

Ing. Martin ZÁLEŠÁK, CSc.
Fakulta aplikované informatiky,
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Řízení systémů tvorby prostředí – součást integrovaných řídicích systémů budov

Environment Creation Systems Control – a Part of Integrated Buildings Control Systems

Recenzent
prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

Článek pojednává o řízení vzduchotechnických a vytápěcích systémů budov a monitorování jejich funkce v kontextu integrovaných systémů v budovách, především se zaměřením na budovy pro bydlení a budovy v terciární sféře. Zvláště v těchto budovách existuje velký potenciál pro uplatnění plně integrovaných řídicích systémů. Dobře (optimálně) řízený a provozovaný systém vytvářející vnitřní prostředí hraje základní úlohu při energetickém managementu budovy. Budovy s integrovaným řídicím, monitorovacím a komunikačním systémem se obvykle nazývají inteligentní (chytré) budovy. Inteligenci systému je obecně v informační a řídicí technice míněna schopnost autonomní adresné komunikace, monitorování a odezvy systému, přičemž systém tvoří adresovatelné prvky s komunikační schopností, rozhodovací schopností a pamětí. Požadavky na inteligentní budovy jsou uvedeny v materiálu normalizační organizace CENELEC – „Smart House Code of Practice CWA 50487:2005“ [1]. Těmto požadavkům vyhovují pouze tzv. otevřené řídicí systémy. V článku jsou stručně popsány požadavky na tyto řídicí systémy a možné účinky zavedení těchto systémů u vzduchotechnických a vytápěcích systémů na energetické parametry budovy.

Klíčová slova: inteligentní budovy, integrované řízení budov, standardní komunikační protokoly, LONWorks

The article deals with buildings HVAC systems control and monitoring their function in context of integrated systems in buildings, above all with a view to residential buildings and buildings at the tertiary sphere. Especially at these buildings a great potential exists for the use of the fully integrated control systems. Well (optimally) controlled and operated system, creating the internal environment plays the basic part at building energy management. Buildings with integrated controlling, monitoring and communication system are usually called intelligent (clever) buildings. By system intelligence in information and control technique the ability of autonomous direct communication, monitoring and response of the system is generally meant, whereas the system is created by addressable elements with communication ability, decision-making ability and memory. The requirements concerning the intelligent buildings are indicated in the material of the Standard organization CENELEC – “Smart House Code of Practice CWA 50487:2005” [1]. These requirements are satisfied only by the so called open control systems. In the article the requirements concerning these control systems and possible effects of the introduction of these systems at HVAC and heating systems on building energy parameters are briefly described.

Key words: intelligent buildings, building integrated control, standard communication protocols, LONWorks, KNX

ÚVOD

Na základě úrovně a šíře kladených požadavků na multifunkční užití budov a jejich parametry (tzv. chytré nebo inteligentní budovy), je zřejmé, že v blízké budoucnosti mají velkou perspektivu užití integrovatelných řídicích a komunikačních systémů v budovách. Tyto systémy dovolují bez podstatných zásahů reagovat na nové požadavky vyvíjející se struktury obyvatel a okolí na využití a provozování a vlastnosti budov, na řízení provozu, zabezpečení objektové i zabezpečení uživatelů (např. zdravotní) a komunikační možnosti. Tyto systémy dovolují také aplikovat vyvíjející se komunikační a řídicí technologie bez významných stavebních úprav.

Definice celé šíře požadavků, vyplývajících z předpokládaného sociálního a demografického vývoje populace, vývoje řídicích, komunikačních technik a možností jejich aplikace, dále energetických a environmentálních prognóz, je uvedena v podrobnostech v materiálu CENELEC „Smart House Code of Practice CWA 50487:2005“ [1] – (dále jen COP).

UŽIVATELSKÉ POŽADAVKY NA INTEGROVANÉ SYSTÉMY V BUDOVÁCH

V COP jsou popsány požadavky na budovy pro bydlení z hlediska techniky budov. Jednotné požadavky na jiný sektor zatím tak exaktně a komplexně zpracované nejsou, vyjma definice požadavků na řídicí systémy tech-

nologických zařízení [2], [3]. Podle COP návrh a implementace systému, služeb a produktů vyžaduje detailní informace týkající se:

- potřeb obyvatel a jejich očekávání;
- uživatelského rozhraní;
- bezpečnosti;
- parametrů širšího okolí a místní sítě;
- požadavků na služby a způsobu jejich používání;
- užitých nebo předpokládaných technických zařízení;
- principů systémové architektury;
- informací o systému týkající se jeho instalace, komponent, provozu a údržby.

Na základě těchto informací může být proveden souhrn oblastí (tříd) zákaznických požadavků. Tyto požadavky jsou uvedeny v tab. 1.

Z tab. 1 je zřejmé, že integrovaný systém v budově obsahuje nejenom technické položky, ale také institucionální položky.

