

Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta

Nástroje pro integraci inteligentních Budov

Bakalářská práce



Vedoucí bakalářské práce: Ing. Zdeněk Votruba, Ph.D.

Autor práce: Ondřej Houska

PRAHA 2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Houska Ondřej

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Nástroje pro integraci inteligentních budov

Anglický název

Tools for integrating smart buildings

Cíle práce

Cílem práce je se seznámit s možnostmi integrace informačního systému tzv. inteligentních budov, tak aby bylo možné reálně posoudit a zhodnotit míru a kvalitu jejich integrace.

Metodika

Analyzovat stávající techniku, technologii a prostředky pro tvorbu tzv. inteligentního domu. Stanovit zásady pro integraci vnitřních domovních systémů a to jak z technických, tak i legislativních hledisek. Stanovit finanční náročnost a návratnost těchto technologií včetně spolehlivostního zhodnocení.

Osnova práce

1. Vysvětlení pojmu inteligentní budovy. (co je to inteligentní budova?)
2. Co vše lze integrovat, společně ovládat a automatizovat.
3. Nabídka a poptávka z hlediska inteligentních budov na českém trhu.
(firmy které nabízí a jaká je poptávka po IQ domech)
4. Návrh inteligentního domu
5. Výhled do budoucnosti.
6. Shrnutí, Závěr, Finanční zhodnocení.

Rozsah textové části

30 až 40 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

integrační systémy, bezpečnost, inteligentní budovy

Doporučené zdroje informací

Valeš, M.: Inteligentní dům, 2006, ERA, ISBN:80-7366-062-8

KŘEČEK, S.: Příručka zabezpečovací techniky. 2002, Cřitetus, 313 s. ISBN 80-902938-2-4.

KOCÁBEK, P.; KONÍČEK, T.: Bezpečné bydlení. ERA 2003, Brno

HEŘMAN, J., TRINKEWITZ, Z., et al.: Elektrotechnické a telekomunikační instalace, 2006, Verlag Dashofer, ISBN 80-86897-06-0.

Vedoucí práce

Votruba Zdeněk, Ing.

Konzultant práce

prof. Volf

Termín zadání

listopad 2013

Termín odevzdání

duben 2015


doc. Ing. Miroslav Příkryl, CSc.

Vedoucí katedry




prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 3.2.2014

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Nástroje pro integraci inteligentních budov vypracoval samostatně pod odborným vedením Ing. Zdeňka Votruby, Ph.D., a s použitím odborné literatury a pramenů citovaných v příloze bibliografie.

V Praze:

.....

Ondřej Houska

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji tímto. Ing. Zdeňku Votrubovi, Ph.D. především za trpělivost, cenné připomínky a rady při vypracování práce

ABSTRAKT :

Cílem bakalářská práce je se seznámit s možností integrace inteligentních systémů v budovách. V první části je proto uvedeno seznámení s automatizací budov a je zde analyzována stávající technologie. Druhá část práce je zaměřena na detailnější popis systému KNX/EIB. Dále uvádí výčet systému několika významných výrobců a náročnost a návratnost z ekonomického hlediska.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Integrační systém, inteligentní budova, bezpečnost

Tools for integrating smart buildings

ABSTRACT :

The aim of the thesis is to familiarize yourself with the possibility of integration of intelligent systems in buildings. The first part include analization of existing technology for building automatization. The second part focuses on the detailed description of KNX / EIB. Further lists of several major manufacturers and demanding a return from an economic perspective.

KEYWORDS :

Integration system, intelligent building, Safety

OBSAH

ÚVOD	1
1 INTELIGENTNÍ BUDOVA	2
1.1 Historie Inteligentních budov	4
1.2 Pro koho je chytré bydlení vhodné	5
1.3 Cena systémové elektroinstalace	6
1.4 Topologie sběrnicových systémů	7
1.4.1 Sběrniceová topologie	8
1.4.2 Hvězdiceová topologie	8
1.4.3 Kruhová topologie	9
1.4.4 Stromová topologie	10
1.5 Druhy systému, které se používají u IB	10
1.5.1 Centralizovaný	10
1.5.2 Decentralizovaný	11
1.5.3 Hybridní	11
1.6 Sběrniceové systémy	12
1.6.1 Nikobus	12
1.6.2 EIB (European Installation Bus)	13
1.6.3 EIB/KNX	14
1.6.4 LON (Local Operating Network)	15
1.6.5 Modbus	16
1.6.6 M-Bus (Meter-Bus)	17
1.6.7 BACnet (Building Automation and Controls Netwok)	18
1.7 Shrnutí	19
2 DETAILNĚJŠÍ POPSÁNÍ SYSTÉMU EIB/KNX	20
2.1 KNX/EIB	20
2.1.1 Princip KNX	20
2.1.2 Výhody KNX oproti klasické instalaci	21
2.1.3 Oblast využití	21
2.2 Struktura sběrnice KNX (topologie)	22
2.2.1 Topologie Linie	24
2.2.2 Liniový zesilovač, oblastní a liniová spojka	24
2.2.3 Minimální instalace	25
2.3 Přenosová Media	26
2.4 Komunikace (adresace v systému)	27
2.4.1 Fyzická adresa	27
2.5 Skupinová adresa	27
2.5.1 Příznaky	28
2.5.2 EIS typy	29

2.6	Telegram	30
2.6.1	Potvrzení telegramu	31
2.7	Účastník	31
2.8	Programování v ETS	32
3	VÝROBCI INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ BUDOV	33
3.1	Insight Home, a.s.	33
3.2	Johnson Controls, s.r.o.	33
3.3	ABB s.r.o.	34
4	EKONOMIKA PROVOZU	35
4.1.1	Vyhodnocení efektivnosti vlivu automatizace budov	35
4.1.2	Návratnost	37
4.1.3	Modelový příklad návratnosti	38
5	ZÁVĚR	39
6	BIBLIOGRAFIE	40
7	SEZNAM OBRÁZKŮ	43
8	SEZNAM TABULEK	44

Seznam zkratek a symbolů

AC	Střídavé napětí (Alternating Current)
ADU	Aplikační data jednotka (Application Data Unit)
Atd.	A tak dál
bd	Baud- jednotka modulační rychlosti
bit	Nejmenší jednotka informace
DC	Stejnoseměrné napětí (Direct Current)
EIB	Evropská instalační sběrnice (European Installation Bus)
EN	Evropská norma
ETS	Software pro programování KNX/EIB (Engineering Tool Software)
FSK	Klíčování frekvenčním posuvem (Frequency Shift Keying)
FTP	Kroucená dvojlinka - stíněná (foiled twisted pair)
HUB	Rozbočovač
Hz	Hertz - jednotka kmitočtu
IP	Internetový protokol (Internet Protocol)
Km	Kilometr - jednotka délky
KNX	Mezinárodní organizace spravující EIB (Konnex)
LAN	Lokální počítačová síť (Local Area Network)
m	Metr - jednotka délky
Např.	Například
PC	Osobní počítač (Personal Computer)
PDU	Protokolová datová jednotka (Protocol Data Unit)
RF	Radiofrekvenční
RJ-45	Koncovka síťového kabelu
RS 232	Sériový port
SELV	bezpečné elektricky nízké napětí (Safety Electrically Low Voltage)
Switch	Přepínač
TCP	Přenosový kontrolní protokol (Transmission Control Protocol)
TP	Kroucená dvojlinka (Twisted Pair)
UTP	Kroucená dvojlinka - nestíněná (Unshielded Twisted Pair)
V	Volt - jednotka napětí
VF	Vysokofrekvenční
W	Watt - jednotka výkonu

Úvod

V současné době jsou kladeny stále větší požadavky na ekonomický provoz budov, ať už z hlediska úspory energie při vytápění domu, tepelným ztrátám nebo například osvětlením budovy. Nízkoenergetický dům nebo-li pasivní dům a inteligentní budova jsou proto velmi oblíbené a rozšířené pojmy, které se vyskytují v mnoha člancích a diskuzích. Úsporné domy se dělí na skupiny dle měrné potřeby tepla na vytápění, kde hodnota u nízkoenergetického domu nesmí překročit 50 kWh/(m²a) a u pasivního domu 20 kWh/(m²a). [1] Této a případně nižší hodnoty je docíleno celkovou změnou koncepce budovy. Je kladen velký důraz na způsob vytápění, tvar budovy nebo domu, orientaci pozemku ke světovým stranám a další.

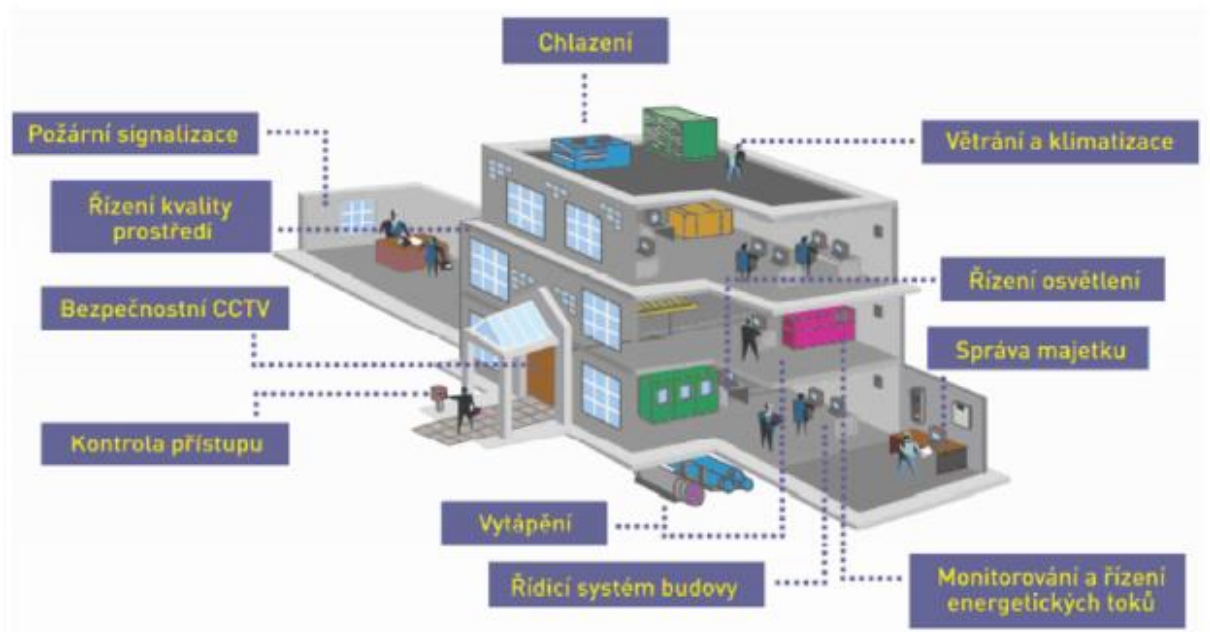
Budova, která za pomoci inteligentní elektroinstalace má systémem řízené vytápění, chlazení, klimatizaci, větrání, osvětlení, zabezpečení a další činnosti spojené s provozem, se nazývá inteligentní budovou. Podstatou inteligentních budov je sdílení informací mezi jednotlivými programy řízení a správy budov. Tento stav dosáhneme pomocí tzv. Integrovaného systému, jinými slovy se jedná o propojení oboustranné datové komunikace, kde na základě výměny dat a analýzy je systém zpětně ovládán a efektivněji řízen. Jednotný systém inteligentní elektroinstalace poskytuje vysoký komfort ovládání a jednoduché přizpůsobení se potřebám uživatele.

Tato bakalářská práce se zabývá nastroji používané v praxi pro integraci inteligentních budov. Dále zde bude uvedeno několik výrobců těchto integračních systémů a výhled do budoucnosti. Tedy co lze očekávat v oblasti vývoje inteligentních systémů. V poslední části práce bude uveden provoz z ekonomického hlediska a jeho návratnost.

