrou vlastností je možnost zobrazit na pracovní ploše programu pouze vybrané vrstvy sítě. V první vrstvě se zobrazuje fyzické uspořádání sítě (síťový interface a kanály sítě) a ve druhé vrstvě se zobrazuje logické uspořádání, tedy jednotlivá zařízení, funkční bloky se síťovými proměnnými a jejich vazbami.

LNS databáze je obraz vytvářené sítě a je uložena na pevném disku počítače, na němž je nainstalován LNS server, který tuto databázi vytváří a upravuje podle požadavků klientských aplikací. LonMaker umožňuje pracovat s projektem ve dvou následujících stavech:

- *OnNet*
- *OffNet*

Pokud pracujeme v režimu *OnNet*, všechny provedené změny v projektu se projeví jak v LNS databázi, tak i fyzicky v síti. Oproti tomu režim *OffNet* zajišťuje provádění změn pouze v LNS databázi a provedené změny je možné promítnout do sítě LON dodatečně pomocí resynchronizace projektu nebo jeho části. V případě úprav projektu bez fyzického připojení k síti LON, a tedy v režimu *OffNet*, lze po úspěšném připojení k síti provést již zmíněnou resynchronizaci LNS databáze s fyzickou sítí.

LNS server je software od společnosti Echelon distribuovaný společně s nástojem LonMaker. Tato aplikace spravuje *LNS databázi* a umožňuje komunikaci s fyzickými zařízeními sítě. Často je využíván *OPC Servery* (viz. podkapitola 4.2), kteří právě pomocí služeb LNS serveru získavají aktuální data ze sítě LON.

Při vytváření sítě je možné na pracovní plochu umisťovat různé objekty.

Mezi základní objekty patří:

- podsystémy (Subsystem)
- kanály LON (Channel)
- zařízení (Device)

- funkční bloky (Functional Block)
- síťové proměnné (Input Network, Output Network)
- propojení síťových proměnných (Connector)
- editační box (LNS Text Box Control)

Umístění vybraného objektu se provede pouhým přetažením tohoto objektu z okna *Shapes* (obrázek 4.2). V tomto okně, v levé části programu Visio, může být k dispozici více druhů objektů a přetažením na pracovní plochu vytvoříme instanci daného objektu s fyzickým protějškem v síti LON (popř. pouze v LNS databázi). Při vytvoření každého objektu se zobrazí průvodce vytvořením vybraného typu objektu a je nutné postupně definovat určité vlastnosti.

Podsystém (Subsystem)

Podsystémy slouží pro přehledné členění rozsáhlých projektů na menší celky. Každý projekt obsahuje kořenový podsystém s názvem *Subsystem1* a dále následuje stromová struktura sítě s vloženými podsystémy a zařízeními.

Kanál (Channel)

Kanály představují fyzické segmenty (podsítě) sítě LON. Tyto segmenty jsou členěny pomocí směrovačů. Rozčlenění sítě LON na jednotlivé kanály umožňuje zvýšit průchodnost dat v síti a snížit tak riziko zahlcení sítě.

Zařízení (Device)

Pomocí tohoto objektu vkládáme do projektu jednotlivá zařízení připojená k síti LON. Každému zařízení můžeme definovat síťová rozhraní, nahrávat vybranou aplikaci nebo monitorovat a upravovat jejich síťové proměnné. Důležitou vlastností při správě sítí LON je jistě možnost výměny zařízení, která nahradí jedno zařízení za druhé. Zařízení musí být funkčně identická.

Funkční blok (Functional Block)

Funkční bloky jsou hlavní částí síťového rozhraní každého zařízení. Každá SNVT proměnná je přiřazena právě jednomu funkčnímu bloku. Toto členění síťových proměnných se používá ke sloučení takových proměnných, které spolu souvisí. Jedno zařízení totiž může vykonávat různé funkce. Vhodným příkladem jsou např. multifunkční senzory, kdy mívá každý senzor svůj funkční blok s proměnnými určujícími jeho stav a funkčnost.

Síťové proměnné (Input Network, Output Network)

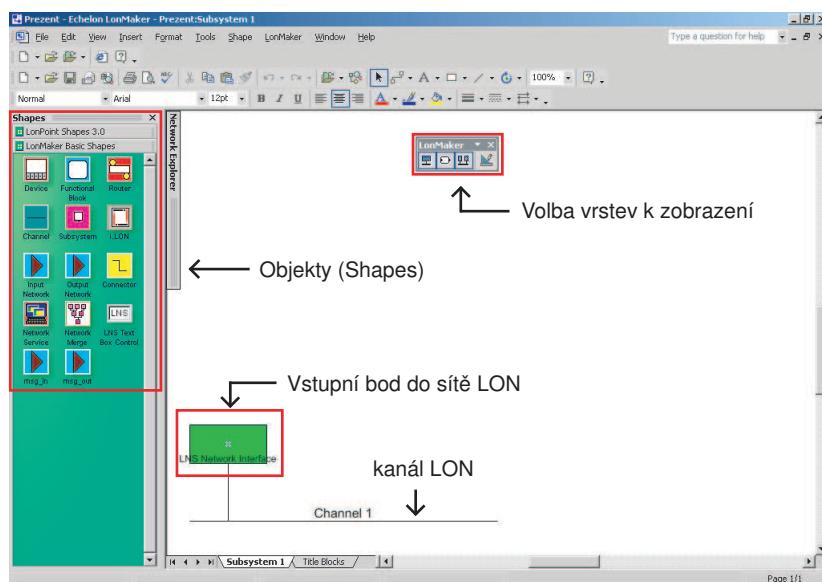
Tyto objekty jsou SNVT proměnné, které je možné vkládat do vytvořených funkčních bloků. Vložení síťové proměnné je ovšem možné, pokud ještě existuje síťová proměnná daného funkčního bloku, která dosud nebyla vytvořena.

Propojení síťových proměnných (Connector)

Tento objekt je nutné použít k vytvoření vazby - *binding* - dvou síťových proměnných. Propojit lze pouze proměnné stejného SNVT typu.

Editační box (LNS Text Box Control)

Editační box je možné použít k zobrazování nebo úpravě síťových proměnných vybraného zařízení. Při vytváření tohoto objektu vybereme síťovou proměnnou jež chceme sledovat nebo editovat a poté je možné kliknutím pravým tlačítkem načíst hodnotu této proměnné - volba *Get value* - nebo její hodnotu nastavit - volba *Set value*. Ukázka nově vytvořené sítě v programu Visio je vidět na obrázku 4.2.



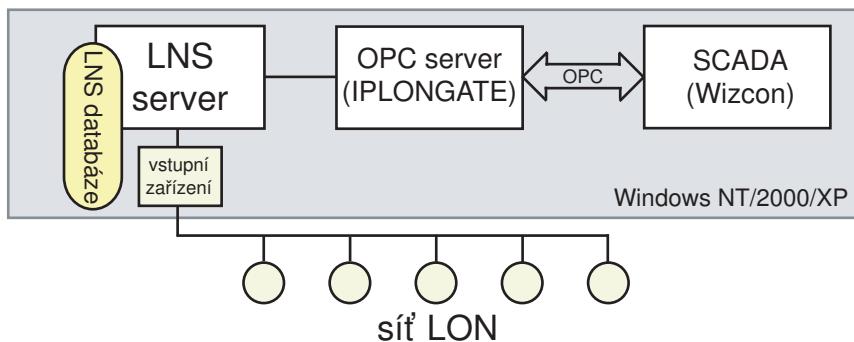
Obrázek 4.2: Program LonMaker - Visio

Důležitou vlastností tohoto vývojového prostředí je možnost instalace *pluginů*, což jsou externí programy dodávané výrobci jednotlivých zařízení. Po instalaci pluginu (jedná se o běžnou instalaci programu) je potřeba nainstalovaný plug-in zaregistrovat v daném projektu, popř. lze nastavit automatickou registraci vybraných pluginů v každém nově vytvořeném projektu.

Pro práci s LonWorks moduly Wago je potřeba nainstalovat plug-in *TOPLON*. Při vytvoření sítě LON a zaregistrování tohoto pluginu jsme vyzváni pro zaregistrování příslušných síťových rozhraní. Tyto moduly mohou mít totiž dohromady pouze 52 síťových proměnných, z kterých může být určitý počet vstupních a výstupních síťových proměnných. Tento poměr definují právě registrovaná síťová rozhraní.

4.2 OPC Server

Pro zjišťování informací z řídicích sítí s různými protokoly, se vytvořil standard OPC¹. Tento standard slouží ke sjednocení různorodé komunikace řídicích sítí na standardní komunikaci *Client/Server*. *Server* poskytuje vybraná data ze sítě a aplikace typu *Client* umožňuje tato data číst. Výhodou této technologie je možnost komunikace po sítích s protokolem TCP/IP. *Server* a *Client* tedy mohou být spuštěny na různých počítačích. Vedle čtení dat je samozřejmě možné pomocí OPC serveru data do sítě i posílat a tím sítě přes vizualizaci ovládat.



Obrázek 4.3: Komunikace systému LonWorks s OPC Serverem a vizualizací

Potřeba číst data z řídicích sítí přišla právě s rozvojem vizualizace a vzdálené správy. Je zřejmé, že pokud chceme vizualizovat provozní stavy a data, uchovávat jejich historii, apod., je nutné tato data určitým způsobem získávat. Způsob komunikace mezi sítí LON, OPC Serverem a nástrojem pro vizualizaci ukazuje obrázek 4.3. Pro technologii LonWorks existuje celá řada OPC serverů nabízejících různé možnosti. Zde si přiblížíme OPC server IPLONGATE.

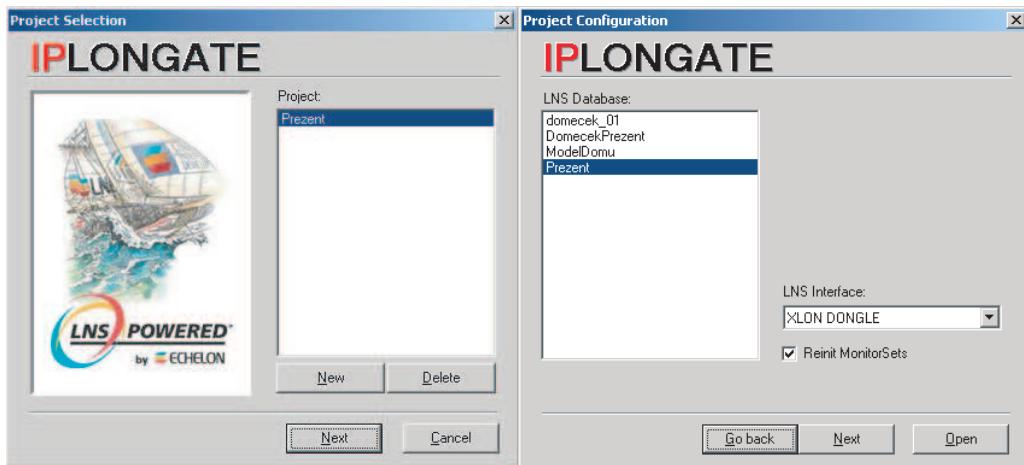
4.2.1 IPLONGATE

Tento OPC server pro technologii LonWorks komunikuje s nody sítě pomocí LNS², které jsou implementovány v protokolu LonTalk. Přesněji řečeno, IPLONGATE nevyužívá

¹OPC - open connectivity

²LNS - LonWorks Network Services (síťové služby LonWorks)

přímo služeb protokolu LonTalk, ale používá je prostřednictvím LNS serveru.

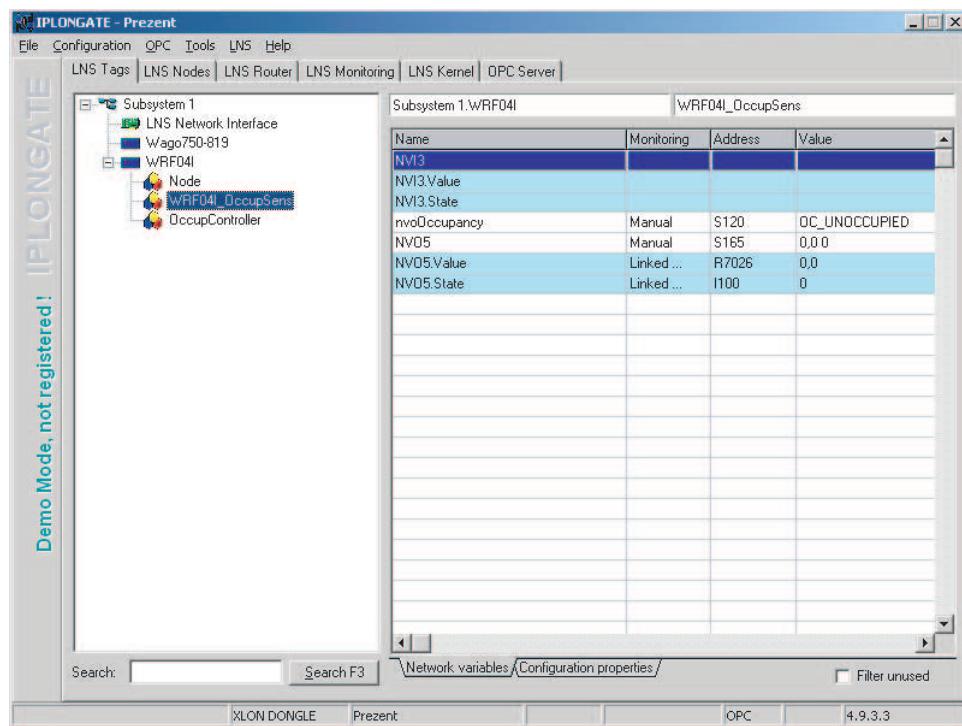


Obrázek 4.4: IPLONGATE - výběr projektu a LNS databáze

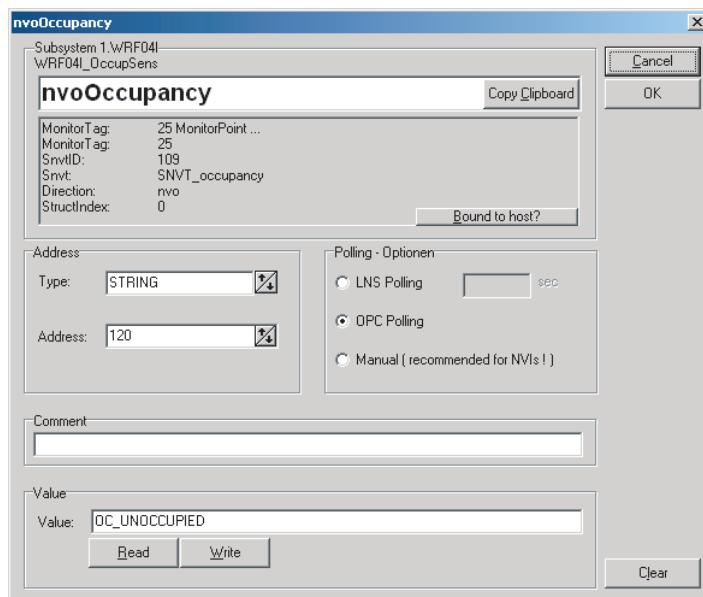
Při spuštění IPLONGATE je nutné vybrat, popř. vytvořit, projekt serveru, vybrat LNS databázi, z níž chceme data získávat a vybrat síťový interface (vstupní bod do sítě LON). Tuto část ukazuje obrázek 4.4.

Následuje načtení LNS databáze, tedy všechna zařízení, jejich Neuron ID a síťová rozhraní (funkční bloky a síťové proměnné), informace o jejich aplikacích, atd. Po těchto fázích se zobrazí hlavní okno serveru IPLONGATE (obrázek 4.5). Na tomto obrázku je již vybrán funkční blok *WRF04L_OccupSens* zařízení obsaženého v otevřené LNS databázi (v pravém sloupci). Vlevo vidíme seznam síťových proměnných tohoto funkčního bloku. U některých z nich jsou vyplněny sloupce *Monitoring*, *Address* a *Value*. Tyto proměnné jsou *monitorovány*, tzn. že mohou být čteny nebo zapisovány jejich data. Nastavení takového monitorování ukazuje obrázek 4.6. V tomto okně vidíme základní informace, především název síťové proměnné a její SNVT typ. Ve spodní polovině vidíme definici monitorování této proměnné. Tato definice se skládá z typu a adresy přečtené nebo zapisované informace. Dále lze nadefinovat způsob a četnost vyčítání dané hodnoty. Zde jsou k uvedeny možné varianty:

- *LNS Polling*, u nějž se definuje jak často se má proměnná aktualizovat. Proměnná bude vždy po uplynutí této doby načtena ze sítě.
- *OPC Polling* slouží k vyčítání této proměnné pouze v případě, že server přijal žádost od OPC klienta o tuto hodnotu. Četnost vyčítání tedy v tomto případě určuje klientská aplikace.
- *Manual* umožňuje číst hodnotu proměnné při ručním vyžádání v OPC serveru. Toto nastavení je doporučeno pro vstupní síťové proměnné.



