

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**



**REKONSTRUKCE ELEKTROINSTALACE  
KOMPLEXU BUDOV**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**DAVID BLAHUTA**

**Vedoucí diplomové práce : doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.**

**2016/2017**



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Blahuta Jméno: David Osobní číslo: 380177  
Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov  
Studijní program: Magisterský  
Studijní obor: Inteligentní budovy

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rekonstrukce elektroinstalace komplexu budov.  
Název diplomové práce anglicky: Reconstruction electrical installations of complex buildings

Pokyny pro vypracování:

Pro stávající objekty bývalého statku v Hostouni vytvořte prováděcí projektovou dokumentaci. Součástí dokumentace bude dokumentace rekonstrukce nízkého napětí, slaboproudé elektroinstalace a elektrického zabezpečení budovy s ohledem na požadavky investora.  
Vypracování koncepce inteligentního ovládání budovy.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc

Datum zadání diplomové práce: 21.2.2017 Termín odevzdání diplomové práce: 21.5.2017  
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

21.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Hostouni 18.května 2017

.....

## **Poděkování**

Děkuji všem, co mě v průběhu psaní této práce podporovali, měli se mnou trpělivost a bez kterých by tedy vzniknout tato práce ani nemohla.

Děkuji mým rodičům za pomoc a podporu, k tomu, že mě vedli a podporovali v mých zájmech a koníčcích.

Děkuji také docentu Garlíkovi za odborné vedení při psaní mé diplomové práce.

# Obsah

<b>0. Úvod</b>	8
<b>1. Elektroinstalace obecně</b>	9
1.1 Klasická a inteligentní elektroinstalace	9
1.2 Problematika rekonstrukce elektroinstalace ve stávajícím objektu	10
<b>2. Inteligentní řízení budovy řídicím systémem</b>	15
2.1 Řídicí systém jako celek	15
<b>2.2 Princip funkce prvků v inteligentní instalaci</b>	16
<b>2.2.1 Řídicí jednotka</b>	16
Centrální řídicí jednotka jako jediný logický systém	16
Centrální řídicí jednotka a inteligentní vstupní a výstupní jednotky	17
Decentralizovaný řídicí systém	18
2.2.2 Realizace jednoduchého čtení stavu senzoru	20
2.2.3 Výstupy řídicího systému	20
<b>2.2.4 Druhy přenosových medií</b>	22
Kabelová datová vedení	22
Kabelová datová vedení po vodičích elektrického vedení 230V	23
Bezdrátová vedení	23
2.2.5 Napájení	24
2.2.6 Přenos zvuku	25
<b>3. Inteligentní elektroinstalace</b>	26
<b>3.1 Funkce systému</b>	27
3.1.1 Realizace centrálních funkcí	27
3.1.2 Ovládání světel	28
3.1.3 Ovládání zásuvek	28
3.1.4 Ovládání vrat, dveří, rolet, žaluzií, otvírání oken	29
3.1.5 Vzduchotechnika	30
3.1.6 Vytápění a chlazení	30
3.1.7 Domovní zvonek	31
3.1.8 Ovládací prvky	32
3.1.9 Komunikace mezi jednotlivými systémy	33
3.1.10 Čidla	34
3.1.11 Domácí spotřebiče	35
<b>3.2 Výsledné funkce celého systému</b>	35
3.2.1 Vstup do objektu	35
3.2.2 Ovládání osvětlení a instalací	35
3.2.3 Ovládání scén	36
3.2.4 Řízení vnitřního prostředí	36
3.2.5 Bezpečnostní systém	37
3.2.6 Správa energií	38

3.2.7 Informace a stavová hlášení.....	40
3.2.8 Ovládání přes „chytrá zařízení“ .....	40
<b>3.2.9. Příklady komerčně prodáváných systémů .....</b>	<b>40</b>
KNX systém.....	40
Jablotron JA-100.....	41
Inteligentní systém Creatron.....	42
Automatizace místností SAUTER .....	43
3.2.10 Pomoc hendikepovaným lidem.....	43
3.2.11 Sociologický aspekt inteligentního domu.....	44
<b>4. Inteligentní elektroinstalace v rekonstrukcích.....</b>	<b>45</b>
4.1 Novostavba versus rekonstrukce.....	45
4.2 Novostavba.....	45
4.3 Rekonstrukce.....	46
<b>5. Závěr .....</b>	<b>48</b>
<b>6. Zdroje informací.....</b>	<b>49</b>

## Přílohy

Diplomová práce – projektová část

Diplomová práce – projektová část – přílohy

## **Anotace**

Cílem této práce je popsání problematiky rekonstrukce elektroinstalace a inteligentní elektroinstalace.

Součástí této práce je i projekt rekonstrukce elektroinstalace konkrétních objektů. Projekt řeší vnitřní elektroinstalace, konkrétně světelné a silové rozvody nízkého napětí, zabezpečovací systém a řízení vytápění.

## **Annotation**

The aim of this paper is the description of the reconstruction of wiring issue and intelligent wiring.

A part of this work is also the project of wiring reconstruction of the particular buildings. The project deals with the inside wiring such as lighting and power distribution of low voltage, the safety system and the heating control.

## **Klíčová slova**

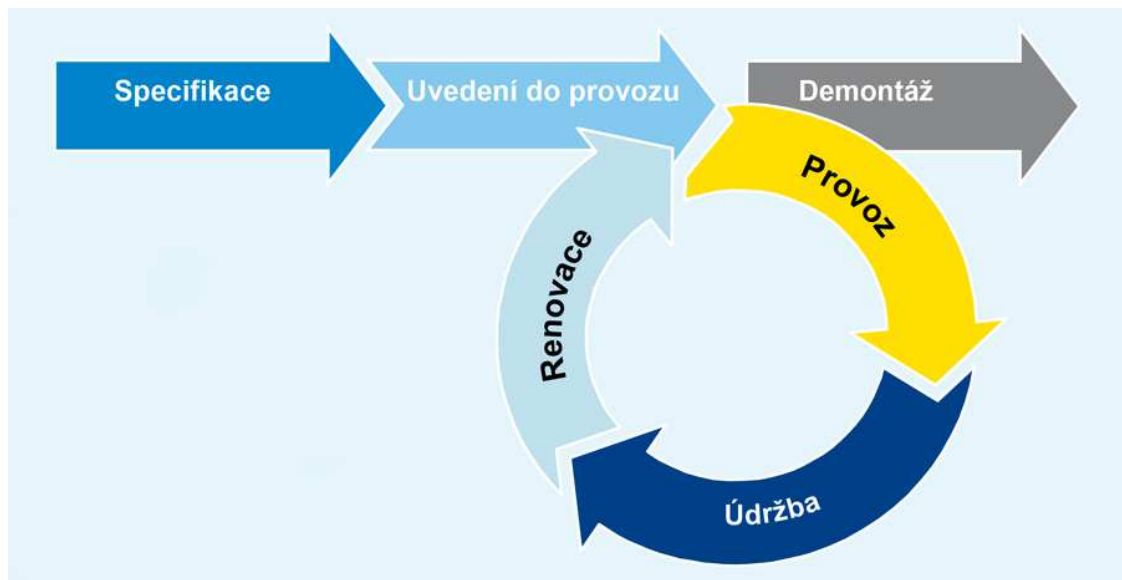
elektroinstalace, rekonstrukce elektroinstalace, inteligentní řízení, inteligentní dům, řídicí systém, ovládání budovy, zabezpečení budovy

## **Keywords**

wiring, reconstruction of the wiring, intelligent control, intelligent house, controlling system, control of the building, building security

## Úvod

Úkolem této práce je rozbor problematiky rekonstrukce elektroinstalace v budovách a vytvoření návrhu inteligentní elektroinstalace. Rekonstrukce tohoto druhu jistě častokrát nebudeme provádět v uniformních typizovaných objektech, a proto budeme muset naše funkční řešení skloubit s konkrétním přáním investora. Při realizaci musíme tedy brát v úvahu stávající elektrické instalace, technologie a fungování budovy v budoucnu. Při návrhu řešíme nejenom současný stav a využití, ale pokud je to známo, tak i případná budoucí rozšíření. V závislosti na tom, zda se v konkrétním případě bude jednat o bytovou výstavbu nebo například o výrobní halu, budeme muset přizpůsobit svá řešení podle charakteru dané budovy.



Obrázek 1 -návrh a životní cyklus instalace v objektu [4]

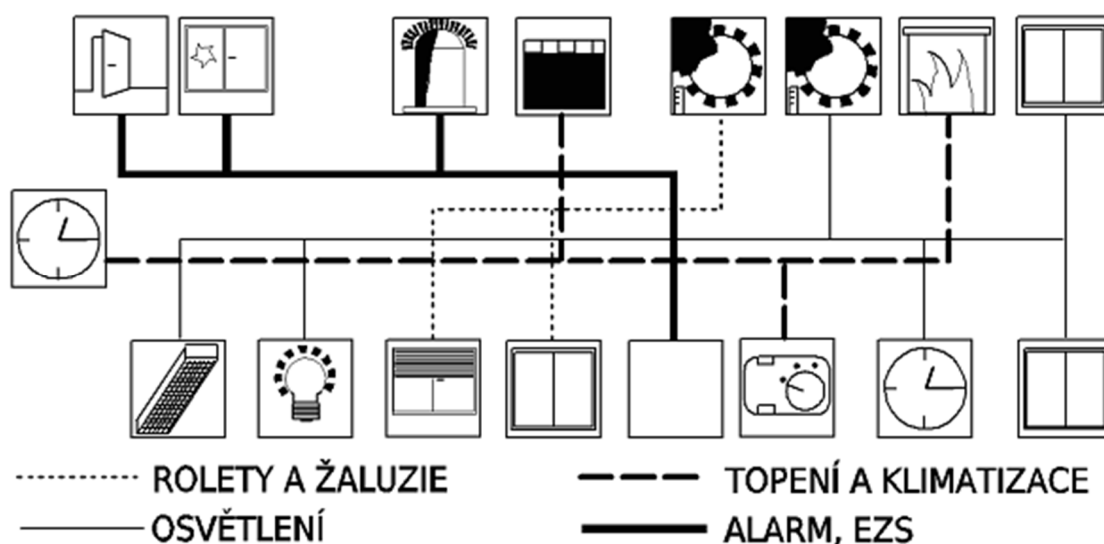
Také se budeme zabývat vlastností inteligentní elektroinstalace, jejím řešením, požadavků na ni, vazbami na další technologie, zařízení a uživatele.



# 1. Elektroinstalace obecně

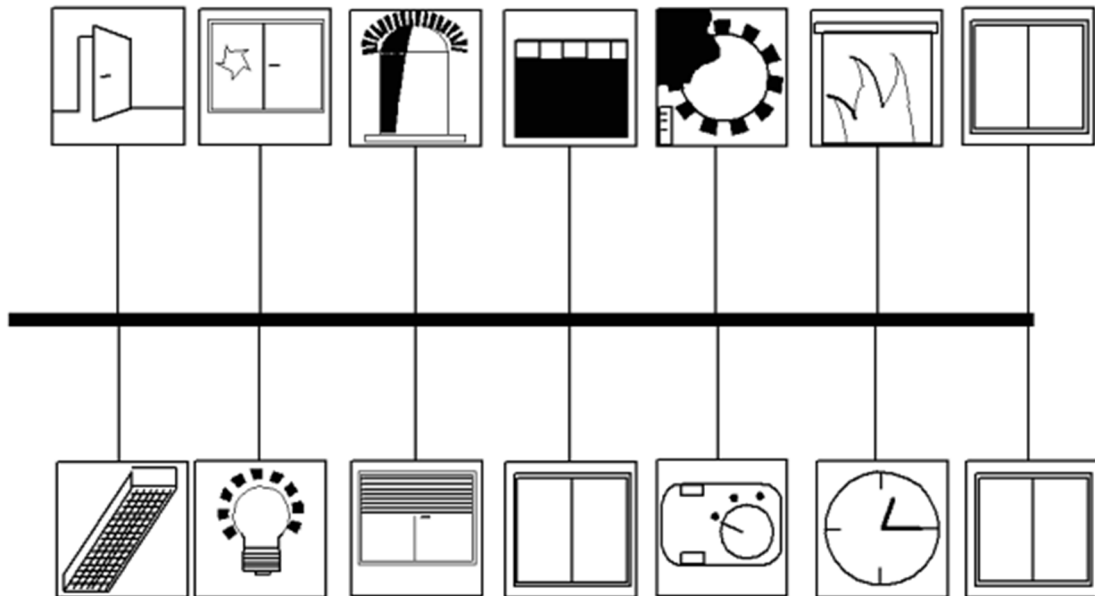
## 1.1. Klasická a inteligentní elektroinstalace

Pro realizaci inteligentní elektroinstalace v objektu je důležitá přímá vazba na „klasickou“ elektroinstalaci. Klasická elektroinstalace je určena především pro spotřebičové a světelné rozvody. Jednotlivé technologie mají samostatná vedení a nedochází mezi nimi k výměně informací. Veškerá ovládání spočívají v sepnutí příslušného obvodu nebo příslušného spotřebiče. Pro realizaci složitějších funkcí a pro zajištění většího uživatelského komfortu se v elektroinstalaci zvyšuje množství kabeláže a výsledné řešení se tak stává méně přehledným. Zároveň se komplikují případná další rozšíření a úpravy. Do určité míry principy klasické elektroinstalace využijeme i v instalacích inteligentních. [11]



Obrázek 2 – Klasická elektroinstalace [11]

Inteligentní elektroinstalace je určena pro ovládání zařízení a technologií vyskytujících se v objektu a především k jejich vzájemnému propojení. Obsahuje řídicí systém, který ovládá připojená zařízení na základě vyhodnocení různých podnětů. Na rozdíl od klasických instalací je mnohem jednodušší vytvářet komfortnější způsoby ovládání a případné rozšíření systému je oproti tomu značně jednodušší.[1]



Obrázek 3 – Schéma inteligentní elektroinstalace [11]

## 1.2. Problematika rekonstrukce elektroinstalace ve stávajícím objektu

Při rekonstrukci elektroinstalace v objektu je třeba brát v úvahu veškeré závislosti, které se s elektroinstalací pojí. Je třeba tak nahlížet na problematiku z větší perspektivy. Například můžeme mít budovu vesnického objektu postavenou v roce 1900, která nebyla při své realizaci elektrifikována, elektřina byla zavedena dodatečně. Tato budova později změnila účel a během let prošla různými přestavbami. Každá přestavba v průběhu doby podléhala nebo alespoň měla podléhat, tehdejšími normám a specifickým požadavkům, které se postupně vyvíjely. Výsledkem může být směsice různých řešení starých vedení, která již nemusí být využita a různé nevyhovující způsoby zapojení. Do tohoto se promítnou technologie v budově. Narazíme na vedení vody, kanalizace, plynu, topení či větrací šachty a kouřovody.

