

Návrh řídicích a monitorovacích systémů pro experimentální laboratoř

Pavel Plšek

Bakalářská práce
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav automatizace a řídicí techniky

akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel PLŠEK**

Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**

Téma práce: **Návrh řídicích a monitorovacích systémů pro
experimentální laboratoř.**

Zásady pro vypracování:

Pro řízení inteligentních budov se používají tzv. otevřené řídicí systémy. Předmětem práce je na základě studia základních otevřených systémů provést návrh řízení laboratoře technologie v budovách na UTB Zlín pomocí systémů

- LonWorks
- EIB/KNX

Návrh bude obsahovat:

- stanovení základních výkonových parametrů systému řízení VZT;
- stanovení základních výkonových parametrů umělého osvětlení, zavírání žaluzií apod.;
- návrh řídicích systémů s možností přenosu řízení na školící místa laboratoře založené na
 - LonWorks/BacNet a EIB/Konnex;
 - porovnání obou systémů (cena /výkon)
 - obecné závěry a doporučení pro užití obou systémů.

Charakter práce: hardware, software

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- SmartHouse Code of Practice CWA 50487:2005. CENELEC, 2005
- EN 50090 Home and building electronic systém
- ISO 16484 Building Automation and Control Systems
- PrEN 14908 Control Networks Protocol
- ISO/IEC 15045-1: Information technology – Home electronic systém (HES) gateway
- Project Engineering for EIB Installations. Basic Principles, 4th (revised) edition, EIBA, 2005
- Project Engineering for EIB Installations. Application, 1st edition, EIBA, 1998
- Sauter, T., Dietmar, D., Kastner, W., EIB Installation Bus System Publicis Kommunikations Agentur GmbH, Munich, 2001
- Open system Design Guide. Designing Open Building Control Systems Based on Lonworks Technology. Version 2.0. ECHELON CORPORATION
- Open system Specification Framework. A Framework Systems with Lonworks Technology. Version 4.0. ECHELON CORPORATION
- Investigating open System. Comparing Lonworks and BACnet. White paper. STRATA RESOURCE INC, 2004
- Kell, A., Colebrook, P. Open Systems for Homes and Buildings. Comparing LonWorks and KNX, i and i limited, 2004
- Balch, T., A perspective on Open Systems In Building Controls. Eurotex, 2005

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Martin Zálešák, CSc.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

14. února 2006

Termín odevzdání bakalářské práce:

16. června 2006

Ve Zlíně dne 14. února 2006

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
pověřený děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce ve své teoretické části popisuje historii otevřených řídicích systémů EIB, LonWorks a BACnet, jejich obecné vlastnosti a stručné porovnání. Také se zmiňuje o postupu realizace „inteligentní budovy“.

V praktické části je zpracován návrh řídicího systému pro řízení experimentální laboratoře na Fakultě aplikované informatiky, stanovení základních výkonových parametrů, popis funkce, návrh jednotlivých prvků regulace, způsob napojení na nadřazený řídicí systém UTB s možností prezentace pro výuku.

Klíčová slova: BACnet, EIB, LonWorks, inteligentní budova

ABSTRACT

This bachelor thesis describes at its theoretic part a history of opened control systems EIB, LonWorks and BACnet, its general characteristics and brief comparing. It mentions procedure to construct intelligent building.

In a practical part it deals with control system behalf automation control experimental laboratory at Faculty of Applied informatics, assignation basal operation parameters, description of function, the proposal of particular component unit controls and the form of connection to superior control system UTB with the possibility of presentation in lessons.

Keywords: BACnet, EIB, LonWorks, intelligent building

Poděkování :

Chtěl bych na tomto místě poděkovat všem, kteří mi umožnili v mém věku a při mém pracovním nasazení studovat obor, který mne vždy bavil a ve kterém dnes pracuji. První dík patří mému příteli Pavlu Novákovi, který mne k tomuto studiu inspiroval slovy „ pojď se mnou studovat, přihlášku stačí podat až zítra !“ Další poděkování patří mé ženě, která mne podpořila nejen při zásadním rozhodnutí, ale také mne po celou dobu studia neúnavně povzbuzovala a chválila, což my muži potřebujeme. Dále bych chtěl vyjádřit dík všem pedagogům, kteří se podíleli na našem vzdělání, každý svým osobitým způsobem, a měli se nejen se mnou trpělivost při našem občas pomalejším chápání.

Zvláštní poděkování patří Ing. Martinu Zálešákovi, který je garantem této bakalářské práce, tvůrcem zadání a neúnavným kritikem výsledků mého snažení .

Motto : „ Komu není shůry dáno - v apatyce nekoupí ! “

Učitel chemie na základní škole

OBSAH

ÚVOD.....	8
I. TEORETICKÁ ČÁST	10
1 OTEVŘENÉ ŘÍDICÍ SYSTÉMY	11
1.1 HISTORIE	11
1.1.1 LONWORKS.....	11
1.1.2 BACNET	11
1.1.3 EIB	
1.2 OBECNÉ VLASTNOSTI OTEVŘENÝCH KOMUNIKAČNÍCH SYSTÉMŮ.....	12
1.2.1 EIB	
1.2.2 LONWORKS.....	15
1.2.3 BACNET	17
1.3 POROVNÁNÍ OTEVŘENÝCH KOMUNIKAČNÍCH PROTOKOLŮ	19
1.4 REALIZACE PROJEKTU „INTELIGENTNÍ BUDOVY“	21
II. PRAKTICKÁ ČÁST	25
2 NÁVRH KONKRÉTNÍHO ŘÍDICÍHO SYSTÉMU	26
2.1 STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH VÝKONOVÝCH PARAMETRŮ	26
2.1.1 POPIS JEDNOTLIVÝCH VÝKONOVÝCH PARAMETRŮ	26
2.1.1.1 Teplota.....	26
2.1.1.2 Vlhkost	27
2.1.1.3 Teplota rosného bodu	27
2.1.1.4 Výměna vzduchu.....	28
2.1.1.5 Rychlost proudění, resp. množství vzduchu	28
2.1.1.6 Hlučnost	28
2.1.1.7 Tlakové poměry	29
2.1.1.8 Kvalita vzduchu	29
2.1.1.9 Parametry osvětlení.....	29
2.2 POPIS ZADÁNÍ KONKRÉTNÍ APLIKACE	30
2.3 NÁVRH ŘÍDICÍHO SYSTÉMU	31
2.3.1 OBECNÉ.....	31
2.3.2 POPIS FUNKCE NAVRŽENÉHO SYSTÉMU.	31
2.3.3 NAVRŽENÉ PERIFERIE.....	31
2.3.3.1 Snímače teploty	31
2.3.3.2 Snímač diferenčního tlaku.....	31
2.3.3.3 Snímač průtoku vody výměníkem	32
2.3.3.4 Servopohon pro ovládání klapek.....	32
2.3.3.5 Protimrazová ochrana.....	32

2.3.3.6	Relativní vlhkost vzduchu	32
2.3.3.7	Množství odtahovaného vzduchu	33
2.3.3.8	Kvalita vzduchu	33
2.3.4	REGULÁTOR	33
2.4	ZPŮSOB NAPOJENÍ ŘÍDICÍHO SYSTÉMU NA NADŘAZENÝ SYSTÉM UTB	38
3	KONKRÉTNÍ APLIKACE	39
3.1	POPIS APLIKACE	39
3.2	POPIS REGULACE JEDNOTLIVÝCH ČÁSTÍ	40
3.2.1	SLUNEČNÍ KOLEKTOR	40
3.2.2	TEPELNÉ ČERPADLO	40
3.2.3	ELEKTRICKÝ DOHŘEV	41
3.2.4	ÚSTŘEDNÍ VYTÁPĚNÍ	41
3.2.5	TEPLÁ UŽITKOVÁ VODA	41
3.2.6	VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA	42
3.2.7	REKUPERACE TEPLA	42
3.2.8	OSVĚTLENÍ	42
3.3	CENOVÉ POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH SYSTÉMŮ	42
4	SHRNUTÍ	44
4.1	VÝHODY DECENTRALIZOVANÝCH SYSTÉMŮ :	44
4.2	NEVÝHODY DECENTRALIZOVANÝCH SYSTÉMŮ :	44
4.3	VAROVÁNÍ :	44
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY :	45
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	46
	SEZNAM OBRÁZKŮ	47
	SEZNAM TABULEK	48
	SEZNAM PŘÍLOH :	49

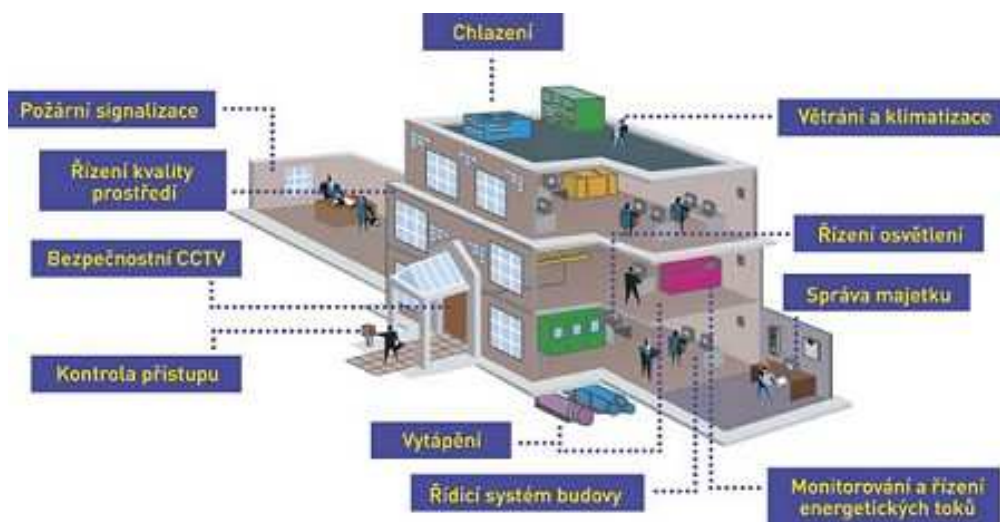
ÚVOD

Termín inteligentní budova je dnes velmi používaný a moderní. To, co si pod tímto termínem můžeme představit je ale velmi těžké přesně definovat. Proto se také naplnění tohoto pojmu v podání různých interpretů od sebe velmi liší.

Nejvíce pochopitelná se mi zdála definice inteligentní budovy podle encyklopedie automatizace : (<http://e-automatizace.vsb.cz/encyklopedie.asp?Hledat=p>) :

„Aplikace nazývané Inteligentní domy jsou významným vývojovým trendem v oblasti využívání budov ve vyspělém světě. Jsou to aplikace, které s pomocí sítí měřicích, akčních a komunikačních prvků, počítače a programového vybavení dokáží rychle, předvídatově, úsporně a účelně řídit požadované činnosti v objektu z jednoho centra. Navíc mohou zpracované údaje zprostředkovat na libovolně vzdálené místo.“

Otevřených řídicích systémů pro inteligentní budovu je dnes nepřehledné množství. Hlavní dva , které můžeme označit za vedoucí protagonisty tohoto segmentu, jsou evropský EIB a americký LonWorks.

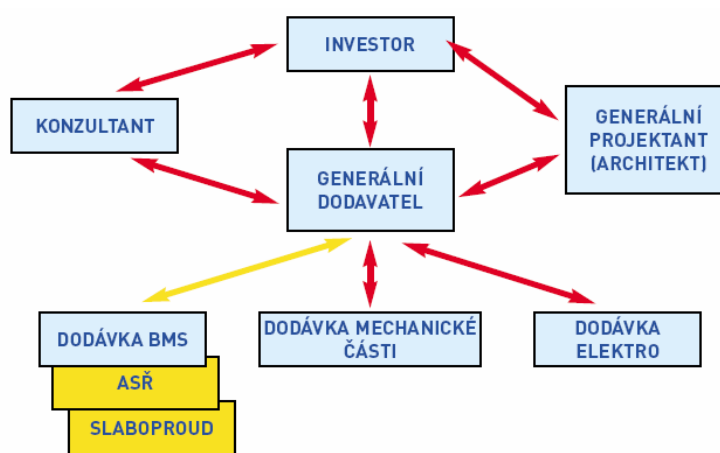


Obrázek 1 : Schéma součástí inteligentní budovy

Při posuzování výhod a nevýhod otevřených systémů stojí proti snaze o jejich rozšíření tyto hlavní důvody : investiční náročnost při realizaci projektu a s ní spojená doba návratnosti vložených prostředků, schopnost uživatele využívat všechny dostupné služby a jeho ochota budovat a učit se stále něco nového. Pro rozšíření najdeme sice mnoho důvodů, ten

hlavní ale ještě u nás není dostatečně silný, a tím je cena energií a cena provozních nákladů na provoz objektu v časovém horizontu životnosti objektu, což je cca 30 - 50 let. Investoři dnes bohužel obvykle dávají nejvyšší prioritu prvotním investičním nákladům, přestože ty v porovnání s ostatními náklady na provoz objektu činí v uvedeném období 30 let dle dlouhodobých studií pouze 11 %.