Výše uvedené položky mohou být sdruženy do základních skupin:

- řízení kvality vnitřního prostředí včetně energetického managementu zahrnující technické alarmy;
- dálkové měření spotřeby energií a medií;
- domovní informační a řídicí systém zahrnující simulace přítomnosti, monitorování zdravotního stavu obyvatele a jeho bezpečnosti;
- domovní zabezpečovací a kamerový systém CCTV;
- detekce neoprávněného vstupu;

Tab. 1 Souhrn tříd uživatelských požadavků na inteligentní budovy

Třída technických požadavků	Spolehlivost a kvalita služeb
	Technika prostředí, spotřeba energie a její management
	Dostupnost zařízení
	Komunikace
	Kompatibilita a zaměnitelnost
Třída sociálních požadavků	Kompatibilita s existujícími službami
	Zdravotní péče
	Bezpečnost
	Zabezpečení soukromí
	Sociální péče
	Informační služby
Třída uživatelských požadavků	Nákladová bilance
	Uživatelské rozhraní
	Přátelské prostředí
	Možnost personalizace
	Komfort a jednoduchost užití

- ☐ požadavky na údržbu zahrnující vzdálenou diagnostiku systému;
- ☐ práce z domova;
- ☐ vzdělávání (e-learning);
- ☐ videokonference;
- ☐ společenská péče zahrnující videokonference;
- ☐ zábava.

Jak je vidět z výše uvedených skupinových požadavků, inteligentní systémy předpokládají vybudovanou externí síť navazujících služeb a poskytovatelů služeb (SSP).

SSP může vytvářet řetězce služeb, které mohou prostřednictvím určitých indikátorů (například spotřeb energií a látek) monitorovat některé další indikátory jako je zdravotní stav obyvatel v monitorovaném domě, neoprávněný vstup, ohrožení, havárie apod. Například monitorováním spotřeby vody může být monitorován zdravotní stav starších osamocenných lidí v domě a tento monitorovací systém spotřeby vody (případně celé budovy) může být napojen na pečovatelské služby zahrnující zdravotní služby apod.

Zařízení v inteligentní budově tak nekomunikují pouze v jedné skupině, ale existuje potenciální potřeba komunikace zařízení v různých skupinách – například vytápěcí a chladicí systém v budově řízený podle přítomnosti osob v budově, osvětlovací systém simulující přítomnost osob v jejich nepřítomnosti apod. komunikuje s pohybovými čidly a zabezpečovacím zařízením apod. Seznam možných interakcí by byl velmi obsáhlý a neustále se zvětšuje s rozvojem řídicí a komunikační techniky.

Požadavky na meziskupinovou komunikaci a komunikaci se službami vyžaduje transparentní otevřený systém, který může být v budoucnu snadno udržován, aktualizován a volně rozšiřován. Tyto požadavky mohou splnit beze zbytku pouze otevřené transparentní sběrníkové systémy.

Komunikační architektura

Takto definované požadavky na sběrnici vytvářejí logiku COP – tedy otevřenou architekturu inteligentní budovy. Podle této logiky i v případě, že v budově již existují skupiny zařízení, jako jsou například zabezpečovací systém, řídicí a monitorovací systém vytápění a větrání, bude existovat společná domovní komunikační brána a jediná informační linie, která podporuje jakýkoliv již instalovaný komunikační a řídicí subsystém.

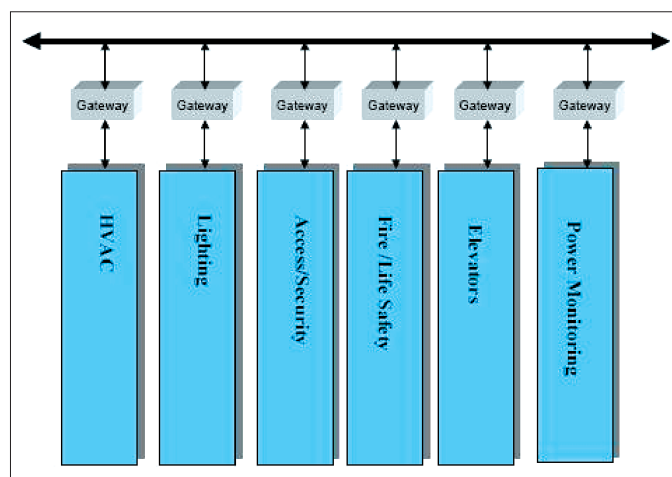
Komunikace mezi skupinami se vyskytuje častěji než komunikace zařízení ve skupině, nicméně pro tuto komunikaci může být v případě různých komunikačních protokolů a komunikačních architektur nutný překlad a přizpůsobení. Jako sjednocovací komunikační páteř může být s výhodou použita internetová síť, která má dostatečnou komunikační kapacitu, jak z hlediska rychlosti přenosu dat, tak i z hlediska objemu přenášených dat. Slabé místo komunikačního systému s IT je bezpečnost dat, zvláště, když

k ní mají přístup další instituce (SSP). Zjednodušené schéma takové sjednocené komunikační platformy je uvedeno na obr. 1.



Obr. 1 Komunikační platforma založená na síti IT

Příklad propojení skupin do jedné páteřní linie komunikačního systému je uveden na obr. 2.



Obr. 2 Příklad propojení skupin do jedné páteřní linie komunikačního systému

Principy komunikace

Vyměňované informace mezi domovními prvky jsou rozděleny do tří nadskupin, které jsou charakterizovány potřebnou šířkou přenosového pásma/přenosovou rychlostí. Rozdělovací linie mezi těmito skupinami není ostrá, naopak se překrývá.

Pro informační systém inteligentních domů je požadováno, aby všechny prvky tohoto systému komunikující v síti podporovaly systém OSI (Open Systems Interconnection) podle specifikace v ISO/IEC 7498. Podle této specifikace je 7 vrstev. Na základě definice OSI jako otevřený systém může být deklarován pouze systém, který vyhovuje normovým požadavkům na kompatibilitu každé ze sedmi vrstev. Vrstvy podle specifikace OSI (ISO/IEC 7498) jsou uvedeny v tab. 2.

Fyzická vrstva zahrnuje konektory, kabely a zařízení pro tvorbu digitálních signálů a dále zabezpečuje synchronizaci přijímaných a vysílaných relací.