1 Inteligentní budova

Termín inteligentní budova (dále jen IB) je dnes velmi moderní pojem, který je znám už řadu let. V Souvislosti s IB se můžeme setkat s řadou dalších používaných termínů jako: chytrý dum nebo-li smart house, inteligentní elektroinstalace, inteligentní dum, automatizovaný systém budovy, systémová elektroinstalace, pasivní dům. Přes řadu definic Inteligentní budovy, bývá dnes za inteligentní budovu považována budova, v níž jsou jednotlivé inteligentní prvky či systémy integrovány a řízeny prostřednictvím jediného řídicího systému. Přijata definice tohoto pojmu dosud neexistuje, takže se pokusím uvést výčet těch nejzajímavějších. Takže:

- *„Inteligentní budova je taková budova, která je schopná se přizpůsobit změnám ve způsobech jejího užívání a změnách životního stylu jejích obyvatel a nepřestává jim sloužit a vytvářet příjemné a odpovídající prostředí“. [2]*
- *„Inteligentní budova je budovou plně pronajatou“. [2]*
- *„Inteligentní budova je budovou plně vybavenou automatizační a informační a komunikační technikou, která slouží jednak přímo svým obyvatelům, jednak pro vytváření příjemného prostředí pro ně“. [2]*



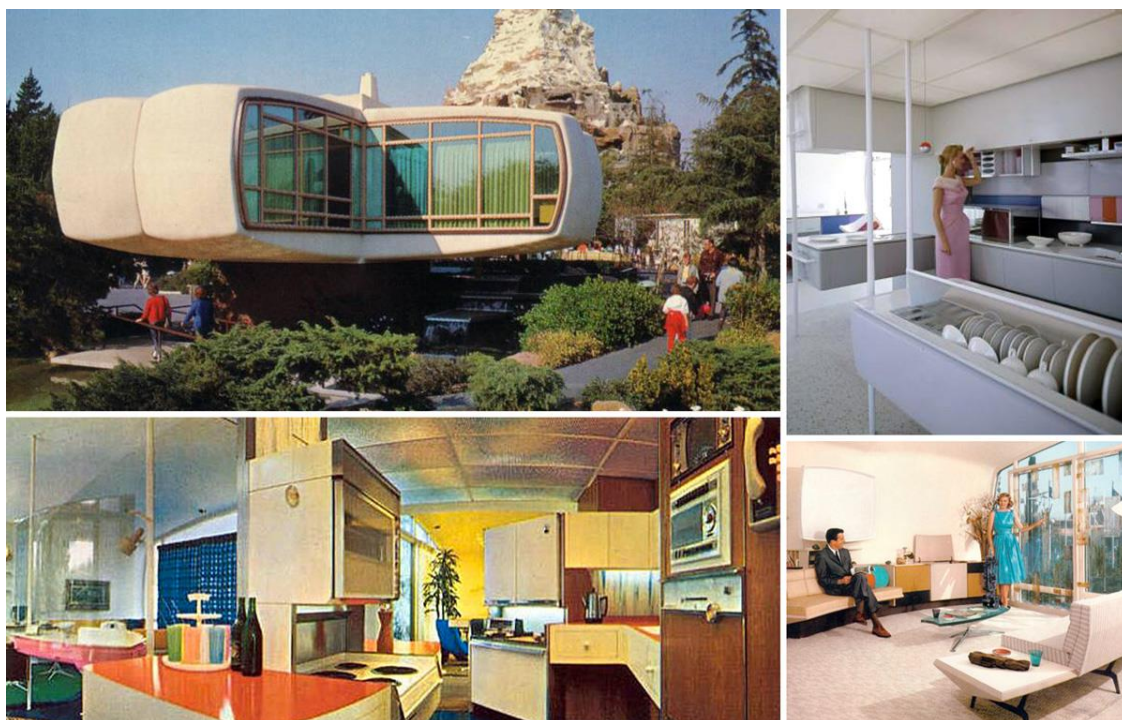
Obrázek 1: Příklad inteligentní budovy [2]

Pro inteligentní dům je nejdůležitější propojenost a provázanost všech jednotlivých technologií a funkcí do jednoho tzv. inteligentního systému. Konkrétně to mohou například být systémy centralizované nebo decentralizované, které svým uživatelům přináší zcela novou dimenzi bydlení z hlediska komfortu, hospodárného provozu či bezpečnosti. Jeden z hlavních požadavků na IB je rozhodně schopnost dynamicky reagovat na požadavky uživatele. Pomocí inteligentní elektroinstalace můžete doslova ovládat svůj dům. Například Elektrospotřebiče, vytápění, vnější a vnitřní osvětlení, zavlažování zahrady, žaluzie, zabezpečení celého domu, alarm, kamery či ovládání multimédií a další. Ovládat veškerou elektroinstalaci v domě lze jednoduše pomocí mobilní telefon, tabletu nebo přes internet. IB by měla vyhovovat těmto základním požadavkům: [3]

- *Minimalizace nákladů na energie.*
- *Minimalizace provozních nákladů.*
- *Minimalizace nákladů na opravy (elektroinstalace).*
- *Zvýšená kvalita prostředí budovy.*
- *Zvýšená bezpečnost a komfort.*

1.1 Historie Inteligentních budov

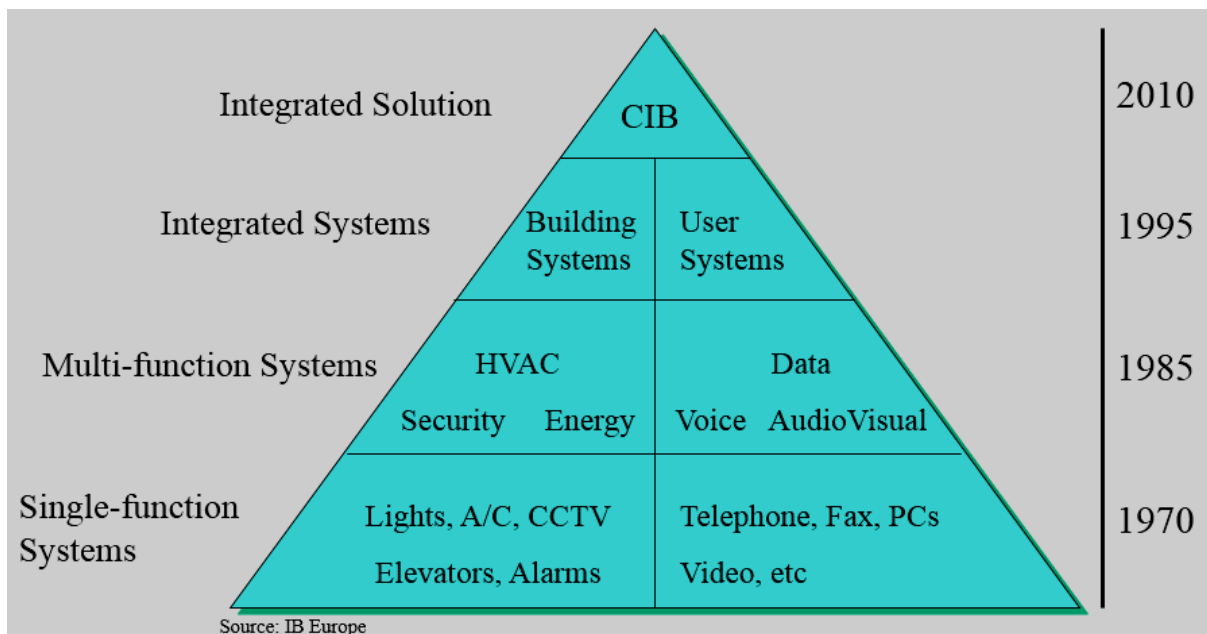
Prvním známky o chytrém bydlení sahají až do 60 let, kdy americká společnost Disney spolu se společností Monsanto Plastic Company představili v roce 1957 koncept domu budoucnosti, který je se vžil pod názvem „Monsanto Home of the Future“ a měl ukázat bydlení za 30 let. Dům už tehdy měl dálkové ovládání světel, centrální ovládání, velkou televizi zavěšenou na zdi a rádia. [4]



Obrázek 2: Monsanato Home of the Future [4]

V šedesátých až sedmdesátých letech se inteligence a její rozvoj spíše týkala novinek domácích spotřebičů – rozvoj telefonů, televize, videorekordérů, kamer, osvětlení, myček na nádobí, automatizovaných praček nebo mikrovlnných troub a počítačů. [4]

V roce 1984 Steve Jobs se svojí společností Apple computer, představil svůj první osobní počítač s grafickým rozhraním zvaný „Macintosh“ a shodou okolností to byl i rok, kdy americká Národní asociace stavitelů domů uznala spojení „Smart House“ jako terminus technicus. [4] [5]



Obrázek 3: Historie inteligentních budov [5]

V české republice se pojem IB začal hojně rozšiřovat až v posledních čtrnácti letech, kde například společnost Microsoft v roce 2005 otevřela v Praze 10 svůj Superbyt, který vybavila inteligentní elektroinstalací pro bezdrátové ovládání klimatizace, topení světel a dalšími prvky souvisejícími s chytrým bydlením. [5]

1.2 Pro koho je chytré bydlení vhodné

Pod pojmem Inteligentní budova si velká část populace a to především lidé staršího věku, představí bydlení určené jen pro bohaté a pro technicky znalé. Samotná inteligence inteligentního domu je ukrytá ve službách a funkcích, které usnadňují život a dodávají komfort bydlení. Můžeme říct, že asi nikdy nebude každý dům a domácnost inteligentní. Jedním z rozhodujících faktorů, kromě ceny je rozhodně velikost nemovitosti. Pokud člověk bydlí v bytě 1+kk, má vše pod kontrolou i bez integrovaného systému. Jedna se se-li o nemovitost o větší rozloze pozemku či více budov, tak zde již řídicí systém má smysluplné využití. [6]

Cílem IB jsou jednoznačně energetické úspory, ale také jednoduchost ovládání, tedy aby pro obsluhu domu nebyly zapotřebí žádné hlubší znalosti či dovednosti. Pokud uživatel dokáže ovládat chytrý smartphone, tablet či počítač, tak zvládne ovládání i samotného chytrého domu. Z praxe vyplývá, že většina uživatelů chytrého domu je rodina, která již má zkušenosti s bydlením v běžném domě či bytě a uvažují o stavbě nové nemovitosti. V tzv. Hloupé domácnosti musíme denně dbát na mnoho drobností. Vypnout světla při odchodu, nenechat zapnutý sporák, zavřít všechna okna, vypnout žehličku, nezapomenout klíče atd. To vše za nás řeší inteligentní dům. Chytrá domácnost je vhodná i pro seniory, kdy systémy IB umí vyhodnotit pád člověka na zem a jeho bezmocné ležení, případně lze vzdáleně zjišťovat jeho životní funkce a vyhodnocovat, že není něco v pořádku. Systém sám připomíná čas s intervalem braní léků. [6]

1.3 Cena systémové elektroinstalace

Systémy chytré domácnosti můžeme považovat za stavebnicové. To znamená, že je možné je pořizovat jednotlivě a postupem času přidávat další. Základem je správné provedení systémové elektroinstalace. Náklady spojené s touto instalací jsou zhruba o 20 až 25% vyšší, než náklady běžné instalace. Vezmeme-li v úvahu dům o rozloze 300 m², tak běžná elektroinstalace nás zhruba vyjde na 500.000 Kč. Rozhodneme se-li investovat o 100.000 až 125.000 Kč navíc, můžeme dům v budoucnu kdykoliv vybavit řídicím systémem. Zároveň tak dům bude připraven na nové a stále se vyvíjející trendy a celková cena nemovitosti nabyde větší hodnoty. Samotná cena celého systému pak závisí na rozsahu domácí automatizace. V praxi se jedná o 10 až 15% z celé nemovitosti [6]

1.4 Topologie sběrniceových systémů

Systémy integrované elektroinstalace používá sběrnici pro svoji komunikaci. Sběrnice (bus) slouží k výměně dat mezi jednotlivými prvky inteligentní instalace. Nejčastěji se signál přenáší po párech vodičů (resp. kroucené dvojlinky), kde na jednotných místech jsou připojeny řídicí a řízené prvky. Díky adresám mezi přijímačem a vysílačem signálu je teoreticky možné komunikovat mezi všemi přístroji inteligentní instalace. Přístroje, které jsou součástí elektroinstalace, dělíme na tři funkční skupiny: [7]

- ❖ **Snímače (senzory):** přístroje, které reagují na změnu tlaku, teploty apod. Jakékoliv změny jsou posílány na sběrnici. Patří sem tlačítkové spínače, termostaty, detektory pohybu, požární hlásiče atd. [7]

- ❖ **Akční členy (aktory):** patří sem výkonové spínače, a binární výstupy. Například po zmáčknutí vypínače se zapne osvětlení. Při poklesu teploty v místnosti se automaticky zapne vytápění apod. [7]

- ❖ **Systémové přístroje:** [7]
 - Sběrniceové zesilovače (repeater).
 - Sběrniceové napáječe (napěťové zdroje).
 - Router.
 - Logické radiče.
 - Rozhraní pro připojení PC nebo Modemu.

1.4.1 Sběrníková topologie

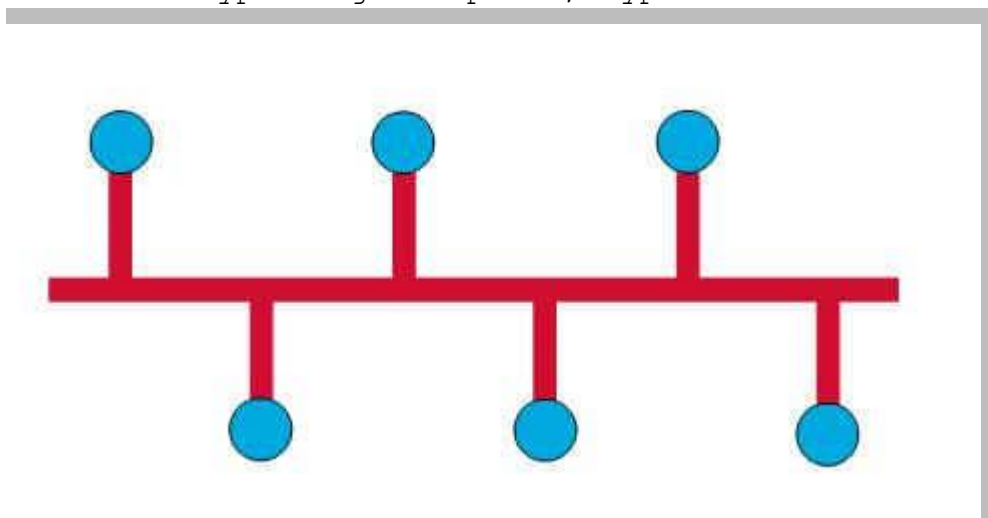
V tomto případě se jedná o jediné přenosové medium (sběrnici), do které jsou zapojeny ostatní prvky.

Výhody: [9]

- Velmi jednoduché zapojení.
- Malé finanční náklady.

Nevýhody:

- Pokud vypadne jeden prvek, vypadne i celá struktura.



