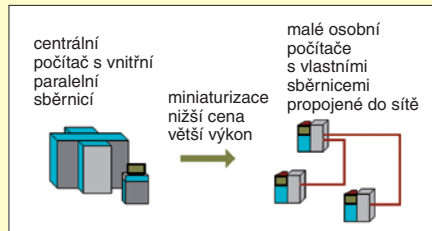


Intelligentní instalace v budovách

Ing. Josef Kunc

Trocha historie

S rozvojem výpočetní techniky byly postupně vytvářeny různé elektronické řídicí systémy pro řízení jednotlivých technologických procesů. Historii využití elektronických řídicích procesů lze datovat od počátku 60. let minulého století, kdy na trhu již byly skutečně využitelné počítače. Veškeré komponenty byly propojeny vnitřní paralelní sběrnici, po níž si vzájemně předávaly potřebné informace. Rychlý technický rozvoj v 60. a 70. letech 20. století umožnil miniaturizovat a také výrazně snížit ceny potřebných stavebních prvků počítačů. Takže již koncem 70. let byly k dispozici osobní počítače. Bylo však již také možné aplikovat dílčí inteligenci do jednotlivých prvků rozprostřených ve větším prostoru a vzájemně komunikujících po sběrnici. Ze zcela uzavřeného systému tak vznikaly systémy otevřenější, dovolující stavebnicově doplňovat tyto systémy o další funkce.



Obr. 1. Řízení centrálním počítačem a několika osobními počítači

Ačkoliv ve světě občas byly úspěšně uskutečněny informativní pokusy s řízením funkcí nezbytných pro řízení provozu technických zařízení budov výpočetní technikou, do naznačené oblasti se použití této techniky v podstatě nerozšířilo. Bylo to především z důvodu velmi nízkých cen energie, a tedy i pro ekonomicky neodůvodnitelné náklady na regulaci její spotřeby. Jen pro informaci: Na počátku první energetické krize v první polovině 70. let byla cena jednoho barelu ropy na světovém trhu pouhých 50 centů, takže jakékoliv šetření energií v budovách nebylo potřebné. Ovšem jiná situace nastala po skončení této krize, kdy cena barelu ropy vzrostla v podstatě skokově přibližně na 7 amerických dolarů, zvýšení ceny tedy bylo čtrnáctinásobné. A jak nyní je již dobře známo, bylo možné očekávat postupný další růst cen. V mnoha zemích proto následovala různá opatření vedoucí k úsporám energie. V ekonomicky vyspělých zemích to mělo za následek jednak změny norem nejen

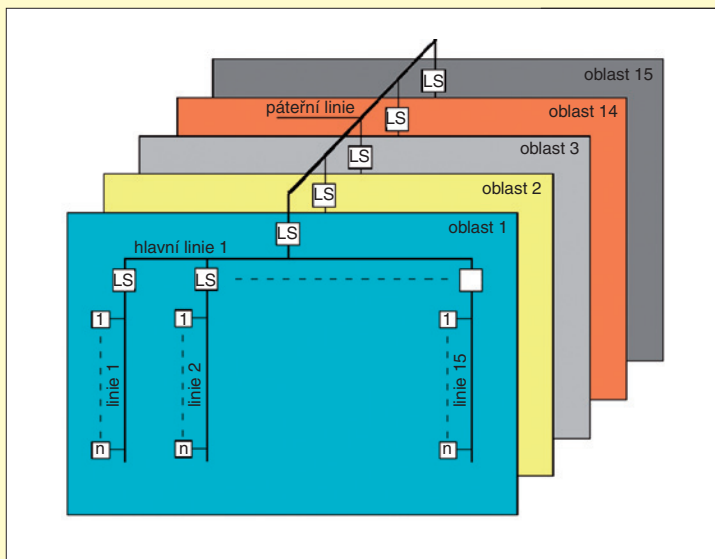


pro stavebnictví (např. lépe tepelně izolované vnější pláště budov), jednak státem podporované vývojové úkoly k zabezpečení co nejeekonomičtějšího hospodaření s energií.

