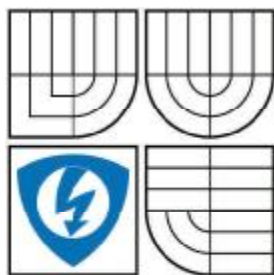




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

## APLIKACE INTELIGENTNÍCH ŘÍDÍCÍCH PRVKŮ V MODERNÍ ELEKTROINSTALACI

APPLICATION OF INTELLIGENT CONTROL ELEMENTS IN MODERN ELECTRICAL INSTALATON

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAN DOKOUPIL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. BRANISLAV BÁTORA

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor  
Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

**Student:** Jan Dokoupil

**ID:** 83846

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2008/2009

## NÁZEV TÉMATU:

**Aplikace inteligentních řídicích prvků v moderní elektroinstalaci**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Porovnání systému klasických elektroinstalací a moderních řídicích systémů z hlediska technologického řešení a nabízených možností řízení.
2. Energetické úspory nabízené systémem KNX/EIB
3. Úspory inteligentního řízení osvětlení a otopných systémů

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle pokynů vedoucího

**Termín zadání:** 9.2.2009

**Termín odevzdání:** 1.6.2009

**Vedoucí práce:** Ing. Branislav Bátora

**doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.**  
*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

Bibliografická citace práce:

DOKOUPIL, J. *Aplikace inteligentních řídicích prvků v moderní elektroinstalaci*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2009. 47 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Branislav Bátora.

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

Zároveň bych na tomto místě chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Branislavu Bátorovi za poskytnuté materiály a cenné připomínky k mé práci

.....

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá problematikou inteligentní elektroinstalace jako takové, přičemž uvádí její přednosti před klasickou elektroinstalací. Značná pozornost je věnována nejvíce používanému a rozšířenému standardu KNX/EIB. V úvodu je popsán princip funkce systému, jeho základní části, topologie a možnosti řízení a vizualizace.

Druhá část práce pojednává o možnostech energetických úspor při inteligentním řízení, které lze tímto systémem realizovat, zejména pak řízení osvětlení a topení.

Na závěr se nachází návrh elektroinstalace rodinného domu, postavený na prvcích systému KNX/EIB. Na tomto příkladu je uvedeno porovnání s konvenční (klasickou) elektroinstalací. Oba návrhy jsou realizovány pomocí software Astra.

**KLÍČOVÁ SLOVA:** inteligentní elektroinstalace, systém, prvky, software, aktor, senzor, topologie, vizualizace

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the field of intelligent wiring and presents its advantages in comparison with a classic electroinstalation. A special attention is devoted to the most widely used and expanded standard sof opened systems KNX/EIB. In the first part, an explanation of the way the intelligent wiring works, its main parts, topology and possibilities of control and visualization is provided.

In the second part, the work is dedicated to presenting an energy savings, mainly in lighthening and heating, which are possible to achieve by using intelligent wiring,

Finally, there is a project electroinstalation in a family house, which is built on the elements of the KNX/EIB system. There is also a comparison with the classic (conventional) wiring. Both projects are implemented by Astra software.

**KEY WORDS:** intelligent wiring, system, software, actuator, sensor, topology, visualization

## OBSAH

|                                                                                    |           |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>                                                         | <b>11</b> |
| <b>SEZNAM TABULEK .....</b>                                                        | <b>12</b> |
| <b>1 ÚVOD .....</b>                                                                | <b>13</b> |
| 1.1 CÍLE PRÁCE .....                                                               | 13        |
| 1.2 CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉHO STAVU ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....                     | 13        |
| 1.3 METODY A POSTUPY ŘEŠENÍ .....                                                  | 14        |
| <b>2 POROVNÁNÍ SYSTÉMU KLASICKÉ A INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE .....</b>          | <b>15</b> |
| 2.1 KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE .....                                                | 15        |
| 2.2 INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE – SBĚRNICOVÝ SYSTÉM KNX/EIB .....                | 16        |
| 2.2.1 VZNIK NORMY KNX/EIB.....                                                     | 16        |
| 2.2.2 POPIS SYSTÉMU TECHNOLOGIE KNX/EIB .....                                      | 17        |
| 2.2.3 VOLBA A PŘIPOJENÍ KABELŮ SBĚRNICE KNX/EIB .....                              | 19        |
| 2.2.4 STRUKTURA A TOPOLOGIE LINIE DATOVÉ SBĚRNICE.....                             | 19        |
| 2.2.5 NAPÁJENÍ SBĚRNICE A SBĚRNICOVÝCH SPOJEK.....                                 | 20        |
| 2.2.6 TOPOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ SYSTÉMOVÉ INSTALACE KNX/EIB.....                      | 21        |
| 2.2.7 INDIVIDUÁLNÍ A SKUPINOVÁ ADRESA .....                                        | 23        |
| 2.2.8 KOMUNIKAČNÍ KNX RÁMEC (KNX FRAME) .....                                      | 23        |
| 2.2.9 PROPOJENÍ PC A SBĚRNICOVÉHO SYSTÉMU KNX POMOCÍ ROZHRAŇÍ EIB/KNX.....         | 24        |
| <b>3 MOŽNOSTI ŘÍZENÍ OSVĚTLENÍ A VYTÁPĚNÍ V INSTALACI ABB I-BUS® KNX/EIB .....</b> | <b>25</b> |
| 3.1 ŘÍZENÍ OSVĚTLENÍ .....                                                         | 25        |
| 3.2 ŘÍZENÍ VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ.....                                                | 26        |
| 3.2.1 STAV OKENNÍCH KONTAKTŮ .....                                                 | 26        |
| 3.2.2 KONVEKTORY (FAN – COILY) .....                                               | 27        |
| 3.2.3 SYSTÉMOVÉ TERMOSTATY .....                                                   | 28        |
| 3.3 KOMUNIKAČNÍ ROZHRAŇÍ.....                                                      | 29        |
| 3.4 MOŽNOSTI VIZUALIZACE .....                                                     | 30        |
| <b>4 ENERGETICKÉ ÚSPORY NABÍZENÉ SYSTÉMEM KNX/EIB .....</b>                        | <b>32</b> |
| 4.1 SPOLEČNÉ ŘÍZENÍ FUNKCÍ.....                                                    | 32        |
| 4.2 VYUŽITÍ INFORMACÍ O STAVU OKENNÍCH KONTAKTŮ.....                               | 32        |
| 4.3 VAZBY NA PŘÍTOMNOST OSOB .....                                                 | 34        |
| 4.4 VAZBY NA POVĚTRNOSTNÍ DATA .....                                               | 35        |
| <b>5 ÚSPORY INTELIGENTNÍHO ŘÍZENÍ OSVĚTLENÍ A OTOPNÝCH SYSTÉMŮ .....</b>           | <b>36</b> |
| <b>6 POPIS A NÁVRH ŘEŠENÍ ELEKTROINSTALACE RODINNÉHO DOMU .....</b>                | <b>40</b> |
| 6.1 POPIS ZAPOJENÍ KONVENČNÍ ELEKTROINSTALACE .....                                | 40        |
| 6.2 ROZPOČET KLASICKÉ ELEKTROINSTALACE .....                                       | 41        |
| 6.3 POPIS ZAPOJENÍ INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE .....                             | 42        |
| 6.4 ROZPOČET INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE .....                                   | 43        |

|                         |           |
|-------------------------|-----------|
| <b>7 ZÁVĚR.....</b>     | <b>45</b> |
| <b>LITERATURA .....</b> | <b>46</b> |
| <b>PŘÍLOHY .....</b>    | <b>47</b> |

## SEZNAM OBRÁZKŮ

|                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Obr. 2-1 Ukázka klasické elektroinstalace.....</i>                                                   | <i>15</i> |
| <i>Obr. 2-2 Obchodní logo normy EIB.....</i>                                                            | <i>16</i> |
| <i>Obr. 2-3 Obchodní značka normy KNX.....</i>                                                          | <i>17</i> |
| <i>Obr. 2-4 Ukázka elektroinstalace s technologií KNX/EIB.....</i>                                      | <i>18</i> |
| <i>Obr. 2-5 Jedna linie datové sběrnice KNX/EIB.....</i>                                                | <i>18</i> |
| <i>Obr. 2-6 Průřez datovou sběrnici.....</i>                                                            | <i>19</i> |
| <i>Obr. 2-7 Napájecí zdroj 640 mA pro napájení sběrnice EIB/KNX.....</i>                                | <i>20</i> |
| <i>Obr. 2-8 Struktura rozvodu ve více liniích.....</i>                                                  | <i>21</i> |
| <i>Obr. 2-9 Topologické uspořádání systémové instalace KNX/EIB.....</i>                                 | <i>22</i> |
| <i>Obr. 3-1 Ovládací panel.....</i>                                                                     | <i>25</i> |
| <i>Obr. 3-2 Kombinovaný snímač s infračerveným rozhraním.....</i>                                       | <i>26</i> |
| <i>Obr. 3-3 Schéma zapojení - čtyřnásobný spínací akční člen.....</i>                                   | <i>27</i> |
| <i>Obr. 3-4 Vícenásobný spínací akční člen využitý pro ovládání topení i chlazení.....</i>              | <i>28</i> |
| <i>Obr. 3-5 Příklady systémových termostatů.....</i>                                                    | <i>29</i> |
| <i>Obr. 3-6 Komunikační rozhraní mezi EIB a jinými systémy.....</i>                                     | <i>30</i> |
| <i>Obr. 3-7 Dotykový panel pro vizualizaci 210 funkcí.....</i>                                          | <i>31</i> |
| <i>Obr. 3-1 Možné úspory energie na osvětlování [5].....</i>                                            | <i>34</i> |
| <i>Obr. 4-1 Využití slunečního záření pro řízení vnitřního osvětlení a pro spolupráci s vytápěním..</i> | <i>36</i> |
| <i>Obr. 4-2 Lamela venkovní žaluzie opatřená odrazivými povrchy.....</i>                                | <i>37</i> |
| <i>Obr. 4-3 Kombinovaný snímač povětrnostních údajů.....</i>                                            | <i>38</i> |
| <i>Obr. 4-4 Povětrnostní stanice pro spolupráci s kombinovaným snímačem.....</i>                        | <i>39</i> |
| <i>Obr. 4-5 Snímač přítomnosti.....</i>                                                                 | <i>39</i> |
| <i>Obr. 6-1 Kombinace sběrnice spojky se spínacím akčním členem.....</i>                                | <i>42</i> |

## **SEZNAM TABULEK**

|                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Tab. 2-1 Maximální délka sběrnice.....</i>                                                       | <i>19</i> |
| <i>Tab. 3-1 Příklady vazeb mezi různými funkcemi pro zvýšení úspor energie a komfortu [5] .....</i> | <i>33</i> |

# 1 ÚVOD

## 1.1 Cíle práce

V první části této práce se zaměřím na porovnání systému klasické a inteligentní elektroinstalace z hlediska technologického řešení systému a nabízených možností daného systému, jak v oblasti řízení osvětlení, tak v oblasti vytápění.

Dále pak se budu zabývat možností energetických úspor při inteligentním řízení, které lze tímto systémem realizovat, zejména pak řízení osvětlení a otopných systému.

Jako zástupce inteligentních elektroinstalací byl vybrán decentralizovaný sběrníkový systém standardu KNX/EIB.

## 1.2 Charakteristika současného stavu řešené problematiky

Pojem inteligentní elektroinstalace je ve světě znám od roku 1996, ale bouřlivější rozvoj nastal teprve od roku 1998. V tomto oboru držíme krok se světovým trendem a veškeré novinky jsou známy i u nás v ČR. Inteligentní systémy řízení se stále častěji uplatňují nejen ve veřejných budovách, ale také v rodinných domech a bytových domech.

Nyní se na trhu nachází několik různých systémů, od různých výrobců, kteří se snaží ke svému stávajícímu sortimentu s konvenční elektroinstalací nabídnout i prvky inteligentní elektroinstalace. Všechny tyto aplikace se snaží integrovat široké spektrum funkcí do jednoho celku a přinést uživateli komfort, úspory, zabezpečení.

Elektroinstalace se nejčastěji provádí ve dvou obdobných a rovnocenných systémech: EIB a LON. Systém LON se používá především v Americe, naopak nejrozšířenějším systémem v Evropě je systém KNX/EIB. EIB je zkratkou anglických slov European Installation Bus = evropská instalační sběrnice. V Bruselu sídlí mezinárodní asociace výrobců a uživatelů tohoto systému KONNEX. V této asociaci je dnes sdruženo přibližně 4 000 výrobců komponentů pro EIB instalace a několik desítek tisíc uživatelů, včetně řady organizací z České republiky. Z těch nejvýznamnějších jmenujme například firmy GIRA, ABB, Siemens, které se systému KNX/EIB věnují již řadu let a velkou měrou přispěli k rozšíření systému nejen do celé Evropy, ale i na trh do zemí Asie, Ameriky či Austrálie.

Velkou výhodou systému KNX/EIB je jeho univerzálnost. Jednotlivé prvky systému KNX/EIB jsou mezi sebou kompatibilní, takže je možné je kombinovat od různých výrobců.

Nepostradatelnou součástí každého výše zmíněného systému je software, pomocí něhož se celý systém parametrizuje, diagnostikuje, provádí vzdálená správa, vizualizace a další nastavení. Software se neustále vyvíjí, výrobci se snaží o co nejvíce intuitivní a přívětivé prostředí programu pro uživatele. Vývojem dochází také k doplňování nových funkcí.

Pro systém KNX/EIB je používán oficiální software ETS, kterým se tato instalace uvádí do provozu. Ačkoliv je KNX/EIB otevřeným systémem, je software ETS zatížen placenou licencí asociace KONNEX, na rozdíl od firemních systémů.