Obrázek 4.5: IPLONGATE - hlavní okno



Obrázek 4.6: IPLONGATE - definice monitorování síťové proměnné

V dolní části tohoto okna je vidět poslední načtená hodnota této proměnné a možnost updatu této hodnoty na aktuální stav, popřípadě lze provést ruční změnu.

Při používání IPLONGATE vznikaly problémy s používáním typů *Real* monitorovaných proměnných. Jejich používání je tedy třeba omezit a pokud je to možné, ne-používat tento typ vůbec. S typy *String* a *Integer* nebyly žádné problémy. Dále je důležitá synchronizace použité LNS databáze v projektu IPLONGATE s fyzickým stavem sítě LON. V případě rozdílu mezi LNS databází a fyzickou sítí mohou vznikat problémy při čtení a zápisu dat.

4.3 Wizcon for Windows and Internet

Tento kompletní nástroj poskytuje SCADA/HMI³ funkce potřebné pro prohlížení informací na operátorské stanici Windows NT/2000/XP. Stejně tak umožňuje tyto informace rozesílat s použitím webového serveru IIS⁴. Dále může zpřístupňovat historické i real-time informace z různých míst se zabezpečeným přístupem pro různé uživatele.

Použití Wizconu for Windows and Internet:

- Wizconově-založené SCADA aplikace běžící na Windows NT/2000/XP. Tyto aplikace mohou být prohlíženy lokálně nebo po síti přes operátorské stanice Windows, na kterých běží Wizcon.
- Webově-založené SCADA aplikace na webových serverech operačních systémů Windows NT/2000/XP s IIS. Tyto aplikace mohou být prohlíženy přes libovolný internetový prohlížeč na libovolné platformě. Nutností je ovšem instalace standardního Java-pluginu.

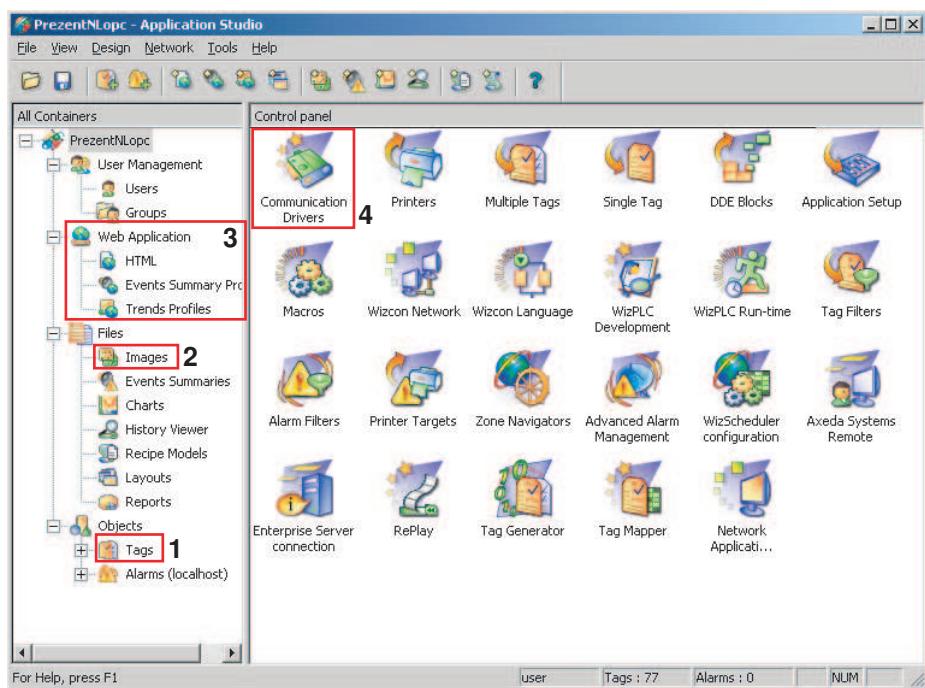
Pro vizualizaci stavů používá Wizcon tzv. *Tagy*. Jsou to vnitřní proměnné, které mohou mít různý původ. Mohou být např. součástí aplikace běžící ve WizPLC nebo čteny z řídicí sítě přes OPC driver z OPC serveru. Hlavní okno aplikace ukazuje obrázek 4.7. Na tomto obrázku jsou zvýrazněny nejvíce používané části, kterými jsou seznam definice tagů (1), vytváření vizualizace (2) a vzdálené webové správy (3) a definice komunikačních ovladačů (4).

4.4 CodeSys

Tento vývojový nástroj slouží k programování mnoha programovatelných komponent různých výrobců, které se používají převážně v oblasti automatizace. Jedná se o univerzální programovací nástroj, který podporuje různé formy programování, kterými jsou

³SCADA/HMI - Supervisory control and data acquisition/human machine interface

⁴IIS - Internet Information Server



Obrázek 4.7: Wizcon - hlavní okno

instukční list, strukturovaný text, sekvenční diagram, diagram funkčních bloků a žebříčkový diagram. Tento nástroj disponuje standardními funkcemi programových vývojových nástrojů jako je ladění programu, vytváření breakpointů, možnost simulace, nahrání aplikace do zařízení, popř. načtení nahrané aplikace v zařízení, atd. Dále tento nástroj obsahuje i možnost vytvoření lokální vizualizace.

Tento nástroj byl při realizaci použit k vytvoření aplikace pro programovatelný modul Wago a také pro programování softwarového logického automatu WizPLC.

4.5 DESIGO RXT

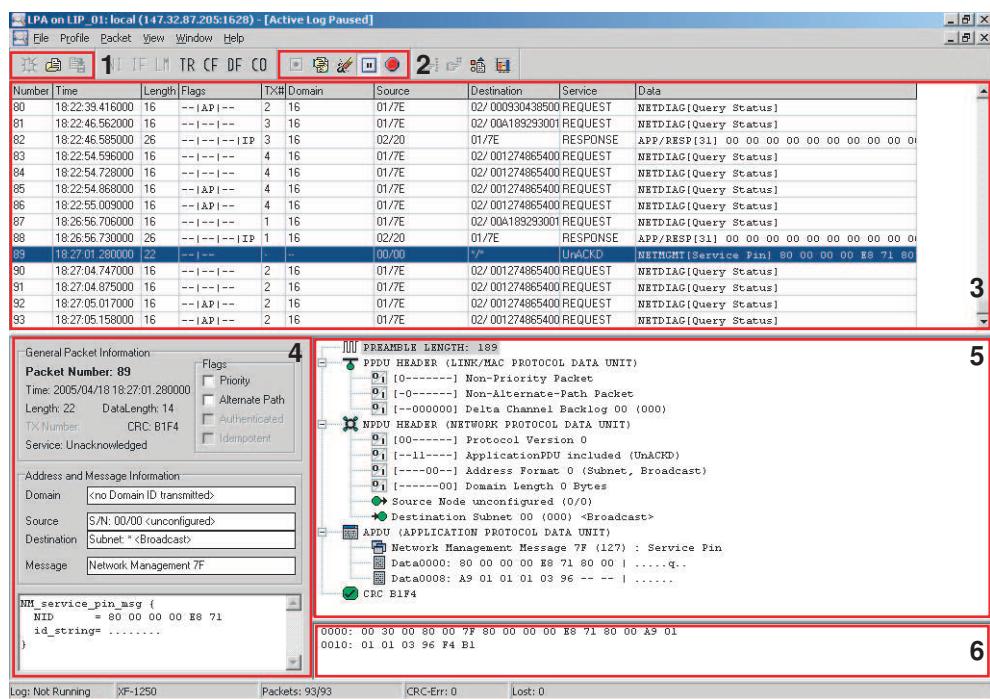
Softwarový nástroj DESIGO RXT je instalační a konfigurační nástroj pro práci s moduly DESIGO RX od společnosti Siemens. Pomocí tohoto nástroje je možné nahrávat do těchto modulů aplikace z aplikačních knihoven, které jsou součástí tohoto nástroje.

Každá aplikace je určena pro určitý modul, popř. k němu připojené rozšiřující moduly. Po vytvoření projektu s vybranou aplikací, je možné provést její nastavení, podle daných požadavků, ovšem v rámci možností vybrané aplikace. Pokud je projekt připraven, lze aplikaci s jejím nastavením nahrát do vybraného modulu. K tomuto kroku musí být aplikace RXT připojena do sítě LON. Popis nahrání aplikace do modulu a její provedení konfigurace uvádí podkapitola 5.7.

4.6 LPA - Loytec Protocol Analyzer

Tato aplikace slouží k zachytávání komunikačních rámců sítě LON. S jejím použitím je možné podrobně zjistit, co se v danou dobu v síti odehrává. Hlavní okno aplikace LPA ukazuje obrázek 4.8.

V části 1 tohoto obrázku jsou ikony pro vytvoření záznamu komunikace sítě LON. Část 2 obsahuje ikony pro zahájení zaznamenávání rámců, přerušení tohoto zaznamenávání, úplnému zastavení, popř. smazání záznamů. V části 3 je tabulka obsahující postupně zaznamenané rámce. Vybraný rámec je pak detailně rozepsán v částech 4,5 a 6.



Obrázek 4.8: Aplikace LPA

Kapitola 5

Model budovy

5.1 Požadavky

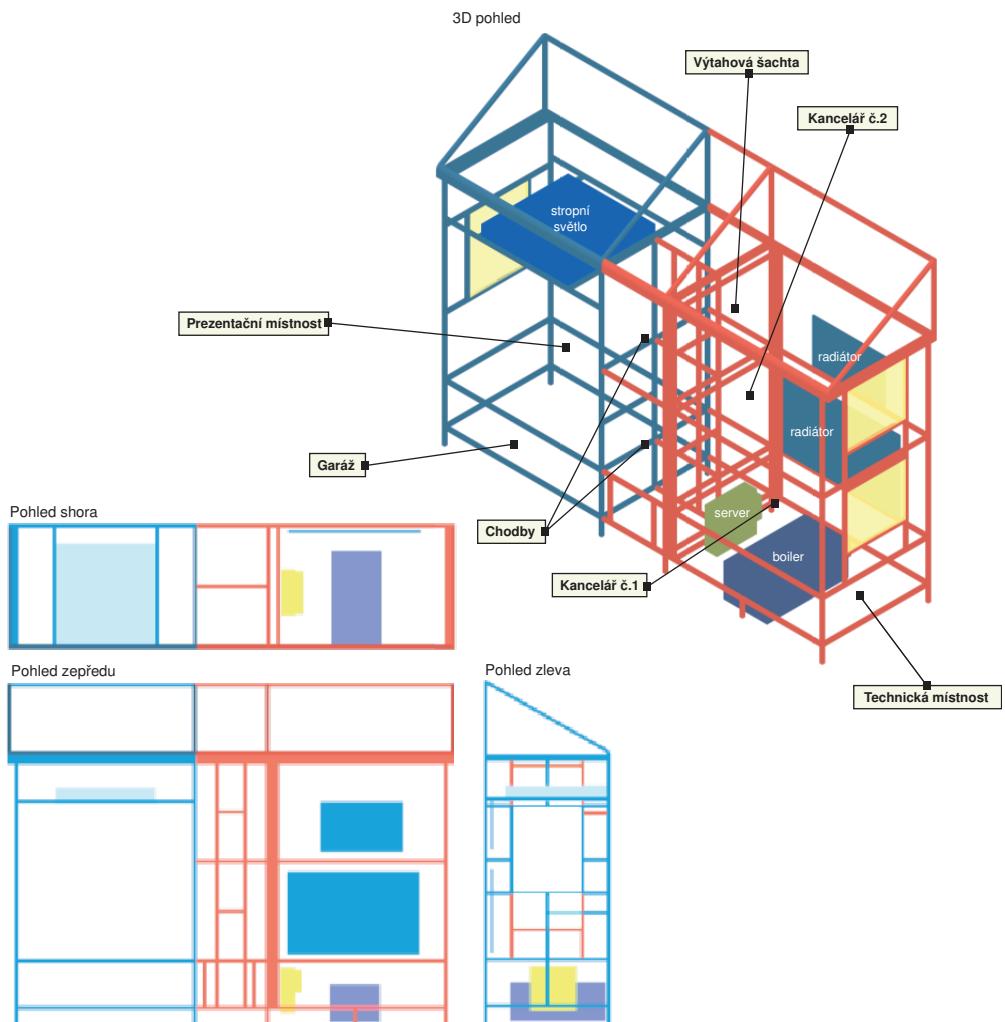
Před návrhem samotného modelu byly formulovány základní požadavky, které by měl navrhovaný model splňovat.

Požadavky na model budovy:

- hlavní technologie - LonWorks
- model rozdělitelný na dvě části - pevnou a prezentaci
- odklápací střecha s vhodnou dekorací
- duté stěny, stropy a podlahy pro vedení elektroinstalace
- v pevné části modelu realizovat vytápěcí systém se slunečním kolektorem
- v místnostech s vytápěním realizovat otevíratelná okna a dveře
- tepelně izolovat jednu místnost pro možnost porovnání tepelných ztrát

5.2 Konstrukce

Model budovy byl navržen jako dvoupatrová administrativní budova s odklápací střechou o rozměrech 2620x750x1600mm, která je tvořena prezentací místností, dvěma kancelářemi, garáží, technickou místností, chodbami a výtahovou šachtou. Z důvodu potřeby prezentace modelu lze oddělit a samostatně provozovat jeho menší část s prezentací místností a garáží. Navržený model ukazuje obrázek 5.1.



Obrázek 5.1: Model budovy

Pro realizaci modelu byl vybrán profesionální stavebnicový systém *Item*, který tvoří eloxované hliníkové profily s výplněmi z tvrzeného PVC. Tato volba zajišťuje především flexibilitu modelu pro případné budoucí změny. Profily jsou spojovány třemi různými způsoby, pomocí prvků k tomu určených. Stejně tak jsou i plastové výplně k profilům přišroubovány pomocí speciálních prvků stavebnice. Všechny použité prvky jsou popsány v podkapitole 5.2.1.

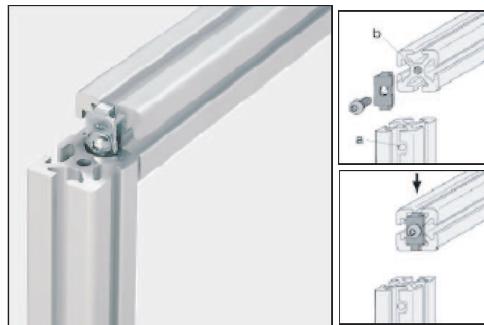
Z důvodu získání představy o vlivu tepelných ztrát v budovách je kancelář č.2 tepelně izolována polystyrénem.

5.2.1 Prvky stavebnice Item

Popis prvků stavebnice *Item* je zde uveden pro studenty, kteří budou pokračovat v dalším vývoji modelu budovy.

Standard-Fastening Sets

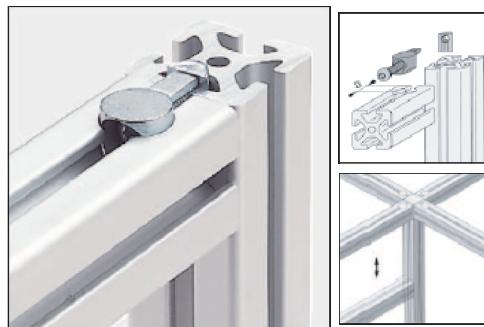
Tyto prvky slouží k pravoúhlému spojení profilů. Jsou velice odolné a spoj je možné kdykoliv posunout. Pro zafixování tohoto spojení je ovšem nutné do jednoho z profilů v místě spoje vyvrtat otvor pro dotažení šroubu spoje. Nevýhodou tohoto spojení je nemožnost přidat profil do již existující konstrukce, popř. jeho demontáž, v případě uzavření profilu z obou stran profily jinými. Způsob montáže ukazuje obrázek 5.2. Na realizovaném modelu jsou použity prvky Standard-Fastening Set 5.