Avšak v tehdejší ČSSR se ve stále větším měřítku stavěly panelové domy s nedostatečnou tepelnou izolací. Stát se omezil pouze na proklamace o nutnosti šetřit energií a jako snad jediné, avšak z hlediska skutečných úspor elektrické energie v podstatě nesmyslné opatření, byl zákaz provozu neonových reklam.

Toto opatření totiž bylo skutečně vidět a bylo realizovatelné bez jakýchkoliv nákladů.

Přestože v oblasti domácího vývoje a přípravy výroby probíhalo mnoho přípravných kroků, jejich realizace byla znemožňována striktními cenovými předpisy. Nebylo totiž možné zavést do výroby nový prvek pro bytovou výstavbu, pokud jeho základní parametry nebyly lepší než u výrobku nahrazovaného. Ovšem úspory energie nebyly zařazeny mezi tyto základní parametry. A cenu bylo



Obr. 2. Topologické členění KNX instalace

možné zvýšit pouze přímo úměrně ke zlepšení parametrů. I v takovýchto zcela nesmyslných opatřeních státu lze hledat kořeny celého dvacetiletého období hlubokého útlumu hospodářského rozvoje ČSSR.

K určité informovanosti o tom, co se děje ve světě, však napomáhaly poměrně těžce dostupné zahraniční odborné časopisy, ale také některé konference s mezinárodní účastí. Již v polovině 70. let na pražské konferenci Vytápění, větrání, klimatizace, doprovázené rozsáhlou výstavou regulační techniky

ny řídicí sběrnice systémy vyráběné některými výrobci a určené pro specifické účely, jako je řízení technologických procesů nebo řízení funkcí v budovách.

V této první etapě rozvoje sběrnice systémů byly vyvinuty a na trh dodávány sběrnice systémy pro řízení funkcí v budovách, jako např. firmou Busch-Jaeger Elektro poměrně jednoduchý systém X-10 vyráběný v americké licenci, v němž jako sběrnice pro komunikaci bylo využito silové vedení 220 V AC.

bus) a zahájily rozsáhlou výstavbu velkých nákupních středisek, v nichž byly německými projektanty navrženy a německými montážními organizacemi dodány tyto systémové instalace.

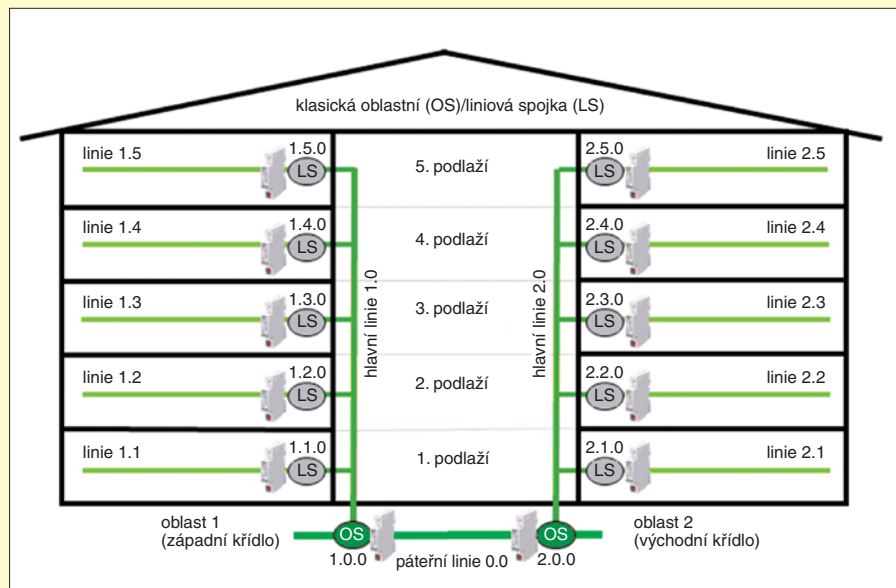
Ve Francii v téže době vzniklo jiné sdružení výrobců pod vedením Schneider Electric – Club Batibus, rozvíjející poněkud odlišný sběrnice systém. Z prostředků Evropské unie byl financován vývoj dalšího systému. Pro tento účel byla založena asociace EHS (European Home System Association), v níž byla sběrnice tvořena silovým vedením 230 V AC.

