

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Projekt inteligentního domu

Vedoucí práce: Doc. Ing. Pavel Drábek, Ph.D.

2013

Autor: Martin Zoufalý

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin ZOUFALÝ**
Osobní číslo: **E10B0406P**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Projekt inteligentního domu**
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Přehled aktuálního stavu inteligentních domů, používané topologie, způsoby ovládání, výhody, nevýhody.
2. Návrh konkrétního řešení inteligentního domu na základě vybrané struktury a řídicího systému.
3. Návrh a stavba ukázkového modelu inteligentního domu.
4. Zhodnocení navržené varianty.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


1. Určí vedoucí práce

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Pavel Drábek, Ph.D.
Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

Datum zadání bakalářské práce: 15. října 2012
Termín odevzdání bakalářské práce: 7. června 2013


Doc. Ing. Jirí Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Anotace

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na popis a návrh inteligentní elektroinstalace v rodinném domě. V první části je uvedeno seznámení s automatizací budovy a je zde popsán všeobecný přehled systémů inteligentního domu. Druhá část je zaměřena na podrobný popis sběrnice EIB/KNX. Ve třetí části je vypracován konkrétní návrh inteligentní elektroinstalace včetně jejího rozpočtu, návratnosti investice a vizuálního modelu domu.

Klíčová slova

Inteligentní elektroinstalace, inteligentní dům, komfort, decentralizovaný systém, topologie, senzor, aktor, EIB/KNX, prvky elektroinstalace, rozpočet, úspory, návratnost

Abstract

The presented bachelor's thesis is focused on the description and the design of an intelligent wiring in a family house. The first part introduces the automation of the building and describes general overview of the smart house systems. The second part focuses on detailed description of the bus EIB/KNX. The third part shows actual design of the intelligent wiring including its costing, financial benefits of the investment and a visual model of the building.

Key words

Intelligent wiring, smart house, comfort, decentralized system, topology, sensor, actuator, EIB/KNX, wiring elements, costing, savings, financial benefits

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne

Martin Zoufalý

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Pavlovi Drábkovi, Ph.D. za cenné, užitečné rady a metodické vedení práce. Také bych rád poděkoval svým rodičům za možnost studia na vysoké škole a za jejich psychickou podporu.

Obsah

OBSAH.....	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	11
1 ÚVOD.....	12
2 INTELIGENTNÍ BUDOVA	13
2.1 PRO KOHO JE CHYTRÉ BYDLENÍ?	14
2.2 KOLIK VŠE STOJÍ.....	15
2.3 REALISTICKÝ POHLED	15
2.4 NENÁPADNÝ A ÚSPORNÝ KOMFORT.....	16
2.5 POUŽÍVANÉ DRUHY SYSTÉMU	17
2.5.1 Centralizovaný systém	17
2.5.2 Decentralizovaný systém.....	17
2.5.3 Centralizovaný vs. decentralizovaný systém	18
2.5.4 Hybridní systém.....	18
2.6 TOPOLOGIE SBĚRNICOVÝCH SYSTÉMŮ	19
2.6.1 Liniiová topologie	20
2.6.2 Lineární topologie.....	20
2.6.3 Hvězdicová topologie.....	21
2.6.4 Kruhová topologie	21
2.6.5 Stromová topologie.....	22
2.7 SBĚRNICOVÉ SYSTÉMY	23
2.7.1 EIB (European Installation Bus).....	23
2.7.2 EIB/KNX	23
2.7.3 CAN (Controller Area Network)	24
2.7.4 BACnet (Building Automation and Controls Network)	26
2.7.5 LON (Local Operating Network)	26
2.7.6 Modbus	27
2.7.7 X-10 (Industry Standard).....	28

2.7.8	<i>Nikobus</i>	29
2.8	SHRnutí.....	30
3	POPIS SYSTÉMU EIB/KNX	31
3.1	KNX.....	31
3.2	ZÁKLADNÍ PRINCIPY KNX.....	31
3.3	VÝHODY KNX OPROTI KLASICKÉ INSTALACI.....	32
3.4	STRUKTURA KNX SBĚRNICE	33
3.4.1	<i>Topologie linie</i>	34
3.4.2	<i>Topologie oblasti</i>	34
3.4.3	<i>Fyzická adresa</i>	35
3.4.4	<i>Oblastní a liniová spojka, liniový zesilovač</i>	35
3.4.5	<i>Minimální instalace</i>	37
3.5	PŘENOSOVÁ MÉDIA	37
3.6	PŘÍPUSTNÉ DÉLKY A VZDÁLENOSTI VODIČŮ PRO TP1	38
3.7	KOMUNIKACE.....	39
3.7.1	<i>Skupinová adresa</i>	39
3.7.2	<i>Příznaky</i>	40
3.7.3	<i>EIS (EIB Interworking Standards) typy</i>	40
3.8	TELEGRAM.....	41
3.9	ÚČASTNÍK.....	42
3.10	PROGRAMOVÁNÍ V ETS	43
4	NÁVRH ŘEŠENÍ ELEKTROINSTALACE KNX V DOMĚ	44
4.1	POPIS OBJEKTU	44
4.2	POPIS FUNKCÍ RODINNÉHO DOMU	45
4.2.1	<i>Osvětlení a zásuvky</i>	45
4.2.2	<i>Žaluzie, rolety a okna</i>	46
4.2.3	<i>Topení, klimatizace a vzduchotechnika</i>	46
4.2.4	<i>Bazén a sauna</i>	47
4.2.5	<i>Garáž, vjezdová brána a vstupní dveře</i>	48
4.2.6	<i>Zahrada</i>	48
4.2.7	<i>Zabezpečení</i>	49
4.3	Hlavní použité prvky elektroinstalace.....	49

4.3.1	<i>Napájecí zdroj 30V, 640mA</i>	49
4.3.2	<i>Liniová spojka</i>	50
4.3.3	<i>Rozhraní USB</i>	51
4.3.4	<i>Spínací akční člen</i>	51
4.3.5	<i>Stmívací akční člen</i>	52
4.3.6	<i>Žaluziový akční člen</i>	52
4.3.7	<i>Ovládací prvky</i>	53
4.3.8	<i>Snímače pohybu</i>	53
4.3.9	<i>Elektrotepelná ovládací hlavice ventilu</i>	54
4.3.10	<i>Ovládací panel</i>	54
4.4	ROZPOČET INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE	55
4.4.1	<i>Varianta A - STANDARD</i>	55
4.4.2	<i>Varianta B - KOMFORT</i>	56
4.4.3	<i>Silové rozvody</i>	57
4.4.4	<i>Komplet</i>	58
4.5	NÁVRATNOST	59
5	ZÁVĚR	60
	SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	62
	PŘÍLOHY	1
	PŘÍLOHA 1	1
	<i>Normy a zákony</i>	1
	<i>Právní předpisy</i>	2
	PŘÍLOHA 2 - DOKUMENTACE	4
	<i>Legenda</i>	4
	<i>Výkres</i>	5
	<i>Dodatek k výkresu</i>	6

Seznam symbolů a zkratek

Apod.	A podobně
Např.	Například
Tj.	To je
Tzv.	Tak zvaný
Vs.	Versus
IRC	Individual Room Control
SELV	Malé napětí
EIB	European Installation Bus
CAN	Controller Area Network
BAnet	Building Automation and Controls Network
LON	Local Operating Network
X-10	Industry Standard
TP	Twisted Pair
AC	alternating current (střídavý)
DC	Direct Current (stejnoseměrný)
IP	Internet Protocol
GSM	Globální Systém pro Mobilní komunikaci
IR	Infrared Radiation
V	Volt (jednotka napětí)
A	Ampér (jednotka elektrického proudu)
W	Watt (jednotka elektrického výkonu)
Ω	Ohm (jednotka elektrického odporu)
Hz	Hertz (jednotka frekvence)
m	Metr (jednotka délky)
mm	Milimetr (jednotka délky)
m ²	Metr čtvereční (jednotka obsahu)
%	Procento
Km/h	Kilometr za hodinu (jednotka rychlosti)
Kč	Korun českých

1 Úvod

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na projekt inteligentního domu. Od dob, co byla objevena elektřina, se neustále každý byt, dům či objekt modernizuje. V dnešní době si nelze představit, že by domácnost nebyla vybavena elektroinstalací, která nám nabízí vyšší komfort a ulehčuje každodenní život. Klasický elektrický rozvod v budovách se natolik zdokonalil, že mu dnes přezdíváme inteligentní elektroinstalace. Domácnosti, které tento typ využívají se nazývají inteligentní budovy. Systém inteligentní instalace pomáhá a zjednodušuje ovládání celé budovy. Zajišťuje pohodlí, zábavu, bezpečí a snížení nákladů na provoz. Modernizace s sebou přináší i problémy v podobě vyšších nákladů na výstavbu, složitost provedení celého systému a zvýšené množství kabeláže.

V úvodu mé práce se nejprve zaměřím na popis inteligentní budovy včetně dnes používaných topologií, způsobu ovládání a její řídicí systémy. Cílem mé bakalářské práce je návrh a vizualizace konkrétního řešení inteligentního domu a zhodnocení navržené varianty.

2 Inteligentní budova

Inteligentní domácnosti umožňují vlastníkům hlavně komfort, hospodárny provoz a bezpečnost. Stará se o to prostřednictvím systému domácí automatizace. Ten ovládá veškeré osvětlení, světelné scény, žaluzie, závěsy, bazén, vytápění, klimatizaci, domácí spotřebiče, zásuvky a další vybavení, které uživatel ve svém obydlí běžně používá. Řeší i funkce bezpečnostního systému a obsluhu zařízení domácí zábavy. Sdružení různých technických systémů v takovéto chytré domácnosti je běžně označováno pod názvem systémová integrace. Pomocí systémové integrace je řízení všech součástí a podsystémů stejně prosté, jako je obvyčejné použití mobilního telefonu nebo dálkového ovládače televizoru. Intuitivní ovládání na dotykovém panelu umožňuje ovládat a pozorovat náš domov bez potřeby návodu k obsluze. [1]

Toto řešení se zbavuje chaosu vzniklého spoustou různých ovladačů, zdokonaluje životní styl rodiny, bezpečnosti i pohodlí. Například než odejde uživatel z domu postačuje jediný stisk tlačítka a inteligentní domácnost zhasne všechna světla, aktivuje bezpečnostní systém, vypne televize a další audiovizuální přístroje, odpojí rizikové spotřebiče (varná konvice, žehlička, kulma atd.) a zatáhne žaluzie. Navíc propojení inteligentní domácnosti s dalšími podsystémy zaručí podstatnou úsporu energie už jen tím, že se zeslabí vytápění, vypnou světla a ostatní vybavení v místnostech, které nemusí být v provozu. Tato úspora dosahuje nemalé čísla až 30%. [1]

Dodavatelé navrhuji východisko i pro již hotové domácnosti, kde je možné domácí automatizaci provést bezdrátově. Zatím se ukazuje, že o toto řešení není velký zájem u menších bytů. Je to dáno tím, že v obvyklých bytech není moc běžný kamerový nebo zabezpečovací systém, venkovní žaluzie, nebo dostatečná strukturovaná kabeláž pro ovládání audiovizuální techniky. Také v bytě průměrné velikosti je vše potřebné v dostatečné blízkosti, a proto uživatel neocení komfort řízení všeho pomocí jednoho dotykového panelu. Obdobná situace je u menších rodinných domků. [1]

Opačná situace je v segmentu nemovitostí s užitnou plochou nad 200 m². Tyto domy téměř vždy obsahují kombinované zdroje energie (tepelná čerpadla,

fotovoltaické a solární panely, vzduchotechniku, rekuperaci apod.), které je třeba efektivně řídit a ovládat. Typicky mají více než jedno podlaží, mnoho přístupových dveří nebo francouzská okna, která je nezbytné zabezpečit, hodně místností s audiovizuální technikou, rozsáhlejší pozemek, bazén, plně vybavený zahradní domek atd. Lidé, kteří si v dnešní době pořizují tento typ domu, obvykle již znají všechna nebezpečí, která přináší např. nezavřené okno, zapnutý sporák, nebo neaktivovaný bezpečnostní systém. Paradoxně i dnešní krize tyto lidi více ovlivňuje k tomu, aby stáhli své peníze z kapitálových trhů a investovali je do sebe. A investice do vlastního bydlení je jedna z nejvhodnějších. [1]

2.1 Pro koho je chytré bydlení?

Ze zkušenosti vyplývá, že typickým uživatelem chytrého bydlení je rodina, která již má zkušenost s bydlením v běžném domě nebo bytě a chce si ve svém novém domově prožít více pohodlí, bezpečí a zároveň uspořit za energie. Rozhodující vliv má též rozloha nemovitosti. Domácí automatizace dává tím větší smysl, čím je nemovitost rozsáhlejší. Avšak neplatí, že inteligentní domácnost je pouze pro technické nadšence. Ovládání je naprosto intuitivní. V případě že uživatel je schopen ovládat chytrý telefon, bude umět ovládat i inteligentní domácnost. Při výběru řídicího systému mají velký vliv ženy, které ve většině případů budou systém nejvíce používat (jsou například na rodičovské dovolené nebo v domácnosti).[1]



Obr. 2.1 Dotykový ovládací panel [12]

2.2 Kolik vše stojí

Systemy domácí automatizace jsou tzv. stavebnicové a je možno pořizovat je postupně. Nejpodstatnější je provedení systémové elektroinstalace tak, aby ji bylo možné případně kdykoliv rozšířit. Náklady na systémovou elektroinstalaci jsou přibližně o 25 - 35% vyšší, než náklady na klasickou instalaci, což z hlediska celkové investice není až tak markantní navýšení. Je možné se tak připravit na provedení chytré domácnosti, kterou je možno provést ihned nebo kdykoli v budoucnosti. Zároveň tak majitel získá jistotu, že jeho dům bude připraven na nové trendy a na budoucí ocenění celé nemovitosti. Cena realizace chytrého bydlení závisí na rozměru implementace, tedy na tom, co by mělo být do domácí automatizace zahrnuto. Obecně lze říci, že celý systém vyjde zhruba kolem 10 až 15% z ceny celé nemovitosti. [1]

2.3 Realistický pohled

S pojmem „inteligentní dům“ má velká část veřejnosti spojenou myšlenku bydlení „pro horních deset tisíc“ s obrovskými dotykovými displeji, propracovanými multimediálními systémy, které jsou ovládány mobilním telefonem či tabletem apod. Opravdová inteligence je však často skryta ve službách a funkcích, které výrazně ovlivňují komfort bydlení a energetické úspory, které běží „na pozadí“. Cílem je to, aby k obsluze nebylo zapotřebí žádných speciálních znalostí nebo dovedností a běžný návštěvník si ani neuvědomí, že se v inteligentním domě vůbec nachází. Veškeré „efektní vychytávky“ nejspíše běžného uživatele velice rychle omrzí a časem většinu z nich přestane využívat. Z tohoto hlediska je možno doporučit rozvážný a racionální přístup už v etapě přípravy projektu, protože desítky a stovky tisíc korun se mohou využít vhodněji, než investicí do „drahých krabiček“, které pak jsou využity jen z několika málo procent svých opravdových možností. [1]