Často může být třeba zohlednit stávající technologie a jejich vedení v objektu. Ty nemusí být často správně identifikovány již v rámci vytváření projektu a může se na ně narazit v průběhu samotné realizace. To je samozřejmě dáno povahou díla. Při rekonstrukci jsou již původní technologie instalovány a původní technická dokumentace nemusí přesně odpovídat skutečnému stavu, případně taková dokumentace již nemusí existovat vůbec. K odhalení skutečného stavu těchto technologií ve fázi projektové přípravy by byl vyžadován velice podrobný stavebně-technologický průzkum s „invazivními zásahy“ do stavebních konstrukcí

a jejich povrchových úprav, které v této fázi nemusí být možné provádět. Může to být komplikace vyskytující se při umístování nového rozvaděče, různých elektronických zařízení nebo při instalaci nového kabelového vedení. Pokud nejde o kompletní rekonstrukci objektu a jedná se jen o částečný zásah do elektroinstalace, nemusí být snadné nalezení optimálního řešení pro vedení tras a umístění jednotlivých prvků. Mohou se také vyskytnout komplikace toho typu, že se musíme vyhnout místnostem, které by neměly být stavebně ovlivněny. To může mít příčinu například takovou, že zde jsou zhotoveny různé historické podlahy, dekorační prvky, okrasné štuky, malby na stěnách či umělecká dílna a jiná díla, která nelze přenášet.

S rozvojem elektrifikace domácností se zvyšovaly i požadavky na přenášený výkon. Zatímco dříve se v domácnostech nacházel minimální počet spotřebičů, dnes jsou zcela běžnými zařízeními v domácnostech spotřebiče jako myčka, pračka, sušička, počítače nebo výkonný vysavač. To vytváří odlišné nároky na dnešní instalace oproti podmínkám, na které byly tyto instalace původně navrhovány a dimenzovány.

Při plnění úkolu rekonstruovat výše zmíněný objekt s požadavkem na zachování co možná nejvíce stávajících instalací, pak musíme brát samozřejmě zřetel na funkčnost řešení, požadavky norem a bezpečnost osob vyskytující se v objektu. Bereme v úvahu veškeré požadavky na elektroinstalace, které nám stanovují příslušné normy, abychom docílili bezpečného provozu a správnou funkci celého řešení. To znamená, že vedení, která mají být v instalaci ponechána, se musí podrobit kontrole zkušeným revizním technikem, jak na provedení stávajících instalací, tak na jejich izolační vlastnosti a v neposlední řadě na materiálový stav, ať už izolací, tak i materiálu samotných vodičů.

Rozšířeným problémem starých budov jsou jejich původní elektrické rozvody řešené hliníkovými vodiči. Ačkoliv je hliník dobrým vodičem, má i špatné materiálové vlastnosti, které mohou negativním způsobem ovlivňovat funkčnost celé elektroinstalace.

Problémem hliníkových vodičů spočívá v jejich vlastnostech, kterými se zřetelně odlišuje od vodičů měděných. Mechanická pevnost hliníkových vodičů je oproti mědi nižší. Hliníkové vodiče jsou tedy měkčí a při práci s nimi je na to třeba brát zřetel. V hliníku, na který je vyvíjen trvalý tlak, se vytváří deformace v závislosti na jeho pevnosti a síle, která na něj působí. Pokud je spoj řešen nedostatečně pružnou svorkou, která by vyrovnala vliv této deformace, může dojít ke zvětšení přechodových odporů a tím i k nežádoucímu zahřívání spoje při průchodu proudem. Další vlastností hliníku je jeho oxidace. Při styku hliníku s jinými kovy za přítomnosti elektrolytu (například vlhkého vzduchu), dochází k vytváření vrstvy kyslíčnicku na obnaženém jádře vodiče. Tato vrstva zvyšuje přechodové odpory a

proto je při případném spojování hliníkových vodičů nutno tuto vrstvu odstranit. Neméně problémovou vlastností hliníkových vodičů je také nebezpečí jejich zlomení (a tedy i přerušení) v místě i malého poškození povrchu jádra. Přerušením vodiče pak může dojít k poškození připojeného přístroje, případně se mohou takové vodiče úplně uvolnit a v nejhorším případě i zkratovat s jiným vodičem nebo pak může dojít k probíjení na kostru přístroje.[12]

Dalším problémem, který se může u stávajících instalací vyskytnout, může být špatný stav izolace vodičů.

*„Důvodem, proč je izolace tolik důležitá pro celkovou funkci kabelu, je elektrická průraznost jednotlivých materiálů. Zároveň je důležitá teplotní odolnost těchto materiálů“[17]*

Dle stáří materiálu izolace bychom se mohli setkat s různými historickými izolacemi po čase se nalézajících v různých nevyhovujících stavech. Navození nebezpečného stavu nemusí být nutně pouze závadou materiálu izolace, ale i na jejím používání či nepřizpůsobení jejího typu k prostředí, ve kterém je vodič veden. Mohou být uloženy v omítkách různého chemického složení (dříve se například používalo pro stavební účely nehašené vápno).

Stav izolace je také závislý na tom, zda je vystavena slunečnímu záření (především působení jeho složky UV), zda je nadměrně zahřívána, vystavena cyklům ročních období nebo je jen dlouhodobě vystavena agresivní atmosféře.

Izolace tedy může být působením vnějších vlivů ve špatném technickém stavu a může tak být například vláčná a snadno se z vodiče svlékat nebo může ztratit svoji pružnost a v ohybu vodiče pak začne docházet k vytváření puklin a prasklin. Takto nemusí být izolace ovlivněna po celé délce vodiče, může se to týkat pouze obnažených částí tam, kde byla odstraněna vnější část izolace a na kterou takto po určitý čas působil vliv vnějšího prostředí.

Dalším parametrem, který se přímo netýká zhoršení funkce vodičů, je v průběhu doby proměnlivé barevné označování jednotlivých vodičů.

Různé barevné značení vodičů v objektu, nemusí být dáno pouze změnou barevných označení. Již v době výstavby objektu mohly být použity vodiče nevhodné či vodiče určené k jinému účelu. Nemůžeme ani opomínat variantu, kdy dříve při výstavbě byly používány tzv. „staré zásoby“.

<b>BAREVNÉ ZNAČENÍ ŽIL / COLOR IDENTIFICATION OF CORES</b>									
ČSN 33 0166 ed.2: 2002, STN 34 7411 ed. 10. 2003 dle HD 308 S2									
Šňůry a ohebné kabely / flexible cables					Kabely pro pevné uložení / fixed cables				
	se žž (G) / with yel. grn.	bez žž (X) / without yel. grn.			se žž (-J) / with yel. grn.	bez žž (-O) / without yel. grn.			
2-žilové / 2 cores	—				2-žilové / 2 cores	—			
3-žilové / 3 cores					3-žilové / 3 cores				
4-žilové / 4 cores					4-žilové / 4 cores				
5-žilové / 5 cores					5-žilové / 5 cores				
					mnohožilové / multiple cores	směrová / direction	číslované / counting	číslované / counting	
ČSN 33 0165 - platné pro přechodné období do 31. 3. 2006									
Šňůry a ohebné kabely / flexible cables					Kabely pro pevné uložení / fixed cables				
	A	B	C	D		A	B	C	D
2-žilové / 2 cores		—	—		2-žilové / 2 cores			—	
3-žilové / 3 cores		—			3-žilové / 3 cores				
4-žilové / 4 cores	—				4-žilové / 4 cores	—			
5-žilové / 5 cores	—	—			5-žilové / 5 cores	—	—		
mnohožilové / multiple cores			počítací vnější poloha / counting outer position počítací vnitřní poloha / counting inner position směrová / direction ostatní / other	počítací vnější poloha / counting outer position počítací vnitřní poloha / counting inner position směrová / direction ostatní / other	mnohožilové / multiple cores			počítací vnější poloha / counting outer position počítací vnitřní poloha / counting inner position směrová / direction ostatní / other	počítací vnější poloha / counting outer position počítací vnitřní poloha / counting inner position směrová / direction ostatní / other

Obrázek 4 – rozdíly v barevném značení žil při přechodu norem [18]

Setkání s podobnými vadami závisí na charakteru rekonstruovaného objektu. Dle konkrétní situace pak mohou mít tyto vady fatální vliv na bezpečnost a funkčnost celé instalace. Ve většině případů by však podobné stavy neměly být až tak dramatické i vzhledem k tomu, že mnoho budov již prošlo v průběhu své existence svou rekonstrukcí. Využitelnost stávajících instalací je nutno brát s ohledem na platné normy, odbornému zhodnocení jejich stavu a především s ohledem na bezpečnost. S novou instalací vždy budeme mít vyšší jistotu správného a bezpečného fungování s přesným přehledem o jejích technických vlastnostech, které udávají výrobci.

Při hledání nových tras můžeme využívat prostory podhledů, často při nových realizacích může být zároveň prováděna instalace dalších technologií, jako chlazení, vytápění, vedení vzduchotechniky. Tyto technologie pak skoro vždy vyžadují větší stavební zásahy do konstrukcí a narušují interiér větší měrou než samotná silová a datová vedení, proto může být vhodné využít i tyto trasy.

Při realizaci je možné k vedení nových elektroinstalačních tras využívat různých instalačních lišt, žlabů a chrániček. Výrobci nabízejí mnoho výrobků pro řešení v různých podmínkách. Vždy záleží na požadavcích, ať už estetických, nebo technických (stupně krytí, mechanická ochrana apod.) Další prvky instalace jako zásuvky, spínače, krabičky a další, lze řešit různými systémy pro montáž „na zed“, díky nimž odpadá nutnost bourání a sekání do zdiva a porušení omítek, přičemž právě to nemusí být v rekonstruovaném objektu z různých důvodů možné.

## 2. Inteligentní řízení budovy

Vytvoření inteligentního řízení v budově, která od počátku jako inteligentní řešena nebyla, může přinášet komplikace a zvýšené nároky na přepojení stávající instalace a umístění řídicích prvků nově instalovaného systému. Je ale pravdou, že výrobci se snaží na tento fakt v rámci svého výrobního portfolia reagovat a co nejlíc tuto situaci usnadnit. Například vzhledem k tomu, že vývod obvodu zakončený ve stávajícím rozvaděči může v klasické světelné instalaci napájet více než jedno světlo, vyžaduje to při aplikaci řízení inteligentním systémem buď dodatečnou instalaci dalších samostatných vodičů k jednotlivým svítidlům, nebo provádět jejich spínání a ovládání v k tomu příhodnějším místě. Mohou se tak uplatnit různá zařízení pro usnadnění daného úkolu, jako zavedení spínacích a stmívacích prvků pro osazení do instalační krabičky nebo osazení bezdrátových objímek, které vyžadují pouze jednoduchou instalaci bez dodatečných stavebních zásahů. Regulace může být také prováděna přímo v příslušném svítidle, s vlastními řídicími a regulačními obvody. [2] [16]

Ovládání běžného světla inteligentním systémem tak můžeme zrealizovat například zapojením obvodu napájecího světla na zařízení inteligentního systému zajišťující jeho spínání nebo upravovat jeho intenzitu. Při osazení inteligentního svítidla zase může být toto svítidlo ovládáno bezdrátově a ovládat nejen pouze hodnotu jasu, ale i svoji chromatičnost a tím výrazně ovlivňovat prostředí v interiéru. Ovládání těchto zařízení probíhá na základě podnětů od uživatele nebo podnětu od senzorů, anebo od řídicího systému samotného na základě nějakého nastaveného algoritmu. Provedení a kombinace mohou být rozličné a popíšeme si je později.

### 2.1. Řídicí systém jako celek

Řídicí systém je zařízení nebo soubor zařízení obstarávající řízení konkrétního technologického procesu. To obvykle vyžaduje přizpůsobení konkrétního řídicího systému dané problematice řízené technologie. Její řízení se provádí pomocí hardwaru řídicího systému, který může být kompaktní a být součástí řídicí jednotky (programovatelné výstupy a vstupy) nebo jsou jednotlivé části hardwaru řešeny modulově a jejich konkrétní typ se volí dodatečně pro vytvoření variabilního řešení dle potřeb dané budovy (modul stmívače připojitelného přes sběrnici).

Řídicí systém také nemusí pouze přímo ovládat a regulovat příslušná zařízení, ale může i zajišťovat kooperaci mezi samostatnými technologickými celky, jako mohou být technologie s vlastním řízením a regulací.

## 2.2. Princip funkce prvků v inteligentní instalaci

Pro funkci inteligentního řízení elektrické instalace je zapotřebí několik věcí. Na počátku je to nějaký podnět, který bude řídicím systémem vyhodnocován a podle kterého bude koncové zařízení ovládáno, ať už akcí uživatele nebo položkou v denním rozvrhu. Dále budeme potřebovat nějakou logickou jednotku, což v dnešní době zřejmě bude nějaký mikroprocesor, který bude dané podněty zpracovávat a buď přímo vyhodnocovat a provádět další akce, nebo je pouze zaznamenávat a předávat ve formě informace dále jiným jednotkám. Na konci řetězce pak budeme mít koncový prvek, ať už akční člen nebo například chytrý telefon s možností zobrazit zaznamenané údaje ze senzorů v domě.

Řízení může probíhat mnoha způsoby, různými zapojeními, může být různě sofistikované na základě použitého řídicího systému, aplikovaných algoritmů i hardwaru. Není vyloučeno, že s vývojem moderních technologií časem výrobci do svých systémů začlení i různé pokročilé funkce předvídání potřeb uživatelů.

### 2.2.1. Řídicí jednotka

Řídicí jednotka je elektrický obvod v systému zajišťující zpracování a vyhodnocení přijatých informací. Sleduje činnost systému pomocí svých elektrických vstupů a data vysílaná na připojených komunikačních mediích, ať to je bezdrátová síť nebo sběrnice. Účel řídicí jednotky spočívá ve schopnosti přijmout informaci, tu podle nastavených kritérií a vnitřních algoritmů posoudit a případně spustit jako odezvu na tuto informaci nějakou akci podle svého vnitřního algoritmu. Toto se může odehrávat na různých místech, funkcionalita a logické operace systému se mohou odehrávat centrálně na jediném místě nebo mohou být decentrálně zpracovávány a vyhodnocovány na více místech. Tyto různé funkční principy si dále popíšeme.

#### Centrální řídicí jednotka jako jediný logický systém

V této jedné řídicí jednotce se odehrávají veškeré podstatné práce s daty na jednom místě a probíhá zde příjem signálu, jeho vyhodnocení, logické zpracování a provedení odpovídající reakce.

Základem řídicí jednotky je PLC, tedy cyklicky pracující programovatelný automat využitelný nejen pro řízení v inteligentních domech, ale i při řízení výrobních linek a všude tam, kde je třeba použít řízení na základě naprogramovaného algoritmu.[15]

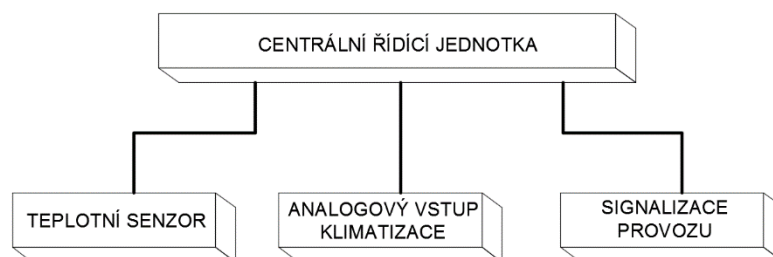


Informaci detekujeme v jedné řídicí jednotce. Tato jednotka informaci zpracuje, vyhodnotí a spustí odezvu. Není zde žádný prostor pro ztrátu informace po datovém vedení. Od senzoru je analogovým či digitálním signálem předána informace. Tato informace je zpracována a opět digitálním nebo analogovým signálem je provedena odezva. Zachycením, zpracováním a následnou reakcí na jediném místě (v příslušné jednotce) omezíme zpoždění, které by případně mohlo vzniknout při předávání informace mezi jednotlivými jednotkami a zároveň eliminujeme riziko ztráty informace i případné rychlostní omezení použitého přenosového média.