Jedním z důvodů obvykle nízké technické úrovně nově budovaných objektů u nás je i způsob realizace investiční výstavby. Generálním dodavatelem je ve většině případů stavební firma, která se zaměřuje v první řadě na svůj zisk, ještě je snad schopna se více zabývat architektonickým a stavebním řešením, nemá však obvykle ani snahu ani kapacity na to, aby se zabývala technologiemi obsaženými uvnitř objektu. A to i přes skutečnost, že tyto technologie dnes v mnoha případech přesahují 50 % ceny stavby. Investor obvykle s vidinou deklarované „úspory“ při realizaci stavby přistoupí na argumenty redukce nebo v mnoha případech dokonce úplného zrušení systémů automatického řízení aniž by si uvědomil, že jsou to právě tyto systémy, které mu v budoucnosti mohou přinést obrovské finanční úspory a také nezanedbatelný technologický náskok před konkurencí.



Obrázek 2 : Schéma současných vztahů ve výstavbě

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OTEVŘENÉ ŘÍDICÍ SYSTÉMY

1.1 Historie

1.1.1 LonWorks

Počátky LonWorks jsou spojeny s rokem 1986 a se společností ACM Research of A.C. v čele s „, Mikem “ Markkulou, zakladatelem a hlavním akcionářem společnosti Apple Computer.

V roce 1988 vznikla Echelon Corporation jako Joint Venture společností Motorola, Apple Computer, Venrock Associates, 3COM, Detroit Edison a George Soros s vizí využití softwarově řízených peer-to-peer sítí .

V roce 1994 byla založena LonMark Interoperability Association, která určila pravidla pro další vývoj LonWorks zařízení a hlavně jejich certifikaci. Protokol byl zpřístupněn k otevřenému využití v roce 1996 a standardizován EIA 709.1.

V roce 1999 definoval Echelon LonTalk protokol jako ANSI/EIA standard a vznikl první produkt i.LON serie. Řada i.LON produktů byla vyvíjena ve spolupráci se společností Cisco systems. Díky tomu získaly tyto produkty IP konektivitu a byl implementován XML Web Services do LonWorks sítí.

1.1.2 BACnet

Naproti tomu začal BACnet jako ASHRAE otevřené společenství výrobců. V roce 1987 ASHRAE formoval pracovní skupinu SPC-135P pro vytvoření a otevření DDC control standartu pro řízení budov.

V letech 1995 - 2001 SPC-135 zpracoval odezvy a komentáře od výrobců a průmyslových uživatelů, které využil ke zlepšení a zdokonalení BACnetu. Výsledkem byl vznik BACnet2001.

V roce 1997 byla založena ve Frankfurtu společnost BACnet Interest Group Europe e.V. (BIG EU). Toto společenství má dnes více než 60 členů a jeho cílem je organizovat pracovní setkání, veletrhy, školení a publikační činnost vedoucí k upevnění pozice BACnetu jako jednoho z nejdůležitějších komunikačních standardů v Buildings Automation Systems v Evropě.

Z výrobců používajících ve svých systémech BACnet bych chtěl zmínit SIEMENS, Andover controls, Johnson controls, Sauter, DELTA controls, T.A.C. , Saia.

1.1.3 EIB

V květnu 1999 byla ustavena Konnex Association (dále jen KNX) těmito členy : BCI - BatiBUS Club International , EIBA - European Installation Bus Association a EHSA - European Home Systems Association . KNX je nezisková společnost, sestávající z výrobců, servisních organizací a zájmových skupin. KNX profituje z deseti let vývoje a zkušeností těchto společností.

V roce 2001 se EIB standart změnil na KNX standart.

V české republice je jedním z hlavních dodavatelů prků pro realizaci inteligentních instalací s použitím zařízení standartu EIB/KONNEX společnost ABB s.r.o. Elektro-Praga, součást nadnárodního koncernu ABB. Tato společnost nabízí komplexní program výrobků pro inteligentní elektroinstalace.

1.2 Obecné vlastnosti otevřených komunikačních systémů.

Na úvod tohoto odstavce překlád definice otevřeného systému podle IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) : Otevřený systém umožňuje různým aplikacím pracovat na různých platformách od různých výrobců v interakci s ostatními aplikacemi a umožňuje uživateli jednotný způsobem.

V dnešní době existuje ve světě velké mnoho výrobců řídicích systémů. Česká republika je v tomto segmentu trhu téměř unikátní, protože počet firem, zabývajících se výrobou řídicích systémů na počet obyvatel je mnohonásobně vyšší než je obvyklé ve světě.

Velmi rychle se také rozšiřuje počet výrobků, které lze připojit k nějaké otevřené komunikační sběrnici. Cílem otevřených systémů je definovat standardy, které umožní připojit na společnou sběrnici výrobky od různých dodavatelů tak, aby byly schopné mezi sebou komunikovat tzv. „ na první zapojení “. Tím pádem investor, uživatel ani projektant nejsou omezeni při výběru komponentů řídicího systému na produkci jednoho výrobce.

Přes všechny tyto snahy bývá otevřenost těchto systémů v praxi v mnoha případech diskutabilní.

Výhoda otevřenosti je částečně snížena tím, že za celý soubor dodávek otevřeného systému musí nést někdo zodpovědnost a záruku, což bývá role systémového integrátora.

Další degradaci výhod přináší cena jednotlivých prvků, která bývá obvykle násobně dražší než standardní prvky připojované pomocí unifikovaných signálů. Cenová úroveň je jednou z hlavních příčin pomalého růstu prodeje těchto prvků.

Nesmíme opomenout ani další technické řešení, stojící proti těmto dvěma hlavním otevřeným systémům, a tou je hierarchický systém s možností systémové integrace dvou i více různých systémů do jednoho systému SCADA/HMI, kterých je dnes k dispozici celá škála nejen v zahraničí ale i v tuzemsku. (ControlWeb od Moravských přístrojů, PROMOTIC od Microsysu, RELIANCE od Geovapu, TIRS.NET od CORALu, atd.)

1.2.1 EIB

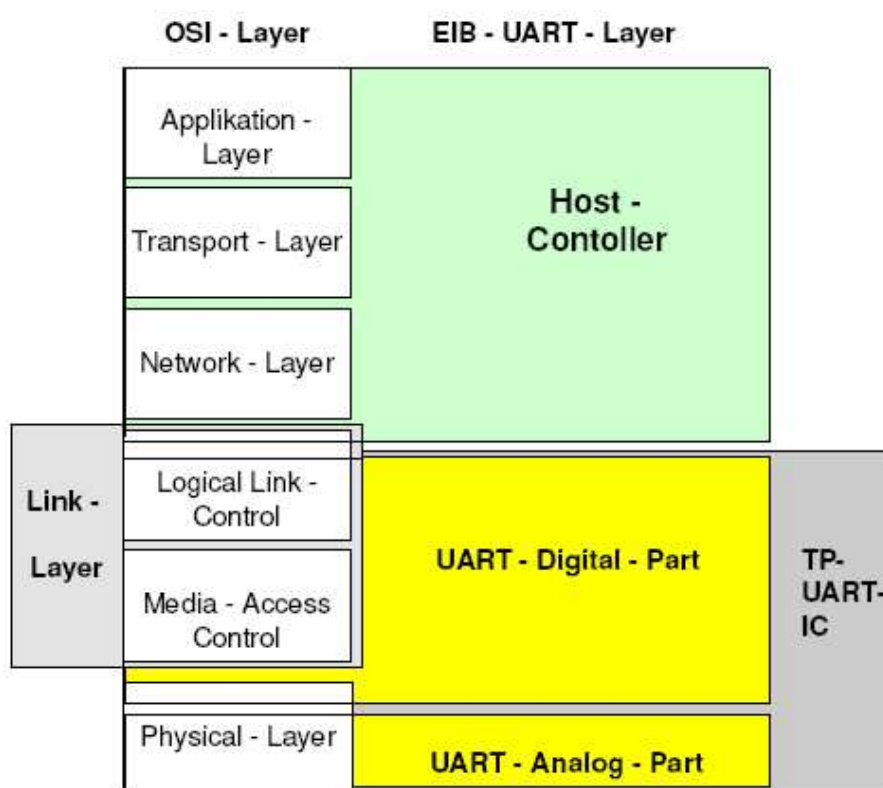
EIB je inteligentní systém určený především pro spínání, regulaci, měření, sledování stavů a předávání hlášení v budovách. Výměna informací se uskutečňuje po dvou vodičové datové sběrnici, která v podobě kabelu prochází celou budovou a lze ji klást souběžně se silovým vedením. Všichni účastníci na sběrnici - aktory (přijímače povelů) a senzory (vysílače povelů) - jsou připojeni na tutéž sběrnici a vyměňují si navzájem informace prostřednictvím datových telegramů, s nimiž je možné dosáhnout i určitých podmíněných vazeb (např. při otevřeném okně je telegram zapínající topení neúčinný).

Systém nemá žádný centrální řídicí počítač; inteligence je vložena do každého jednotlivého účastníka v podobě vlastního mikroprocesoru. Sběrnice kabel lze větvit a rozbočovat způsoby běžnými u silové instalace v budovách, není nutné používat zakončovací rezistor a vedení nesmí být spojeno do uzavřeného kruhu.

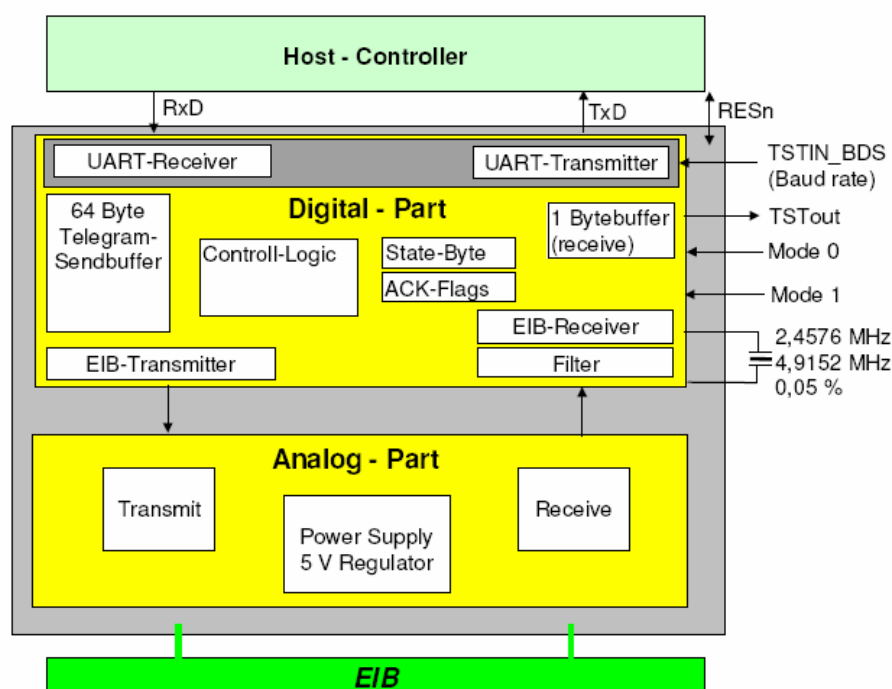
Jednotlivým účastníkům lze libovolně přiřazovat adresy (v rámci určitých pravidel), přiřazovat aplikace (osvětlení zapnout - vypnout, osvětlení stmívat, ovládat žaluzie apod.) a nastavovat jejich provozní parametry. Každý senzor nebo aktor se skládá z účastnického vazebního členu a z koncového uživatelského modulu (tlačítko apod.). Účastnický vazební člen zabezpečuje komunikaci po datové sběrnici.

Pro napájení elektronických obvodů v účastnickém vazebním členu je nutné ke sběrnici připojit zdroj stejnosměrného napětí 24V. Jeden pár sběrnice kabelu potom plní dva úkoly - přenáší datové telegramy a napájí jednotlivé účastníky.

EIB původně používal k transportu EIB telegramů prostřednictvím Ethernetu - EIBnet. Později se začalo využívat protokolů UDP/IP a TCP/IP. Využití kompatibility s Internetem vedlo k výraznému posunu v rozšíření EIB. UDP se používá k přenosu EIB rámců, TCP slouží k přenosu konfiguračních a stavových údajů. Výsledkem dalšího propojování EIB a Internetu byla síťová specifikace ANubis.



Obrázek 3 : OSI model pro EIB-UART



Obrázek 4 : Struktura TP-UART

1.2.2 LonWorks

Síť LonWorks využívá peer-to-peer architektury (přímá komunikace systémem uzel-uzel) s prioritním systémem zasílání zpráv. Základem sítě LonWorks je inteligentní uzel, tzv. node, který je založen na speciálním mikrokontroléru nazývaném Neuron chip, podporujícím LonTalk protokol. Komunikační model je nezávislý na fyzickém přenosovém médiu a na topologii sítě.

První vlastnost je docílena díky nezávislosti Neuron chipu na typu transceiveru, který zprostředkovává jeho propojení s daným fyzickým médiem. Tak lze fyzicky pakety přenášet libovolným způsobem například využitím krouceného páru vodičů (twisted pair Aires), radiového přenosu (RF links), optických vláken, koaxiálního kabelu, nebo i napájecím výkonovým vedením a sítovými rozvody 230/400V. Využit lze i již natažené kabelové televize.