Americký decentralizovaný sběrnice systém LON works, vyvinutý firmou Echelon původně pro řízení technologických procesů, se rovněž začal uplatňovat i pro řízení funkcí v budovách. K ovládní využíval tlačítkové a další snímače vytvořené pro systém EIB v designech významných výrobců jako ABB, Siemens, Gira apod. K tomu účelu byly vytvořeny specializované sběrnice spojky LON, vždy několik typů pro jednotlivé skupiny snímačů každého z výrobců.

Souběžně vznikaly i menší sběrnice systémy (především s centrálními řídicími jednotkami) u jednotlivých výrobců. Tyto systémy byly zpravidla produktem jednoho výrobce, byly uzavřené a neumožňovaly komunikaci s přístroji jiných výrobců. Jejich funkcionality byla poměrně často omezena a byly určeny pro méně náročná použití nebo pro malý rozsah aplikací. Ve svých počátcích bylo možné tyto systémy programovat pouze manuálně, až po zapojení instalace, např. stisky tlačítkových ovladačů a tlačítek na akčních členech s nimi komunikujících a umístěných v rozváděčích. Teprve později byly mnohé z nich vybaveny i možností softwarového programování, a tedy byly rozšířeny funkcionality těchto systémů (např. možnost vytvářet logické vazby). Uvedme jen několik příkladů těchto systémů:

I. Systémy s komunikací po samostatné sběrnici, pracující na malém napětí:

- **Nikobus** (výrobce: belgická firma Niko, nyní součást koncernu Eaton) – s dvoužilovou sběrnici, se směsí centrálních řídicích jednotek a decentralizovaných přístrojů, maximální délka sběrnice 1 000 m, nejvýše 5 000 přístrojů, zpočátku pouze s tlačítkovým programováním, později i s možností využít softwarové nastavení adres a parametrů;
- **E-gon** (výrobce: ABB s. r. o., Elektro-Praga) – se čtyřžilovou sběrnici, centrální řídicí jednotky, max. osm linií po 64 účastnících, od počátku s možností jednoduchého adresování tlačítky i softwarového programování (využívá se načtení zapojené instalace do PC a následná parametrizace a nastavení komunikace);
- **PHC** (výrobce: německá firma PEHA) – se čtyřžilovou sběrnici, max. čtyři linie po 64 účastnících, vždy s centrální řídicí jednotkou.



Obr. 3. Příklad topologického uspořádání KNX instalace v konkrétním objektu

na brněnském výstavišti, mohl být prezentován výsledek německého, státem podporovaného vývojového programu – řízení spotřeby energie pro vytápění a osvětlení osobním počítačem. Na příkladu školy byly dokumentovány dosažené úspory při řízení podle rozvrhu hodin. Tehdy totiž ještě nebylo možné použít např. vazbu řízení spotřeby energie na přítomnost osob ve sledovaných místnostech, jelikož k tomuto účelu potřebné snímače ještě nebyly k dispozici. V tomto případě šlo o systém s centrální řídicí jednotkou (osobním počítačem), která časově řídila provoz jednotlivých funkcí.

Nyní již tedy bylo možné vytvářet i rozsáhlejší řídicí systémy, které pracovaly na základě propojení i několika osobních počítačů s přiřazenými vnějšími komponentami, jak je znázorněno na obr. 1.

Rozvoj sběrnice systémů

Postupující miniaturizace elektronických obvodů dovolila výrobu mikroprocesorů a mikrokontrolérů (tedy mikroprocesorů vybavených vestavěnými pamětmi), které bylo možné použít i v jednotlivých přístrojích. Pak již nebylo nemožné vytvářet i decentralizované řídicí systémy s rozprostřenou „inteligencí“. V polovině 80. let tak již mohly být dodává-

Systém Sigma i-bus z produkce ABB byl propracovanější, ke komunikaci využíval samostatnou sběrnici. Dalším takovýmto firemním systémem byly prvky koncernu Siemens. Tyto jednotlivé systémy byly programovány softwarově nebo jednoduše manuálně přiřazením programovacími tlačítky; byly uzavřené a neumožňovaly vzájemnou komunikaci mezi výrobky různých výrobců.