Linková vrstva zabezpečuje formátování přenášených informací do rámců zahrnující adresu příjemce a odesílatele, vlastní přenášený údaj a případně údaje potvrzující přijetí zprávy příjemcem.

Síťová vrstva zabezpečuje směrování (routing) přes prepínače (routery) spojující komunikační linie.

Transportní vrstva konfiguruje přenášenou relaci (pakety).

Tab. 2 Vrstvy podle specifikace OSI (ISO/IEC 7498)

ISO/IEC 7498-1: Information technology					
Open System					
Uživatelé vrstvy	7	Aplikační vrstva	Aplikační kompatibilita	Přenos souborů, konfigurace, síťové služby	Aplikační protokol
	6	Prezentační vrstva	Interpretace dat	Překlad bitových zpráv	
	5	Relační vrstva	Řízení	Řízení přenosu, navázání na ukončení spojení	
Vrstvy přenosu dat	4	Transportní vrstva	Zabezpečení vzájemného spojení	Navázání a ukončení spojení, zamezení duplicit	Transportní protokol
	3	Síťová vrstva	Doručení zpráv	Adresace a směrování paketů	
	2	Linková (spojová) vrstva	Vstup medií a tvorba rámců	Kódování dat, kontrola chyb, přihlašování do sítě a zabránění kolísím	
	1	Fyzická vrstva	Elektrické spojení	Schéma modulace signálu, přenosová media (kroucená dvojlinka, silové kabely, koaxiální kabely, infračervený přenos, RF přenos, optické kabely)	
	0	Media		Tvorba logiky přenosu dat převodníků a tvorba logiky přenosu bitů	Transportní infrastruktura
	-1			Způsob sběru a a konverze základních signálů	

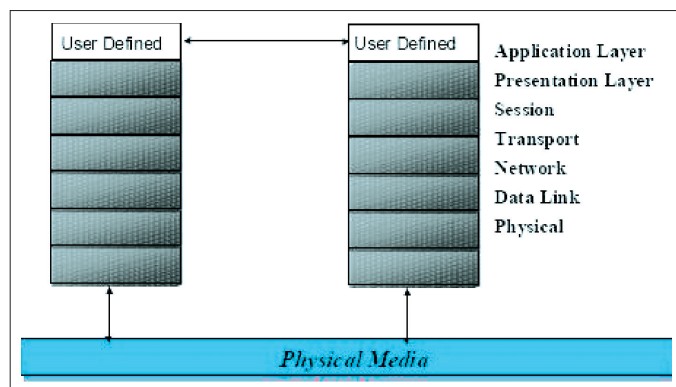
Poznámka: Vrstvy 0 a -1 nejsou specifikovány ISO/IEC 7498

Relační vrstva vytváří relace – neboli časové intervaly pro komunikaci mezi aplikačními procesy a synchronizuje komunikaci.

Prezenční vrstva vytváří překlad přenášených bitových řetězců do tvaru dostupného pro uživatele.

Aplikační vrstva pak poskytuje podpůrné služby jako je možnost dálkového programování jednotlivých prvků, výstupy údajů a informace z procesů.

Vrstvy jsou do jisté míry vzájemně závislé, například způsob vytvoření první vrstvy může mít vliv na řešení vyšších vrstev. Na základě systému OSI vrstev může být otevřený systém definován jako systém vyhovující standardizovaným požadavkům všech vrstev (tzn., že není obecně jednoduše možno napojit se na standardizovaný systém v izolovaných jednotlivých vrstvách). Příklad řešení sjednocení různých systémů je uvedeno na obr. 3.



Obr. 3 Příklad řešení sjednocení různých systémů

Mezi nejdůležitější dodavatele první vrstvy (vrstvy přenosu dat) pro domovní aplikace, včetně aplikací pro vytápění a vzduchotechnické systémy, patří technologie označené jako KNX® (dříve EIB) – zahrnující přední evropské elektrotechnické výrobce (Siemens, Merten, ABB, Bush-Jaeger a další) a jako LON® zahrnující rovněž některé evropské (Schneider-Electric), ale především americké technologie založené na mikroprocesoru firmy Echelon®.

Oba informační a řídicí technologické systémy jsou otevřené ve všech vrstvách. Některé řídicí systémy zahrnují pouze vyšší vrstvy (BACnet®).

Filosofie otevřeného systému je taková, že jakýkoliv výrobek nesoucí označení otevřeného systému např. KNX® (EIB) nebo LON®, může být za-

pojen do systému nesoucí stejné označení a je vzájemně kompatibilní ve všech vrstvách. Pouze v případě, když jednotlivá zařízení jsou zapojena do různých komunikačních sítí (např. kabelová síť a radiofrekvenční síť), je potřebné provedení komunikačního rozhraní.

Komunikační media

Přenos instrukcí a dat se děje všemi vrstvami způsobem, který je definovaný komunikačním protokolem, prostřednictvím komunikačních medií. Skupinové požadavky na komunikaci na nejnižší úrovni (fyzická úroveň komunikačního systému) se označují CCCB (Commands, controls and communications in buildings). Zahrnují požadavky na elektrické instalace, vytápění a vzduchotechnické systémy, zabezpečovací zařízení a také tzv. bílé zboží (domácí spotřebiče). Příklad hardwareových zařízení pracujících v rámci nejnižší (fyzické úrovně) jsou senzory a akční členy.