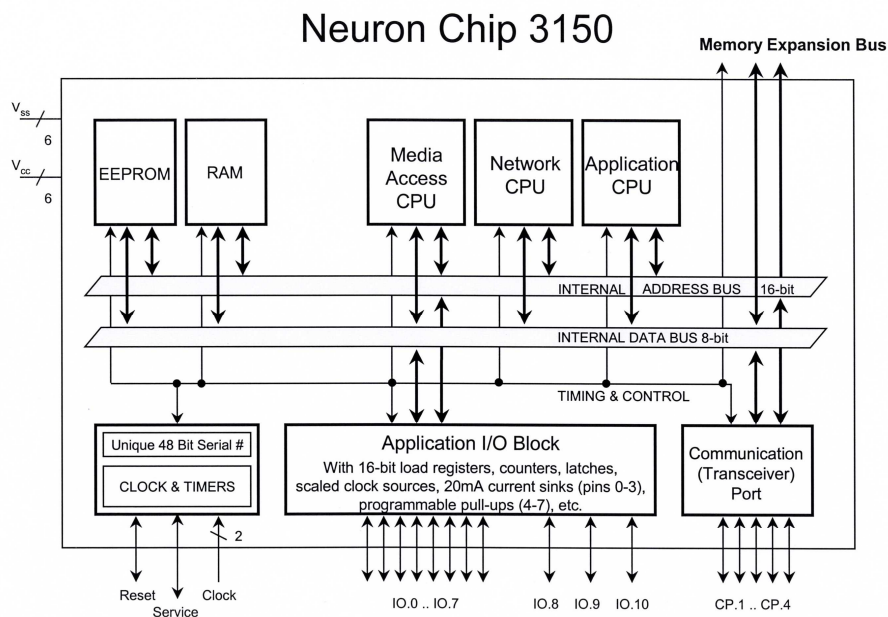
Druhá vlastnost je docílena díky použití architektury peer-to-peer pro řízení přenosu a směrování paketů. Konkrétní použitá topologie je tak závislá na použitém transceiveru, ne na komunikačním modelu. Prioritní systém je řešen obsahem několika I/O bufferů v Neuron chipu, aby se v případě potřeby mohlo pozastavit vyslání zprávy s nižší prioritou z důvodu okamžitého a přednostního vyslání zprávy s prioritou vyšší. Samotné řízení přenosu a smě-

rování paketů (zpráv) provádí LonTalk protokol, který tvoří firmware každého Neuron chipu. Identifikace uzlu a tím adresace v síti je provedena unikátním 48 bitovým identifikátorem, tzv. Neuron ID, uloženým v EEPROM každého Neuron chipu. Každý Neuron chip může provádět i jednoduchá zpracování dat například ze senzorů, které jsou připojeny na jeho I/O piny. Chip se pro tyto účely programuje prostřednictvím jazyka Neuron C, který je syntaxí založen na programovacím jazyku C standardu ANSI.

LonWorks vs. Internet - využití IP protokolu pro LonWorks bylo standardizováno v předpisu EIA-852 v roce 2001. Byl to právě Echelon, který první identifikoval důležitost internetu v dnešní době a opravdu využil toto zjištění ve svůj prospěch.

OSI Layer	Purpose	Services
Application	Application Program	Standard objects & types, config props, file xfer, network services
Presentation	Data Interpretation	Network variables, application messages, foreign frames
Session	Remote Actions	Dialog, remote procedure calls, connection recovery
Transport	End-to-End Reliability	End-to-End acks, service type, pkt sequencing, duplicate detect
Network	Destination Addressing	Unicast & multicast, destination addressing, packet routing
Data Link	Media Access & Framing	Framing, data encoding, CRC, media access, collision detect
Physical	Electrical Interconnect	Media specific details, xceiver type, physical connect

Obrázek 5 : OSI model pro LonTalk protokol



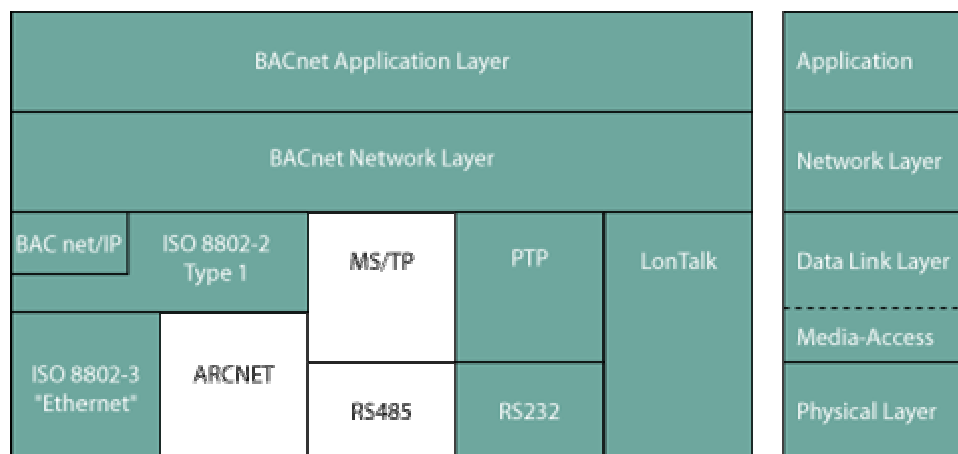
Obrázek 6 : Schéma Neuron Chipu 3150 pro LonWorks

1.2.3 BACNet

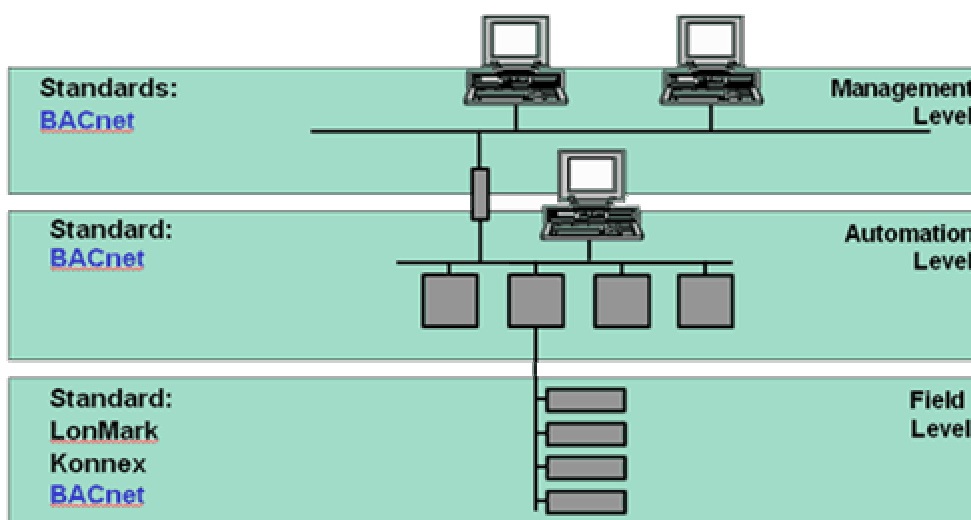
Jedná se o komunikační protokol vyvinutý společností ASHARE pro automatizaci budov. Protokol sběrnice je implementován přímo v software. Vyznačuje se velkou flexibilitou pro různá přenosová média, protože pro přenos nižších vrstev používá protokoly LonTalk a TCP/IP. Vazby a alokace objektů lze pružně měnit za provozu pomocí časových programů nebo manuálně. BacNet se dá velmi dobře směřovat napříč jednotlivými sběrnici (např. z linkového modemu přes Ethernet do LonTalk segmentu), což jej předurčuje k širokému a univerzálnímu využití.

Pravidla pro specifikaci a návrh otevřených systémů s protokolem BACnet definuje organizace BACnet Interest Group.

Na obrázku č. 5 vidíme, že LonTalk je součástí BACnetu .



Obrázek 7 : OSI model pro BacNet

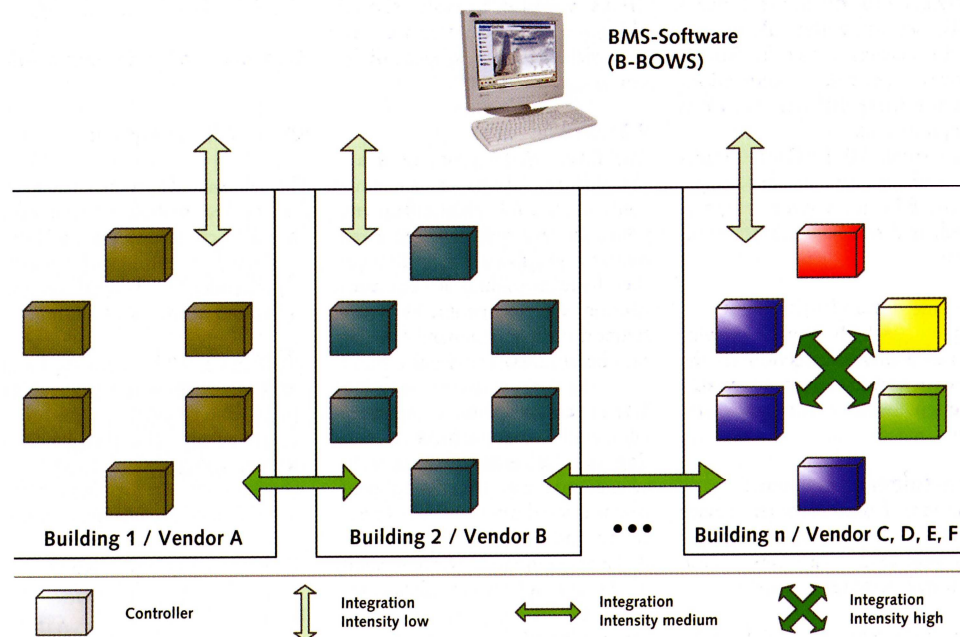


Obrázek 8: Použití BACnetu v jednotlivých úrovních

BACnet se využívá zejména k integraci různých systémů na vyšší úrovni. Výhodu použití BACnetu pro integraci oceníme zejména na rozsáhlých projektech, jejichž realizace probíhá několik let a každou etapu realizuje jiný dodavatel. Systémový integrátor a výrobce komponent se mohou lišit objekt od objektu. Na obrázku č. 7 můžeme vidět tři úrovně integrace :

- nejnižší - vertikální, z jednotlivého objektu resp. objektů přímo do centrálního BMS systému
- střední - horizontální - komunikace probíhá mezi jednotlivými objekty i bez centrálního BMS systému, každý objekt je osazen prvky od jiného výrobce

- nejvyšší - mezi jednotlivými prvky každé budovy, každý prvek v budově může být od jiného výrobce



Obrázek 9 : Úrovně integrace v projektech s BACnet

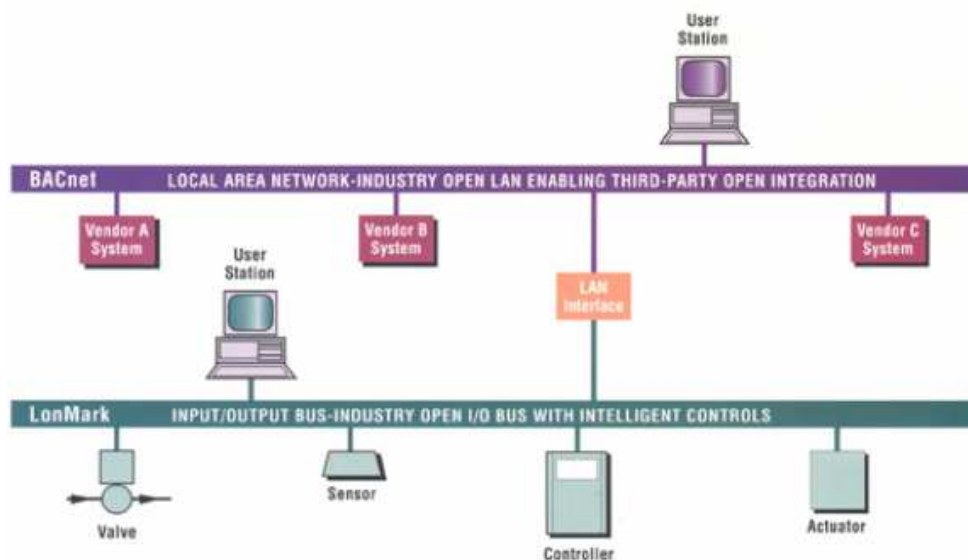
Nejvyšší stupeň integrace založený na BACnet/IP není ještě dnes zcela běžný.

1.3 Porovnání otevřených komunikačních protokolů

Zatímco LonWorks a BACnet jsou spíše průmyslové systémy řízení pro rozsáhlejší aplikace, které se prolínají, EIB je evropská záležitost, vhodná spíše pro instalace typu administrativních budov, nemocnic, bytových objektů a rodinných domů.

Systémy LonWorks a BACnet, původem ze spojených států, jsou rozvíjeny a šířeny širokým společenstvím firem, systém EIB je spíše Evropská záležitost, jejíž oporou jsou zejména společnost ABB a SIEMENS.

BACnet je komunikační standard používaný zejména pro výměnu dat mezi různými systémy.