2.4 Nenápadný a úsporný komfort

Komfort, se kterým se spojuje inteligentní domácnost se neopírá o využití efektních systémů a funkcí, které časem omrzí, ale v drobných detailech, v přívětivosti a hospodárnosti domu, které uživatel mimovolně akceptuje, protože pracují na pozadí samy bez nutného jakéhokoliv zásahu. Jako příklad můžeme sdělit vedlejší využití signálů z pohybových čidel alarmu, informace o aktuálním čase a ročním období i momentální poloze slunce pro řízení osvětlení na chodbách, obytných a dalších prostorech domu. Ihned po západu slunce je vhodná vyšší intenzita osvětlení, v průběhu noci postačí jen mírnější osvětlení pro orientaci. Vypínače se brzy stanou opomíjeným způsobem ovládání, naopak uživatelé podvědomě předpokládají automatické ovládání svítidel i v jiných místnostech, např. na WC a v koupelnách, ve kterých se často zapomíná zhasínat. Podobně lze automatizovat i spousty jiných funkcí. Například intenzitu a čas větrání v koupelnách a na WC lze uzpůsobit délce přítomnosti osob, ale též i venkovní teplotě. Oběhové čerpadlo teplé užitkové vody postačuje spouštět jen v době přítomnosti osob v kuchyni, na WC či v koupelně. Lze vymyslet hodně obdobných návrhů, které po malých krůčcích významně sníží spotřebu energie nebo zvýší komfort obývání. Nepochybně se to týká též propojení bezpečnostních funkcí a úspory energie. Běžná je vazba topení a osvětlení na čidla zabezpečovacího zařízení - při odchodu z domu se např. automaticky zhasnou „zapomenutá“ světla a topení přejde do úspornějšího režimu. Analogicky je ztlumeno topení při otevřených oknech. Mezi propracovanější funkce patří mírné „předtopení“ domu v závislosti na okolní teplotě a předvídané (nebo i vypočtené) rychlosti jeho chladnutí před očekávanou dobou vypnutí nízkého tarifu v dodávce elektřiny. K bezpečnosti napomáhá paměť událostí (světla, žaluzie) z předchozího týdne a jejich využití v době, kdy jsou uživatelé na dovolené. [1]

Inteligentní dům by měl zejména sloužit jeho uživatelům a průběžně se adaptovat jejich stále se měnícím požadavkům i moderní nabídce přístrojů a technologických zařízení na trhu. Není nezbytné si jej pořídit v určité podobě a tu doživotně používat. [1]

2.5 Používané druhy systému

2.5.1 Centralizovaný systém

Jde o systém, který obsahuje centrální řídicí jednotku. Tato jednotka je propojená prostřednictvím sběrnice s ostatními prvky. Informace ze senzorů jsou posílány do centrální jednotky, kde se zpracují a výsledné informace se posílají do aktorů. Každý senzor, nebo spotřebič má své vlastní propojení s centrální jednotkou a můžou vzájemně komunikovat pouze na této centrále.[3]

Výhody: -Levné senzory a aktory

Nevýhody: -Složitá funkčnost

-Nutné propojení centrální jednotky se všemi prvky systému

2.5.2 Decentralizovaný systém

Všechny prvky decentralizovaného systému jsou navzájem propojené pomocí komunikační sběrnice, po které si předávají nebo přijímají informace. Tento systém neobsahuje žádný centrální prvek, proto jsou si všechny prvky rovnocenné. [3]

Výhody: -Jednodušší a levnější propojení mezi prvky

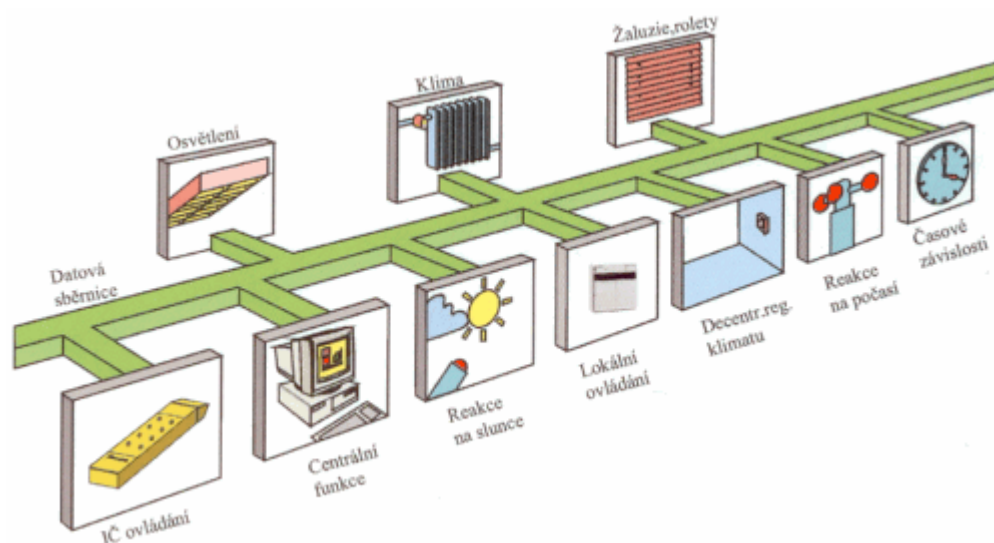
-Variabilita systému

-Při poruše nedojde k výpadku systému

Nevýhody: -Cena prvků z důvodu inteligence jednotlivých prvků

2.5.3 Centralizovaný vs. decentralizovaný systém

Decentralizované systémy jsou více než vhodné pro prostorně veliké budovy. Aby byl zajištěn dokonalý přehled a kontrola nad jednotlivými technologiemi včetně jejich optimální spolupráce, musí být lokální regulace začleněna do systému řízení celého objektu. Příkladem může být propojení individuální regulace místnosti (IRC - Individual Room Control) s centrálním systémem ovládání objektu: po identifikaci uživatele (docházkovým systémem, přítomnostním čidlem apod.) je v příslušné sekci aktivováno větrání a vytápění je přepnuto do režimu komfort. Na tuto událost přiměřeně reagují primární zdroje: připravují více tepla a zvyšují otáčky ventilátoru pro výměnu vzduchu. U rozlehlých budov je těžko představitelné, že by se takováto výměna informací mohla provádět *fyzickým vydrátováním* každé jednotlivé informace do centrální řídicí jednotky.[2]



Obr. 2.2 Decentralizovaný systém [2]

2.5.4 Hybridní systém

U tohoto typu systému jsou senzory zapojené na sběrnici, ale aktory jsou hvězdicově připojené na řídicí jednotku, jako je to u decentralizovaného systému.

2.6 Topologie sběrnicových systémů

Sběrnice (anglicky bus) je systém přenosu informačních dat mezi jednotlivými prvky domácí automatizace. Většinou se signály sloužící k řízení přístrojů posílají po kabelech, ale lze to i bezdrátově. Aby se sjednotila rozličná řešení od různých světových výrobců a daly se dohromady do systému zapojovat různé přístroje, dohodli se někteří výrobci, že budou používat jednotný systém takovýchto sběrnic. Účastníci sběrnice systému se nazývají aktory nebo senzory, které si po této sběrnici vyměňují informace. Senzory jsou napájeny ze sběrnice po které posílají data. Aktory přijímají data od senzorů a vykonají potřebný požadavek. Sběrnice je napájena malým napětím SELV.

Některé druhy senzorů: -snímač teploty
 -snímač tlaku
 -snímač větru
 -snímač kouře
 -vypínače
 -převodníky

Některé akční členy: -elektrické spotřebiče
 -osvětlení
 -servomotory
 -motory čerpadel

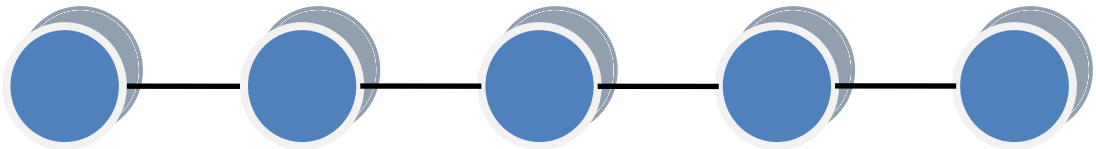
2.6.1 Liniová topologie

Každý prvek je propojený s dalším za sebou v jedné linii. [3]

Výhody: -Levná a jednoduchá instalace

-Přehlednost

Nevýhody: -Při výpadku jednoho prvku vypadne celá struktura



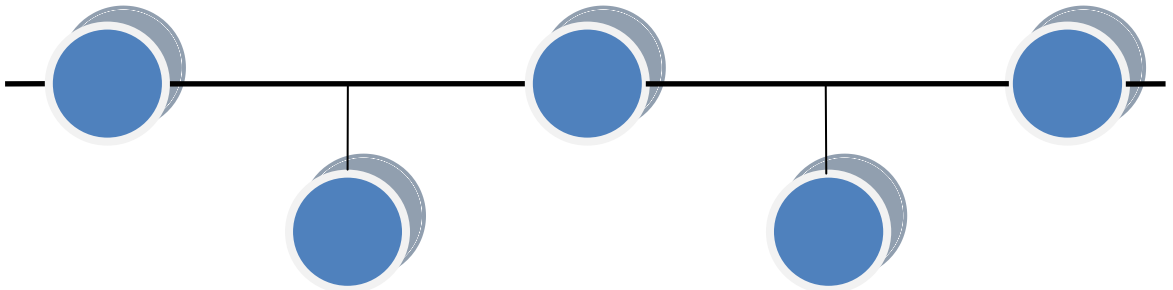
Obr. 2.3 Liniová topologie

2.6.2 Lineární topologie

Jednotlivé prvky jsou propojeny lineárně za sebou. [3]

Výhody: -Jednoduchost připojování prvků

Nevýhody: -Při výpadku jednoho prvku vypadne celá struktura



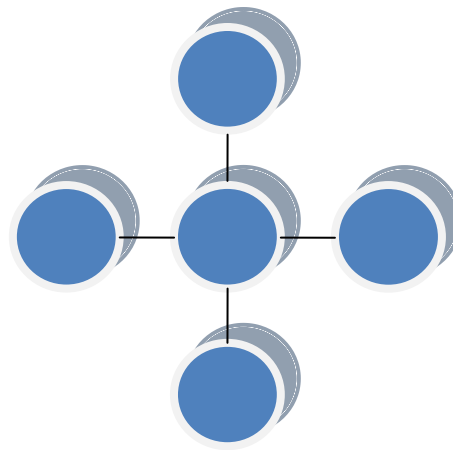
Obr. 2.4 Lineární topologie

2.6.3 Hvězdicová topologie

V tomto rozpoložení je na střed umístěn tzv. koncentrátor, který se dále spojuje s ostatními prvky. [3]

Výhody: -Výpadek jednoho prvku nevyvolá výpadek celé struktury
-Snadná rozšiřitelnost topologie

Nevýhody: -Velká spotřeba kabelů

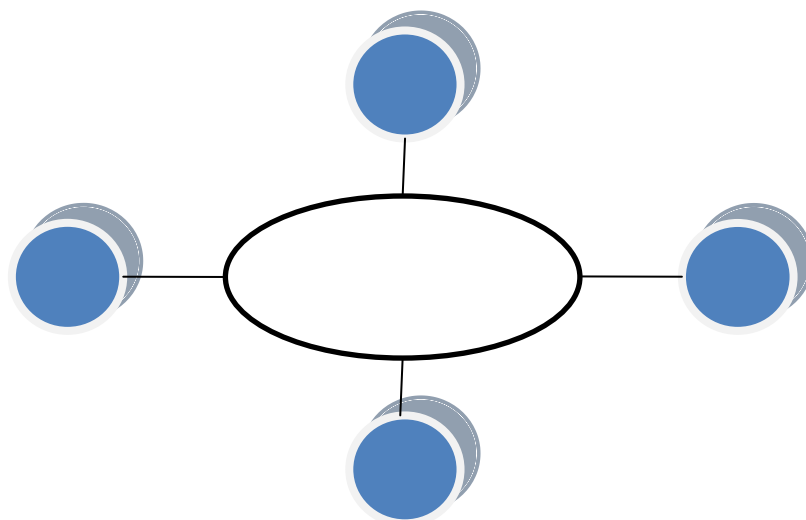


Obr. 2.5 Hvězdicová topologie

2.6.4 Kruhová topologie

Tato topologie neobsahuje žádný centrální prvek a dílčí prvky jsou připojovány do kruhu po kterém si předávají informace. [3]

Výhody: -Snadná a levná instalace
-Výpadek jednoho prvku nevyvolá výpadek celé struktury

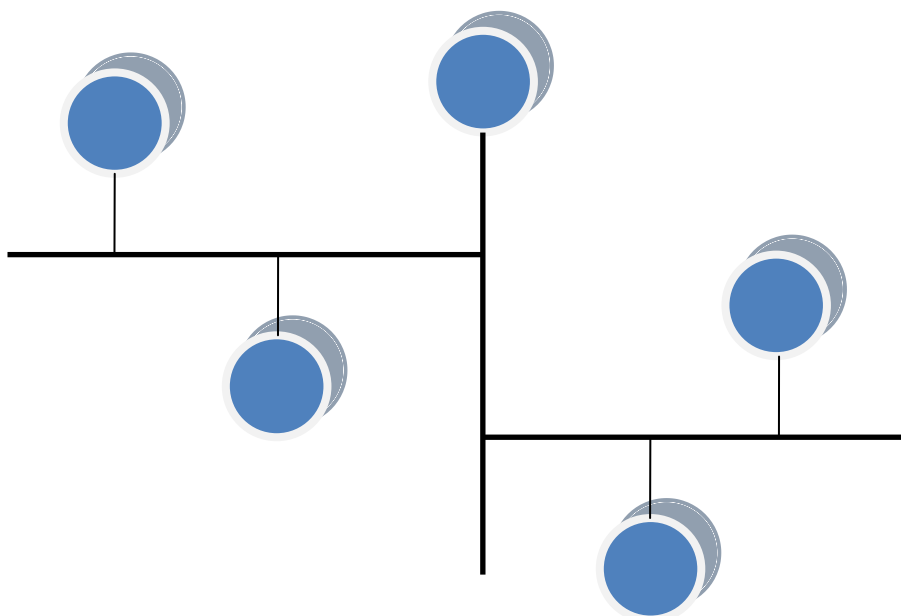


Obr. 2.6 Kruhová topologie

2.6.5 Stromová topologie

Každý ovládací prvek je umístěn do větví, které jsou napojeny na centrální sběrnici. [3]

- Výhody:
- Výpadek jedné větve nezpůsobí výpadek celé soustavy
 - Komunikaci lze provádět jen v určitých větvích



Obr. 2.7 Stromová topologie

2.7 Sběrníkové systémy

2.7.1 EIB (European Installation Bus)

Jedná se o decentralizovaný řídicí systém, který řídí a kontroluje elektrická zařízení včetně jeho příslušenství. Na jeho vývoji se podílí firmy Berker, Gira, Jung, Merten a Siemens AG. EIB umožňuje, aby byla všechna zařízení propojena na hlavní řídicí sběrnici tzn., že veškeré komponenty mohou odesílat příkazy jiným, bez ohledu na jejich umístění. Typická zařízení v systému EIB jsou snímače, stmívače, stykače, termoregulátory a systémové komponenty. Systém byl vyvinut pro zvýšení úspory energie, bezpečnost, komfort a flexibilitu.

V systému EIB se paralelně se silovým vedením 230 V klade i vedení datové sběrnice. Na ní se pak napojují jednotlivé stmívače a ovladače. Elektrická sběrnice je vyrobena z 2x2x0,8 mm páru krouceného kabelu, který propojuje všechna zařízení v síti. Maximální teoretický počet komponentů je 57 600.