Pro zajištění vyšší úrovně funkcionality a umožnění spolupráce přístrojů různých výrobců připojených ke společné sběrnici se v roce 1987 sdružily firmy Siemens, Jung, Insta a Merten a zahájily společný vývoj decentralizovaného systému *instabus*. V následujících letech se k těmto firmám přidalo mnoho dalších renomovaných výrobců, kteří v roce 1990 založili mezinárodní asociaci EIBA (European Installation Bus Association) se sídlem v Bruselu [1], [2]. Tím byla zahájena druhá etapa rozvoje sběrnice systémů. V roce 1992 byly dokončeny práce na tvorbě programovacího softwaru ETS a ihned poté všechny členské podniky asociace EIBA zahájily prodej EIB přístrojů. Nejstarší instalace s přístroji EIB/KNX jsou tedy datovány z tohoto období. A to nejen např. v Německu, ale také v České republice. V té době totiž razantně vstupovaly na trh různé velké maloobchodní organizace (např. Glo-

II. Systémy s komunikací po silovém vedení:

– **LCN** (výrobce: německá firma Issendorff) – decentralizovaný systém, až 250 přístrojů v jednom segmentu (s možností vytvořit až 120 segmentů), ovládací prvky ze systému KNX od výrobců ABB, Berker, Jung a Gira.

III. Systémy s radiofrekvenční komunikací:

– **EnOcean** (více výrobců) – bezbateriové snímače s jednosměrnou komunikací, dosah 30 až 300m, doplněk k jiným systémům, k dispozici rozhraní RF/KNX;

– **X-Comfort** (výrobce: Eaton) – dosah 30 až 50m, nejvýše 200 přístrojů.

Některé firmy pro svoje systémy využívají programovatelné automaty (PLC). Takováto centrální řídicí jednotka je poněkud levnější, avšak problémem bývají ovládací prvky, které zpravidla nejsou výrobky těchto firem, a jejich využití je mnohdy třeba přizpůsobit danému systému. Mnohem náročnější je naprogramování takové instalace.

Existují také systémy využívající i jiné specializované sběrnice, např. automobilní sběrnice CAN, u níž je maximální vzdálenost účastníků omezena jen na nejvýše desítky metrů.

Současný stav sběrnice systémů

Nyní se hovoří o třetí etapě rozvoje sběrnice systémů, kdy jednotlivé systémy jsou schopny komunikovat nejen po vlastním sběrnice vedení nebo po vodičích silové elektrické instalace, ale také radiofrekvenčním přenosem, a především po sítích LAN (IP). Takovéto systémy musí navíc dovolovat komunikaci i s jinými dílčími technologiemi (s jejich řídicími jednotkami) tak, aby všechny funkce a funkční oblasti použité v objektu mohly vzájemně komunikovat. Mezi ně lze zařadit různé specializované technologie

vybavené rozhraním KNX, jako jsou vzduchotechnické jednotky (např. Atrea, Mitsubishi), velké zdroje tepla (Viessmann, Buderus atd.), ale také audio- a videosystémy (např. Crestron, WHD), ústředny elektronického zabezpečení budov (ABB) a další prostředky.

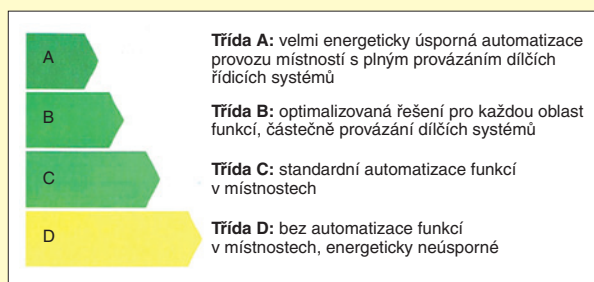
Potom může být vytvořena společná základna pro komplexní řízení všech funkcí v objektu a následně pro zabezpečení maximálních úspor energie (tedy pro minimalizaci zbytečné spotřeby energie) při současném zjednodušení řízení všech těchto funkcí a zvýšení pohodlí při užívání objektu.