V principu existují čtyři hlavní skupiny komunikačních medií. Jsou to:

- ☐ komunikační kabely;
- ☐ infračervené vysílače a přijímače;
- ☐ bezdrátová komunikace;
- ☐ silové kabely.

Každé z těchto medií má určité výhody i nevýhody a jejich použití závisí na více faktorech. Při jejich volbě je nutno vzít do úvahy délku kabelové sítě, možnost vzdáleného přenosu jednotlivých medií, rychlost přenosu a objem dat apod. V některých případech je pro komunikaci výhodné použít více medií (např. RF přenos a kabelový přenos).

Komunikační kabely

Fyzická architektura řídicího systému ústí ve sběrníkové topologii, které závisí na použitém systému. Mohou být striktně lineární, nebo komplexnější – kruhové, větvené nebo i zcela volné.

Délkové omezení a omezení počtu prvků v jednotlivých systémech souvisí s rychlostí použité komunikace, způsobem tvorby signálu (impedance sítě) a napájením zařízení (běžně jsou jednotlivé prvky napájeny ze sběrnice).

V tab. 3 je uvedeno porovnání parametru sběrníkových systémů KNX a LonWorks.

Z tab. 3 je zřejmý rozdíl v rychlosti přenosu informace obou systémů v důsledku zásadně rozdílné modulace systémů, ale také délky kabelů v jedné linii.

Tab. 3 Porovnání parametru sběrníkových systému KNX a LonWorks

Parametr	KNX - TPI 64	KNX - TPI 256	Echelon LPT - 11
Přenosové medium	Stíněná kroucená dvojlinka		Stíněná a nestíněná kroucená dvojlinka
Topologie	Lineární, hvězdicová, větvená nebo kombinace		Hvězdicová, větvená nebo kombinace
Přenosová rychlost	9 600 bps		78 125 bps (podle počtu zapojených spotřebičů)
Napájení	Sběrníkové nebo individuální		Sběrníkové nebo individuální
Spotřeba zařízení	3 až 12 mA		Podle aplikace - až 100 mA
Napájecí soustava	30 V DC SELV, polarizace		48 V SELV
Maximální počet zdrojů na linii	2		1
Max. počet zařízení na linii	64	256	128
Délka kabelu linie	1000 m		320 (750) m
Vzdálenost mezi zařízeními	700		Podle délky kabelu

Uvedená délka kabelů může být zvýšena při použití opakovačů, za předpokladu, že objem přenášených dat není příliš vysoký. U obou systémů se doporučuje spíše než prodlužovat délku linie, použít více linií s liniovými spojkami.

Silové kabely

Použití silových kabelů se řídí normou EN 50065-1. Pro přenos signálu se používá frekvenční modulace o základní frekvenci pod úrovní 150 kHz.

V tab. 4 je uvedeno porovnání parametrů sběrníkových systému KNX a LonWorks.

Tab. 4 Porovnání parametrů silových sběrníkových systému KNX a LonWorks

Parametr	KNX PL 110	KNX PL 132	Echelon PL 3120/PL3150
Základní frekvence	90 až 125 kHz	125 až 140 kHz	125 až 140 kHz
Druhá pásmo	-	-	110 až 125 kHz
Efektivní datový přenos	1 200 bps	2 400 bps	4 800 bps
Propustnost	5 paket/s		18 paket/s

PL 110 je původní silová sběrnice vyvinutá společností Busch-Jaeger a sběrnice PL 132 je vyvinutá v rámci systému EHS, která má být použita především pro zásuvkové domácí spotřebiče (bílé zboží).

Oboje zařízení splňuje EN50065-1. Nezávislé testy prokázaly, že systémy PL132 and Echelon mohou pracovat nezávisle na stejné silové síti bez nežádoucí interference, kromě omezení datové propustnosti. Systém Echelon je schopen pracovat na vlnových rozsazích 9 až 95 kHz definovaných v EN50065-1 nazývané jako A rozsah.

Radiofrekvenční komunikace

Radiofrekvenční komunikace není pro aplikace v rámci budovy zatím široce rozšířena. Přenos je na vlnových rozsazích 433 MHz. (LonWorks) a 868 Hz (KNX) a je uskutečňován frekvenční modulací s rychlostí přenosu 16 384 bps. Maximální výkon vysílače je 12 mW. Bezdrátový přenos umožňuje větší volnost zavedení systémů především v již existujících objektech bez jakéhokoliv zásahu do stavebních konstrukcí, nicméně systém je omezen v důsledku útlumu signálu ve stavebních konstrukcích.

Volba komunikačního media

Klady a zápory použití jednotlivých druhů komunikačních medií jsou uvedeny v tab. 4.

Architektura monitorovacích a řídicích systémů ústí ve sběrníkovou topologii, která může být striktně lineární – tzv. daisy architektura, se seriovou paralelním zapojením jednotlivých prvků, nebo komplexnější, přes strojovou a kruhovou strukturu, k úplně volné topologii.