Tento systém má samozřejmě také svá omezení. Z jeho podstaty vyvstává problém dlouhých kabelových vedení, a případně dosahu bezdrátových modulů v případě použití bezdrátových prvků. Z tohoto pohledu se tedy spíše hodí tam, kde je možné řídicí jednotku umístit v blízkosti ovládaných zařízení.

Jako příklad konkrétního řešení lze uvést modulární automatizační stanice SAUTER. Ta je určena především pro řízení HVAC systémů (řízení kvality vnitřního prostředí). Dle konkrétního modelu má jednotka určitý počet vstupů, výstupů a reléových spínacích kontaktů. V případě potřeby je množství těchto vstupů možno zvýšit přidavnými moduly, které se volí dle potřeb konkrétní aplikace. Počet pripojitelných modulů je omezen typem zvolené řídicí jednotky.[4]

PŘÍKLAD CENTRÁLNÍ ŘÍDÍCI JEDNOTKA



Obrázek 5 – Příklad - centrální řídicí jednotka

### Centrální řídicí jednotka a inteligentní vstupní a výstupní jednotky

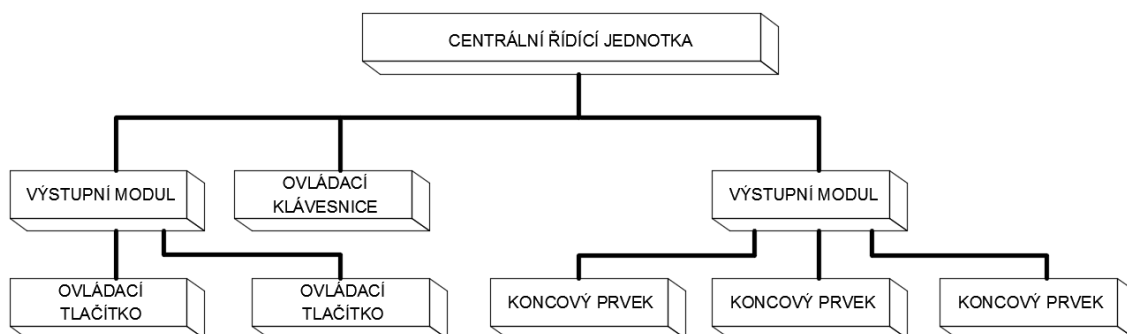
V tomto případě zprostředkovává veškeré vyšší logické operace centrální řídicí jednotka. Informace tato jednotka dostává a příkazy potažmo vysílá, do „jednodušších“ koncových členů přes sběrnici či jiným způsobem. Koncové členy mají vlastní logiku. V případě členu zaznamenávajícího nějakou konkrétní měřenou veličinu pak tento člen detekuje signál ze svého přidruženého senzoru, zpracuje ho a vytváří informaci obsahující naměřené údaje. Tuto informaci následně vysílá řídicí jednotce, která rozhoduje na základě svých algoritmů, zda získaná informace povede k nějaké odezvě.

Pro realizaci výstupu je pak vyslána informace výstupnímu členu obstarávajícímu odezvu. Samotná řídicí jednotka samozřejmě může mít vlastní vstupy a výstupy, případně spínací kontakty, jejichž počet však bude omezen typem zvolené jednotky.

Výsledná cena této realizace bude vyšší, protože na místo vstupních a výstupních členů je třeba použít kromě senzoru i řídicí obvod pro zpracování o odeslání, případně přijetí datové informace, avšak přináší nám množství výhod ve formě zmenšení potřebné kabeláže a větší přehlednosti celého systému.

Coby zástupce takového systému lze uvést systém Jablotron JA-100 sloužící pro zabezpečení a ovládání v objektu. Ten má ústřednu (centrální řídicí jednotku) a po sběrnici jsou připojeny ostatní prvky zajišťující funkci systému. Tyto prvky samostatně vyhodnocují signály ze svých senzorů a v případě, že signál splňuje sledovaný parametr, odesílají informaci o této změně po sběrnici. Kromě sledování prvků na sběrnici a příjmu informací od jednotlivých prvků, ústředna vyhodnocuje přijaté informace a dle svého nastavení na ně vytváří příslušnou odezvu.[3]

PŘÍKLAD CENTRÁLNÍ ŘÍDICÍ JEDNOTKY S VSTUPNÍMI A VÝSTUPNÍMI JEDNOTKAMI



Obrázek 6 – Příklad centrální řídicí jednotky s vstupními a výstupními jednotkami

### Decentralizovaný řídicí systém

Tento systém je sítí jednotlivých autonomních řídicích jednotek vzájemně komunikujících a samostatně pracujících a vytvářejících odezvu na příchozí informace, ať už vlastní vysílanou informací nebo výstupním signálem. Decentralizovaný řídicí systém by měl být teoreticky schopný dále fungovat i v případě, že některá jeho část bude vyřazena z provozu, samozřejmě ale bez funkcí, které daná část realizovala a které na něm byly přímo závislé. To ale závisí na konkrétním zapojení, povaze poruchy a charakteru vyřazené části.

Mezi výhody patří, že není vyžadována centrální jednotka, jednotlivé prvky komunikují vzájemně mezi sebou a zastávají její funkce. Toto řešení však nese

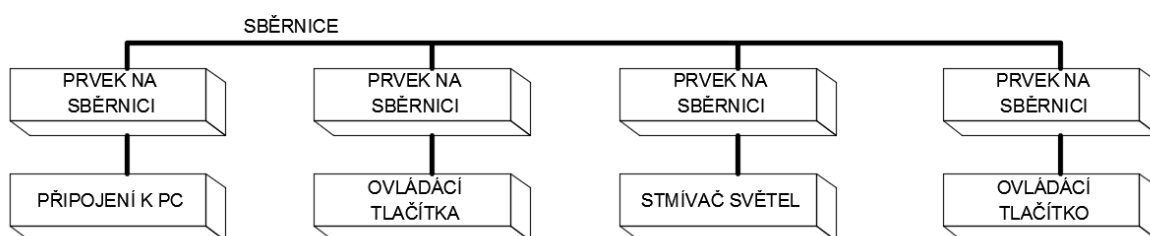
větší potřebu sofistikovaného návrhu jednotlivých prvků. Každý z prvků musí být možno nastavit tak, aby splňoval svoji danou funkci v systému. To znamená, že je třeba mít k prvku fyzický přístup, případně musí být propojen s nějakým datovým vedením schopným přenést nový program a nová nastavení. To samozřejmě neumožní každé datové vedení a podle toho musí být přizpůsoben i řídicí protokol komunikace všech zařízení v takové síti. [1]

Problémem těchto a podobných systémů je extrémní nárůst datových toků po sběrnici. Pokud komunikaci na sběrnici žádný prvek primárně neřídí a jednotlivé prvky vysílají data dle potřeby, může dojít při komunikaci ke kolizi, kdy dva nebo více prvků budou vysílat ve stejný okamžik. To je třeba při návrhu komunikace mezi jednotlivými prvky řešit. Se vzrůstajícím počtem jednotlivých zařízení a tedy i se zvýšenou četností komunikace na sběrnici riziko těchto kolizí roste. Záleží pak na tom, jak často jednotlivé prvky vysílají a jakou rychlostí je možné na sběrnici komunikovat.

Jako příklad lze uvést komunikaci systému KNX po krouceném páru. Informace je vysílána ve formě telegramů. Každý telegram je vyslán rychlostí 9600 bitů/s. Jeden znak se skládá z 11 bitů a celý telegram se pak podle účelu skládá z 8 až 23 znaků. Výsledný telegram tak zabere kolem 20ms, včetně dob čekání a potvrzovacího telegramu. Za jednu sekundu tak může přes sběrnici teoreticky projít 50 telegramů, optimálně by však neměl počet vysílaných telegramů přesáhnout 25 telegramů za sekundu. Kdyby v danou chvíli každý prvek v systému poslal na sběrnici telegram, znamenalo by to při vysílání sto prvků dobu vysílání minimálně dvě sekundy. V rámci toho nejsou započítány případné kolize telegramů, ani případné ztráty dat. Je tedy nutné omezit komunikaci jednotlivých prvků pouze na podstatné informace a pokud možno vhodným řešením zajistit, aby se k jednotlivým prvkům vysílaly pouze relevantní informace. [1]

Příkladem decentralizovaného systému jak bylo uvedeno je standard KNX.

PŘÍKLAD DECENTRALIZOVANÉHO ŘÍDÍCÍ SYSTÉMU



Obrázek 7 – Příklad decentralizovaného řídicího systému

### 2.2.2. Realizace jednoduchého čtení stavu senzoru

Nebudeme zde probírat funkci jednotlivých senzorů. Ty se dají pořídit jako kompletní výrobek a často jsou použitelné univerzálně pro různé systémy a nezávisle na specifických vlastnostech těchto systémů. Pro celkový náhled si popíšeme příklad vyhodnocení signálu plováku indikujícího kritickou hladinu.

Máme tedy senzor, který používá k signalizaci svého stavu sepnutí či rozepnutí kontaktu. Soustavou rezistorů je na svorce řídicího systému udržován určitý napěťový stav. Sepnutí kontaktu plováku při dosažení kritické hladiny má za následek vytvoření vodivé cesty mezi hlídanou svorkou a svorkou GND. Napětí na svorce se tak sníží na potenciál svorky GND a elektronika řídicího systému vyhodnotí vzniklý stav jako sepnutí kontaktu. Tímto způsobem lze realizovat velice jednoduše detekci sepnutí připojeného kontaktu. Další operace jsou závislé na specifickém zapojení a elektrických obvodech, na tom zda vyhodnotí signál jako chybný, zda je přijatý signál příliš krátkého trvání nebo jestli signál neodpovídá očekávanému profilu. Po tomto zhodnocení, které by měl obstarat vnitřní algoritmus jednotky, dostáváme informaci, se kterou můžeme dále pracovat.

### 2.2.3. Výstupy řídicího systému

Výstupy slouží k vysílání signálu pro ovládání koncového zařízení, například jako referenční ovládací signál. Pomocí tohoto signálu můžeme například ovládat relé, které pak spíná připojené zařízení vyžadující sepnutí většího výkonu, ať už se jedná o domácí spotřebič, nebo celý světelný okruh.

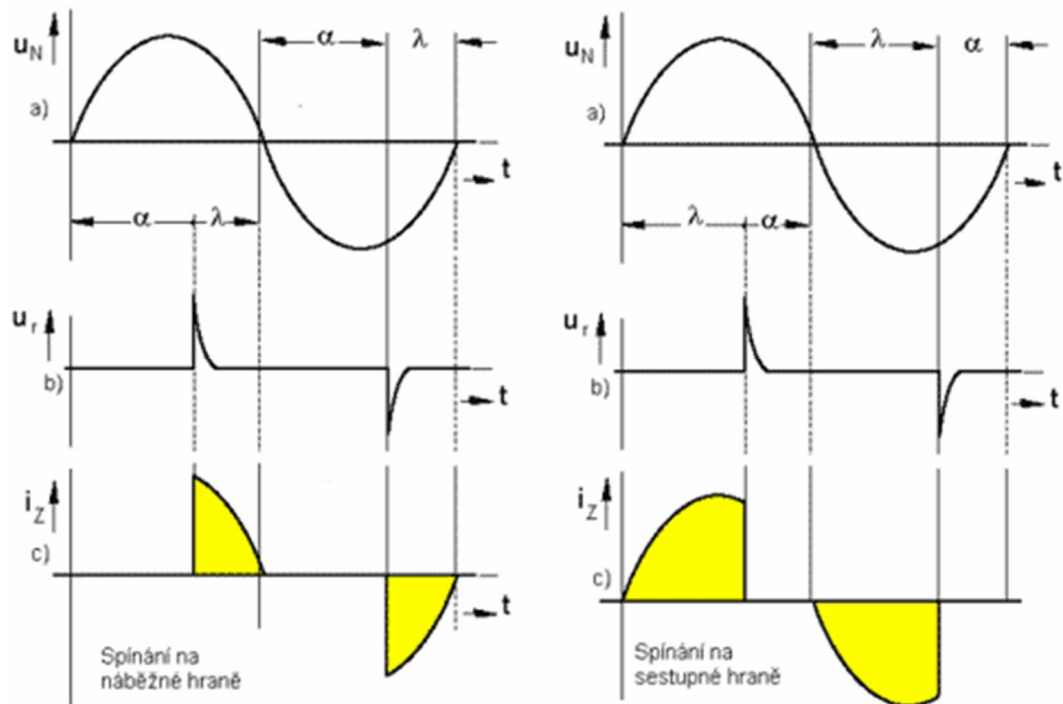
Pokud bychom chtěli provádět například stmívání, musíme v první řadě vědět, na jakém principu se může konkrétní zdroj světla stmívat. Například u běžného žárovkového zdroje světla budeme provádět jeho regulaci (stmívání) jiným způsobem, než regulací barevného LED pásku. Musíme také brát v úvahu, že ne každý zdroj světla lze stmívat. Některé zdroje světla, či celá svítidla, mají zároveň vlastní vnitřní elektroniku, která stmívání znemožňuje. Navíc existují i svítidla s vlastní zabudovanou regulací.

Obecně klasické žárovkové a halogenové žárovkové zdroje světla by se měly dát stmívat napěťovou regulací, polovodičové zdroje světla jako LED pásky s LED diodami pak PWM regulací (pulzně šířkovou modulací). Při použití zářivkového svítidla může být zase nutno použít stmívací předřadník.

Pokud mezi zdroje světla a ovládací a regulační zařízení našeho řídicího systému bude výrobcem svítidla vřazena nějaká elektronika, coby stabilizace napětí,

usměrnění, filtry apod., se může stát, že stmívání při použití konkrétního zdroje světla nebudeme schopni vůbec realizovat. [1] [7]

Jako konkrétní příklad si můžeme uvést jeden z možných způsobů stmívání a tedy stmívání žárovky deformací harmonického napětí. Pomocí předřazeného obvodu (stmívače) se původní harmonický průběh zdeformuje způsobem, kterým omezí svítivost připojeného zdroje světla. [7]



Obrázek 8 – stmívání deformací harmonického průběhu napětí [7]

Jednoduché spínání napětí na okruhu bychom mohli zase provést přivedením napětí na spínací relé či stykač, který se takto sepne. Musíme však zároveň vzít v úvahu zatížitelnost výstupu řídicí jednotky vzhledem k použitému spínacímu zařízení a i parametry spínaného okruhu, jako je procházející proud, velikost napětí apod.