- Výhody:
- Velmi jednoduchá instalace
 - Snadná pozdější rozšiřitelnost či změny
 - Decentralizovaný systém
 - Úspory energie a nákladů

2.7.2 EIB/KNX

Jedná se o propracovanější verzi systému EIB, která je ale zpětně kompatibilní se staršími výrobky EIB. Pro přenos informací mezi jednotlivými prvky systémové elektrické instalace a současně i pro napájení vstupních částí slouží sběrnice, tvořená sdělovacím kabelem. Pro napájení i pro přenos informací slouží jediný pár vodičů, ale je předepsáno používání kabelu se dvěma kroucenými páry vodičů. Druhý pár je určen jako rezerva v případě poškození hlavního páru. [4]

Sběrníkový systém je napájen malým napětím SELV, jejímž požadavkům musí vyhovovat napájecí zdroje i veškeré přístroje napojené na sběrnici. Zkušební napětí vnějšího pláště kabelu sběrnice je 4 kV. To umožňuje klást sběrníkový kabel v souběhu se silovým vedením nízkého napětí. Díky stále se měnícím požadavkům na vybavení elektrické instalace, nebo možnosti rozšíření, takováto instalace výrazně snižuje montážní pracnost. Průměry měděných jader vodičů sběrníkového kabelu byly stanoveny na 0,8 mm. Vyhovujícími kabely jsou např. YCYM 2x2x0,8 nebo JYSTY 2x2x0,8. [4]

Při propojování přístrojů v systémové instalaci EIB/KNX je možné vést kabel sběrnice libovolně, bez ohledu na příslušnost použitých prvků k jednotlivým funkcím – vždy co nejkratším směrem. Sběrnice se může podle potřeby větvit. Je tedy možná liniiová, paprsková či stromová struktura anebo jejich kombinace. Zakázanou strukturou je kruhové uspořádání – nikde se nesmí na sběrnici uzavřít smyčka. [4]

Silová vedení jsou použita jen v nejnútnejší míře a to pro propojení akčních členů s ovládanými elektrickými předměty. [4]

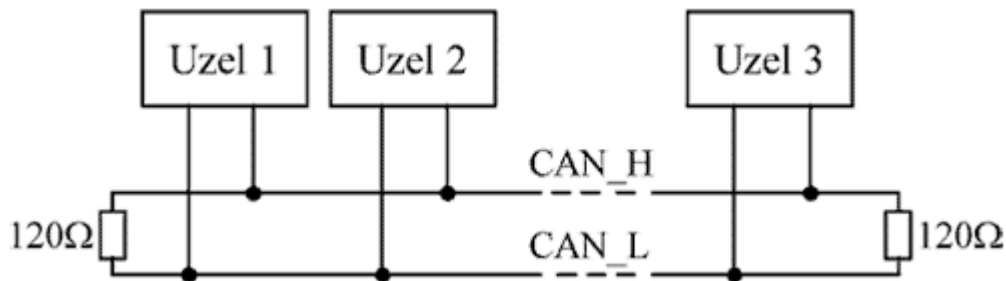
- Výhody:
- Vysoký komfort ovládání
 - Snadné přizpůsobení elektroinstalace měnícím se potřebám uživatele
 - Úspory energie

2.7.3 CAN (Controller Area Network)

Tato datová komunikační síť byla vyvinuta německou firmou Robert BOSCH GmbH v 80. letech a stala se mezinárodním standardem (ISO 11898). Původně sloužila výhradně pro úsporu elektroinstalace a pro zabezpečení přenosu dat mezi senzory a funkčními jednotkami v automobilu. Díky dobrým vlastnostem komunikační sítě si nachází uplatnění i v jiných sférách automatizace.[5]

CAN nejdříve používala modifikované rozhraní RS 485, které bylo později definováno normou ISO. Tato norma pojednává o popisu elektrického rozhraní (fyzická vrstva) a popisu datového protokolu (linková vrstva).[5]

Jako přenosové médium slouží sběrnice, která je provedena dvou vodičovým vedením. Signálové vodiče jsou vyznačeny jako CAN_H a CAN_L, a jsou ukončeny odpory o hodnotě 120Ω . Na tuto sběrnici se napojují individuální sdělovací uzly, jejichž množství může být až 110.[5]



Obr. 2.8 Principiální schéma sběrnice CAN [5]

Po sběrnici se posílají 2 logické stavy: aktivní (dominantní - log.0) a pasivní (recesivní - log.1). Sběrnice je v aktivním stavu, je-li alespoň jeden její uzel v dominantním stavu a v pasivním stavu se nachází sběrnice, jsou-li všechny uzly v recesivním stavu. Dominantním stavem je rozuměno nenulovým rozdílem napětí mezi vodiči CAN_H a CAN_L a jako recesivní stav se považuje nulový rozdíl napětí.[5]

Nejvyšší rychlost přenosu je stanovena pro délku sběrnice do 40 m a to na 1Mbit/s. S rostoucí délkou sběrnice rychlost klesá. Při délce 130 m na 500kbit/s, při délce 560 m na 125kbit/s a při délce 3300 m rychlost klesne na pouhých 20kbit/s.[5]

Komunikace po sběrnici CAN je řešená tak, že libovolný uzel má možnost použití sběrnice pro zasílání svých vlastních sdělení. Sdělení, které je posíláno, obsahuje identifikační číslo vysílajícího uzlu. Identifikátor přesně určí nikoli jen obsah zprávy, ale i přednost přístupu na sběrnici. Takto je možno poslat zprávu z jednoho uzlu do druhého nebo několik dalších uzlů zároveň. Sběrnice CAN pracuje ve dvou režimech - více nadřazených uzlů (multi-master) a jeden uzel nadřazený a více podřazených uzlů (master-slave). [5]

- Výhody:
- Vysoká rychlost přenosu dat při délce sběrnice do 40 m
 - Rozlišení a selekce zpráv identifikátorem
 - Priorita vysílané zprávy
 - Úroveň zabezpečení přenosu

- Nízká pořizovací cena
 - Provozní spolehlivost
- Nevýhody:
- Omezený počet dat přenášených v rámci jedné zprávy (0-8 Byte)
 - Prvotní náročnost nastavení registrů CAN sběrnice

2.7.4 BACnet (Building Automation and Controls Network)

Komunikační protokol BACnet je od roku 2003 evropským standardem v rámci CEN (Committee for European Standardization) pod označením ISO 16484-5. Je zejména určený pro automatizační a operátorskou úroveň automatizace budov. Sám o sobě není klasickou kompletní komunikační sběrnici. Kontroluje vyšší vrstvy úrovně komunikačního systému a na nižší vrstvě používá již dnes využívané komunikační systémy. Základem protokolu BACnet je vyjádření univerzálního popisu všech možných funkcí zařízení. V oblastech, kde se využívá komunikace pomocí internetového připojení je bez licenčních poplatků. Vhodné aplikace jsou např. detekce a hlášení požárů, řízení osvětlení, hlídací systémy, inteligentní výtahy... [6]

Přenos zpráv protokolem BACnet je možné provádět dvěma odlišnými způsoby:

1. Prostřednictvím sítě Ethernet (BACnet/IP). Dnes je tato komunikace v systémech automatizace budov nejvíce využívaná. Přenos dat se tímto způsobem pohybuje rychlostí 10Mbit/s a 100Mbit/s. [6]
2. Prostřednictvím sítě RS 485. Sběrnice RS-485 je sériová linka, typ protokolu Master-Slave/Token-Passing (MS/TP). MS/TP má jeden nebo více uzlů (MASTER), kteří spolupracují v logickém kruhu. Sběrnice může mít i účastnické uzly (SLAVE), které ovšem nemohou vysílat zprávy bez jejich vyžádání MASTERem. [6]

2.7.5 LON (Local Operating Network)

Standard LON byl vytvořen začátkem 90. let americkou firmou pod názvem

Echelon jako všestranné a laciné komunikační spojení pro mnoho technických aplikací na nejnižší automatizační úrovni. Záměrem firmy byla výroba čipu pod názvem Neuron, který by obsahoval veškeré potřebné funkce. Použitý protokol se jmenuje LonTalk a celá technika se nazývá LonWorks. [6]

Sběrnice LON je otevřený decentralizovaný sběrnicový systém používající sériového přenosu dat. Obsahuje uzly, které si mezi sebou předávají informace. Kterýkoli regulátor má universální čip, který obsahuje neuronový čip a připojení na sběrnici. Neuronový čip obsahuje tři osmibitové procesory, paměti, časovací jednotku, komunikační sběrnici a vstupní/výstupní část. [6]

Číslicový signál na sběrnici LON je vysílán sériově v podobě telegramů na různých přenosových médiích - kroucené páry vodičů, elektrorozvodné sítě, vysokofrekvenční rádiové vlny, infraporty, koaxiální kabely a skleněná vlákna. Dle přenosového média a vzdálenosti spojení se přenosová rychlost pohybuje mezi 600 b/s až 1,25 Mb/s. [6]

V praxi se sběrnice LON používá v uplatnění, kde není kladen nárok na rychlost přenosu dat, ale na délku použité sběrnice. Hlavní využití sběrnice je při propojování různých systémů, např. vytápění, přístupové systémy, řízení spotřeby energie apod. [6]

2.7.6 Modbus

Modbus je otevřený protokol hodící se pro vzájemnou komunikaci všemožných zařízení (PLC, dotykové displeje, I/O rozhraní), který dovoluje přenést data po různých sběrnicích a sítích. Tento protokol je hlavně využíván v průmyslu, ale má i své pevné postavení v systémech automatizace budov. Využijeme ho pro integraci průmyslových zařízení do centrální stanice systému automatizace budov. Mnoho systémů dnes potřebuje i informace z průmyslových zařízení (například z frekvenčních měničů, které ovládají čerpadla nebo pohony). Komunikace pracuje na principu posílání dat mezi klientem a serverem. [6]

Protokol Modbus vymezuje strukturu zprávy na úrovni protokolu (PDU - Protocol Data Unit), která není závislá na typu komunikační vrstvy. Podle použití typu sítě je PDU rozšířena o další části a vytváří zprávu na aplikační úrovni (ADU -

Application Data Unit). Kód funkce dává serveru pokyn, který typ operace má vykonat. Rozsah kódů je 1 až 255, z toho jsou vyhrazeny kódy 128 až 255 pro sdělení negativní odpovědi (chyby). [6]

Modbus určuje dva sériové přenášející režimy a to Modbus RTU a Modbus ASCII. Tento režim určí jak data dekodovat a v jakém formátu ho má poslat.

Modbus RTU - Režim RTU je specifický tím, že obsahuje každý 8-bitový byte zprávy dva 4-bitové hexadecimální znaky. Šířka mezery by neměla přesahovat více jak 1,5 znaku. Začátek a konec je vyhodnocen tak, že je šířka mezery větší jak 3,5 znaku. [6]

Modbus ASCII - V tomto režimu je každý 8-bitový byte odeslán jako dvojice ASCII znaků. Díky tomu je sice pomalejší, ale za to umožňuje posílat znaky s mezerami až 1 s., proto je i určení začátku a konce zprávy odlišné. Začátek je určen znakem ":" a konec dvojicí řídicích znaků CR, LF. [6]

2.7.7 X-10 (Industry Standard)

Systém X-10 byl vyvinut v roce 1975 ve Skotsku firmou Pico Electronics. Jejím cílem bylo umožnit dálkové ovládání domácích přístrojů a spotřebičů. Díky své struktuře, spolehlivosti a nízké ceně je po celém světě velmi oblíbený a využíváný. [7]

Jedná se o decentralizovaný systém, který na rozdíl od ostatních protokolů využívá pro posílání dat síťový rozvod 230V/50Hz. Aby se předcházelo ovlivňování více sousedních systémů X-10 a aby byl přenos všemi třemi fázemi spolehlivý, umisťuje se na hlavní přívod do objektu speciální síťový filtr. [7]

Mezi zařízeními X-10 se posílají digitální data, která jsou zakódována do RF bustru 120kHz o délce 1 ms, a ten je rozložen na 50/60 Hz signálu pro 230 V. Každý jeden bit je přenesen při průchodu střídavého proudu nulou. Data se přenášejí v rámci datového bloku, který se nazývá Start Code, poté následuje adresa a vlastní data. Základní datový blok je dlouhý 11 síťových cyklů. Aby byl přenos dat zabezpečený jsou bloky posílány v páru, který je pak porovnáván. [7]

Protokol X-10 provádí vyhodnocení dvouhodnotové funkce (1/0), ale umí pracovat i s číselnými údaji. Každému jednotlivému modulu X-10 je přiřazena adresa o písmenech A až P s čísly 1 až 16. Počet všech adres je omezen na 256.

Na každém modulu se pomocí otočného přepínače nastavuje adresa mechanicky. Na jeden uzel je možné přiřadit více modulů tak, že každému z nich přiřadíme stejnou adresu. Tyto moduly pak reagují na povely současně. Systém X-10 je možné ovládat třemi způsoby: na dálku (telefonem, dálkovými ovladači), časově (pomocí PC interface), nebo lokálně (pomocí lokálních nebo stolních ovladačů). [7]

- Výhody:
- Stavebnicová struktura
 - Otevřený systém
 - Nízká cena modulů
 - Spolehlivost přenosu
 - Nenáročnost instalace
 - Decentralizovaný systém
- Nevýhody:
- Starý typ systému
 - V ČR je těžko k dostání

2.7.8 Nikobus

Systém NIKOBUS je hybridní systém. Každý senzor je připojen na sběrnici (kroucená dvojlinka 2x2x0,8 mm), který je napájen malým napětím SELV 9 V stejnosměrných. Na tuto sběrnici se připojují aktory (řídící jednotky) a každý z nich může ovládat až 12 samostatných obvodů. Aktory nejsou připojeny jen na sběrnici, ale také na silové rozvody a jsou umísťovány do podružných rozvaděčů do co nejbližšího okolí, kde mají vykonávat svojí práci. Oproti plně decentralizovanému systému je tento způsob levnější, ale komfort a funkčnost je zachován. [8]

Řídící jednotky rozdělujeme na 3 typy: spínací, roletová a stmívací. Spínací řídící jednotka je vhodná zejména pro zapínání a vypínání jednotlivých obvodů např. spínání spotřebičů, zásuvkových obvodů, světel a pod. Roletová jednotka ovládá motorové pohony s rezervací, proto je vhodná pro řízení žaluzií, vrat, topení, klimatizace atd. Stmívací jednotka slouží k ovládání intenzity osvětlení v průběhu dne i k jeho zapnutí či vypnutí. [8]

Nastavení systému lze provádět pomocí PC, nebo je možné nastavit řídící jednotky mechanicky. Nový trend tohoto systému je ovládání hlasem. Dle potřeby

je rozšiřitelnost nebo záměna některého z ovládacích prvků bezproblémová a vyhneme se složitým stavebním úpravám. NIKOBUS potřebuje pro svou instalaci provedení stavebních úprav, proto je vhodný hlavně do plně rekonstruovaných objektů a novostaveb. [8]

- Výhody:
- Částečně decentralizovaný systém
 - Levnější než plně decentralizovaný systém
 - Rozšiřitelnost
 - Záměna ovládacího prvku za jiný
- Nevýhody:
- Instalace potřebuje stavební úpravy

2.8 Shrnutí

Ve výše uvedeném obsahu jsem se snažil nastínit jaké výhody či nevýhody nám inteligentní budova přináší, pro jaké vrstvy občanů a typy staveb je vhodná. Stručně jsem se snažil vysvětlit kolik je nutné do inteligentní instalace investovat a kolik naopak můžeme díky ní ušetřit, nebo jak je její ovládání přehledné a jednoduché.