Volná topologie však přináší jisté omezení jako jsou :

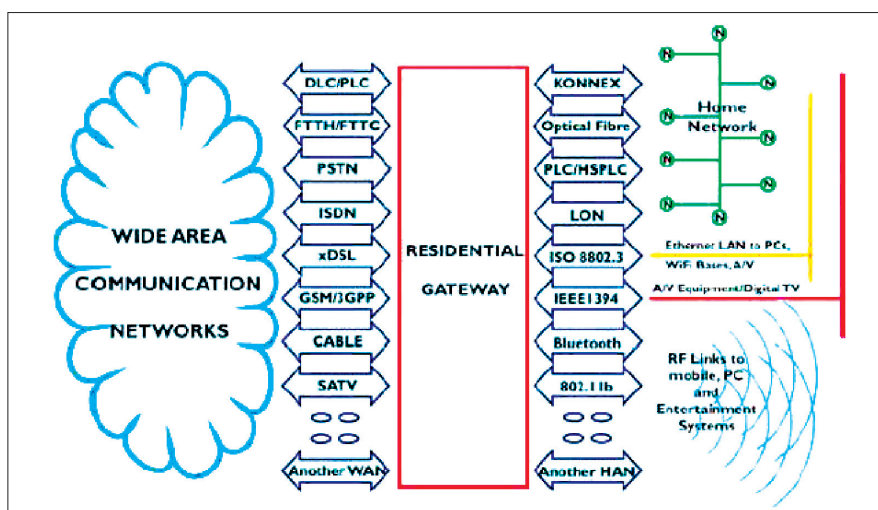
- délka kabelů každé větve (v důsledku omezené rychlosti komunikace);
- napájení zařízení prostřednictvím komunikačních kabelů.

Komunikace KNX se řídí obecně normami EN 50090 a pro komunikace silovými kabely EN 50065-1.

Komunikační brány

Pro síťový přístup existuje více technologických možností (kroucená telefonní dvojlinka (xDSL), připojení koaxiálními a světelnými kabely k TV síti, WiFi technologie, přímý přenos satelitní sítě (GPS), napojení na počítačové sítě a další. Tato připojení (komunikační brány) mohou být zatím nekompatibilní v různých OSI vrstvách, což může pro otevřené systémy v blízké budoucnosti znamenat problém. Komunikační brány vhodné pro bytové domy jsou specifikovány v normě ISO/IEC 15045-1.

Příklad komunikačních bran pro domovní aplikace HES je uveden na obr. 4.



Obr. 4 Příklad komunikačních bran pro domovní aplikace HES

Tab. 5 Příklad objektu v systému vytápění a větrání

Aplikace	Funkce	Poznámka
Manuální tlačítkový spínač	3 rychlostní spínání	ventilátor: zastaveno, rychlost 1, 2 nebo 3
(IR, RF) dálkový řídicí pokyn	ohřev/chlazení vzduchu	nastavení žádaná hodnota teploty (přednastavená při funkčních zkouškách)
Větrací vzduchovody	3 rychlostní spínání podle zapojených vzduchovodů	ventilátor: spínání rychlostí podle počtu otevřených vzduchovodů
Teplota přívodního vzduchu	PI-teplotní regulace	1 pulsní nastavitelná hodnota nahoru/dolů
Výkon ohříváče/ chladiče (chlazení vzduchu)	řízení otopného/chladičového výkonu	řízení výkonu ohříváče/chladiče frekvenčním měničem pohonu čerpadel
Časový programátor	automatická funkce, časové řízení větrání	může být programován denní, týdenní cyklus, nebo cyklus v závislosti na kalendářním datu
Detekce kvality vnitřního vzduchu	automatické přemostění jiných funkcí	kvalita vnitřního vzduchu přednastavena při funkčních zkouškách
Informace o funkci zařízení	displej	schematické zobrazení zařízení a monitorovaných (řízených) hodnot
Booleanská funkce	řízení interakce mezi různými vstupními signály	interakce priorit

Odvozené požadavky na HVAC systémy

Subsystémy řízení a monitorování HVAC v inteligentních budovách by měly vyhovovat výše uvedeným požadavkům. Subsystém zahrnující zařízení HVAC je velmi rozsáhlý a komplexní měla by pro něj být použita komplexní metodologie vyhovující i ostatním aplikacím pro jednotlivé subsystémy.

Požadavky by měly být řazeny do jisté posloupnosti zahrnující skupiny a vztahy jak mezi prvky ve skupině, tak mezi skupinami:

- ☐ Definice vztahů mezi zařízeními ve skupinách a mezi skupinami.
- ☐ Popis užití každého zařízení.
- ☐ Sumarizace funkčních požadavků a funkčních nastavení.
- ☐ Analýza existujících a připravovaných norem.

Typická sestava skupin pro domovní aplikace může být následující:

- ☐ Externí komunikace;
- ☐ Vnitřní elektronika a domovní komunikace;
- ☐ Užité vzory domovní komunikace a řízení;
- ☐ Energetická optimalizace (optimalizace výkonu a užití elektrických spotřebičů, optimalizace výkonu vytápěcí a klimatizační techniky);
- ☐ Řízení osvětlení;
- ☐ Řízení žaluzií;
- ☐ Řízení vytápění a chlazení;
- ☐ Řízení větrání;
- ☐ Centrální funkce a přenosové brány;
- ☐ Zařizovací předměty;
- ☐ Zabezpečovací zařízení;

- ☐ Telekomunikace;
- ☐ Telematika.

Požadavky mohou být uspořádány do maticové formy tak, aby bylo možno snadněji znázornit vzájemné vazby. Matice tvoří objektově orientovaný popis sestavy přednostně ve formě tabulkového procesoru, kde jednotlivé objekty jsou komunikující nebo/a řídicí prvky (zařízení).

Příklad objektu v systému vytápění a větrání je demonstrován v tab. 5 a komunikační matice je uvedena v tab. 6.