Nemusí se také jednat pouze o signál dvouúrovňový, tedy signál vysílající stavy pouze I/O. Výstup může vysílat i spojitý analogový signál, kterým je hlavní řídicí veličinou velikost napětí. Často je pak k regulačnímu účelu použit signál 0-10V, přičemž lze plynulou změnou napětí v tomto rozmezí zároveň plynule regulovat zařízení, které tento signál detekuje a využívá ho ke své vlastní regulaci.

## 2.2.4. Druhy přenosových medií

Pokud vybíráme řídicí systém, často je pro nás rozhodující, jakým způsobem budou jednotlivé prvky komunikovat. Pokud se jedná o rekonstrukci, nemusí být možné vést přes celou budovu viditelně kabel, například pouze kvůli pokojovému regulátoru teploty. Na druhou stranu pokud již nějaký vodič připravený je nebo je již instalováno jiné využitelné vedení, měli bychom se v takovém případě rozhodnout, zda bude možné ho k požadovanému účelu využít.

Uvedeme si tedy několik možností, jakými můžeme signály a data přenášet.

### Kabelová datová vedení

Zřejmě nejspolehlivějším a nejdostupnějším přenosovým médiem je kabelové vedení. Kabelová vedení přenášejí data od místa zdroje k místu příjmu a k zpracování příchozích dat. Zároveň je možné předem určit vliv tohoto přenosového média na přenášená data a předem určit parametry přenosu. Dají se stínit, a tím omezit vliv rušení z okolních zdrojů, popřípadě vyloučit vliv sama sebe na okolní přístroje a zařízení. Data nezahlcují bezdrátové přenosové frekvence a nedá se tak snadno provést jejich zneužití případným odposloucháváním jako je tomu v případě bezdrátového přenosu. Realizaci lze řešit mnoha způsoby. Dále budou uvedeny některé z nich.

Takovýto přenos se dá dát lehce, respektive jednodušeji stínit, než ostatními typy přenosů. Neovlivňuje ostatní elektrická zařízení (opět do jisté míry). Spojení zařízení můžeme realizovat několika způsoby.

**Sběrnice** – Je tvořena většinou metalickým dvou vodičovým vedením, na které je připojeno několik jednotek pracujících s digitálními daty. Řízení komunikace obstarává centrální jednotka nebo se komunikace jednotek řídí podle nastaveného předem definovaného algoritmu známého všem účastníkům této komunikace. V tomto zapojení každý z připojených prvků může mít přístup k datům, která přicházejí přes sběrnici.

**Výměna dat mezi dvěma prvky** - Komunikace dvou zařízení vedená výměnou nejčastěji binárních informací. Jedná se o jednoduchý a rychlý způsob přenosu dat. Je při ní možné dosáhnout velké rychlosti přenosu dat. Na tomto základě běžně pracují dnešní počítačové sítě. Komunikují spolu dvě zařízení, která mají vůči sobě jasné umístění.

Pro zajištění vyšších přenosových rychlostí a pro snížení účinků rušení lze pro přenos dat použít optická vedení. Elektrický signál transformovaný na signál světelný je pomocí optického vlákna přenesen na další zařízení, které signál

převeďte opět do signálu elektrického. Takovýto signál pak není ovlivňován rušením a je velice rychlý. Je omezen pouze rychlostí vysílače a přijímače a samotná doba přenosu signálu oproti tomu bude při krátkých vzdálenostech zanedbatelná.

Napěťový signál - Může jít i o přenos pouhého dvoustavového spojitého digitálního signálu I/O nebo analogového spojitého signálu např. 0-10V. Signál jde od senzoru k řídicí jednotce, která ho má za úkol zpracovat. Využijeme jej například i k přenosu zvuku či videa v analogové formě. Musíme ale volit vhodné vodiče a omezují nás maximální vzdálenosti mezi zdrojem a přijímacím zařízením.

### **Kabelová datová vedení po vodičích elektrického vedení 230V**

V téměř každé budově se dnes nachází u nás běžné elektrické vedení 230V 50Hz sloužící k napájení nejrůznějších spotřebičů, zásuvek a osvětlení v budově. Vnesením signálu na řádově vyšší frekvenci pak můžeme zavést do vedení další signál, který bude přenášet naši informaci. Výhodou je, že nemusíme instalovat nové vodiče, tyto rozvody jsou již většinou instalovány ve všech místnostech a napájení jednotlivých prvků poté rovněž zajišťujeme přímo z těchto rozvodů. Ovšem i v tomto případě máme také různá omezení. Je třeba vyřešit přenos signálu do vnější distribuční sítě. Je nežádoucí, aby data z našeho systému byla dostupná ve vedlejších budovách. Různé námi používané přístroje mohou být zdrojem rušení. Je třeba počítat i s tím, že se vyskytne nějaký rušivý přístroj zapojený v domácí instalaci.

Využití tohoto způsobu přenosu dat nemusíme uplatnit pouze pro inteligentní systém řízení budovy, ale například omezeně pro rozvody počítačových sítí v budově, kde není možné vést samostatnou kabeláž či pokrýt objekt bezdrátovým signálem.

### **Bezdrátová vedení**

Spojení jednotlivých prvků systému bezdrátově můžeme potřebovat především tam, kde máme problém s vytvořením nových kabelových tras a tím případně zlevnit montáž a cenu realizace celého systému.

Hlavní komplikací při využití bezdrátové technologie je její nejednoznačný dosah a kvalita signálu v různých budovách v závislosti na okolním rušení. Pokrytí v objektu nemusí být při použití konkrétních technologií vždy zaručeno a může tak být ohrožena spolehlivost přenosu. Použitelnost by tak měla být odzkoušena

přímo na místě budoucí realizace. Zároveň je nutné při absenci vodičů realizovat jiný způsob napájení. V případě volby bezdrátové technologie tak může vzniknout potřeba provádět pravidelnou výměnu akumulátorů, případně zajistit jiný zdroj energie.

### 2.2.5. Napájení

Prvky systému je třeba napájet. Napájení může být řešeno centrálně z jednoho místa (často ze zdroje řídicí jednotky) nebo samostatně pro každý jednotlivý prvek zvlášť.

Napájení pomocí páru metalických vodičů je v tomto případě nejjednodušší formou napájení. Vždy se snažíme o minimalizaci spotřeby všech zařízení v systému. Je nutné stanovit celkový výkon, který je třeba zajistit pro správný chod systému. Dle něj se pak dimenzují vodiče napájející jednotlivé prvky a zdroje, které systém napájí.

Pro případ výpadku napájení pak musíme navrhnout, zda má být funkce systému zálohována. Zálohovat bezpečnostní systém objektu je opodstatněné, ale i tak se během výpadku primárního zdroje, napájeného většinou z elektrické sítě, budeme snažit omezit spotřebu systému na minimum pro zajištění delší doby provozu zálohovacího akumulátoru.

Naopak pro systém, který má primárně za úkol řídit elektroinstalaci v objektu, nemá jeho zálohování efekt. Důvod je následující. Během výpadku proudu zůstane systém ovládající světla napájený přes záložní akumulátor. Světlo samotné už ale napojeno na zálohu není. Funkce, kterou měl systém zajišťovat, se tedy neprojeví.

Jiná situace je pak u jiných funkcí systému. Napájení může potřebovat řídicí jednotka pro udržení vnitřního nastavení či nastaveného času. V takových případech bude obsažen v řídicí jednotce alespoň malý akumulátor.

Možností jak omezit zatížení napájecích vodičů a odlehčit případně i zálohovacímu akumulátoru, může být doplnění malých akumulátorů k jednotlivým koncovým zařízením s vyšší spotřebou proudu. Ty, pokud pak nárazově potřebují zvýšit příkon, odčerpávají svůj vlastní zdroj a v čase nižší spotřeby pomalu akumulátor dobíjejí. Stejně tak odlehčí i akumulátoru napájecímu celý systém během výpadku proudu, a pokud se napájení celého systému přeruší, mohou dále pracovat autonomně (např. bezpečnostní siréna, nouzové osvětlení).



Napájení koncových zařízení můžeme řešit i jejich vlastním zdrojem. Ten může tvořit například síťový napájecí zdroj (například se zapojením do zásuvky), solární článek, kde se pravděpodobně využije právě i akumulátor pro překlenutí noci a doby nedostatečného oslunění a nakonec i energie prostředí.

### 2.2.6. Přenos zvuku

Při řešení problematiky přenosu zvuku naším řídicím systémem můžeme narazit na docela velký problém. Toto vychází především ze skutečnosti, že pokud nebudeme jako přenosové medium využívat nějaké vysokorychlostní médium, narazíme na omezení tohoto přenosového média. Předpokládáme, že řídicí jednotky mezi sebou jako základní komunikaci využívají digitální komunikaci, kde jedna jednotka zvuk vysílá a druhá jej přijímá. V tomto případě však neposílají přímo zvuk, ale binární data, která obsahují vzorky nasnímaného zvuku. Proto si musíme uvědomit, na jakém základě přenos zvuku funguje. Vysílací jednotka zvuk zaznamená jako analogový signál získaný z mikrofonu, tento signál projde analogově-digitálním převodníkem, který provede vzorkování a kvantování analogového signálu a pro další přenos z něj vytvoří signál digitální.

Pro telekomunikační účely, a tedy i přenos hlasu, se využívá vzorkování 8kHz. Je zvolena podle dvojnásobné frekvence lidské řeči, která probíhá v pásmu 0,3 až 3,4kHz. Vzorkováním 8kHz je tedy možné přenést zvuk o frekvenci do 4kHz. Kvantováním přiřadíme každému jednotlivému vzorku napěťovou úroveň analogového signálu, při 8 bitech takto získáme 256 hladin, což je pro rozeznání hlasu dostatečné. Pro digitální přenos zvuku tedy musíme mít přenosové medium, které zvládne přenést alespoň 64000 bitů/s. [20]



Obrázek 9 – Stereo IP zesilovač JPM 2020IP [22]

To znamená, že v případě potřeby zpracovávat a přenášet zvuk pomocí řídicího systému, tento požadavek výrazně zvyšuje nároky jak na přenosové medium a parametry přenosu informace, tak na samotnou řídicí jednotku, která musí v reálném čase zvuk zpracovat.

### 3. Inteligentní elektroinstalace

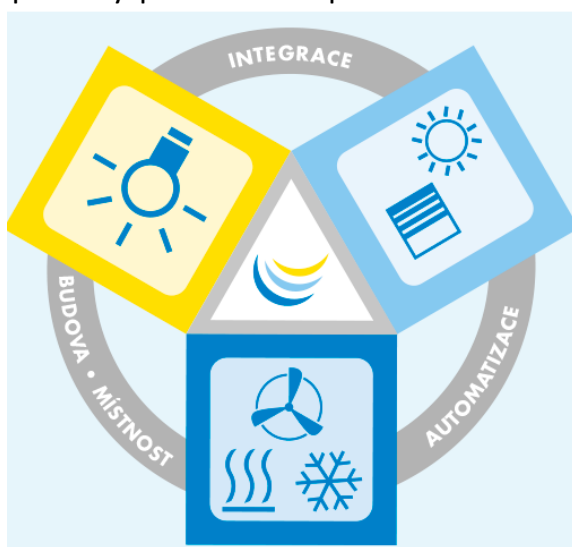
Možnosti ovládání budovy a jejích zařízení se s příchodem řídicích systémů značně rozšířily. Míra celkového potenciálu tohoto ovládání se zároveň zvyšuje i s množstvím jednotlivých připojených zařízení v budově. Z toho zároveň vyplývá, že využití plného potenciálu inteligentní elektroinstalace je závislé na propojení co možná nejvíce jednotlivých zařízení v domácnosti tak, aby mohla být ovládána systémem.

Samotný řídicí systém si pak musí být schopný s těmito propojeními dokázat poradit a musí k tomu být správně vybaven, jak po hardwarové stránce, tak po stránce softwaru.

Při návrhu prvků inteligentní elektroinstalace musíme stanovit vhodnou míru integrace inteligentního ovládání do řešeného objektu. To by si měl většinou určit přímo vlastník a budoucí uživatel objektu sám, za asistence osoby znalé možností těchto systémů, s ohledem na budoucí využitelnost a cenu celého řešení.

Musíme vzít v úvahu druh provozu v budově, technologie a osoby, které budou systém využívat a ovládat ho. Je nutno brát v úvahu to, že ne každý uživatel se může být schopen se systémem naučit pracovat, případně být k tomu ochotný a trpělivý. Ideálně tedy i zvažujeme složitost ovládání systému a odolnost proti nevhodnému zacházení.

Instalace systému může mít i negativní vlivy. Riziko poruchy se stupňuje se zvyšujícím se množstvím technologií v budově. Zmenšuje se odolnost elektroinstalace jako celku, zhoršuje se odolnost vůči nečekaným událostem a s nárůstem prvků v elektroinstalaci se zároveň zvyšuje riziko poruchy. Některé poruchy pak mohou způsobit ztrátu funkce části nebo celého systému, což by



například u klasických instalací v takové míře nehrozilo. S vyšší mírou technické úrovně celé instalace pak vzniká nutnost na případnou opravu přizvat i adekvátně proškoleného odborníka, který daný problém diagnostikuje a vyřeší, přičemž i samotná diagnostika se se zvyšující se technologickou vyspělostí objektu stává více a více obtížná. Pokud si byl běžný uživatel, případně elektromontér schopen poradit

Obrázek 10 – inteligentní elektroinstalace [5] s některými poruchami jednoduššího charakteru u jednodušších způsobů zapojení v klasických elektroinstalacích, u

složitějších systémů je toto téměř vyloučeno (samozřejmě ale závisí na poruše samotné). Rovněž pak vyvstává otázka budoucích nákladů a dostupnosti některých komponentů systému v případě jejich selhání. Budoucí provoz budovy se nám pak takto může prodražit.

### **3.1. Funkce systému**

Dále si popíšeme, co od systému můžeme očekávat a jaké možnosti nám realizace systému může přinášet. Budou popsány jednotlivé funkce, které mohou být následně aplikovány do funkčních celků, které vytvářejí výsledný efekt inteligentní elektroinstalace. Docílení realizace konkrétní funkce v existujícím komerčně prodávaném systému vždy závisí na daných technických vlastnostech systému, toho jestli ji sortiment výrobce dovoluje, případně zda je možné danou funkci na daném zařízení realizovat jiným způsobem (například programováním).

#### **3.1.1. Realizace centrálních funkcí**

Centrální funkce slouží k ovládní několika zařízení stejného nebo podobného typu, případně společných vlastností či realizovatelných funkcí, ať už se jedná například o všechna světla v dané místnosti nebo o všechna světla, zásuvky a spotřebiče (které je možno odpojit) v celé budově. Jako podněty pro sepnutí či vypnutí mohou sloužit například signály centrálních spínačů, signály ze zabezpečovacích systémů a ze senzorů či reakce na denní rozvrh. Při použití například impulzních relé a impulzních signálů pro změnu ovládacích stavů, můžeme takto instalace ovládat z více pozic a centrální funkce tak vytvoříme i bez samotného řídicího systému. Funkce je využitelná pro velké budovy i pro menší objekty a byty, kde je pak funkce například spárována s funkcí zajištění bezpečnostního systému. Použití funkce je z hlediska ovládní výhodné i v samostatným patrech, blocích či místnostech s větším množstvím samostatných světel a zařízení.