Obrázek 4: sběrníková topologie [9]

1.4.2 Hvězdicová topologie

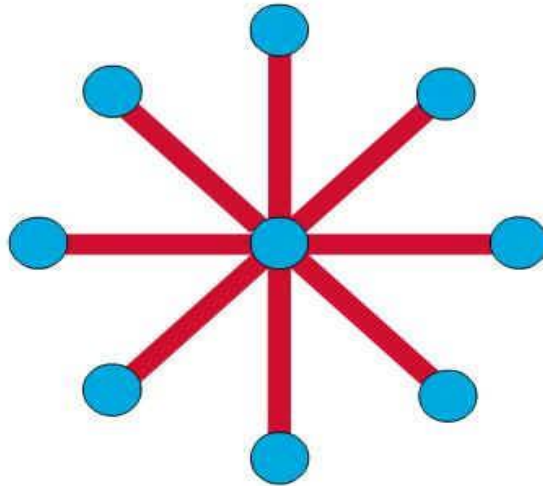
Jedna z nejpoužívanější topologií, která svým tvarem připomíná hvězdu. Jednotlivé prvky instalace jsou zapojeny do centrálního prvku (HUB, switch)

Výhody: [9]

- Pokud vypadne jeden prvek, nevypadne celá struktura
- malé finanční náklady

Nevýhody:

- pokud vypadne jeden prvek, vypadne i celá struktura



Obrázek 5: Hvězdicová topologie [9]

1.4.3 Kruhová topologie

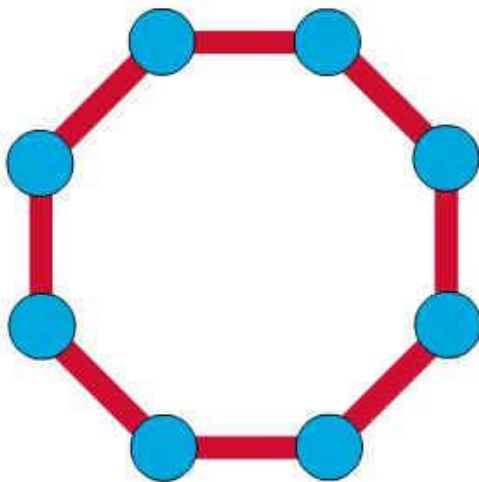
Není zde žádný centrální prvek, ale každý jednotlivý uzel je připojen k dalším dvěma uzlům a svým tvarem připomíná kruh

Výhody: [9]

- Jednoduchá a levná instalace.

Nevýhody:

- Méně efektivní než hvězdicová topologie.
- Data musí projít přes všechny členy kruhu.
- Přerušením kruhu vzniká problém.



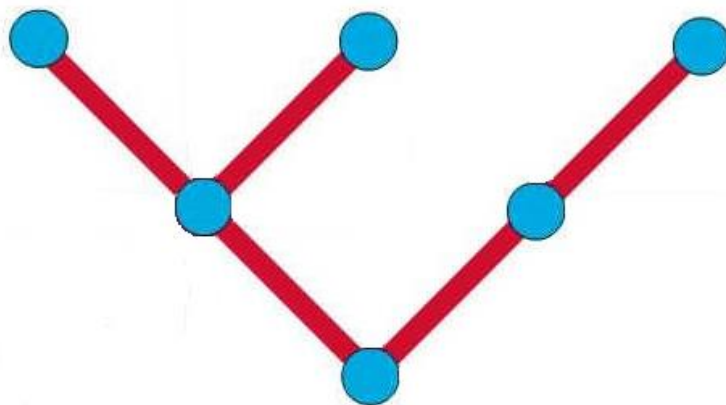
Obrázek 6: Kruhová topologie [9]

1.4.4 Stromová topologie

Tento pojem označení propojení jednotlivých uzlu do útvaru připomínající strom a vychází z hvězdicové topologie, kde do každé větve je umístěn ovládací prvek a ty jsou dále napojeny na centrální sběrnici. [9]

Výhody:

- Pokud vypadne jeden prvek, nevypadne celá struktura
- Menší potřeba kabelů
- Jen v určitých větvích, lze provádět komunikaci



Obrázek 7: Stromová topologie [9]

1.5 Druhy systému, které se používají u IB

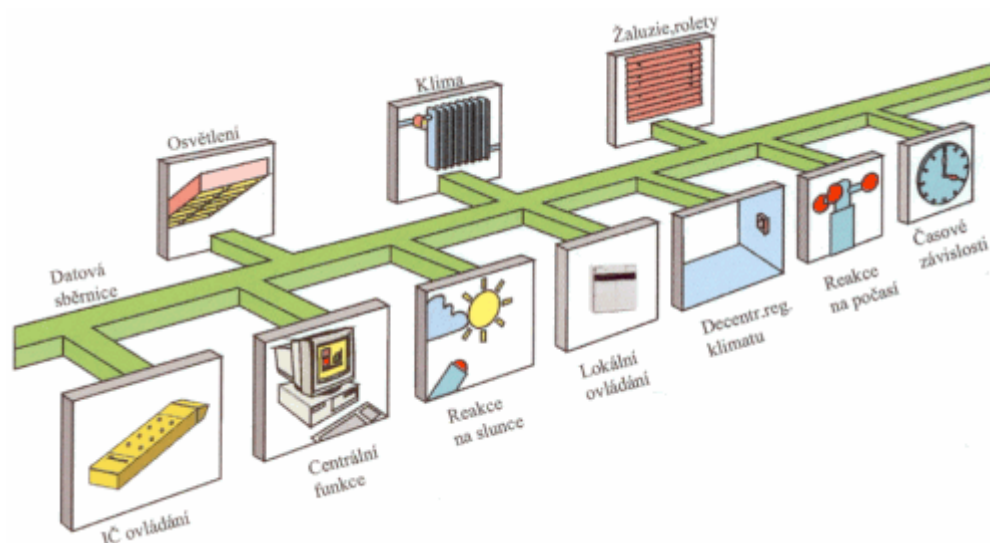
1.5.1 Centralizovaný

Centralizovaný systém je takový systém, kde jsou ostatní prvky spolu se sběrnici zapojené na centrální řídicí jednotku. Řídicí jednotka zpracovává a vyhodnocuje informace ze snímačů (senzorů) a dále výslednou informaci posílá do akčních členů (aktorů). Nevýhodou centralizovaného systému je právě propojení všech prvků s centrální řídicí jednotkou a poměrně složitá funkčnost systému. [7]

1.5.2 Decentralizovaný

V tomto případě zajišťuje veškerou komunikaci sběrnice, kde se přijímají nebo posílají informace z jednotlivých prvků. Výhodou systém je, že nemá žádný centrální prvek, a proto propojení jednotlivých prvků je jednodušší a levnější. Můžeme tedy říct, že jsou si všechny prvky rovnocenné. Další z výhod oproti centralizovanému systému je, že při poruše nedochází k výpadku systému.

S tímto řídicím a informačním systémem se v poslední době setkáváme stále častěji. Nasazení systému je velice vhodné pro prostorově rozsáhlé budovy, kde musí být místní regulace zainteresovaná do systému řízení celého objektu. Tím se zaručí dokonalý přehled nad individuálními technologiemi a jejich součinnosti. [8]



Obrázek 8: Decentralizovaný systém [8]

1.5.3 Hybridní

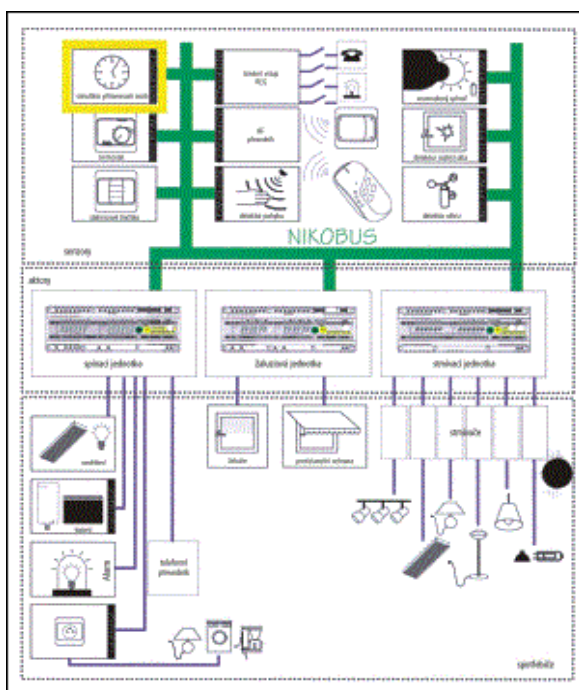
Tento druh systému se nazývá smíšený. Respektive se jedná o kombinaci jak systému centralizovaného, tak systému decentralizovaného, kde akční členy (aktory) jsou zapojeny hvězdicově na řídicí jednotku a snímače (senzory) na sběrnici. [7]

1.6 Sběrníkové systémy

1.6.1 Nikobus

U tohoto sběrníkového systému jsou jednotlivé spínače a akční členy propojeny kroucenou sběrníkovou dvoulinkou o velikosti průřezu $2 \times 0,8\text{mm}^2$. Při paralelním vedení elektrického (230 V) a datového kabelu používáme datové kabely buď to UTP (nestíněná kroucená dvojlinka) nebo FTP (stíněná kroucená dvojlinka). Sběrnice, která zajišťuje veškerou komunikaci, je oddělena od elektrických rozvodů a je napájena malým (SELV) napětím 9 V DC, kterým také napájí ostatní členy systému. Pro některé prvky, jako jsou například detektory pohybu, se musí použít externí napájení 12 V AC. [7]

Nikobus má tři základní typy řídicích jednotek, které jsou řízeny mikroprocesory a spravují chod celého systému. Jedná se o jednotky **spínací, stmívací, žaluziové**. Spínací a stmívací jednotky ovládají světelné a zásuvkové okruhy (až 12 okruhu). Žaluziová má na správu až šest motorových okruhů, kde jeden okruh obsahuje dva motory pro oba směry. Do jednotek se



sblíhají jak elektrické vodiče od jednotlivých okruhu, tak sběrníkové kabely. Senzory jsou připojovány k řídicím jednotkám pomocí sběrnice, kde mohou být spojeny s termostaty, spínacími hodinami, sběrníkovými tlačítky a další. Řídicí jednotka může řídit až 256 senzorů. [7]

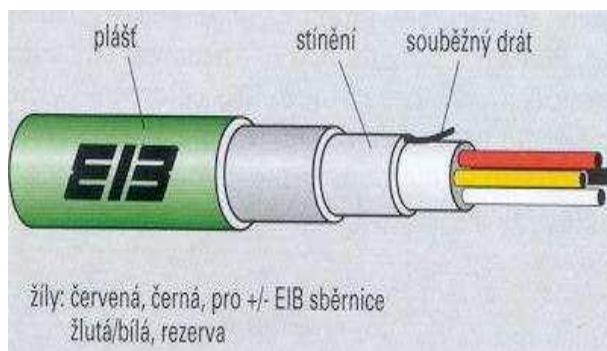
Můžeme tedy říct, že tento systém instalace oproti plně decentralizovanému systému je levnější i přes zachování

Obrázek 9: systém NIKOBUS [7]

komfortu a funkčnosti. Určitou nevýhodou systému jsou stavební úpravy budov při instalaci a tím pádem je instalace vhodnější pro novostavby či plně rekonstruované nemovitosti. [7]

1.6.2 EIB (European Installation Bus)

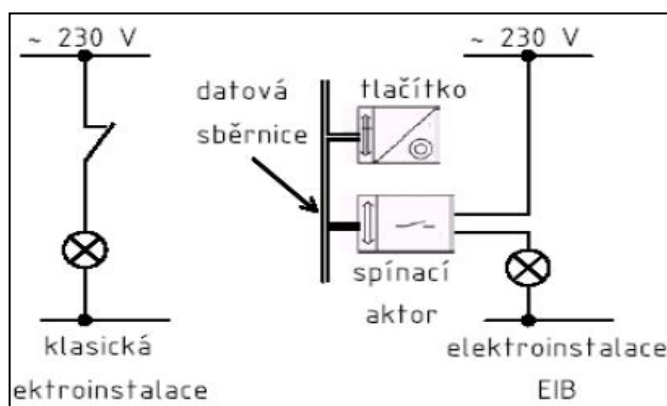
EIB je plně decentralizovaný řídicí systém určený pro budovy či byty. Některé zařízení potřebují kromě napájení i řídicí signály (osvětlení, topení). V systému EIB se používá sběrnice se dvěma páry vodičů, kde se přenáší jak napájení, tak řídicí signály.