Tab. 6 Komunikační matice – ↑ směr pokynu

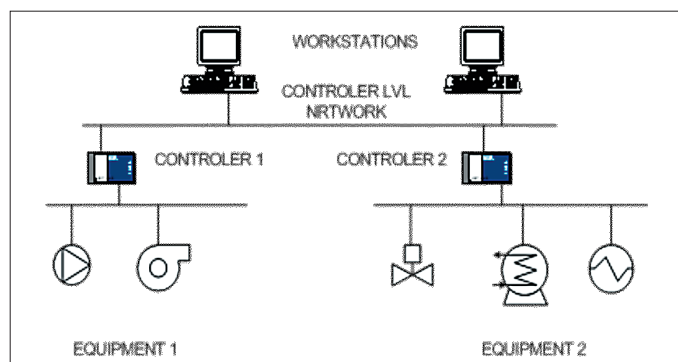
	Manuální (tlačítkový spínač)	Manuální (tlačítkový spínač) ohřev/chlazení vzduchu	(IR, RF) dálkový přenos	3 rychlostní ventilátor	Teplota vnitřního vzduchu	Ohřev/chlazení vzduchu	Časový program	Detekce kvality vnitřního vzduchu	Informace o funkci zařízení	Booleanská funkce
Manuální (tlačítkový spínač)				↑		↑	↓	↓	↑	↑
Manuální (tlačítkový spínač) ohřev/chlazení vzduchu						↑				↑
(IR, RF) dálkový přenos				↑	↑	↑			↑	↑
3 rychlostní ventilátor					↓		↓*	↓		↓**
Teplota vnitřního vzduchu						↑			↑	↑
Ohřev/chlazení vzduchu										↑
Časový program										↑
Detekce kvality vnitřního vzduchu										↑
Informace o funkci zařízení										
Booleanská funkce										

Tab. 5 a 6 mají tyto účely:

- ☐ identifikovat všechna nezbytná zařízení a aplikace příslušného softwaru podle požadované funkce;
- ☐ získat výpis materiálu a zařízení;
- ☐ odhadnout předpokládaný rozsah projekčních a inženýrských činností.

Existující řídicí a informační systémy pro vytápění a vzduchotechniku

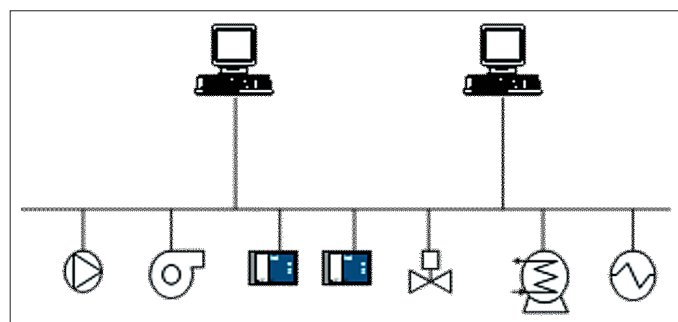
Široce stále používané systémy řízení a monitorování jsou založeny na hierarchickém systému řízení řídicími podstanicemi (PLC) a mikroprocesory. Architektura hierarchického systému monitorování a řízení HVAC je schematicky uvedena na obr. 5.



Obr. 5 Architektura hierarchického systému monitorování a řízení HVAC

Víceúrovňová architektura používající účelové regulátory může omezit přístup k datům – (např. pro řízení jsou používána jiná čidla než pro monitorování), může generovat poruchy způsobené přerušením komunikace v jediném místě sítě, způsobovat slabá místa v komunikaci a omezit používání produktů regulace pro různé účely. Největším problémem pro uživatele je, že zavedením tohoto systému bude po dobu života instalace odsouzen k používání zařízení pouze původního dodavatele.

Kompatibilita a otevřenost řídicích systémů vzduchotechniky vytápění a vzduchotechniky může být řešena otevřeným systémem. Typickými reprezentanty těchto řešení pro HVAC jsou systémy EIB/KNX®, LONWORKS® používající konfigurační programy TS3®, LONTALK® a částečně systém BACNET®, který je specializován především na řízení systémů HVAC, ovšem neobsahuje všechny již zmíněné vrstvy OSI. Architektura otevřeného systému monitorování a řízení HVAC je schematicky uvedena na obr. 6.



Obr. 6 Architektura otevřeného systému monitorování a řízení HVAC

Otevřenost systému v důsledku inteligentních prvků (řídicích podstanic) a komunikace inteligentními routery, umožňuje přístup k libovolnému prvku systému, v kterémkoliv místě sítě a v důsledcích obecně vede k systému s menšími pořizovacími a provozními náklady, možnosti budoucího rozšíření, ale především nezávislosti na původním dodavateli. Otevřený systém tak umožňuje integrovat klíčové subsystémy v budovách, jako jsou HVAC, umělé osvětlení, zabezpečovací zařízení, protipožární zařízení, a řízení výtahů, integrovat do jednotného systému inteligentní budovy.

Otevřené systémy umožňují integraci subsystémů řízení budovy různých výrobců jako HVAC, osvětlení, zabezpečovací zařízení do jednoho inteligentního systému malého systému budovy (za předpokladu, že zařízení odpovídá standardům). Otevřené systémy umožňují rozšíření certifikovaným zařízením a libovolné certifikované zařízení může být odebráno bez nezbytného zásahu do softwaru.

KNX VS. LONWORKS

KNX

Partneři sdružení v CENELEC zabývající se řídicími systémy v budovách (BatiBUS, EIB a EHS) provedli koordinaci specifikací parametrů v oblasti domovních aplikací a zformovali základ evropské normy EN 50 090 pro otevřené systémy v budovách a sdružili se do asociace KNX.. Tato norma je založena na komunikaci používané v systému EIB, rozšířená o další fyzické vrstvy, konfigurační moduly a aplikace. Jako konfigurační software je používán ETS (Engineering Tool Software), který je společný pro většinu produktů, které vyhovují požadavkům normy EN 50 0090, bez ohledu na výrobce nebo dodavatele produktu.