Systém KNX/EIB byl vyvinut ve snaze přizpůsobit se životnosti budovy a předpokládá se doba používání minimálně 25 let při návratnosti cca 5 let.

### 1.3 Metody a postupy řešení

V prvním kroku práce jsem se zaměřil na vyhledání co nejvíce materiálů a informací k dané problematice. Jelikož se danou problematikou odborná literatura zabývá pouze v omezené míře, byly hlavním zdrojem informací katalogy a internetové stránky jednotlivých výrobců (např. ABB) a odborné články.

Dále jsem se zabýval porovnáním klasické a inteligentní elektroinstalace jak na teoretické úrovni, tak i vypracováním projekce konkrétního rodinného domu oběma způsoby a jejich porovnáním z hlediska technického provedení a ekonomických nákladů na instalaci.

Veškeré dokumentace návrhů jsou značeny jako přílohy. Jako grafické prostředí pro kreslení návrhů, schémat a některých obrázků jsem použil prostředí AutoCad. Samotný projekt jsem navrhoval v programu Astra – správce technické dokumentace od firmy Astra 92 a.s. Zlín.

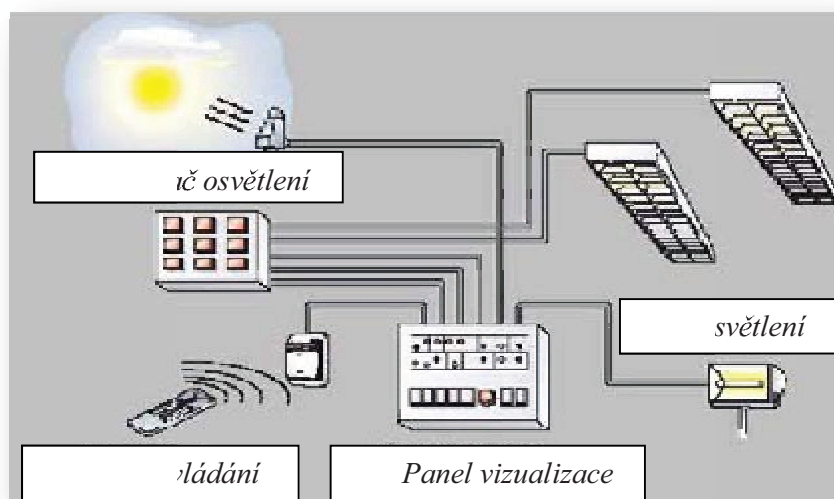
## 2 POROVNÁNÍ SYSTÉMU KLASICKÉ A INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE

### 2.1 Klasická elektroinstalace

Klasická elektroinstalace je realizována pouze pomocí silového vedení, které zároveň slouží jako zdroj elektrické energie a neumožňuje modifikovat funkce systému bez zásahu do zapojení. Tímto způsobem lze přenášet pouze informaci typu zapnuto/vypnuto. Existují systémy, které dokážou komunikovat po silovém vedení, ale ty jsou náchylnější k poruchám a výpadkům.

Funkce každého tlačítka je pevně dána tím, k jakému zařízení od něj vedou kabely. Pro přenos jiného typu informace (např. mezi termostatem a výtopným kotlem) je potřeba instalovat další vedení pouze pro tuto konkrétní situaci. Pokud budete chtít v budoucnu udělat změnu, znamená to bohužel většinou položení nových kabelů a tedy sekání omítek a jejich následnou opravu a nové malování. Což je nákladné a zbytečně komplikované řešení.

Proto i když máme elektroinstalaci objektu řešenou nejmodernějšími systémy a každý z nich je specializovaný pouze na jistý účel (např. topný a chladicí systém, řízení osvětlení, systém pro ovládání žaluzií, zabezpečení objektu atd.) je to stále klasická elektroinstalace, protože systémy mezi sebou nedokážou komunikovat a tím pracují nezávisle na sobě, což vede k prodražení projektu, snižování komfortu a co je nejdůležitější, k plýtvání energie, protože systémy často pracují proti sobě, což je následek absence jejich komunikace.



Obr. 2-1 Ukázka klasické elektroinstalace

Například, při větrání místnosti otevřeným oknem čidlo termostatu zaznamená pokles teploty a otopný systém vyhodnotí potřebu dodávat více tepla a tím dochází ještě k větším ztrátám tepla. Tento problém lze v inteligentní elektroinstalaci odstranit bez vyšších investičních nákladů, tudíž bez hardwarové změny (sekání kabelových tras a pokládání nových vodičů, nových čidel apod.), a to pouze drobnou softwarovou úpravou.

## 2.2 Inteligentní elektroinstalace – sběrníkový systém KNX/EIB

Jako zástupce moderní elektroinstalace byl vybrán decentralizovaný sběrníkový systém standardu KNX/EIB, který považuju za nejrozšířenější a zároveň je jediným celosvětově normalizovaným systémem pro řízení funkcí v budovách. Přitom se jedná o systém otevřený – může se do něho začlenit jakýkoliv další dosud samostatný systém.

V této kapitole bude stručně popsán vznik normy KNX/EIB a následně pak popsán samotný systém a jeho možnosti řízení.

### 2.2.1 Vznik normy KNX/EIB

Za počátek zrodu jednotné koncepce inteligentní elektroinstalační techniky lze považovat rok 1987, v němž založily firmy Berker, Gira, Merten a Siemens společnost Instabus-Gemeinschaft. Jejich cílem bylo vyvinout systém pro měření, řízení, regulaci a sledování provozních stavů v budovách.

Pro zajištění stejných podmínek využitelnosti a také pro vytvoření prostředí pro úzké výrobní specializace bylo potřebné sjednotit požadavky a tedy i základní programové vybavení. Pro splnění těchto cílů byla založena v roce 1990 nadnárodní asociace **EIBA** (European Installation Bus Assotiation), se sídlem v Bruselu. Cílem asociace bylo zavést na trh logo EIB jako ukazatel kvality a kompatibility a přizpůsobit technologii EIB požadavkům systémové techniky budov.



*Obr. 2-2 Obchodní logo normy EIB*

Nejdůležitějším bylo zajištění spolehlivé vzájemné komunikace všech decentralizovaných přístrojů od různých výrobců, vyráběných třeba i v různých časových obdobích a následně vytvoření programovacího prostředku, kterým bude možné projektovat, programovat a ožивovat systémové instalace. Tyto práce byly ukončeny v roce 1991, kdy byl veřejnosti představen software ETS (Engineering tool software).

Tímto ale nedošlo k úplnému sjednocení a konkurenční evropské firmy pokračovaly ve svém vývoji. Tak např. francouzští výrobci vytvořili vlastní asociaci – **Club Batibus**, s vlastním softwarem, se sběrnici Batibus. V Nizozemsku byla vytvořena asociace **EHSA** (European Home System Association).

V březnu 2001 proběhl v Bruselu první kongres tehdy nově vzniklé asociace **KONNEX**, která sjednotila tři dosud vzájemně si konkurující, principiálně sice podobné, avšak s poněkud odlišnými softwary pracující systémy. Společně vypracované standardy KNX jsou plně slučitelné s dosavadními standardy EIBA. V současné době se proto přešlo na kombinované značení prvků i systému KNX/EIB, v budoucnu se předpokládá značení pouze logem KNX.



*Obr. 2-3 Obchodní značka normy KNX*

Normalizační práce koordinované asociací KONNEX vyvrcholily schválením evropské normy ČSN EN 50090-2-2 Elektronické systémy pro byty a budovy, která je od roku 2003 základní normou pro konstrukci a výrobu prvků pro systémovou instalaci KNX/EIB. Na celosvětové úrovni byla norma KNX koncem roku 2006 schválena jako norma ISO/IEC 14543.

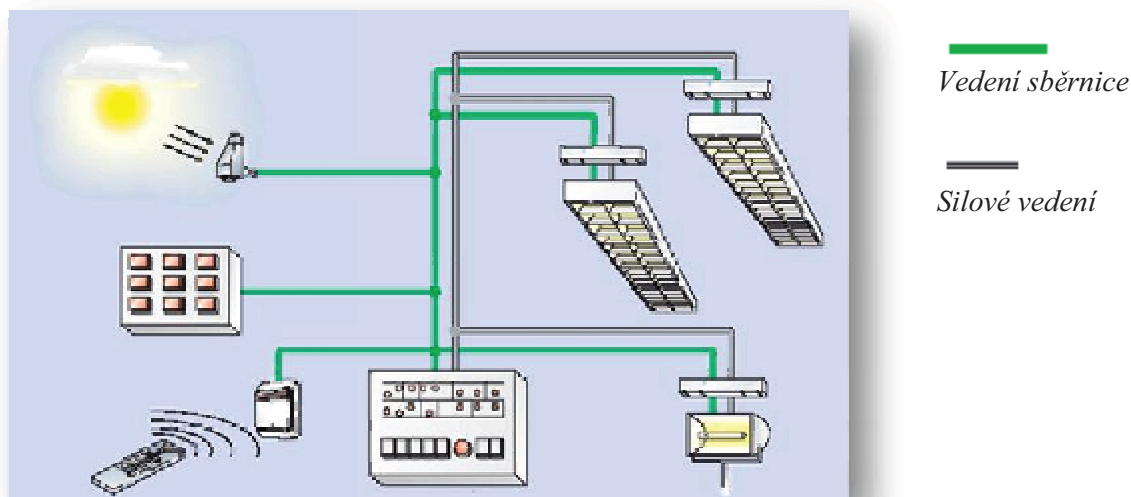
### 2.2.2 Popis systému technologie KNX/EIB

U technologie KNX/EIB na rozdíl od klasické elektroinstalace je informace od silového vedení oddělena a je přenášena po slaboproudé datové sběrnici v podobě kódu, tzv. telegramu, kterým mezi sebou komunikují jednotliví účastníci sběrnice. Protože se jedná o otevřený systém, mohou spolu komunikovat výrobky od různých výrobců s označením normy KNX/EIB.

Inteligentní elektroinstalace je založena na principu vzájemné komunikace jednotlivých prvků (aktorů a senzorů) pomocí datové sběrnice, kterou jsou tyto prvky propojeny. Zadávaní informací do systému zprostředkovávají tlačítka či automatické spínače fyzikálních veličin i řídicí členy vybavené dotykovými displeji. Spínání na výstupu zajišťují akční členy, tzv. aktory, které ovládají silové vedení. Sensory snímají a předávají na sběrnici informace. (spínače, termostaty, žaluziové ovladače, binární vstupy apod).

Systém KNX/EIB je decentralizovaný stavebnicový systém a nevyžaduje PC ani žádnou jinou speciální řídicí jednotku. Celá „intelligence“ nebo správně řečeno naprogramované funkce jsou uloženy v jednotlivých přístrojích – účastnických stanicích – STN (obr. 2-5). Každá STN si může vyměňovat informace s kteroukoli jinou STN prostřednictvím **telegramů**.

Vzájemně komunikují po dvoužilové sběrnici. Na sběrnici, která slouží i jako napájení jednotlivých účastnických stanic, je napětí 24V (15 – 30V).

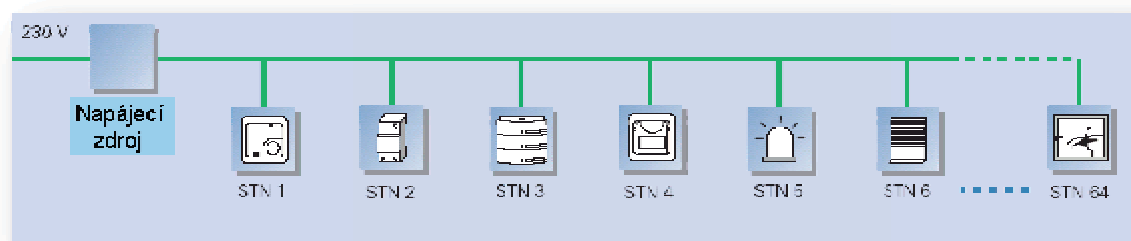


Obr. 2-4 Ukázka elektroinstalace s technologií KNX/EIB

Jednotlivé přístroje jsou vybaveny sběrnicovými spojkami, tedy elektronickými obvody s mikrokontroléry (mikroprocesory s vestavěnými pamětmi), které zabezpečují komunikaci po sběrnici a komunikují s příslušnými aplikačními moduly (účastníky).

Jednotlivým účastníkům lze přiřazovat adresy, aplikace (osvětlení vypnutí/zapnutí, ale i pozvolné rozžihání a stmívání) a nastavovat jejich provozní parametry (rychlost náběhu rozžihání a stmívání).

K tomu aby tyto programy mohly být uloženy do paměti sběrnicových spojek, je nutné vytvořit knihovnu aplikací v základním programovacím prostředí ETS. Tento základní software je majetkem asociace Konnex, která prodává licence k jeho využití.



Obr. 2-5 Jedna linie datové sběrnice KNX/EIB

### 2.2.3 Volba a připojení kabelů sběrnice KNX/EIB

Pro propojení zařízení a modulů prostřednictvím KNX, existuje více médií. Senzory a akční členy komunikují a lze vzájemně propojit 4 typy komunikačních médií:

1. *Nízkonapěťový kabel* - zkroucený pár vodičů (24V) = "bus cable" – nepoužívanější volba
2. *Vysokonapěťový síťový napájecí kabel* (230 V) = "powerline" - jen v nejnutnější míře – např. pro propojení akčních členů s ovládanými elektrickými předměty.
3. *Bezdrátový radiový přenos* = radio frequency
4. *Infračervený bezdrátový přenos* = Infrared communication

### 2.2.4 Struktura a topologie linie datové sběrnice

Mezi nejvyužívanější a jako základ pro přenos informací mezi jednotlivými prvky instalace a současně pro napájení vstupních elektronických částí a popř. i všech přístrojů slouží sběrnice

Sběrnice kabel se klade mezi jednotlivými stanicemi (STN). Vlastní sběrnice je tvořena krouceným párem vodičů 2x0,8mm, jeden vodič se značí červeně (+ pól), druhý černě (- pól). Ve skutečnosti se používá stíněného kabelu se dvěma páry vodičů, druhý pár, značený bíle a žlutě, slouží jako rezerva. (obr. 2-6)

Podle pravidel Konnexu jsou přípustné dva typy těchto kabelů: YCYM 2 x 2 x 0,8 (zkušební napětí pláště 4kV) a JYSTY 2 x 2 x 0,8 (zkušební napětí pláště 2,5kV). Oba typy kabelů splňují podmínky pro využití v soustavě malého bezpečného napětí SELV a lze je tedy po celé délce klást v souběhu se silovými vedeními.