Na tuto sběrnici se připojují systémové komponenty (účastníci), snímače a akční členi. Každý snímač nebo akční člen je složený z účastnické přípojky a z koncového modulu nebo-li tlačítka. [10]

Obrázek 10: kabel sběrnicevého vedení [10]

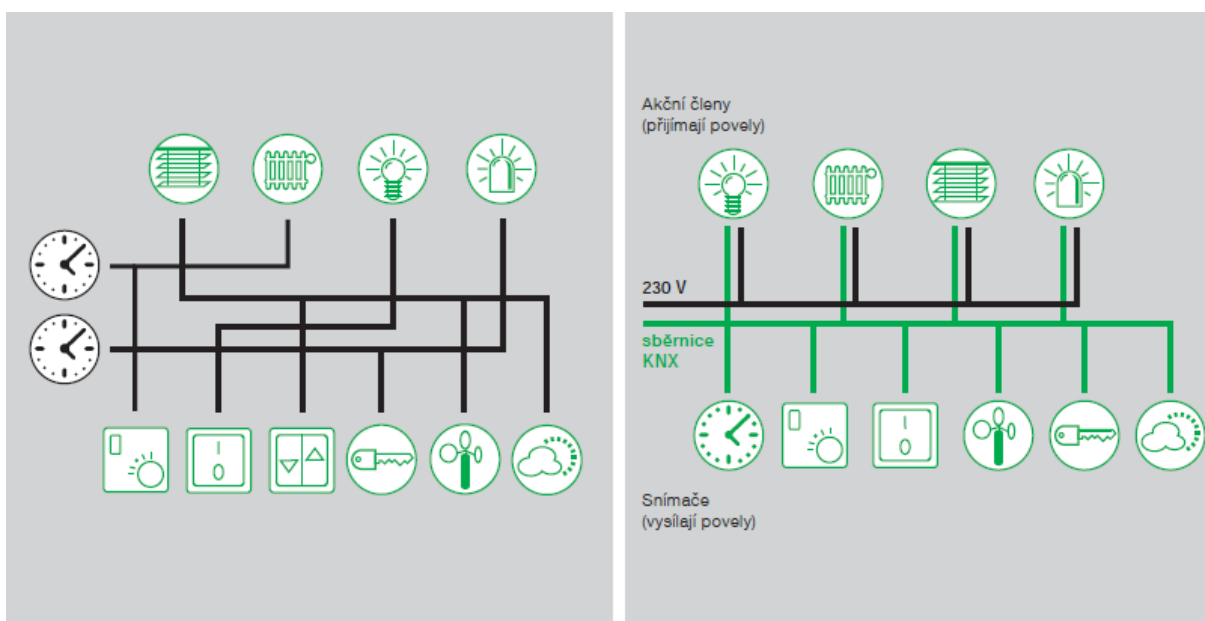
Účastnická přípojka zpracovává impuls vzniklý stisknutím modulu a vyšle zapínací a vypínací telegram. Tím účastnická přípojka umístěná u akčního členu danou informaci rozezná a dá povel zapnout či vypnout. Sběrnice musí být napájena stejnosměrným napětím (24V). Přístroje jsou paralelně zapojeny ke sběrnici, kde jednotliví účastníci mají přesně danou fyzickou adresu. Jeden pár vodičů přenáší datové telegramy a druhý napájí účastníky DC proudem. [10]



Obrázek 11: klasická vs. EIB instalace [10]

1.6.3 EIB/KNX

System EIB/KNX vychází ze systému EIB s tím že obsahuje mnohem větší objem funkcí oproti starému systému EIB (např. automatizace domácnosti, může být propojena s automatizací budovy a tím vytvořit „inteligentní“ dům). Stejně jako u EIB, je signál (napětí a řídicí signál) přenášen pomocí sběrnice kabelu. Sběrnice kabel je opět tvořen dvěma kroucenými kabely FTP nebo UTP. Za předpokladu, že by došlo k poruše hlavní páru, je zde druhý pár vodiče sloužící jako rezerva. Průměr jednotlivých vodičů je určen na 0,8 mm a jádro vodiče je tvořené z mědi. Elektrické vedení (230V) je vedeno k aktorům (osvětlení, topení, žaluzie, alarm). [10]



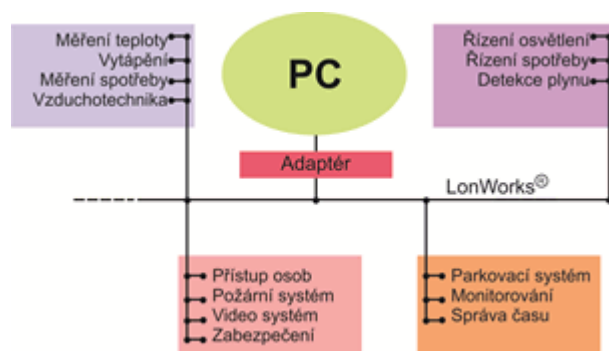
Obrázek 12: porovnání klasické instalace oproti instalaci s přístroji KNX [10]

Sběrnice je napájena malým SELV napětím (24V DC). U KNX by se na sběrnici nikdy neměla vyskytnout smyčka, tudíž je zakázána kruhová topologie, která právě danou smyčku vytvoří. Vhodné topologie pro sběrnici jsou:

- Sběrnice topologie.
- Hvězdicová topologie.
- Stromová topologie.
- A jejich kombinace.

1.6.4 LON (Local Operating Network)

Standard LON využívá komunikační sběrnici vynalezenou v 90 letech minulého století firmou Echelon. V Dnešní době tuto sběrnici podporuje několik firem po celém světě včetně české republiky (okolo 3000 firem). Komunikaci zde zajišťuje protokol s názvem LonTalk a celá technologie se jmenuje LonWorks. Systém LON je decentralizovaný a používá sériový přenos signálu v podobě telegramů. Tento přenos může probíhat na různých přenosových mediích (optický kabel, koaxiální kabel, kroucená dvojlinka, VF radiové vlny). Podle zvoleného přenosového media a délky spojení dosahuje rychlosti od 600 b/s do 1,25 Mb/s. Například ve vzdálenosti 2,8 km dosahuje kroucená dvojlinka rychlosti okolo 10 kb/s a pokud se vzdálenost zmenší, zvětší se přenosová rychlost. [11]



Obrázek 13: Sběrnice LonWorks [11]

Systém je založen na výměně informací mezi regulátory a řídicími systémy. Všechny regulátory zahrnují unikátní čip, který v sobě obsahuje neuronový čip a připojení na sběrnici. Sběrnice Lonworks se v praxi využívá především tam, kde není kladen velký požadavek na rychlost přenosu, ale spíše na délku sběrnice. Příkladem je automatizace budov, kde sběrnice propojuje jednotlivé systémy (spotřeba energií a její řízení, přístupové systémy, vytápění a další). [11]

1.6.5 Modbus

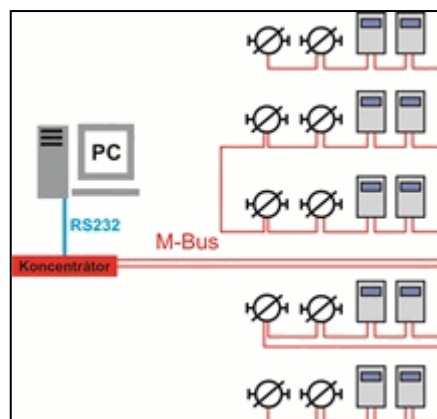
Jedná se o tzv. „*Open Protocol*“, který lze využít pro vzájemnou komunikaci různorodých zařízení. Modbus umožňuje přenášet data po různých sítích či sběrnicích. Protokol má své zásadní využití v průmyslových aplikacích a dále pak v automatizaci budov. Komunikace u tohoto protokolu probíhá na principu výměně dat mezi klientem a Serverem. Modbus protokol formuluje skladbu zprávy na úrovni protokolu PDU (Protocol Data Unit), PDU podle typu sítě, může být rozšířen na další části a vytvářet tak zprávu na aplikační úrovni (ADU-Application Data Unit). Server dostává pokyny od kódu funkce, jaký typ operace má dělat. Tento kód má rozsah 1 až 255, kde od 128 do 255 jsou kódy, které oznamují chyby (negativní odpovědi) a některé kódy funkcí mohou obsahovat i podfunkce. Podfunkce pak detailněji specifikují požadovanou operaci. Adresy 248 až 255 slouží jako rezerva. [11]

Modbus protokol má dva sériové režimy (Modbus RTU a Modbus ASCII). Režimy určují, jak jsou vyslaná data dekodována a v jaké formě. RTU režim musí každá jednotka podporovat, ASCII režim není povinný. Je velmi důležité, aby na jedné sběrnici pracovaly všechny jednotky ve stejném režimu. [11]

- ❖ Modbus RTU - tento režim obsahuje dva 4-bitové hexadecimální znaky v každém 8-bitovém bytu zprávy. Jednotlivé mezery u znaků nemůžou být větší než 1,5 znaků. Identifikace začátku a konce zprávy na sběrnici je dán pomlčkou delší než 3,5 znaku. [11]
- ❖ Modbus ASCII - každý 8-bytový byte je zaslán jako dvojice ASCII znaků. Režim ASCII je poněkud pomalejší, ale umožňuje odesílat znaky s mezerami až 1 s. Začátek zprávy je stanoven znakem ":" a konec dvojicí řídicích znaků CR, LF. [11]

1.6.6 M-Bus (Meter-Bus)

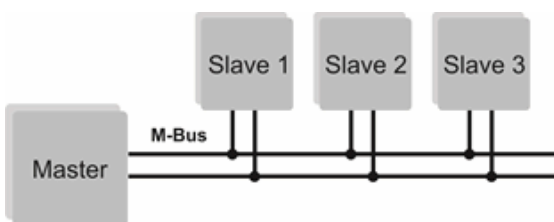
Sběrnice Meter bus je komunikační protokol, jehož hlavním využitím je dálkový odběr hodnot z měřičů spotřeby (například plynu, tepla, užitkové či pitné vody, elektřiny), kde není kladen velký důraz na rychlost komunikace v reálném čase, ale spíše na vzdálenost, kvalitu zabezpečení proti chybám a množství připojených zařízení na sběrnici. Jedna sériová sběrnice může zajišťovat až 250 stanic na vzdálenost několik kilometrů. Sběrnice M-Bus přenáší data asynchronně a délka přenosu je 8 bitů se sudým počtem jedničkových bitů ve slově. Pomlka ve tvaru časové mezery mezi znaky se nesmí vyskytovat. Sběrnice má jednu řídicí jednotku, která posílá a přijímá data od účastnických stanic. Tento přenos dat je v podobě bytu, kdy nabývá hodnot od Log. 0 do log. 1. Všechna zařízení jsou připojena pomocí koncentrátoru na řídicí jednotku. Mezi počítačem a koncentrátorem probíhá komunikace na sériové lince RS-232. Díky tomu, mohou být data v PC zpracovávána a ukládána. Některé druhy koncentrátorů zahrnují i optické rozhraní a data lze vyčítat prostřednictvím optické čtečky. [11]



brázek 14: Sběrnice M-Bus

[11]

Přenosová rychlost může být 300 - 9600 bd (baudů) a je závislá na kabelovém segmentu. Délka jednoho segmentu nesmí překročit 1 km (v tomto případě je rychlost 300 bd). Při 350 metrech dosahuje maximální rychlosti 9600 baudů.



Obrazek 15: Sběrnice M-Bus [11]

1.6.7 BACnet (Building Automation and Controls Network)

Komunikační protokol BACnet je určený především pro řízení budov a sítě automatizace, kde je celosvětovou normou a standardem. Tento protokol dovoluje integraci různých systémů pro automatizaci budovy bez ohledu na výrobce systému. Protokol BACnet je pro komunikaci prostřednictvím internetového připojení bez licenčních poplatků. Na nižší úrovni používá komunikační systém jako například TCP/IP nebo RS-485 a na vyšší jen kontroluje komunikační model, a proto není BACnet klasickou kompletní komunikační sběrnici. Vhodné aplikace pro protokol jsou například detekce a hlášení požáru, zabezpečovací systémy, řídicí rozhraní zařízení, osvětlení... [12]

Výhoda protokolu je ve sdílení dat na ethernetu a internetu prostřednictvím IP protokolu. BACnet je pro realizaci v zařízeních poměrně velmi složitý. [12]

Protokol BACnet pro přenos informací využívá různých způsobů: [13]

- ❖ **Ethernet:** rychlost přenosu dat 10Mbit/s a 100Mbit/s.
- ❖ **RS-485:** Jedná se o sběrnici, která pracuje jako sériová linka. Komunikační protokol Master-Slave/Token-Passing (MS/TP). MS/TP obsahuje jeden nebo více uzlů (MASTER). Tyto uzly vzájemně spolupracují v logickém kruhu. Sběrnice může obsahovat i účastnické uzly (SLAVE), ty však bez vyžádání MASTERem, nemohou vysílat zprávy.
- ❖ **ARCNET:** rychlost přenosu 2,5 Mbit/s, protokol Token-passing
- ❖ **LonTalk:** protokol vyvinut společností Echelon. V BACnetu je protokol LonTalk využíván čistě ke komunikaci mezi dvěma zařízeními.

1.7 Shrnutí

V této kapitole jsem se snažil nastínit co to je inteligentní budova a jaké výhody a komfort uživatelům přináší, pro jakou skupinu lidí je tento typ budovy vhodný a užitečný. Dále jsem uvedl kolik je třeba do realizace inteligentního integrovaného systému investovat. V další části jsem znázornil klady a zápory topologií sběrníkových systému a druhy systému, které se pro automatizaci využívají.

V Neposlední řadě jsem snažil vybrat a okrajově popsat princip funkce jednotlivých sběrníkových systému, které jsou dle mého názoru nejvíce rozšířené po celém světě včetně České republiky. Sběrníkových systému existuje na světě mnoho, ale většinou se jedná o velmi podobné systémy, či kombinaci mnou popsaných systémů (AMX, Loxone, DALI, Bati-Bus, Cestron, Egon, CIB, PHC, C-bus a další).

Dnes už neplatí, že inteligentní elektroinstalace je určená především vyšším vrstvám obyvatelstva. Inteligentní budova je stále používanější pojem přinášející úspory a komfort uživatelům, a to především díky velké nabídce a konkurenci firmem, které nabízejí a zhotovují inteligentní elektroinstalaci.

2 Detailnější popsání systému EIB/KNX

2.1 KNX/EIB

Jak již bylo zmíněno, tak technologie Konnex bus (KNX) vznikla spojením sběrnicových systému EIB (Evropské instalační sběrnice). V Praxi se můžeme setkat i s označením KNX/EIB, především kvůli zpětné kompatibilitě se systémem EIB. respektive jakýkoliv prvek systému KNX je i zároveň prvkem EIB systému a naopak. Systém KNX v současnosti patří mezi jeden z nejpoužívanějších otevřených standardů pro kompletní řízení inteligentních budov, průmyslových objektu, kancelářských budov či domácností. KNX je plně v souladu s Evropskou normou EN50090 (European Standard for Home and Building Systems) a s mezinárodní normou ISO/IEC 14543. [14]

Asociace Konnex byla založena v roce 1999 v Bruselu, kde si stanovila základní cíle zaměřené na podporu a rozvoj komunikačního standardu KNX: [14]

- Definice nového standardu inteligentních aplikací v mezinárodním měřítku pro řízení domácností či budov (KNX).
- Zavedení značky KNX jako symbol kvality a kompatibility mezi systémy různých dodavatelů.
- Podpora KNX jako standardu pro Evropu.