V další části jsem popisoval jaké druhy a topologie sběrnicových systémů se v dnešní době pro automatizaci budov používají včetně jejich kladů a záporů. Dále jsem se snažil vybrat a okrajově popsat principy činností jednotlivých konkrétních sběrnicových systémů. Zde uvedené sběrnicové systémy jsou dle mého názoru nejrozšířenější a nejvíce využívané jak v ČR, tak i ve světě. Na trhu jich najdeme samozřejmě mnohem více (CIB, PHC, DALI, Ego-n, Cestron, LCN, C-bus, Loxone, AMX, BACnet, M-Bus, Bati-Bus atd.), ale tyto systémy jsou velmi podobné, nebo jsou kombinací mnou popsaných systémů.

Díky velké nabídce a konkurenci firem, které inteligentní elektroinstalace zhotovují a nabízejí, se stává tento komfort stále více běžně využívaný a už dávno neplatí, že je jen pro majetné občany.

3 Popis systému EIB/KNX

Z výše uvedených sběrnic jsem si pro návrh řešení inteligentní elektroinstalace vybral sběrnici EIB/KNX. Z počátku ji detailněji popíšu z hlediska topologie, jednotlivých prvků systému a jejich využití. V další části se zaměřím na vizuální návrh rodinného domu, ve kterém navrhnu dvě varianty řešení inteligentní elektroinstalace.

3.1 KNX

KNX je celistvý systém pro komplexní ovládání domácností a inteligentních budov, který je plně v souladu s Evropskou normou EN50090 (European Standard for Home and Building Systems) a s normou ISO/IEC 14543. Její použití najdeme jak pro ovládání zakrývacích prvků (rolety, markýzy, žaluzie), tak i pro ovládání osvětlení, topení v budově a pro dohled jiných technik v domě. Všechny technologické úseky v budově, které zvyšují komfort bydlení jsou sdruženy do jednoho logicky utříděného systému. [9]

Asociace Konnex byla založena v roce 1999, která sídlí v Bruselu a měla tyto cíle:

- Definice nového standardu KNX pro inteligentní instalaci v budovách
- Zřízení značky KNX jako záruka jakosti a kompatibility mezi jinými výrobci
- Podpora KNX jako standardu pro Evropu [9]

3.2 Základní principy KNX

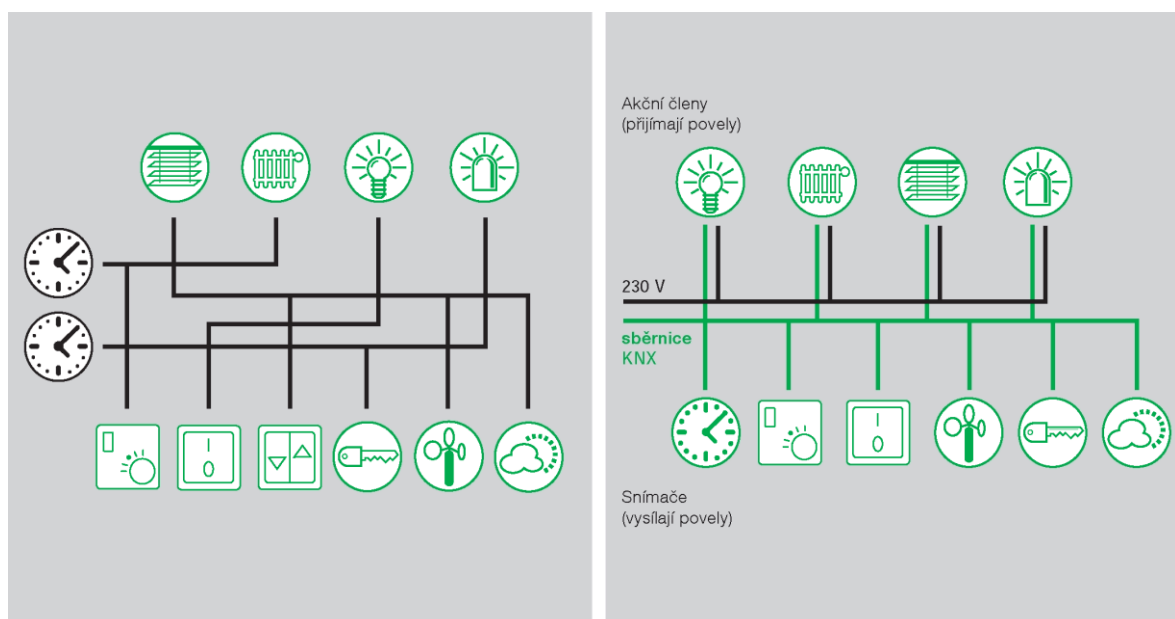
Jedná se o decentralizovaný sběrniceový systém, do níž se připojují různé KNX prvky. Jednotlivé prvky mají přidělenou jedinečnou fyzickou adresu, která slouží k jeho identifikaci. Komunikace mezi prvky se koná přes sběrnici, po které jsou posílány nebo přijímány tzv. telegramy, které obsahují pokyn pro cílový prvek. Sběrnice je napájena malým napětím 30 V. Všechny aktory či senzory mají zabudovaný aplikační program, který se dále programuje pomocí programového

nástroje ETS a tak je možné se lehce přizpůsobit nárokům a požadavkům spotřebitele. Na KNX sběrnici se připojují i prvky, které se nedají označit jako senzor či aktor. Tyto prvky jsou např. napěťový zdroj, liniové spojky a různá rozhraní. Naopak některé prvky fungují jako aktor a senzor zároveň jako např. Somfy KNX motor controller. Tento motor kromě řízení obsahuje i 8 binárních vstupů. [9]

3.3 Výhody KNX oproti klasické instalaci

Zde je souhrn podstatných výhod inteligentní elektroinstalace KNX oproti tradiční elektroinstalaci [9]:

- Jednoduchost a kratší vzdálenosti kabeláže
- Rozšiřitelnost
- Při změně využitelnosti prostor je snadné přizpůsobení instalace
- Možnost komunikace mezi prvky sběrnice
- Nadstandardní požadavky instalace
- Jedná se o otevřený systém, proto může být propojen i s jinými systémy



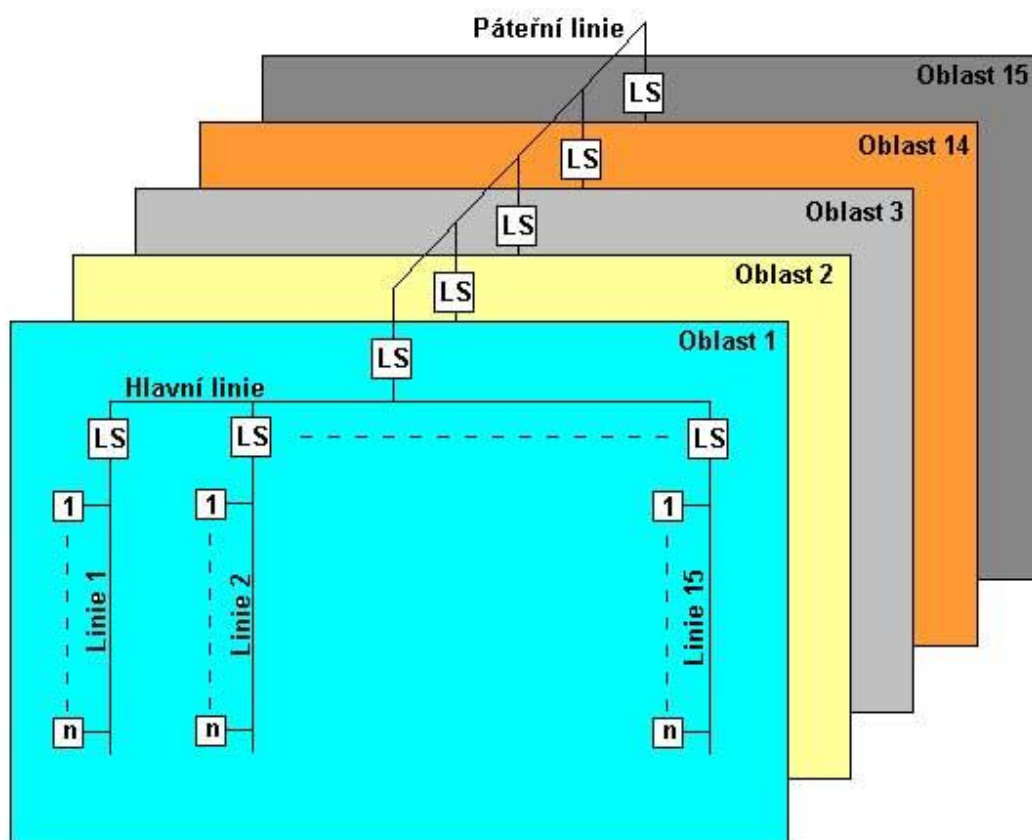
Obr. 3.1 Klasická vs. inteligentní elektroinstalace [10]

3.4 Struktura KNX sběrnice

KNX je plně decentralizovaný systém a může v něm vzájemně komunikovat až 65 536 zařízení díky 16-ti bitovému adresování. [9]

Struktura KNX je seřazena do tří úrovní. Ta nejvyšší úroveň je centrální, nebo se nazývá i páteřní linie (backbone line), která obsahuje 15 hlavních linií (main line - střední úroveň). Na každou hlavní linii se může spojit dalších 15 linií (spodní úroveň - podsítě). Spodní úroveň umožňuje připojení až 256 zařízení k jedné lince, které se zahrnují spolu s částí páteřní linie a s hlavní linií do jedné skupiny nazývané zóna (oblast) 1 - 15. [9]

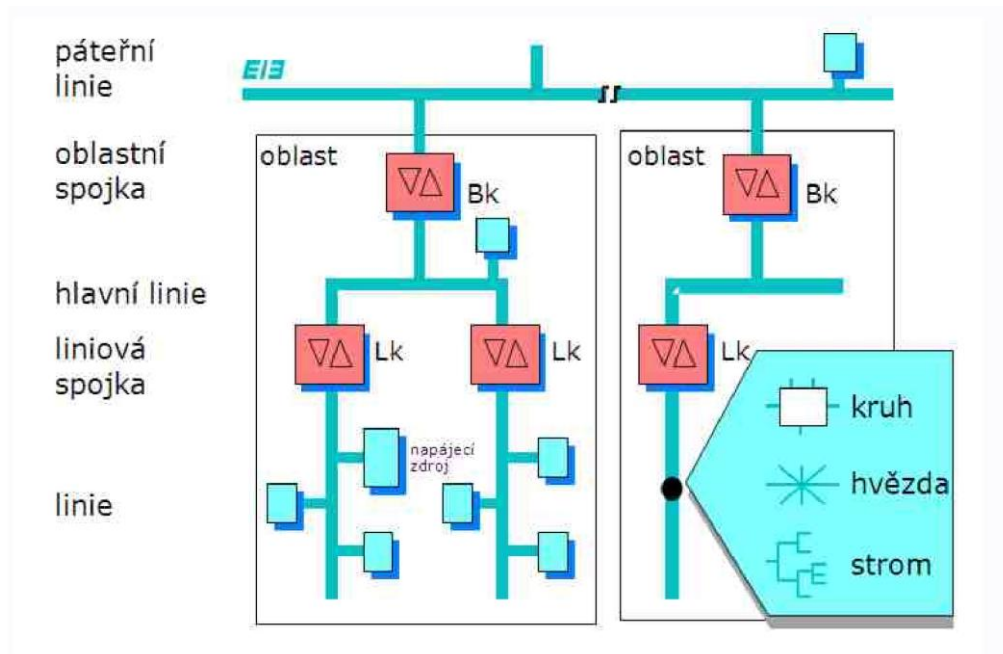
Aby nebyla struktura omezena pouze na jednu páteřní linii, ke které můžeme napojit maximálně 256 jednotek, tak tato tři úroňová struktura sítě potřebuje oddělovače zón a linií. [9]



Obr. 3.2 Struktura KNX sběrnice [9]

3.4.1 Topologie linie

Veškeré zařízení (účastníci) si mohou vyměňovat informace s kterýmkoli jiným účastníkem prostřednictvím telegramu a každá linie je složena z maximálně čtyř liniových segmentů s maximálně 64 účastníky. Všechny segmenty potřebují vlastní napájecí zdroj. [9]



Obr. 3.3 Liniové a oblastní spojky [9]

3.4.2 Topologie oblasti

Hlavní linie lze rozšířit o 15 oblastí pomocí oblastních spojek. Každá z oblastí musí mít vlastní zdroj napájení, tak jako je tomu i u každé linie. Na hlavní a oblastní linii nemůže být obsažen žádný liniový zesilovač. Může být osazen pouze v liniích, kde nestačí její maximální kapacita 64 účastníků. Do jedné oblasti (zóny) může být zapojeno až $15 \times 64 = 960$ účastníků v základní realizaci sběrnice, která není nijak rozšířena. [9]

3.4.3 Fyzická adresa

Fyzická adresa je určena pro jasnou identifikaci účastníka, ze které lze rozpoznat přesnou pozici prvku v rámci topologie sběrnice. Fyzická adresa je v podobě Oblast x Linie x Účastník a uvádí se v rozpětí od 0.0.1 do 15.15.255. [9]

B=1-15	adresuje na oblast 1-15	Oblast
B=0	odkazuje na účastníka na páteřní linii	
L=1-15	adresuje na linii 1-15 v rámci oblasti definované pomocí B	Linie
L=0	odkazuje na hlavní linii	
U=1-255	odkazuje na účastníka v rámci definované linie pomocí L	Účastník
U=0	adresa liniové spojky	

Tab. 3.1 Fyzické adresy [9]

Fyzická adresa se přiděluje individuálním účastníkům v rozsahu programování systému. Pro normální provoz není nutné znát fyzickou adresu, ale jen pro tyto případy [9]:

- Diagnóza a hledání poruch
- Náhrada zařízení jiným
- Když programujeme přes sběrniceovou spojku jiného zařízení

3.4.4 Oblastní a liniová spojka, liniový zesilovač

Liniový zesilovač, oblastní a liniová spojka jsou v podstatě shodná zařízení, ale jejich funkce je dána místem osazení na sběrnici a také tím, že mají odlišnou fyzickou adresu. Názorně je vše uvedeno na obrázku č. 3.3. V každé linii můžeme

uložit až tři liniové zesilovače a tím zvýšit kapacitu jedné linie na 255 účastníků, kde se každý liniový zesilovač počítá jako jeden účastník. Co se týče zapojení, tak tyto tři liniové zesilovače se nesmí zapojovat lineárně za sebou, ale pouze paralelně. [9]

Kdybychom využili plný potenciál jedné KNX sběrnice a využili jsme všech oddělovačů linií a liniových zesilovačů, mohli bychom osadit $256 \times 15 \times 15 = 57600$ účastníků. Pokud by nebylo použito liniových zesilovačů, omezil by se počet účastníků v základním provedení sběrnice KNX na $64 \times 15 \times 15 = 14400$ účastníků. [9]

Liniové zesilovače se využívají výhradně v případě rozšíření již stávajícího zařízení. Každá linie (oblast) funguje samostatně a tím se zvyšuje spolehlivost celého systému. Dále se tím omezuje i četnost vysílacích telegramů díky oddělovačům, které filtrují telegramy a propouštějí jen nezbytně nutné telegramy.