Obrázek 5.2: Standard-Fastening Set

Universal-Fastening Sets

Tyto prvky také slouží k pravoúhlemu spojení profilů. Jejich výhodou je možnost umístění profilu (popř. vyjmutí) do již existující konstrukce. Naopak nevýhodou je nutnost vyfrézovat na konci profilu, které mají být připevněny tímto prvkem, zahľoubení daných rozměrů. Způsob montáže a jednotlivé rozměry ukazuje obrázek 5.3. Na realizovaném modelu jsou použity prvky Universal-Fastening Set 5.



Obrázek 5.3: Universal-Fastening Set

Universal-Butt-Fastening Sets

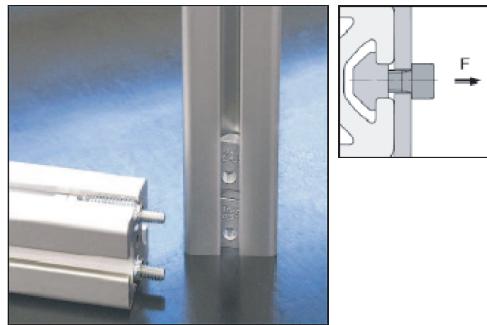
Tyto prvky slouží pro přímé spojení dvou profilů. V modelu jsou použity pro spojení levé a pravé části modelu. Jedná se v podstatě o dva prvky *Universal-Fastening Set* spojené proti sobě šroubem, jak je vidět na obrázku 5.4. Na modelu jsou opět použity prvky velikosti 5.



Obrázek 5.4: Universal-Butt-Fastening Set

T-Slot Nuts St

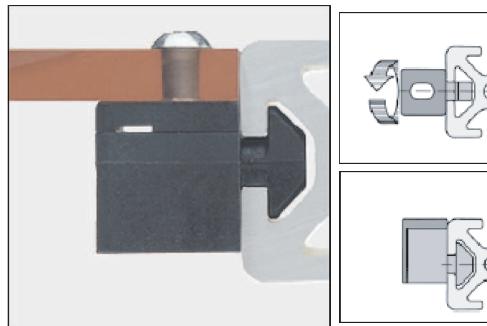
Tyto prvky jsou maticky různých velikostí určené do profilů stavebnice *Item* a jsou součástí již zmíněných prvků. S jejich pomocí lze na profily přišroubovat libovolné komponenty nesouvisející s touto stavebnicí. Tento maticový kámen se vkládá do drážek v profilech, kde díky pružně umístěné kulíčce drží i ve svislé poloze. Na modelu je opět použita velikost 5 se závity M4 a M5. Ukázka tohoto prvku je na obrázku 5.5.



Obrázek 5.5: T-Slot Nut

Multiblocks PA

Tyto prvky slouží k montáži plastových desek jako výplní mezi profily. Jsou to rozebiratelné prvky s možností přenastavení umístění desek¹. Tento prvek ukazuje obrázek 5.6.



Obrázek 5.6: Multiblock PA

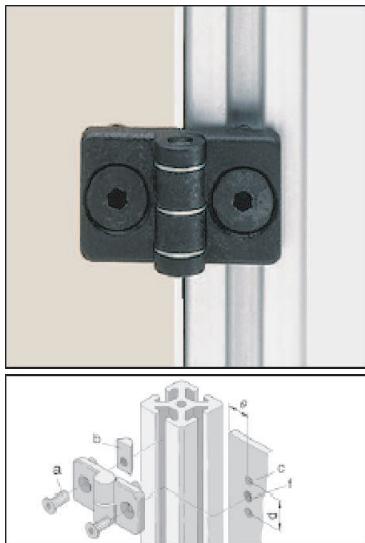
Hinges PA

Tyto prvky jsou panty, které jsou v modelu použity pro montáž střechy ke zbytku modelu, čímž je zajištěno odklápení střechy. Použitá velikost je opět 5 a vzhled a použití ukazuje obrázek 5.7.

5.3 Místnosti

Pro jednotlivé místnosti modelu byly záměrně vybrány různé řídicí systémy. Je tak možné porovnat výhody a nevýhody těchto systémů a použitých technologií. Navíc vzhle-

¹Přenastavením pravky multiblock PA lze změnit umístění desky na profil nebo mezi profily, tedy jako zapuštěnou výplň.



Obrázek 5.7: Hinge PA

dem k faktu, že realizovaný model je primárně určen pro výuku studentů v laboratoři Katedry řídící techniky, mají studenti možnost seznámit se s různými způsoby řešení problémů, vznikajících v oblasti automatizace budov. Schéma zapojení všech místností a jejich zařízení ukazuje obrázek 5.12 na straně 54.

5.3.1 Prezentační místnost

Tato místnost se nachází v levé (menší) části modelu. Je to největší místnost modelu a je navržena, jak už napovídá název, jako prezentační místnost. V místnosti je 6 nezávislých světel, z nichž 5 světel je typu DALI (viz. podkapitola 3.5 na straně 29). Šesté světlo je bodové a je realizováno halogenovými žárovkami. Dále je v této místnosti umístěna elektricky ovladatelná žaluzie a promítací plátno. Pro snímání intenzity osvětlení jsou instalovány analogové senzory a pro snímání vnitřní a venkovní teploty jsou instalovány bezdrátové senzory teploty založené na technologii EnOcean (viz. podkapitola 3.6 na straně 30).

Zařízení

Jako řídící jednotka byl pro tuto místnost zvolen programovatelný logický automat Wago 750-819 s komunikačním rozhraním LonWorks. Tento prvek je součástí modulárního systému *Wago I/O System 750* (obrázek 5.8), který nabízí široké spektrum programovatelných i neprogramovatelných modulů s různými komunikačními rozhraními a s možností připojit potřebné analogové nebo digitální vstupní/výstupní moduly. K programovatelným modulům lze navíc připojit i speciální moduly, kterými jsou v našem případě

komunikační moduly DALI a EnOcean.



Obrázek 5.8: Wago I/O System 750

Dalšími inteligentními prvky v této místnosti jsou bezdrátové senzory teploty EnOcean, které jsou napájeny pomocí baterií. Z tohoto důvodu posílají tyto senzory měřenou hodnotu teploty přibližně v 16-ti minutových intervalech nebo při stisku tlačítka umístěného na plošném spoji senzoru. Ovládání této místnosti je možné pomocí bezdrátového čtyřtlačítka EnOcean. Tento prvek ovšem není narozdíl od senzorů teploty napájen baterií, ale energie pro posílání informací je generována piezo-elementy umístěnými pod jednotlivými tlačítky. Při stisku jednoho z tlačítek vygeneruje příslušný piezo-element dostatek energie na odeslání informace.

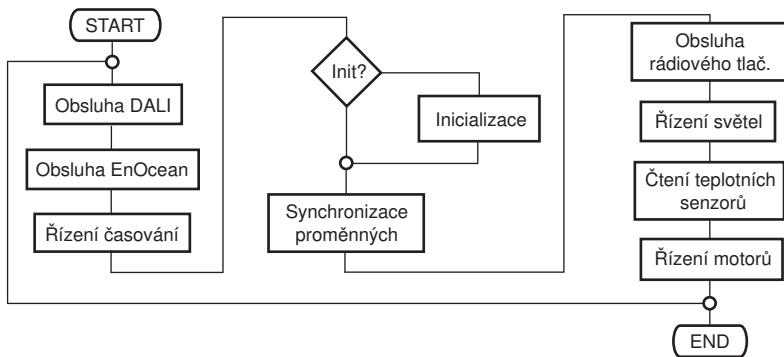
V místnosti je dále instalováno 5 DALI světel. Tři z těchto světel tvoří RGB LED panely, s jejichž pomocí lze vytvářet efektní světelné scény. Tyto panely jsou instalovány v lištách na levé a pravé straně místnosti těsně nad podlahou. Zbylá dvě světla jsou instalována v plechovém stropním krytu a každé toto světlo je tvořeno dvěma zářivkovými trubicemi, každá o výkonu 18W.

V místnosti jsou instalovány dva analogové senzory osvětlení. První senzor měří úrověň osvětlení promítacího plátna k čemuž je uzpůsoben zkosením jednoho konce měřícího válce, na jehož druhém konci je umístěn fotocitlivý prvek. Druhý senzor již takto upraven není a měří intenzitu osvětlení v místnosti.

Posledním inteligentním prvkem v této místnosti je senzor pohybu umístěný na zadní stěně místnosti. Tento senzor je zařízení LonWorks a je tedy připojeno na sběrnici LON a komunikací po této síti informuje řídicí jednotku o svém stavu. U funkce tohoto senzoru je důležité zmínit, že ke změně jeho stavu z *obsazeno* na *neobsazeno* dochází s definovaným zpozděním. Toto zpozdění je nastavitelné pomocí SNTV proměnné tohoto senzoru.

Procesy

Všechny procesy a operace v této místnosti provádí PLC Wago v závislosti na informacích výše popsaných senzorů. Tato jednotka tedy řídí výše popsaná světla, žaluzii a promítací plátno. Zároveň zpřístupňuje do sítě LON, kromě jiného, venkovní teplotu, kterou měří teplotní senzor EnOcean.



Obrázek 5.9: Vývojový diagram řídicího alg. PLC Wago

Na obrázku 5.9 je zobrazené blokové schéma řídicího algoritmu PLC Wago. V každém *scan-cyklu* PLC se nejdříve provádí obsluha DALI masteru. K tomu se používá funkční blok, který zpracuje fronty odchozích a příchozích zpráv. Poté následuje zpracování fronty zpráv EnOcean přijímače. V každém *scan-cyklu* se může zpracovat pouze jedna zpráva. Následně se vyhodnotí stisk některého z tlačítek bezdrátového ovladače a pomocí časovačů se v tomto bloku vyhodnocuje, zda jde o krátký nebo dlouhý stisk. V případě dlouhého stisku čítač počítá počet odpovídajících impulsů. Blok řízení časování se stará o pulsní časovač programu a o časovače žaluzie a promítacího plátna, u nichž nejsou instalovány senzory koncových poloh a jejich přejezd z jedné krajiné polohy do druhé je omezen časově. Následuje inicializace, která se provádí pouze v prvním *scan-cyklu*. Při inicializaci se provádí nastavení proměnných na požadované hodnoty a zhasnutí všech světel v prezentační místnosti. Následuje synchronizace proměnných zařízení a změny stavu obsazenosti místnosti. Synchronizace se provádí mezi vstupními síťovými a vnitřními proměnnými, které jsou zavedeny z důvodu nemožnosti nastavení vstupních síťových proměnných programově. Při změně stavu obsazenosti místnosti se spustí příslušný blok programu, který vypne nebo zapne halogenové žárovky. Zde záleží na stavu žárovek v době, kdy je místnost obsazena. Pokud tedy v době, kdy je místnost ve stavu *obsazena* a halogenové žárovky svítí, dojde ke změně tohot stavu na *neobsazena*, žárovky se vypnou. Při opětovné změně stavu místnosti na *obsazena* se opět rozsvítí.

Zřejmě nejsložitější část programu je ovládání vybraného zařízení pomocí rádiového čtyřtlačítka. V bloku *Obsluha EnOcean* bylo zjištěno, zda a jaké tlačítko bylo stisknuto, jde-li o dlouhý nebo krátký stisk a případně jak dlouho je již tlačítko stisknuto. Pravé

dvou-tlačítka postupně přepíná mezi jednotlivými prvky prezentační místnosti (jednotlivá světla, žaluzie, plátno). Levé dvou-tlačítko potom ovládá právě vybraný prvek. V případě DALI světel krátkým stiskem spodního tlačítka světlo vypneme, krátkým stiskem horního tlačítka zapneme na intenzitu na níž bylo světlo nastaveno při vypnutí a druhým krátkým stiskem na plnou intenzitu. V případě dlouhého stisku se postupně mění intenzita osvětlení nahoru nebo dolu. V případě halogenových žárovek, které nelze stmívat, dochází pouze při krátkých stiscích k zapnutí nebo vypnutí. Pokud máme jako aktivní prvek vybránu žaluzii nebo plátno, krátké stisky slouží k nastavení počátečních nebo koncových poloh s tím, že krátký stisk v opačném směru pohyb žaluzie nebo plátna zastaví. Pokud tlačítka držíme dlouze, pohybuje se žaluzie nebo plátno v daném směru, dokud není tlačítka uvolněno nebo není dosaženo koncové polohy. Blok *řízení světel* nastavuje intenzitu osvětlení DALI světel v případě její změny rádiovým tlačítkem nebo vstupní síťovou proměnnou, synchronizuje výstupní proměnné stavu halogenových žárovek a hodnotu intenzity osvětlení plátna a místnosti. V bloku *Čtení teplotních senzorů* se provádí dékodování zpráv z radiových senzorů teploty a uložení hodnoty do výstupní síťové proměnné. Poslední blok *řízení motorů* provádí synchronizaci vnitřních proměnných s výstupními síťovými proměnnými.

5.3.2 Kancelář č.1 (Siemens)

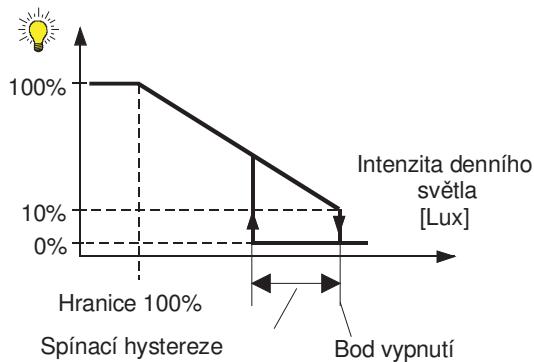
Tato kancelář se nachází nad technickou místností v právě části modelu. V místnosti je nainstalován radiátor, otevíratelné okno, venkovní roleta, senzor teploty v místnosti, analogově řízená světla a senzor intenzity venkovního osvětlení. Místnost není tepelně izolována, proto je radiátor v této místnosti mnohem větší než radiátor v kanceláři č.2.

Zařízení

Jako řídicí prvky jsou použity moduly technologie DESIGO RX společnosti Siemens. Tato technologie je navržena pro řízení vytápění, ventilace a osvětlení převážně v kancelářských prostorách. Pro jednotlivé moduly existuje několik aplikací. Pokud jsou k modulu připojeny určené prvky, nahráním této vybrané aplikace, jejím nastavením pro dané prostory a požadavky, získáme plně funkční systém. K jednotlivým modulům se mohou připojovat různé senzory (osvětlení, teploty, vlhkosti, apod.) a akční členy (hlavice ventilů, servomotory vzduchových klapek, světla, analogové předřadníky, apod.). Tyto prvky jsou připojeny přímo k modulům. V této místnosti jsou umístěny dva hlavní moduly kombinované s moduly přídavnými. V prvním případě jde o modul RXC31.1 s přídavným modulem RXC40.1. Zde je použita aplikace INT03. Ve druhém případě se jedná o moduly RXC30.1 a dva moduly RXC41.1 s aplikací INT05. Dokumentace k jednotlivým modulům a popisy aplikací jsou uloženy na přiloženém CD v adresáři *Dokumenty/Siemens*.

Procesy

Procesy v téhle místnosti zajišťují již zmíněné aplikace modulů DESIGO RX. U každé z aplikací je využita dílčí část, hodící se k prvkům instalovaným v této místnosti.



Obrázek 5.10: Řízení podle denního světla v modulech DESIGO RX

Aplikace *INT12* realizuje řízení osvětlení v místnosti. Přídavný modul RXC40.1 obsahuje dva analogové výstupy 1-10V. Na tyto výstupy jsou připojeny analogové předřadníky na jejichž výstupech jsou připojeny kompaktní zářivky. Ovládání světel se provádí digitálními vstupy modulu, ke kterým jsou připojena tlačítka umístěná na přední stěně místnosti. Při krátkém stisku příslušného tlačítka dojde k vypnutí nebo zapnutí světla, při dlouhém stisku se intenzita mění plynule. Modul dále získává po síti LON informaci o intenzitě venkovního osvětlení ze senzoru umístěného před oknem místnosti. Nastavení této aplikace vytváří následující automatické procesy. Po připojení napájecího napětí k modulu se obnoví poslední nastavení intenzity světel. Pokud je intenzita denního světla větší než 750 luxů, jsou světa vypnuta s 5-ti minutovým zpožděním a zapínají se při poklesu denního světla o 100 luxů opět s 5-ti minutovým zpožděním. Pokud je úroveň venkovního osvětlení 250 luxů, jsou světa nastavena na maximální intenzitu. Toto řízení ilustruje obrázek 5.10.