2.1.1 Princip KNX

KNX je decentralizovaných sběrnicový systém, do kterého se připojují jednotlivé KNX prvky. Každý prvek pro jeho identifikaci má svoji fyzickou adresu. Tyto prvky komunikují pomocí sběrnice, po které jsou vysílány tzv. telegramy. Všechny Senzory a aktory připojené na sběrnici mají v sobě aplikační program, který je konfigurovatelný a lze přizpůsobit

požadavkům klienta. Tato Konfigurace probíhá v programového nástroje ETS. Na sběrnici se připojují také Napěťové zdroje, různá rozhraní nebo liniové spojky, které nelze jednoznačně prohlásit za aktory nebo senzory. Dále pak existují prvky, které jsou naopak současně Aktorem i senzorem. Například Somfy KNX motor controller, který kromě řízení motorů má 8 binárních vstupů. [14]

2.1.2 Výhody KNX oproti klasické instalaci

Proti klasické instalaci má systém KNX mnoho zásadních výhod. Díky instalaci pomocí KNX docílíme například zkrácení kabeláže či větší přehlednosti, systém se dá snadno rozšířit o další prvky a přizpůsobit instalaci při změně využívaného prostoru. Systém KNX komunikuje se všemi připojenými prvky na sběrnici a jelikož se jedná o otevřený systém, tak lze dále komunikovat i dalšími systémy za pomoci různých bran, kde si systémy mohou vyměňovat informace. [14]

2.1.3 Oblast využití

Moderní systém inteligentní elektroinstalace KNX s decentralizovanými prvky je možné použít prakticky pro všechny aplikace určené na řízení domácností a budov. Podstatně lze říct, že KNX instalace rozšiřuje a umožňuje klasické elektroinstalaci provázanost s ostatními systémy objektu, ať už se jedná o systémy měření nebo regulace, slaboproudé systémy atd. Ve vyšší úrovni je inteligentní KNX elektroinstalace integrovaná do kompletního systému správy budovy (Building Management System). Tato chytrá elektroinstalace zvyšuje komfort, bezpečnost a především přispívá k úsporám energie, které v dlouhodobém horizontu mohou být až desítky procent ve srovnání s klasickou elektroinstalací. Na Obrázku 17 jsou nastíněny různé oblasti využití inteligentní KNX elektroinstalace [14]

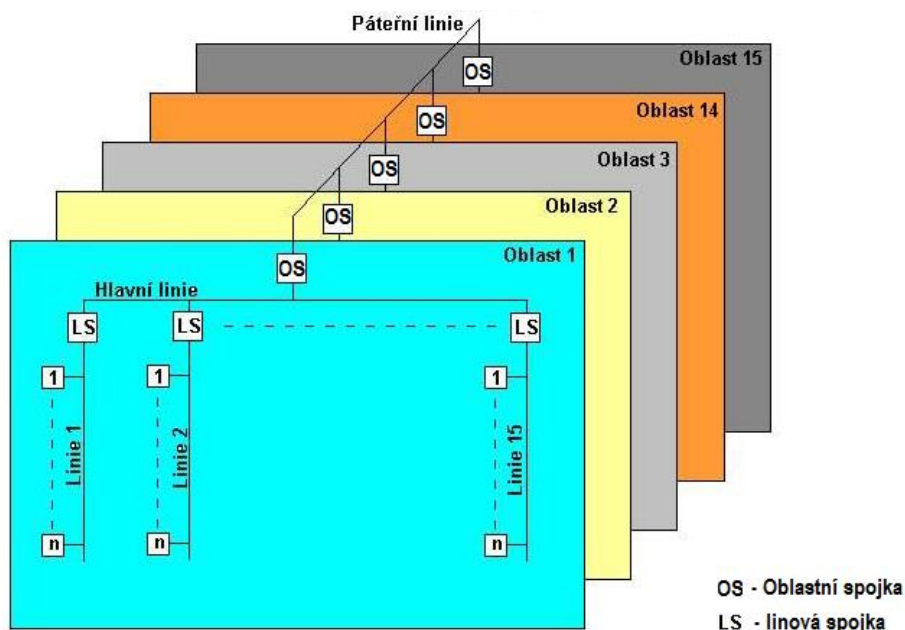


Obrázek 16: Oblast využití KNX [14]

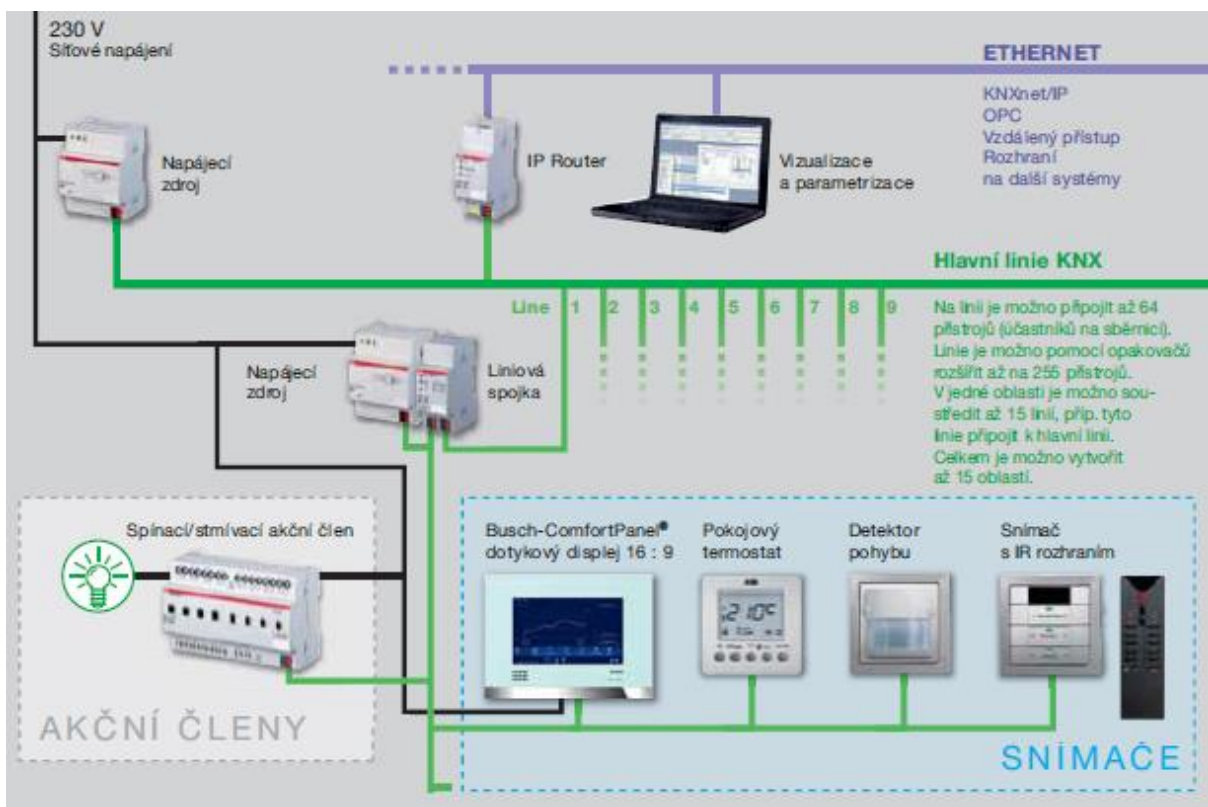
2.2 Struktura sběrnice KNX (topologie)

Jelikož nelze napájet všechny prvky z jednoho zdroje, je zapotřebí sběrnici rozdělit na úseky (linie). Tyto linie jsou pak samostatně napájeny a je možné na ně připojit až 64 přístrojů (účastníku na sběrnici). Síť KNX je složena ze tří úrovní. Nejvyšší úroveň se nazývá páteřní linie (Backbone line). Střední úroveň se dělí na 15 hlavních linií (main line), kde na každou hlavní linii se dále může připojit dalších 15 linií (podsítě) a tuto úroveň nazýváme spodní. Hlavní linie může být rozšířena až na 256 přístrojů. V tomto případě je však nutné rozdělit linii na 4 samostatně napájené větve, které se oddělí liniovou spojkou (LS). Spojka funguje jako opakovač (zesilovač). Celá skupina obsahující páteřní a hlavní linii se nazývá zóna (oblast) a celkově je možno vytvořit až 15 oblastí. Do jedné oblasti bez nijak rozšiřované sběrnice můžeme zapojit 960 účastníků (15 x 64). Aby síť nebyla omezena jen na jednu páteřní linii s maximálně 256

připojenými přístroji ve střední a spodní linii je zapotřebí jednotlivé linie propojit se spojkami, které v tomto případě galvanicky oddělí, jak páteřní linii na zóny (oblasti), tak hlavní linii na podsítě a zároveň zabezpečí oboustranný přenos telegramů. [14]



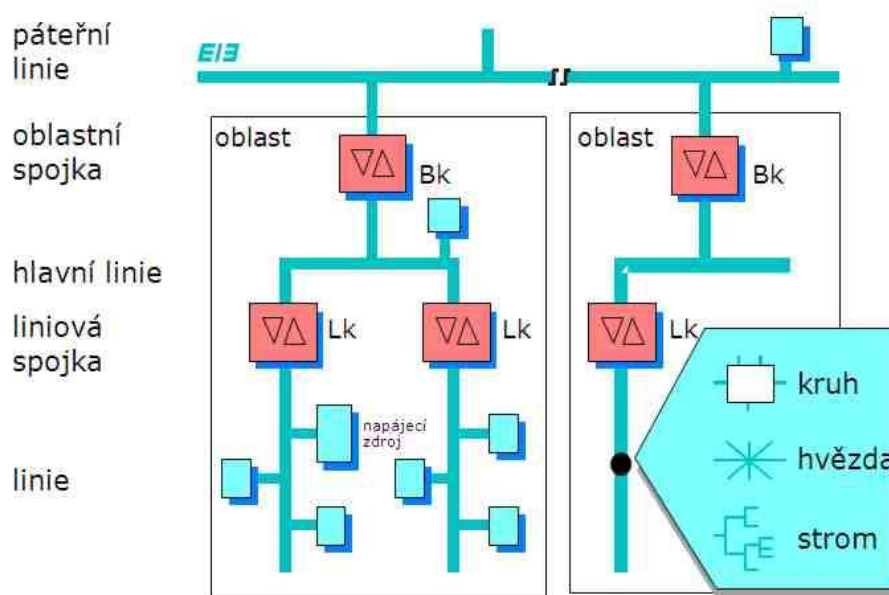
Obrázek 17: Struktura KNX sběrnice [14]



Obrázek 18: Zapojení v praxi [14]

2.2.1 Topologie Linie

Každé zařízení nebo-li účastník, který je připojen na sběrnici KNX, si může prostřednictvím telegramu vyměňovat informace s kterýmkoliv jiným účastníkem. Jednotlivé Linie obsahují maximálně 4 liniové segmenty, kde každý segment musí mít svůj zdroj napětí.



Obrázek 19: Liniové a oblastní spojky [14]

2.2.2 Liniový zesilovač, oblastní a liniová spojka

Oblastní spojka, liniová spojka a liniový zesilovač jsou principově stejná zařízení. Funkce těchto zařízení se mění podle místa připojení na sběrnici a tím se také změní fyzická adresa zařízení - viz Obrázek 19. Jednotlivé linii mohou mít až tři liniové zesilovače a tím se zvětší celková kapacita jedné linie na 256 účastníků, kde jeden účastník je vždy liniový zesilovač. Liniové zesilovače nesmí být zapojeny sériově, ale paralelně. Jednu sběrnici KNX je možno rozšířit až na $256 \times 15 \times 15 = 57600$ účastníků, při plném využití liniových zesilovačů a oddělovačů linií. Za předpokladu, že by se nebylo

možné použít liniové zesilovače, tak by sběrnice mohla připojit $64 \times 15 \times 15 \times = 14400$ účastníků.

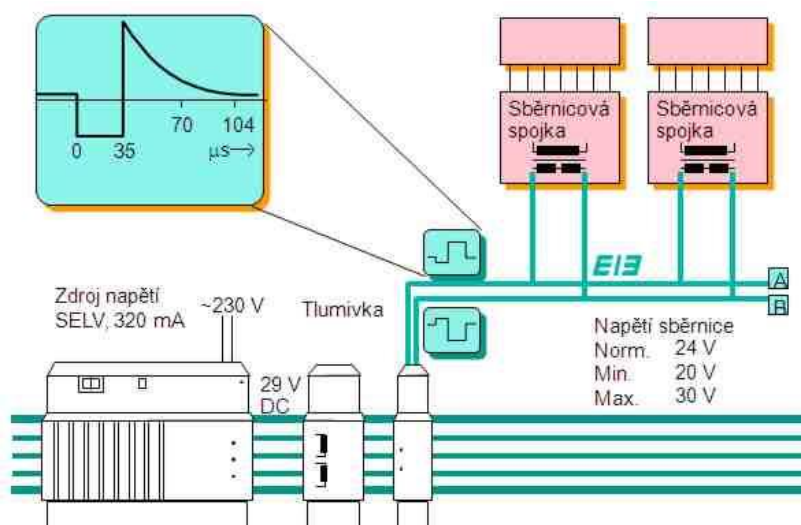
Použití Liniových a oblastních spojek zabezpečuje vyšší spolehlivost systému, protože jednotlivé linie (oblasti) pracují samostatně. Zesilovač by se měl použít jen tehdy, je-li zapotřebí rozšířit již existující zařízení. Oddělovač filtruje požadované telegramy a ty pouští do další linie.

Oblast	Linie	Účastník	pojmenování	místo osazení
>0	=0	=0	oblastní spojka	páteří/hlavní linie
>0	>0	=0	liniová spojka	hlavní linie/linie
>0	>0	>0	liniový zesilovač	rozšíření linie

Tabulka č. 1: Osazení spojek a jejich fyzická adresa [14]

2.2.3 Minimální instalace

Základní instalace u sběrnice tvoří kroucený kabel (Twisted pair) $2 \times 2 \times 0,8$ mm, který se označuje TP1. minimální instalace obsahuje stejnosměrný zdroj 30V, Aktor, Senzor a sběrnicový kabel.