Obr. 2-6 Průřez datovou sběrnici

Maximální délka sběrnice v linii nesmí být delší, než je níže uvedeno (Tab. 2-1)

|                                                                  |                    |
|------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Vzdálenost napájecího zdroje od nejvzdálenějšího přístroje (TLN) | <b>max. 350 m</b>  |
| Vzdálenost od prvního STN k poslednímu STN                       | <b>max. 700 m</b>  |
| Celková délka sběrnice v linii                                   | <b>max. 1000 m</b> |
| Vzdálenost dvou napájecích zdrojů v jedné linii                  | <b>min. 200 m</b>  |

Tab. 2-1 Maximální délka sběrnice

Pro přijatelnou úroveň zkreslení přenášených signálů lze připustit celkovou délku vedení na jedné linii nejvýše 1000m. Pokud linie sestává z několika samostatně napájených větví, omezení této délky platí samostatně pro každou z těchto větví. Přitom vzdálenost dvou vzájemně komunikujících přístrojů na téže linii nesmí být větší než 700m. Je to pro zabránění přenosového zpoždění. Při použití dvou napájecích zdrojů na jednom úseku sběrnice bez vřazených liniových spojek, musí být jejich minimální vzdálenost po sběrniceovém vedení 200m – pro minimalizaci vyrovnávacích proudů, ale především pro omezení indukovaných špiček při přenosech telegramů.

Linie sběrnice smí být kladena prakticky libovolným způsobem. Může být kombinována liniová, paprsková i stromová struktura. Nesmí být pouze uzavřena žádná smyčka (kruhová struktura je zakázána). Sběrnice KNX/EIB nevyžaduje použití žádného ukončovacího odporu.

### 2.2.5 Napájení sběrnice a sběrniceových spojek

Prostřednictvím instalační sběrnice jsou napájeny sběrniceové spojky všech snímačů, akčních členů a liniových spojek umístěných obvykle v jedné linii. Všechny sběrniceové spojky musí spolehlivě pracovat při jmenovitém napětí  $24V\ DC$ . S ohledem na přípustné délky a na možné úbytky napětí na vedení sběrnice, musí být zajištěna správná funkce mikroelektronických obvodů při napájecím napětí od  $15V$  do cca  $30V$ .

Pro splnění všech požadovaných podmínek je potom zapotřebí, aby zdroj  $24V\ DC$ ,  $640mA$ , měl výstupní napětí naprázdno  $29V\ DC$ . Tento zdroj je dimenzován pro napájení jedné, plně osazené linie (*jmenovitě 50 sběrniceových spojek, lze až do 64 připojovacích bodů*). Pro menší instalace nebo jejich části se využívá napájecích zdrojů se jmenovitým výstupním proudem  $320mA$ , určeného pro 25 připojovacích bodů, nejvýše pro napájení 32 sběrniceových spojek.



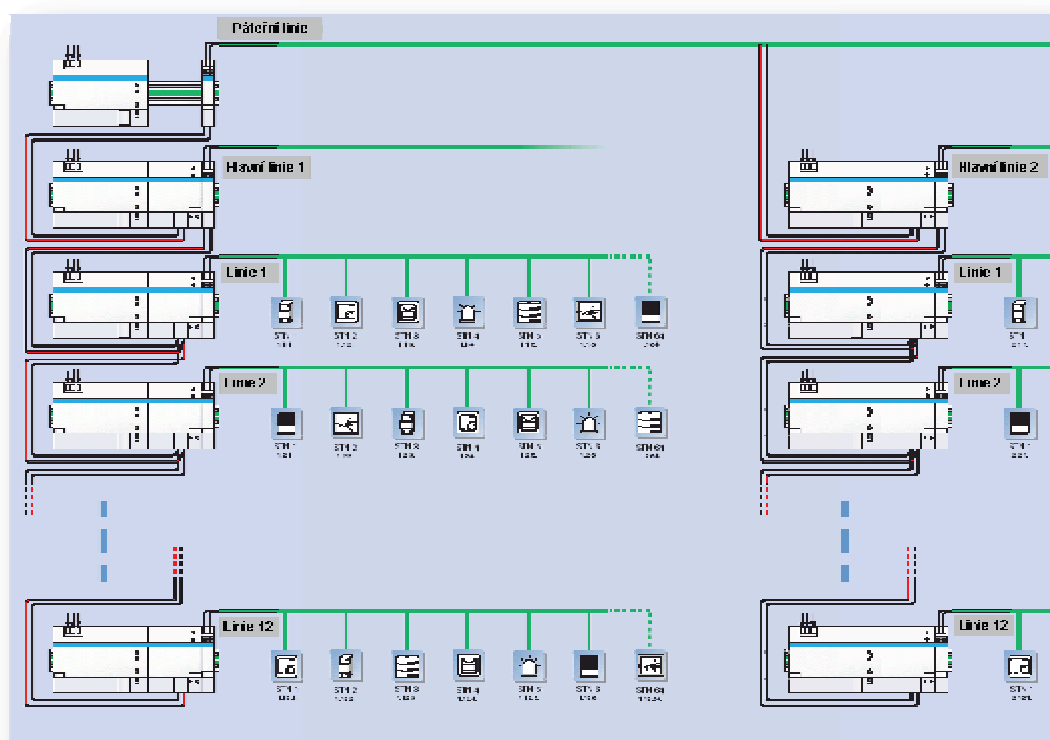
Obr. 2-7 Napájecí zdroj 640 mA pro napájení sběrnice EIB/KNX

Napájecí zdroj je vybaven tlumivkou zamezující šíření poruchových signálů ze sítě a současně zabraňující úniku telegramů mimo sběrnici. Propojení mezi zdrojem a sběrniceovými spojkami jsou zajišťována kabelem sběrnice prostřednictvím svorek. Zdroj se připojuje k síťovému napětí  $230V$ ,  $50Hz$ .

### 2.2.6 Topologické uspořádání systémové instalace KNX/EIB

Z hlediska struktury jsou účastníci v systému rozděleni do linií a jím nadřazeným oddílům. S ohledem na omezené počty prvků, které mohou být napájeny z jednoho společného napájecího zdroje, je potřebné sběrnici rozdělit na samostatně napájené úseky obsahující vždy nejvýše 64 přístrojů (účastnických stanic). Aktuální počet stanic závisí na výběru napájecího zdroje a také na spotřebě jednotlivých STN.

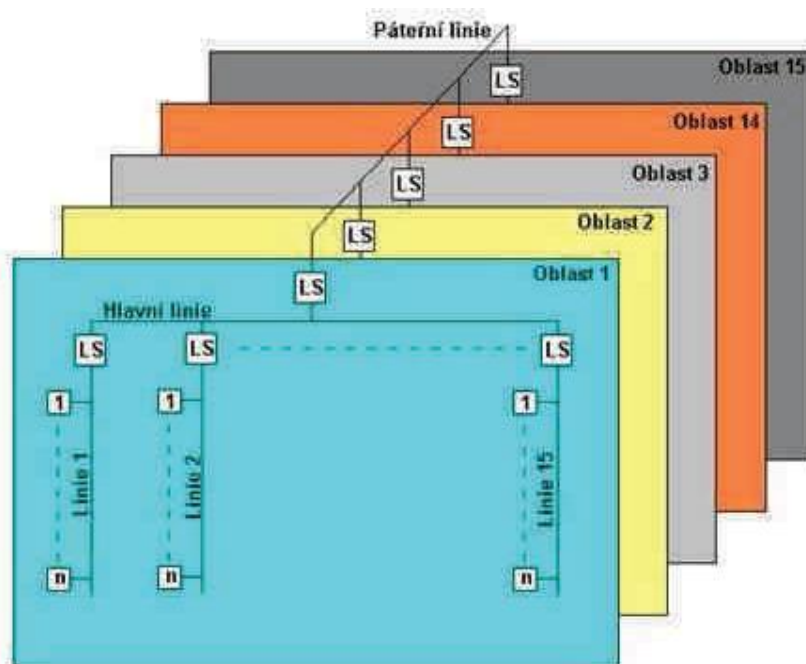
Každá linie má svůj napájecí zdroj a je od ostatních oddělena liniovým vazebným členem (LS). Tento člen je připojen na hlavní linii, zabezpečuje galvanické oddělení linie od ostatních, a současně zabezpečuje možnost oboustranného přenosu telegramů (nepřenáší ty telegramy, které jsou určeny pouze pro komunikaci uvnitř dané linie – liniová spojka má vloženou filtrační tabulku vymezující rozsah komunikace).



Obr. 2-8 Struktura rozvodu ve více liniích

Úplná linie ale může obsahovat až 256 přístrojů. Je však zcela nezbytné rozdělit ji na 4 samostatně napájené větve, vzájemně oddělené liniovými spojkami LS. Tyto liniové spojky zde mají funkci liniových opakovačů (zesilovačů), tedy přístrojů, které jsou hardwarově shodné s liniovými spojkami, avšak jsou vybaveny jiným aplikačním softwarem. Neobsahují totiž filtrační tabulku a obousměrně propouští všechny telegramy.

Plně osazená oblast (oddíl) obsahuje 15 linií, to znamená 15 linií x 256 přístrojů = celkem až 3840 přístrojů. Také na hlavní linii lze umístit celkem až 64 přístrojů, do tohoto počtu se započítávají rovněž všechny připojené liniové spojky. K hlavní linii, stejně jako k ostatním liniím musí být připojen jí příslušný napájecí zdroj s tlumivkou. [7]



Obr. 2-9 Topologické uspořádání systémové instalace KNX/EIB

Takto vytvořených až 15 oblastí lze vzájemně propojit oblastními spojkami k páteří linii dle topologického uspořádání. (obr. 2-8, 2-9) Oblastními spojkami mohou být tytéž přístroje, které byly použity pro navázání jednotlivých linií k hlavním liniím – tedy liniové spojky. A přitom se nejedná pouze o hardwarově shodné přístroje, ale jsou vybavené shodným aplikačním softwarem.

Takto lze tedy použít až 57 600 přístrojů KNX/EIB v jedné instalaci. V praxi zatím nebyla nikdy využita celá teoretická kapacita systémové instalace.

Páteří linie může být pomocí přizpůsobovacího členu (gateway) propojena s jinými systémy pomocí ISDN, LAN, GSM či Ethernetu a navzájem si vyměňovat informace. Pomocí těchto rozhraní lze celý systém na dálku diagnostikovat a ovládat.

Rozdělení systému do oddílů a linií zaručuje přehlednou strukturu a především možnost efektivně diagnostikovat poruchu. Vazební liniové členy zabezpečují průchod potřebných telegramů, ale zároveň zabraňují průchodu telegramů s lokálním významem a tím zásadně odbourávají zatížení ostatních linií. Jedna z dalších výhod systému s takovým topologickým uspořádáním je stabilita i v poruchovém či havarijním stavu, protože výpadek jednoho členu či celé linie neovlivní funkci ostatních.

### 2.2.7 Individuální a skupinová adresa

Protože jsou všechny přístroje připojeny paralelně, je pro jednoznačnou identifikaci zapotřebí přesné označení, které je realizováno fyzickou adresou. Každá adresa může být v systému použita jen jednou a jednoznačně určuje daného účastníka.

Adresa sestává ze tří částí, vzájemně oddělených tečkami. První částí je pořadové číslo oblasti 0 až 15 (0 je vyhrazena pro páteřní linii). Druhá část (0 až 15) odpovídá číslu linie v dané oblasti, přičemž 0 je zde přiřazována hlavní linii. Třetí částí individuální adresy je pořadové číslo prvku připojeného k linii. To může být v rozmezí od 0 do 255. [7]

Takže umístění účastníka dekodujeme například takto:

*1.5.32 – 1. oddíl, 5. linie, 32. přístroj v linii*

*0.0.22 – 22. přístroj na páteřní linii*

Individuální adresa je tedy určena k jednoznačnému určení přístroje v systémové instalaci, zpravidla však nic neříká o účelu nebo funkci tohoto přístroje. Je důležitá při programování přístrojů a během diagnostických postupů, v běžném provozu však nemá žádný význam. Tam je zapotřebí použití druhého typu adresy, který dokáže vzájemně přiřadit právě ty přístroje, které si mají vyměňovat potřebná data. K tomuto účelu slouží skupinové adresy.

### 2.2.8 Komunikační KNX rámec (KNX Frame)

Pro přenos dat se využívá KNX rámce, který definuje a přenáší všechna potřebná data a informace zajišťující správnou komunikaci jednotek a zařízení. Jeho standardní délka může být až 22 bajtů. První bajt (*octet 0*) obsahuje řídicí pole, které definuje prioritu rámce a rozlišuje mezi standardním a rozšířeným (*extended*) módem. Po něm následuje individuální adresa konkrétního zdroje rámce (*Source Address*) a individuální (*unicast komunikace point-to-point*) nebo skupinová (*multicast komunikace*) cílová adresa (*Destination Address*). Typ cílové adresy je určeno speciálním polem - Address Type & NPCI & length. Toto pole zároveň definuje tzv. hop counter = čítač přeskoků a délku rámce. Čítač přeskoků (*průchodů*) je dekrementován při každém průchodu routerem a tím se zamezí obíhání rámce v nekonečném kruhu. Jestliže se dekrementované číslo rovná nule, je rámec skartován.