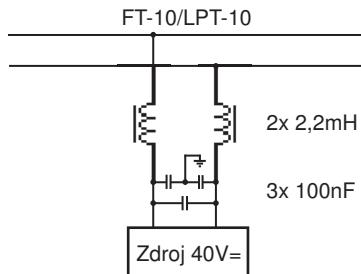
Aplikace *INT05* realizuje řízení motorů venkovní rolety a okna. Oba motory se ovládají opět pomocí digitálních vstupů modulu. Při krátkém stisku ($<0,5\text{s}$) v klidovém stavu posune roletu daným směrem a po uvolnění tlačítka se pohyb zastaví. Při dlouhém stisku ($>0,5\text{s}$) v klidovém stavu se uvede motor do trvalého chodu daným směrem (i po uvolnění tlačítka). Takto pohybující se motor lze zastavit krátkým stiskem tlačítka v opačném směru. Pokud je tlačítka stisknuto dlouze, motor se zastaví a uvede se do pohybu směrem opačným. Pro správnou funkci je potřeba nastavit dobu přeběhu každého motoru.

5.3.3 Kancelář č.2

Tato kancelář je umístěna nad kanceláří č.1. Má instalovaný radiátor a je tepelně izolována. Osvětlení je realizováno pomocí dvou DALI světel, z nichž každé obsahuje dvě kompaktní žárovky. Tato místnost má stejně jako kancelář č.1 otevírací okno a venkovní roletu.

Zařízení

V této místnosti byl řídicím prvkem zvolen softwarový logický automat WizPLC, který je součástí balíku Wizcon od společnosti Axeda supervisor. Toto PLC je programováno, stejně jako programovatelný modul Wago v prezentaci místo, vývojovým nástrojem CodeSys. Se sítí LON komunikuje pomocí OPC serveru. Fyzickým zařízením umístěným v místnosti je brána DALI/LON pro řízení již zmíněných světel DALI. Pro umožnění řízení otevíráni okna je zde použit neprogramovatelný modul Wago 750-319 s rozhraním LON, s jehož pomocí je možné přes síť LON řídit nebo snímat analogové nebo digitální vstupy/výstupy. Posledním zařízením této místnosti je regulátor termohlavice ventilu radiátoru, který v rámci své semestrální práce vyrobil a naprogramoval pan Michal Slezák. Jako ovládací panel byl vybrán multifunkční ovládací panel QAX50.1 společnosti Siemens. Tento ovládací panel obsahuje transceiver LPT-10, který je kompatibilní s transceiveiry FTT-10A. Jeho výhodou je sloučení napájení a komunikace do jednoho vedení. Realizace rozhraní LPT-10 je ukázána na obrázku 5.11².



Obrázek 5.11: Realizace rozhraní LPT-10

Procesy

Regulace teploty v této místnosti je realizována pomocí senzoru teploty, regulátoru termohlavice a ovládacího panelu. Všechna tato zařízení spolu komunikují pomocí sítě LON a jejich vzájemné vazby jsou následující. Senzor teploty posílá do regulátoru aktuální teplotu v místnosti a ovládací panel teplotu požadovanou. Regulátor poté řídí termohlavici

²Na polaritě připojeného napájecího napětí nezávisí.

tak, aby rozdíl mezi těmito teplotami byl co nejnižší. Osvětlení je řízeno pomocí brány DALI/LON, kterému zasílá multifunkční ovládací panel povely zadané obsluhou a stejným způsobem je řízen i motor okna.

5.3.4 Technická místo

Technická místo byla navržena pro umístění vytápěcího systému i s jeho řídicími prvky. Její důležitou částí jsou také zařízení pro vytvoření několika segmentů sítě LON pro jednotlivé části modelu a dále zdroje nízkého napětí.

Zařízení

V této místnosti jsou umístěny napájecí zdroje 24V= a 24V~ pro napájení pravé části modelu. Další zařízení této místo jsou router L-IP a víceportový L-Switch. Zařízení L-IP slouží jako síťový interface a umožňuje komunikaci se sítí LON pomocí TCP/IP protokolu. Jeho port ze strany sítě vytváří kanál TP-1250 s přenosovou rychlosí 1,25Mbit/s. Na tento kanál je připojen L-Switch, který vytváří 4 segmenty sítě LON z nichž 3 jsou typu FT-10 a jeden typu PL-20C-LOW³. Tento kanál zatím není v modelu využit. Pro řízení vytápění se v blízké budoucnosti počítá s instalací programovatelného zařízení Wago nebo T.A.C. Xenta.

Procesy

V této místnosti je realizováno řízení vytápěcího systému. Tato problematika se stala tématem jiné diplomové práce a nebyla v rámci této práce řešena.

5.3.5 Garáž

Tato místo zatím slouží jako technická místo pro prezentační část modelu. V budoucnu by měla být upravena na garáž s vjezdovými vraty a ventilací.

Zařízení

V garáži jsou umístěny napájecí zdroje 24V= a 24V~ pro napájení prezentační části modelu. Dále je zde umístěn server, na němž jsou nainstalovány vývojové a vizualizační softwarové nástroje. K tomuto serveru je připojen 15" dotykový LCD panel umístěný na přední stěně v horní části prezentační místo. Panel slouží jednak jako monitor serveru a také jako ovládací panel vizualizace. K serveru je připojen druhý síťový interface, XLON DONGLE. Tento prvek slouží jako vstupní bod pro samostatnou prezentační část modelu.

³Jedná se o kanál typu Power line, tedy komunikaci pře síťové napájecí napětí 230V

Procesy

V této místnosti nejsou implementovány žádné řídicí algoritmy.

5.3.6 Výtahová šachta

Výtahová šachta byla navržena pro elektrický výtah, jehož realizace nebyla zahrnuta do této práce. Výtah bude realizován v následujícím období v rámci semestrální nebo diplomové práce.

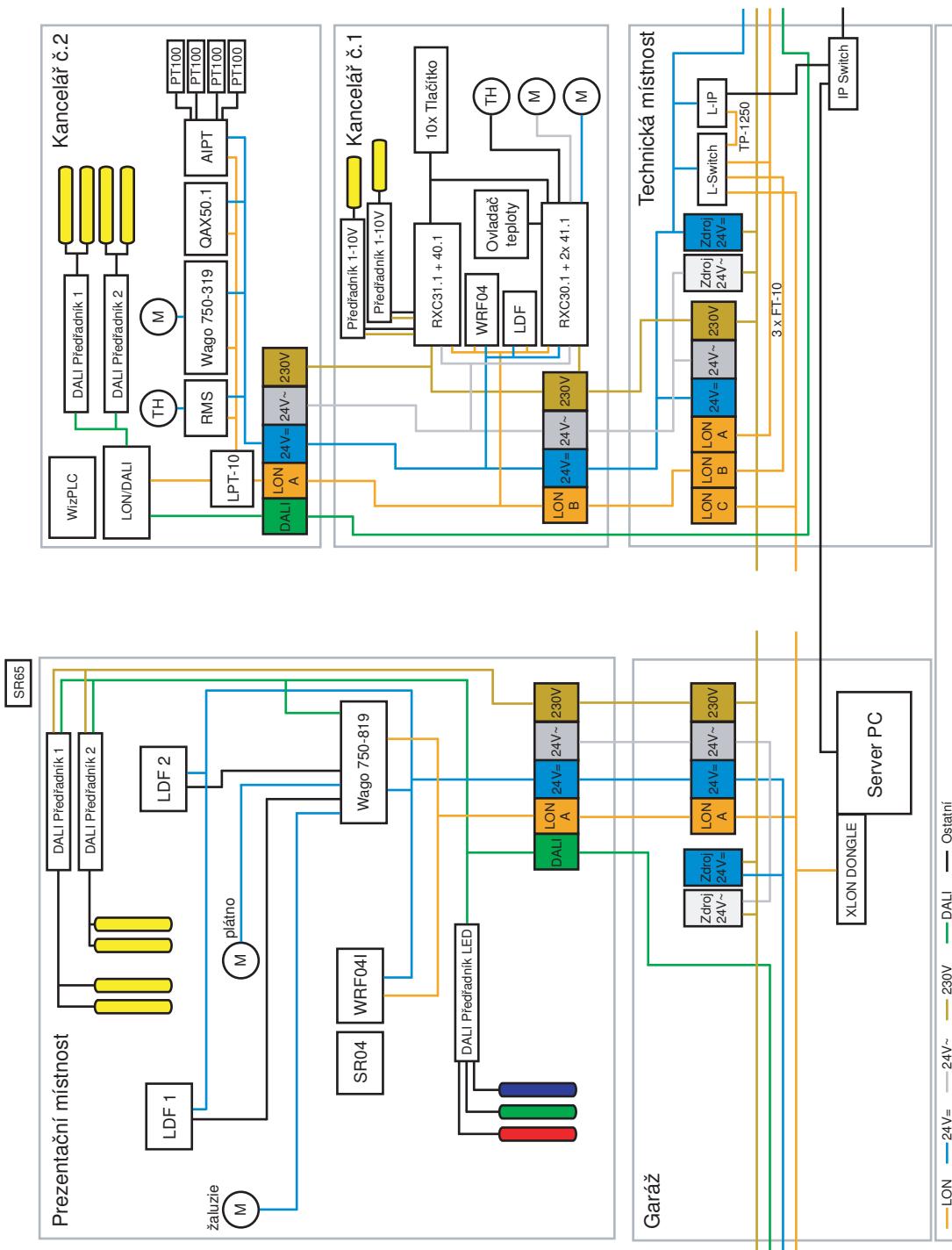
5.4 Elektroinstalace

Elektroinstalace modelu se skládá z rozvodů několika napájecích napětí a datové sítě LON. Ve všech místnostech jsou instalovány Wago svorky, pomocí kterých je elektroinstalace v modelu provedena. Schéma elektroinstalace je zobrazeno na obrázku 5.12.

Rozvod 230V je proveden kabelem 3x1,5 CYGY a v každé místnosti jsou vždy 3 svorky - fáze, nulový vodič a zemnický vodič. Rozvod tohoto napětí je v modelu realizován pomocí konektorů Wago Winsta a je proveden tak, aby bylo možné odpojit jednotlivé části modelu od napětí 230V (prezentační místnost, kanceláře 1 a 2). Přívodní napájení je možné připojit ke každé části modelu. Pokud je model kompletní, je napájen z jeho pravé části. Ta je vybavena červeným STOP tlačítkem pro nouzový případ a při jeho stisku dojde k odpojení napětí 230V. Napájení levé části modelu je v takovém případě zajištěno propojením levé a pravé části. Toto propojení je realizováno opět pomocí konektorů Wago Winsta. V případě oddělení prezentační části modelu je možné tuto část napájet připojením 230V pomocí speciálního konektoru opět z řady Wago Winsta.

Dále je v modelu rozveden datový rozvod sítě. Ten je proveden kabelem přímo určeným pro rozvod sítě LON. Tato síť je rozdělena pomocí zařízení L-Switch na 3 segmenty. První segment je určen pro zařízení umístěné v technické místnosti. Druhý segment je veden do obou kanceláří a jsou k němu tedy připojena zařízení zde umístěná. Zbývající třetí segment je určen pro levou část modelu, tedy prezentační místnost a garáž. Opět jsou ve všech místnostech Wago svorky, na nichž je příslušná datová sběrnice vyvedena.

Poslední částí elektroinstalace jsou rozvody 24V= a 24V~. Zdroje těchto napětí jsou v technické místnosti, odkud jsou napájení vedena pouze do pravé části modelu. Zdroje těchto napětí jsou umístěny i v garáži v levé části modelu z důvodu samostatného provozu této části. Napětí jsou potřeba pro napájení zařízení LonWorks a pro motory žaluzií, rolet, oken a dveří.



Obrázek 5.12: Elektroinstalace modelu

5.5 Instalace serveru

V této kapitole je uveden postup při instalaci serveru modelu. Pokud není uvedeno jinak, byla u všech instalací volena instalace standardní.

Postup při instalaci serveru:

1. Instalace systému Windows XP/2000
2. Instalace ovladače pro dotykový panel Touch55 firmy SoftCon, s. r. o.
3. Instalace programového balíku LonMaker Integration Tool, Professional Edition - Release 3.1 SR3A
 - Adobe Acrobat Reader
 - Microsoft Visio 2002
 - Echelon LonMaker
 - LonPoint Plug-in
4. Instalace SW Loytec
 - NIC Network Interface Software and Drivers
 - LPA - Loytec Protocol Analyzer Software
 - LPAConv Plug-in
 - LSU - Loytec Serial Upgrade Tool
 - Zadání registračního kódu pro SW Loytec
5. Instalace OPC serveru IPLONGATE
6. Instalace Wizcon for Windows and Internet
7. Instalace servisní aplikace Siemens DESIGO RXT
8. Instalace ovladače XLON DONGLE

Pro správnou funkčnost tohoto ovladače je potřeba ve *Správci zařízení* systému Windows u LPT portu na záložce *Nastavení portu* zaškrtnout volbu *Použít libovolné přerušení na daném portu* (poslední z možností).

9. Nahrání souboru LoytecShapes.vss do adresáře
C:\Lonworks\LonMaker\Visio

U programů Loytec je dobré instalovat aktuální verze dostupné na internetu na webové adrese <http://www.loytec.com>. Na těchto stránkách také najdeme poslední verze firmwaru pro zařízení L-IP a L-Switch, které pomocí aplikace LSU můžeme do zařízení nahrát přes sériový kabel.

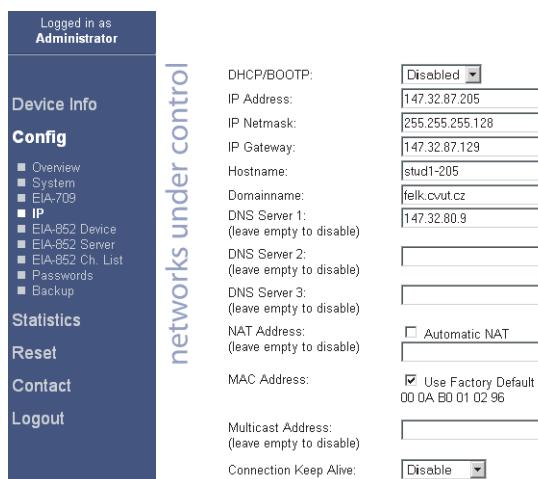
5.6 Konfigurace routeru L-IP

Pro správnou funkci routeru L-IP je nutné toto zařízení správně nakonfigurovat.

Prvotní nastavení je nutné provést pomocí sériového kabelu nebo pomocí webového rozhraní. Pokud je zařízení nové a připojené do lokální sítě ehternet, zadáním IP adresy 192.168.1.254 do webového prohlížeče se zobrazí konfigurační rozhraní. Router umístěný v modelu má již přiřazenu IP adresu 147.32.87.205. Na úvodní stránce *Device Info* je zobrazena tabulka se základními údaji o zařízení (verze firmware, Neuron ID, atd.). Pomocí menu v levém sloupci nyní můžeme přistoupit k nastavení zařízení. Kliknutím na odkaz *Config* se zobrazí stránka vyžadující autorizaci. Po zadání účtu *Administrator* a hesla *heslo* se přihlásíme a můžeme pokračovat v konfiguraci zařízení.

V menu *System* můžeme nastavit aktuální datum a čas routeru, port webového serveru a mód routeru. Jako mód je používáno nastavení *According to DIP Switch*. Nastavení módu tedy určují DIP přepínače na zařízení a router je nastaven jako *Configured Router*. V menu *EIA-709* lze nadefinovat přenosovou rychlosť kánu LON, který je typu TP-1250. Rychlosť nastavíme na *1250kBit/s*.

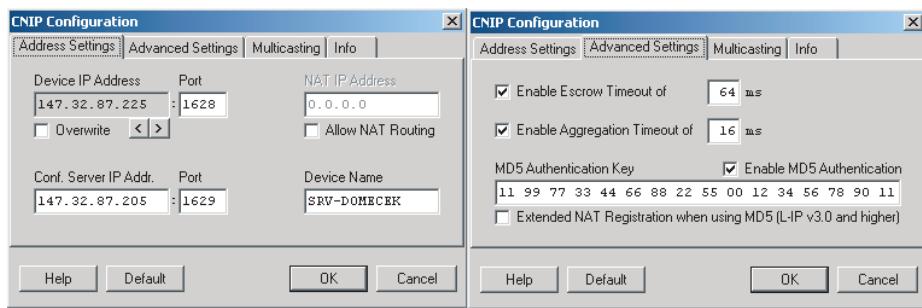
V menu *IP* můžeme nakonfigurovat ehternetovou část routeru, tedy IP adresu, masku sítě, atd. Nastavení této části pro router modelu ukazuje obrázek 5.13.



Obrázek 5.13: Nastavení L-IP

Menu *EIA-852 Device* a *EIA-852 Server* spolu úzce souvisí a zde můžeme nastavit několik vlastností, především MD5 autentifikaci pro zabezpečenou komunikaci mezi jednotlivými routery.