Komunikace KNX se řídí obecně normami EN 50090. Komunikace silovými kabely se řídí EN 50065-1.

V současné době se asociace KNX zaměřuje na podporu normalizace, certifikaci produktů, služeb pro zabezpečení systémové kompatibility a interoperability, podporu trhu pro produkty a systém implementující normu EN 50090 a podporu realizátorů aplikací. Ke KNX je také přidruženo KNX Scientific Partnership Forum, které je určeno pro výměnu informací z vědecké a výzkumné činnosti v této oblasti.

LonWorks

Echelon Corporation a společnost LONMARK vytvořila architekturu určenou pro oblast automatizace v budovách. LON definoval také způsob komunikace (především komunikační brány), která může být užita pro řízení zařízení a systémů v bytových domech. Na platformě LONWORKS existuje řada aplikací specializovaných firem na HVAC řídicí systémy (Schneider-Electric, Honeywell, Johnson Controls) zvláště ve velkých komerčních centrech a u průmyslových projektů.

Oba protokoly jsou v různém rozsahu přizpůsobeny na očekávané změny v domácnostech a budovách.– všeobecný rozvoj komunikačních sítí, vývoj v oblasti komunikačních protokolů a co je nejdůležitější obecné použití Internetu jako komunikačního media – specificky, webovských serverů, webovských služeb, HTML a XML a další.

Výhody a přínosy integrovaných systémů HVAC

Dobře komunikující systém řídicí systém s funkčním managementem je podstatná podmínka pro energeticky účinné provozování budovy. Velmi důležitá podmínka v tomto ohledu je naladit funkci zařízení a její řízení podle samotné budovy z hlediska jejího provozování a tepelně technických vlastností

V současné době typický přístup k návrhu systému HVAC je, že projektant vzduchotechniky **nebo/a** (přičemž **a** je příznivější případ) vybere zařízení podle požadovaného tepelného, chladicího a vzduchového výkonu a toto zařízení poskládá. Tento návrh je pak předán pracovníku specializovanému na MaR, který navrhne zařízení, které vyhovuje pouze navrženému technickému zařízení. Tepelně technické (dynamické) parametry budovy jsou běžně zanedbány a nejsou brány do úvahy jako součást řídicího systému. Časové zpoždění vlivu klimatických podmínek na požadovaný tepelný nebo chladicí výkon způsobený tepelnou akumulací budovy, není při návrhu řídicího systému uvažováno. To vede v důsledcích ke spotřebě energie vyšší než je optimální a k tepelnému diskomfortu, bez ohledu na míru sofistikovanosti navrženého zařízení.

Specificky spotřeba energie v budovách, která je aktuálním tématem mnoha diskuzí, polemik a přemětem snah o její snižování, může být jednoduše snížena optimální funkcí zařízení HVAC, pouze optimalizací návrhu zařízení HVAC a řídicího systému. Tato optimalizace může být dosažena právě integrovaným přístupem při návrhu technických zařízení budov. Zvyšující se požadavky na tepelně izolační vlastnosti budov a specificky budov pro bydlení a administrativních budov, vedou také k novým funkčním požadavkům na prvky a systémy HVAC. Teoretické studie podložené experimenty prokázaly, že vysoce tepelně izolované budovy jsou velmi citlivé na tepelnou zátěž (tepelné ztráty a vnitřní i vnější zisky). Tato skutečnost může vést ke změnám existujících běžných požadavků na systémy HVAC. Specificky ve vysoce tepelně izolovaných budovách, s malou tepelnou akumulací schopností, vzniká obecně požadavek na velkou pružnost systému HVAC a v letním období zvýšený požadavek na kompenzaci tepelných zisků (obecně znatelný vliv na mikroklimatické podmínky může mít i provoz domácích spotřebičů) a paradoxně u těchto budov nemusí se zvyšující se tepelnou izolací klesat celková spotřeba energie potřebná na tvorbu optimálních mikroklimatických podmínek.

Další zdroj snižování spotřeby energie na provoz budovy může tedy být hledán především v optimalizaci systému tvořenou budovou, systémem HVAC a řídicím systémem.

Skupina HVAC jako významná skupina (cluster) v informačním systému inteligentních budov má jednu z nejvyšších důležitostí. Správný návrh systému HVAC s vhodným řídicím a informačním systémem a s kvalifikovanou obsluhou jsou nezbytné podmínky pro efektivní řízení budovy.

ZÁVĚR

Poslední vývoj v technologiích, komunikaci, v požadavcích na úsporu energie a v neposlední řadě na poli sociálním (zvyšující se průměrný věk populace) vede ke zvyšujícím se požadavkům na řídicí a informační systémy obecně v prostředí budov a speciálně v prostředí budov pro bydlení. Nové aktivity v této oblasti vedly ke vzniku materiálu CENELEC SmartHouse Code of Practice CWA 50487:2005, který definuje obecné požadavky pro širší aplikaci řídicích a informačních systémů v budovách. Tato práce CENELEC není abstraktní futurologické dílo, ale je odvozena z posledního vývoje v této oblasti (tj. existujících prostředcích umožňujících uvedení aplikace). Z tohoto materiálu vyplývají požadavky na HVAC prvky a systémy a na způsob jejich řízení. V tomto příspěvku jsou nastíněny obecné teze těchto požadavků. V zásadě mohou být tyto požadavky splněny pouze použitím otevřených systémů komunikujících na společné platformě prostřednictvím sběrnic, routerů a ITP/IP protokolů tak, že systémy mohou být doplňovány, upravitelné a umožňují přístup k libovolnému prvku v síti a to fyzickým připojením k síti, nebo prostřednictvím internetu.