U realizace centrálních funkcí můžeme narazit na problém, že při sepnutí celého objektu může dojít k velkému proudového rázu, který nám může způsobit vypnutí jističe, který ráz vyhodnotí jako přetížení. Případně může takto časem docházet k poruchám jednotlivých zařízení připojených v síti. Pokud se bude jednat o hromadné spínání motorových zátěží či zářivkových svítidel, bude se nejspíše pro ovládní spínání těchto zařízení používat společně i funkce, která zprostředkuje postupné spínání jednotlivých zařízení, případně přiřadí pro jejich sepnutí různou dobu zpoždění tak, aby se v síti proudové rázy omezily. Mnohdy by při použití hromadných spínacích funkcí či všeobecně u funkcí ovládní zařízení, měl být

použit i nějaký pojistný algoritmus (pokud to bude možné). Obdobná opatření by se neměla týkat pouze centrálních funkcí, měla by být používána i jako funkce sdružená s běžným ovládáním. Pro spínání a stmívání světla to bude například omezení zhasínání a vypínání vnesením nějaké přípustné doby mezi změnou stavu. Pro ovládání žaluzií to zase bude ošetření reverzního chodu, protože v případě, kdy se motorek žaluzií bude otáčet na jednu stranu a ještě za pohybu dojde k pokusu změny směru otáčení, může dojít k jeho zničení. Zabývat se případně musíme i možnostmi, kdy dojde k dojezdu žaluzií na jejich konec. Tyto opatření kromě detekce příslušného stavu čidlem se nejlépe docílí úpravou softwaru a v takovém případě se pak i dají univerzálně lehce upravit dle potřeby (samozřejmě v závislosti na snaze výrobce, aby to možné bylo).

### **3.1.2. Ovládání světel**

Světla mohou v navodit žádanou atmosféru jak v interiéru, tak v exteriéru. Spínání světel může být při použití stmívačů pozvolné a šetrné k očím a pro optimalizaci světelných podmínek může být vázáno k senzoru sledujícímu jas v místnosti. Další efektní možností přizpůsobení světelných podmínek navození požadované scény je možnost nastavení chromatičnosti vydávaného světla. Uživatel takto kromě jasu může přizpůsobovat i barvu světla.

### **3.1.3. Ovládání zásuvek**

V prostorech, kde nejsou přítomni uživatelé, zůstávají připojená k elektrické síti nepotřebná zařízení. Můžeme tedy provádět odpojení vybraných zásuvek, u kterých může vzniknout obava, že by mohly k nim připojená zařízení vyvolat požár, případně jinou škodu nebo není-li třeba, aby byly v době nepoužívání pod napětím (například venkovní zásuvky, dětský pokoj). Pokud objekt opustí všechny osoby a víme, že na těchto zásuvkách nebude závislá funkce některého zařízení, jehož funkce potřebná je (lednice, mraznička, centrála EZS, domácí server, vytápění objektu), je možné tyto zásuvky úplně od napájení odpojit. To se bude realizovat v rozvaděči, odkud budou obvody vypínaných zásuvek ovládány. Odpojení těchto zásuvek nám pak do jisté míry může vyřešit i známý problém s režimem stand-by u mnoha zařízení, které musíme jinak vypojoovat ze zásuvek.

Chceme-li využít takovéto vypínání, musíme pečlivě plánovat umístění jednotlivých přístrojů a spotřebičů, někdy i přizpůsobit použitá zařízení v objektu. Některá zařízení mohou být přerušením dodávky elektrické energie negativně ovlivněna, což se může týkat například budíku, spotřebičů se zobrazením času bez vlastního zálohovacího akumulátoru nebo i inkoustová tiskárna tak nemůže

aktivovat svoji funkci proti zasychání. Při návrhu je třeba počítat se vším, co je a bude v objektu zapojeno, a jak objekt bude fungovat. Důležitá je konzultace s investorem a budoucím provozovatelem o tom, jaká zařízení zde budou provozována, kde bude umístěn počítač, multimediální zařízení, lednička, mraznička, akvárium pro rybičky a obdobné spotřebiče, které vyžadují permanentní připojení k síti. V neposlední řadě musíme vždy promýšlet všechny scénáře výsledného návrhu sami.

### 3.1.4. Ovládání vrat, dveří, rolet, žaluzií, otvírání oken

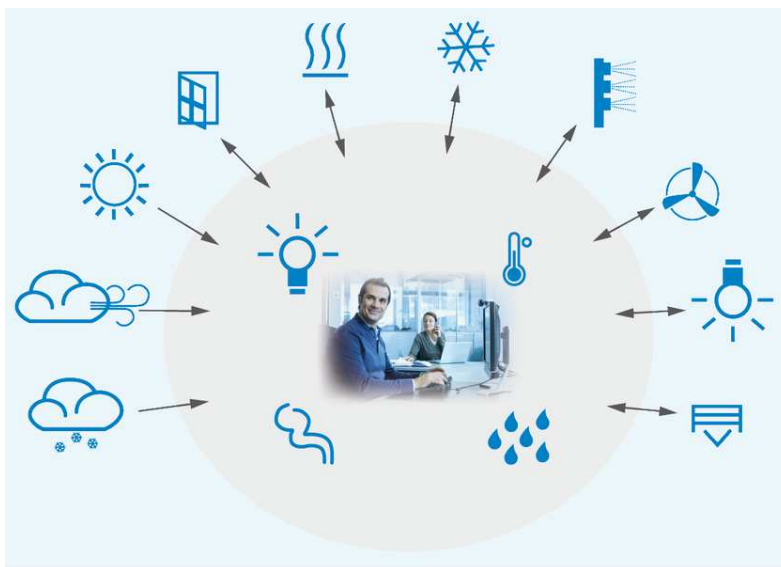
Obecné využití těchto zařízení je zřejmě jasné z principu jejich určení. K otvírání dveří můžeme přistupovat buď jako k pouhému odblokování funkce dveřní západky, odemknutí dveří, nebo dokonce k samotnému otevření dveří. To nám může sloužit k vpuštění návštěvníka do objektu nebo třeba k otevření únikové cesty. Obdobně můžeme ovládat i vjezdovou bránu. U protipožárních dveří zase můžeme docílit jejich automatického uzavření. Automatické otvírání oken můžeme zase využít k větrání nebo při požáru k odvětrání únikové cesty. Zatímco k otvírání a zavírání bude využit motorek nebo hydraulika, k odemknutí můžeme využít i principu přídržných elektromagnetů. Buď pro odemčení využijeme mechanického ústrojí zámku, nebo aplikujeme silné elektromagnety přímo na rám dveří a dveře samotné. Pokud bude skrz elektromagnet procházet proud, může elektromagnet přidržovat dveře zavřené silou i několikaset kilogramů.

Rolety a žaluzie slouží pro odstínění slunečního svitu, navození soukromí a pro zabezpečení objektu proti zlodějům. Dle účelu pak využijeme příslušný výrobek. U bezpečnostních rolet je situace jednoduchá, roleta se v případě nepřítomnosti obyvatel spustí a zhorší či zamezí případnému zloději přístup do objektu. Pro správnou funkci musíme pouze správně ovládat pohon a detekovat doraz, kdy je žaluzie plně vysunuta a plně zasunuta. Při těchto detekcích je potřeba, aby příslušnou blokaci neobstarával pouze řídicí systém rolety ovládající, ale i blokovací mechanismus přímo na roletách. Stínící žaluzie oproti roletám budou zřejmě doplněny i o funkci polohování svých lamel. To se realizuje stejným pohonem, který zároveň žaluzie spouští a vytahuje. Podle výrobku se pak žaluzie například spustí dolů otevřená a pak reverzací v několika krocích nastaví lamelu do požadované polohy. Funkce žaluzií může být závislá i na další věci a to na větru. Některé žaluzie mohou spolehlivě pracovat pouze do určitých rychlostí větru, která musí být sledována čidlem umístěným na budově. Při překročení rychlosti se žaluzie většinou automaticky vytáhnou. Další věcí je problém mrazu, kdy žaluzii může poškodit napadaný sníh nebo námraza. [1]

### 3.1.5. Vzduchotechnika

Téma, které lze rozdělit na dvě části. Může se jednat pouze o samotné větrání nebo o úpravu parametrů vzduchu vzduchotechnickou jednotkou a jeho další rozvedení po objektu. Samotné větrání provedeme pomocí ventilátoru, případně vzduchovou klapkou či automatickým otevřením okna. Větraný prostor ovlivňujeme množstvím vzduchu, případně nastavujeme rychlost jeho proudění. Regulaci můžeme provádět například na základě informace ze senzoru složení vzduchu (CO<sub>2</sub>, vlhkost), pokynu uživatele nebo časového plánu.

Pro úpravu parametrů vzduchu použijeme vzduchotechnickou jednotku. Vzduchotechnická jednotka má za úkol provádět úpravu vzduchu přiváděného do interiéru tak, aby v něm vytvořila optimální podmínky vnitřního klimatu. Proto, aby mohla toto prostředí optimálně regulovat, musí mít systém řídicí klimatizaci informace o tom, jakou teplotu a vlhkost má vzduch přiváděný z exteriéru, jaké hodnoty má vzduch v interiéru a jaké hodnoty jsou v interiéru požadovány. Vzduchotechnická jednotka tedy musí být také řízena, ať už svým vlastním, nebo externím řídicím systémem.



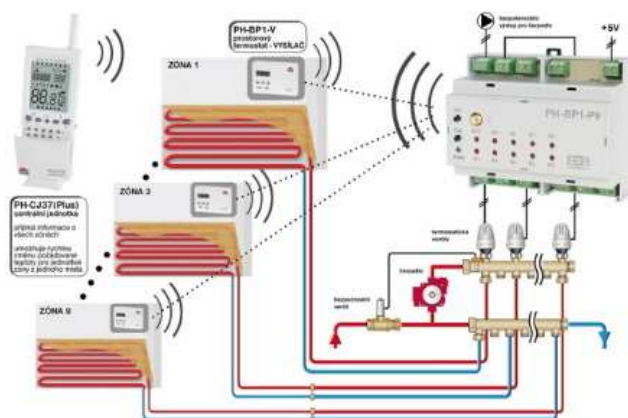
Pro optimalizaci parametrů vnitřního prostoru pak můžeme využít součinnost s vytápěním, reagovat na denní program a tak například i začít větrat před tím, než se uživatel plánovaně vrátí domů, případně při potřebě velkého chlazení vhodně nastavit stínící prvky.

Obrázek 11 – vzduchotechnika v místnosti s inteligentní instalací[5]

### 3.1.6. Vytápění a chlazení

Teplo a chlad je nutné v každém objektu zajistit instalací jejich zdroje. Může se tak jednat o kotel v kotelně, topné těleso přímo v místnosti nebo výměník na fasádě budovy. U většího objektu se složitější distribuce energie, tak kromě řízení zdrojů tepla či chladu systém zajišťuje i efektivní distribuci energií po budově.

Pro návrh regulace v objektu je třeba zohlednit specifické vlastnosti zapojení rozvodů tepla i chladu. Pro regulaci je pak možné využít například ekvitemní



křivku pro regulaci podle venkovní teploty, ovládat vytápění přímo na základě předpovědi počasí. To může být výhodou především u otopných soustav s dlouhou dobou náběhu. Lze provádět ovládání oběhových čerpadel, zajistit jejich občasný rozběh i v době mimo otopné období.

Obrázek 12 – prvky zónové regulace systému PocketHome[18]

Regulaci můžeme provádět na základě signálů od pokojových termostatů a čidel podle jednotlivých místností, zón nebo celé budovy. Možnosti regulace otopné soustavy jsou přímo závislé na jejím zapojení, dimenzování a umístění regulačních prvků.

### 3.1.7. Domovní zvonek

Na základě informace o stisknutí tlačítka u vchodu je třeba vyvolat signál v příslušné bytové jednotce, pracovišti či jiném požadovaném prostoru. Při aktivaci zvonkového tlačítka dojde v interiéru k akustickému signálu. Ten může být případně doplněn o problikávání světel pro upozornění neslyšících osob. Komunikace se obvykle odehrává mezi zvonkovým panelem umístěným většinou u vchodu do objektu a vnitřními jednotkami umístěnou v jednotlivých bytech či pracovištích. Zvonkový panel zajišťuje kontaktování uživatelů v budově. To se děje na základě použití jednoho z ovládacích prvků (tlačítek) na panelu. Příslušná vnitřní jednotka pak upozorní uživatele. Počet panelů bývá přizpůsoben počtu vchodů do objektu. U rodinných domů to bývá jeden panel, u bytových domů se dvěma vchody zase dva. Vnitřní jednotky bývají v každé samostatné bytové jednotce, někdy se v prostorných bytových jednotkách mohou instalovat i přídavné vnitřní jednotky. Uživatel pak může používat vnitřní jednotky ke komunikaci se zvonkovým panelem. Kromě zvukové komunikace může být doplněn i o přenos obrazu pro zajištění vyššího komfortu a bezpečnosti.

### 3.1.8. Ovládací prvky

Aby uživatel mohl provádět přímou interakci se systémem, musí k tomu mít k dispozici komunikační rozhraní. To může mít podobu jednoduchého tlačítka na panelu nebo dotykové obrazovky se čtením biometrických údajů. Ovládání přizpůsobíme hlavně jeho samotnému účelu. Pro přepínání jediného zařízení ze stavu ON na stav OFF nám může vystačit jednoduché tlačítko. V závislosti na použitém systému pak i jednoduché tlačítko může být samostatným zařízením komunikujícím se sběrnici. Vždy je třeba si ověřit, co nám námi navržený řídicí systém umožní užít, případně jaké kompatibilní zařízení lze k našemu zvolenému systému použít.

Přijdeme do potměšlé místnosti, ve které je nastaven určitý pracovní režim. Pokud k ovládní světel používáme manuální ovládní, budeme potřebovat nějaké jednoduché tlačítko umístěné u vstupu do místnosti. Tlačítko na sobě může mít indikační či orientační světlo prozrazující uživateli, kde přesně se nachází. V místnosti mohou být však další zařízení, která můžeme chtít ode dveří ovládat, ať jsou to různé ventilátory, zásuvky, bezpečnostní zařízení či ovládní scén. Aby tato ovládní nebyla rozmístěna různě po místnosti, zvolíme si nějaké místo s dobrým přístupem a dostatečnou plochou pro umístění ovládacích prvků, a to bude třeba i u zmíněných vchodových dveří. Prvním problémem je, že uživatel neznalý podmínek v místnosti, nemusí být ve tmě schopen rozeznat ovládací prvek osvětlení od prvků ostatních. Druhým problémem je samotné umístění prvků v ovládacím prostoru a jejich samotný design. Nejspíše budeme mít problém sladit tlačítková ovládní jednoho a druhého systému, obzvláště pokud nejsou vzájemně kompatibilní a stejně tak nám nemusí ladit robustní pokojový termostat. Tato komplikace odpadá, pokud nám zvolený systém umožňuje využít ovládací tablo či nějaký univerzální ovládací panel. K jednotlivým zařízením se bude možné postupně „proklikat“ přes přístrojové menu nebo využít dané tlačítko na panelu. U tohoto způsobu však odpadá možnost intuitivního ovládní třeba jen „po hmatu“ a nastává nutnost se při ovládní zabývat jednotlivými nabídkami. Nemusí to být vhodné řešení v případech, kdy potřebujeme mít ovládní zprostředkováno rychle nebo se nemusí jednat o vhodné ovládní vzhledem k charakteru provozu (řeznictví, kuchyně) a musíme si poradit jinými způsoby.