Po nainstalování *NIC Network Interface* se v systémovém řádku Windows objeví ikona NIC driveru. Kliknutím pravým tlačítkem na této ikoně a zvolením *L-config* spustíme aplikaci pro konfiguraci *NIC Legacy Driver*. V okně této aplikace zobrazíme záložku *NIC852*



Obrázek 5.14: Konfigurace CNIP

kde klikneme na tlačítko *CNIP Configuration*⁴. V následujúcim okně provedeme nastavení podle obrázku 5.14 a potvrdíme.

5.7 Konfigurace modulů DESIGO RX aplikací RXT

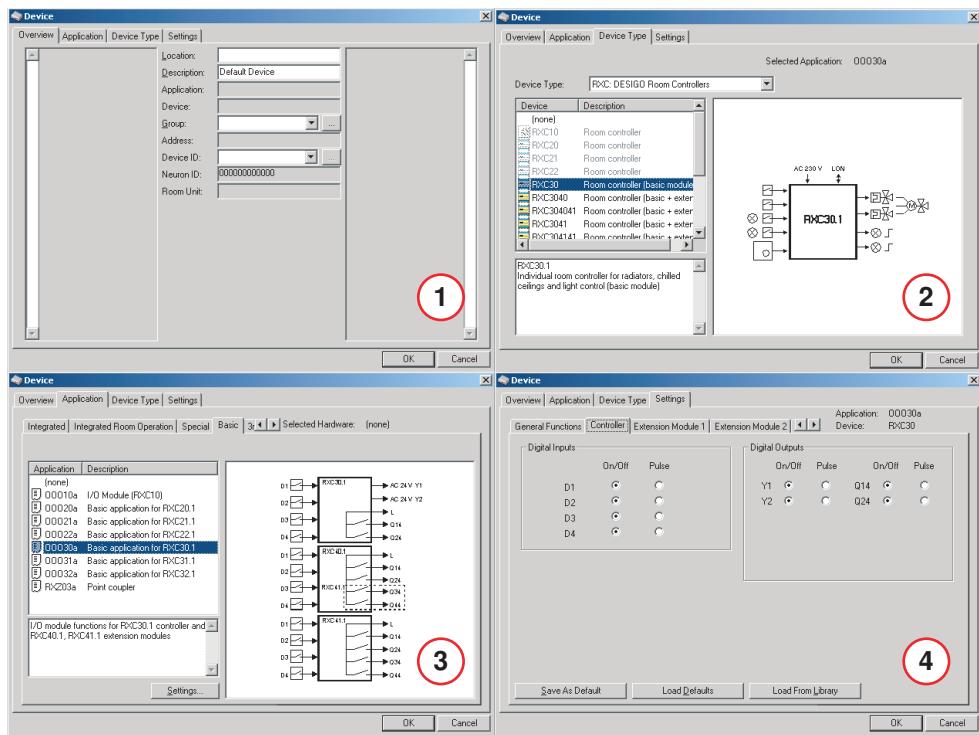
Pro nahrání a konfiguraci vhodné aplikace do modulů DESIGO RX je nutné použít aplikaci DESIGO RXT. Tento nástroj umožňuje nahrání aplikace do modulu a její nastavení s použitím přístupového bodu XLON DONGLE.

Po spuštění této aplikace vytvoříme nový projekt kliknutím na ikonu *New*. Zobrazí se nám okno s volbou verze knihovny aplikací. Vybereme položku *Application Library V1.x* a potvrdíme tlačítkem *OK*. Tím se založí nový projekt a hned jsme vyzváni pro zadání prvních údajů nového projektu, jako jméno a popis a na dalších záložkách můžeme upravit nastavení tohoto projektu. Důležité nastavení je na záložce *Network*, kde je potřeba správně zadat doménu sítě, kterou máme nadefinovanou v projektu aplikace LonMaker a fyzicky uloženou v síti. Tlačítkem *OK* potvrdíme. Nyní je potřeba nastavit vstupní bod do sítě. Provedeme tak v menu *Tools→Options* kde na záložce *Network* nastavíme *Network Interface* na zařízení XLON DONGLE.

Do vytvořeného projektu přidáme zařízení, které chceme konfigurovat. Na ploše aplikace klikneme pravým tlačítkem a vybereme možnost *Add*. Zadáme umístění zařízení a můžeme změnit popis (obrázek 5.15, časť 1). Zobrazíme záložku *Device Type* (časť 2) a vybereme ze seznamu vhodný modul. Následně zobrazíme záložku *Application* (časť 3) a vybereme požadovanou aplikaci. Tyto dva kroky lze provést i v opačném pořadí, ale při volbě nesprávné aplikace se nám omezí volba modulu a toto již nelze změnit (musíme vytvořit projekt od začátku). Následně klikneme na záložku *Settings* (časť 4), kde podle vybrané aplikace můžeme nadefinovat její vlastnosti.

Po přidání zařízení s nastavenou aplikací do projektu je potřeba provést změny ve fyzickém modulu. Kliknutím na ikonu *Connect* se připojíme k síti LON. Po úspěšném

⁴CNIP - Control Network Over IP



Obrázek 5.15: Přidání modulu DESIGO RX v nástroji RXT

připojení se automaticky zobrazí okno s dalšími kroky, které je nutné nyní zrušit kliknutím na tlačítko *Close*. Pravým tlačítkem na přidaném zařízení v projektu a zvolením *Install* nainstalujeme fyzické zařízení. V zobrazeném okně (obrázek 5.16) zadáme Neuron ID instalovaného modulu nebo 2x stiskneme servisní tlačítko modulu pro automatické načtení jeho Neuron ID. Poté zaškrtneme akce, které chceme provést a potvrdíme.



Obrázek 5.16: Instalace modulu DESIGO RX v nástroji RXT

5.8 Vytvoření a konfigurace sítě LON

Při spuštění aplikace LonMaker (obrázek 4.1 na stránce 31) a kliknutí na tlačítko *New Network* se spustí program Microsoft Visio a objeví se *Network Wizard*, který nás provede počátečním vytvořením sítě LON, dále jen projektu. Na obrázcích, které zobrazují postupy jednotlivých operací, jsou zobrazeny a očíslovány hlavní části jednotlivých oken aplikace. Tato okna se postupně objevují na obrazovce a jejich potvrzení se provádí kliknutím na tlačítko *Next* nebo *Finish*, které na obrázcích, zobrazujících dané postupy, zpravidla vidět nejsou.

5.8.1 Vytvoření sítě LON

Následující kroky odpovídají obrázku 5.17. V prvním okně jsme vyzváni k zadání názvu projektu a můžeme zadat i jeho popis. V následujícím okně můžeme zadat síťový interface⁵. V našem případě můžeme vybrat mezi několika položkami *NIC* a *XLONG DONGLE*. Vybereme tedy buďto první NIC nebo XLONG DONGLE. V případě, že se nemůžeme připojit k síti, odškrtneme políčko *Network Attached*. V dalším kroku definujeme, zda chceme pracovat se sítí okamžitě, tedy provedené operace se promítají ihned do sítě LON a do jejích zařízení, nebo vytváříme úpravy, jejichž fyzické promítnutí do sítě provedeme později. Dalším krokem provedeme registraci vybraných pluginů. Standardně se registrují všechny instalované pluginy a jsou zvoleny možnosti nedotazovat se na registraci pluginů při příštém otevření projektu a zaregistrovat všechny neregistrované (později doinstalované) pluginy. Tímto je síť připravena k vytvoření a kliknutím na tlačítko *Finish* se vytvoří nový projekt. V případě zaškrtnutí volby *Continue with advanced options* můžeme tímto wizardem pokračovat a nastavit další vlastnosti, kterými jsou jazyk zdrojových souborů, možnost zapnutí autentifikace, volba délky adresy domény a určení této adresy a nastavení časování sítě (tyto kroky nejsou na obrázku 5.17 zachyceny). Všechna nastavení nadefinovaná pomocí wizardu je možné upravit po vytvoření sítě v menu *LonMaker→Network Options*.

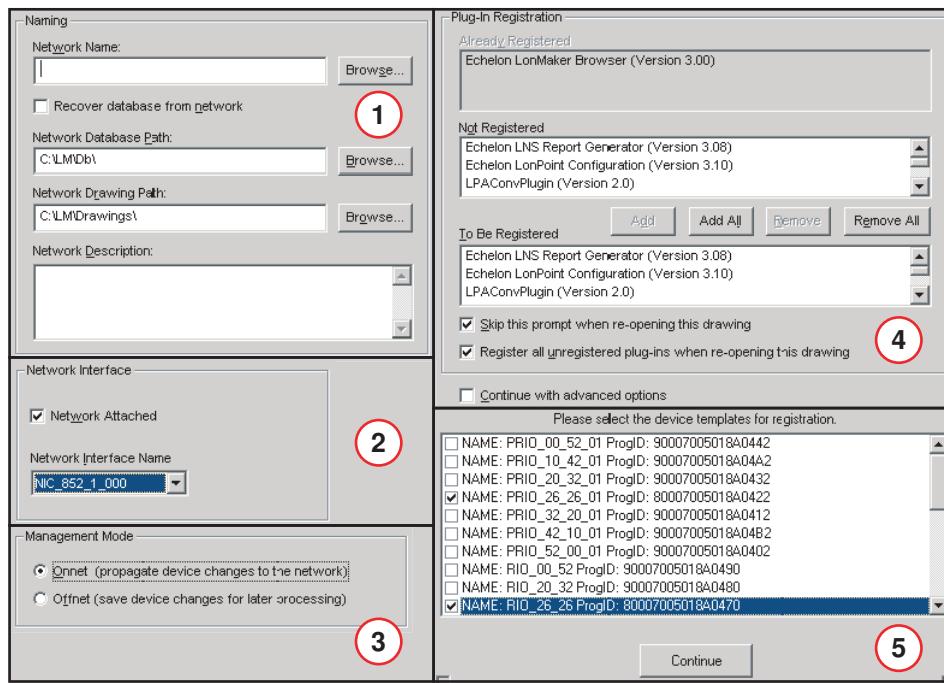
Pokud máme nainstalovaný plug-in pro moduly Wago, jsme po jeho registraci vyzváni k zaregistrování možných síťových rozhraní pro tyto moduly. Více o síťovém rozhraní modulů Wago v podkapitole 4.1. Nyní zvolíme rozhraní RIO_26_26⁶ a PRIO_26_26⁷ a klikneme na tlačítko *Continue* (tentot krok je zachycen na obrázku 5.17, část 5).

Po tomto posledním kroku bychom měli dostat základ projektu, jak ukazuje obrázek 4.2 na stránce 34.

⁵Vstupní bod do sítě LON a zároveň plnohodnotné zařízení této sítě se svým Neuron ID

⁶RIO_26_26 - síťové rozhraní neprogramovatelného modulklu Wago s 26 vstupními a 26 výstupními SNVT proměnnými

⁷PRIO_26_26 - síťové rozhraní programovatelného modulklu Wago s 26 vstupními a 26 výstupními SNVT proměnnými



Obrázek 5.17: Postup při vytváření sítě LON

5.8.2 Vytvoření sítě LON pro prezentační část modelu

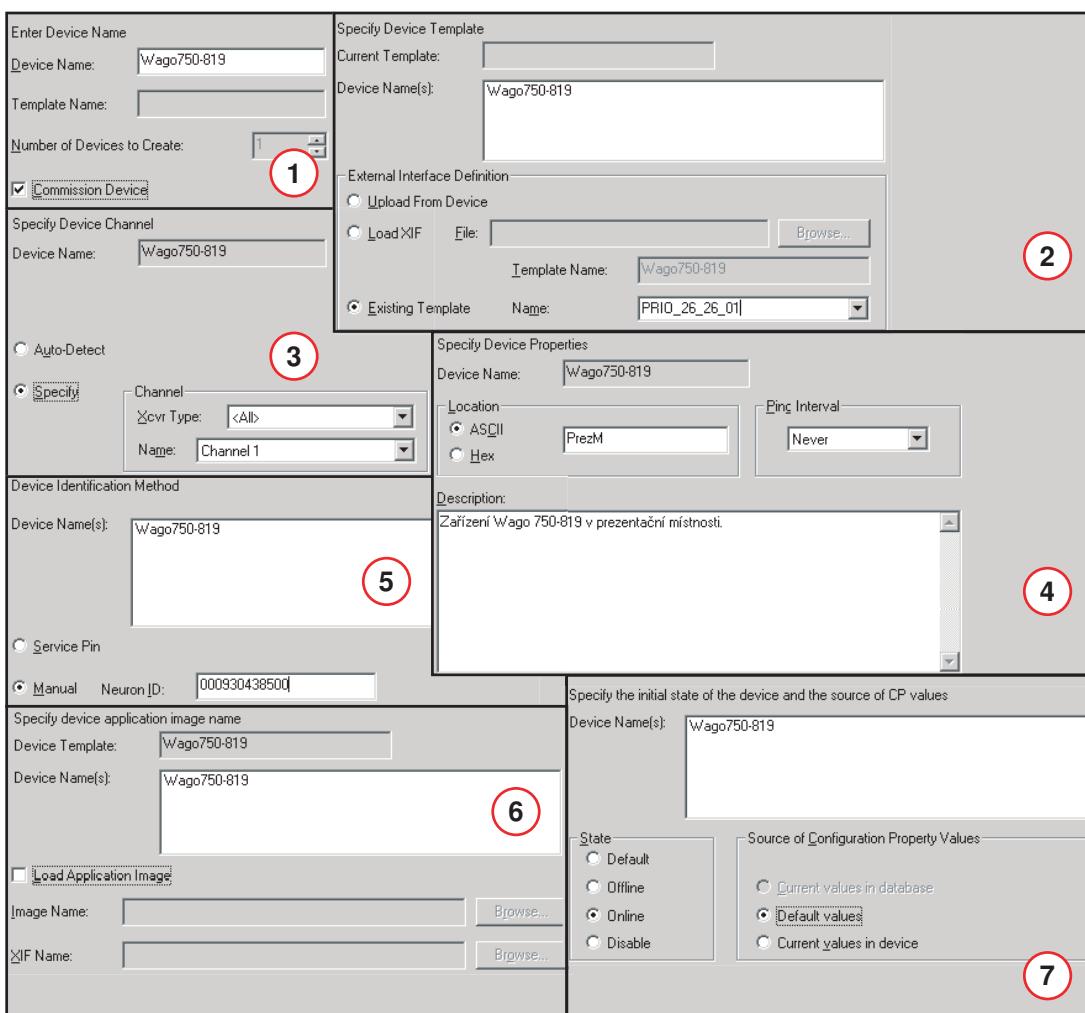
Pokud jsme v kroku 2 v předchozím vytváření sítě vybrali jako síťový interface XLOW DONGLE, můžeme nyní pokračovat ve vytváření sítě pro prezentační část modelu.

1. V levé části LonMakeru v okně *Shapes* vybereme záložku *LonMark Basic Shapes*, z níž na pracovní plochu přetáhneme objekt *Device*, čímž umístíme do projektu zařízení Wago 750-819 (obrázek 5.18)
2. Obdobným způsobem vložíme senzor pohybu WRF04I LON (následující popis vyhází z předchozího bodu)

V prvním kroku zadáme název WRF04. Ve druhém kroku zvolíme možnost *Upload from device*. Třetí krok se nemění a ve čtvrtém můžeme změnit popis tak, aby odpovídal tomuto zařízení. U pátého kroku je nutné zaměnit Neuron ID. Pro toto zařízení je tato hodnota 000507268501. Šestý a sedmý krok se proti předchozímu bodu nemění.

3. Opět přetažením z levého sloupce vložíme objekt *Functional Block* (obrázek 5.19).

Po úspěšném vložení tohoto objektu je třeba přejmenovat síťovou proměnnou s názvem *NVO4* a SNVT typem *nvoOccupancy*. Kliknutím označíme černou

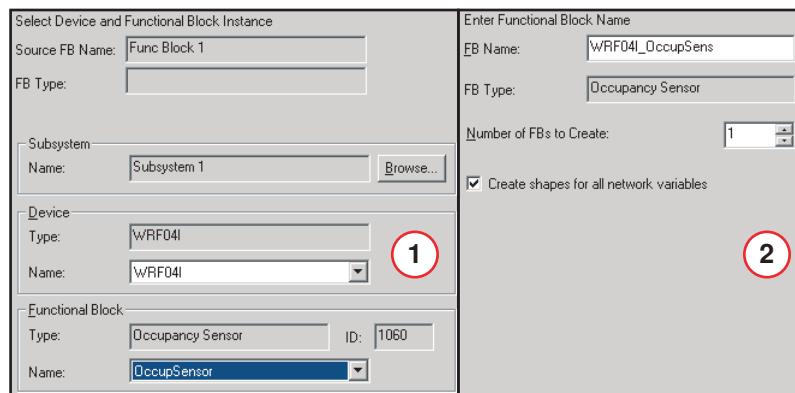


Obrázek 5.18: Postup při vložení zařízení Wago 750-819

šipku u této proměnné (pouze danou šipku!), poté vyvoláme pravým tlačítkem popup menu a z něj vybereme položku *Properties*. Zobrazí se okno, kde do kolonky *Name* napíšeme *nvoOccupancy*.