Obrázek 20: Základ instalace [14]

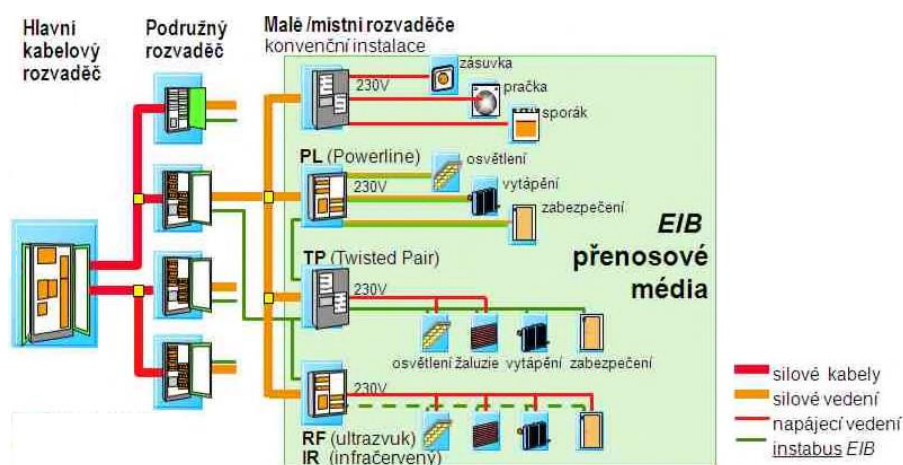
2.3 Přenosová Media

Typ media:	Označení	Přenos signálu:	Oblast použití:
Kroucený pár TP	KNX TP	Paralelní dvoužilové sběrníkové vedení	Nejčastěji novostavby či kompletní rekonstrukce
Silové vedení (Powerline)	KNX PL	Vedení el. Sítě 230 V	Tam kde je potřeba využít stávající rozvodovou síť
Rádiový přenos (RF radiofrequency)	KNX RF	Rádiové vlny	Tam kde nejde vhodné využít žádné vedení
IP/Ethernet	KNXnet/IP	LAN/ Ethernet, ...	Vzdálený přístup

Tabulka č. 2: Přehled médií [14]

U systému KNX lze využít následující přenosová media: [14]

- Kroucený pár - Toto medium vychází ze standardu staršího EIB. Rychlost přenosu komunikace je 9,6 kbit/s
- Síťové vedení - Klasické metalické vedení. Toto medium opět vychází ze standardu EIB. Rychlost komunikace 1200 bit/s a nosná přenosová frekvence 110 kHz.
- Rádiový přenos - Přenos probíhá bezdrátově - plná specifikace standardem KNX. Frekvence bezdrátu pracuje na frekvenci 868 MHz a je digitálně kódovaná modulací frekvenčním klíčováním (FSK - Frequency Shift Keying)
- KNXnet/IP - media založená na IP komunikaci (Ethernet, Bluetooth, WiFi, Lan a FireWire)



Obrázek 21: Přenosové media [14]

2.4 Komunikace (adresace v systému)

2.4.1 Fyzická adresa

Individuální adresa je odvozena od topologického uspořádání systémové instalace a již se v systému neopakuje. Podobné jako čísla domů ve městě. Adresa je složena ze tří částí a ty jsou odděleny tečkami. První část (Oblast) má rozpětí 0 až 15, kde 0 je vždy pro páteřní linii. Druhá část má také rozpětí 0 až 15 a odpovídá číslu Linie v oblasti, kde je opět 0 vyhrazena pro hlavní linii. Poslední část je řadové číslo připojeného prvku k linii v rozmezí 0 až 255, kde 0 je adresa liniové spojky. Fyzická adresa je tedy složena v pořadí Oblast x Linie x Účastník a rozpětí může být od 0.0.1 do 15.15.255. [14]

Například fyzická adresa pro 8 přístroj připojený v 1. oblasti na 2. linii má podobu 1.2.8.

Oblast	Linie	Účastník
4 BITY	4 BITY	1 BYTE
0000	LLLL	UUUUUUUU

Tabulka č. 3: Fyzická adresa [14]

Fyzická adresa však neříká nic o funkci nebo účelu přístroje. Adresa je především důležitá při naprogramování přístroje nebo v průběhu diagnostických postupů. V Klasickém provozu však nemá žádný význam. [14]

2.5 Skupinová adresa

Skupinová adresa se používá také pro číslování individuálních funkcí a je důležité, aby se v daném projektu objevila nejméně dvakrát, jednou u senzoru, podruhé u aktoru. Snímače a akční členi jsou touto společnou adresou interakčně

propojeny. Snímač odešle skupinovou adresu, kde jí dále akční člen vyslechne a vykoná požadovanou úlohu. Akční členi podle své velikosti vnitřní paměti mohou být připojeni k více skupinovým adresám. Skupinová adresa lze nastavit v programu ETS na dvě úrovně (hlavní skupina/podskupina). Od ETS 2 se nastavují místo dvou úrovní tříúrovňové skupiny, které jsou vhodnější pro vytvoření logické přehlednosti a kde je navíc od hlavní skupiny a podskupiny, ještě meziskupina. [14]

Příklad použití:

- **Hlavní skupina** = patro/podlaží
- **Meziskupina** = typ (vytápění, žaluzie, ventilační okno,...)
- **Podskupina** = funkce (centrální tlačítko nahoru/dolu, vytažení žaluzie nahoru kvůli větru,...)

	Dvouúrovňové adresy	Tříúrovňové adresy
Hlavní skupina	0 až 15 = 16 adres	0 až 15 = 16 adres
Meziskupina		0 až 7 = 8 adres
Podskupina	0 až 2 0487 = 2 048 adres	0 až 255 = 256adres
Počet skupinových adres	$\Sigma = 32\ 768$	$\Sigma = 32\ 768$

Tabulka č. 4: skupinové adresy [14]

Jednotlivé skupiny se od sebe dělí lomítkem. Tedy například dvouúrovňová adresa 2/25 a tříúrovňová adresa 1/3/5. [14]

Jedna komunikační skupinová adresa může mít připojeny pouze ty objekty, které mají stejnou velikost. Každý samostatný komunikační objekt může být připojen k více skupinovým adresám. [14]

2.5.1 Příznaky

Všechny komunikační objekty mají různé příznaky, které určují způsob jejich komunikace.

COMMUNICATION	Objekt:	má spojení se sběrnici.
		zůstane bez změn a telegramy se přijmou.
READ	Informace objektu:	lze přečíst přes sběrnici.
		nelze přečíst přes sběrnici.
WRITE	Objekt:	může být změněn přes sběrnici.
		nemůže být změněn přes sběrnici.
TRANSMIT	Objekt odešle:	odpovídající telegram a objekt bude změněn.
		jen při požadavku na čtení telegramu s odpovědí.
UPDATE	Telegram:	Bude interpretován jako povel k zápisu a hodnota objektu bude aktualizována.
		nebude interpretován jako povel k zápisu a hodnota objektu nebude aktualizována.

Tabulka č. 5: Příznaky komunikačních objektů [14]

2.5.2 EIS typy

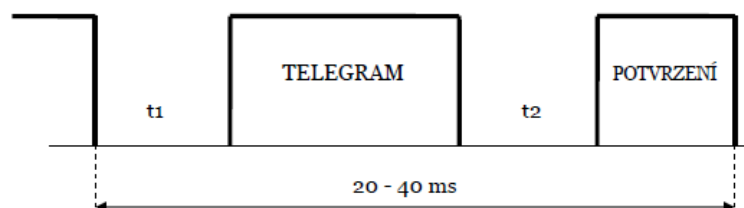
Skupina je kromě adresy propojená i s jejím datovým typem. EIS je pojmenování starého specifického protokolu pro EIB, v níže doložené tabulce jsou popsány typy datových objektů. [15]

KNX/EIB funkce	EIS	Délka informace
Přepínač	EIS 1	1 bit
Stmívač (pozice, ovládání)	EIS 2	1 bit / 4 bity / 8 bitů
čas	EIS 3	3 byte
datum	EIS 4	3 byte
Hodnota s desetinou čárkou	EIS 5	2 byte
Relativní hodnota (vztažná)	EIS 6	1 byte
Rolety/Žaluzie	EIS 7	1 bit
Určení parity	EIS 8	1 bit / 2 bit
IEEE - plovoucí desetinná hodnota	EIS 9	4 byte
16 bit hodnota čítače	EIS 10	2 byte
32 bit hodnota čítače	EIS 11	4 byte
Řízený přístup	EIS 12	4 byte
ASCII znaková sada	EIS 13	1 byte
8 bit hodnota čítače	EIS 14	1 byte
řetězec	EIS 15	14 byte

Tabulka č. 6: Typy datových objektů [15]

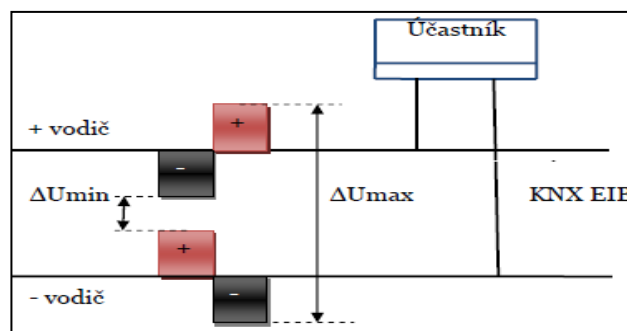
2.6 Telegram

účastníci pro přenos informací (komunikaci) užívají datové telegramy, kde nesmí chybět jak zdrojová tak cílová adresa, data, kontrolní pole. Datové pole určené pro datové typy může zahrnovat až 16 x 8 bitů. Jestliže účastník chce odeslat telegram, musí ověřit, zda nebyl vyslán žádný telegram na sběrnici po dobu t_1 , respektive jestli v t_1 byla sběrnice prázdná. Dále účastník odešle telegram, kde musí vyčkat po dobu t_2 , než dostane potvrzení o příjmu od druhého účastníka, kterému byl telegram zaslán. Může se stát, že potvrzení o příjmu nedojde nebo jeden z účastníků vyšle chybu hlášení, telegram se pak může až třikrát opakovat, podle jeho důležitosti. Potvrzení o příjmu telegramu zajišťuje značnou spolehlivost systému.



Obrázek 22: potvrzení telegramu [14]

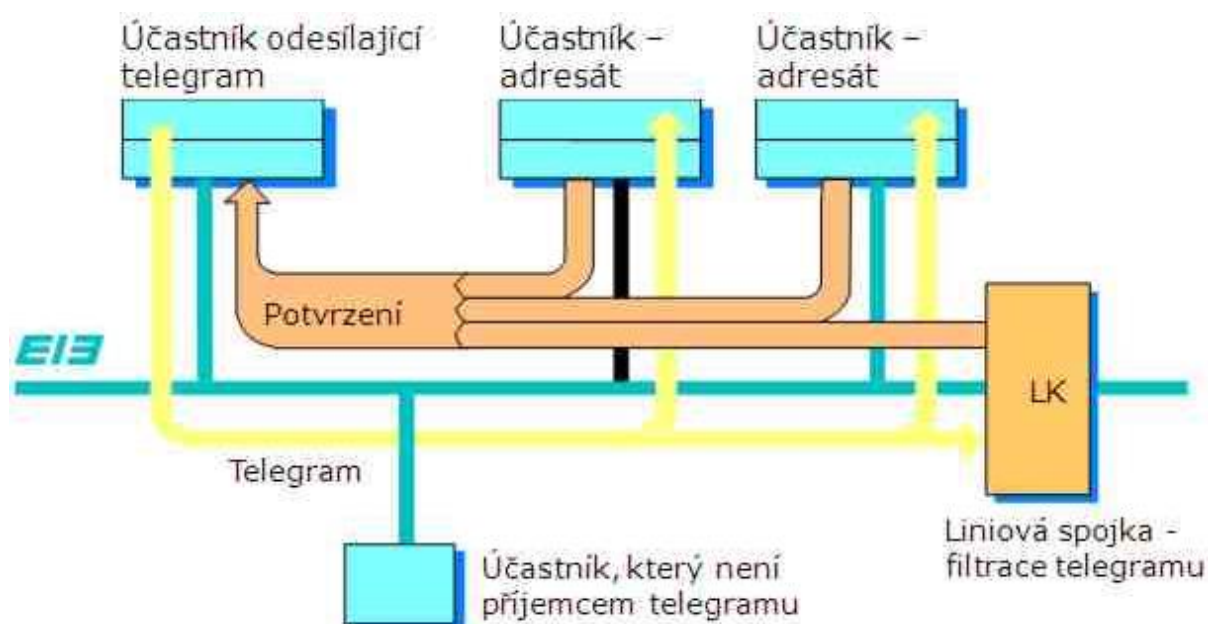
Po sběrnici jsou telegramy zasílány v logických hodnotách, které se mění pomocí stavu napětí (pod napětí = 1, bez napětí = 0). Přenos individuálních signálů je vyvážený, tzn., že například kladný vodič (+) má záporný potenciál a záporný vodič (-) kladný. Tímto vznikne minimální napětí ΔU_{\min} , které může být až 14 V. Obráceným stavem, kdy kladný vodič má kladný potenciál a záporný, záporný potenciál, vzniká ΔU_{\max} , které může být až 34 V. Na rozdíl potenciálů mezi vodiči u sběrnice reagují sběrnice spojky.



Obrázek 23: log. Hodnoty [14]

2.6.1 Potvrzení telegramu

Při odeslání telegramu účastníkem, očekává odesílající uživatel potvrzení od uživatelů, kterým má telegram dojít. Při nedošlém telegramu se proces 3 krát opakuje.