V průběhu tohoto roku bude využitelnost systému dále rozšířena o měření všech nakupovaných energií (elektřina, plyn, voda,

Původní otevřený systém EIB s nepříliš rozsáhlými možnostmi vzájemného přenosu informací s jinými systémy se stal rovněž otevřeným systémem, pod označením KNX (od roku 1999), avšak s podstatně širšími možnostmi. Od roku 2003 je normalizován v Evropě (soubory norem ČSN EN 50090, ČSN EN 13321) a od roku 2006 také celosvětově (soubor norem ISO/IEC 14543). Zavedení systému KNX do celosvětových norem nastartovalo prudký nárůst počtu budov vybavených touto technikou, a to na všech obyvatelných kontinentech. Rychle také přibývá členů (výrobců) mezinárodní asociace KNX. Tento systém se v celosvětovém měřítku stává nejpoužívanější programovatelnou instalací pro řízení funkcí v budovách.

Decentralizované přístroje systému KNX nyní vyrábí více než 220 firem z celého světa. Prozatím jediným členem asociace KNX z České republiky je Jepak elektronika Praha; ve svém výrobním sortimentu má např. vícenásobné spínací akční členy. Na trhu v České republice jsou nejpoužívanější KNX přístroje od firem ABB, Gira, Jung, Merten

a Siemens. Všechny KNX přístroje podléhají povinným zkouškám uskutečňovaným v jedné z pěti certifikovaných zkušeben (např. DIAL Lüdenscheid). V nich se kromě základních zkoušek elektrické bezpečnosti a elektromagnetické kompatibility detailně prověřují aplikační programy, ale především schopnost bezproblémově komunikovat s přístroji jiných výrobců určených pro obdobné funkce. Potom v jediné instalaci může zcela bezproblémově spolupracovat množství rozličných přístrojů od různých výrobců, bez ohledu na jejich datum výroby. Takže přístroje z roku 1992 budou spolehlivě komunikovat s nejnovějšími přístroji, jejichž dodávky budou zahájeny např. v roce 2020. Anebo jinak řečeno, přístroj od jednoho výrobce může být snadno nahrazen přístrojem se stejnou nebo vyšší funkcionalitou, ovšem pro stejné přenosové médium, avšak od jiného výrobce. Systém tedy plně vyhovuje všem požadavkům na stavebnicovou koncepci decentralizovaného řízení funkcí. V jediné sběrnice instalaci KNX může spolupracovat více než 58 000 účastníků, uspořádaných až do patnácti oblastí, každá s nejvýše patnácti liniemi, jak je znázorněno na obr. 2. V jedné linii, skládající se ze čtyř liniových segmentů, může být až 256 účastníků. Každý z těchto účastníků může být přístrojem s kombinací ve velkém rozsahu funkcí (např. dvanáct silových spínaných výstupů, dva polovodičové výstupy, jeden žaluziový výstup, jeden výstup pro řízení otáček ventilátoru konvektoru a osmnáct binárních vstupů). Znamená to tedy, že počet účastníků ještě vůbec nic neříká o možném počtu funkcí v instalaci KNX.