4. Konfigurace zařízení Wago 750-819

- Levým tlačítkem označíme zařízení Wago 750-819 a poté pravým tlačítkem zobrazíme popup menu. V tomto menu zvolíme položku *Configure*. Tím spustíme plug-in TOPLON. Po spuštění se zobrazí obrazovka s hardwarovou konfigurací, kterou zavřeme tlačítkem *Close*. Pomocí menu *WAGO-I/O-PRO→Open SYM file ...* v zobrazeném dialogu načteme soubor s definicí proměnných aplikace nahrané v zařízení Wago. Tento soubor se vytváří při komplikaci aplikace



Obrázek 5.19: Vložení funkčního bloku OccupSensor zařízení WRF04I

Obrázek 5.20: Ukázka definice propojení proměnných v pluginu TOPLON

v programu CodeSys.

- Klikneme na ikonu *I/O Configuration*. Zobrazí se okno s možností zobrazit vnější a vnitřní síťové proměnné zařízení Wago 750-819. Vnější síťové proměnné jsou SNVT proměnné dostupné ze sítě LON. Vnitřní síťové proměnné jsou proměnné nadeklarované v aplikaci nahrané v našem zařízení. Tyto proměnné jsou specifické svou adresou a na rozdíl od typů SNVT jsou standardních typů, které se používají při programování aplikací (Word, Int, Bool, apod.). Způsob propojení těchto proměnných ukazuje obrázek

5.20. Oblast A v části 1 se týká vnějších síťových proměnných a oblast B vnitřních. U vnějších proměnných lze definovat název a SNVT typ. Po kliknutí na ikonu *Bool INs* se zobrazí část 2 s vnitřními proměnnými modulu typu *BOOL*. Pokud klikneme do sloupce *Connected to ...*, můžeme této vnitřní proměnné přiřadit proměnnou vnější. V tom případě se postupně zobrazí okna zobrazená v části 3, 4 a 5. Zde se přesně definuje dané propojení. Již hotové propojení je zobrazeno v části 6. Jak je vidět, vnitřní proměnná *nvoHalogens* je navázána na element *state* vnější síťové proměnné se stejným názvem a SNVT typem

SNVT_switch (SNVT typ je vidět v části 1). Pokud bude hodnota vnitřní proměnné *TRUE*, nastaví se element *state* na hodnotu 1, pokud *FALSE*, nastaví se element *state* na hodnotu 0.

- Definice těchto propojení je možné exportovat/importovat a soubor s definicí propojení pro prezentační část modelu, stejně jako aplikaci pro modul Wago se souborem s definicí proměnných je k dispozici na CD, přiloženém k této práci.

5. Přetažením vložíme objekt *Functional Block*

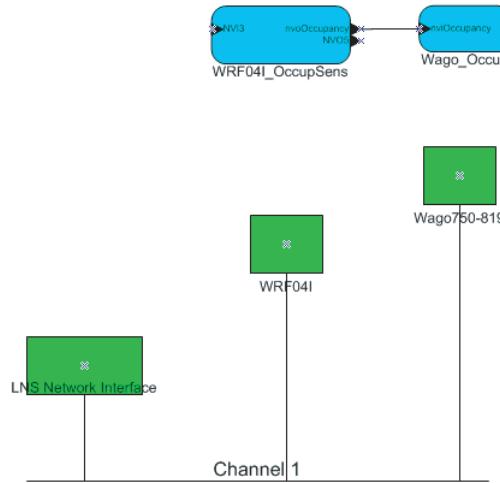
Ve výběru *Device→Name* vybereme *Wago 750-819* a ve výběru *Functional block→Name* vybereme *VarActuator[7]*.

6. Vložíme objekt *Connector*. Jeden konec napojíme na síťovou proměnnou *nvoOccupancy* ve funkčním bloku zařízení WRF04I a druhý na síťovou proměnnou *nviOccupancy* ve funkčním bloku zařízení Wago 750-819.

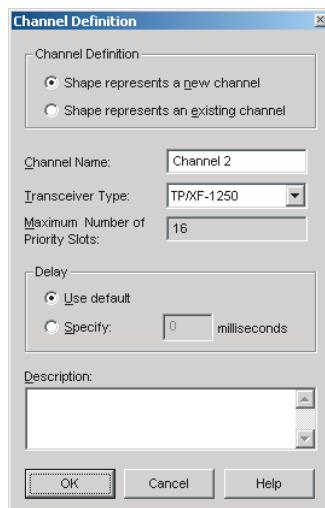
Výsledná síť je vidět na obrázku 5.21.

5.8.3 Vytvoření sítě LON se zařízeními L-IP a L-Switch

Zde opět navážeme na prvotní vytvoření sítě v podkapitole 5.8.1. Pokud jsme v kroku 2 vybrali jako síťový interface zařízení NIC, můžeme nyní pokračovat ve vytváření sítě pro prezentační část modelu.



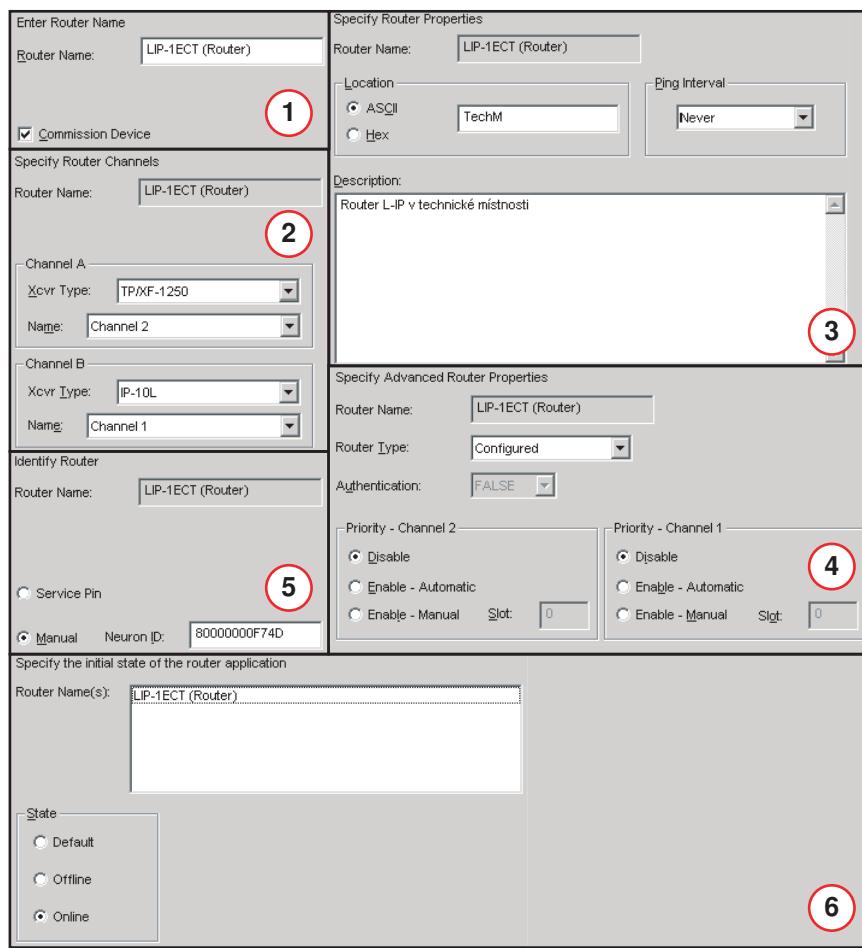
Obrázek 5.21: Výsledná síť prezentační části modelu



Obrázek 5.22: Vytvoření kanálu TP-1250

1. Přetažením objektu *Channel* vytvoříme kanál typu TP-1250 jak ukazuje obrázek 5.22
2. V levém sloupci vybereme záložku *LoytecShapes*

Pokud v levém sloupci není takováto záložka, zobrazíme ji pomocí menu *File→Stencils→LoytecShapes*.



Obrázek 5.23: Vytvoření zařízení L-IP

3. Přetažením vložíme objekt *L-IP LIP-1ECT Router*⁸ (viz. obrázek 5.23)

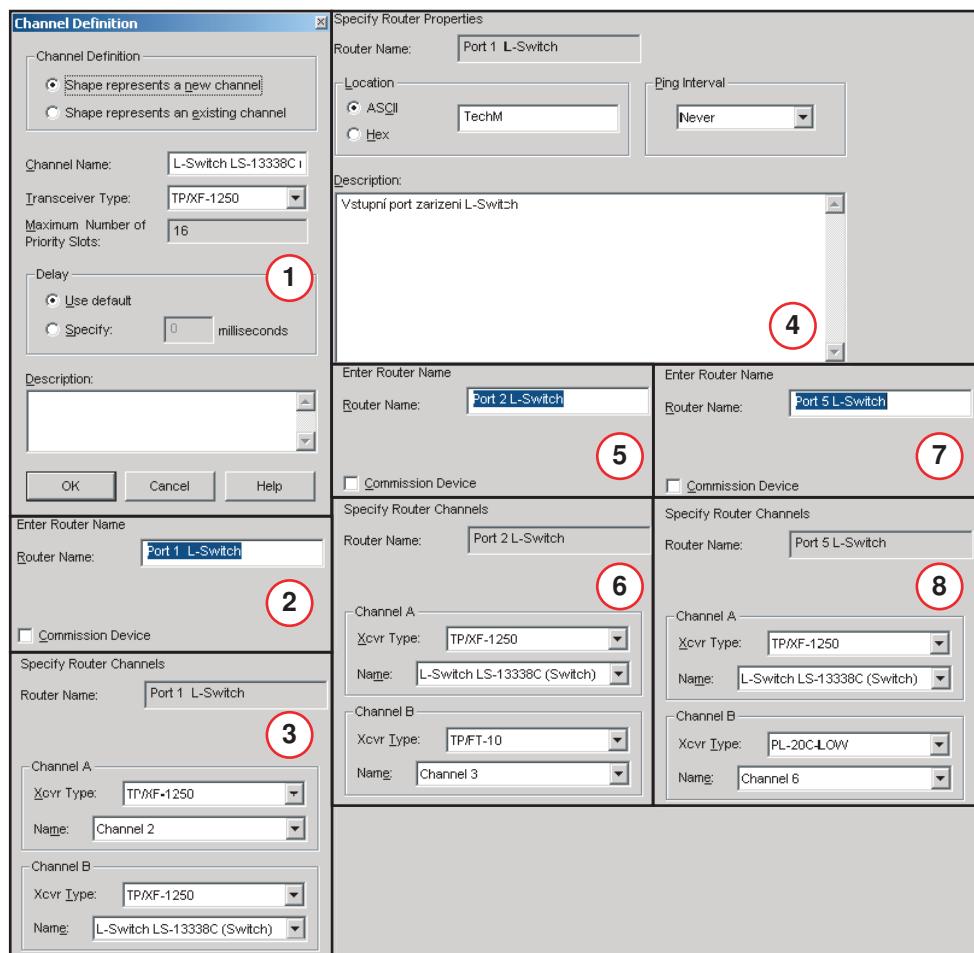
Ve druhém kroku definujeme tomuto routeru mezi jakými fyzickými kanály má přenášet rámce. Proto jsme nejdříve vytvořily příslušný kanál. Pokud bychom první krok vynechali, nemohli bychom zařízení L-IP vytvořit.

4. Obdobně jako v kroku 1 nyní vytvoříme 3 kanály typu FT-10 a 1 kanál typu PL20C-LOW (Power line)

5. Vložíme objekt *L-Switch LS-13338* (viz. obrázek 5.24)

Při vložení tohoto zařízení se nejdříve vytvoří vnitřní kanál (část 1). Následuje vytvoření prvního portu (část 2), který je připojen ke kanálům TP-1250 (část

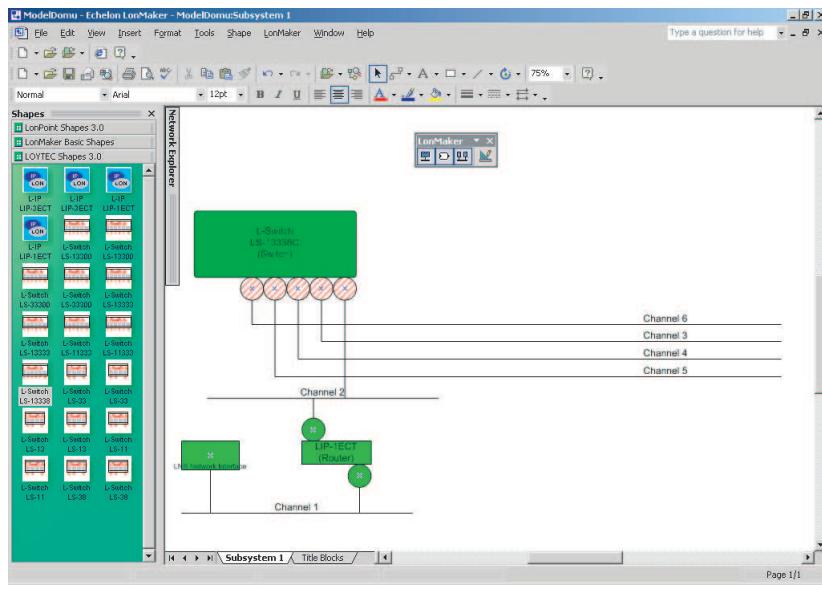
⁸Popisek Router se zobrazí po najetí myší nad objekt a krátkém setrvání



Obrázek 5.24: Vytvoření zařízení L-Switch

3) a následuje možnost zadání popisu portu a jeho lokace (část 4). Dále se vytvoří port 2, připojený k vnitřnímu kanálu TP-1250 a jednomu ze tří kanálů FT-10, vytvořených v předchozím kroku (část 5 a 6). Stejně jako port 2 se vytvoří porty 3 a 4. Zde je potřeba každému z těchto portů přiřadit právě jeden kanál FT-10. Jako poslední se vytvoří port 5, připojený k vnitřnímu kanálu a ke kanálu PL20C-LOW (část 7 a 8). U žádného z portů nesmí být při vytváření zaškrtnuta volba *Commision Device*. Vzhled zařízení a připojení jednotlivých kanálů je patrný z obrázku 5.25.

Nyní máme vytvořenou strukturovanou síť (obrázek 5.25) a můžeme vkládat další zařízení k jednotlivým segmentům. V tabulce 5.1 jsou uvedena zařízení LON instalovaná v modelu s uvedením lokality a Neuron ID a v tabulce 5.2 jsou uvedena zařízení EnOcean s jejich adresami.