Obrázek 13- ovládací panel ABB i-bus® KNX [2]



Další možností jak ovládat zařízení v objektu je detekce naší přítomnosti. Čidla přítomnosti umístěná v prostoru na základě našeho pohybu detekují osobu v místnosti a dle nastavené funkce nastane provedení další akce.



Podle potřeby lze z jediného místa ovládat mnoho zařízení třeba i hodně vzdálených. K tomu využijeme například i tablet, chytrý telefon nebo počítač. Ty s jejich různými nabídkami a menu jsou k takovému řízení vhodnější na rozdíl od obřího panelu s desítkami tlačítek. Jistě ale záleží na provozu. Ovládání s jejich pomocí je obdobné, jako ovládání pomocí dotykové obrazovky na místě, je pouze příhodnější k nim doplnit i potvrzení splnění zadaného příkazu, protože si ho často nemůžeme zkontrolovat přímo na místě tak, jak by tomu bylo u místního ovládání.

Obrázek 14- JA-114E Klávesnice pro bezpečnostní systém Jablotron JA-100 s přidavnými tlačítky [9]

Způsoby ovládání lze rozdělit podle umístění ovládacích prvků vzhledem k prvku ovládanému.

Místní ovládání - V prostoru, do kterého vcházíme nebo ve kterém se již nacházíme, potřebujeme mít kontrolu nad příslušnými prvky instalace přímo na místě. To je většinou dáno provozními důvody, kdy potřebujeme ovládat jednotlivá zařízení přímo z daného místa.

Centrální ovládání – Centrální funkce jsou vhodné pro hromadná ovládání připojených zařízení. Jejich účel již byl popsán v kapitole o centrálních funkcích.

Vzdálená ovládání - Chceme-li například ovládat světlo v sousední budově, osvětlení atria, které je realizováno na druhé straně objektu nebo ovládat jinou místnost, bude se jednat o tento druh ovládání. K tomuto ovládání je vhodné doplnit potvrzení o realizaci našeho požadavku, protože nemusíme vždy od ovládacího zařízení vidět, zda se garážová vrata skutečně zavřela nebo světla na druhé straně domu skutečně vypnula.

### 3.1.9. Komunikace mezi jednotlivými systémy

Způsob připojení závisí na tom, zda je od výrobce připraveno nějaké jednoduché řešení pro realizaci připojení a podle toho, jak sofistikované informace chceme mezi systémy přenášet. Spokojíme-li se s přenesením pouhého stavového signálu, můžeme většinou použít univerzálních vstupů a výstupů daných systémů.

Ty mohou přenášet informace o nastavených režimech, poruchových událostech, požadavku blokace vytápění a další. V případě většího množství informací, kdy pro každý typ události by byl potřeba jeden výstup, snažíme se nalézt sofistikovanější způsob předání těchto dat. To záleží na možnostech, které nám umožňuje konkrétní systém.

Propojení systémů bude jednodušší, o co je systém univerzálnější a zároveň pokud se jedná o uzavřený systém, kde výrobce uvede mezi informační technické podklady pouze nezbytné minimum, nebude připojování k jinému systému jednoduché. Nakonec se může stát, že narazíme na problém, kdy pro komunikaci dvou systémů bude třeba mezi ně vnést systém třetí, který komunikaci mezi nimi bude obstarávat.



Obrázek 15- Propojení telefonů ABB-Welcome s panely systému ABB i-bus® KNX [24]

### 3.1.10. Čidla

*„Při vypracování návrhu a instalaci systémů automatizace budov tvoří jednu ze zásadních částí systému vstupní periferie – snímače parametrů prostředí.“ [19]*

*„Snímače parametrů prostředí jsou v centru zájmu téměř všech profesí zapojených do automatizace budov: architektka a uživatelé zajímá vzhled, technolog se zabývá měřenými veličinami potřebnými pro fungování strojní části, programátor se zajímá o vazbu na řídicí systém a montéři kladou důraz na intuitivní a jednoduchou instalaci.“ [19]*

### **3.1.11. Domácí spotřebiče**

V dnešní době se stále více usiluje o propojení domácích spotřebičů. Může to být například lednička, která eviduje množství a čerstvost potravin, případně doobjedná docházející mléko nebo kávovar, který udělá uživateli (poté, co vstane) čerstvou kávu. Takové přístroje musí mít patřičnou programovou výbavu a systém, do kterého lze takové funkce integrovat. Bude však jistě dražší a náročnější.

Je třeba si říci, co od systému očekáváme a reálně si zodpovědět otázku, jestli podobné funkce využijeme a zda se nám vyplatí.

## **3.2. Výsledné funkce celého systému**

### **3.2.1. Vstup do objektu**

Chytré funkce systému můžeme uplatnit při vstupu do objektu. Uživatel přijde či přijede k pozemku, dálkově vyšle signál k otevření vjezdových vrat a systém tedy začne otvírat vrata. Na základě informace od čidla venkovního jasu také rozsvítí venkovní osvětlení a otevře garáž. V objektu spustí akustický signál informující o tom, že se uživatel vrátil domů. U vchodových dveří nemusí uživatel odemykat klíči, neboť stačí zadat heslo na klávesnici, přiložit identifikační čip nebo bezkontaktním přívěšek. Tím zároveň odblokuje bezpečnostní systém v domě. Na ovládacím panelu zjistíme, zda se někdo přes den pokoušel dozvonit. Jediné tlačítko zase zavřeme vrata i garáž, zhasne venkovní osvětlení a zabezpečí vstup do objektu.

V objektu lze uplatnit i docházkový systém. Může tak být v kombinaci se systémem bezpečnostním nebo jako systém samostatný, který na základě elektronického čipu nebo zaměstnaneckého kódu sleduje příchody a odchody zaměstnanců, umožňuje jim přístup do objektu nebo jen do jeho určité části.

### **3.2.2. Ovládání osvětlení a instalací**

V budově mohou být veškeré osvětlení řízeno přes inteligentní systém. Při průchodu přes chodbu není třeba hledat spínač, neboť pohybové čidlo uživatele detekuje a samo rozsvítí. Při opouštění objektu můžeme jediným tlačítkem, i jako součást zajištění objektu, zhasnout veškerá světla, která by mohla zůstat rozsvícena. Dojde zároveň k odpojení nepotřebných zásuvek. Zásuvky nemusíme odpojovat v celém domě, odpojit můžeme například pouze zásuvky v dětském pokoji.

Světla mohou být nastavena tak, aby automaticky po uplynutí určité doby zhasla, případně jejich vypnutí bylo vázáno na neaktivitu v místnosti.

V místnosti s instalovanými RGB LED pásky můžeme měnit barvy osvětlení. Osvětlení se může přizpůsobovat obrazu televize, audiosystému, uživatel si jej může nastavit podle nálady. Stejně barevné podkreslení můžeme nastavit v celém bytě nebo i na pozemku.

### 3.2.3. Ovládání scén

V prostorách, kde je instalováno více prvků sloužících pro navození specifických podmínek v daném prostoru může být vzhledem k četnosti jednotlivých prvků složité každý tento prvek dané situaci pružně přizpůsobit. Pro optimální nastavení všech prvků pro navození požadovaného stavu nám slouží právě scény.

*„Světelnými scénami se nazývají kombinace provozních stavů různých spotřebičů. Vzhledem k tomu, že dříve bývaly takovéto kombinace vytvářeny ponejvíce jako nastavení stavů několika svítidel, používá se výraz „světelné scény“. Nyní jsou již častými účastníky scén také provozní stavy žaluzií nebo jiných prostředků stínící techniky, promítacích pláten, popř. i dalších spotřebičů.“ [21]*

### 3.2.4. Řízení vnitřního prostředí

V místnostech můžeme na základě připojených technologií řídit různé parametry vzduchu, osvětlení, eventuálně upravovat samotný prostor pomocí pohyblivých stěn a přepážek. Nastavení jasu, či barevnosti osvětlení může být závislé na nastaveném schématu a nemusí se na něm účastnit jen samotné osvětlení, ale například i okenní žaluzie a rolety. Vyjma čerstvého neupraveného vzduchu lze upravovat parametry vzduchu především na základě instalovaných technologií pro úpravu vzduchu. Můžeme zároveň sledovat další kritéria, jako je teplota, vlhkost a množství CO<sub>2</sub>.

Celkově pak lze pomocí těchto parametrů ovlivňovat a přizpůsobovat vnitřní prostředí. Na základě podmínek nastavených uživatelem lze tak například přizpůsobit jednu místnost pro sport a cvičení, jiným nastavením zase pro optimální podmínky k výuce, nebo spánku. V nepřítomnosti osob pak může dojít k úplnému útlumu místnosti.

### 3.2.5. Bezpečnostní systém

Bezpečnostní systém by měl upozornit uživatele na nastalé rizikové události v objektu nebo hlídaném perimetru, případně na ně odpovídajícím způsobem reagovat. Na základě konkrétního nastavení pak může bezpečnostní systém hlídat určený prostor. Pomocí příslušných prvků systému je pak detekována příslušná událost, ať se jedná o pohyb v prostoru, přemístění objektu nebo otevření vstupu.

Na oploceném pozemku můžeme detekovat přítomnost osob. To může vést ke kontaktování uživatele, vyhlášení poplachu či k aktivaci venkovního osvětlení. Pro vstup do objektu je třeba vypnout zabezpečení na klávesnici zadáním kódu, čipem nebo dálkovým ovládním. Při absenci venkovní klávesnice lze odblokovat bezpečnostní nastavení na vnitřní klávesnici u vchodových dveří uvnitř hlídaného prostoru. Odblokování může vést k dalším akcím a aktivaci ostatních technologií objektu. V samotném objektu můžeme detekovat přítomnost osob, pohyb i tříštění skla. Systém detekuje kouř, oheň, zaplavení nebo únik plynu, eventuálně lze sledovat i jinou nestandardní činnost. Na základě těchto údajů pak systém provede jejich vyhodnocení a případně vyhlásí poplach, kontaktuje uživatele a kontaktuje najatou bezpečnostní agenturu, případně uzavře bezpečnostní ventily a uzávěry.

K funkci bezpečnostního systému se dají přidružit i další funkce. K zajištění domu patří bezpečnostní rolety. Jejich ovládním lze přidružit k ovládním bezpečnostního systému a tak při aktivaci hlídání objektu mohou tyto rolety automaticky, či po nastavené časové prodlevě, sjet a zabezpečit tak objekt.

Bezpečnost není jen o detekování pohybu a detekci otevření dveří. Ke zjištění vniknutí někoho do objektu může dojít i méně konvenčními způsoby. Může například dojít k rozbití skla výplně dveří, či okna. Přitom bychom neměli zapomenout, ani na střešní okna a balkóny. Otvory ve vyšších patrech mohou být dosažitelné žebříkem, případně přes střechy. Stejně tak se může kdokoli pokusit dostat se do hlídaného prostoru skrz zeď, dřevěné stropy, vzduchovou ventilaci či prostornější komíny a šachty. K zabezpečení těchto míst poslouží různé vodiče aplikované do stěny, detektory otřesů a chvění nebo i optické paprsky, kdy při jejich přerušení dojde k vyvolání poplachu.

K případnému odrazení od vloupání je vhodné nasimulovat činnost uživatele v hlídaném objektu. Děje se tak pomocí automatického spínání světel či pouštěním televize a rádia podle rozvrhu nebo náhodně.

### 3.2.6. Správa energií

V budově je mnoho technologií pracujících s energiemi. Pro jejich ekonomické a ekologické využívání je třeba často používat tyto technologie na základě neoptimálnějších provozních a technologických podmínek. Tyto podmínky je třeba monitorovat a podle nich reagovat odpovídajícím regulačním zásahem. Nemusí být v lidských silách všechny tyto podmínky sledovat a vyhodnocovat. Najde zde tedy uplatnění právě řídicí systém reagující na tyto změny, který na základě vnějších podnětů a nastavených vnitřních algoritmů provádí zásahy do systému tak, aby celý proces pracoval za neoptimálnějších podmínek.

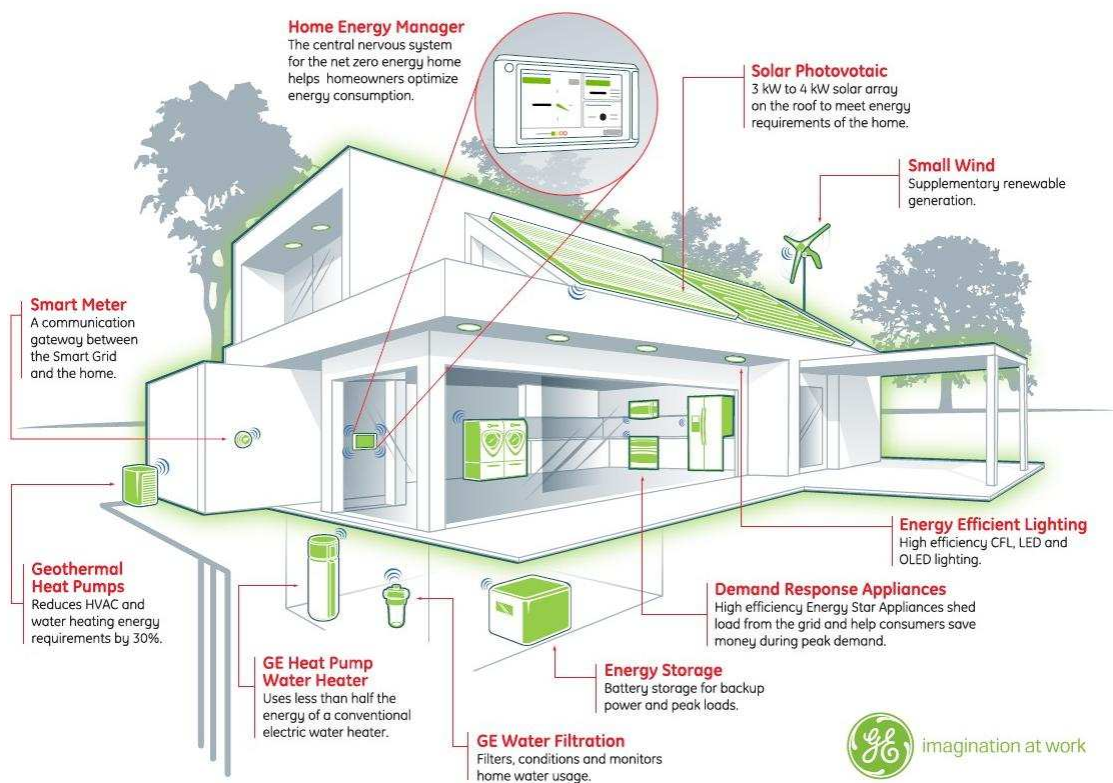
Příkladem může být dům se solárními kolektory, plynovým kotlem jako zdrojem tepla a ohřevem teplé vody. Díky solárním kolektorům využijeme sluneční energii pro ohřev teplé vody v objektu. V čase, kdy není sluneční intenzita dostatečná, je noc, případně kvůli velkému odběru vody nemusí být tento systém schopen dodat potřebné množství tepla pro ohřev. V tom případě se dává do činnosti plynový kotel, který je v našem objektu hlavním zdrojem tepla. Při nedostatku dodávaného tepla solárními kolektory tedy dojde k přepnutí v systému vytápění a díky soustavě ventilů a oběhových čerpadel vodu na potřebnou teplotu vytopí. Je zde mnoho dílčích činností a stavů, které je třeba v takovém případě sledovat. Na základě dodávané energie ze slunce může být toto teplo dostatečné a v takovém případě nemusí být potřeba držet kotel v pohotovostním režimu. Na základě denní doby může být dáno, že solární kolektor v nejbližší době nebude schopen dodávat potřebnou energii, či to, že jeho účinnost se zapadajícím sluncem bude postupně klesat. V objektu může docházet k nerovnoměrnému využití teplé vody v rámci celého týdne. V takovém případě může systém účinně a pružně reagovat na změny, tj. s předstihem upravovat teplotu vody, nebo například přes víkend odstavit ohřev jednoho ze zásobníků teplé vody. V neposlední řadě pak hlídá provozní podmínky systému jako tlaky v potrubích, průtoky, dopouští vodu do otopného systému a může být schopen signalizovat překročení příslušných parametrů, případně na ně pružně reagovat.