Pak již následují pole, které definují vlastnosti transportní vrstvy a vyšších. Oktet číslo 6, označený jako TPCI (*Transport Layer Protocol Control Information*), řídí komunikaci mezi transportními vrstvami, tzn., navazuje a udržuje point-to-point spojení. Naopak oktet označený jako APCI (*Application Layer Protocol Control Information*) udává aplikační vrstvě, co se má následně provést, tzn. určuje službu aplikační vrstvy, která je dostupná pro daný typ adresování a komunikačním módu a která má být vykonána (*např. příkazy: přečti (Read), zapiš (Write), odpověz (Response), apod.*).

V závislosti na adresovacím schématu a hodnotě APCI může standardní rámec nést až 14 bajtů dat. V případě, že má být přenesen větší "balík" dat, provádí se jejich segmentace.

Tento princip přenosu dat je kompatibilní se sběrnici EIB. Rozšířený rámec může přepravit až 248 bajtů dat. Poslední pole obsahuje kontrolní součet, který zabezpečuje přenos dat a jejich konzistenci. [4]

### 2.2.9 Propojení PC a sběrnicevého systému KNX pomocí rozhraní EIB/KNX

Internetové rozhraní (*server EIB/KNX*) slouží jako interface mezi sběrnicevémi instalacemi a sítěmi IP. Uživatel pak ke komunikaci se systémem EIB/KNX využívá běžnou počítačovou síť v protokolu TCP/IP. To uživateli umožňuje vzdálený přístup k systémové instalaci z libovolného internetového přípojného místa nebo z lokální sítě (*PC v domě*). IP adresa může být pevně dána nebo ji lze obdržet serverem DHCP.

**IP - Internet Protocol** - nejzákladnější protokol, neobsahuje potvrzování. Zabezpečuje správné doručování dat k jednotlivým počítačům v síti.

**TCP - Transmission Control Protocol** - je potvrzovaný. TCP vytváří takzvané virtuální spojení. Toto spojení trvá po dobu, než aplikace spojení ukončí.

**DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol** - což se běžně překládá jako protokol pro konfiguraci síťových hostitelů, napovídá, že umí konfigurovat parametry TCP/IP jednotlivých klientů serveru.

## 3 MOŽNOSTI ŘÍZENÍ OSVĚTLENÍ A VYTÁPĚNÍ V INSTALACI ABB I-BUS® KNX/EIB

### 3.1 Řízení osvětlení

Ovládání můžeme rozdělit na řízení provozu vnitřního nebo venkovního osvětlení. Dalším rozlišovacím kritériem může být funkce spínání nebo stmívání. Třetí dělení může být podle individuálně ovládaných svítidel anebo skupinově, podle různých kombinací (scén) spínaných i stmívaných svítidel.

Osvětlení na přístupových komunikacích, chodbách a podobných prostorách, v nichž se osoby nezdržují dlouhodobě, je vhodné ovládat snímači pohybu s blokováním jejich činnosti při dostatečném přirozeném osvětlení. Spínání se snímači pohybu samozřejmě můžeme zabezpečit i v klasické elektrické instalaci. Ovšem systémová instalace připouští využití snímačů nejen pro spínání osvětlení, ale pro indikaci pohybujících se osob pro účely zabezpečení objektu.

Skutečná činnost závisí vždy na způsobu naprogramování. Svítidla mohou být spínaná i stmívaná. Použití stmívaných svítidel na chodbách umožní postupné rozsvěcování, což je přínosné zejména v noci, při vycházení ze ztemnělého pokoje na chodbu osvětlenou pouze tlumeným světlem.

Pro některé příležitosti může být vhodné snímače pohybu vyřadit z provozu a nahradit je ručním nebo programovým ovládáním. Při vybavení některým z vizualizačních prostředků lze vytvářet libovolné kombinace osvětlení a to dokonce i v závislosti na čase. To je výhodné pro vytváření dojmu přítomnosti třeba v době dovolené.

Jedním z nejjednodušších vizualizačních prostředků, dovolujícím vytváření až 50 scén a 100 časových programů pro nejvýše 200 různých svítidel nebo jiných spotřebičů, je malý ovládací panel znázorněný na obr. 3-1.



*Obr. 3-1 Ovládací panel*

Osvětlení v místnostech, v nichž se zdržujete po delší dobu, je vhodné ovládat ručně. Může ale být použita kombinace snímačů pohybu a snímačů přítomnosti nebo také infračervené dálkové ovládání pro zvýšení komfortu. V místnostech s dlouhodobým pobytem je možné doplnit

i samočinnou regulaci intenzity osvětlení v závislosti na denním světle. Přímé sluneční světlo lze zaclonit žaluziemi po příkazu příslušného snímače osvětlení.

Centrální vypínač dovoluje vypnout osvětlení v celém objektu nebo v jeho libovolných částech z jednoho místa, nebrání však v jeho opětovném zapnutí v prostorách, v nichž je to zapotřebí.

Právě u vnitřního osvětlení je možné naprogramovat různé světelné scény a ty pak vyvolat pouhým stiskem příslušného ovladače. Bude-li použit kombinovaný vícenásobný tlačítkový snímač s infračerveným rozhraním podle obr. 3-2, budou všechny naprogramované funkce ovládány nejen stiskem tlačítka na snímači, ale i stiskem příslušného ovladače na ručním vysílači.



*Obr. 3-2 Kombinovaný snímač s infračerveným rozhraním*

## 3.2 Řízení vytápění a chlazení

### 3.2.1 Stav okenních kontaktů

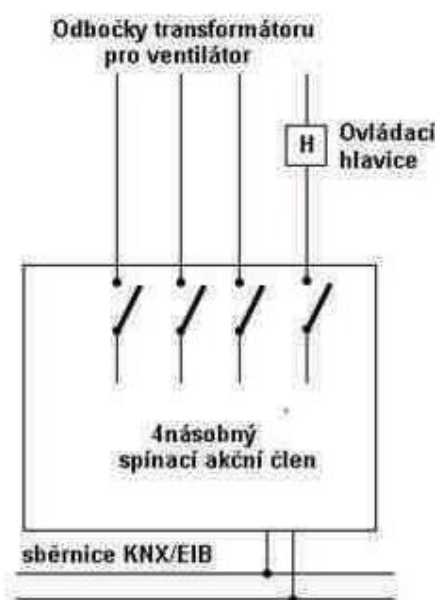
V systémové instalaci je běžnou funkcí blokování vytápění nebo chlazení programovým včleněním okenního kontaktu pro indikaci otevření okna. Tento kontakt přitom může mít i další funkci, pro zabezpečení objektu a pro jiné účely. Po otevření okna se přestává topit, tím vznikají přídatné úspory. Zaregistruje-li však termostat pokles vnitřní teploty pod určitou mez, například 7 °C, začne se topit bez ohledu na otevřené okno. Toto je princip protimrazové ochrany – další pokles vnitřní teploty by totiž mohl způsobit větší škody, než ztráty vzniklé zbytečným únikem tepla. Protimrazová ochrana tak bude udržovat teplotu vzduchu kolem této stanovené hodnoty. Současně lze odeslat např. výstražnou zprávu SMS majiteli nebo správci objektu. Reakci systému na kritickou situaci stanoví uživatel či investor podle potřeby.

### 3.2.2 Konvektory (Fan – coils)

V otopných systémech se stále častěji uplatňují konvektory neboli fan-coily. Jsou to topná (případně i chladicí) tělesa s regulovaným přestupem tepla nejčastěji třemi rychlostmi otáčení ventilátoru. I tato tělesa lze s výhodou začlenit do systémových elektrických instalací. Je pouze potřebné vybrat vhodné spínací akční členy, vybavené příslušným aplikačním programem.

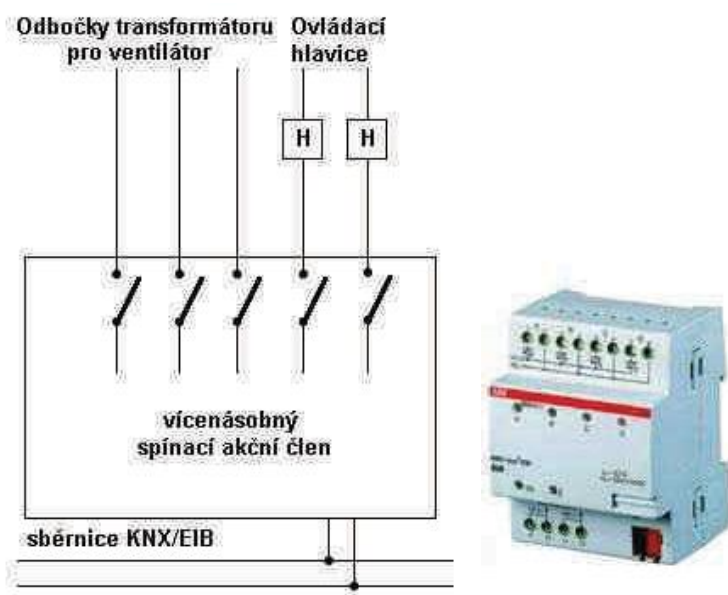
Vcelku běžné jsou již aplikační programy pro čtyřnásobné spínací akční členy (obr.3-3), které mohou třemi výstupy spínat tři rychlosti ventilátorů a čtvrtým výstupem ovládat hlavici ventilu topení. Takovýto akční člen lze využít pro řízení jen topení nebo jen chlazení, ale také pro systém, ve kterém v zimním období jediným potrubním systémem proudí topná voda, zatímco v letním období je využíván pro rozvod chladicí vody – postačí tedy pouze jeden ventil.

Fan-coily jsou obvykle opatřeny třístupňovou regulací otáček ventilátoru. Děje se tak změnou napájecího napětí přepínáním odboček vestavěného autotransformátoru.



Obr. 3-3 Schéma zapojení - čtyřnásobný spínací akční člen

Pokud je ve fancoilu použito jedno potrubní vedení pro chladicí vodu a druhé pro vodu topnou, využívá se dvou ventilů a také dvou spínaných kanálů pro řízení provozu jejich ovládacích hlavice. Pro tento účel bývají k dispozici speciální pětínásobné spínací akční členy vybavené aplikačním programem pouze pro řízení fancoilů. (obr. 3-4) Tyto přístroje bývají mnohdy kombinovány i s vícenásobnými binárními vstupy, takže k nim mohou být připojeny okenní kontakty pro blokování topení a chlazení po dobu větrání nebo přímo snímač teploty. Potom nemusí být nutná komunikace s termostatem umístěným na sběrnici KNX/EIB.



Obr. 3-4 Vícenásobný spínací akční člen využitý pro ovládání topení i chlazení

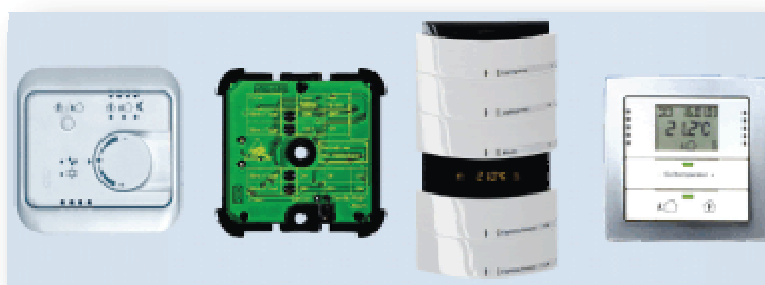
### 3.2.3 Systémové termostaty

Kterýkoliv z široké nabídky snímačů teploty (termostatů) systémové elektrické instalace ABB i-bus® EIB lze využít pro ovládání nejen topení, ale současně i chlazení nebo ventilace (klimatizace). Každý z těchto přístrojů obsahuje kromě vlastního snímače programovatelný regulátor, u něhož se s použitím softwaru ETS nastaví nejprve regulované funkce (topení, chlazení, ventilace). Poté lze zvolit regulaci dvoustavovou, prostou i s modulovanou šířkou pulsu (Pulse Width Modulation – PWM), nebo plynulou regulaci, s možností volby žádané hodnoty teploty v širokých mezích.

Jeden přístroj tedy může být současně naprogramován např. pro ovládání topení i chlazení, s volitelným rozdílem teplot pro obě tyto činnosti. Způsob nastavování požadovaných hodnot teplot zajišťuje, že při jakýchkoliv změnách nastavení zůstanou zachovány parametricky stanovené rozdíly mezi nimi. Základní nastavovanou hodnotou přitom je žádaná teplota v místnosti pro režim topení – nastavuje se konkrétní hodnota teploty, např. 23 °C (tzv. komfortní teplota). K ní se vztahuje i parametr ručního nastavení mezí, v nichž lze komfortní teplotu měnit.

Stejně tak budou zachovány rozdíly teplot mezi komfortním a klidovým (standby) režimem, popř. také mezi komfortní teplotou a teplotou nastavenou pro noční útlum. V konkrétních hodnotách teplotní stupnice se zadávají pouze teploty pro mrazovou (nebo tepelnou) ochranu. Výhodou je, že při použití jediného snímače k ovládání topné i chladicí soustavy nemůže dojít k jejich současnému provozu, což se při použití dvou vzájemně nespolečných soustav měření a regulace mnohdy stává.

Odpovídající typ systémového termostatu se volí podle účelu dané místnosti a designu ostatních domovních elektroinstalačních přístrojů využitých v daném prostoru. Lze zvolit např. termostat s možností ruční úpravy nastavené hodnoty a také s ruční volbou mezi klidovým a tzv. komfortním režimem buď bez zobrazení měřených a nastavených hodnot, anebo s jejich zobrazením na displeji, jak ukazují vybrané příklady provedení na obr. 3-5.