Obrázek 5.25: Výsledná síť se zařízeními L-IP a L-Switch

Zařízení	Umístění	Neuron ID (hex)
L-IP	Technická místnost	80000000F74D
L-Switch	Technická místnost	8000000109DF
RXC30.1	Technická místnost	01002BAF5700
WRF04I	Prezentační místnost	000507268501
Wago 750-819	Prezentační místnost	000930438500
FTW04	Kancelář č.1	00A189293001
RXC30.1 + 2x 41.1	Kancelář č.1	010080E6A200
RXC31.1 + 40.1	Kancelář č.1	001289058100
LDF LON	Kancelář č.1	00A200513901
AIPT	Kancelář č.2	000225005001
MSR	Kancelář č.2	00C030218101
Wago 750-309	Kancelář č.2	00A076756500
QAX50.1	Kancelář č.2	010026AC9500

Tabulka 5.1: Seznam zařízení LON v modelu

5.9 Vizualizace a vzdálené řízení ve WizCon

Vytvoření vizualizace a vzdáleného řízení ve vývojovém nástroji Wizcon se skládá z následujících kroků:

1. Definice komunikačního ovladače

Zařízení	EnOcean ID (hex)
SR65	00000BD3
SR04	00000D4D
Čtyř-tlačítka	000B9473

Tabulka 5.2: Seznam zařízení EnOcean v modelu

2. Definice tagů
3. Vytvoření vizualizace
4. Převedení vizualizace do webové podoby

5.9.1 Definice komunikačního ovladače

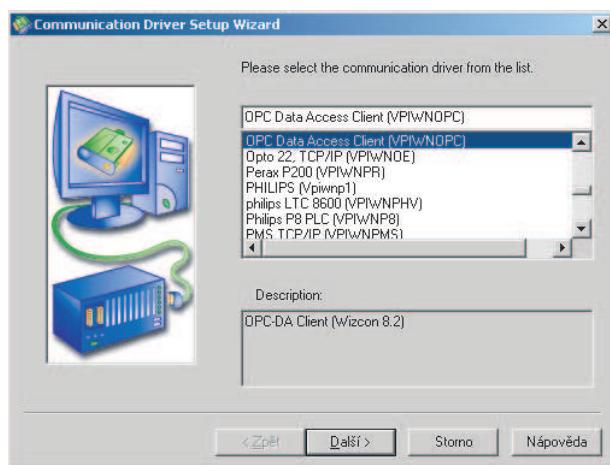
Pro komunikaci s OPC serverem je potřeba v projektu nadefinovat vhodný komunikační ovladač. Po vytvoření/otevření projektu klikneme na ikonu

Communication Drivers (viz. obrázek 4.7). Zobrazí se seznam nadefinovaných ovladačů, který je nyní prázdný. Po kliknutí na tlačítko *Add* se zobrazí okno pro výběr typu ovladače (obrázek 5.26). Vybereme typ *OPC Data Access Client (VPIWNOPC)* a klikneme na tlačítko další. V zobrazeném okně zadáme název ovladače v projektu a název OPC Serveru (obrázek 5.27). Kliknutím na tlačítko *Test Access* můžeme vyzkoušet správnou funkci nově nadefinovaného ovladače. Ukončením definice kliknutím na tlačítko *OK* se vrátíme do seznamu nadefinovaných ovladačů, ve kterém je již zobrazen nově nadefinovaný ovladač (obrázek 5.28). Po zavření tohoto okna nás Wizcon upozorní, že pro správnou funkčnost ovladače je potřeba restartovat Wizcon. Pokud tak provedeme, při následném spuštění Wizconu spustí i námi nadefinovaný OPC server. Wizcon ovšem čeká na jeho spuštění pouze určitou dobu, za kterou se námi používaný OPC server IPLONGATE nespustí. Wizcon tak ohláší chybu a aplikace se musí znovu restartovat. Spuštění IPLONGATE je tedy nutné provést před spuštěním Wizconu.

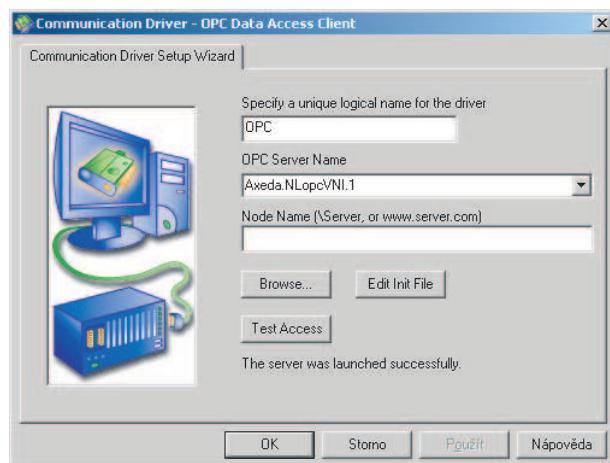
5.9.2 Definice tagů

Tagy jsou vnitřní proměnné Wizconu. Seznam jednotlivých tagů, možnost definice nových, popř. úprava stávajících či jejich smazání, je možné provést kliknutím v levém sloupci hlavního okna Wizconu na položku *Tags* (viz. obrázek 4.7 na straně 39). Tím se v pravé části zobrazí seznam již nadefinovaných tagů. Přidání nového tagu lze provést kliknutím pravým tlačítkem v pravé části a zvolit *Add Tag*. Poté se zobrazí okno velmi podobné obrázku 5.29.

V horní části obrázku je zobrazeno jméno vybraného tagu, které již nelze změnit. Při vytváření tagu je políčko prázdné a musíme jej vyplnit. Pod názvem lze zadat popis tagu.



Obrázek 5.26: Vytvoření komunikačního ovladače ve Wizcon 1



Obrázek 5.27: Vytvoření komunikačního ovladače ve Wizcon 2

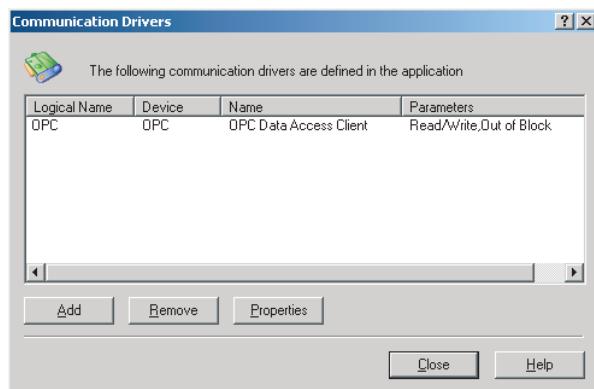
Tuto položku doporučuji vyplnit z důvodu lepší orientace v projektu. Následuje zdroj tagu. Zde jsou na výběr následující možnosti:

- PLC

Tento zdroj říká, že tag se bude načítat z nějakého zařízení přes vybraný komunikační driver.

- Dummy

Tento zdroj znamená pomocnou proměnnou, která nemá žádné vazby a je použita pouze v rámci Wizconu.



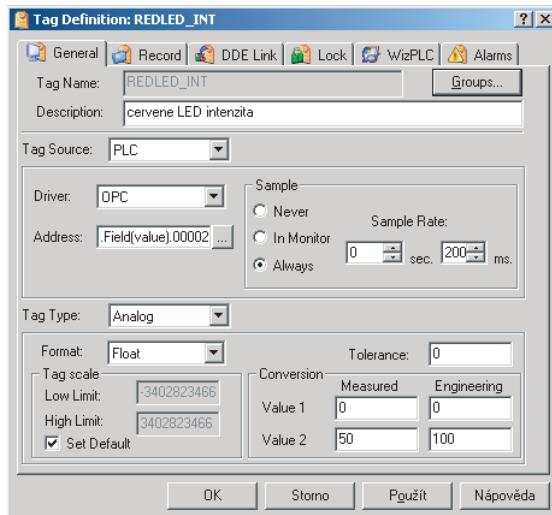
Obrázek 5.28: Vytvoření komunikačního ovladače ve Wizcon 3

- Compound

Tento zdroj znamená proměnnou jejíž hodnota je určena matematickým výrazem mezi dvěma jinými tagy.

Definice PLC tagu

Definici tohoto tagu ukazuje právě obrázek 5.29. tomuto tagu je nutné určit komunikační ovladač, ze kterého se bude načítat. V našem případě se jedná o ovladač OPC serveru nakonfigurovaný v předchozím kroku. Po výběru komunikačního ovladače, musíme tagu přiřadit síťovou proměnnou zprostředkovanou OPC servrem. Jak zprostředkovat síťovou



Obrázek 5.29: Definice tagu ve Wizcon

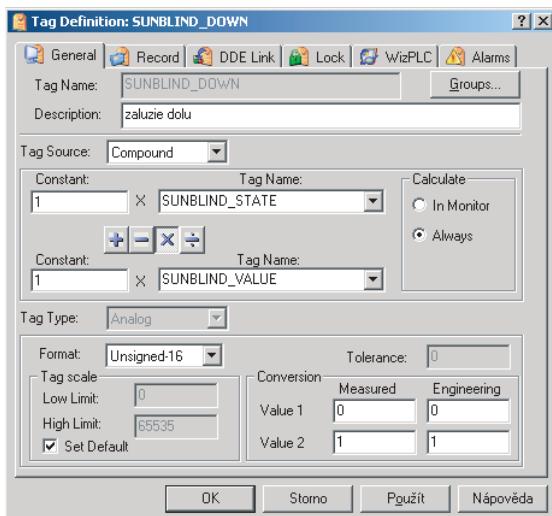
proměnnou OPC servrem je popsáno v podkapitole 4.2 na straně 35. V pravo od této definice potom určíme zda a jak často má být tento tag monitorován. Ve spodní části nakonec zvolíme typ tagu, jeho toleranci a případnou změnu rozsahu, tzv. *scale*. Nastavení tolerance tagu má vliv pouze na alarmová hlášení a historické zaznamenávání hodnot.

Definice Dummy tagu

Definice *Dummy* tagu je jednodušší oproti *PLC* tagu. Zde zcela chybí prostřední část definice (obrázek 5.29, část *Driver a Sample*). U tohoto tagu je možné nadefinovat pouze typ, toleranci a *scale*.

Definice Compound tagu

Definici *Compound* tagu ukazuje obrázek 5.30. Oproti *PLC* tagu se opět změnila prostřední část definice. U tohoto tagu je nutné nadefinovat z kterých dvou jiných tagů se bude výpočet provádět a jakým způsobem. Dále je nutné nastavit zda se má hodnota tagu vypočítávat neustále nebo pouze pokud je tag monitorován. Spodní část definice je až na nemožnost zadání tolerance shodná s *PLC* tagem.



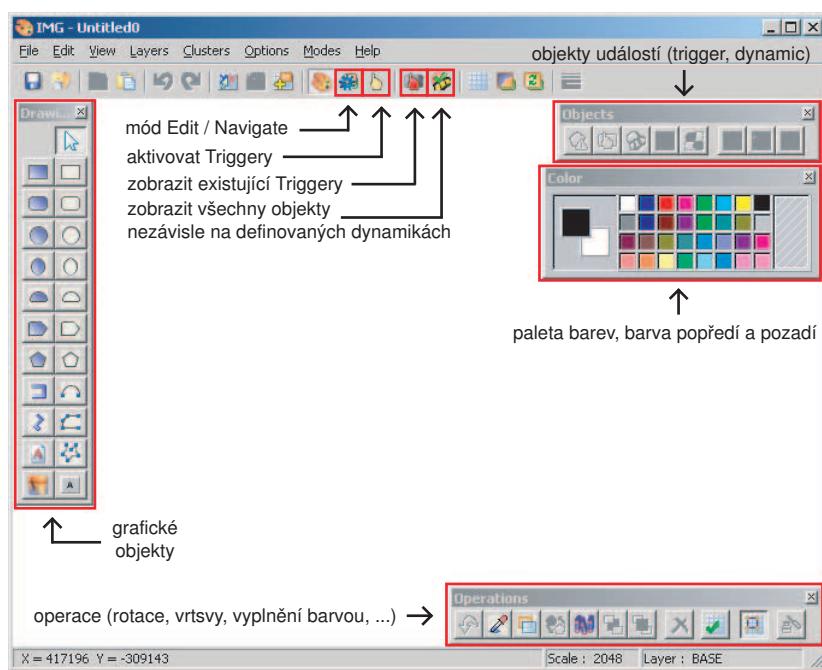
Obrázek 5.30: Definice tagu Compound ve Wizcon

5.9.3 Vytvoření vizualizace

V případě nadefinování všech potřebných tagů pro vizualizaci, můžeme přikročit k jejímu vytváření. V levém sloupci hlavního okna Wizconu (viz. obrázek 4.7 na straně 39)

klikneme na položku *Images*. V pravé části se zobrazí seznam již vytvořených vizualizací. Kliknutím pravým tlačítkem a volbou *New Image* vytvoříme novou vizualizaci.

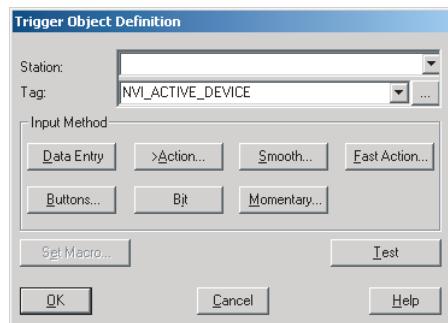
Zobrazí se pracovní okno vizualizace s různými okny nástrojů, jak ukazuje obrázek 5.31. Na tomto obrázku jsou zvýrazněny a popsány hlavní části. K vytvoření vizualizace je k dispozici několik *grafických objektů*. Tyto objekty jsou základem vizualizace. Pro práci s nimi jsou k dispozici *operace* jako rotace, přiřazení do vrstvy, vyplnění barvou, apod. Pro snadnou práci s barvami je vhodné použít paletu barev, známou z klasických grafických programů. Nadstavbou těchto objektů jsou událostní objekty typu *trigger* a *dynamic*. Tyto objekty umožňují propojit grafické objekty s tagy Wizconu. Tím je možné z vizualizace zobrazovat a nastavovat hodnoty tagů nebo různě hýbat s obrázky ve vizualizaci podle jejich hodnoty.



Obrázek 5.31: Pracovní okno vizualizace Wizcon

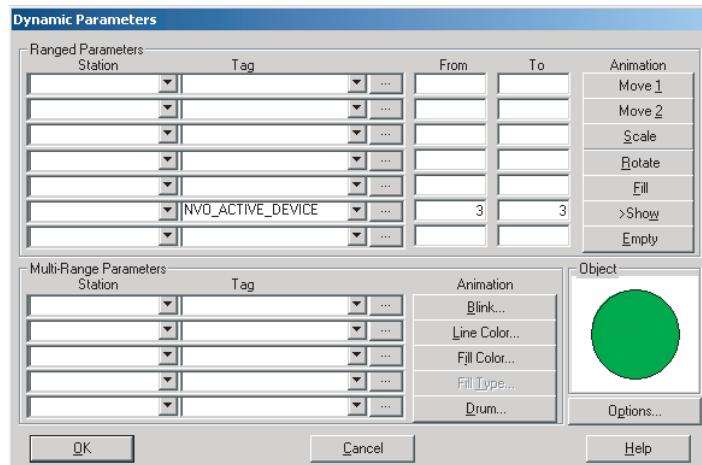
Zvýrazněné ikony na obrázku 5.31 slouží k následujícím účelům. Přepínání módů *Edit* a *Navigate* slouží pro volbu vytváření nebo editace vizualizace a naopak pro zkoušení či spuštění vizualizace. V módu *Navigate* není možno vizualizaci upravovat. Aktivováním triggerů docílíme možnosti nadefinované triggery vyvolávat. *Trigger* je spouštěná událost, vyvolaná kliknutím na příslušný grafický objekt. Vytvoříme jej kliknutím pravým tlačítkem nad objektem, pro nějž chceme trigger vytvořit, a zvolíme možnost *Trigger definition*. Vyvoláme tím definici triggeru jak ukazuje obrázek 5.32. Nejdříve vybereme tag, na který chceme vytvářený trigger uplatnit. Poté vybereme jeden ze sedmi možných typů triggeru a nadefinujeme jeho vlastnosti. S triggery souvisí i další zvýrazněná ikona na obrázku 5.31,

jejíž aktivací se zobrazí u každého objektu informace zda má či nemá definován nějaký trigger. Více o triggerech v [Wizcon].



Obrázek 5.32: Definice triggeru ve Wizcon

Poslední užitečnou ikonou při vytváření vizualizace je ikona pro zobrazení všech objektů, nezávisle na jejich dynamice. Objekt *Dynamic* lze použít k animacím ve vizualizaci, zobrazením různých obrázků na základě hodnoty nějakého tagu, apod. Vytvoření objektu dynamic provedeme kliknutím pravým tlačítkem nad vybraným grafickým objektem a volbou *Dynamics definition*. Zobrazené okno ukazuje obrázek 5.33.

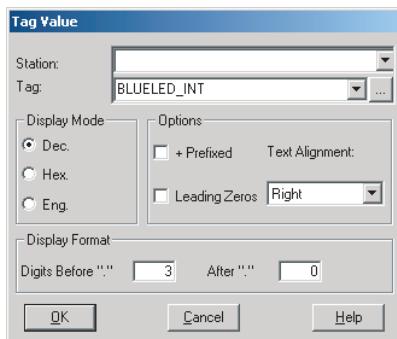


Obrázek 5.33: Definice dynamiky ve Wizcon

Ve Wizconu je možné definovat až 12 různých typů dynamiky. Pro každý typ je třeba vybrat tag, na který bude dynamika reagovat a následně rozsah. Pokud bude hodnota vybraného tagu v definovaném rozsahu, bude daná dynamika aktivní. Dynamika nadefinovaná na obrázku 5.33 způsobí, že vybraný objekt se zobrazí pouze pokud je hodnota tagu *NVO_ACTIVE_DEVICE* rovna 3. Více o dynamikách v [Wizcon].