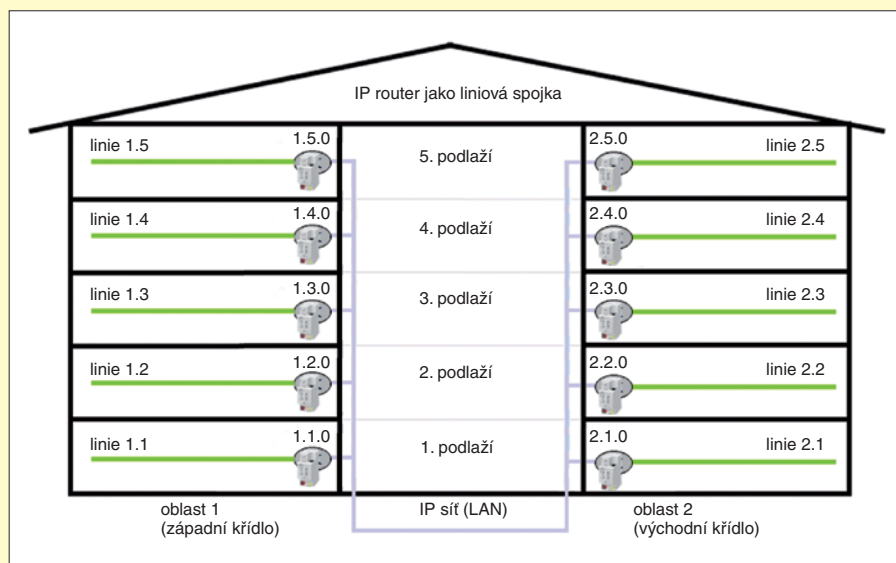


Obr. 5. Třídy budov podle energetické náročnosti

teplo), s odesláním naměřených hodnot jejich dodavatelům a se zakomponováním měřených hodnot i do vizualizačních prostředků a pro případné programové řízení spotřeby (*smart grid*).

Znamená to, že měřicí přístroje pracující např. na sběrnici BacNet budou komunikovat nejen s dodavateli jednotlivých energií, ale také se systémovou instalací KNX.

Kromě toho komunikace po IP sítích dovoluje i snadné společné zobrazování nejen jednotlivých funkcí budov, ale také aktuálních záběrů z webových kamer, komunikaci prostřednictvím internetu a mnohé další funkce.



Obr. 4. Příklad topologického uspořádání KNX instalace s IP páteří linií

Jak bude topologicky uspořádána instalace KNX např. v pětipodlažním objektu stavebně rozděleném do dvou křídel je znázorněno na obr. 3. Jednotlivé pracovní linie jsou uloženy horizontálně, zatímco hlavní linie oblastí budou svisle svedeny na páteřní linii opět uloženou horizontálně.

Přenosová rychlost na sběrnici v instalaci KNX je $9\,600\text{ bit}\cdot\text{s}^{-1}$. S ohledem na potřebu přenosu neustále se zvětšujícího objemu informací v co nejkratším čase, nejen pro potřeby vizualizace, je v rozsáhlých instalacích zcela nezbytné vytvářet instalace s páteřní linií na IP síti, na níž je přenosová rychlost 10 nebo $100\text{ Mbit}\cdot\text{s}^{-1}$. Při výrazně větší přenosové rychlosti je tedy možné přenášet mnohonásobně větší objem dat. K páteřní IP linii pak lze připojovat jednotlivé oblasti KNX prostřednictvím IP routerů, zapojených namísto oblastních spojů. Je však také možné tyto routery použít místo liniových spojů, a tedy všech možných 255 KNX linií připojit k páteřní IP linii. Topologické uspořádání z příkladu podle obr. 3 se potom zjednoduší (viz obr. 4).

Jak rozhodnout o použití systémové instalace v projektovaném objektu?

O tom, zda v právě projektovaném komerčním a podobném objektu bude využita systémová elektrická instalace, lze rozhodnout zcela jednoduše v závislosti na tom, do které ze tříd podle energetické náročnosti podle obr. 5 (v souladu s evropskou normou EN 15232) má být objekt zařazen.

Není totiž žádoucí stavět nové objekty nejen nedostatečně tepelně izolované, ale také nevybavené dokonalými řídicími systémy, zabezpečujícími velmi hospodárné řízení spotřeby energií, tedy maximálně zabraňujícími zbytečné spotřebě energie.

Má-li být budova hodnocena jako energeticky úsporná, musí být vybavena takovými řídicími systémy, které vzájemně spolupracují, a nedovolují nadměrné plýtvání energií.

Budova, která má být zařazena do nejvyšší energetické třídy A (nejúspornější), musí být vybavena alespoň těmito vzájemně provázanými funkcemi:

- provázané individuální řízení teploty v místnostech,
- závislé řízení teploty zdrojů tepla a teploty průtokového média,
- řízení na stálou osvětlenost s otevřenou regulační smyčkou s vazbou na denní světlo,
- řízení osvětlení ve vazbě na přítomnost,
- elektricky ovládané stínění venkovními žaluziemi,
- řízení žaluzií a osvětlení ve spolupráci s řízením vytápění, ventilace a klimatizace.