*Obr. 3-5 Příklady systémových termostatů*

Třeba kombinovaný snímač, na obr. 3-5 druhý zprava, je opatřen nejen termostatem s displejem, ale také několikanásobným tlačítkovým snímačem a infračerveným rozhraním pro dálkové ovládání. To zpravidla znamená náhradu až několika samostatných snímačů kompletovaných vždy se sběrníkovými spojkami (v nichž jsou uloženy aplikační programy a které také zabezpečují komunikaci po sběrnici) jediným kombinovaným aplikačním modulem s jednou sběrníkovou spojkou. Tato volba znamená výraznou úsporu pořizovacích nákladů na straně snímačů.

Není-li žádoucí, aby osazenstvo provozních místností mohlo měnit nastavené hodnoty teploty, není tedy třeba ani znát měřenou či nastavenou hodnotu. Pokud přitom současně plně vyhovuje pouze ruční ovládání osvětlení a dalších funkcí, lze pořizovací náklady na snímače dále snížit. Postačí použít tzv. komerční termostat, který je možné uložit do několikanásobných rámečků společně s klasickými domovními spínači a dalšími přístroji, ve spojení např. s pětinasobným binárním vstupem. Termostat nedovoluje přímo přestavovat nastavenou hodnotu teploty. Je opatřen krycím víčkem v designu ostatních přístrojů, a jestliže bude potřebné změnit základní nastavení, může tak učinit např. správce budovy s použitím vizualizačního zařízení.

### 3.3 Komunikační rozhraní

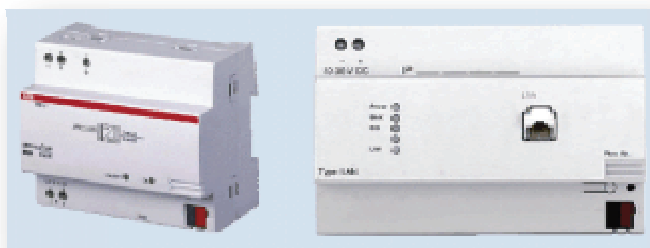
Pro komunikaci s jinými řídicími systémy, např. s řídicím systémem teplovodního kotle, jsou určena různá rozhraní umožňující vzájemnou výměnu potřebných informací. Mnohé kotle bývají řídicím systémem s takovým rozhraním vybaveny, u jiných je nutné rozhraní vybudovat alespoň ve zjednodušené formě, např. jako binární komunikaci bezpotenciálovými kontakty.

Čím dál více firem, jenž se zabývají domovní technologií (tepelná technika, vzduchotechnické jednotky, fancoily), se přizpůsobuje požadavkům trhu a pouští se do výroby vlastních komunikačních rozhraní právě pro systém KNX/EIB. Existují například KNX rozhraní

pro kotle BUDERUS či VIESSMANN, díky kterým kotle pracují přímo s požadavky z domu a je možné je obsluhovat z libovolného místa na sběrnici (například pomocí LCD info terminálu či PC obsahující vizualizaci).

Firma WAGO vyvinula pro své PLC automaty komunikační EIB kartu, jež umožňuje přímo komunikovat s řídicím procesorem. Je to ideální řešení například pro řízení technologických procesů v budově. Nedochází ke zbytečnému zatěžování sběrnice EIB v případě, kdy je kladen důraz na rychlost cykly při snímání analogových veličin jako je teplota nebo tlak. Například PID regulátor, jenž řídí směšovací ventil pro podlahové topení je naprogramován pomocí CoDeSys v PLC automatu WAGO a celý tento proces včetně snímání teploty probíhá nezávisle na systému EIB. Pomocí EIB karty je pak možné ovládat či sledovat pouze vybrané datové body (ZAP/VYP regulaci, AUTO/MANUAL, stav otevření směšovacího ventilu atd.)

V rozsáhlých objektech mohou vedle sebe existovat různé řídicí systémy využívající sítě jako např. EIB a LAN (Local Area Network). I v takovýchto případech lze zabezpečit potřebnou komunikaci různými komunikačními prostředky, mezi něž patří např. rozhraní IG/S 1.1 nebo 6186L, přístroje ukázanými na obr. 3-6. Může tak být zabezpečena komunikace i po síti Ethernet.



Obr. 3-6 Komunikační rozhraní mezi EIB a jinými systémy

### 3.4 Možnosti vizualizace

K zobrazení a současně i ovládání vybraných funkcí anebo také všech funkcí v systémové instalaci ABB i-bus®KNX/EIB slouží široká škála vizualizačních přístrojů. Mohou to být jednoduché prvky LCD pro několik funkcí, individuálně zhotovené panely s miniaturními tlačítky a indikací žárovkami LED, různé LCD nebo dotykové panely anebo PC vybavené vhodnými vizualizačními programy. Právě naposled uvedené zobrazovací prostředky umožňují společnou vizualizaci nejen všech funkcí v systémové instalaci, ale také všech případných dalších použitých funkcí, jako například provozních údajů různých technologií nebo záběry z kamer. V mnoha instalacích se využívá i několika zobrazovacích prvků.

Velmi často používaným prvkem je dotykový panel (obr. 3-7), který v barevných variantách může zobrazit (a také ovládat) stavy až 210 funkcí.



Obr. 3-7 Dotykový panel pro vizualizaci 210 funkcí

Tento dotykový panel je vícefunkční. Je v něm integrován prostorový termostat, takže v místnosti s tímto panelem již není nutné používat další snímač s funkcí pro regulaci topení i chlazení. Obsahuje také infračervené rozhraní pro dálkové ovládání až deseti vybraných funkcí a až šesti scén. Další možnostmi jsou spolupráce se zabezpečovacím systémem a vytváření programů pro nepřítomnost.

Panel umožňuje vytvoření a spouštění dvaceti scén a dvaceti časových programů. Navíc je vybaven informační stranou, na kterou lze zapisovat (a také mazat) libovolné, ručně psané vzkazy nebo poznámky. Dotykový panel je plně postačujícím, centralizovaným zobrazovacím a ovládacím prvkem v rodinných domech a bytech, ale také v komerčních objektech pro vizualizaci určitých částí budovy nebo vybraných funkcí.

## 4 ENERGETICKÉ ÚSPORY NABÍZENÉ SYSTÉMEM KNX/EIB

### 4.1 Společné řízení funkcí

Systémové instalace s komunikací po KNX/EIB dovolují dosáhnout skutečně minimálních provozních nákladů. Především v komerčních objektech bývají značné tlaky investorů na minimalizaci nákladů na elektrické instalace, přestože je vyžadována vysoká úroveň řízení jednotlivých funkcí, včetně vytváření vzájemných vazeb pro zatím nejvyšší dosažitelné přídavné úspory energií.

Ne vždy si však uvědomí, že již samotné sdružení řízení osvětlení, spotřeby tepla, ovládání žaluzií a spoluprací s dalšími systémy ve společné systémové instalaci KNX/EIB lze ve velkém projektovaném objektu snížit celkové investiční náklady. Tato úspora je obzvlášť patrná ve srovnání s použitím i několika systémů řízení na sobě nezávislých funkcí, které vzájemně nespolupracují, a proto ani nemohou dosáhnout přídavných úspor energií.

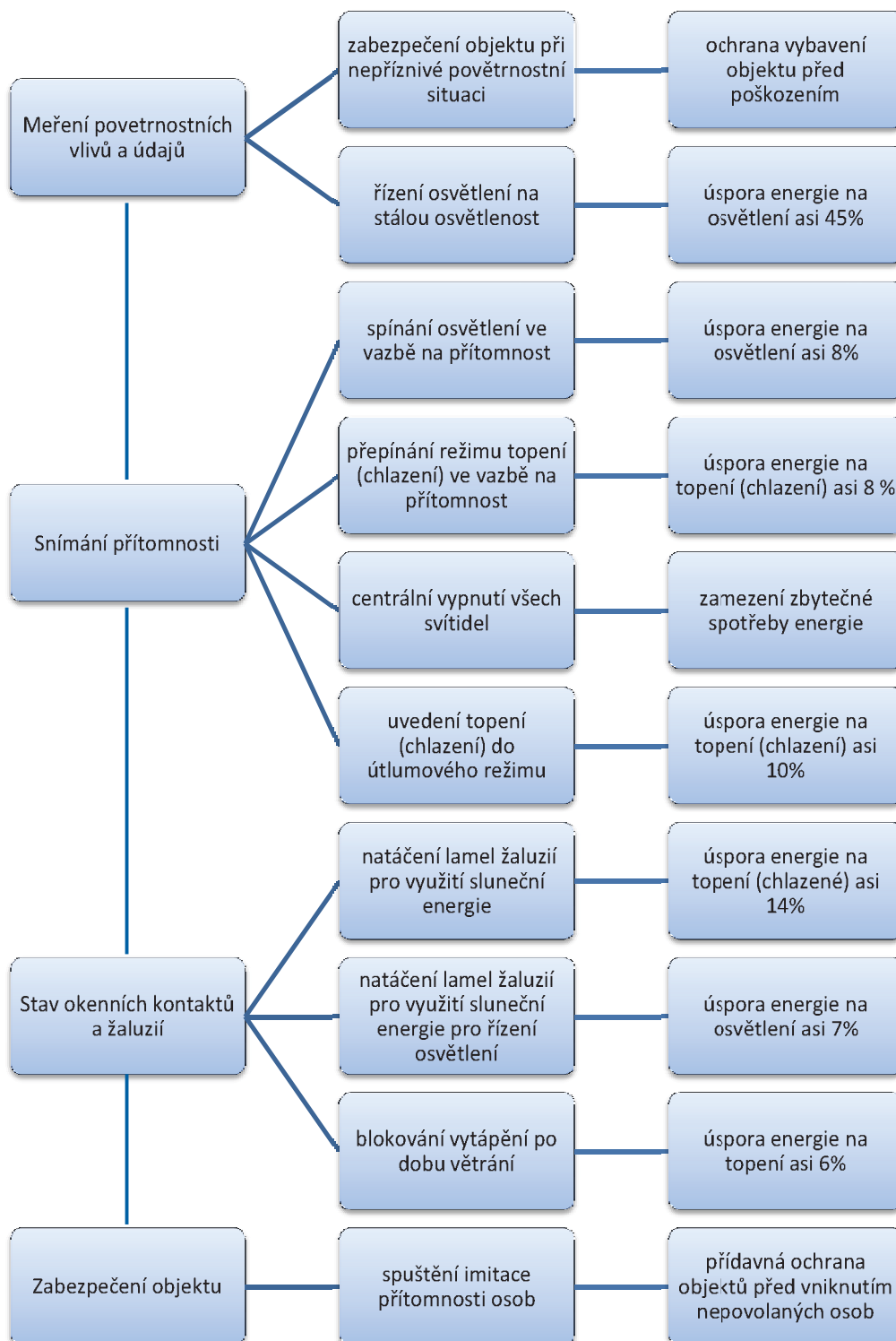
Tab. 3-1 demonstruje vazby mezi několika snímači a ostatními částmi systémové instalace KNX/EIB, které po nastavení parametrů a po softwarovém vytvoření logických vazeb zajistí až nečekaně vysoké úspory energií, a to dokonce i při vysoké úrovni komfortu.

### 4.2 Využití informací o stavu okenních kontaktů

Základním předpokladem každé regulace je měření potřebných fyzikálních veličin. Pro hospodaření s tepelnou energií během větrání je nutné znát dobu, po kterou mají být okna otevřená. Ke zjištění tohoto stavu postačí opatřit okna magnetickými kontakty, jejichž aktuální stav je vyhodnocen binárními vstupy.

Systém specializovaný pouze na regulaci spotřeby tepla není obvykle vybaven vazbami na stav jiných funkcí budovy, a nedovede tedy vyhodnotit důvod zvýšené spotřeby dodávaného tepla, kterou signalizuje snímač teploty umístěný v prostoru s otevřenými okny.

Avšak v systémové instalaci KNX/EIB je prostřednictvím sběrnice předána informace o tomto stavu příslušnému termostatu (snímač teploty s programovatelným regulátorem teploty topení i chlazení). Termostat předá příkaz příslušnému akčnímu členu, který zajistí zablokování dodávky tepla po dobu, kdy jsou okna otevřená. Regulátor je však vybaven aplikačním programem, který uvolní dodávku tepla v případě, kdy by již mohlo dojít ke škodám na majetku, tzn., že při poklesu teploty například pod 7 °C bude obnovena dodávka tepla i při otevřených oknech a za cenu určitých tepelných ztrát. Systém tím přechází do režimu protimrazové ochrany, takže nedojde ke škodám způsobeným poklesem teploty pod bod mrazu.



Tab. 3-1 Příklady vazeb mezi různými funkcemi pro zvýšení úspor energie a komfortu [5]

### 4.3 Vazby na přítomnost osob

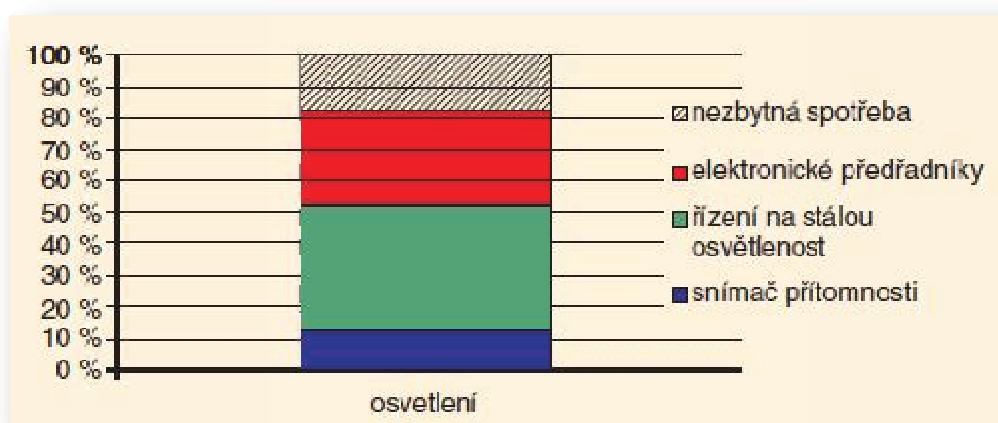
Snímače pohybu a přítomnosti mají značný význam pro úsporu energie na osvětlování v prostorách s občasným pohybem osob, jako jsou chodby, schodiště a hygienická zařízení. Režim činnosti snímače může být přítom proměnný v závislosti na čase či na jiné funkci.