Otevřené systémy umožňují integraci jednotlivých domovních systémů jako je HVAC, osvětlovací soustava, bezpečnostní technologie, provoz výtahů a protipožární signalizaci do jednotného inteligentního systému. (Předpokládá se však použití pouze zařízení, které je certifikované podle příslušných norem). Takový otevřený systém umožňuje rozšíření libovolným certifikovaným prvkem a opačně libovolný prvek může být jednoduše ze systému odpojen bez zásadní korekce softwaru.

Poděkování

Tato příspěvek by vypracován v rámci grantu MŠMT ČR č. MSM 7088352102 a grantu Grantové Agentury ČR (GAČR) č. 102/03/0625.

Kontakt na autora: e-mail: zalesak@fai.utb.cz

Použité zdroje:

- [1] SmartHouse Code of Practice CWA 50487:2005. CENELEC, 2005
- [2] Open System Design Guide. Designing Open Building Control Systems Based on LonWorks® Technology. Version 2.0. ECHELON CORPORATION

- [3] Open System Specification Framework. A Framework Systems with LonWorks® Technology. Version 4.0. ECHELON CORPORATION
- [4] EN 50090 Home and building electronic system
- [5] ISO 16484 Building Automation and Control Systems
- [6] PrEN 14908 Control Networks Protocol
- [7] ISO/IEC 15045-1: Information technology – Home electronic system (HES) gateway
- [8] „Project Engineering for EIB Installations. Basic Principles“, 4th (revised) edition, EIBA, 2005
- [9] Zálešák, M., Vašek, V.: *Problems of intelligent buildings control and communication systems*. Proceedings of 16th International DAAM Symposium, 2005
- [10] Balch, T.: *A Perspective on Open Systems In Building Controls*. Eurotex, 2005
- [11] Kell, A., Colebrook, P.: „Open Systems for Homes and Buildings. Comparing LonWorks® and KNX“, i&i limited, 2004
- [12] Sauter, T., Dietmar, D., Kastner, W.: *EIB Installation Bus System*. Publicis Kommunikations Agentur GmbH, Munich, 2001
- [13] „Investigating open System. Comparing LonWorks® and BACnet®“. White paper. STRATA RESOURCE INC, 2004. ■

* Skleník Fata Morgana

Pražská botanická zahrada byla založena v roce 1969, původně jen k vědeckým účelům. Od roku 1992 jsou ale venkovní expozice zpřístupněny návštěvníkům, stále se rozrůstají a nabízejí nové vycházkové okruhy.

V letech 1996 až 2003 byl na jižním svahu trojské stráně vybudován skleník Fata Morgana, který byl v září 2003 otevřen pro veřejnost. Stavba je zčásti zapuštěna do kamenité stráni, která je v interiéru využita. Rozloha skleníku je 2193 m², expoziční plocha je 1750 m². Sám skleník má protáhlý esovitý tvar, je 130 m dlouhý, 17 m široký a výška dosahuje až 11 m nad terénem. Budova skleníku je rozdělena na tři rozdílné expozice: v první, suché části, se představuje rostlinstvo polopouští Afriky, Madagaskaru, Austrálie a Mexika. V této části se denní teploty pohybují od 20 do 30 °C, noční klesají na 16 až 20 °C a relativní vlhkost dosahuje 35 až 55 %. Další část skleníku představuje rostlinstvo nížinných deštních a monzunových lesů tropů jižní a střední Ameriky, Vietnamu a Tichomoří. Denní teploty se zde pohybují od 22 do 30 °C, noční od 20 do 26 °C a relativní vlhkost je udržována na 90 až 95 %. Poslední částí je chlazený horský skleník s rostlinstvem tropických hor a nížinného horského lesa Ameriky, Asie a Afriky s denní teplotou 18 až 25 °C, noční 10 až 15 °C a relativní vlhkostí 80 až 90 %.

Stavba je zajímavá svým unikátním řešením – příchod k botanickým expozicím je veden proskleným tunelem pod tropickým jezírkem. V interiéru nabízí pohled na vodopád a rozhled po skleníku z vyhlídkové plošiny. Letos již po páté byla ve skleníku výstava živých cizokrajných motýlů. Jejich kukly byly dovezeny ze šlechtitelské stanice ve Velké Británii, ve skleníku se líhnou před očima návštěvníků ve speciálních líhních. Letos jsou zde k vidění cca čtyři tisíce exemplářů téměř 40 druhů motýlů. Odborník ocení mnohá technická řešení, laika potěší motýli a množství kvetoucích rostlin.

(Laj)

* Stejně funkce s nižšími náklady

V současné době se ukazuje problémem řemeslné oddělování slabé – a silnoproudých zařízení, jakož i automatizace a měřicí a regulační techniky budov. Na základě toho nabývá na důležitosti požadavek komplexních řešení. Systémově orientovaná politika jednoho výrobce vzájemně sladěných elektrických zařízení povede ke snižování investičních, instalačních a provozních nákladů. Výhoda takového řešení tzv. „Total Building Solution“ se ukázala u hotelu Mövenpick, otevřeného v červnu 2006 ve Frankfurtu, na kterém profitovali jak investor, tak i generální příjemci a uživatel.

CCI 11/2006

(Ku)