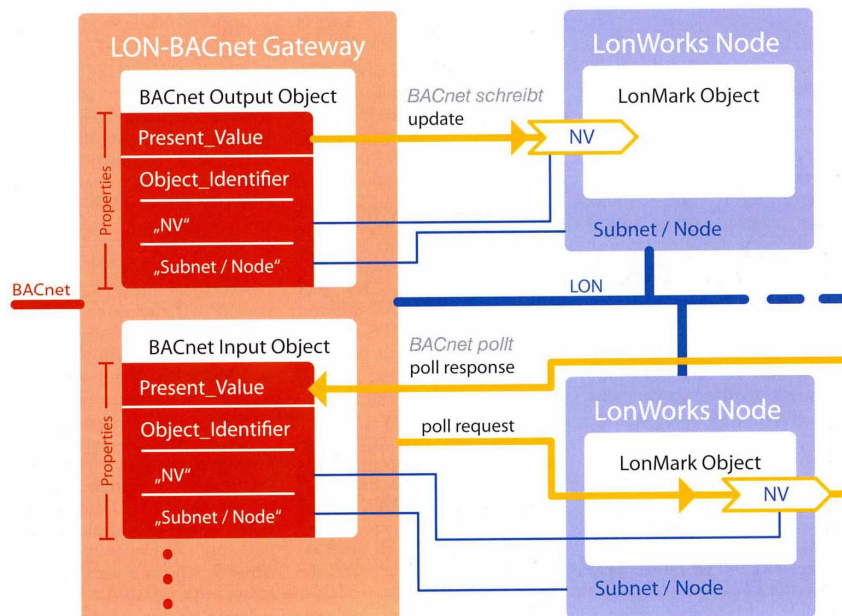


Obrázek 10 : Kombinace LonWorks a BACnetu

BACnet je založen na komunikaci klient - server, která dnes obsahuje cca 30 typů objektů, které mohou být uživatelsky definovány a měněny dle potřeby uživatele.

Základní koncepce LON je v jednotlivých senzorech, aktorech a kontrolerech s vlastní inteligencí zejména pro pevně dané aplikace a předem definované komunikační rozhraní. Typicky IRC regulace, regulace Fan-Coil.

Mapování LON do BACnet je definováno v technické specifikaci CEN-TC-247 „Open data communication in building automation, controls and building management - Mapping between LonWorks and BACnet“ která byla přijata v roce 2005.



Obrázek 11 : Mapování LON do BACnet

1.4 Realizace projektu „inteligentní budovy“

Jak již bylo řečeno v úvodu, nevzniká „inteligentní budova“ pouze nasazením určitého konkrétního produktu či systému. Projekt inteligentní budovy spočívá v přístupu ke koncepci řízení a správy budovy, který je zaměřen na definování vzájemných vztahů a vazeb mezi jednotlivými systémy a který též není omezen jen na některý z instalovaných systémů či některou z realizačních profesí. Výsledkem tohoto procesu má být objekt splňující co nejefektivněji požadavky všech zúčastněných stran na jeho využití i kvalitu poskytovaných služeb, přitom musí být dostatečně variabilní, aby této efektivity a kvality bylo možné dosahovat i v budoucnosti při změnách podmínek využívání budovy.

Stanovení koncepce pro daný projekt v duchu inteligentní budovy je proto týmová záležitost a pro její úspěšný výsledek je nutné, aby se na této koncepci podíleli všichni účastníci procesu realizace:

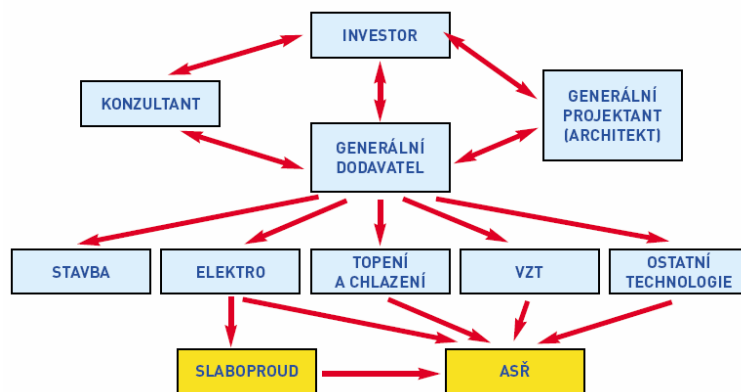
- investor
- architekt
- developer
- odborní konzultanti
- uživatel budovy

- generální projektant a odborní projektanti jednotlivých profesí
- generální dodavatel a jeho subdodavatelé

Vzájemná spolupráce je nutná i proto, že realizace navrhovaných řešení zpravidla představuje zásah do více oblastí. Například pro automatizované řízení osvětlení v jednotlivých místnostech je nutné vybavit jednotlivé okruhy stavební elektroinstalace spínacími prvky, pro integraci řízení výtahů s možností jejich ovládání uživatelskou kartou je třeba dodat k výtahům odpovídající řídicí jednotku a zabezpečit provázání řídicího a přístupového systému a podobně. Přitom koordinaci této spolupráce může provádět pouze ten, kdo dokáže komplexně posoudit dopad do jednotlivých profesí. Vzhledem k tomu, že požadavky na vzájemnou součinnost systémů a zařízení se sbíhají u řešitele řídicího systému budovy, je logické, že technickou koordinací tvorby koncepce by měl být pověřen právě tento subjekt. Diskuse o koncepci řízení a správy budovy musí probíhat už od samého počátku projektu, proto je nesmírně důležité, aby se řešitel řídicích, bezpečnostních a informačních systémů mohl co nejdříve podílet na příslušném řešení. V situaci, kdy tento subjekt vstupuje do projektu až po ukončeném výběrovém řízení na dodavatele, kdy jsou stanoveny základní parametry budovy a jejích systémů a podle toho nastaveny i odpovídající finanční limity, jistě realizace možnostem „inteligentní budovy“ odpovídat nebude.

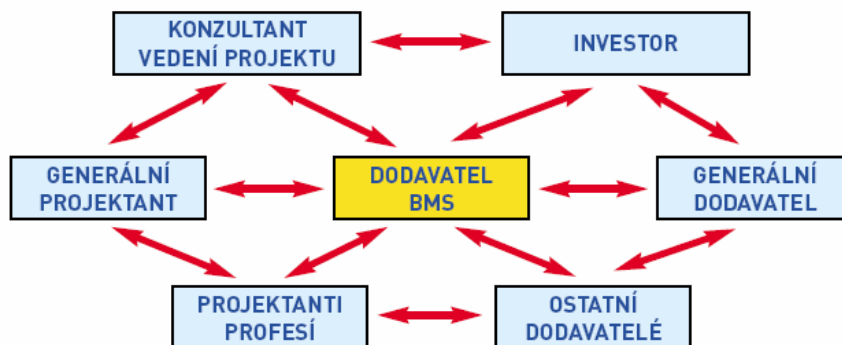
Podíváme-li se na dnes obvyklou strukturu vztahů při plánování většiny investičních akcí (obrázek 2), je zřejmé, že řešitel řídicího systému má v této hierarchii pouze omezený vliv na stanovení koncepce a možnost angažování se v dalších systémech, zařazených např. jako tzv. „slaboproudy“ pod profesí elektro.

Zcela jiná situace nastane, když na stejné úrovni jako dodavatelé mechanických nebo elektrických systémů je vytvořena divize BMS (Building Management System). Taková organizační struktura dává samozřejmě dodavateli řídicích, bezpečnostních a informačních systémů budovy možnost podílet se na tvorbě řešení, odpovídajícího investorem zvolené úrovni komfortu a koordinovat požadavky vyplývající z tohoto řešení směrem k ostatním navazujícím profesím - následující obrázek :



Obrázek 12 : Vytvoření divize BMS

Toto postavení odpovídá už zmíněné funkci systémového integrátora, která se neomezuje pouze na etapu realizace díla, ale pokračuje i po jeho dokončení, kdy se stává kvalifikovaným partnerem provozovatele objektu. Optimální postavení řešitele řídicího, bezpečnostních a informačních systémů ve vztahu k ostatním subjektům, podílejícím se na daném projektu, schematicky znázorňuje následující obrázek.

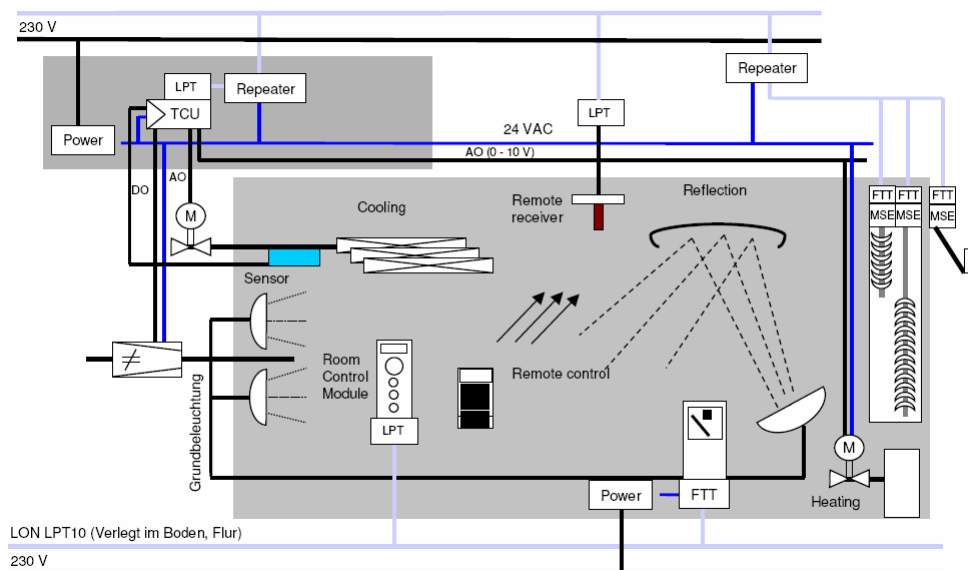


Obrázek 13 : Optimální pozice řešitele řídicího, bezpečnostních a informačních systémů při realizaci „inteligentní budovy“

Tato pozice umožňuje řešiteli BMS podílet se jako rovnocenný partner všech rozhodujících činitelů na tvorbě koncepce projektu a to již v jeho počátečních fázích. Tak může v projektu uplatnit svoji kvalifikaci a využít všechny možnosti moderních systémů řízení budov pro dosažení společného cíle, kterým je inteligentní budova.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

2 NÁVRH KONKRÉTNÍHO ŘÍDICÍHO SYSTÉMU



Obrázek 14 : Schéma ovládaných veličin

2.1 Stanovení základních výkonových parametrů

Vnitřní prostředí v budovách vytváří mnoho složek. Mezi zásadní patří tepelně vlhkostní, odérová, aerosolová, mikrobiální a akustická složka. Zásadní vliv na člověka mají ale jak tepelně vlhkostní parametry, tak parametry osvětlení. Z hlediska dopadu na lidské zdraví se zdá, že nejdůležitějším faktorem je kvalita vzduchu. Většinu těchto složek prostředí ovlivňujeme větráním.

2.1.1 Popis jednotlivých výkonových parametrů

2.1.1.1 Teplota

Je prioritní veličinou při regulaci většiny vzduchotechnických soustav ať už s cílem zajistit kvalitní podmínky pro stroje, tak pro člověka. Požadovaná teplota je určena technologickým předpisem v případě, že určujícím prvkem je výrobní nebo jiná technologie nebo hygienickým předpisem v případě, že hlavním cílem vzduchotechniky je tepelná pohoda člověka. Regulace teploty ve vzduchotechnických systémech se nejčastěji používá v závislosti na prostorové teplotě v místě, na teplotě přívodního vzduchu, na teplotě odvodního vzduchu, často také na diferenci teploty mezi přívodním a odvodním vzduchem.

2.1.1.2 Vlhkost

Regulace vlhkosti patří k základním požadavkům zajištění kvalitního prostředí v moderních budovách ať z důvodu zajištění konstantní vlhkosti pro skladování (muzea, archivy, galerie, sklady, výrobní prostory) nebo pro vytvoření příjemného prostředí pro lidi (kanceláře, kina, divadla, nemocnice). Regulovanou veličinou bývá relativní vlhkost. Základním článkem převodníků vlhkosti je polymer kapacitního typu, u kterého se kapacita proporcionálně mění se změnou vlhkosti. Tento signál se zavádí do převodníku, kde je dále zpracováván na standardní výstupní signál.

Principiálně se relativní vlhkost měří psychrometrem. Psychrometr je přístroj na měření relativní vlhkosti založený na měření teploty dvěma skleněnými teploměry, jedním suchým, měřícím teplotu okolního prostředí a druhým ovlhčeným, na jehož jímce je nasazen mušelínový obal (punčoška) zasahující svým spodním koncem do nádoby s vodou. Z rozdílu obou teplotních údajů, tzv. psychrometrického rozdílu $D_t = t_1 - t_2$ lze vypočítat rela-

tivní vlhkost vzduchu $j(\%)$ ze vzorce $j = \frac{100}{p_1} \cdot p_2 \cdot A \cdot p_a \cdot D_t$ kde značí p_a okamžitý

barometrický tlak, p_1 a p_2 tlak nasycených vodních par při teplotách t_1 a t_2 . A je psychrometrická konstanta, závislá na rychlosti v vzduchu proudícího kolem teploměrných jímek. Konstanta A se určuje empiricky.