Pro energetickou třídu B je třeba zajistit alespoň tyto provázané funkce:

- individuální řízení teploty v místnostech,
- řízení teploty zdrojů tepla a teploty průtokového média podle venkovní teploty,
- řízení osvětlení ve vazbě na přítomnost,
- elektricky ovládané stínění venkovními žaluziemi,
- řízení žaluzií a osvětlení ve spolupráci s řízením vytápění, ventilace a klimatizace.

Uvedené příklady vybavení budov energetických tříd A a B jednoznačně vypovídají o absolutní nezbytnosti použití dokonalé systémové instalace a dílčí systémy s možností plné komunikace na základě otevřených komunikačních protokolů (KNX, LON apod.).

Poněkud jiná situace bude v bytových objektech. Zde je nutné nejdříve co nejdrobněji popsat činnosti všech funkcí použitých v budově a teprve poté lze rozhodnout, zda použít některý z řídicích systémů. Nejde přitom pouze o obvyklé funkce, mezi něž patří spínání a stmívání osvětlení, včetně vytváření scén, řízení vytápění, ventilace



Ing. Josef Kunc je absolventem oboru technická kybernetika na elektrotechnické fakultě VUT Brno. V podstatě po celou svou profesní dráhu se věnuje progresivním postupům v realizacích bezpečných elektrických rozvodů zaměřeným především na praxi. Proto se také specializoval na systémové elektrické instalace. Výrazně napomáhá rozvoji této techniky také tím, že působí jako školitel KNX v zatím stále jediném certifikačním školicím centru v České republice – v ABB s. r. o., Elektro-Praga, Jablonec nad Nisou.

- hospodaření s dešťovou vodou a zalévání zahrady,
 - fotovoltaické a jiné zdroje elektrické energie, tepelná čerpadla,
 - přístupové a docházkové systémy,
 - kamerové systémy, domácí telefon a elektrický vrátný aj.
- Čím větší náročnost na počty těchto oblastí funkcí je požadována, za předpokladu co nejjednoduššího ovládání a maximální efektivity při využití energie, tím výhodněji se jeví využití systémové instalace.

Kdo by měl dodávat a oživovat systémové instalace?

Čistě teoreticky by to mohl být kterýkoliv elektromontér. Avšak důležité je, aby tento elektromontér věděl, co dodává, jak to pracuje a co je nezbytné učinit pro optimální řešení konkrétní systémové instalace. Např. pro KNX instalaci je nanejvýše vhodné, aby byl tzv. *Partnerem KNX*, tedy aby

úspěšně absolvoval základní certifikační kurz a následně byl uveden v partnerské databázi na <http://www.knx.org> nebo na www.17.abb.com. Takovéto kurzy pořádají školicí centra pověřená mezinárodní asociací KNX, kde se účastníci teoreticky seznámí s touto systémovou instalací a v učebně (obr. 6) si na praktických příkladech otestují získané vědomosti.

Literatura:

- [1] Sacks, T.: *Building buses: the battle begins*. Electrical review, 223, 1990, č. 3, s. 14–15.
- [2] Kunc, J.: *Soudobé systémy bytových rozvodů elektrické energie*. Elektro, 46, 1991, č. 9, s. 203–206.
- [3] Dokumentace výrobců systémových instalací.
- [4] Školící materiály asociace KNX.
- [5] <http://www.knx.org>
- [6] Archiv autora.



Obr. 6. Pohled do učebny systémové instalace

a klimatizace, včetně časových a jiných programů, řízení provozu stínící techniky, oken a dveří, spínání zásuvkových a jiných silových okruhů, ale také o spolupráci s mnoha dalšími oblastmi funkcí. O tom, o kolik různých, dosud většinou nezávisle projektovaných a používaných systémů může jít, si lze udělat alespoň přibližnou představu na základě těchto příkladů:

- elektronický systém zabezpečení budovy,
- elektronický požární systém,
- systém řízení audio- a videotechniky,
- řízení vzdálených přístupů,
- měření spotřeby elektrické energie, plynu, vody, tepla apod. a předávání měřených údajů k fakturaci,
- řízení výroby tepla pro vytápění nebo chlazení,
- provoz sauny a bazénová technologie,