To znamená, že v budovách státní správy a podobných objektech budou v úřední době uvedené prostory osvětleny trvale (ovšem pouze tehdy, nepostačuje-li přirozené osvětlení). V době menšího pohybu osob je osvětlení vázáno na tyto snímače. Velký význam má instalace snímačů přítomnosti osob v kancelářských, zasedacích a jiných místnostech.

Tyto přístroje systému KNX/EIB nejen regulují spotřebu energie na osvětlování, ale zajišťují i významné přídavné úspory energie na vytápění či chlazení, neboť snímač přítomnosti osob může ovládat osvětlení i klimatizační zařízení.

Energetický potenciál úspor vychází z centrálního řízení spotřeby tepla v jednotlivých místnostech. Na začátku provozní doby jsou termostaty ve všech místnostech nastaveny na komfortní teplotu. Po jejím skončení je nastaven úsporný režim bez ohledu na to, zda kanceláře jsou, nebo nejsou právě využívány.

Snímači s vazbou na přítomnost osob se ročně ušetří nejméně 8 % tepelné energie, protože nevyužívané místnosti se vytápějí pouze v útlumovém režimu na teplotu o 2 až 3 °C nižší, než místnosti s přítomnými osobami. Průměrný Evropan při příchodu do kanceláře obvykle rozsvítí bez ohledu na skutečnou potřebu. Pokud nezapomene, zhasne většinou až při odchodu, tj. po skončení pracovní doby.



Obr. 3-1 Možné úspory energie na osvětlování [5]

Zvláště významných úspor lze jednorázově dosáhnout například při rekonstrukci elektrické instalace, při níž dojde i k náhradě starých typů zářivkových svítidel s klasickými předřadníky (vinutými tlumivkami) novými typy svítidel s elektronickými stmívatelnými předřadníky. Při

vyhovujícím osvětlení místností postačí ve srovnání s původním stavem pouhých 18 % energie. Části těchto úspor (až 30 %) je dosaženo snížením vlastních ztrát zářivkových svítidel náhradou klasických předřadníků za elektronické.

Úspory lze také zvýšit řízením stálé osvětlenosti pomocí stmívačů se samočinnou regulací, které jsou vázány na měření intenzity osvětlení v místnosti. To lze zajistit snímačem osvětlenosti vestavěným do přístroje, jež obsahuje i snímač přítomnosti, který zajistí vypínání osvětlení v době nepřítomnosti osob v místnosti. Uvedená opatření mohou souhrnně přinést značné snížení spotřeby elektrické energie a tím i finanční úsporu (obr. 3-1).

#### 4.4 Vazby na povětrnostní data

Požadavky na zajištění svinutí markýz při silném větru a tím jejich ochranu před poškozením, uzavření střešních oken při dešti, popř. zaclonění oken žaluziemi při ostrém slunečním světle jsou již poměrně běžné. Náročnějším úkolem je zabezpečit tyto funkce, a navíc zajistit přídavné úspory energie.

V systémové instalaci KNX/EIB lze výhodně využít údaje o naměřených hodnotách intenzity osvětlení k nastavení lamel venkovních žaluzií tak, aby využití sluneční energie pro přitápění i pro snížení nákladů na umělé osvětlování bylo co nejefektivnější. Tato vazba samozřejmě vyžaduje splnění několika podmínek.

Jedná se především o nutnost vybavení venkovních žaluzií lamelami s odraznými rovinnými plochami, které zabezpečí definování úhlů dopadu a odrazu tepelné i světelné sluneční energie, dále o aplikaci žaluziových akčních členů s jednobytovým řízením posunu, natáčení lamel a vytvoření potřebných logických vazeb pro automatické řízení specializovaným logickým modulem, což jsou běžně dodávané přístroje systému ABB i-bus®KNX/EIB.

Po vložení potřebných dat jsou jednotlivé žaluzie řízeny tak, aby byla sluneční energie plně využívána pro přitápění (anebo byla při chlazení odrážena do venkovního prostoru). Tak lze běžně dosáhnout asi 14% přídavných úspor dodávané tepelné energie, což vede k významné úspoře provozních nákladů. [5]

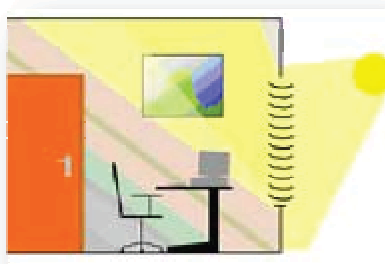
## 5 ÚSPORY INTELIGENTNÍHO ŘÍZENÍ OSVĚTLENÍ A OTOPNÝCH SYSTÉMŮ

Výrazným zdrojem možných energetických úspor jsou mimo jiné také osvětlovací soustavy, především v nebytových prostorách, ať již výrobních nebo nevýrobních. Ve stávajících objektech jsou k osvětlování využívána převážně zářivková svítidla, ovšem většinou se ztrátovými klasickými předřadníky.

Avšak v nových a rekonstruovaných objektech jsou již obvykle energeticky náročné předřadníky nahrazeny elektronickými předřadníky. Při stejném způsobu provozování osvětlovací soustavy tak lze ušetřit až 30 % elektrické energie, samozřejmě při poněkud zvýšených investičních nákladech. Navíc při neustále rostoucích cenách energie a současném postupném snižování cen elektronických předřadníků je ekonomický přínos tohoto řešení pro uživatele zcela jednoznačný.

Ve srovnání se zastaralými osvětlovacími soustavami je možné v modernizovaných soustavách dosáhnout podstatně vyšších energetických úspor. Statistickými šetřeními byl zjištěn potenciál těchto úspor ve výši až asi 82 %. Pro plně komfortní osvětlení tedy může postačit jen asi 18 % z doposud spotřebovávaného množství energie. K tomu je ovšem zapotřebí vložit vyšší náklady do řízení provozu celé osvětlovací soustavy.

Největší části úspor (kolem 38 %) lze dosáhnout využíváním stmívatelných elektronických předřadníků (analogových nebo digitálních), jež jsou v obvodech řízení zapojeny na stálou osvětlenost, dalších až 14 % úspor přinese přidavné zařazení snímačů přítomnosti.



*Obr. 4-1 Využití slunečního záření pro řízení vnitřního osvětlení a pro spolupráci s vytápěním*

Na první pohled se naznačené vysoké úspory energie mohou jevit jako silně nadnesené. Je však třeba vzít v úvahu velký počet různých faktorů, které tyto úspory ovlivňují. Prvním z nich je již zmíněná náhrada klasických předřadníků, se zcela zřejmou úsporou. Klasické předřadníky se na celkové spotřebě energie zářivkového svítidla podílejí více než 20 %, zatímco elektronickému předřadníku postačí jen několik málo procent z celkového příkonu svítidla.

Nastavením systému na samočinné řízení na stálou osvětlenost lze zabránit zcela zbytečnému plýtvání elektrickou energií během dne. V tu dobu je přirozené osvětlení zcela postačující, plně vyhovující všem hygienickým předpisům, přesto bývá osvětlení zapnuto na plný výkon. Je-li tedy k dispozici osvětlovací soustava s řízením na stálou osvětlenost, stmívače zařazené v obvodech plynule reagují na údaje snímačů o okamžité úrovni intenzity osvětlení a příkon svítidla je regulován tak, aby byla zajištěna konstantní osvětlenost.

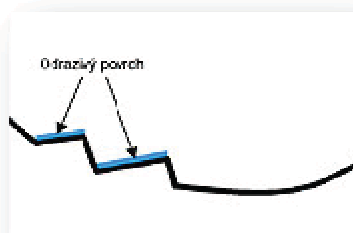
V systémové elektrické instalaci ABB i-bus® EIB/KNX lze nastavit různé způsoby řízení na stálou osvětlenost. Při dosažení dostačující úrovně přirozeného osvětlení může být umělé osvětlení vypnuto nebo snížena jeho intenzita na technické minimum (např. proto, aby nebyl výrazně zkracován život zářivek jejich častým spínáním).

A jestliže je objekt vybaven elektricky ovládanými žaluziemi, je snadné provázat jejich samočinné řízení s řízením osvětlovací soustavy. Především v místnostech, do nichž během pracovní doby zasahuje přímé sluneční záření, je takováto programová vazba žádoucí. Ručně ovládaným zacloněním by se pouze zabránilo vniku přímého slunečního světla do místnosti a to by vedlo k následnému zvýšení příkonu řízeného umělého osvětlení.

Samočinně řízený systém koordinující pohyb žaluzií s požadavky na stmívané osvětlení v maximální míře využívá odražené sluneční světlo, aby bylo dosaženo co největších úspor elektrické energie potřebné k osvětlování, přičemž vhodným natáčením lamel zabráňuje oslňování přítomných osob přímým slunečním světlem (obr. 4-1).

Pro to, aby tento systém mohl skutečně optimálně pracovat, je nutné splnit několik podmínek. Řízení žaluzií, včetně natáčení lamel, musí pracovat zcela automaticky, v závislosti na vzájemné poloze slunce a řízených oken. Žaluzie budou řízeny jinak při jasné obloze a jinak při dlouhodobém zastínění mraky anebo stínícími předměty (např. vzrostlými stromy).

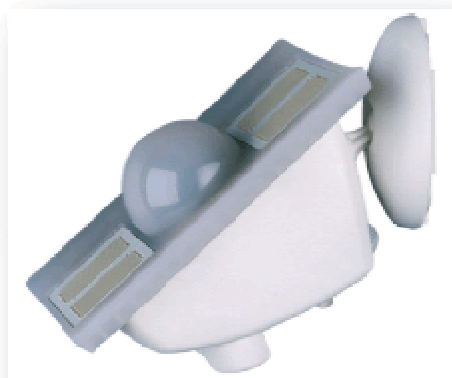
Současným možným efektem využívání slunečního světla pro řízení vnitřního osvětlení může být i využívání sluneční energie (odrážením infračerveného světla od lamel do vnitřního prostoru budovy) k přitápění v zimním období. Tak lze navíc ušetřit asi 14 % energie, ve srovnání s jinak dokonale regulovaným, a tedy z hlediska spotřeby optimalizovaným systémem vytápění. V budovách opatřených chladicím systémem jsou lamely žaluzií natáčeny v letním období tak, aby sluneční teplo bylo odraženo do venkovního prostoru. To vede k obdobně vysokým úsporám energie vynakládané na provoz klimatizace. Někteří výrobci nabízejí venkovní žaluzie s lamelami opatřenými odrazivými materiály pro zvýšení účinnosti využívání sluneční energie (obr. 4-2).



Obr. 4-2 Lamela venkovní žaluzie opatřená odrazivými povrchy

Pro dokonalé samočinné řízení žaluzií, vytápění a osvětlování ve společném systému je nutné mít k dispozici co nejpřesněji stanovenou vzájemnou polohou slunce a objektu. V systémové elektrické instalaci ABB i-bus®EIB/KNX vypočítává tuto polohu specializovaný logický modul pro řízení až 200 žaluzií, rozmístěných na fasádě objektu.

Pro přesný výpočet této vzájemné polohy se do aplikačního programu modulu vloží konstantní základní parametry, jakými jsou zeměpisná poloha a orientace objektu k světovým stranám, polohy jednotlivých oken, popř. rozměry a vzdálenost jiných objektů, které mohou vrhat stín na řízenou budovu – pak zastíněná okna budou řízena jinak než nezastíněná okna na téže fasádě. Rovněž musí být zadány proměnné parametry – datum, čas, údaje o slunečním svitu. Proměnné parametry jsou plynule zadávány po sběrnici EIB/KNX. Veškeré potřebné údaje nejen pro řízení žaluzií mohou být zasílány v podobě telegramů všem žaluziovým, ale i dalším akčním členům z povětrnostní stanice, která získává údaje z kombinovaného snímače povětrnostního stavu (obr. 4-3), orientovaného podle světových stran.



*Obr. 4-3 Kombinovaný snímač povětrnostních údajů*

Snímač může poskytovat až osm různých údajů. Především snímá intenzitu osvětlení ze tří světových stran (východ, jih, západ) a celkovou intenzitu osvětlení. Obsahuje také snímač soumraku, snímač deště, venkovní teploty a větru. Posledním ze snímačů je přijímač časového signálu DCF 77. Vlastní spotřeba snímačů je optimalizována – vyhřívání snímače deště a snímače větru se spouští automaticky při dešti nebo při teplotách, při nichž by se tyto snímače orosovaly.

Všechny údaje kombinovaného snímače jsou předávány povětrnostní stanici (obr. 4-4) po čtyřžilové podružné sběrnici. Po jednom páru vodičů jsou předávána měřená data, druhý pár vodičů je určen pro silové napájení snímače. Po zpracování jsou všechny údaje odesílány po sběrnici těm prvkům, které je potřebují pro svou správnou činnost.