2.1.1.3 Teplota rosného bodu

Teplota rosného bodu závisí na (parciálním) tlaku vodní páry ve vzduchu. V případě, že vzduch je vodními parami nasycen, pak relativní vlhkost vzduchu se rovná 100%. Klesne-li teplota vzduchu pod teplotu rosného bodu, vodní páry kondenzují (vytváří se rosa nebo jinovatka).

Sledování teploty rosného bodu má dva hlavní důvody : prvním z nich je technologický předpis pro určitou výrobní technologii, druhým bývají objekty s velkým podílem prosklených ploch v obvodovém plášti. V obou případech se jedná o ochranu před povrchovou kondenzací.

Princip funkce snímače spočívá ve změně odporu tenké vrstvy vodivého polymeru na keramickém substrátu. Jak začíná být polymer vlhký (90-95% R.V.) jeho odpor výrazně stoupá, protože se roztahuje a vzdálenost mezi vodivými částicemi se zvětšuje.

2.1.1.4 Výměna vzduchu

Bývá předepsána hygienickým nebo technologickým předpisem a zajišťuje dodávku optimálního množství čerstvého vzduchu. Z energetických důvodů se často používá směšování přívodního vzduchu s vratným a tím pádem částečné vracení použitého vzduchu zpět do klimatizovaného prostoru. Nesmíme v tomto případě zapomenout na minimální předepsané procento čerstvého vzduchu. V některých případech je směšování úplně vyloučeno.

2.1.1.5 Rychlost proudění, resp. množství vzduchu

Je důležitá zejména pro subjektivní pohodu člověka pohybujícího se trvale v klimatizovaném prostoru. V případě vysoké rychlosti proudění vzduchu dochází jednak ke vzniku aerodynamického hluku ale hlavně ke vzniku průvanu, který má velmi negativní vliv na zdravotní stav člověka již po několika hodinách pobytu v nevhodném prostředí. S rychlostí proudění vzduchu v potrubí a na vstupních a výstupních prvcích souvisí .

Anemometr (z řec. anemos = vítr), přístroj k měření okamžité rychlosti vzduchu (plynů), používaný hlavně ve vzduchotechnice a v meteorologii. Nejznámější je anemometr lopatkový (větrník jako u ventilátoru), kterým lze měřit rychlosti asi od 0,3 m/s a anemometr miskový s tzv. Robinsonovým křížem, kterým lze měřit rychlosti asi od 0,7 m/s. Má ovšem značnou setrvačnost, jež průměruje rychlejší změny rychlosti vzdušiny. Indikační výstup je různý. Existují také anemometry tlakové. Citlivější jsou anemometry elektronické s tranzistorovým měřicím systémem, měřící rychlosti již od 0,1 m/s, umožňující připojení na registraci. Pro malé rychlosti (plouživé) se používá termoanemometr, odporový (žárový) anemometr nebo anemometr se studeným vláknem

2.1.1.6 Hlučnost

Je důležitým parametrem zařízení používaných pro prostory s přítomností osob. Zdrojem hluku mohou být jak jednotlivé prvky - motor ventilátoru nebo čerpadla, frekvenční měnič, tak hlučnost způsobená prouděním média , ať už vzduchu nebo vody. Tato hlučnost bývá způsobena nevhodným návržením parametrů (vysoká rychlost proudění, malá světlost , ...). Důležité je už při návrhu zařízení navrhovat a dimenzovat jednotlivé prvky tak, aby k nadměrné hlučnosti nedocházelo. Pokud se tomu z nějakého důvodu nemůžeme vyhnout, musíme navrhnout účinná opatření k tlumení hluku. Musíme ovšem počítat s tím, že dnešní prostředí je hlukem velmi znečištěno a protihluková opatření bývají složitá, nákladná a málo účinná. To se týká zejména eliminace nízkých kmitočtů.

2.1.1.7 Tlakové poměry

Záleží na prostředí, jestli je požadováno podtlakové, přetlakové nebo rovnotlaké větrání. Přetlakové větrání se používá zejména ve zdravotnictví (operační sály, laboratoře,) rovnotlaké v administrativních budovách. Tlakové poměry jsou ovlivněny množstvím přiváděného a odváděného vzduchu. Regulovanou veličinou je v tomto případě vzduchový objem, vzhledem ke konstantnímu průřezu potrubí provádíme změnou rychlosti proudění. Rychlost proudění vzduchu je ovlivněna konstantními veličinami (průřez potrubí, tvar ventilátoru, rychlost otáčení, tlaková ztráta na jednotlivých prvcích soustavy) a proměnnými veličinami (zejména kvalita a úroveň znečištění filtrů).

2.1.1.8 Kvalita vzduchu

Je důležitým parametrem zejména v prostorech s větším množstvím osob (obchodní centra, kinosály, kulturní sály, ...) . Na rozdíl od ostatních parametrů se subjektivně hůře posuzuje. Kvalitu vzduchu hodnotíme podle obsahu CO_2 . Překvapivě se občas zjistí, že přestože teplota vzduchu v sále je dobrá, kvalita vzduchu je velmi špatná a tím je ohroženo zdraví osob. Na druhou stranu lze při dostatečné kvalitě vzduchu snížit výměnu zvětšením poměru cirkulačního vzduchu a tím uspořit značné prostředky za dohřev (resp. dochlazení) čerstvého vzduchu při použití principu větrání dle požadavku DCV (Demand Control Ventilation)

Snímače CO_2 ve spojení se systémem automatizace budovy mohou produkovat úsporu energie v rozsahu:

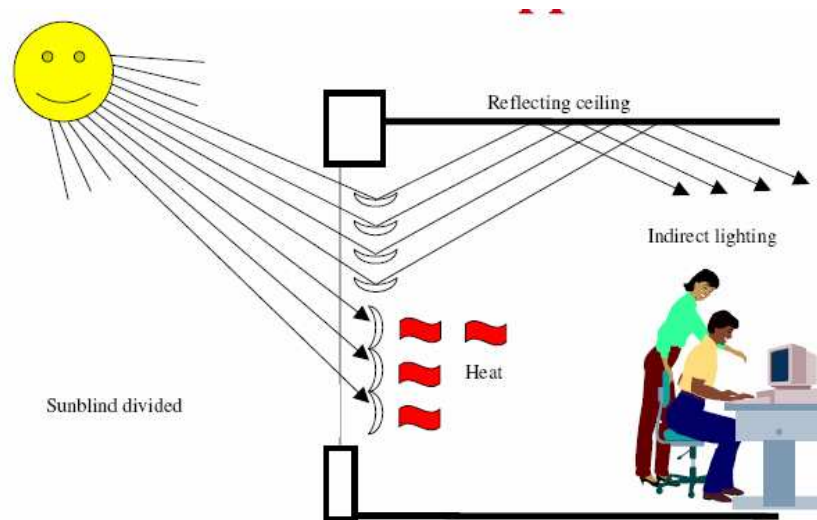
- 20 až 40% v komerčních budovách
- 20 až 60% v restauracích/v maloobchodech
- 10 až 70% ve vzdělávacích/obchodních prostředích

2.1.1.9 Parametry osvětlení

Stanovení požadovaných parametrů osvětlení pro daný prostor, návrh řešení k jejich dosažení, realizace projektu a následné měření dosažených parametrů patří k velmi obtížným úkolům jak pro architekty, tak pro specialisty v osvětlovací a regulační technice. Osvětlení má velký vliv nejen na pracovní výkon a zdravotní stav lidí v osvětleném prostoru ale v neposlední řadě také na bezpečnost práce. Nezanedbatelným důvodem pro kvalitní návrh osvětlení je také minimalizace energetické náročnosti.

Hlavní parametry určující světelné prostředí jsou :

- Rozložení jasů
- Osvětlenost
- Oslnění
- Směrovost světla
- Podání barev a barevný tón světla
- Míchání světla
- Denní světlo



Obrázek 15 : Způsob řízení osvětlení - stínění

2.2 Popis zadání konkrétní aplikace

Tato práce si dává za cíl navrhnout a popsat řídicí a monitorovací systém pro jednotlivé výkonové parametry experimentální laboratoře s využitím komunikačních protokolů LonWorks/BacNet a EIB/Konnex. Protože že tuto aplikaci nelze zkompletovat vzhledem k nedostatečné škále dostupných koncových prvků v otevřeném systému, budu se dále zabývat kompromisním, v dnešní době ale asi nejužívanějším způsobem využití zapojení konkrétní aplikace do otevřeného systému.

2.3 Návrh řídicího systému

2.3.1 Obecné

Díky vysoké ceně koncových prvků pro uvedené systémy používá se pro polní úroveň, tzn. připojení snímačů teploty, tlaku, diferenčního tlaku, servopohonů do automatizační úrovně standardních unifikovaných signálů (0 - 10V, 4 - 20 mA, DI, DO, ...). Teprve DDC regulátory v této úrovni jsou osazeny komunikační kartou , která umožní napojení do řídicí úrovně otevřeného systému. To umožňuje na polní úrovni použití standardizovaných řešení a unifikovaných prvků. Programátoři na této úrovni mohou používat vyzkoušená makra, což zkracuje dobu uvedení do provozu, snižuje náklady na realizaci zjednodušuje oživení a eliminuje počet chyb při programování. Unifikované signály také umožňují použití koncových prvků od různých producentů podle prioritních požadavků instalační firmy (cena, kvalita, dostupnost, ...)

2.3.2 Popis funkce navrženého systému.

2.3.3 Navržené periferie

2.3.3.1 *Snímače teploty*

Typové označení : TS-9101-xxxx

Výrobce : JOHNSON CONTROLS

Popis : snímač venkovní teploty převádí teplotu změřenou měřícím prvkem na výstupní signál 0 - 10 V proporcionální ke snímané teplotě. Snímač je napájen napětím 15 VDC, obvykle přímo z regulátoru, výstupní signál přivedeme na analogový vstup regulátoru.

2.3.3.2 *Snímač diferenčního tlaku*

Typové označení : P233A-4-PHC

Výrobce : JOHNSON CONTROLS

Popis : Tento spínač snímá změny v (diferenčním) tlaku (buď dynamického tlaku nebo poklesu tlaku za překážkou) tak, jak se průtok mění. Tlak (diferenční) je přiveden na obě strany řídicí membrány. Pružinou stlačená membrána se pohybuje a uvádí do chodu spínač. Výstupní signál přivedeme na digitální vstup regulátoru.

2.3.3.3 Snímač průtoku vody výměníkem

Typové označení : Multical 401

Výrobce : KAMSTRUP

Popis : ultrazvukový měřič průtoku s vyhodnocovací jednotkou, výstup 4 - 20 mA nebo M-BUS, možnost zavedení teplot a přímého výpočtu množství tepla.

2.3.3.4 Servopohon pro ovládání klapek

Typové označení : M9116-xxxx

Výrobce : JOHNSON CONTROLS

Řídící signál 0 - 10V, napájení 24 VAC

2.3.3.5 Protimrazová ochrana

Typové označení : 270XT-95078

Výrobce : JOHNSON CONTROLS

Popis : Regulátor je určen pro ochranu před zamrznutím kapalinných topných a chladících smyček a obdobných aplikací. Snímací kapilára je 3 metry dlouhá, což umožňuje její připevnění podél chladné strany celého výměníku a tak zabezpečit jeho ochranu v kterémkoliv místě. Jestliže snímací kapilára naměří na alespoň 30 cm své délky teplotu nižší než je bod nastavení, dojde k sepnutí výstupních kontaktů. Výstup se zavede na digitální vstup regulátoru.

2.3.3.6 Relativní vlhkost vzduchu

Typové označení : HT-9000

Výrobce : JOHNSON CONTROLS

Snímač relativní vlhkosti s integrovaným snímačem teploty, provedení do potrubí nebo prostorové, napájení 12 - 30 VDC nebo 24 VAC, výstup signálu vlhkosti 0 - 10V, lineární v celém rozsahu, snímač teploty volitelný Pt100, Pt1000, NTC K2, PTC

Základním článkem převodníku vlhkosti je polymer kapacitního typu, u kterého se kapacita proporcionálně mění se změnou vlhkosti. Tato technologie je spojena s elektronikou zpracovávající signál do jediného čipu. Snímací prvek má ochranný povlak, který odolává povrchovému znečištění.

2.3.3.7 Množství odtahovaného vzduchu

Typové označení : FS-K3

Výrobce : SENTRON

Popis : Proud vzduchu se ochlazuje na trubce čidla, kde se nachází rozehrátý senzor. Čím rychlejší je proudění vzduchu, tím větší je ochlazování senzoru. Vliv teploty vzduchu je kompenzován druhým měřicím prvkem. Výstupní signál 0 - 10 V nebo 4 - 20 mA, napájení 24V AC/DC.

2.3.3.8 Kvalita vzduchu

Typové označení : CD-Pxx-00-0

Výrobce : JOHNSON CONTROLS

Jedná se výrobek z řady karbon dioxinových převodníků CO₂, pro použití v HVAC. Tento převodník používá kompletně novou technologii pro snímání CO₂. Snímač na bázi křemíku CARBOCAP poskytuje stabilitu a spolehlivost. Pracuje s metodou jednoho paprsku, dvojitě vlnové délky.