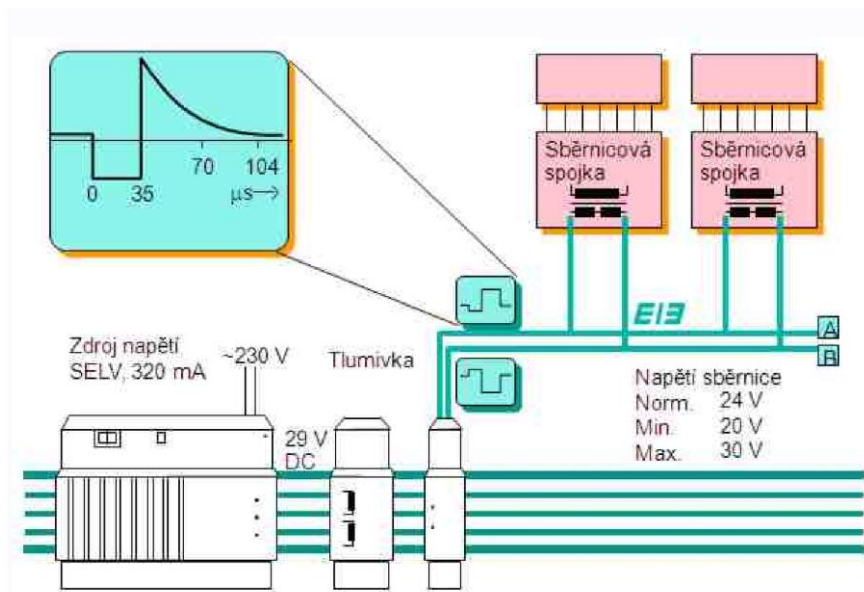
Osazení spojek a jejich fyzická adresa O x L x U				
O	L	U	pojmenování	místo osazení
>0	=0	=0	oblastní spojka	páteřní/hlavní linie
>0	>0	=0	liniová spojka	hlavní linie/linie
>0	>0	>0	liniový zesilovač	rozšíření linie

Tab. 3.2 Osazení spojek a jejich fyzická adresa [9]

3.4.5 Minimální instalace

Přenosové médium sběrnice tvoří 2x2x0,8 mm páru krouceného kabelu (Twisted pair) - TP1. Twisted pair instalace je minimálně tvořena z těchto zařízení :

- Zdroj 30V DC
- Aktor
- Senzor
- Sběrníkový kabel



Obr. 3.4 Základ instalace [9]

3.5 Přenosová média

Pro KNX elektroinstalaci lze použít následující přenosová média :

- Kroucené páry : TP1 - jedná se o médium, které se převzalo ze staršího standardu EIB. Uváděná datová rychlost kabelu je 9,6 kbit/s [9]

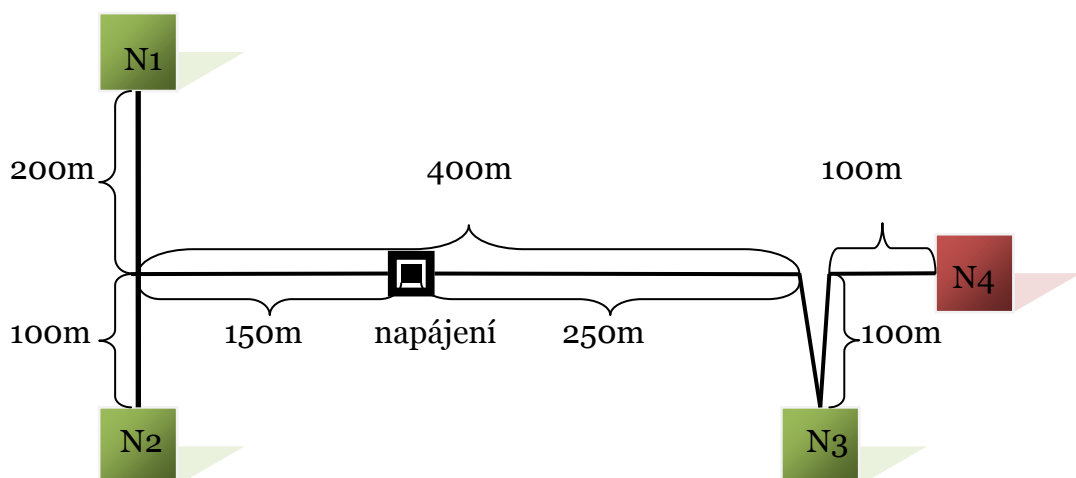
- Napájecí síťové vedení (Power line) - metalické vedení : PL110 - toto médium je opět převzato ze standardu EIB. Uváděná datová rychlost je 1200 bit/s s nosnou frekvencí 110 kHz [9]
- Radiový přenos (RF - Radio Frequency) - bezdrátový - médium je plně upřesněný standardem KNX a lze po něm komunikovat bezdrátově na frekvenci 868 MHz. Kóduje se digitální modulací frekvenčním klíčováním (FSK) [9]
- Infračervený port (Infra) - na tomto médiu lze komunikovat bezdrátově [9]
- IP komunikace - Ethernet, Bluetooth, WiFi/Wireless LAN nebo FireWire

3.6 Přípustné délky a vzdálenosti vodičů pro TP1

Při použití média krouceného páru (TP) vodiče je struktura KNX z hlediska návrhu velmi pružná a můžeme ji sestavit jako lineární, stromovou či hvězdicovou topologii propojení viz. kapitola 2.6. Zde nelze praktikovat kruhovou strukturu, protože KNX standard zakazuje uzavření smyčky na sběrnici.

Dovolené délky a vzdálenosti vodičů pro TP1 [9]:

Vzdálenost mezi 2 zdroji	min. 200 m
Vzdálenost přístroje a zdroje napájení	max. 350 m
Vzdálenost mezi 2 přístroji	max. 700 m
Celková délka vodičů jedné linie	max. 1000 m



Obr. 3.5 Zásady délek a vzdáleností

Z obr. 3.5 je názorně vidět, že vzdálenost od centrálního napájení k přístroji N4 překračuje maximální přípustnou vzdálenost 350 m o 200 m a je tedy toto propojení nepřípustné. Dále je překročena maximální vzdálenost mezi přístroji 700 m a to N1 - N4 o 200 m a N2 - N4 o 100 m. Při překročení přípustných vzdáleností by mohlo docházet ke zkreslení vysílaných telegramů a k větším úbytkům napětí.

3.7 Komunikace

3.7.1 Skupinová adresa

Pomocí skupinových adres se provádí komunikace mezi účastníky a jsou součástí každého telegramu. Jedná se o číselný kód, který v sobě nese činnost kterou má daný přístroj vykonat. V programovacím nástroji ETS lze nastavovat dvě úrovně (hlavní skupina / podskupina) nebo tři úrovně (hlavní skupina / meziskupina / podskupina) skladby skupinových adres. V praxi se ukázalo, že lepší řešení přináší tříúrovňová adresace kvůli lepší přehlednosti celého projektu. Skladba může vypadat následovně [9] :

- Hlavní skupina = patro
- Meziskupina = zaměstnání (osvětlení, rolety, ventilace atd.)
- Podskupina = funkce (zhasnutí osvětlení po odchodu z domu, vytažení rolet kvůli větru atd.)

Podle velikosti vnitřní paměti aktoru se aktory mohou přiřadit k více skupinovým adresám. Senzory jsou omezeny na zaslání jen jedné skupinové adresy na jeden telegram. V rámci jedné skupinové adresy se mohou připojovat jen objekty, které mají stejnou velikost. Jeden komunikační objekt lze přiřadit k více skupinovým adresám. [9]

3.7.2 Příznaky

Ke každému komunikačnímu objektu se přiřazují rozdílné příznaky, které uvádějí podobu jeho komunikace :

COMMUNICATION	Objekt má normální spojení se sběrnici
	Telegramy budou přijaty, ale objekt zůstane beze změny
READ	Informace objektu lze přečíst přes sběrnici.
	Informace objektu nelze přečíst přes sběrnici.
WRITE	Tento objekt může být přes sběrnici pozměněn.
	Tento objekt nemůže být přes sběrnici pozměněn.
TRANSMIT	Objekt bude změněn a odešle odpovídající telegram.
	Objekt odešle jen při požadavku na čtení telegram s odpovědí.
UPDATE	Telegram bude interpretován jako povel k zápisu a hodnota objektu bude aktualizována.
	Telegram nebude interpretován jako povel k zápisu a hodnota objektu nebude aktualizována.

Tab. 3.3 Komunikační příkazy [9]

3.7.3 EIS (EIB Interworking Standards) typy

V níže uvedené tabulce jsou vypsány typy datových objektů :

EIS typ	Jméno objektu	Velikost
EIS 1	přepínač	1 bit
EIS 2	stmívač	1 bit / 4 bity / 8 bitů
EIS 3	čas	3 byte
EIS 4	datum	3 byte
EIS 5	hodnota	2 byte
EIS 6	relativní hodnota	1 byte
EIS 7	rolety	1 bit
EIS 8	priorita/ kontrola	1 bit / 2 bit

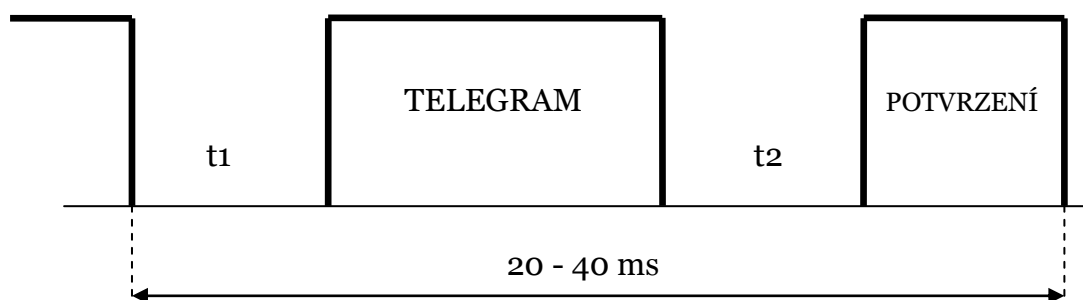
EIS 9	IEEE - plovoucí	4 byte
EIS 10	16 bit počítač	2 byte
EIS 11	32 bit počítač	4 byte
EIS 12	Přístup	4 byte
EIS 13	ASCII znak	1 byte
EIS 14	8 bit počítač	1 byte
EIS 15	řetězec	14 byte

Tab. 3.4 Typy datových objektů [9]

3.8 Telegram

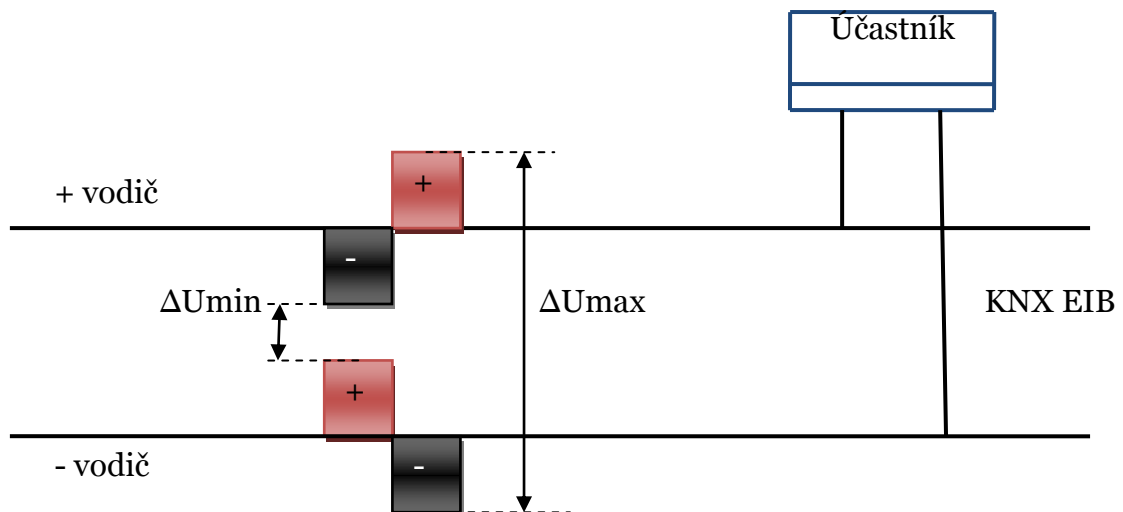
Pro přenos informací využívají účastníci datových telegramů. Zde si popíšeme, jak k tomuto přenosu dochází :

Jestliže chce účastník odeslat telegram, tak kontroluje zda po dobu t_1 byla sběrnice volná. Posléze pošle účastník vlastní telegram a čeká po dobu t_2 na obdržení potvrzení o příjmu telegramu od účastníků, kterým byl telegram poslán. V případě že žádné potvrzení od účastníků nedojde nebo vyšlou nazpět chybové hlášení, může se telegram odeslat znovu až 3x podle důležitosti. Tím je zajištěna celkem vysoká spolehlivost celého systému.



Obr. 3.6 Potvrzení telegramu

Po sběrnici je telegram poslán v podobě signálů o hodnotě 0/1, a to tak že se změni stav napětí (nulové napětí - 0 / přítomno napětí - 1). Z obr.3.7 je patrné, že signály jsou posílány symetricky. Minimální vzniklé napětí ΔU_{min} je až 14 V a naopak ΔU_{max} je až 34 V. Sběrníkové spojky reagují jen na vzniklý rozdíl potenciálu mezi vodiči sběrnice. Jiný rozdíl potenciálu např. vůči ochrannému vodiči nebere spojka v potaz.