Zobrazení hodnoty tagu ve vizualizaci

Pro zobrazení hodnoty tagu je nutné použít objekt typu text. Tomuto objektu pak lze přiřadit určitý tag a způsob jeho zobrazení. Tuto definici ukazuje obrázek 5.34.



Obrázek 5.34: Pracovní okno vizualizace Wizcon

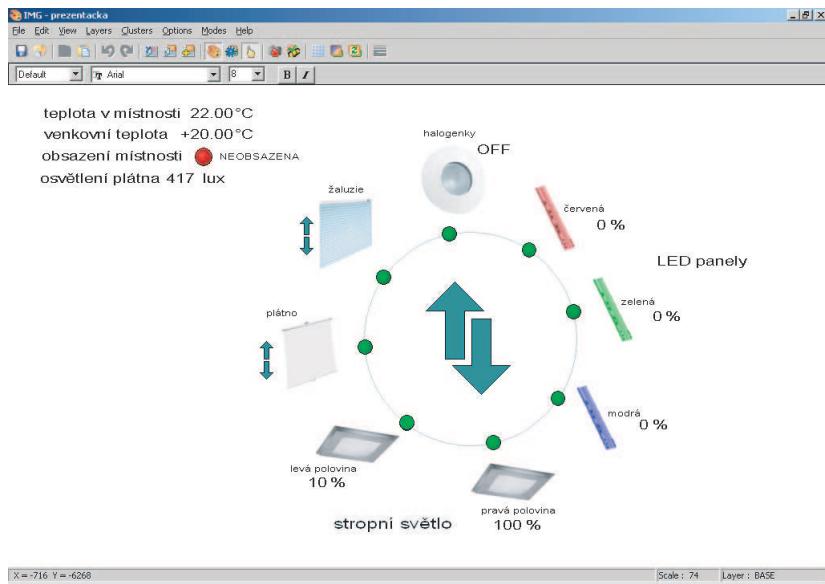
Výslednou vizualizaci prezentační části modelu ukazuje obrázek 5.35. V levém horním rohu jsou zobrazeny údaje senzorů (vnitřní a venkovní teplota, obsazenost místnosti a osvětlení plátna). V hlavní části okna jsou v kruhu zobrazena jednotlivá zařízení s informací o svém aktuálním stavu. Kliknutím na obrázek zařízení, popisující text nebo tmavě zelenou ikonu na kruhu můžeme zařízení vybrat, což nahrazuje levou část rádiového tlačítka (viz. podkapitola 5.3.1). Uvnitř kruhu jsou protisměrné šipky, ovládající právě vybrané zařízení. Tyto šipky fungují pro jednotlivá zařízení stejně jako pravá část rádiového tlačítka.

5.9.4 Vzdálená správa

Po vytvoření vizualizace založené na aplikaci Wizcon je možné jednoduše převést tuto vizualizaci na vizualizaci realizovanou přes webové rozhraní. Převedení vizualizace vytvořené v předchozím kroku provedeme následujícím způsobem.

V hlavním okně aplikace Wizcon klikneme v levém sloupci na položku *HTML*. Zobrazí se nám seznam již vytvořených webových vizualizací. Po kliknutím pravým tlačítkem v pravé části hlavního okna a zvolením možnosti *New File* se zobrazí okno pro vytvoření webové vizualizace. V tomto okně vybereme název vizualizace vytvořené v předchozím kroku, tedy *image1* a potvrďme. Wizcon pomocí automatických Javovských skriptů vytváří webovou vizualizaci v adresáři *Docs* našeho projektu. Nyní stačí načíst soubor *index.html* ve standardním webovém prohlížeči a zobrazí se hlavní okno vizualizace. Pokud vhodně nakonfigurujeme webový server, můžeme vizualizaci spustit v počítači připojeném k síti zadáním správné webové adresy do prohlížeče.

Ne všechny prvky vizualizace, které je možné použít ve Wizconu, pracují i ve webové prezentaci. Pokud se chceme těmto problémům vyhnout, je nutné v menu hlavního okna



Obrázek 5.35: Ukázka vizualizace prezentační části modelu

Wizconu *View* zvolit možnost *Disable non-Web features*. Pokud je tato volba zaškrtnuta, při vytváření Wizconově-založené vizualizace již nebudeme moc používat prvky nefungující ve vizualizaci webové.

Pro spuštění webové vizualizace může být zapotřebí zabezpečit tuto vizualizaci před neautorizovaným přístupem. Proto je standardně vizualizace chráněna uživatelským jménem a heslem. Nadefinování těchto údajů je možné v sekci *Users* hlavního okna aplikace Wizcon . Pokud není nutné vyžadovat přihlášení, lze nadefinovat automatické přihlášení při spuštění webové vizualizace. Tuto vlastnost lze nastavit pravým kliknutím na sekci *HTML→Properties* na záložce *Users*.

5.10 Ekonomická rozvaha

Tato pokapitola uvádí ekonomické srovnání dvou technologicky odlišných realizací jedné obytné místnosti se standardním vybavením, kterým je senzor teploty, osvětlení a pohybu, elektricky ovládaná žaluzie a venkovní roleta, řízení hlavice radiátoru a dvě nezávislá nestmívaná světla.

První přístup vychází z principu, kterým je v modelu realizována prezentační místnost. Řízení místnosti provádí programovatelná jednotka se svými vstupy/výstupy a analogovými senzory. Druhý přístup vychází z čistě LONovksého řešení, kdy spolu komunikují jednotlivá zařízení LonWorks a tím řídí procesy v místnosti.

Z tabulek 5.3 a 5.4 je vidět cenový rozdíl 11.937,-. Uvedené ceny odpovídají aktuální nabídce daných zařízení. V podstatě analogové řešení s použitím programovatelného mo-

Zařízení	Cena
Řídící jednotka Wago (750-819)	12.226,-
Analogové vstupy pro senzor osvětlení (750-459)	5.105,-
Analogový vstup pro senzor teploty (750-461)	6.890,-
Digitální vstup pro senzor pohybu (750-400)	715,-
Digitální výstupy pro světla (750-517)	1.557,-
Digitální výstupy pro žaluzii a roletu (750-504)	1.140,-
Analogový senzor osvětlení (LDF LRV)	3.650,-
Analogový senzor teploty (TF14 100)	430,-
Senzor pohybu	650,-
Suma	32.363,-

Tabulka 5.3: Cenová náročnost řešení Wago

Zařízení	Cena
Regulátor termohlavice (WRF06 LCD LON)	10.830,-
Digitální výstupy pro světla	3.990,-
Digitální výstupy pro roletu a žaluzii	3.990,-
Senzor osvětlení (LDF LON)	6.430,-
Senzor teploty (FTW04 LON)	11.330,-
Senzor pohybu (WRF04I LON)	7.730,-
Suma	44.300,-

Tabulka 5.4: Cenová náročnost řešení LON

dulu Wago je o necelých 12.000,- levnější než řešení čistě LONovské. Navíc lze modul Wago libovolně naprogramovat, čímž je možné výrazně měnit řídící algoritmy. V tomto řešení jsou navíc drobné rezervy analogových a digitálních vstupů/výstupů. Navíc lze systém doplnit o další různé moduly a jednoduše tak doplnit další senzory a funkce. Nevýhodou tohoto řešení je ovšem složitá elektroinstalace, kdy je nutné vést ke každému senzoru zvláštní kabel. Tím je také výrazně omezena flexibilita tohoto řešení.

Naproti tomu dražší LONovské řešení je velice flexibilní a jeho elektroinstalace se z velké části týká datového a napájecího vedení, společného pro všechny zařízení. Navíc je zde možné provádět diagnostiku všech zařízení a zjišťovat jejich aktuální stav. To u analogových senzorů předchozího řešení možné není.

Obě představená řešení májí své výhody i nevýhody. Použití obou řešení je jistě výhodné v různých oblastech automatizace budov. Zatímco řešení s modulem Wago anjde uplatnění především v rodinných domcích pro řízení jednotlivých místností, ale třeba i celých objektů. Čistě LONovské řešení má jistě význam pro budovy, které mají variabilní uspořádání místností a je zde tedy velmi cenná právě flexibilita tohoto řešení. Vhodným

příkladem zde můžou být např. administrativní budovy.

5.11 Laboratorní úlohy

Vzhledem k faktu, že realizovaný model budovy má sloužit jako učební pomůcka při výuce na katedře řídicí techniky, uvádím zde náměty na laboratorní úlohy pro studenty. Jednotlivá řešení u návrhů úloh nejsou uvedena, ale vyplívají z této práce a všechny body jsou v určité části této práce podrobně popsány.

5.11.1 Úloha č.1

Zadání

1. Seznamte se s technologií *LonWorks*, protokolem *LonTalk* (především s prezencační a aplikační vrstvou a jejich službami) a nástrojem *LonMaker*.
2. Spusťte program LonMaker, vytvořte novou síť LON s přístupovým bodem (sítovým interfacem) NIC.
3. Přidejte do sítě zařízení *L-IP 1ECT Router* (Neuron ID: 80000000E871) a uveďte jej do online módu.
4. Vytvořte kanály sítě LON - 3x typ FT-10, 1x typ PL20C-LOW.
5. Přidejte do sítě zařízení *L-Switch* (Neuron ID: 8000000109DF).
6. Přidejte Vámi vybrané zařízení instalované v modelu, vytvořte funkční blok se všemi sítovými proměnnými a zjistěte význam jednotlivých proměnných a zařízení.
7. Vložte objekt *LNS Text Box* a přiřaďte mu jednu z proměnných.
8. Spusťte program LPA, v menu zkontrolujte sítové rozhraní (NIC), vytvořte nový log a spusťte jeho zaznamenávání.
9. Aktualizujte data ve vloženém objektu *LNS Text Box*.
10. V programu LPA zastavte zachytávání rámci v síti LON.
11. Prohlédněte si zachycené rámce a najděte rámce odpovídající akci aktualizace sítové proměnné.

5.11.2 Úloha č.2

Zadání

1. Seznamte se s technologií LonWorks a protokolem LonTalk (především s prezentační a aplikační vrstvou a jejich službami).
2. Seznamte se se zařízením L-IP.
3. Spusťte webový prohlížeč a na adresu 147.32.87.205 zjistěte aktuální firmware zařízení.
4. Prohlédněte si možnosti webového nastavení zařízení.
5. Spusťte program *L-Config*.
6. Prohlédněte si konfiguraci *NIC Legacy driveru*.
7. Nastavte zabezpečenou komunikaci mezi zařízením *L-IP* a *NIC Legacy driverem* pomocí autentifikace.

5.11.3 Úloha č.3

Zadání

1. Seznamte se s technologií Siemens DESIGO RX a aplikacemi INT03 a INT12.
2. Spusťte program DESIGO RXT.
3. Vytvořte nový projekt pro vybraný modul a aplikaci.
4. Nakonfigurujte modul podle uvážení.
5. Připojte se k síti LON pomocí zařízení XLON DONGLE a zařízení nainstalujte.
6. Ověřte správnou funkčnost nové aplikace a jejího nastavení.

Kapitola 6

Závěr

Při realizaci této práce jsem se podrobně seznámil s technologií LonWorks společnosti Echelon, dostupnými systémy pro automatizaci budov a řadou softwarových produktů. Vytvořil jsem funkční model administrativní budovy s moderním řízením pomocí různých systémů, propojených řídicí sítí LON. Dále jsem realizoval vizualizaci a vzdálenou správu budovy pro možnost ovládání modelu přes internet. Model nyní bude sloužit jako učební pomůcka při výuce na katedře řídicí techniky.

Model je konstruován jako dvě oddělitelné části s možností oddělení a samostatného provozování jeho menší části, určené k prezentacním účelům. Kompletní model tvoří tři hlavní místnosti, v nichž jsou použity různé řídicí systémy a technologie. Vedle technologie LonWorks je v modelu použita technologie digitálního řízení osvětlení DALI, rádiová technologie EnOcean, modulární systémy Wago a Siemens DESIGO RX. Dále je v modelu umístěno průmyslové PC sloužící zároveň jako vývojová stanice a server modelu. K tomuto serveru je připojen 15" dotykový panel na němž je možné spustit realizovanou vizualizaci s ovládáním modelu.

Po sestavení modelu ze stavebnice Item a výběru zařízení, jsem realizoval elektroinstalaci celého modelu a nainstaloval vybrané řídící systémy s jejich senzory a akčními prvky. Po instalaci nutných aplikací na server, jsem nakonfiguroval zařízení tvořící přístupový bod do sítě LON a vytvářející jednotlivé segmenty této sítě. Postupně jsem zapojil a zprovoznil všechna vybraná zařízení v jednotlivých místnostech. V prezentaci místnosti jsem vytvořil aplikaci pro programovatelný modul Wago a vytvořil tak základní řídící algoritmus této místnosti. Pro jeden ze tří segmentů sítě jsem zrealizoval konvertor pro síťové rozhraní LPT-10, u kterého slouží komunikační vedení zároveň jako napajení zařízení s příslušným transceiverem. Toto rozhraní je kompatibilní s rozhraním FT-10, použitém ve zbylých dvou segmentech. Ve větší části je realizován systém centrálního výtápení se solárním kolektorem. Řízení tohoto systému je již náplní jiné diplomové práce a v této práci byla pouze ověřena jeho základní funkčnost.

Realizovaný model nabízí spoustu námětů pro další semestrální nebo diplomové práce, jako např. řízení výtahu, realizace přístupového systému, apod. Zároveň bude jistě vhod-

ným prvkem pro výuku řídících systémů a studenti se tak budou moci seznámit s tímto rychle se rozvíjejícím odvětvím.

Prezentační část modelu je určitě dobrou ukázkou práce na katedře řídící techniky a již byla vystavena na veletrhu Ampér 2005 ve stánku společnosti Wago Elektro, s. r. o.

Literatura

- [Loy2001] Loy, D. - Dietrich, D. - Schweinzer, H. J.: Open Control Networks LonWorks/EIA 709 Technology. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001.
- [Carlson1991] Carlson, R. A. - DiGiandomenico, R. A.: Understanding Building Automation Systems. Kingston, RS Means Company, Inc, 1991.
- [Coffin1998] Coffin, M. J.: Direct Digital Control for Building HVAC Systems. Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [Habel1995] Habel, J. a kol.: Světelná technika a osvětlování. FCC Public, Praha, 1995.
- [Linhart2004] Linhart, M.: Komunikační sběrnice LON (Local Operating Network). Diplomová práce, Katedra řídicí techniky, ČVUT Praha, 2004.
- [Slezak2004] Slezák, M.: LonWorks termohlavice ETP-23-3, Aplikační manuál. Semestrální práce, Katedra řídicí techniky, ČVUT Praha, 2004.
- [Vozar2005] Vozár, V. - Burget, P. - Kirchmann, B. - Slezák, M.: Control Systems In Administration Buildings. Process Control 2005, Vysoké Tatry, 2005.
- [Burget2005] Burget, P. - Vozár, V. - Kirchmann, B.: Building Automation in the Education of Control Systems. Proceedings of Workshop 2005, Czech Technical University in Prague, 2005. Part A, Informatics and Automation Engineering, page 284-285.
- [Wago] WAGO Technical documentation, ELECTRONICC [online].
URL: <http://www.wago.com/wagoweb/documentation/index_e.htm> [cit. 2002-11-25]
- [LonMark1] LonMark resource files [online].
URL: <<http://www.lonmark.org/products/snvtfile.htm>> [cit. 2005-01-07]
- [LonMark2] LonMark functional profiles [online].
URL: <<http://www.lonmark.org/products/fprofile.htm>> [cit. 2004-05-13]

[DALI] The DALI manual [online].

URL: <http://www.dali-ag.org/c/manual_gb.pdf> [cit. 2003-05-06]

[EnOcean] EnOcean publication [online].

URL: <<http://www.enocean.com/indexenc6.html>> [cit. 2005-04-08]

[Wizcon] Wizcon 9.0 User Guide [online].

URL: <<http://support.axeda.fr/Documentation/AxedaSupervisor9.0-UserGuide-EN.pdf>> [cit. 2005-05-18]

Dodatek A

Obsah přiloženého CD

Přiložené CD obsahuje následující adresáře a soubory:

dp_2005_vaclav_vozar.pdf - tento dokument ve verzi pdf.

DP-TEX - adresář se zdrojovými texty TeXu této diplomové práce

Dokumentace - adresář s dokumentací jednotlivých zařízení a sw, členěný dle výrobce.

Aplikace - adresář s realizovanými projekty, členěný dle vývojového sw.

Schemata - adresář se schématy vytvořenými při realizaci této práce.

Instalace - adresář s instalacemi různého sw, použitého při vývoji.

Loytec - adresář s aktuálními verzemi firmare pro zařízení L-IP a L-Switch.