Struktura snímače s nasávaným rozptylem je pozoruhodně jednoduchá. Skládá se ze zdroje infračerveného záření, vzorkovací buňky, laditelného interferenčního filtru a detektoru infračerveného záření. Laditelný interferenční filtr umožňuje měření při dvou vlnových délkách. V důsledku jsou reference měřeny přesně bez typických širokých tolerancí, které byly u dvoupaprskových snímačů.

Prach, vodní páry a většina chemikálií neovlivňuje přesnost měření snímače. Nejsou vyžadovány žádné speciální kompenzační softwarové korekce.

Tento snímač má jedinečné kompenzační schopnosti při měření, nabízí výbornou stabilitu v čase i teplotě. Monolitický čip Fabry-Perot Interferometer (FPI) využívá optických, mechanických a elektronických vlastností křemíku najednou.

Převodník je výrobcem nastaven pro měření úrovně CO₂ až do 2000 ppm. Výstupem jsou unifikované signály 0 - 10V, 0 - 20mA nebo 4 - 20 mA proporcionální k detekované úrovni CO₂.

2.3.4 Regulátor

Cílem technologie LonWorks i EIB je decentralizované řízení, kdy každý prvek v systému, ať se jedná o snímač nebo akční prvek, má svoji vlastní „ inteligenci “ a pracuje

v libovolné síti bez potřeby nadřazeného nebo centrálního zařízení. Jak již bylo zmíněno, vzhledem k malému počtu potřebných koncových prvků a také jejich vysoké ceně většina dodavatelů používá na polní úrovni prvky s unifikovanými signály. Pro řízení této aplikace jsem navrhl regulátor JOHNSON CONTROL s možností instalace komunikační karty. Obdobně by vypadal návrh řešení s použitím prvků jiného výrobce.



Obrázek 16 : Regulátor FX15 s integrovaným displejem

Univerzální regulátor JOHNSON CONTROLS FX15 “Classic“ je vysoce výkonným regulátorem určeným pro aplikace jako jsou chladicí jednotky a stropní jednotky, fan-coily, vzduchotechnické jednotky, atd...

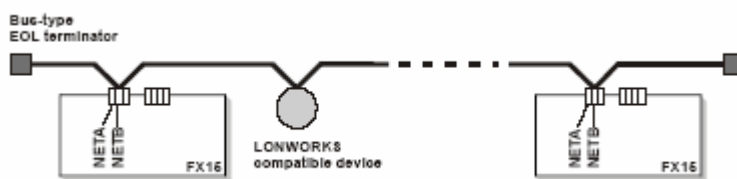
FX15 je protokolově nezávislý regulátor a může se adaptovat protokolům LonWorks nebo Johnson Controls N2Open .



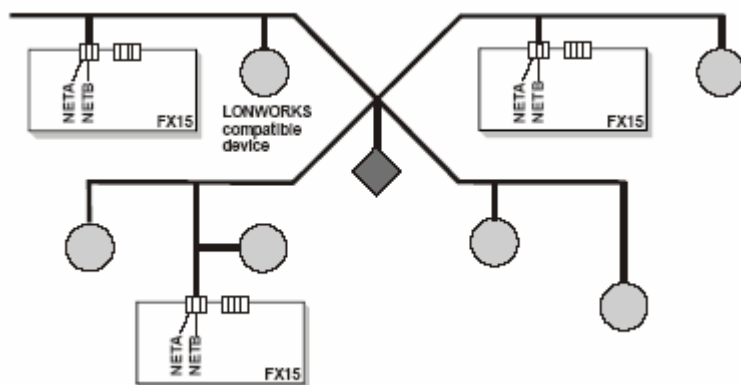
*Obrázek 17 : Komunikační karta
LON pro regulátor FX15*

Regulátor je volně programovatelný a pomocí konfiguračního softwaru FX-tools jej lze adaptovat skutečně na jakoukoliv aplikaci.

Díky funkcím LonWorks mají regulátory FX15 “síťové” vstupní a výstupní body, které lze konfigurovat pro vysílání a příjem dat přes sběrnici LonWorks. Programování se provádí pomocí programovací utility FX-CommPro zajišťující kompletní řízení síťového profilu připojené jednotky. CommPro je možné použít pro konfiguraci parametrů, ladění zařízení, uložení výchozích parametrů pro následné konfigurace. CommPro podporuje 3 protokoly: N2Open, LON, BACnet MSTP.



Obrázek 18 : Sběrnicová topologie LonWorks



Obrázek 19 : Volná topologie LonWorks

Tabulka 1 : Softwarové objekty regulátoru FX15

<p>Vstupy :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analogový vstup • Volič rychlosti ventilátoru • Digitální vstup • Vstup pro čidlo obsazení • Dočasné obsazení 	<p>Výstupy :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analogový výstup • LED • Fail safe Relay Output • Výstup Zap\Vyp • DAT • Klapka • PAT • Hermetický kompresor
<p>Numerické funkce :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Průměr • Výpočet • Porovnávání • Počítadlo událostí • Butterworth Filter • Integrátor • Maximum • Minimum • Psychrometrická funkce 1 • Psychrometrická funkce 2 • Ramp • Sample & Hold(ukládání vzorků) • Výběr • Převod rozsahu (Span) • Segment • Počítadlo času • Časovač • Paměťový prvek • EWMA 	<p>Logické funkce :</p> <ul style="list-style-type: none"> • And • Or • Enumeration Override • Enumeration Logic • Output override logic • PLC Alarmy • Analogový alarm • Compressor Envelope • Manuální reset binárního alarmu • Mimo rozsah Speciální funkce • Emergency/Application mode • Výjimečné dny • Binární sekvencér • Obecný bod nastavení
<p>Řídicí funkce</p> <ul style="list-style-type: none"> • Economizer • Regulátor ventilátoru • Regulátor Zap/Vyp • Regulátor PI • Letní / zimní kompenzace 	<ul style="list-style-type: none"> • Režim obsazení • Hodiny reálného času • Real Time Clock Enhanced • Selhání snímače • Systémové prostředky • Bod nastavení teploty
<p>Konverze jednotek</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konverze • UNVT_logic na SNVT_state • Enumeration na UNVT_logic • SNVT_switch na UNVT_logic • SNVT_hvac_status generator • SNVT_chlr_status generator 	<ul style="list-style-type: none"> • Správa zátěží • Časový plán obsazení • Optimální start stop • Polohermetický kompresor • Sekvencér • Časové plány • Source Mode

Regulátor má až 27 vstupů / výstupů, jejichž počet lze dodatečně rozšířit prostřednictvím standardních rozšiřovacích modulů . Tato konfigurace pokryje většinu standardních aplikací pro HVAC.

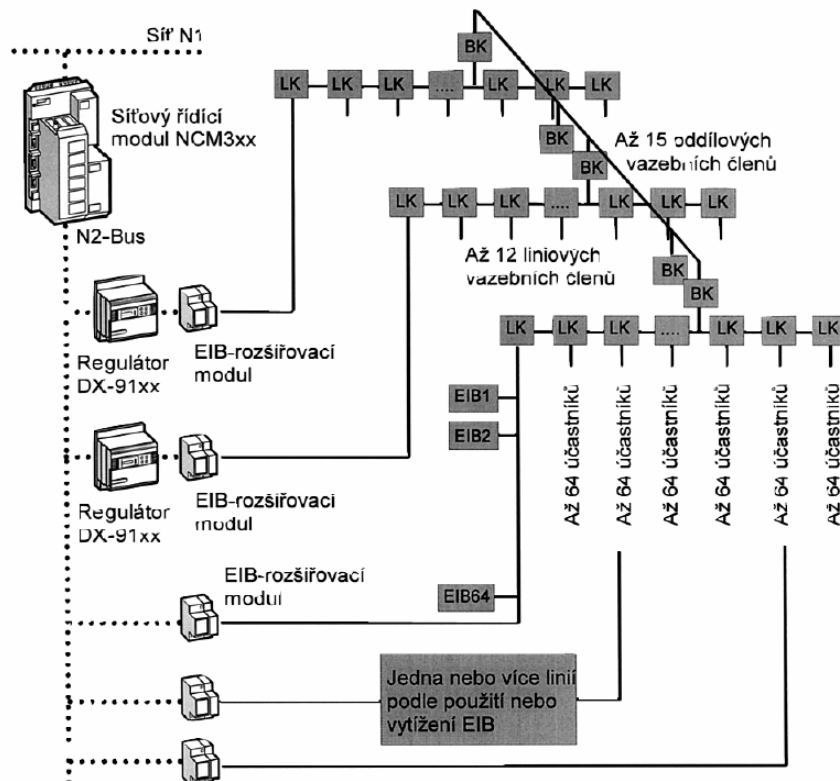
Tabulka 2 : Popis vstupů a výstupů regulátoru FX15

Svorky		Typ	Poznámka/aplikace
Analogové vstupy (AI)			
TB1	AI1, AI2, AI3, AI4, AI5, AI6	Viz tabulka níže Rozlišení 18 bitů	Softwarově konfigurovatelné. Pro konfiguraci 0-20 / 4-20 mA viz "Konfigurace propojek" na straně 6. Aplikace: teplota, vlhkost, tlak, atd.
3, 8	EXT-VDC	+16 V, 80 mA	Snímače 0-10 V nebo max. 4 snímače 0/4 - 20 mA
13	AVPS / EXT-VDC	AVPS = +5 V, 20 mA EXT-VDC = +16 V, 80 mA	Přímé napájení poměrových snímačů FX15 z interního napětového napájecího zdroje (AVPS) nebo Snímače 0-10 V, 0/4 - 20 mA s EXT-VDC. Volba mezi AVPS a EXT-VDC se provádí přes propojky. Viz "Konfigurace propojek" na straně 6.
Digitální vstupy (DI)			
TB2	DI1, DI2, DI3, DI4, DI5, DI6, DI7, DI8	Beznapětové kontakty	Oddělení od mikroprocesoru je dosaženo, jestliže je pro napájení digitálních vstupů (přes svorky 34, 35) použito jiné napájení 24 Vstř. než to, které je použito pro napájení regulátoru. Funkce čítače změn je maximálně 1Hz. Jako rychlejší čítač použijte modul XP-9105.
Digitální výstupy (DO)			
TB3	DO1, DO2, DO3	Výkonová relé SPST 8(3)A, 250 V	Mezi relé je dvojitá izolace a u každého lze použít různé napětí.
TB4	DO4, DO5	Výkonová relé SPST 5(3)A, 250V nebo triaky 0.5A, 24Vstř.	Tato skupina je dvojitě oddělena od dalších relé, ale mají společný common a proto musí být připojeny ke stejnému napětí.
TB5	DO6, DO7, DO8	Výkonová relé SPST 5(3)A, 250V nebo triaky 0.5A, 24Vstř.	Tato skupina je dvojitě oddělena od dalších relé, ale mají společný common a proto musí být připojeny ke stejnému napětí.
TB6	FAIL	Výkonová relé SPDT 8(3)A, 250V	Relé selhání pro zvýšení bezpečnosti. Relé se vrátí do své pozice normálně sepnuto ne pouze při výpadku napájení, ale také v případě, že selže mikroprocesor: watch-dog, podpětí rozvodné sítě (brown-out), atd.
Analogové výstupy (AO)			
TB7	AO1, AO2	0...10 Vss Rozlišení 18 bitů	Oddělení od mikroprocesoru je dosaženo, jestliže je pro napájení analogových výstupů použito jiné napájení 24 Vstř. než to, které je použito pro napájení regulátoru.
TB8	AO3, AO4	0...10 Vss Rozlišení 18 bitů	Oddělení od mikroprocesoru je dosaženo, jestliže je pro napájení analogových výstupů (přes svorky 79, 80) použito jiné napájení 24 Vstř. než to, které je použito pro napájení regulátoru.
Sériové porty			
J1	Com, LL-, LL+	RS485 downlink (Extension Bus)	Rozšiřující sběrnice k polním zařízením anebo I/O rozšiřující moduly.
J2	LL+, LL-, +16V, Com	RS485 downlink + napájení Remote Display Bus	Sériové připojení a napájení vzdáleného displeje a programovacího klíče.
JP1	1: RT+ 2: RT- nebo NETA 3: Com nebo NETB	Připojení k dohlížecímu systému, N2Open nebo LON	Komunikační karta je volitelná, v případě, že není instalována bude svorkovnice chybět.

2.4 Způsob napojení řídicího systému na nadřazený systém UTB

V objektech UTB je pro komunikaci na spodní automatizační úrovni používán protokol N2 (napojení regulátorů řady DX-9100) v objektech U4, U5 a U10 a N2OPEN (pro regulátory řady FX) v objektech U1, U2, U3, U6, U7 a U12. Na horní komunikační úrovni jsou použity protokoly N1 (JOHNSON CONTROLS) a BACnet, které jsou provozovány po síti Ethernet.

Z tohoto důvodu považují praktického hlediska za nejlepší řešení instalaci volně programovatelného regulátoru FX15 CLASSIC s komunikační kartou pro napojení do sítě N2OPEN. Fyzické propojení bude provedeno stíněným kabelem se dvěma kroucenými páry. Regulátor připojíme do síťové řídicí jednotky N30 (nebo NU-NCM 360), kterou je napojena do univerzitní sítě LAN. V univerzitní síti je vytvořena virtuální síť, která propojuje všechny síťové řídicí jednotky s centrálním pracovištěm. Součástí centrálního pracoviště je webový server, který umožní práci s daty v pracovní stanici v síti UTB. Samozřejmostí je zabezpečení přístupovým jménem a heslem.