Obr. 3.7 Posílání telegramů

3.9 Účastník

Účastník se nazývá každý přístroj, který je připojen na sběrnici a rozdělujeme je na aktory a senzory. Každý účastník se dále dělí na 3 části :

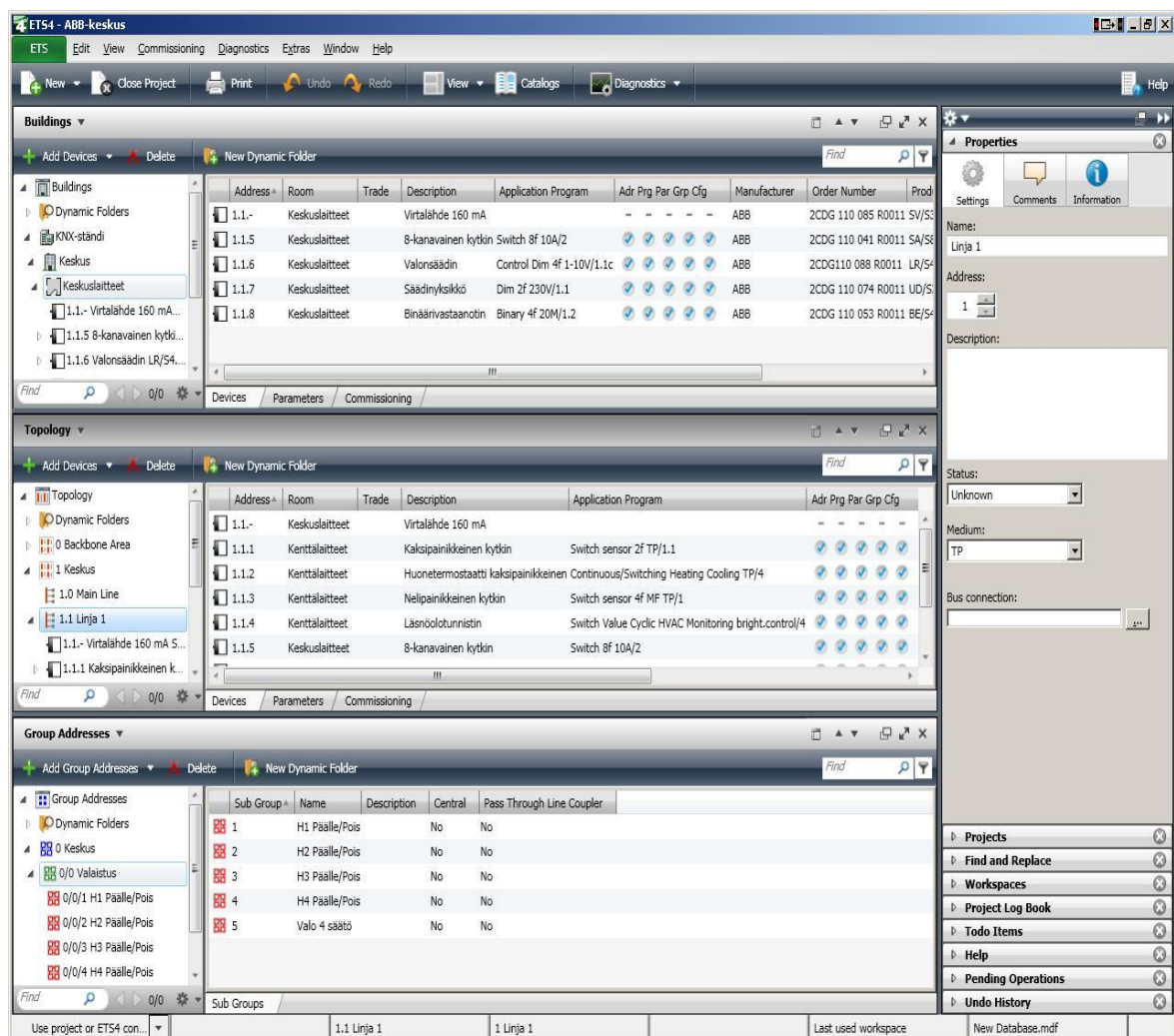
- Sběrníková spojka
- aplikační rozhraní
- aplikační modul

Sběrníková spojka je pomocí svorek připojována k 2-žilové sběrnici KNX. Aplikační modul (hardware) určí druh účastníka - např. v případě že jde o aktor, který spíná, jde o relé. Pomocí sběrníkové spojky se převádí signály z aplikačního modulu do datového telegramu, který je poslán po sběrnici. Vyslaný telegram dále

zpracují příslušné aktory a převedou tuto informaci do srozumitelné formy pro aplikační modul osloveného přístroje. [9]

3.10 Programování v ETS

Všechny parametry se programují pomocí programu ETS. Program se vyvíjí cca 20 let. Nejnovější verze systému je od roku 2010 ETS 4. Všechny verze byly k dispozici pouze v cizích jazycích. V prosinci roku 2012 byla vypuštěna nová verze ETS 4, která nabízí podporu i českého jazyka, čímž odpadají překážky pro projektanty, kteří se brání ovládnutí programu např. v angličtině či němčině.

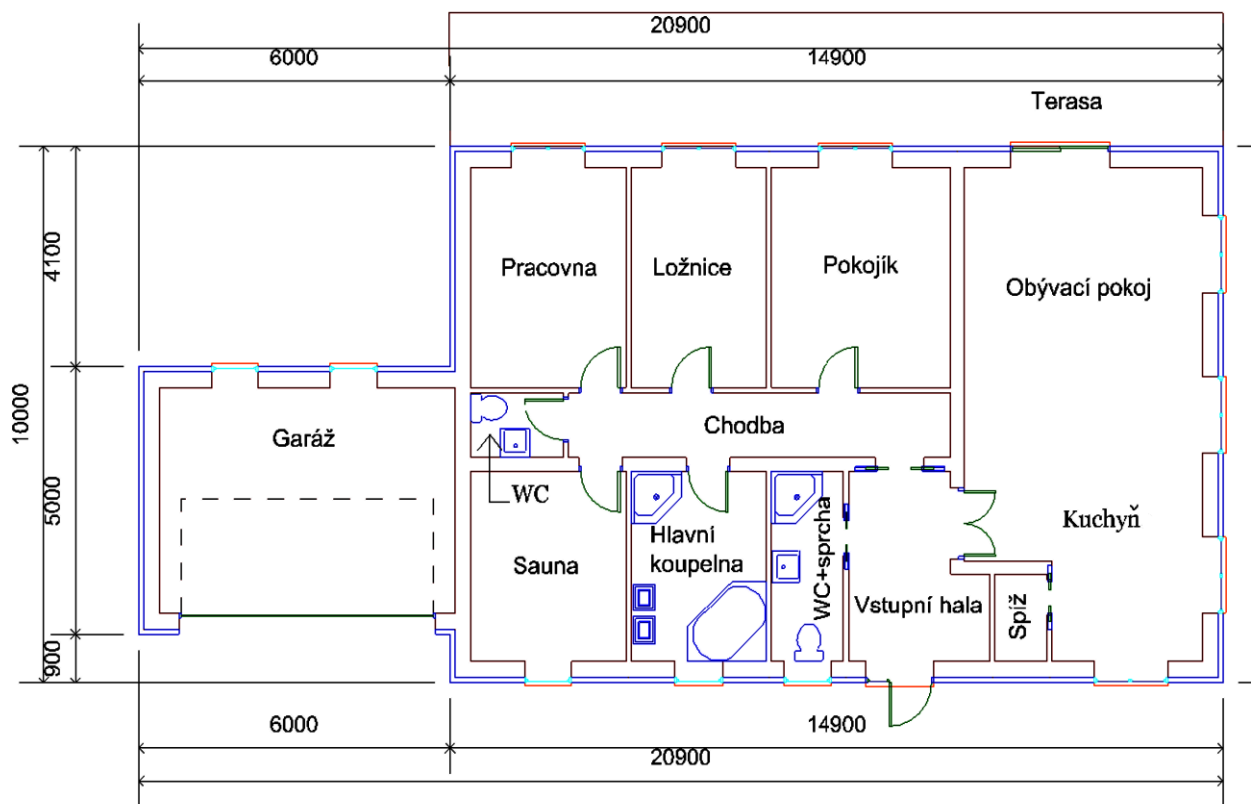


Obr. 3.8 Programovací nástroj ETS 4 [9]

4 Návrh řešení elektroinstalace KNX v domě

4.1 Popis objektu

Jedná se o střední rodinný dům 5+1 typu bungalov o celkové užité ploše 179 m².



Obr. 4.1 Půdorys domu

4.2 Popis funkcí rodinného domu



Obr. 4.2 Pohled na kuchyň a jídelní stůl

4.2.1 Osvětlení a zásuvky

- Ovládání svítidel je realizováno tlačítkovými spínači na stěnách.
- V obytných místnostech (obývací pokoj, kuchyň, ložnice, pokojík a pracovna) jsou svítidla stmívána a v ostatních místnostech jen spínána.
- Pro obývací pokoj, kuchyň a saunu jsou nastavené světelné scény, které se ovládají dálkovým ovladačem :
 - Oslava - obytné místnosti na 100%
 - Jídlo - nad stolem 100%, kuchyň 65%
 - Základ - kuchyň a obývací na 100%, ostatní je vypnuté
 - TV - světlo u televize a baru na 40% a ostatní vypnuté
 - Sauna - barevná scéna na 100%
- Na chodbě a vstupní hale jsou pohybové senzory, které se aktivují po snížení

intenzity osvětlení v domě.

- Při odchodu z domu se vypnou všechny zásuvky a osvětlení v domě kromě ledničky s mrazákem.
- V ložnici a vstupní hale je možnost vypnutí světel v celém rodinném domě.
- Osvětlení na terase je ovládáno z obývacího pokoje.

4.2.2 Žaluzie, rolety a okna

- Venkovní žaluzie a vnitřní rolety jsou elektricky ovládané tlačítkovými spínači na stěnách, které mají vyšší prioritu jak oslunění, ale mají nižší prioritu než déšť a rychlost větru.
- Pokud je ruční ovládání v nečinnosti déle jak 1,5 hodiny zapne se automatický režim, který řídí zastíňovací prvky podle oslunění. Při překročení nastavené intenzity oslunění, které trvá déle než 10 minut se žaluzie natočí na minimální úhel, který nepropouští světlo. V opačném případě pokud intenzita oslunění klesne pod nastavenou mez, se po 10 minutách žaluzie a rolety vytáhnou.
- Pokud dosáhne vítr nastavené rychlosti v km/h venkovní žaluzie se zatáhnou a uzavřou. Nelze je spustit jak ručně tak ani automaticky, dokud rychlost neklesne.

4.2.3 Topení, klimatizace a vzduchotechnika

- Vytápění domu je řešeno přes tepelné čerpadlo (země/voda), které má vlastní regulaci.
- Při vícedenním opuštění domu (např. dovolená) lze dálkově přes počítač nebo mobilní telefon (GSM) utlumit tepelný systém. Naopak lze stejným způsobem nastavit normální chod před návratem domů.
- V celém domě jsou osazeny radiátory a v místnostech s dlaždicovou podlahou (hlavní koupelna, WC+sprcha a kuchyň) je navíc podlahové vytápění.
- V obytných prostorech je možná regulace teploty prostřednictvím

klimatizace. Pomocí nastavených termostatů se teplota v místnosti reguluje automaticky. Dají se nastavit teplotní režimy :

- komfort
- noc
- útlum
- dovolená

- Pokud se v místnosti topí, je blokováno chlazení a naopak.
- V místnostech WC, WC+sprcha, hlavní koupelna a sauna je tlačítkově ovládaná ventilace. V kuchyni je k dispozici digestoř.

4.2.4 Bazén a sauna

- Bazén je venkovní a je umístěn před terasou. Tlačítkově je možné ovládat zakrytí bazénu a jeho osvětlení.
- Prostřednictvím ovládacího panelu je možné sledovat stav bazénu (pH vody, množství chlóru, teplota vody, množství vody která proteče přívodem do bazénu).
- Sauna je umístěna uvnitř domu a je založena na ohřevu pomocí infračerveného záření, kde je ovládání řešeno pomocí vnitřního i venkovního ovládacího panelu.



Obr. 4.3 Pohled na terasu a bazén

4.2.5 Garáž, vjezdová brána a vstupní dveře

- Pomocí telefonu nebo dálkového ovladače lze otevřít (zavřít) garážové vrata a vjezdovou bránu. Při snížení venkovního osvětlení pod stanovenou hodnotu se po otevření brány rozsvítí osvětlení u příjezdové cesty a v garáži.
- Stejným způsobem lze ovládat i vstupní branku a vchodové dveře. Po zavření se navíc dveře automaticky zamknou.
- V případě návštěvy je ve vstupní hale umístěn videotelefon s ovládacím panelem pro případné odemčení dveří.



Obr. 4.4 Pohled na vstupní dveře a garáž

4.2.6 Zahrada

- Na zahradě je umístěn zavlažovací systém, který se ovládá na ovládacím panelu uvnitř domu. Můžeme nastavit automatický časový rozvrh pro spuštění zavlažování.
- V případě deště se systém pro zavlažování vypne.
- Jako zdroj vody je použita dešťová voda svedená z okapů. Pokud není k dispozici je použita voda užitková.

4.2.7 Zabezpečení

- Ve venkovních prostorech jsou nainstalovány venkovní snímače přítomnosti a uvnitř domu jsou senzory, které detekují pohyb.
- V případě narušení se spustí v domě hlasitý alarm a zároveň se odešle zpráva majiteli.
- V garáži a ve všech obytných místnostech se nachází detektory kouře. Pokud nastane požár odešle se tísňové volání hasičům.

4.3 Hlavní použité prvky elektroinstalace

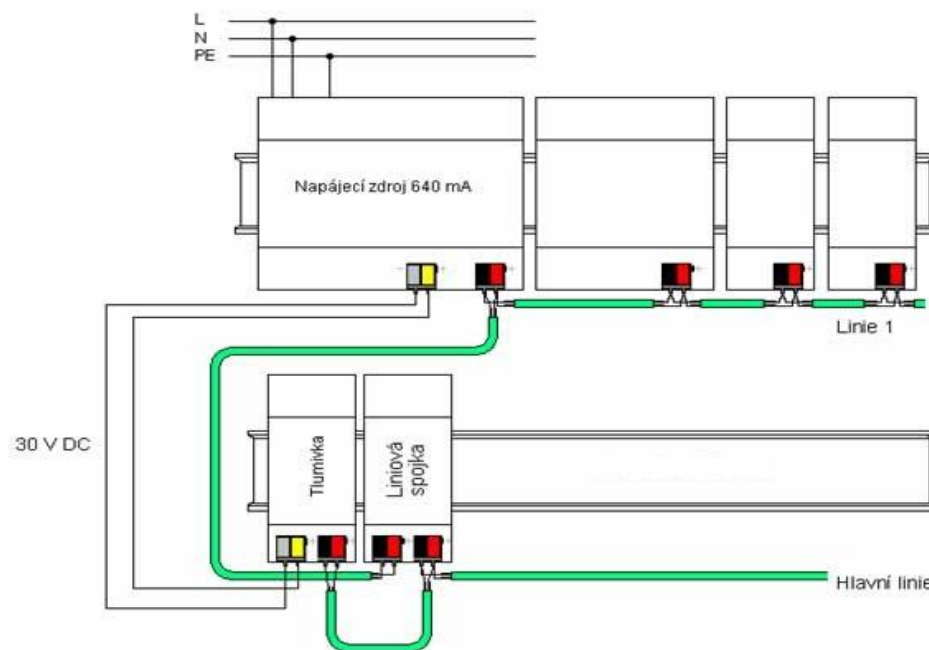
4.3.1 Napájecí zdroj 30V, 640mA



Obr. 4.5 Napájecí zdroj 30V, 640mA [10]

Napájecí řadový zdroj KNX napájí a kontroluje napětí na sběrnici. Je v něm obsažená tlumivka, která slouží pro oddělení sběrnice a síťového napájení. Ke sběrnici se připojuje pomocí sběrnice svorkovnice, která je součástí balení dodávky. Pro uvedení všech zařízení do původního stavu je ve spodní části zdroje tlačítko „reset”. Po stisknutí se odpojí napájecí napětí na 20 sekund a všechny přístroje se resetují. Pokud chceme delší výpadek napětí, musíme odpojit sběrnice svorkovnici.

Druhá výstupní svorkovnice se připojuje na výstup 30V DC, která se může propojit s jinou tlumivkou a vytvořit tak další linii.



Obr. 4.6 Napájení 2 linií jedním zdrojem [10]

4.3.2 Liniová spojka



Obr. 4.7 Liniová spojka, řadová [11]

Liniová spojka slouží pro spojení linie s hlavní linií nebo hlavní linie s páteřní linií. Další funkcí tohoto zařízení je i blokáce přenosu nevyžádaných telegramů a propouštění telegramy pro členy v jiných liniích. Tentýž přístroj může sloužit i jako liniový zesilovač, který umožňuje připojení až 256 účastníků v rámci jedné linie.