Obrázek 24: Potvrzení telegramu [14]

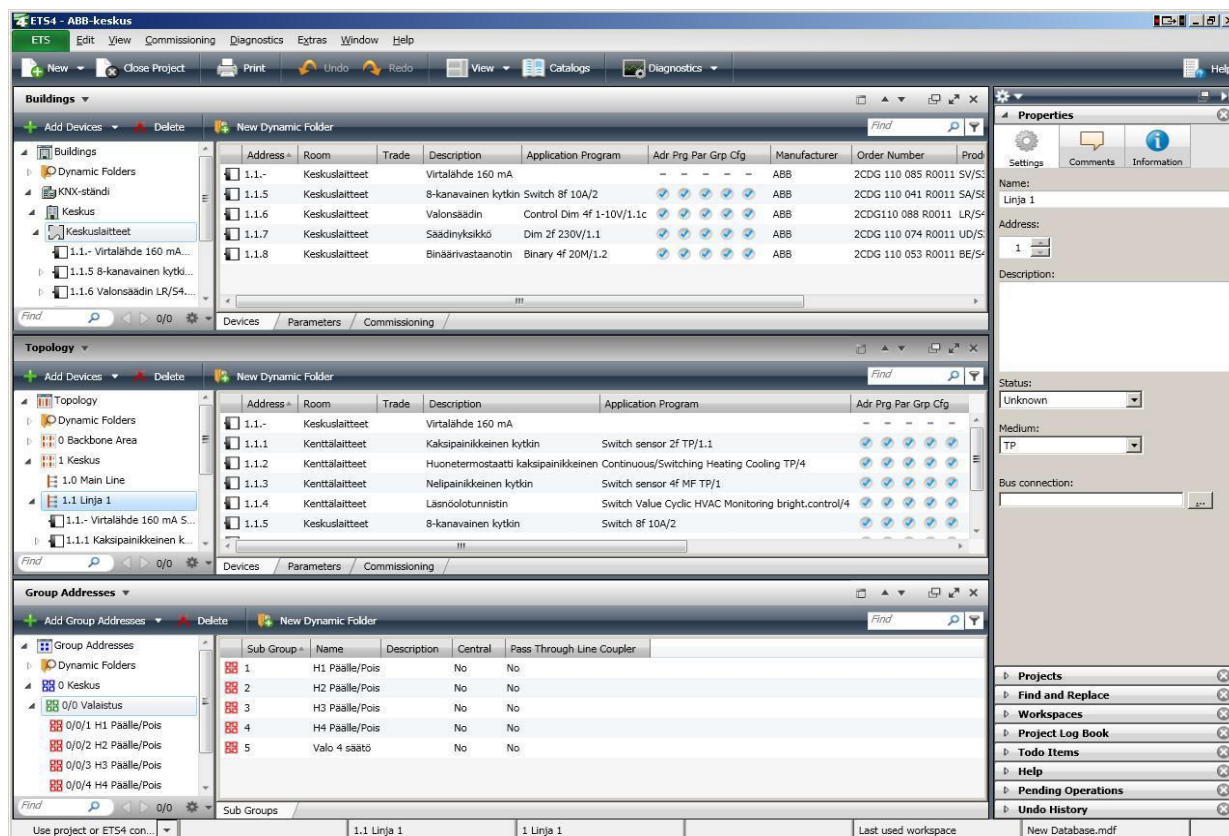
2.7 Účastník

Jednotlivé přístroje, které se připojují na sběrnici se jmenují účastníci. Tyto účastníky lze dělit na snímače (vysílač) a akční členy (přijímač). Všichni účastníci se principiálně dělí na 3 části, Sběrnicová spojka, aplikační modul a aplikační rozhraní.

Na 2-žilovou KNX sběrnici se připojuje pomocí svorek Sběrnicová spojka. Druh každého účastníka určuje aplikační modul (hardware). Například u akčních členů (aktorů) pro čidla teploty jde o tepelně závislé odpory, u akčních členů pro spínání jde o relé. Signály, které jsou posílány na sběrnici převádí sběrnicová spojka z aplikačního modulu do datového telegramu. Příslušný Aktor, který vyslaný telegramy přijme, převede tuto informaci na srozumitelnou zprávu určenou pro aplikační modul daného přístroje. [14]

2.8 Programování v ETS

adresy a parametry senzorů / aktorů se nastavuje v KNX programovacím softwaru ETS. Program vznikl v roce 1993 a stále se inovuje a vyvíjí. Aktuální verze systému je ETS 5. V jedné části okna jsou specifikace veškerých účastníků (snímačů a akčních členů) a jejich umístění. Do skupinových adres mohou být přiřazovány komunikační objekty, které si jednotlivý účastníci mohou nechat zobrazit. V dalším okně jsou zobrazeny nadefinované skupinové adresy, které po rozkliknutí ukazují přiřazení jednotlivých účastníků k jednotlivým komunikačním objektům. Program pro komunikaci s účastníkem musí nejprve načíst z produktové databáze specifikace daného zařízení. Všichni výrobci k jejich zařízením poskytují vlastní produktovou databázi. Jednotlivá zařízení jsou poté importována z databáze do projektu. U každého zařízení je možnost ho nastavit samostatně. Tato činnost se provádí ve vlastnostech zařízení. [14]



Obrázek 25: Programování v ETS 4 [14]

3 Výrobci inteligentních systémů budov

Výrobců inteligentních systému budov je v dnešní době opravdu mnoho. Zde jsem uvedl podle mého názoru nejzajímavější z nich.

3.1 Insight Home, a.s.

Firma působí na trhu od roku 2009. používá systém inHome, který funguje na bázi amerického systému AMX. Filosofie AMX je prostá: 1. Vyvíjet a vyrábět jen komponenty, které dosahují nejvyšší světové úrovně, 2. možnost integrace produktů od různých dodavatelů. Díky otevřené platformě může být na systém inHome AMX napojen systém kamer, zabezpečení, komunikace, vytápění, osvětlení dále příjezdová brána, domácí spotřebiče, atd. Funkce domu lze ovládat přes uživatelské rozhraní (dotykové obrazovky, telefon, tablet a další) InHome přináší přehled o bezpečném chodu domu. AMX Díky efektivnímu vytápění nebo chlazení z různých zdrojů tepla a optimální regulaci (tepelná čerpadla, solární panely) umí pohotově reagovat na činnosti přítomných uživatelů (požadavek změny teploty v pokoji, otevření okna) a tím dosáhnout nejvyšších úspor. Systém AMX je nainstalován i v bílé domě (White House). [16]

3.2 Johnson Controls, s.r.o.

Firma spadá mezi světové výrobce přístrojů, systém řízení a automatizace budov. Pro regulaci vytápění a měření, větrání, chlazení, klimatizaci poskytuje firma dva integrované systémy, Metasys Building Management systém a Facility Explorer.

Metasys je určen pro konkrétní aplikace vytápění, chlazení, klimatizace a větrání, kde využívá číslicové regulátory. Regulátory zabezpečují rychlou komunikací v každé části budovy tak, že se pomocí sběrnice N2-BUS/LON nebo LON napojí na síťový modul. Metasys je otevřený systém s možností

integrace různých zařízení a aplikací od jiných výrobců, a to dokonce i ty zařízení, které jsou z hlediska technického již překonané a nevyrábí se. Programové nástroje operátorských stanic Metasys poskytují podrobnou analýzu velkého počtu dat, optimalizaci provozu budovy a pohotově reagovat na atypické události. Systém a jeho řídicí centrály pracují v operačním systému Microsoft Windows, a proto využívají techniku na úrovni osobních počítačů. Facility Explorer je souhrnný a efektivní řešení. Umožňuje propracovanou metodu řešení řízení spotřeby energií u malých i velkých budov. [17]

3.3 ABB s.r.o.

Firma vyvíjí, zároveň vyrábí a prodává celou řadu produktů pro integraci budov. ABB patří mezi přední světové organizace v oblasti energetiky a automatizace, kde zaujímá vedoucí pozici v asociaci KNX. Jejich systém se nazývá ABB i-bus KNX, který vyhovuje mezinárodní normě KNX a patří k vrcholové technologii inteligentního řízení budov na světě. KNX sběrnicový systém spojuje všechny prvky elektrické instalace a tvoří z nich propojený komunikační síťový systém. Systém umožňuje automatické ovládání žaluzií podle aktuální intenzity slunečního světla a povětrnostních podmínek, Radiátory nejsou potřeba ručně ovládat, ale mohou být automaticky regulována podle potřeby nebo nastaveného času. Osvětlení lze regulovat podle intenzity venkovního světla, dále může být osvětlení na schodištích nebo chodbách ovládáno podle detektoru pohybu atd. Podrobnějšímu popisu systému KNX je věnována celá předchozí kapitola.

Systém lze instalovat do soukromých domů, ale lepší uplatnění má v komerčních budovách. V české republice je systém společnosti ABB integrován například v O2 Aréně. [18]

4 Ekonomika provozu

4.1.1 Vyhodnocení efektivnosti vlivu automatizace budov

Stále větší výzvou naší doby jsou energeticky účinné technologie a trvale udržitelné využívání energie a to především z důvodu nedostatku zdrojů a klimatických změn. S touto problematikou je spojena evropská norma o energetické náročnosti budov EN 15232. Norma vyhodnocuje pomocí metod vliv technického řízení budov a automatizace budov na energetickou spotřebu budov. Energetická účinnost je rozdělena za tímto účelem na čtyři třídy (A až D). Pokud má budova integrovaný systém pro řízení a automatizaci, tak je přiřazena k jedné ze tříd. Případné úspory na elektrické a tepelné energii, lze vypočítat pro všechny třídy podle účelu budovy a typu budovy. Pro porovnání účinností slouží referenční hodnota energetické třídy C. [19]

Automatizace a řízení budov (BAC) - třídy účinností podle EN 15232	Činitel účinnosti pro tepelnou energii			Činitel účinnosti pro elektrickou energii		
	kancelář	škola	hotel	kancelář	škola	hotel
A Vysoká účinnost BACS a TBM	0,70	0,80	0,68	0,87	0,86	0,90
B Moderní BACS a TBM	0,80	0,88	0,85	0,93	0,93	0,95
C standardní BACS	1	1	1	1	1	1
D Energeticky neúčinný BACS	1,51	1,2	1,31	1,1	1,07	1,07

Tabulka č. 7: Energetické třídy účinností [19]

BACS (Building Automation and Control systém) je automatizační a řídicí systém budovy a TBM (Technical Building Management) je technické zabezpečení budov. V kancelářích u třídy A je možná úspora tepelné energie až 30% oproti kancelářím v budově Třídy C. [19]

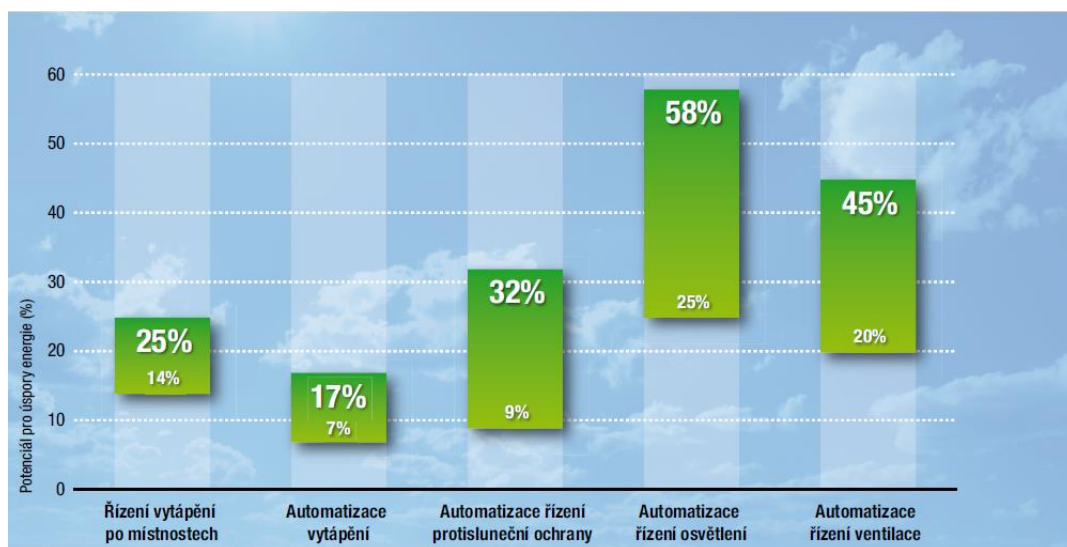
	Osvětlení	Řízení/ventilace klimatizace	Regulace chlazení/topení	Ochrana proti slunečnímu záření
A	Automatické řízení denní světla	Proudění vzduchu v místnosti je řízeno podle přítomnosti nebo požadavcích uživatelů	Kontroléry komunikují s jednotlivými místnostmi, které jsou individuálně řízeny	Kombinované řízení žaluzií/klimatizace/osvětlení/větrání/topení (HVAC)
	Auto. detekce přítomnosti osob, Automatické vyp./manuální zap.	Nastavení teploty s vyrovnání teploty dodávaného vzduchu	teplota Vodovodní distribuční síť je řízena pomocí vnitřní měření teploty	
	Auto. detekce přítomnosti, stmívání/ manuální zap.	Řízení vystupující a vstupující vlhkosti vzduchu v místnosti	Řídicí systém chlazení a vytápění je plně vzájemně blokován	
	Auto. detekce přítomnosti, automatické vyp/automatické zap			
	Auto. Detekce přítomnosti, stmívání/ automatické zap.			
B	Manuální řízení denního světla	Proudění vzduchu v dílčích místnostech je řízeno časově	Kontroléry komunikují s jednotlivými místnostmi, které jsou individuálně řízeny	Automatické řízení s motorickým ovládním žaluzií
	Auto. detekce přítomnosti osob, Automatické vyp./manuální zap.	Nastavení teploty s vyrovnání teploty dodávaného vzduchu	teplota Vodovodní distribuční síť je řízena pomocí vnitřní měření teploty	
	Auto. detekce přítomnosti, stmívání/ manuální zap.	Řízení vystupující a vstupující vlhkosti vzduchu v místnosti	Řídicí systém chlazení a vytápění je částečně vzájemně blokován (nezávisle na systému HAVC= větrání, klimatizace, topení)	
	Auto. detekce přítomnosti, automatické vyp./zap.			
	Auto. Detekce přítomnosti, stmívání/ automatické zap.			
C	Manuální řízení denního světla	Proudění vzduchu v dílčích místnostech je řízeno časově	automatické, individuální řízení dílčích místností elektronickým řídicím systémem nebo termostatickými ventily	Manuální řízení s motorickým ovládním žaluzií
	Manuální spínač zapnutí/vypnutí + přídavný signál pro rychlé zhasnutí	Teplota vzduchu je nastavena konstantně	Řízení teploty ve vodovodní distribuční síti je kompenzována podle venkovní teploty	
	Manuální spínač pro zapnutí/vypnutí	Vstupující vlhkost vzduchu je omezena	řídicí systémy chlazení/topení jsou částečně vzájemně blokovány (závislé na systému HVAC)	
D	Manuální řízení denního světla	Žádné řízení proudění vzduchu v dílčích místnostech	Žádné automatické řízení	Manuálně ovládané žaluzie
	Manuální spínač zapnutí/vypnutí + přídavný signál pro rychlé zhasnutí	Žádné řízení teploty vstupujícího vzduchu	Žádné řízení teploty vody v distribuční síti	
	Manuální spínač pro zapnutí/vypnutí	Žádné řízení vlhkosti vzduchu	Žádné vzájemné blokování mezi systémy řízení chlazení/topení	