Obrázek 20 : Integrace zařízení IEB do sítě METASYS provozované na UTB

3 KONKRÉTNÍ APLIKACE

3.1 Popis aplikace

Tato aplikace obsahuje následující technologické prvky :

- Zdroje :
 - Sluneční kolektor
 - Tepelné čerpadlo
 - Topný okruh
 - Chladicí okruh
 - Elektrický dohřev
- Spotřebiče :
 - Ústřední vytápění
 - Teplá užitková voda
 - Vzduchotechnika
 - Topná část
 - Chladicí část
- Rekuperace tepla

Řídicí systém ovládá jednotlivé prvky podle uživatelského programu, jehož regulační algoritmy zohledňují ekonomické a technické parametry jednotlivých prvků.

Ekonomicky nejvýhodnějším zdrojem tepla je samozřejmě sluneční kolektor, dále tepelné čerpadlo. Elektrický dohřev je doplňkem pro pokrytí špičkových odběrů a jako záložní zdroj.

Jako zdroj chlazení je navrženo pouze tepelné čerpadlo v režimu chlazení.

3.2 Popis regulace jednotlivých částí

3.2.1 Sluneční kolektor

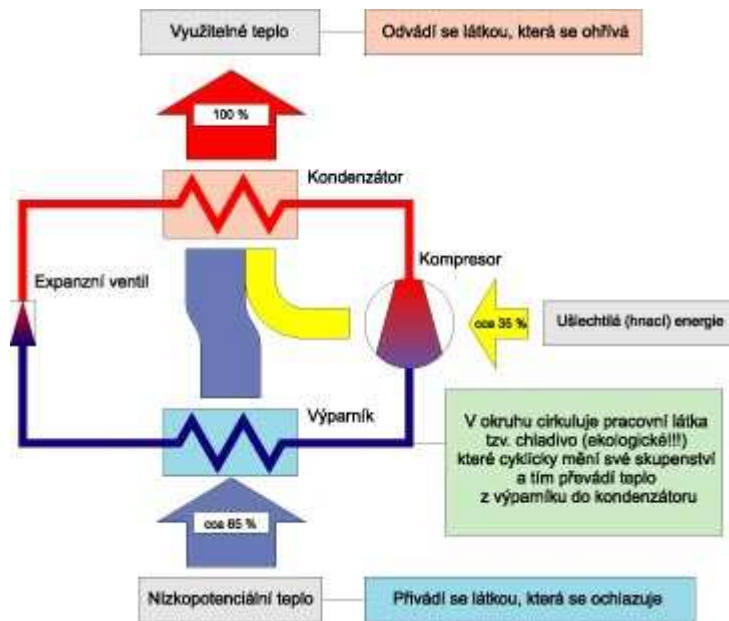
Okruh slunečního kolektoru obsahuje vlastní kolektor, stínící žaluzii se servopohonem, expanzní nádrž, snímač tlaku, snímač přívodní a vratné teploty, snímač intenzity slunečního záření pro měření dopadající sluneční energie na metr čtvereční, čerpadlo primárního okruhu, výměník tepla. Z hlediska ekonomické výhodnosti a ekologické šetrnosti má prioritu číslo jedna

3.2.2 Tepelné čerpadlo

Typu vzduch - voda má sice nižší účinnost ve srovnání se systémem voda - voda nebo voda - vzduch, je ale investičně nejméně náročné, je kompaktní a jednoduché pro instalaci. Řídicí systém si přepíná externím vstupem mezi režimy topení a chlazení podle požadavků spotřebičů.

Na výstupu tepelného čerpadla jsou dva rozdělovací ventily, které ovládá řídicí systém podle toho, zda je tepelné čerpadlo v režimu topení nebo chlazení. Řídicí systém musí mimo jiné zajistit i optimalizaci četnosti spínání z důvodu zvýšení životnosti kompresoru. Kompresory se dnes již používají moderní šroubové typu scroll.

Ekonomická výhodnost o horší než u kolektoru, stále ovšem velmi výhodná. Topný faktor čerpadel typu vzduch - voda se pohybuje kolem 2,5, u typu země - voda nebo voda - voda je to obvykle kolem 4 - 5. Tento faktor udává, kolik jednotek tepla vyrobíme na výstupu z jedné vložené jednotky elektrické energie vložené na vstupu.



Obrázek 21 : Princip funkce tepelného čerpadla

3.2.3 Elektrický dohřev

Je elektrická topná vložka instalovaná v akumulční nádrži topné vody a ovládaná řídicím systémem. Používá se k pokrytí špičkových odběrů a v době výpadků alternativních zdrojů. Ekonomicky nejméně výhodný.

3.2.4 Ústřední vytápění

Odebírá teplou vodu z akumulční nádrže, pomocí trojcestného směšovacího ventilu kvalitativní regulací řídí požadovanou teplotu vody do systému při zachování konstantního průtoku. Teplota topné vody je řízena podle ekvitermní křivky s korekcí na prostorovou teplotu, s možností automatické adaptace.

3.2.5 Teplá užitková voda

Má vlastní akumulční nádrž která je napájena primárně vodou ze slunečních kolektorů. Pro pokrytí špičkových odběrů a jako rezervní zdroj je akumulční nádrž TUV osazena samostatnou elektrickou topnou vložkou. Studená voda přicházející do systému TUV je přehřívána průchodem přes hlavní akumulční nádrž tepelného čerpadla. Teplota TUV je řízena přepínáním rozdělovacích trojcestných ventilů ze slunečních kolektorů na 55 °C. Na výstupu ze zásobníku TUV je havarijní termostat přehřátí TUV. 1 x za měsíc je prove-

deno přehřátí systému TUV elektrickou vložkou na teplotu 80 °C z důvodu zničení barterií Legionella pneumophila (hovorově zvaná Legionela)

3.2.6 Vzduchotechnická jednotka

Se skládá ze tří výměníků voda - vzduch (předeřev, chlazení, dohřev - s touto kombinací může provádět kromě chlazení i odvlhčování vzduchu), rekuperátoru a samozřejmě obvyklých dalších strojních částí (ventilátory, motory, klapky, ...). Všechny tři výměníky mají na přívodu topného resp. chladícího média trojcestný směšovací ventil. Za každým výměníkem je v proudu vzduchu umístěna protimrazová ochrana (kapilárová) pro ochranu před zamrznutím.

Řídící veličinou pro regulaci teploty vzduchu je diference mezi přívodní a odvodní teplotou. Tento způsob zajistí plynulost regulace.

3.2.7 Rekuperace tepla

Neboli zpětné získávání tepla slouží k zachycení tepla (ale v letním provozu i chladu), tedy obecně energie, která by byla bez rekuperace zmařena odvedením do okolního prostředí. Ve vzduchotechnických jednotkách se standardně používají rekuperátory deskové (nazývané též křížové) a rekuperátory rotační. Deskový rekuperátor řídíme pomocí obtokové klapky, v zimním období je náchylný na namrzání. Účinnost cca 50 - 70 %. Rotační rekuperátor řídíme plynulou regulací otáček, účinnost je vyšší než u deskových. V některých případech využíváme jako rekuperátor tepelné čerpadlo.

3.2.8 Osvětlení

Pro ovládání osvětlení v místnosti je navržen systém ABB se sběrníci EIB. Venkovní okenní žaluzie jsou ovládány automaticky viz. Obrázek č. 9. Osvětlení zářivkovými svítidly s elektronickými předřadníky s plynulou regulací. Možnost kombinace celého systému s přístupovým systémem, detekce přítomnosti osoby.

3.3 Cenové porovnání jednotlivých systémů

Cenové porovnání systémů je velmi obtížné. Systém EIB dodává v české republice ABB a Siemens v rozsahu vhodném pro ovládání osvětlení, žaluzií a domácích spotřebičů.

Řídicí systémy s komunikací LonWorks má ve svém sortimentu většina renomovaných výrobců včetně několika lokálních českých (REGMET Rožnov pod Radhoštěm,). Cena polních přístrojů je degradována cenou integrovaného Neuro Chipu cca 3 USD a licenčním poplatkem placeným za použití SW bodu v síti LonWorks.

Pokud použijeme hierarchický systém, tzn. na polní úrovni prvky s unifikovanými signály, na vyšší úrovni regulátor napojený na síť LonWorks nebo EIB, je cena řešení srovnatelná.

V případě zcela decentralizovaného systému při použití všech aktivních prvků bude cena celého systému mnohem vyšší.

Tabulka 3 : Příklad cen jednotlivých prvků

výrobce	popis	standart	LON	navýšení LON
REGMET	snímač teploty kanálový	855 Kč	2 800 Kč	327%
	snímač teploty prostorový	330 Kč	2 650 Kč	803%
BELIMO	servopohon AF24	8 800 Kč	14 784 Kč	168%
		standart	EIB	navýšení EIB
ABB	Spínač jednopólový	125 Kč	1 129 Kč	903%
ABB	Detektor pohybu	850 Kč	7 072 Kč	832%
ABB	Akční spínací člen 230V/16A	240 Kč	4 158 Kč	1733%
ABB	Elektroměr digitální vestavný	2 460 Kč	12 915 Kč	525%

Následující tabulku považujte za zcela orientační, protože srovnáváme těžko srovnatelné úrovně. Zařízení se systémem EIB přináší mnoho dalších služeb a možností, které nejen zvyšují komfort obsluhy ale přinášejí také úspory energií.

Tabulka 4 : Orientační náklady elektrické instalace rodinného domku

	cena cca
Varianta 0	
Klasická elektroinstalace bez použití moderních systémů	40 000 Kč
Varianta 1	
Spínání osvětlení s využitím tlačítkových ovladačů, skupinová regulace teploty, bez vizualizace	120 000 Kč
Varianta 2	
Spínání a stmívání (u 4 okruhů) s využitím systémových ovladačů Triton s možností dálkového ovládní na chodbách, schodišti apod., spínání osvětlení snímači pohybu, ovládání žaluzií a střešních oken, individuální regulace tepla, vizualizace	310 000 Kč

Předchozí tabulka nám ukazuje, že možnosti nasazení moderní techniky i do rodinného domku jsou velmi široké, musíme počítat ale s tím, že si za komfort a moderní techniku připlatíme.

4 SHRNU TÍ

4.1 Výhody decentralizovaných systémů :

- Otevřenost systému pro budoucí rozšiřování
- Nezávislost na jednom dodavateli
- Kvalitní síťová technologie pro řízení budov, systémů a strojů (zejména LonWorks)
- Zjednodušení projektové dokumentace
- Interoperabilita mezi jednotlivými prvky bez dalších rozhraní
- Jednoduchost softwarové rekonfigurace při změnách využití objektu
- Snížení nákladů na kabeláž systému

4.2 Nevýhody decentralizovaných systémů :

- Trh řízení budov není ještě připraven pro masivní nástup otevřených systémů
- Protokoly a struktura dat jsou vhodné pouze pro lokální řídicí funkce (EIB a LonWorks)
- Malý sortiment plnohodnotných koncových prvků, z toho plynoucí malý počet aplikací, následně vysoká cena
- Množství nekompatibilních konfiguračních nástrojů od různých výrobců
- Většina již hotových a prezentovaných aplikací je provedena jedním dodavatelem s použitím velkého množství proprietárních řešení

4.3 Varování :

- Otevřené systémy a standardy nejsou zárukou funkčnosti celého systému !
- Know-how technologie není zárukou úspěšné realizace aplikace !