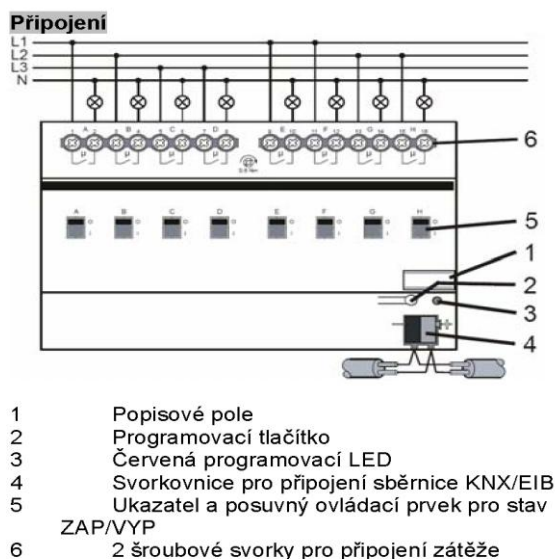
4.3.3 Rozhraní USB



Obr. 4.8 Řadové rozhraní USB [11]

Řadové rozhraní USB/S 1.1 je určeno ke komunikaci mezi programovacím nástrojem ETS a systémovou instalací KNX, která má být naprogramována.

4.3.4 Spínací akční člen



Obr. 4.9 Zapojení spínacího akčního členu [11]

Spínací akční členy se u KNX sběrnic provádí ve 2, 4, 8 a 12 násobném konstrukčním uspořádání. Mohou spínat jednofázové i třífázové spotřebiče pomocí bez-potenciálových kontaktů. Lze spínat i elektrotepelné ovládací hlavice topení.

4.3.5 Stmívací akční člen



Obr. 4.10 Stmívací akční člen vícenásobný [11]

Tímto přístrojem můžeme stmívat více skupin (1, 2, 4 a 8) svítidel, každou s příkonem od 2 W do 300 W. Díky dolní hranici 2 W možného instalovaného příkonu, umožňuje tento přístroj připojení nejrůznějších typů svítidel. Lze regulovat zátěž skládající se ze žárovek, halogenových žárovek 230 V AC, nebo vinutých či elektronických transformátorů pro halogenové žárovky na malé napětí. Všechny kanály jsou na sobě nezávislé. Rozlišování typu zátěže je samočinné a zabezpečuje se přednastavením parametrů.

4.3.6 Žaluziový akční člen



Obr. 4.11 Žaluziový akční člen [11]

Žaluziový akční člen (2, 4 a 8 násobný) se používá k nezávislému ovládní žaluziových pohonů 230 V AC prostřednictvím KNX sběrnice. Mimo jiné ho můžeme využít k řízení větrání, oken, dveří a brán. Kontakty pro směr pohybu

nahoru či dolů jsou navzájem blokovány, aby nedošlo k současnému sepnutí obou povelů a tím k poškození přístroje. Kromě dálkového a přednastaveného automatického ovládání je tento člen možné ovládat i ručně.

4.3.7 Ovládací prvky



Obr. 4.12 Prvek ovládací Busch-triton s termostatem [11]

Ovládací prvky nám slouží jako víceúčelové ovladače při použití pro spínání, stmívání, odesílání hodnot a řízení žaluzií. Pomocí integrovaného IR přijímače ho lze ovládat i dálkovým ovladačem. Vestavěný termostat je vhodný pro ovládání regulace teploty.

4.3.8 Snímače pohybu



Obr. 4.13 Snímač pohybu Busch-Wachter 180 [11]

Tento snímač pohybu reaguje na tělesné teplo v závislosti na denním světle.

4.3.9 Elektrotepelná ovládací hlavice ventilu



Obr. 4.14 Elektrotepelná ovládací hlavice ventilu [11]

Tento ventil je poháněn pohonem na 230 V a slouží pro automatické ovládání topení.

4.3.10 Ovládací panel



Obr. 4.15 Ovládací panel ABB-priOn [11]

Pomocí tohoto ovládacího prvku lze řídit až 120 přednastavených funkcí. Ovládá se pomocí otočného tlačítka. Zvolený výběr se zobrazuje na 3,5 palce barevném TFT displeji, což usnadňuje řízení a kontrolu. V menu jsou k dispozici volně programovatelné funkce, kde se mohou nastavit různé světelné scény, řízení žaluzií, teploty, ovládání multimédií a jiných prvků obsažených v budově.

4.4 Rozpočet inteligentní elektroinstalace

Navrhl jsem 2 varianty provedení KNX instalace. Varianta A je trochu omezenější, ale za to celkem levná. Varianta B je pro využití plného potenciálu mnou navrženého rodinného domu.

4.4.1 Varianta A - STANDARD

Tato varianta je určena pro skromnější a méně finančně zajištěné rodiny avšak splňuje plný komfort domácnosti. Z výše uvedeného popisu funkcí rodinného domu v kapitole 4.2 je tato varianta ochuzena o ovládací panel ABB-priOn, což omezuje uživatele o komfortnější ovládání celého domu z jednoho místa. Dále je zde absence GSM komunikace, která zajišťuje ovládání určitých prvků pomocí mobilního telefonu a nakonec chybí meteorologická centrála, která vyhodnocuje povětrnostní podmínky dané lokality.

VARIANTA A - STANDARD				
Název	Barva	Kč/kus	ks	Kč celkem
ROZVADĚČOVÉ PRVKY KNX				
Řadový napájecí zdroj 320 mA, s tlumivkou	-	6 952	1	6 952
Vestavěná přepětová ochrana	-	1 698	1	1 698
Spojka liniová, řadová, 2M	-	10 241	1	10 241
Řadové rozhraní USB	-	6 631	1	6 631
Člen akční spínací, 10A, 8-násobný, řadový	-	10 803	2	21 606
Člen akční stmívací 4-násobný, řadový	-	12 835	1	12 835
Řadový žaluziový akční člen 8-násobný	-	11 819	2	23 638
Řadový akční člen topení 2-násobný, 230 V	-	4 225	4	16 900
NÁSTĚNNÉ PRVKY KNX				
Future Linear - prvek ovládací 1/2-násobný	běžová/bílá	1 698	7	11 886
Future Linear - prvek ovládací 3/6-n., IR	běžová/bílá	5 212	1	5 212
Busch-Triton - prvek ovládací 5/10 s termostat.	běžová	11 953	2	23 906
Busch-Watcher - snímač pohybu 180 UP Standart	běžová	2 593	3	7 779
Busch-Watcher 220 - snímač přítomnosti	bílá	7 514	2	15 028

Spojka sběrnice, řadová	-	2 433	1	2 433
Alarm	bílá	2 032	1	2 032
Hlásič požáru - detektor kouře ProfessionalLINE	bílá	795	6	4 770
Sada barevného videotelefonu + kamera	bílá	3 567	1	3 567
Elektrotepelná ovládací hlavice 230 V	bílá	882	8	7 056
OSTATNÍ				
Vysílač infračerveného záření ruční	šedá	2 087	1	2 087
Sběrnice kabel YCYM 2x2x0,8 - 100 m	zelená	1 812	3	5 436
CELKEM				191 693

Tab. 4.1 Rozpočet - varianta B - STANDARD

4.4.2 Varianta B - KOMFORT

Varianta B je určena pro pohodlnější a více movité rodiny a splňuje veškerý komfort uvedený v popisu funkcí rodinného domu v kapitole 4.2.

VARIANTA B - KOMFORT				
Název	Barva	Kč/kus	ks	Kč celkem
ROZVADĚČOVÉ PRVKY KNX				
Řadový napájecí zdroj 640 mA, s tlumivkou	-	9 813	1	9 813
Řadový záložní napájecí zdroj 640mA	-	12 140	1	12 140
Vestavěná přepětová ochrana	-	1 698	1	1 698
Spojka liniová, řadová, 2M	-	10 241	1	10 241
Řadové rozhraní USB	-	6 631	1	6 631
IP router, řadový	-	13 825	1	13 825
Člen akční spínací, 10A, 8-násobný, řadový	-	10 803	2	21 606
Člen akční stmívací 4-násobný, řadový	-	12 835	1	12 835
Řadový žaluziový akční člen 8-násobný	-	11 819	2	23 638
Řadový akční člen topení 2-násobný, 230 V	-	4 225	4	16 900
Řadová povětrnostní centrála	-	22 221	1	22 221
GSM komunikátor	-	13 000	1	13 000
NÁSTĚNNÉ PRVKY KNX				
Busch-Triton - prvek ovládací 1-/2nás., IR	běžová	4 351	7	30 457
Busch-Triton - prvek ovládací 3/6-nás., IR	běžová	5 842	1	5 842
Busch-Triton - prvek ovládací 5/10 s termostat.	běžová	11 953	2	23 906
Busch-Watcher - snímač pohybu 180 UP Comfort II	běžová	3 302	3	9 906

Busch-Watcher 220 - snímač přítomnosti	bílá	7 514	2	15 028
Spojka sběrnice, řadová	-	2 433	2	4 866
Elektrotepelná ovládací hlavice 230 V	bílá	882	8	7 056
Alarm	bílá	2 032	1	2 032
Hlásič požáru - detektor kouře ProfessionalLINE	bílá	795	6	4 770
Kombinovaný snímač povětrnostních údajů	bílá	10 910	1	10 910
Videotel. domovní, s dotyk. displ. a hands-free	bílá	8 136	1	8 136
barevný displej s ovladačem otočným ABB-priOn	bílá	28 148	1	28 148
OSTATNÍ				
Vysílač infračerveného záření ruční	šedá	2 087	1	2 087
Sběrnice kabel YCYM 2x2x0,8 - 100 m	zelená	1 812	3	5 436
CELKEM				323 128

Tab. 4.2 Rozpočet - varianta B - KOMFORT

4.4.3 Silové rozvody

Inteligentní elektroinstalace se neobejde bez silových rozvodů, protože vzájemně spolupracují a tvoří funkční celek.



Obr. 4.16 Pohled na rozvodnou skříň ve vstupní hale domu

SILOVÁ ELEKTROINSTALACE				
Název	Barva	Kč/kus	ks	Kč celkem
ROZVADĚČOVÉ PRVKY				
Rozvodnice pod omítku 72M	bílá	2 380	1	2 380
Elektroměr 7M 5-100A 1T 3-fáz. Mech. číselník	-	1 331	1	1 331
Jistič 3P 40A	-	218	1	218
Jistič 3P 25A	-	202	2	404
Jistič 1P 16A	-	54	8	432
Jistič 1P 10A	-	51	8	408
Proudový chránič 4P 25A	-	682	2	1 364
Proudový chránič 2P 16A	-	507	4	2 028
NÁSTĚNNÉ PRVKY				
Zásuvka 2-násob. s ochrannými kontakty	běžová/bílá	126	38	4 788
Zásuvka nástěnná 16A - 4p, IP 44	šedá	141	1	141
Stropní svítidlo	bílá	516	13	6 708
Bodové svítidlo 20W IP22	bílá	71	12	852
Venkovní svítidlo 60W	bílá	317	6	1 902
OSTATNÍ				
Krabice instalační univerzální zapuštěná	šedá	3	50	150
Kabel CYKY 3x1,5 mm ² - 1m	-	11	300	3 300
Kabel CYKY 3x2,5 mm ² - 1m	-	19	300	5 700
Kabel CYKY 4x6,0 mm ² - 1m	-	62	15	930
CELKEM				33 036

Tab. 4.3 Rozpočet silových rozvodů

4.4.4 Komplet

Celková kalkulace projektu inteligentní elektroinstalace pro variantu A - STANDARD je **224 729** Kč a pro variantu B - KOMFORT činí **356 164** Kč. Do celkového rozpočtu není zahrnuta cena montážní práce, projektová práce a ani naprogramování celého systému. Také jsem do projektu nezahrnul drobný pomocný materiál elektroinstalace, jako jsou např. lišty, různé krytky apod.

4.5 Návratnost

Celkové náklady na inteligentní elektroinstalaci jsou průměrně o 25 - 35 % vyšší nežli je tomu u klasické elektroinstalace. Vzniklé ztráty se po čase vyrovnají, protože potřebnou energii využíváme jen v okamžiku, kdy ji opravdu potřebujeme, v množství, které potřebujeme a s nejvyšší možnou účinností. Úspory se skrývají ve sloučení více lokálních systémů do jednoho a v synergii řízení a ovládání jednotlivých funkcí, které popisují v kapitole 2 a 4.2. Ze studií je dokázán následující potenciál úspor energie zautomatizovaných budov oproti klasickému řízení [13] : automatizace řízení osvětlení může uspořit až 25 - 58 % energie, automatizace řízení ventilace až 20 - 45 % a řízení vytápění 14 - 25 % energie. Celkově lze uspořit až 31% z celkové spotřeby energií. Široký rozptyl uváděných hodnot je způsobený rozlehlou škálou typů budov, využívaných spotřebičů a různorodostí nároků uživatelů na jejich komfort.

Pro ilustraci konkrétní situace jsem připravil hrubý odhad návratnosti investice do inteligentní elektroinstalace z výše uvedené studie. Uvažuji situaci navrženého rodinného domu se čtyřmi osobami: k vytápění je použit plyn s roční spotřebou 30 MWh, sazba pro elektřinu je D02d, jistič 3x40A, roční spotřeba cca 4000 MWh. Vycházel jsem z internetové kalkulačky energií [15].

- Elektřina za rok - cca 23 000 Kč
- Vytápění za rok - cca 43 000 Kč
- CELKEM za rok - cca 66 000 Kč

Celková roční úspora na energiích při uvažování úspor energií 31% je hrubým odhadem stanovena na $66000 \times 0,31 = 20\ 460$ Kč

Při této roční úspoře je návratnost investice do varianty A-STANDARD : $224729/20460=10,98$ let. Návratnost investice do varianty B-KOMFORT činí : $356164/20460=17,4$ let.

5 Závěr

Úvod mé bakalářské práce je zaměřen na komplexní pohled do světa inteligentní elektroinstalace a snaha vysvětlit jaký komfort, hospodárny provoz či bezpečnost přináší uživateli systém domácí automatizace. Je popsáno, pro jakou skupinu občanů, jaké typy budov je vhodná chytrá elektroinstalace a kolik je možné průměrně uspořit na spotřebované energii. Dále je zaměřena na dnes využívané druhy systému, jejich topologické uspořádání, konkrétní popisy světových sběrniceových systémů a jaké přináší výhody či nevýhody.

V následující části práce bylo mým úkolem vybrat si konkrétní sběrniceový systém. Zvolil jsem světově známý a uznávaný systém EIB/KNX. Učinil jsem tak, protože se jedná o decentralizovaný systém a není tak potřeba centrálního prvku. Dalším důvodem je fakt, že jde o otevřený systém, což umožňuje kompatibilitu a propojení systému se systémy a přístroji jiných výrobců. Na dnešním trhu je kolem stovky výrobců, kteří nabízejí nepřebornou škálu kompatibilních zařízení pro sběrnici EIB/KNX. Za zmínku stojí i to, že je tento systém snadno rozšiřitelný a proto se vyhneme zbytečnému zásahu do již zrekonstruovaných zdí obytných prostor. Má volba padla na tento systém i proto, že je na trhu delší dobu a je tedy ověřen uživateli, je propracovaný do posledních detailů a také, že jsou prvky systému EIB/KNX dobře k sehnání. Dále detailněji rozepisují strukturu a veškeré technické aspekty KNX sběrnice jakými jsou např. topologické uspořádání prvků na sběrnici, identifikace prvků, přenosová média a jak probíhá komunikace po sběrnici.