Problematika inteligentních systémů pro správu energií se běžně začleňuje pod zkratkou HVAC. V tomto případě se nejedná pouze o řízení a regulaci vytápění a klimatizace v prostoru tak, aby byl provoz v objektu optimalizovaný a ekonomický, ale zároveň i o ostatní systémy zajišťující odpovídající kvalitu vnitřního prostředí. Protože jsou klimatizační a vytápěcí systémy pro větší část roku předimenzované z důvodu potřeby vykrýt nepříznivé teplotní výkyvy vyskytující se oproti zbytku roku relativně ojediněle, je po zbytku roku třeba provádět regulaci jejich výkonu. Systém HVAC zajišťuje regulaci teploty a vlhkosti v interiéru a dle potřeby může spolupracovat i s ostatními systémy v objektu. V rodinném domě se tak mohou vyskytnout HVAC řídicí samostatnou regulaci

vytápění obytných i neobytných prostor, řízení vytápění teplé vody, řízení klimatizace a nuceného větrání. Stejně tak může být instalováno vytápění bazénu nebo rozmrazování chodníků a okapů. [8]

V objektu tedy může být více zdrojů tepla, jako jsou kotle, tepelná čerpadla či solární kolektory. Podle různých konstrukcí objektů a klimatických podmínek budou i kombinace zdrojů a technologií pro jednotlivé budovy svým způsobem ojedinělé a instalovaný systém musí být pro dané použití v konkrétní budově přizpůsoben na konkrétní podmínky. Schopnost systému správně provádět regulaci v takovémto objektu je ale přímo vázána na správný optimální návrh technologií, které mají zajistit udržení parametrů vnitřního prostoru. V případě poddimenzování nebo naopak přílišného předimenzování bez možnosti odpovídající regulace, nemusí být ani drahý sofistikovaný systém schopen zajistit požadované podmínky ve vnitřním prostoru.[8]

V budovách se však nemusíme orientovat pouze na systémy ohřevu vody a vytápění. Uplatnění nalezneme i u fotovoltaických panelů, tepelných čerpadel, větrné energii a u dalších technologií.



Obrázek 16- Správa energií v objektu [22]

### 3.2.7. Informace a stavová hlášení

System spravuje mnoho zařízení nebo od nich jen může přijímat data. Události a hodnoty může systém uchovávat pro jejich další využití. Může se tak jednat o informace o energiích a jejich využití v průběhu dne nebo o různé další spotřeby provozních látek, či stavová hlášení o provozu v objektu.

Tyto data pak uživatel může vyvolat a využít k optimálnějšímu provozu objektu nebo k jiným účelům. Na jejich základě pak mohou být zpracovávány různé statistiky, sledována docházka, regulovány potřebné zdroje.

### 3.2.8. Ovládání přes „chytrá zařízení“

Možností řídit zařízení v domácnosti pomocí počítače, tabletu či telefonu se celkově zvyšuje atraktivita a ovladatelnost celého systému (pakliže je příslušná aplikace, či přístupový portál vytvořen intuitivně a uživatelsky přívětivě). Uživatel může mít i po odchodu z domova kontrolu nad některými připojenými zařízeními, může například zapnout zavlažování, zkontrolovat vypnutí světel, anebo se jen přesvědčit, že je vše v objektu v pořádku, může zkontrolovat současnou spotřebu energie, vody nebo se připojit ke kamerovému systému v domě. Grafické zobrazení některých dat jako statistik, či vizualizací, nemusí být pro instalovaný systém jednoduché, nebo se může z hlediska potřeby instalace příslušného zobrazovacího zařízení prodražit. Využití mobilního telefonu s příslušnou aplikací může tedy tuto komplikaci částečně vyřešit. Možnosti popsané technologie výrazně zjednodušují ovládání, umožňují vzdálená ovládání a přehledné zobrazení aktuálních informací.

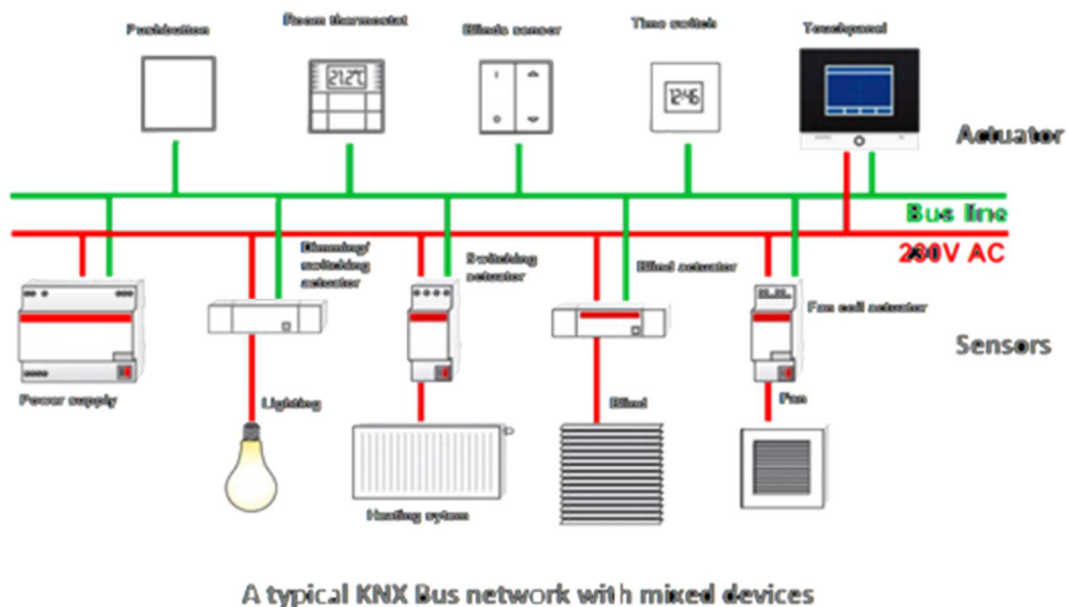
### 3.2.9. Příklady komerčně vyráběných systémů

**KNX systém** – jedná se o otevřený standard, podle kterého mohou jednotliví výrobci vytvářet zařízení pro aplikace v inteligentních domech, přičemž tato zařízení jsou vzájemně kompatibilní. Díky tomu je k dispozici velká výrobní škála výrobků, které jednotliví výrobci dodávají. Technologie KNX je primárně založena na komunikaci po krouceném páru. Jedná se o decentralizovanou technologii s relativně jednoduchou instalací a s malými nároky na dispozice v objektu. Není třeba centrální řídicí jednotka, jednotliví účastníci mají vlastní inteligenci a systém je tak vhodný, jak pro menší byty, tak pro velké budovy jako hotel či administrativní budova. Programování a případná změna v nastavení se děje z libovolného umístění na sběrnici a po prvotním nahrání již není třeba být u programovaného prvku fyzicky přítomno. Systém se hodí pro zvýšení bezpečnosti, snadné přizpůsobení se potřebám uživatele a ke komfortnímu



ovládání zařízení v domácnosti. Vhodný je pro ovládání a regulaci osvětlení, ovládání žaluzií a rolet, zabezpečení objektu (ačkoliv proto není přímo certifikován), správu energií, monitorování, dálkové ovládání, měření a sekundární ovládání topení a klimatizace. [1]

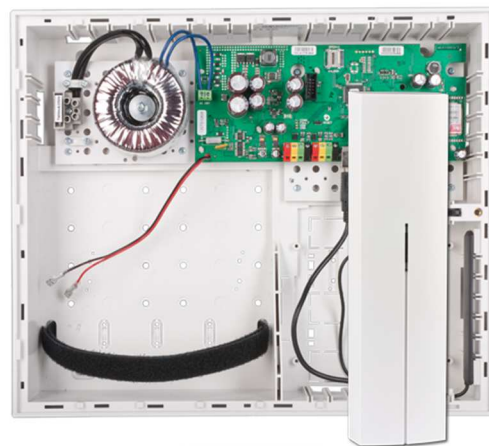
Z konkrétních funkcí lze například provádět centrální ovládací funkce, ovládat světelné scény podle probíhajících aktivit, ovládat osvětlení na základě snímače jasu v místnosti. Různé stavy lze zobrazovat na displejích a „chytrých“ zařízeních, popřípadě na počítači vybaveném vizuálním softwarem. Systém lze ovládat přes mobilní telefon nebo na něj dostávat stavová hlášení. Systém umožňuje simulaci přítomnosti během dne při nepřítomnosti majitele. Lze také monitorovat spotřebu v jednotlivých obvodech a při překročení určité úrovně vypínat určené spotřebiče. Kombinací s dalšími systémy pro správu energií, lze také docílit optimálního využití případné vlastní výroby energie. [2]



Obrázek 17 – Zobrazení přístrojů na sběrnici KNX [6]

**Jablotron JA-100** – systém je produktem českého výrobce a primárně je vytvořený pro zabezpečení objektu. Řídící částí systému je ústředna zajišťující funkci centrálního řízení. Zařízení jsou k ústředně připojeny buď po sběrnici, nebo bezdrátově. Funkce systému závisí na možnostech zvolené ústředny. Ty umožňují vytvářet jednotlivé zóny, hlídané prostory komunikují s bezdrátovými prvky a starají se celkově o chod systému. Většina výrobků tohoto systému se zaměřuje především na funkci zabezpečení objektu. Kromě samotného hlídání prostoru pomocí různých bezpečnostních čidel a senzorů lze také například ovládat spínání

světelných, otevírání vrat, či ovládat zavlažování na pozemku. Tímto způsobem lze připojit k systému až 32 samostatných zařízení. Pro vazbu na jiné systémy je možné využít pouze stavové signály z modulů ústředny. Ovládání systému je možné pomocí tlačítek, ovládacími klávesnicemi s možností nastavy o programovatelná tlačítka, bezdrátovými vysílači, pomocí aplikace pro mobilní telefon či webovou aplikací pro počítače.[3] [9]



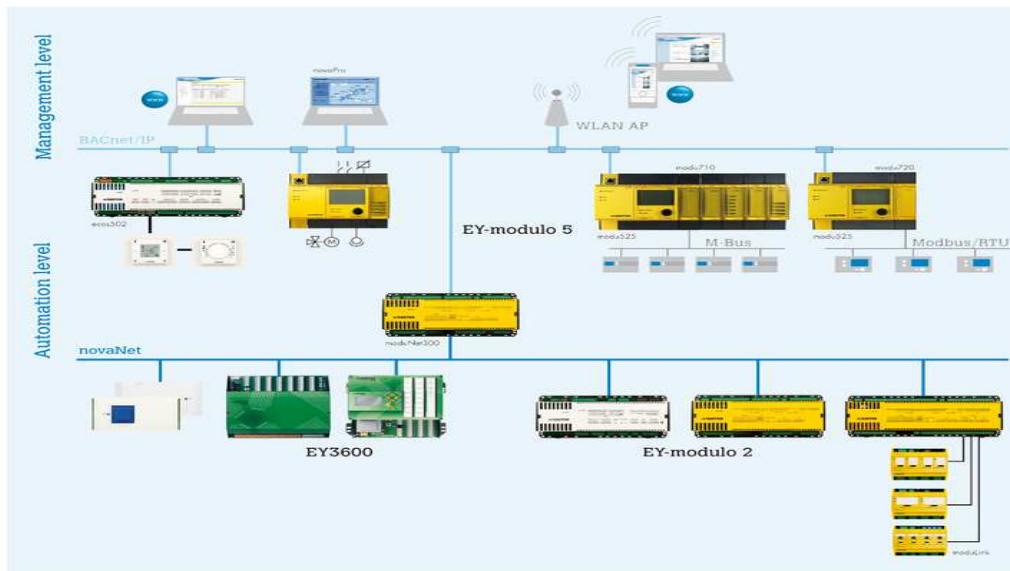
Obrázek 18 – Ústředna JA-106KR-3G [9]

**Inteligentní systém Crestron** – Je řídicí systém pro řízení a optimalizaci prvků v objektu. Je určen jak pro menší objekty, tak pro objekty typu jako hotely, školy a kanceláře. Umožňuje obměňovat funkčnost jednotlivých ovládacích prvků a přizpůsobovat se tak podle změny využití prostoru. Hlavní řídicí částí systému Crestron je hlavní sběrnice jednotka. Typ jednotky se volí podle aplikace v objektu a lze ji rozšiřovat o „vstupní karty“ zajišťující rozšíření funkcí systému. Ovládání systému je řešeno ovládacími prvky jako tlačítka, dotykovými panely, dálkovými ovladači a lze integrovat i některé ovládací panely jiných výrobců. Systém obsahuje zařízení pro ovládání a stmívání osvětlení žárovkových, zářivkových svítidel a lze s ním regulovat i RGB/LED svítidla. Další prvky jsou určeny pro ovládání brány, žaluzií a rolet. Kromě toho má programovatelné vstupní a výstupní moduly umožňující integraci dalších technologií. Je to řešeno přídatnými moduly komunikujícími s řídicí jednotkou sběrnice přes protokol CresNET. Systém také disponuje převodníky pro komunikaci se zařízeními na sběrnici DALI a do sebe může integrovat i další funkce jako audiovizuální techniku, ovládání prezentací nebo integraci telefonního připojení. [10],



Obrázek 19 – Prvky systému Crestron [10]

**Automatizace místností SAUTER-** Jedná se o systém především pro ovládání a řízení automatických regulačních zařízení v místnosti pro optimalizování vnitřního mikroklimatu, osvětlení a funkci stínící techniky. Ovládání je primárně řešeno místními obslužnými jednotkami, ale je možné využít rozhraní pro integraci dotykových ovladačů pro docílení komfortního ovládání prostředí v požadovaném prostoru.