Tabulka č. 8: funkce a přiřazení do tříd energetických účinností (Norma EN 15232:2007) [19]

4.1.2 Návratnost

Hlavní výhodou inteligentního domu jsou bezpochyby úspory energií, které se postupem času přenesou do úspor finančních. Je důležité si uvědomit, že Instalace automatizovaného řídicího systému přináší zvýšení počátečních nákladů. Tyto náklady spojené s inteligentní elektroinstalací jsou v praxi o 25-35% vyšší nežli u klasické elektroinstalace. Vzniklé vyšší náklady na počáteční integraci všech řídicích energetických systémů se v časovém horizontu vyrovnají, protože potřebná energie se využívá jen v okamžiku, kdy je nezbytně nutná, případně v množství které potřebujeme a s nejvyšší účinností. Úspory se ukrývají ve spojení více místních systému do jednoho řídicího systému. Počáteční náklady lze snížit zejména u novostaveb s energetickou třídou C a vyšší, kde je již v projektování plánováno s integrací automatizovaného systému.

sběrníkové systémy jsou v praxi hojně využívány. Především KNX systém dosahuje ve studiích velkých úspor. Pomocí KNX sběrníkového systému integrovaného v inteligentních budovách, lze dosáhnout hodnoty optimalizace energetických úspor v budovách až 31% a horizont návratnosti investice je 1 až 10 let [20]



Obrázek 26: možné úspory na jednotlivých systémech [20]

4.1.3 Modelový příklad návratnosti

Inteligentní systém nemusí být vždy veden jen kabelově, ale například bezdrátově. Toto řešení nabízí firma iNELS s bezdrátovým systémem RF control. Jedná se o obousměrný protokol, který komunikuje na frekvenci určenou pro automatizaci budov 868 MHz. Tento systém představuje unikátní řešení elektroinstalace do bytu či domu, kdy není zapotřebí sekání či bourání zdí. Také se hodí pro rozšíření dosavadní elektroinstalace. Nevýhodou je, že systém pracuje jen s produkty firmy iNELS a jiné nepodporuje. Modelový příklad dosahuje stejných úspor jako systém KNX a Návratnost investice je 2 až 3 roky. [21]

Typ vytápění	ELEKTRICKÉ		TEPLOVODNÍ	
Objekt	Byt - 3+kk (79m ²)	Rodinný dům (140m ²)	Byt - 3+kk (79m ²)	Rodinný dům (140m ²)
Aktuální zařízení	Elektrické podlahové vytápění + topné rohože podlahové se spínáním na základě teploty	Elektrické podlahové vytápění + topné rohože podlahové se spínáním na základě teploty	Ústřední topení (radiátory) + termohlavice bez možnosti nastavení programu	Plynový kotel (radiátory) + termohlavice bez možnosti nastavení programu
Provozní náklady	20 000,-	35 000,-	15 000,- /rok/teplárny	35 000,- /rok/teplárny
Stav plánování - nové zařízení	3 x spínací aktor s teplotním senzorem	8 x spínací aktor s teplotním senzorem	4 x termohlavice digitální bezdrátová	8 x termohlavice digitální bezdrátová
	3 x programovatelný digitální regulátor	1 x ovládací jednotka dotyková (RF Touch)	1 x ovládací jednotka dotyková (RF Touch)	1 x ovládací jednotka dotyková (RF Touch)
Investice	8 766,-	19 163,-	12 467,-	18 027,-
Provoz po investici	14 000,-	24 500,-	10 500,-	24 500,-
Úspora za rok	6 000,-	10 500,-	4 500,-	10 500,-
Návratnost investic	1,5	1,8	2,8	1,7

Tabulka č. 9: Návratnost se system iNELS RF Control [21]

5 Závěr

Úvod mé práce je orientován na souhrnný pohled do světa inteligentních budov, kdy tento pojem vznikl a co si pod ním představit. Je popsáno pro jakou část populace je inteligentní systém vhodný a jaké výhody spojené například s hospodárným provozem, komfortem nebo bezpečností může uživateli přinést a kolik je třeba investovat do instalace toho systému. Dále je orientovaná na topologii a druhy systému, které se používají, určitý popis sběrníkových systémů a jejich nevýhody a výhody.

V další kapitole jsem podrobněji popsal uznávaný sběrníkový systém KNX/EIB. Zvolil jsem tak, jelikož se jedná o systém decentralizovaný a není zapotřebí centrálního prvku. Další důvod je, že se jedná o otevřený systém, který poskytuje propojení a kompatibilitu systému s přístroji a systémy jiných výrobců. Systém je lehce rozšiřitelný, a tím se vyhne stavebním úpravám již zrekonstruovaných zdí. KNX je na trhu již delší dobu a proto se jedná o spolehlivý a ověřený systém. Dále podrobněji popisují strukturu sběrnice KNX a technické aspekty jako např. Přenosová media, identifikace prvků, komunikace a adresace v systému. Trh obsahuje několik set výrobců, které nabízejí své odlišné automatizované systémy, a proto předposlední část práce je věnována výčtu některých výrobců inteligentních sběrníkových systému budov. V poslední části práce jsem se snažil nastínit finanční náročnost a návratnost těchto technologií a poukázat na modelovém příkladu.

Mnoho lidí si myslí, že inteligentní dům je určený jen pro majetné občany. Systém se naopak stává stále více standardizovaným a dostupným všem vrstvám obyvatelstva. Dle mého názoru by měl do tohoto systém investovat každý, kdo chce komfortní bydlení, hospodárný provoz a bezpečnou domácnost. Myslím si, že inteligentní jsou budoucností a stanou se běžnou součástí každodenního života.

6 Bibliografie

- [1] SLUŽBY. panemec.cz [online] 2014 [cit. 2015-01-05].
Dostupné z: <http://www.panemec.cz/sluzby>
- [2] Inteligentní budovy. inteligentni-budovy.cz [online] 2010 [cit. 2015-01-02]. Dostupné z: <http://www.inteligentni-budovy.cz>
- [3] Inteligentní budovy. tzb-energ.cz [online] 2009 [cit. 2015-01-16]. Dostupné z: <http://www.tzb-energ.cz/inteligentni-rizeni-budov.html>
- [4] Rodinné domy s inteligencí. Ekonom.ihned.cz [online] 2009 [cit. 2015-01-12]. Dostupné z: <http://ekonom.ihned.cz/c1-38408560-rodinne-domy-s-inteligenci>
- [5] SETH, D. Giving Intelligence to Buildings: Adapting Today's Workplace for Tomorrow's Worker. caba.org [online] 2001 [cit. 2015-01-07]. Dostupné z: www.caba.org/Content/Documents/Document.ashx?DocId=22446
- [6] PRŮCHA, J. Ovládej svůj dům. *Perspektivy bydlení*. [online] 2001 [cit. 2015-01-07]. Dostupné z: www.tecomat.cz
- [7] PÁVEK, J. „Inteligentní“ elektroinstalace. odbornecasopisy.cz [online] 2002 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=24980
- [8] Decentralizované sběrníkové systémy. tzb-info.cz [online] 2007 [cit. 2015-02-14]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4213-decentralizovane-sbernicove-systemy>
- [9] Topologie sběrníkových systémů. Home.zcu.cz [online] 2006 [cit. 2015-01-01]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/~topinkov/druhy.html>
- [10] KUNC, J. ABB EPJ: systém EIB. ElektriKa.cz [online] 2005 [cit. 2015-01-01]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-09-28.0616279544/view?searchterm=EIB%20KNX>

- [11] MATZ, V. *Systémy používané v "inteligentních" budovách.* vytapeni. Tzb-info.cz [online] 2010 [cit. 2015-01-10].
Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6879-systemy-pouzivane-v-inteligentnich-budovach-prehled-komunikacnich-protokolu>
- [12] VOJÁČEK, A. *Úvod do BACnetu* automatizace.hw.cz [online] 2012 [cit. 2015-01-19]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/uvod-do-bacnetu-building-automation-and-controls-network>
- [13] PROMOTIC. *Komunikace protokolem BACnet* [online] 2013 [cit. 2015-01-10]. Dostupné z: <http://www.promotic.eu/cz/pmdoc/Subsystems/Comm/Protocol/BACnet.htm>
- [14] KNX. *Technické informace o KNX / EIB systému* [online] 2010 [cit. 2015-01-10]. Dostupné z: http://www.somfyarchitecture.cz/downloads/buildings/technicke_informace_o_knx_systemu.pdf
- [15] *Moravské přístroje.* Mii.cz [online] 2011 [cit. 2015-02-08]. Dostupné z: <http://www.mii.cz/art?id=191&lang=405>
- [16] Insight Home. *Centrum inovací pro technologie inteligentního bydlení* [online] 2009 [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://www.insighthome.eu/CITIB.html>
- [17] Johnson Controls. Tzb-info.cz [online] 2002 [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1115-predstaveni-spolecnosti-johnson-controls>
- [18] Johnson Controls. Tzb-info.cz [online] 2002 [cit. 2015-02-11]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1115-predstaveni-spolecnosti-johnson-controls>
- [18] ABB. *KNX/EIB* [online] 20013 [cit. 2015-01-17]. Dostupné z: <http://www.abb.cz/search.aspx?q=knx%2Feib&abbcontext=products>
- [19] ABB. *Inteligentní elektroinstalace ABB i-bus KNX* [online] 20013 [cit. 2015-01-17]. Dostupné z: <http://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=9AKK105408A3144&Langu>

[20] SCHNEIDER ELECTRIC, s.r.o. *Jak udělat svůj dům inteligentní: KNX*. [online] 2008 [cit. 2015-02-13]. Dostupné z:

http://www.vypinac.cz/download/vypinac.cz_knx_zakladni_informace.pdf

[21] iNELS, s.r.o. RF Control: modelový příklad [online] 2008 [cit. 2015-02-13]. Dostupné z: [http://www.inels.cz/produkty/RF-](http://www.inels.cz/produkty/RF-Control/ceny.pdf)

[Control/ceny.pdf](http://www.inels.cz/produkty/RF-Control/ceny.pdf)

7 Seznam obrázků

Obrázek 1: Příklad inteligentní budovy	3
Obrázek 2: Monsanato Home of the Future	4
Obrázek 3: Historie inteligentních budov	5
Obrázek 4: sběrniceová topologie	8
Obrázek 5: Hvězdiceová topologie	9
Obrázek 6: Kruhová topologie	9
Obrázek 7: Stromová topologie	10
Obrázek 8: Decentralizovaný systém	11
Obrázek 9: systém Nikobus	12
Obrázek 10: kabel sběrniceového vedení	13
Obrázek 11: klasická vs EIB instalace.....	13
Obrázek 12: porovnání klasické instalace oproti instalaci s přístroji KNX	14
Obrázek 13: Sběrnice LonWorks	15
Obrázek 14: Sběrnice M-Bus	17
Obrázek 15: Sběrnice M-Bus	17
Obrázek 16: Oblast využití KNX	22
Obrázek 17: Struktura KNX sběrnice	23
Obrázek 18: Zapojení v praxi	23
Obrázek 19: Liniové a oblastní spojky	24
Obrázek 20: Základ instalace	25
Obrázek 21: Přenosové media	26
Obrázek 22: potvrzení telegramu	30
Obrázek 23: log. Hodnoty	30
Obrázek 24: Potvrzení telegramu	31
Obrázek 25: Programování v ETS 4	32
Obrázek 26: možné úspory na jednotlivých systémech	37

8 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Osazení spojek a jejich fyzická adresa	25
Tabulka č. 2: Přehled médií	26
Tabulka č. 3: Fyzická adresa	27
Tabulka č. 4: skupinové adresy	28
Tabulka č. 5: Příznaky komunikačních objektů	29
Tabulka č. 6: Typy datových objektů	29
Tabulka č. 7: Energetické třídy účinností	35
Tabulka č. 8: funkce a přiřazení do tříd energetických účinností (Norma EN 15232:2007)	36
Tabulka č. 9: návratnost se system iNELS RF Control	38