V poslední části bakalářské práce měl být návrh řešení a stavba modelu inteligentní elektroinstalace. Pro rozsáhlost a náročnost tohoto bodu zadání jsme se s vedoucím práce panem Doc. Ing. Pavlem Drábkem, Ph.D. domluvili, že od stavby modelu domu opustíme a využijí ho pro psaní diplomové práce. Namísto toho jsem zhotovil vizuální návrh modelu rodinného domu, popsal hlavní použité prvky v systému a navrhl jsem pro dům dvě varianty inteligentní elektroinstalace s celkovou kalkulací nákladů pro realizaci obou variant.

Návrh varianty A ukazuje možnost využití moderní inteligentní elektroinstalace pro méně finančně zajištěné občany, při současném zachování

smyslu a účelu inteligentních staveb a její celková kalkulace vyšla na 224 729 Kč. U varianty B jsem se vžil do role uživatele, který si může dovolit sáhnout hlouběji do kapsy, ale nesnažil jsem se vyhledávat jen ty nejdražší prvky systému. Tato varianta plně využívá nabízeného potenciálu inteligentních elektroinstalací a je navržena podle popisu funkcí rodinného domu v kapitole 4.2. Její celková kalkulace přišla na 356 164 Kč.

Dále je navržen hrubý odhad návratnosti investice do obou variant inteligentní elektroinstalace. Návratnost investice do varianty A-STANDARD činí cca 11 let a do varianty B-KOMFORT je návratnost odhadem 17,5 let. Obecně jsou tato čísla variabilní, protože další možností úspor je využití obnovitelných zdrojů energie. K vytápění domu je možné využití tepelných čerpadel, které získávají teplo ze země, vody či vzduchu. Pro akumulaci elektrické energie je vhodné využití fotovoltaických článků, které přeměňují sluneční energii na elektrickou. energii lze ušetřit i stavbou tzv. energeticky pasivní budovy, která je dokonale izolována a vznikají tím minimální tepelné ztráty.

Práci hodnotím jako přínosnou pro představu veliké škály možností skrývajících se pod pojmem inteligentní domácnosti, pro vytvoření obrazu o pohledu na projektování a návrh inteligentní elektroinstalace, poznání způsobu řízení a funkčnosti celého systému a celkové ceny zřízení. Mnoho lidí si o inteligentních budovách myslí, že jsou určeny jen pro velmi majetné občany. Já jsem byl téhož názoru, ale během psaní bakalářské práce jsem tento předsudek opustil a vytvořil si názor, který vychází ze spolehlivého poznání inteligentní elektroinstalace. Myslím si, že ji mohou využít všichni ti, kteří mají zájem o komfort bydlení, hospodárnost a jistotu bezpečnosti domácnosti. Záleží už jen na každém kolik, může do instalace investovat a podle toho navrhnout správné a finančně dostupné konkrétní řešení funkčnosti systému. V inteligentní elektroinstalaci vidím budoucnost a běžnou součást každé domácnosti.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] PRŮCHA, J. Ovládej svůj dům. *Perspektivy bydlení*. 2012, s. 4-5.
Dostupné z: www.tecomat.cz.
- [2] ING. TOMAN, K. Decentralizované sběrníkové systémy. *Tzbinfo* [online].
[cit. 2013-03-03]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4213-decentralizovane-sbernicove-systemy>.
- [3] ING. BURDKOVÁ, M. a P. ING. VESELÝ. *Inteligentní budovy* [online].
[cit. 2013-03-15]. Dostupné z:
http://www.jilova.cz/projekty/rozvoj_inteligentniBudovyStudium1.pdf.
- [4] KUNC, J. ABB EPJ: O systému EIB. *Elektrika.cz* [online]. 2005
[cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-09-28.0616279544/view?searchterm=EIB%20KNX>
- [5] ING. TABARA, R. Aplikování sběrnice CAN. *HW.cz* [online]. [cit. 2013-04-01].
Dostupné z: <http://www.hw.cz/navrh-obvodu/rozhrani/aplikovani-sbernice-can.html>
- [6] ING. MATZ. Systémy používané v inteligentních budovách: přehled komunikačních protokolů. *Tzb-info.cz* [online]. 2010 [cit. 2013-04-02].
Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6879-systemy-pouzivane-v-inteligentnich-budovach-prehled-komunikacnich-protokolu>
- [7] X10 (industry standard). *En.wikipedia.org* [online]. 2012 [cit. 2013-04-04].
Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/X10_%28industry_standard%29
- [8] ING. KAUCKÝ, M. Nikobus. *Km-tech.cz* [online]. [cit. 2013-04-05]. Dostupné z: <http://www.km-tech.cz/nikobus.htm>
- [9] *Technické informace o KNX / EIB systému* [online]. Na Radosti 413, 155 21 Praha 5 – Zličín: Somfy spol. s r.o., s. 3-15 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: http://www.somfyarchitecture.cz/downloads/buildings/technicke_informace_o_knx_systemu.pdf
- [10] ABB EPJ: Systémové elektrické instalace EIB/KNX (3. část) (2.díl). *Elektrika.cz* [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/clanek.2005-10-17.8393432351>

- [11] ELIMA elektroinstalační materiál. ABB S.R.O. [online]. [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: http://www.elima.cz/obchod/elektroinstalace-abb-knx_eib-c-4_333.html
- [12] RŮŽIČKOVÁ, G. To není sci-fi, ale inteligentní dům. *Novinky.cz* [online]. [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/bydleni/tipy-a-trendy/251615-to-neni-sci-fi-ale-inteligentni-dum.html>
- [13] *Energetická efektivnost v budovách s využitím sběrníkové technologie ABB i-bus ® KNX: Inteligentní řízení budov* [online]. ABB s.r.o., s. 6-7 [cit. 2013-05-20]. Dostupné z: www117.abb.com/viewDocument.asp?document=5680&type=
- [14] OBERREITER, J. *Návrh inteligentní elektroinstalace a vytápění* [online]. Plzeň, 2012 [cit. 2013-05-26]. Bakalářská práce. ZČU
- [15] CenyEnergie: Elektrina, Plyn. *Cenyenergie.cz* [online]. [cit. 2013-05-28]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/>

Přílohy

Příloha 1

Normy a zákony

Převzato z [14]:

ČSN EN 61082-1 ed.2 -	Zhotovování dokumentů používaných v elektrotechnice
ČSN ISO 14617 -	Grafické značky pro schémata
ČSN EN 60439 -	Rozvaděče nízkého napětí
ČSN EN 50164 -	Součásti ochrany před bleskem
ČSN ISO 3864 -	Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky
ČSN 33 0010 -	Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Rozdělení a pojmy
ČSN EN 62305 -	Ochrana před bleskem
ČSN 34 2300 -	Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacího vedení
ČSN 33 2130 ed.2 -	Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody
ČSN 33 2130 -	Elektrotechnické předpisy. Vnitřní elektrické rozvody. Dále vydaná změna: a, Z2, Z3, Z4
ČSN 33 3320 -	Elektrotechnické předpisy. Elektrické přípojky. Změna: Z1
ČSN EN 62019 -	Elektrická příslušenství - Jističe a podobná zařízení pro domovní použití - Jednotky s pomocnými kontakty. Změna: A1, A11
ČSN 35 7030 -	Rozvodnice a elektrorozvodná jádra
ČSN EN 60439 -	Rozvaděče nízkého napětí
ČSN 33 2000-1 ed.2 -	Elektrické instalace budov
ČSN 33 2000-5-534 -	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení - Odpojování, spínání a řízení – Oddíl 534: Přepěťová ochranná zařízení

- ČSN 33 2000-5-551 ed.2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-55: Výběr a stavba elektrických zařízení - Ostatní zařízení - Článek 551: Nízkonapěťová zdrojová zařízení
- ČSN 33 2000-4-43 - Elektrické instalace budov - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 43: Ochrana proti nadproudům Oprava: Opr.1, Změna: Z1
- ČSN 33 2000-4-43 ed.2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43:Bezpečnost - Ochrana před nadproudy
- ČSN 33 2000-5-51 ed.3 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy
- ČSN 33 2000-4-41 ed.2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem
- ČSN 33 2000-6 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 6: Revize
- ČSN 33 2000-5-54 ed.2 - Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění, ochranné vodiče a vodiče ochranného pospojování
- ČSN 33 2000-4-46 ed.2 - Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 4: Bezpečnost - Kapitola 46: Odpojování a spínání
- ČSN 33 2000-5-559 - Elektrické instalace budov - Část 5-55: Výběr a stavba elektrických zařízení - Ostatní zařízení - Oddíl 559: Svítidla a světelná instalace
- ČSN 33 2000-7-701 ed.2 - Elektrické instalace nízkého napětí

Právní předpisy

















Při projektování elektrických rozvodů je nutné vycházet především z níže uvedených zákonů a na ně navazujících vyhlášek a ostatních předpisů [14]:

- | | |
|--------------------------|--|
| Zákon č. 183/2006 Sb. | o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) |
| Vyhláška č. 268/2009 Sb. | o technických požadavcích na stavby |
| Vyhláška č. 398/2009 Sb. | o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb |

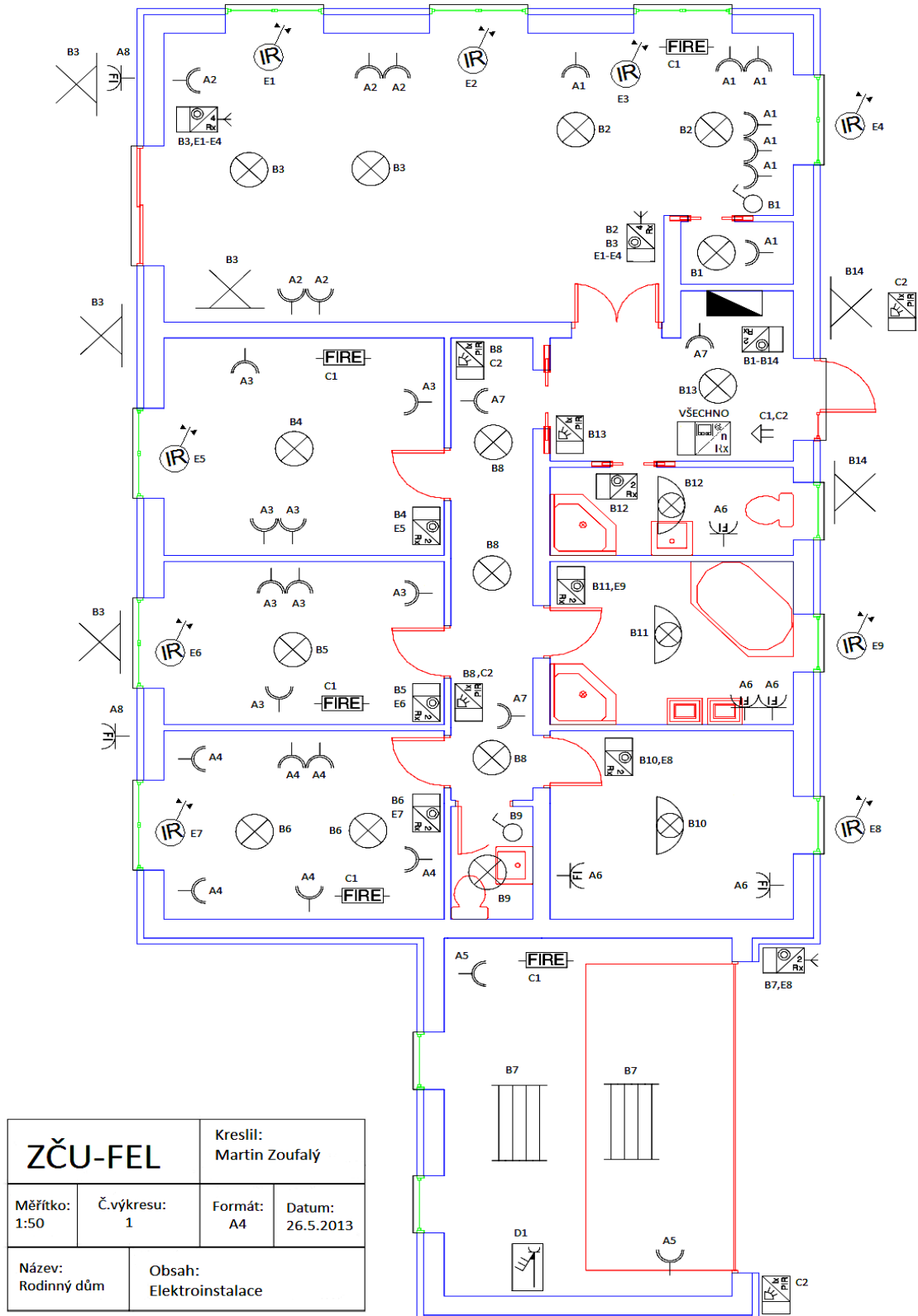
Vyhláška č. 499/2006 Sb.	o dokumentaci staveb
Vyhláška č. 503/2006 Sb.	o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření
Vyhláška č. 526/2006 Sb.	kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona ve věcech stavebního řádu
Zákon č. 458/2000 Sb.	o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)
Vyhláška č. 51/2006 Sb.	o podmínkách připojení k elektrizační soustavě
Zákon č. 253/1994 Sb.	novela zákona o telekomunikacích a zákonů o rozhlasu a televizi
Zákon č. 225/2003 Sb.	změna zákona o telekomunikacích a zákona o poštovních službách
Zákon 22/1997 Sb.	o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů
Nářízení vlády č. 17/2003 Sb.	kterým se stanoví technické požadavky na elektrická zařízení nízkého napětí
Nářízení vlády č. 616/2006 Sb.	o technických požadavcích na výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility
Nářízení vlády č. 163/2002 Sb.	kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky
Nářízení vlády č. 190/2002 Sb.	kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky označované CE
Nářízení č. 176/2008 Sb.	o technických požadavcích na strojní zařízení
Zákon č. 360/1992 Sb.	o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě
Vyhláška č. 50/1978 Sb.	o odborné způsobilosti v elektrotechnice
Vyhláška č. 48/1982 Sb.	kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení
Zákon č. 406/2000 Sb.	o hospodaření energií

Příloha 2 - dokumentace

Legenda

-  Alarm
-  Halogenové svítidlo
-  Hlásič kouře
-  Rozváděč pro strukturovanou kabeláž
-  Snímač pohybu
-  Spínač 1-pólový
-  Spínač žaluziový s IR přijímačem
-  Svítidlo se 4 zářivkami
-  Tlačítkový snímač 2-násobný s IR přijímačem
-  Tlačítkový snímač 6-násobný s IR přijímačem
-  Tlačítkový snímač 10-násobný s IR a termostatem
-  Tlačítkový snímač s LCD
-  Zásuvka 2P+PE s proudovým chráničem
-  Zásuvka 2x (2P+PE)
-  Zásuvka 3P+PE(+N)
-  Žárovkové svítidlo nástěnné

Výkres



Dodatek k výkresu

SILOVÉ ROZVODY:

Napěťová soustava: PEN, 50 Hz, AC, 230 V, TN-S.

Ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41:

Základní samočinným odpojením od zdroje+doplňková proudovými chrániči.

Doplňková ochrana pospojováním.

ROZVODY SBĚRNICE:

Malé napětí SELV 30 V AC/DC

VYSVĚTLIVKY K VÝKRESU:

A1-A8: zásuvkové obvody - kabel CYKY 3x2,5 mm²

B1-B14: světelné obvody - kabel CYKY 3x1,5 mm²

C1-C2: hlášení požáru a zabezpečovací systém

D1: zásuvkový okruh - kabel CYKY 4x6 mm²

E9: okruh pro ovládání žaluzií