Obrázek 20 - schéma systému Sauter [5]

Systém dovoluje flexibilní instalaci v prostoru za použití drátových i bezdrátových prvků pracujících s technologií EnOcean a získávajících energii z vestaveného solárního článku. Kromě toho umožňuje například integraci do hotelových rezervačních systémů a optimalizaci energetické účinnosti. Systém může využívat informace o počasí, umožňuje optimalizaci využití energií, ať už spotřeby elektrické energie, či energie na výrobu tepla. Může pracovat dle naučených časových programů, sledovat trendy ve využití energií. Zároveň může i lokálně spravovat jednotlivé místnosti, řídit světelné scény a sledovat obsazenost prostoru.[4]

### 3.2.10. Pomoc hendikepovaným lidem

Využití systému můžeme nalézt i v pomoci hendikepovaným osobám k jejich lepšímu pohybu a pobytu v objektu.

Osoby, u kterých je větší riziko výskytu zdravotní komplikace mohou mít připojeny zdravotní monitor komunikující se systémem dohlížejícím na tyto osoby a v případě potřeby přivolávajícím pomoc. Případně může toto sledování spočívat

v opuštění vyhrazeného prostoru nebo přivoláním pomoci samotnou hlídanou osobou nouzovým tlačítkem.

Pro zrakově postižené může být systém vybaven akustickou informací o tom, kde se právě osoba nachází, kam se může vydat, případně zda nechce přivolat asistenci. Stejně tak pro pohybově postižené osoby může být ovládán systém plošin, po případě opět možností zavolat asistenci.

Některé funkce primárně nemusí sloužit pouze hendikepovaným lidem, mohou jim však pohyb v objektu významně ulehčit. Život zdravotně postižených osob může také značně ulehčit ovládání pomocí mobilního telefonu nebo ovládání hlasem.

### **3.2.11. Sociologický aspekt inteligentního domu**

Různé skupiny uživatelů budou jistě mít různě velké nároky na jednotlivé funkce inteligentní instalace. Někteří mohou požadovat, aby v nejlepším případě za ně dům udělal úplně vše od úklidu, přes vaření, až po hlídání dětí. Někteří uživatelé naopak budou akceptovat pouze klasickou elektroinstalaci. Využitím různých moderních technologií lze realizovat mnoho úkonů v domácnosti, ačkoliv ty mnohdy ještě nedosahují dovednostem člověka.

O tom, zda bude v objektu nějaký inteligentní systém ovládání instalován, si rozhoduje investor. U klasické obytné výstavby pak záleží na konkrétním člověku, jaký k podobným věcem zaujímá postoj. U některých lidí je jejich odmítavý postoj možné změnit, u někoho to nemusí jít nikdy. Musíme ale brát na zřetel, že lidé v dané budově budou posléze bydlet a to pravděpodobně i do konce života. Je na projektantovi, aby toto bydlení bylo do budoucna příjemné a bez komplikací.

K této věci je třeba dodat to, že mnoho lidí neví, co si pod pojmem inteligentní dům představit, či se bojí, že by v takovém domě neuměli bydlet. Setkáním s osobou s negativními zkušenostmi s těmito budovami pak může vést plošně k naprosto odmítavému postoji lidí vůči těmto budovám, přičemž bychom se měli snažit o pravý opak.

## 4. Inteligentní elektroinstalace v rekonstrukcích

### 4.1. Novostavba versus rekonstrukce

Zabývali jsme se tu již rekonstrukcí klasické elektroinstalace. Popsali jsme si také elementy inteligentní instalace, tj. jakým způsobem funguje a jak ji v budově využít. Je dobré si nastínit, na jaké rozdíly můžeme narazit, když porovnáme klasickou novostavbu s rekonstruovanou budovu. Některé skutečnosti již byly uvedeny, některé vyplývají z předchozího textu. Takže si uděláme ucelený náhled.

V novostavbě je možné provést koordinovaný návrh se všemi profesemi. Vytvoříme si návrh, ten přizpůsobíme ostatním profesím a stejně tak ostatní profese se mohou přizpůsobit našemu návrhu. Umístění kabelových tras je jednodušší, jestliže budeme předem vědět, že potřebujeme tu kterou trasu vést odněkud někam, takže pak provedeme do projektu příslušnou stavební úpravu a připravíme instalační kanál pro vedení. Můžeme využít neoptimálnější řešení a nebudeme narážet na nečekané situace v podobě stavebních překážek, neočekávaných vedení a zařízení jednotlivých profesí. Zároveň je možné si již v projekční fázi jednotlivé návaznosti a vazby důkladně připravit tak, aby během realizace docházelo k co nejméně problematickým situacím a potřebám řešit případné kolize a problémy přímo na místě stavby.

### 4.2. Novostavba

Postup návrhu řešení v novostavbě bude přímo závislý na vybraném systému. Již jsme si uvedli, že systémy lze realizovat mnoha způsoby. Také jsme se až do popisovali systémy inteligentních domů velice obecně, a to jako zařízeních, které si můžeme volně naprogramovat a sestavit. Proto si nyní vybereme komerčně vyráběný systém a popíšeme si jeho instalaci do objektu.

Máme pro jednoduchost novostavbu malého rodinného domu. Dům je třípodlažní a chceme v něm mít co nejvíce zařízení ovládaných vybraným systémem nebo kompatibilních a připojených se zvoleným systémem. Ve zvolené budově nebo obdobně malé budově s prostory se stejným provozem/účelem se budeme dívat při volbě systému především na jeho možnosti, na to jaké nabízí funkce a jaké zařízení s ním můžeme ovládat.

V tomto případě tedy zvolíme systém KNX. Jeho výhody nejspíše plně nevyužijeme (ale vždy předem nemusí být jasné, jaké nastanou požadavky do budoucna). Jedná se o decentralizovaný systém schopný ovládat mnohá zařízení s dobře realizovatelným programováním a možností změn systému v případě budoucích úprav. Zároveň vytváří KNX standard, díky kterému může mnoho výrobců vyrábět kompatibilní zařízení, což nám dává možnost veliké škály výběru zařízení a designu. Návrh provádíme tak, že si stanovíme funkce, které chceme

v řešených prostorách vytvořit a technologie, se kterými chceme v objektu pracovat, nebo které mají se systémem alespoň koexistovat. Začneme se zařízeními. Může se jednat o regulační ventily, zdroj tepla či chladu, přístupový systém apod. Návrh mnoha zařízení mají pod svoji „správou“ jiné profese. Musíme tedy s nimi svoji snahu navrhnout tato zařízení do objektu, řádně koordinovat. Umístění těchto koncových zařízení, jako například regulačního ventilu, bude dané právě tou kterou profesí a jejich umístění pak nebude záležet jen na nás. V objektu budeme využívat systém KNX k nastavování scén, ovládání osvětlení, regulaci vytápění a ovládání rolet. Na požadovaná místa tedy umístíme ovladače. Řídíme se přitom požadavky daného prostoru. Následuje vytvoření části systému většinou skryté běžnému uživateli. Do rozvaděče, případně rozvaděčů v objektu, nainstalujeme akční členy a ostatní prvky systému. Systém KNX má své specifické požadavky na vedení a větvení vlastní komunikace a napájení. Konkrétně může komunikovat vícero způsoby. My si zvolíme napájení a komunikaci přes sběrnici KNX. Ta je u tohoto systému realizována dvěma metalickými vodiči společnými jak pro napájení, tak pro komunikaci. Je toho docíleno modulací napěťového signálu, to ale my nemusíme řešit. Osazení rozvaděčů bude v celku jednoduchá záležitost. Podle počtu připojených zařízení, akčních členů a samostatných modulů zvolíme způsob napájení a větvení sběrnice. Tyto prvky propojíme s prvky, které zamýšlíme ovládat, ať už je to světelný okruh, anebo plynový kotel. Vedení k zařízením by mělo probíhat od zařízení k zařízení. Vzhledem k vlastní stavbě nebude složité vytvořit si kabelovou trasu nebo umístit rozvaděč. Po zapojení následuje vytvoření a nahrání programu do zařízení, čímž vytvoříme funkční systém.

### 4.3. Rekonstrukce

Při rekonstrukci objektu budou podmínky pro realizaci obtížnější. Pokud nebudeme provádět kompletní stavební zásah s narušením omítek, vyzdíváním příček a zásahy do zdiva, setkáme se s mnohými omezeními. Opět tedy probereme konkrétní systém na konkrétní budově.

Jde o stejnou budovu jako v případě rekonstrukce. Starší rodinný dům, většina technologií v domě však je již nainstalována a stejně tak chceme zanechat co největší počet stávajících rozvodů a co možná nejvíce omezit stavební úpravy objektu. Samozřejmě předpokládáme, že všechny stávající instalace jsou v dobrém stavu a splňují technické požadavky, které budou vyhovovat i po našem zásahu.

Nejdříve tedy musíme provést stavebnětechnický průzkum, identifikovat co nejvíce (ideálně všechny) prvky instalace jako spoje, kabelové trasy, vypínače atd.

Obdobně jako u novostavby musíme stanovit, jaké funkce do objektu chceme vnést a zvolit k tomu vhodný systém. V tomto případě nás již ale více zajímá, jakým způsobem jsou prvky systému koncipovány a jak jsou společně propojeny. Oceníme více možnost ovládat daný okruh v místě již osazené elektroinstalační krabice, pokusíme se vyhnout natahování nových vodičů apod. Více oceníme možnost bezdrátové komunikace mezi jednotlivými prvky systému. Zároveň v průběhu návrhu či při samotné realizaci bude třeba omezit například některé funkce, anebo přehodnocovat původně zamýšlené postupy a řešení a přizpůsobovat je dle nově zjištěných skutečností, na které v průběhu prací v objektu narazíme. Vznikne například situace, kdy pro novou instalaci musíme vést kabelovou trasu skrz místa, která původně neměla být stavebním zásahem dotčena. Zároveň v budově může být vícero možných technologií, které nemusí být kompatibilní s námi zvoleným systémem. Celkově se v rekonstrukci tedy vyskytuje řádově větší množství různých nahodilostí, které musíme operativně řešit a případně se jim i přizpůsobit.

## 5. Závěr

Starší objekty všeobecně po uplynutí určitého časového intervalu a vlivem působení vnějších vlivů zastarávají a opotřebovávají se. Jiné to není ani s instalacemi v nich provedených. V jejím selhání se snažíme zamezit jejich pravidelnými kontrolami, údržbou a po určité době i jejich rekonstrukcí a celkovou obnovou. Vzhledem k moderním trendům se je zároveň snažíme přizpůsobit na úroveň moderní doby, ať už s cílem, aby splňovaly požadavky na bezpečnost nebo k novým možnostem jejich funkce. Možnost jak stávající elektroinstalace v objektu vylepšit je použitím moderních řídicích systémů a vytvoření tzv. inteligentní elektroinstalace s propojením veškerých technologií pro vytvoření jednoho funkčního celku. Pokud je tento celek navržen optimálně, má to nesporné výhody na fungování budovy po stránce ekonomické i po stránce uživatelského komfortu.

Omezením pro tvorbu a plošné navrhování těchto systémů je však jejich cena, která je daná právě pořízením řídicího systému, jeho návrhem a instalací.

Při návrzích inteligentních elektroinstalací a chytrých domů v obytné zástavbě se budeme tedy nejspíše ještě nějaký čas setkávat spíše s konkrétními účelovými řešeními, jako jsou samotné řízení elektroinstalace, nezávislé regulace vnitřního prostředí (vytápění, chlazení), samostatné ovládání světla, nežli komplexními sofistikovanými celky pro úsporné a ekologické fungování celého objektu.



## 6. Zdroje:

Vlastní zájem o obor

Dosavadní studium v magisterském studijním programu Inteligentní budovy na Fsv ČVUT Praha 6 a zkrácené kombinované studium Elektromechanik pro zařízení a přístroje 26-52-H/01 –MZ na Vyšší odborná škola a Střední škola slaboproudé elektrotechniky Novovysočanská Praha 9

### Internetová korespondence:

Michal Haršanyi – Manžer produktové podpory a validací Jablotron

Radek Šlosar – Technik specialista technické centrum Jablotron

### Literatura a textové publikace:

Certifikační základní kurz KNX v Zákaznickém školicím středisku ABB s.r.o., Elektro-Praga a školící podklady k tomuto kurzu [1]

Štěpán Berka – Elektrotechnická schémata a zapojení v praxi

Publikace PRE Elektroměry Historie a současnost [13]

Studijní materiály M1Z1 VOŠ SŠSE Novovysočanská [20]

Normy ČSN

### Internetové zdroje:

<https://www.jablotron.com/>[9]

<http://www.sauter.cz/> [5]

<http://www.light-and-magic.com/> [6]

<http://vyvoj.hw.cz/teorie-a-praxe/jednoduche-stmivani-svetel.html> [7]

<http://inbudovy.cz/artikul/article/inteligentni-systemy-pro-spravu-energi-aneb-hvac-v-budovach/> [8]

<http://www.nardic.cz> [10]

<http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace> [11]

<http://www.in-el.cz/referat/101676/hlinikove-vodice-a-jejich-pouzivani> [12]

<http://www.chytrainstalace.cz/chytra-elektroinstalace/> [15]

<http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/moderni-elektroinstalace-aneb-zkuste-to-bez-dratu--13766> [16]

<https://www.hennlich.cz/produkty/energeticke-retezy-flexibilni-kabely-flexibilni-kabely-pruvodce-vyberem-flexibilnich-kabelu-9954/materialy-izolace-zil-a-vnejsich-plastu.html> [17]

<http://www.tzb-info.cz/5920-vyber-vhodne-regulace-nejen-topeni-velke-uspory-v-domacnosti> [18]

[https://domat-int.com/wp-content/uploads/2013\\_04\\_Automa\\_Prehled\\_cidel.pdf](https://domat-int.com/wp-content/uploads/2013_04_Automa_Prehled_cidel.pdf)

Ing. Jan Vidim, Domat Control System s.r.o [19]

<http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/svetelne-sceny-a-jejich-rizeni-systemovou-instalaci-abb-i-bus-r-knx--15480> [21]

<http://www.dexon.cz/> [22]

<http://www.climatetechwiki.org> [23]

<http://www.odbornecasopisy.cz/>

<http://www.elfetex.cz/propojeni-abb-comfortpanelu-s-domovnimi-telefony-abb-welcome> [24]

#### **Katalogy a podklady výrobců:**

Jablotron [3]

OEZ s.r.o.

ABB s.r.o. [2]

Sauter [4]

EMP Elektropřístroj s.r.o. [14]

Technické listy výrobců použitých zařízení