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY :

- [1] <http://www.big-eu.org>
- [2] <http://www.konnex.org>
- [3] <http://www.instabus.cz>
- [4] <http://www.eib-home.de>
- [5] <http://automatizace.hw.cz>
- [6] <http://www.automa.cz>
- [7] <http://www.ashrae.org>
- [8] <http://sentron.hyperlink.cz>
- [9] <http://www.abb-epj.cz>
- [10] JOHNSON CONTROLS, prezentace LON-aplications
- [11] ABB s.r.o. Informační CD 2006
- [12] JOHNSON CONTROLS, CD katalog 2006

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

BACnet	Building Automation Control Network
EIB	European Installation Bus ; Electrical Installation Bus
CEN	European Committee for Standardization
ANSI	American National Standards Institute
EIA	Electronic Industries Association
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
SPC	Standart Project Comitee
LON	Local Operating Networks
DDC	Direkt digital control
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
UART	Universal Asynchronous Receiver Transmitter
ANubis	advanced Network for Unified Building Integration Services

SEZNAM OBRÁZKŮ

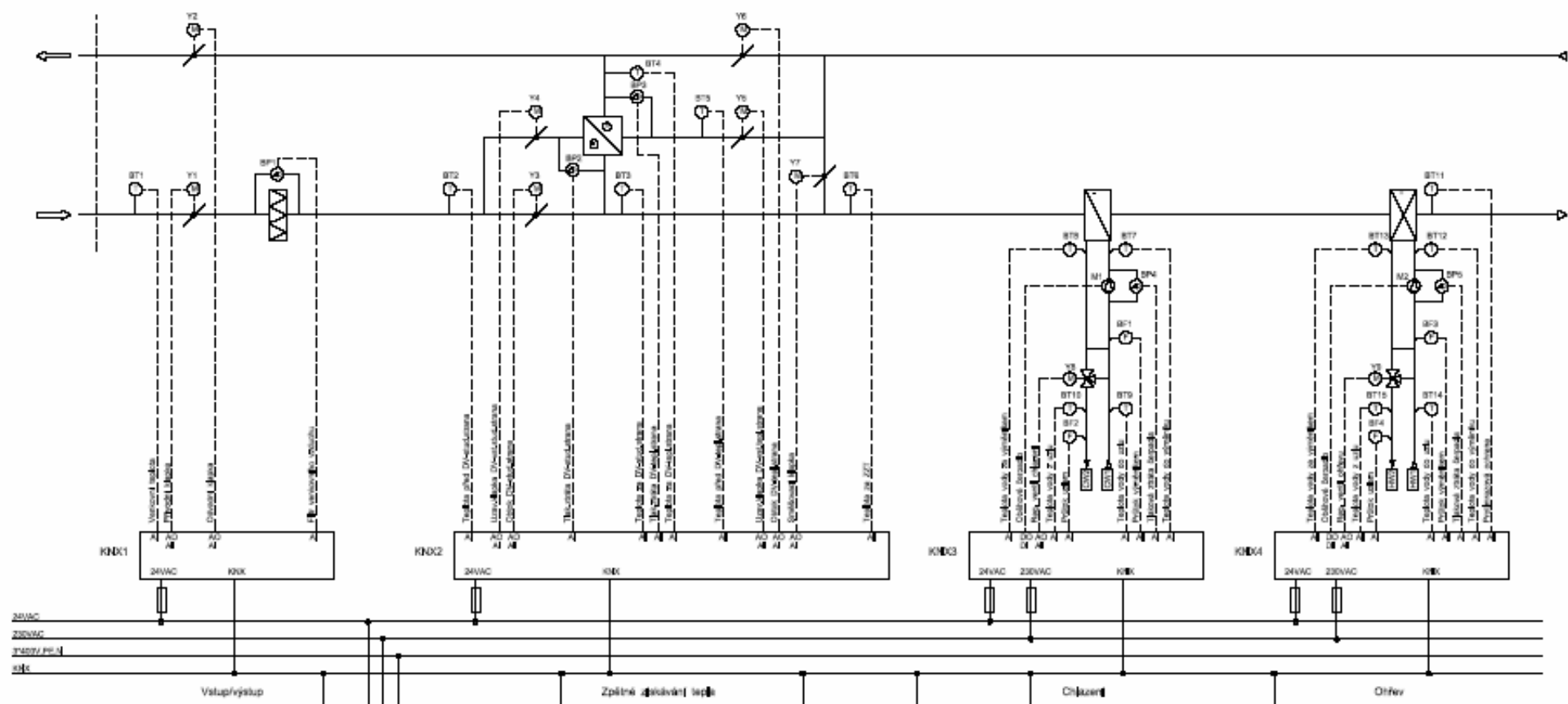
<i>Obrázek 1 : Schéma součástí inteligentní budovy</i>	<i>8</i>
<i>Obrázek 2 : Schéma současných vztahů ve výstavbě</i>	<i>9</i>
<i>Obrázek 3 : OSI model pro EIB-UART</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 4 : Struktura TP-UART</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 5 : OSI model pro LonTalk protokol</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 6 : Schéma Neuron Chipu 3150 pro LonWorks</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 7 : OSI model pro BacNet</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 8: Použití BACnetu v jednotlivých úrovních</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 9 : Úrovně integrace v projektech s BACnet.....</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 10 : Kombinace LonWorks a BACnetu</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 11 : Mapování LON do BACnet</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 12 : Vytvoření divize BMS.....</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 13 : Optimální pozice řešitele řídicího, bezpečnostních a informačních systémů při realizaci „inteligentní budovy“</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 14 : Schéma ovládaných veličin</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 15 : Způsob řízení osvětlení - stínění</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 16 : Regulátor FX15 s integrovaným displejem.....</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 17 : Komunikační karta LON pro regulátor FX15</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 18 : Sběrníková topologie LonWorks</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 19 : Volná topologie LonWorks</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 20 : Integrace zařízení IEB do sítě METASYS provozované na UTB</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 21 : Princip funkce tepelného čerpadla</i>	<i>41</i>

SEZNAM TABULEK

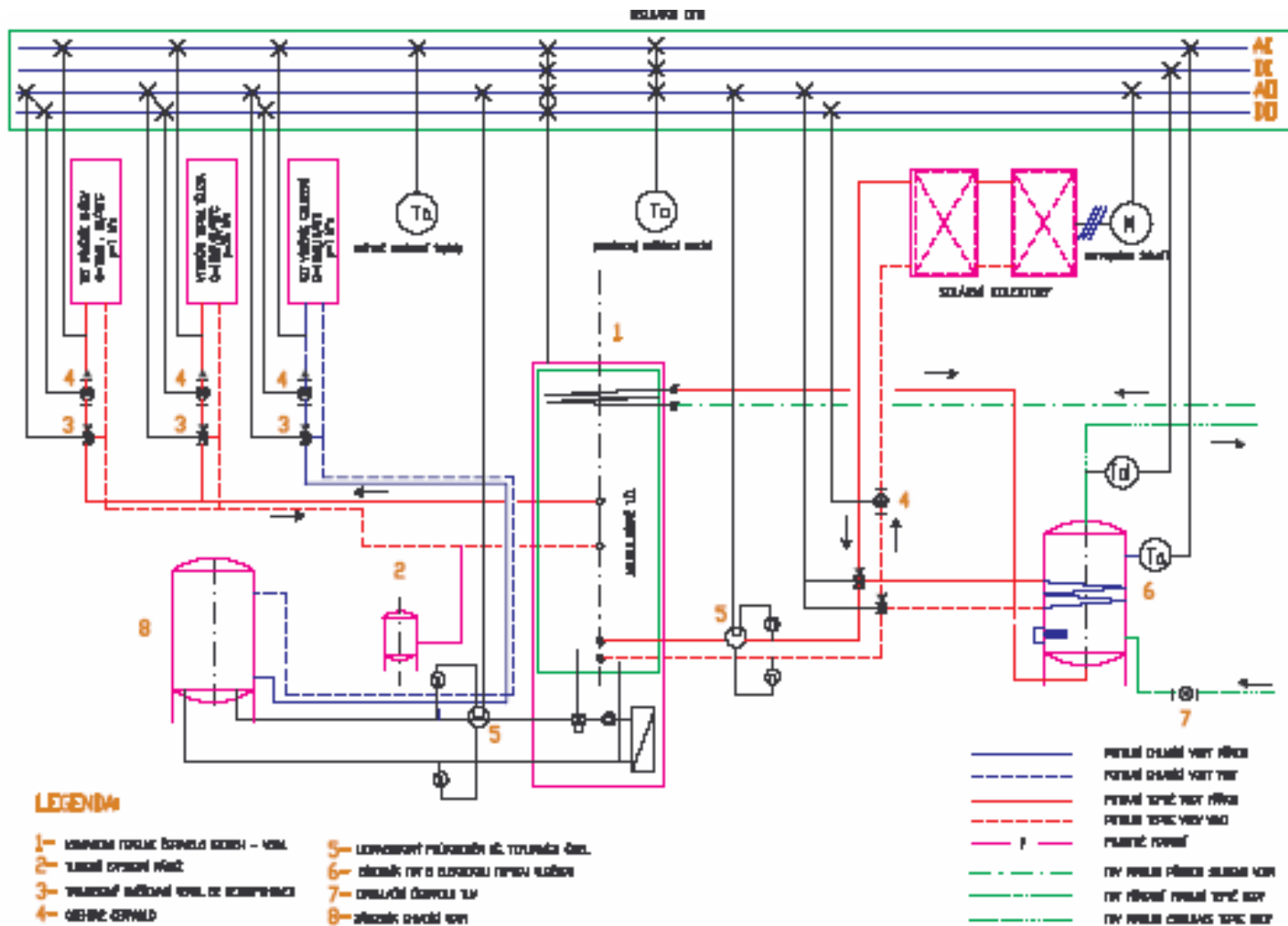
<i>Tabulka 1 : Softwarové objekty regulátoru FX15</i>	<i>36</i>
<i>Tabulka 2 : Popis vstupů a výstupů regulátoru FX15</i>	<i>37</i>
<i>Tabulka 3 : Příklad cen jednotlivých prvků.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabulka 4 : Orientační náklady elektrické instalace rodinného domku.....</i>	<i>43</i>

SEZNAM PŘÍLOH :

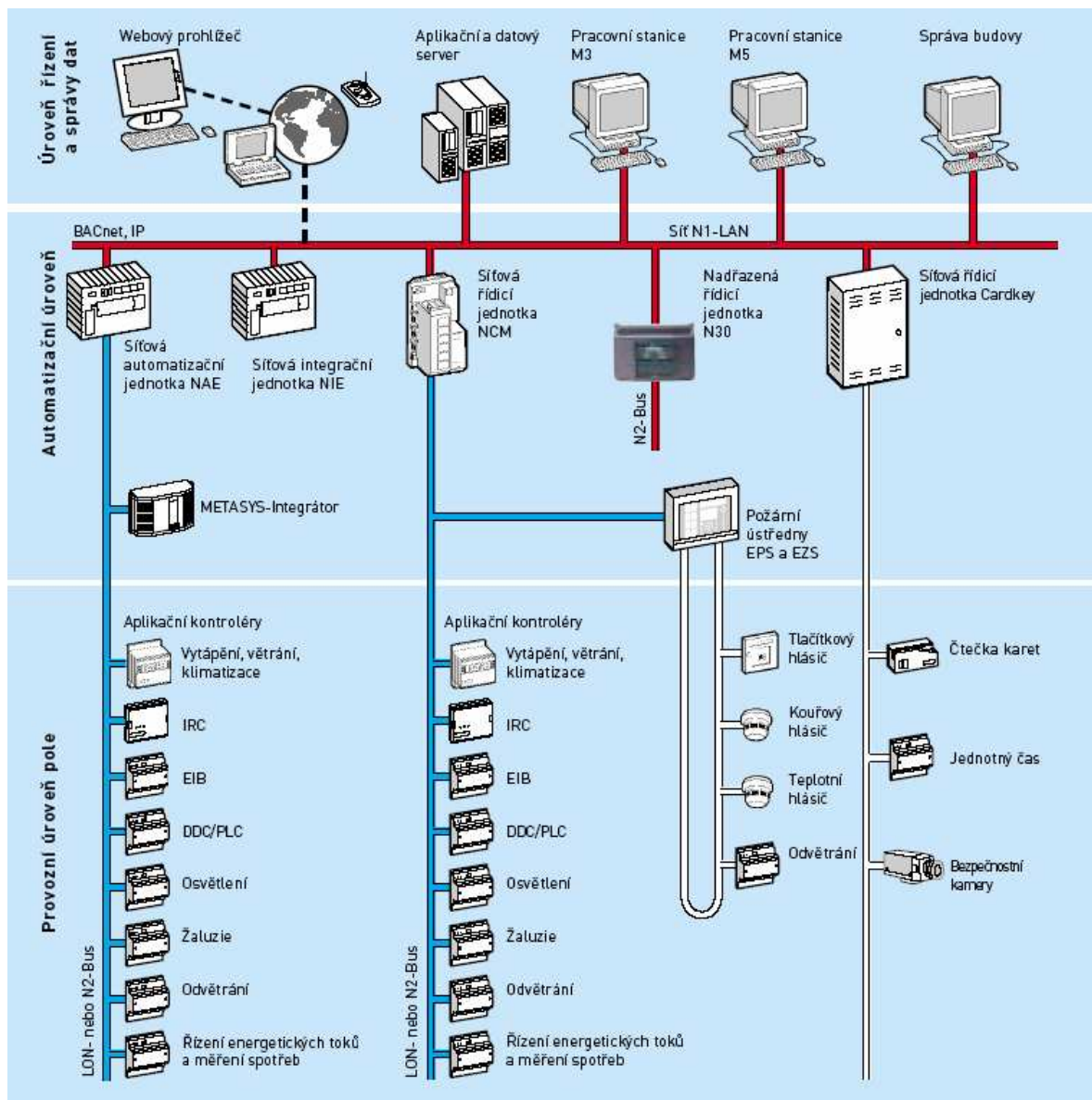
<i>Příloha 1 : Příklad technologického schématu VZT jednotky - regulátory KNX.....</i>	<i>50</i>
<i>Příloha 2 : Příklad technologického schématu topné části - regulátor FX15.....</i>	<i>51</i>
<i>Příloha 3 : Rozšířená architektura systému Metasys® společnosti Johnson controls pro automatizaci a správu budov</i>	<i>52</i>



Příloha 1 : Příklad technologického schématu VZT jednotky - regulátory KNX



Příloha 2 : Příklad technologického schématu topné části - regulátor FX15



Příloha 3 : Rozšířená architektura systému Metasys® společnosti Johnson controls pro automatizaci a správu budov