*Obr. 4-4 Povětrnostní stanice pro spolupráci s kombinovaným snímačem*

Poslední zmiňovanou vazbou vedoucí k dosažení co největších úspor energie vynakládané na osvětlování, ale i na vytápění nebo chlazení, je vazba na přítomnost osob, především v kancelářských a podobných prostorách. Oprávněnost tohoto názoru potvrdily také průzkumy využívání uvedených místností, jejichž výsledky ukázaly, že přibližně 40 % pracovní doby jsou tyto prostory zcela prázdné, z důvodu např. pracovní cesty, dovolené, nemoci, jednání mimo objekt nebo v jiné místnosti téhož objektu. Přesto osvětlení i vytápění v nich pracují na plný výkon.



*Obr. 4-5 Snímač přítomnosti*

Při použití snímače přítomnosti (obr. 4-5) je po odchodu zaměstnanců zajištěno vypnutí osvětlení (nebo snížení příkonu na minimální hodnotu, v závislosti na způsobu naprogramování) a přepnutí topení nebo chlazení z komfortního režimu na úsporný režim, tedy s nižší spotřebou energie. [3]

## 6 POPIS A NÁVRH ŘEŠENÍ ELEKTROINSTALACE RODINNÉHO DOMU

### 6.1 Popis zapojení konvenční elektroinstalace

Elektroinstalace je napojena z rozváděče RMS11, umístěného u vchodových dveří. V celém objektu budou světelné, zásuvkové a technologické rozvody vedeny pod omítkou, nad podhledy nebo v sádkartonových stěnách.

Jako světelné zdroje ve svítidlech jsou použity žárovky i zářivky.

Osvětlení je ovládáno stmívači, které jsou umístěny u vstupů do místností, ovládání z více míst je řešeno tlačítky připojenými paralelně k stmívači. Účelové prostory, jako jsou chodby, schodiště, komory a šatny jsou navíc vybaveny detektory pohybu, které jsou taktéž připojeny paralelně k stmívači.

Prvky ovládají předem definovaný světelný obvod, který nelze bez vnějších zásahů změnit. Svítidla i stmívače jsou napojena z rozváděče silovou kabeláží prostřednictvím kabelů CYKY – J 3x1,5.

Pro řízení polohy žaluzií je umístěný vedle oken žaluziový ovladač (poloha nahoru/dolu), při jehož stisku žaluzie sjíždějí, nebo vyjíždějí. Žaluzie jsou taktéž napájena z rozváděče kabelem CYKY – J 3x1,5.

Zásuvkové obvody jsou napájeny CYKY – J 3x2,5 resp. CYKY – J 5x2,5.

Návrh klasické elektroinstalace je uveden v příloze A, schéma rozváděče pak v příloze B.

## 6.2 Rozpočet klasické elektroinstalace

| Název                                                            | M  | Počet | Materiál | Materiál celkem  | Montáž   | Montáž celkem    | Cena     | Cena celkem      |
|------------------------------------------------------------------|----|-------|----------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|
| <b>Rozváděč - celkem</b>                                         |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| <b>ŘADOVÉ SVORNICE RSA 1,5 A</b>                                 |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| RSA1,5A Řadová svornice                                          | ks | 13,00 | 12,50    | 162,50           | 0,00     | 0,00             | 12,50    | 162,50           |
| <b>ŘADOVÉ SVORNICE RSA 4A</b>                                    |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| RSA 4A Řadová svornice                                           | ks | 16,00 | 10,15    | 162,40           | 0,00     | 0,00             | 10,15    | 162,40           |
| T63 I 14,5                                                       | ks | 1,00  | 730,00   | 730,00           | 134,93   | 134,93           | 864,93   | 864,93           |
| <b>UCPÁVKOVÁ VÝVODKA Z AL SLITINY</b>                            |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| P13.5                                                            | ks | 20,00 | 10,10    | 202,00           | 5,94     | 118,80           | 16,04    | 320,80           |
| P42                                                              | ks | 1,00  | 41,00    | 41,00            | 5,94     | 5,94             | 46,94    | 46,94            |
| <b>Jističe 3-pólové</b>                                          |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| S 203-B 50 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 3pól, In=50A     | ks | 1,00  | 633,00   | 633,00           | 1 089,69 | 1 089,69         | 1 722,69 | 1 722,69         |
| S 203-B 16 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 3pól, In=16A     | ks | 1,00  | 365,00   | 365,00           | 271,11   | 271,11           | 636,11   | 636,11           |
| S 203-B 20 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 3pól, In=20A     | ks | 1,00  | 380,00   | 380,00           | 358,11   | 358,11           | 738,11   | 738,11           |
| <b>Jističe 1-pólové</b>                                          |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| <b>Charakteristika B</b>                                         |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| S 201-B 16 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 1pól, In=16A     | ks | 11,00 | 104,00   | 1 144,00         | 106,71   | 1 173,81         | 210,71   | 2 317,81         |
| S 201-B 10 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 1pól, In=10A     | ks | 5,00  | 104,00   | 520,00           | 106,71   | 533,55           | 210,71   | 1 053,55         |
| S 201-B 6 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 1pól, In=6A       | ks | 2,00  | 116,00   | 232,00           | 106,71   | 213,42           | 222,71   | 445,42           |
| <b>Proudové chrániče 2-pólové</b>                                |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| F202 AC-16/0.01 Chránič, cit na ~ proud, 2pól, Idn=10mA, In=16A  | ks | 1,00  | 1 854,00 | 1 854,00         | 188,91   | 188,91           | 2 042,91 | 2 042,91         |
| OFE-25-2-030AC Proudový chránič                                  | ks | 1,00  | 981,00   | 981,00           | 247,00   | 247,00           | 1 228,00 | 1 228,00         |
| <b>Rozváděč - celkem</b>                                         |    |       |          | <b>7 406,90</b>  |          | <b>4 335,27</b>  |          | <b>11 742,17</b> |
| <b>Sílnoproudé rozvody</b>                                       |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| <b>SPÍNAČ, PŘEPÍNAČ KOMPLETNÍ, CLASSIC</b>                       |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| 3553-01289 B1 Spínač jednopólový; řazení 1; d. Classic; b. jasné | ks | 4,00  | 57,00    | 228,00           | 61,13    | 244,53           | 118,13   | 472,53           |
| 3553-06289 B1 Přepínač střídavý; řazení 6; d. Classic; b. jasné  | ks | 2,00  | 61,50    | 123,00           | 65,33    | 130,67           | 126,83   | 253,67           |
| <b>OVLÁDAČ KOMPLETNÍ, CLASSIC</b>                                |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| 3553-80289 B1 Ovládač zapínací; řazení 1/0; d. Classic; b. jasné | ks | 17,00 | 62,50    | 1 062,50         | 29,50    | 501,50           | 92,00    | 1 564,00         |
| Stmívač                                                          | ks | 16,00 | 884,10   | 14 145,60        | 85,20    | 1 363,20         | 969,30   | 15 508,80        |
| <b>ZÁSUVKA NN KOMPLETNÍ, VENKOVNÍ</b>                            |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| 5518-2600 B Zásuvka jednonásobná IP 44, s ochranným kolíkem      | ks | 6,00  | 0,00     | 0,00             | 85,20    | 511,20           | 85,20    | 511,20           |
| <b>ZÁSUVKA NN KOMPLETNÍ, CLASSIC</b>                             |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| 5512C-2349 B1 Zásuvka dvojnásobná, s ochrannými kolíky; d.       | ks | 23,00 | 93,00    | 2 139,00         | 65,33    | 1 502,67         | 158,33   | 3 641,67         |
| 5517-2389 B1 Zásuvka jednonásobná, s ochranným kolíkem; c        | ks | 17,00 | 65,50    | 1 113,50         | 54,80    | 931,60           | 120,30   | 2 045,10         |
| KU 68-1902 KRABICE ODBOČNÁ                                       | ks | ###   | 8,80     | 1 302,40         | 39,57    | 5 855,87         | 48,37    | 7 158,27         |
| <b>ŽÁROVKY OBYČEJNÉ ČIRÉ E27</b>                                 |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| 25 KL-100 KL čirá 25W-100W                                       | ks | 11,00 | 8,40     | 92,40            | 0,00     | 0,00             | 8,40     | 92,40            |
| <b>DULUX D JEDNOPAT. ZÁŘÍVKA</b>                                 |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| <b>PRO KONVEN. PŘED. PAT. G24d</b>                               |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| DD 13/41 DULUX D 13W/41                                          | ks | 12,00 | 103,50   | 1 242,00         | 0,00     | 0,00             | 103,50   | 1 242,00         |
| DD 18/41 DULUX D 18W/41                                          | ks | 36,00 | 118,50   | 4 266,00         | 0,00     | 0,00             | 118,50   | 4 266,00         |
| <b>LUMILUX PLUS, ZÁKLADNÍ PROGRAM</b>                            |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| <b>PRŮMĚR TRUBICE 26 MM</b>                                      |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| L 36/41 36W LUMILUX, délka 1200 mm                               | ks | 12,00 | 47,90    | 574,80           | 0,00     | 0,00             | 47,90    | 574,80           |
| <b>SPÍNAČ AUTOMATICKÝ CLASSIC, KOMPLETNÍ</b>                     |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| 3299C-C12100 B1 Spínač automatický, se snímačem pohybu,          | ks | 11,00 | 1 398,00 | 15 378,00        | 37,93    | 417,27           | 1 435,93 | 15 795,27        |
| žlab 62/50                                                       | m  | 46,00 | 79,50    | 3 657,00         | 88,00    | 4 048,00         | 167,50   | 7 705,00         |
| žlab 125/50                                                      | m  | 50,00 | 96,00    | 4 800,00         | 98,73    | 4 936,50         | 194,73   | 9 736,50         |
| <b>KABEL SILOVÝ, IZOLACE PVC</b>                                 |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |
| CYKY-J 3x1,5, pevné                                              | m  | ###   | 10,70    | 5 221,60         | 18,10    | 8 832,80         | 28,80    | 14 054,40        |
| CYKY-J 3x2,5, pevné                                              | m  | ###   | 17,25    | 3 225,75         | 18,10    | 3 384,70         | 35,35    | 6 610,45         |
| CYKY-J 3x2,5, pevné                                              | m  | 40,00 | 36,36    | 1 454,40         | 18,10    | 724,00           | 54,46    | 2 178,40         |
| Podružný materiál                                                |    |       |          | 1 798,45         |          |                  |          | 1 798,45         |
| <b>Sílnoproudé rozvody- celkem</b>                               |    |       |          | <b>61 824,40</b> |          | <b>33 384,51</b> |          | <b>95 208,91</b> |
| <b>Náklady celkem: 106 951, 00 Kč</b>                            |    |       |          |                  |          |                  |          |                  |

### 6.3 Popis zapojení inteligentní elektroinstalace

Z rozváděče RMS jsou napájena obě patra rodinného domku. Rozváděč obsahuje kromě jističích prvků také zdroj a liniové spojky.

Protože počet účastníků v celém objektu přesahuje 60, je objekt rozdělen na dvě linie, každá pro jedno podlaží.

Každá linie je napájena zdrojem 360mA. Obě linie jsou propojeny liniovými spojkami, které je spojují, ale zároveň filtrují telegrafy, což znamená, že lokální telegrafy nepropouští do vedlejší linie a tím zabraňují zahlcení Sběrnice.

V celém objektu budou světelné, zásuvkové a technologické rozvody vedeny pod omítkou, nad podhledy nebo v sádkartonových stěnách.

Světelné obvody jsou napájeny vodiči CYKY 3Cx1,5 a obvody zásuvkové vodiči CYKY 3Cx 2,5 resp. 5Cx2,5.

Ovládaní je řešeno tlačítky u vchodu do místností, popřípadě u oken jednoduchými nebo vícenásobnými tlačítky.

Účelové místnosti jsou jako u klasické elektroinstalace vybaveny senzory pohybu.

Tyto snímače přítomnosti jsou nacvaknuté na zapuštěný spínací akční člen s funkcí stmívače do instalační krabíčky. Tyto aktory plní i funkci sběrnice spojky, na kterou lze připojit další ovládací prvky. (Obr. 6-1)

Žaluziové aktory jsou také řešeny v zapouštěcím provedení, a lze je vhodnou polohou u oken doplnit ovládacím tlačítkem.



*Obr. 6-1 Kombinace sběrnice spojky se spínacím akčním členem*

Návrh inteligentní elektroinstalace je uveden v příloze C, schéma rozváděče pak v příloze D.

## 6.4 Rozpočet inteligentní elektroinstalace

| Název                                                           | Mj | Poč | Materiál | Materiál ce   | Montáž | Montáž celk   | Cena   | Cena celkem    |
|-----------------------------------------------------------------|----|-----|----------|---------------|--------|---------------|--------|----------------|
| <b>Rozváděč - celkem</b>                                        |    |     |          |               |        |               |        |                |
| <b>ŘADOVÉ SVORNICE RSA 1,5 A</b>                                |    |     |          |               |        |               |        |                |
| RSA1,5A Řadová svornice                                         | ks | 15  | 13       | 187,5         | 0      | 0             | 13     | 187,5          |
| <b>ŘADOVÉ SVORNICE RSA 4 A</b>                                  |    |     |          |               |        |               |        |                |
| RSA 4 A Řadová svornice                                         | ks | 16  | 10       | 162,4         | 10     | 161,6         | 20     | 324            |
| T63 I14,5A T63 I14,5A                                           | ks | 1   | 730      | 730           | 135    | 134,93        | 865    | 864,93         |
| <b>UCPÁVKOVÁ VÝVODKA Z AL SLITINY</b>                           |    |     |          |               |        |               |        |                |
| P13.5                                                           | ks | 22  | 10       | 222,2         | 6      | 130,68        | 16     | 352,88         |
| P16                                                             | ks | 2   | 12       | 23,2          | 23     | 46,37         | 35     | 69,58          |
| P42                                                             | ks | 1   | 41       | 41            | 6      | 5,94          | 47     | 46,94          |
| <b>Jističe 3-pólové</b>                                         |    |     |          |               |        |               |        |                |
| S 203-B 50 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 3pól, In=50A    | ks | 1   | 633      | 633           | 1 090  | 1089,69       | 1 723  | 1722,69        |
| S 203-B 16 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 3pól, In=16A    | ks | 1   | 365      | 365           | 271    | 271,11        | 636    | 636,11         |
| S 203-B 20 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 3pól, In=20A    | ks | 1   | 380      | 380           | 358    | 358,11        | 738    | 738,11         |
| <b>Jističe 1-pólové</b>                                         |    |     |          |               |        |               |        |                |
| <b>Charakteristika B</b>                                        |    |     |          |               |        |               |        |                |
| S 203-B 16 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 3pól, In=16A    | ks | 11  | 365      | 4015          | 271    | 2982,21       | 636    | 6997,21        |
| S 203-B 10 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 3pól, In=10A    | ks | 5   | 428      | 2140          | 271    | 1355,55       | 699    | 3495,55        |
| S 203-B 6 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.B, 3pól, In=6A      | ks | 2   | 508      | 1016          | 271    | 542,22        | 779    | 1558,22        |
| <b>Charakteristika D</b>                                        |    |     |          |               |        |               |        |                |
| S 201-D 4 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.D, 1pól, In=4A      | ks | 1   | 211      | 211           | 107    | 106,71        | 318    | 317,71         |
| S 201-D 0.5 Jistič, řada S200 (Icn=6kA), char.D, 1pól, In=0.5A  | ks | 2   | 211      | 422           | 107    | 213,42        | 318    | 635,42         |
| <b>Typ AC</b>                                                   |    |     |          |               |        |               |        |                |
| <b>Proudové chrániče 2-pólové</b>                               |    |     |          |               |        |               |        |                |
| OFE-25-2-030AC Proudový chránič                                 | ks | 1   | 981      | 981           | 247    | 247           | 1 228  | 1228           |
| F202 A-16/0.01 Chránič, cit na ~+puls.SS proud, 2pól, Idn=10mA, | ks | 1   | 1 948    | 1948          | 189    | 188,91        | 2 137  | 2136,91        |
|                                                                 |    |     |          |               |        |               |        |                |
|                                                                 |    |     |          |               |        |               |        |                |
| <b>Rozváděč - celkem</b>                                        |    |     |          | <b>13477</b>  |        | <b>7834,5</b> |        | <b>21311,8</b> |
|                                                                 |    |     |          |               |        |               |        |                |
| <b>KNX</b>                                                      |    |     |          |               |        |               |        |                |
| SV/S 30.640.5 Řadový napájecí zdroj 30V, 640mA                  | ks | 2   | 9 594    | 19188         | 270    | 540           | 9 864  | 19728          |
| <b>ROZHRANÍ KOMUNIKAČNÍ A SPOJKY</b>                            |    |     |          |               |        |               |        |                |
| LK/S 4.1 Spojka liniová, řadová montáž                          | ks | 2   | 9 776    | 19552         | 270    | 540           | 10 046 | 20092          |
| 6114U-500 Zapuštěný snímač/stmívací akční člen                  | ks | 20  | 5 046    | 100920        | 270    | 5400          | 5 316  | 106320         |
| 6131-74-102-500 Detektor přítomnosti, bílá                      | ks | 11  | 4 220    | 46420         | 270    | 2970          | 4 490  | 49390          |
| 6152 EB-101-500 Vestavný sériový nebo žaluziový akční člen      | ks | 10  | 6 177    | 61770         | 270    | 2700          | 6 447  | 64470          |
| 6125-84-500 Tlačítkový snímač 1x,popis.pole,solo,studio bílá    | ks | 11  | 1 127    | 12397         | 270    | 2970          | 1 397  | 15367          |
| 6126-84-500 Tlačítkový snímač 2x,popis.pole,solo,studio bílá    | ks | 4   | 1 438    | 5752          | 270    | 1080          | 1 708  | 6832           |
| 6127-84-500 Tlačítkový snímač 4x,popis.pole,solo,studio bílá    | ks | 11  | 2 224    | 24464         | 270    | 2970          | 2 494  | 27434          |
| <b>SBĚRNICOVÁ SPOJKA</b>                                        |    |     |          |               |        |               |        |                |
| 6120 U-102-500 Spojka sběrnicová, zapuštěná montáž              | ks | 23  | 2 234    | 51382         | 270    | 6210          | 2 504  | 57592          |
| 6136/100C-101-500 Dotykový panel barevný, 210 adres             | ks | 1   | 35 525   | 35525         | 371    | 371           | 35 896 | 35896          |
|                                                                 |    |     |          |               |        |               |        |                |
|                                                                 |    |     |          |               |        |               |        |                |
| Sbernicovy kabel YCYM 2x2x0,8                                   | ks | 4   | 1 470    | 5880          | 18     | 72,4          | 1 488  | 5952,4         |
|                                                                 |    |     |          |               |        |               |        |                |
|                                                                 |    |     |          |               |        |               |        |                |
| <b>KNX - celkem</b>                                             |    |     |          | <b>383250</b> |        | <b>25823</b>  |        | <b>409073</b>  |

|                                                              |    |     |     |               |    |               |     |               |
|--------------------------------------------------------------|----|-----|-----|---------------|----|---------------|-----|---------------|
| <b>Sílnoproudé vedení</b>                                    |    |     |     |               |    |               |     |               |
| <b>ZÁSUVKA NN KOMPLETNÍ, VENKOVNÍ</b>                        |    |     |     |               |    |               |     |               |
| 5518-2600 B Zásuvka jednonásobná IP 44, s ochranným kolíkem  | ks | 6   | 0   | 0             | 85 | 511           | 85  | 511           |
| <b>ZÁSUVKA NN KOMPLETNÍ, CLASSIC</b>                         |    |     |     |               |    |               |     |               |
| 5512C-2349 B1 Zásuvka dvojnásobná, s ochrannými kolíky; d. C | ks | 23  | 93  | 2 139         | 65 | 1 503         | 158 | 3 642         |
| 5517-2389 B1 Zásuvka jednonásobná, s ochranným kolíkem; d. C | ks | 17  | 66  | 1 114         | 55 | 932           | 120 | 2 045         |
| KU 68-1902 KRABICE ODBOČNÁ                                   | ks | 108 | 9   | 950           | 40 | 4 273         | 48  | 5 224         |
| <b>ŽÁROVKY OBYČEJNÉ ČIRÉ E27</b>                             |    |     |     |               |    |               |     |               |
| 25 KL-100 KL čirá 25W-100W                                   | ks | 11  | 8   | 92            | 0  | 0             | 8   | 92            |
| <b>DULUX D JEDNOPAT. ZÁŘIVKA</b>                             |    |     |     |               |    |               |     |               |
| <b>PRO KONVEN. PŘED. PAT. G24d</b>                           |    |     |     |               |    |               |     |               |
| DD 13/41 DULUX D 13W/41                                      | ks | 12  | 104 | 1 242         | 0  | 0             | 104 | 1 242         |
| DD 18/41 DULUX D 18W/41                                      | ks | 36  | 119 | 4 266         | 0  | 0             | 119 | 4 266         |
| <b>LUMILUX PLUS, ZÁKLADNÍ PROGRAM</b>                        |    |     |     |               |    |               |     |               |
| <b>PRŮMĚR TRUBICE 26 MM</b>                                  |    |     |     |               |    |               |     |               |
| L 36/41 36W LUMILUX, délka 1200 mm                           | ks | 12  | 48  | 575           | 0  | 0             | 48  | 575           |
|                                                              |    |     |     |               |    |               |     |               |
| <b>KABEL SILOVÝ, IZOLACE PVC</b>                             |    |     |     |               |    |               |     |               |
| CYKY-J 3x1.5, pevně                                          | m  | 383 | 11  | 4 098         | 18 | 6 932         | 29  | 11 030        |
| CYKY-J 3x2.5, pevně                                          | m  | 187 | 17  | 3 226         | 18 | 3 385         | 35  | 6 610         |
| CYKY-J5x2,5, pevně                                           | m  | 40  | 36  | 1 454         | 18 | 724           | 54  | 2 178         |
|                                                              |    |     |     |               |    |               |     |               |
| žlab 62/50                                                   | m  | 50  | 80  | 3 975         | 88 | 4 400         | 168 | 8 375         |
| žlab 125/50                                                  | m  | 46  | 96  | 4 416         | 99 | 4 542         | 195 | 8 958         |
| Podružný materiál                                            |    |     |     | 885           |    |               |     | 885           |
|                                                              |    |     |     |               |    |               |     |               |
| <b>Sílnoproudé vedení - celkem</b>                           |    |     |     | <b>28 432</b> |    | <b>27 201</b> |     | <b>55 634</b> |
|                                                              |    |     |     |               |    |               |     |               |
| <b>Celkem náklady: 486 017, 00 Kč</b>                        |    |     |     |               |    |               |     |               |

Stanovené ceny obsahují potřebné náklady na vytvoření elektronického projektu, náklady na montáž. V ceně jsou zahrnuty potřebné silové kabely, rozváděče a nezbytné jistící a ochranné přístroje. Dále jsou zahrnuty zásuvkové rozvody, včetně silových zásuvek.

V ceně nejsou zahrnuty naprogramování a oživení systémové elektrické instalace.

## 7 ZÁVĚR

Tato práce se zabývala prvky inteligentní instalace a jejich praktickým využitím dle bodů dané osnovy. V úvodu jsem se zaměřil na obecné informace, a to jakým způsobem se liší konvenční a inteligentní elektroinstalace.

Pořizovací náklady jsou oproti konvenční instalaci vyšší, ovšem se vstupem mnoha různých konkurenčních systémů na trh a i větší povědomostí o nich mezi veřejností, se začínají více prosazovat. Uživatelé těchto systémů si je pořizují hlavně kvůli komfortu a úsporám energií. Systém je kompletně zakomponován a propojen vazbami s ostatními technologiemi v budově. Vzhledem k rostoucím cenám energií se následně tato vyšší pořizovací hodnota zúročí v podobě rychlé návratnosti investičních nákladů v řádu několika let.

Velkou výhodou při projektování inteligentních systémů je skutečnost, že není zapotřebí přesně určovat, která svítidla či jiné spotřebiče mají být z daného místa ovládány. Konkrétní konfigurace ovládání se nastavuje až při samotném ožívování elektroinstalace. Všechny prvky systému, aktory (výkonová část) a senzory (řídící a ovládací část), spolu navzájem komunikují (bezdrátově či pomocí datové sítě) a umožňují tak efektivní ovládání topení, světel, zabezpečovacího systému, elektrických přístrojů, žaluzií či zavlažování zahrady.

V závěru práce jsem se zaměřil na vytvoření konkrétního projektu rodinného domu. V Autocadu jsem vytvořil výkres daného domu a v programu Astra pak navrhnul jeho elektroinstalaci oběma způsoby. Tímto způsobem bylo možné porovnat rozdíl mezi konvenční a inteligentní instalací jak z hlediska investičních nákladů, tak způsobem provedení.

V žádném případě nelze přímo porovnávat náklady mezi klasickým řešením elektroinstalací a systémovým řešením. Systémové řešení zahrnuje nejen tradiční silovou elektrickou instalaci, ale navíc i řízení osvětlení a otopných systémů. Navíc je zahrnuta i centrální vizualizace dotykovým panelem s možností vytváření potřebných časových programů, programů pro nepřítomnost, scén a hlášení vybraných stavů sledovaných funkcí.

V dalším postupu bych pokračoval v prohloubení získaných poznatků, které bych použil k vypracování konkrétního návrhu a získání tak provozních energetických úspor inteligentní elektroinstalace.

## LITERATURA

- [1] BÁTORA, Branislav, Inteligentní elektroinstalační prvky pro počítačové řízení: Diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií , 2006
- [2] KUNC, Josef, ABB: Příklady sběrniceových systému, *Elektrika* [online], [cit.18.září 2008], <<http://elektrika.cz/data/clanky/abb-systemove-elektricke-instalace-knx-eib-2013-3cast/view>>
- [3] KUNC, Josef, ABB: Úsporné řízení osvětlení v systémové instalaci KNX/EIB, *Elektrika* [online], [cit.21.ledna 2008], <<http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-12-03.8624743358/view>>
- [4] VOJÁČEK, Antonín, Sběrnice KNX pro řízení budov, *Automatizace hw* [online], [cit.10.června 2008], <<http://automatizace.hw.cz/clanek/2006061001>>
- [5] KUNC, Josef, Úspory energie a komfort v systémových instalacích, *Automatizace* [online]. 2006, r.49, č.11 [listopad 2006], <<http://www.automatizace.cz/article.php?a=1511>>
- [6] KUNC, Josef, ABB: Stručné zásady návrhu systému instalace KNX/EIB, *Elektrika* [online]. [cit.12.září 2007] <<http://elektrika.cz/data/clanky/abb-strucne-zasady-navrhu-systemu-instalace-knx-eib/view>>
- [7] KUNC, Josef, Topologické uspořádání systémové instalace, *Elektrika* [online], [cit.17.června 2008] <<http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-12-03.6773500920>>
- [8] Internetové katalogy firmy ABB [online]. <<http://www.abb.cz>>

## **PŘÍLOHY**

Seznam dokumentů na CD:

- Bakalářská práce.pdf
- Příloha A – Dispozice konvenční elektroinstalace.pdf
- Příloha B – Schéma rozváděče konvenční elektroinstalace.pdf
- Příloha C – Dispozice inteligentní elektroinstalace.pdf
- Příloha D – Schéma rozváděče inteligentní elektroinstalace.pdf