

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

Katedra technologií a měření

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Řízení domácností a budov pomocí KNX standardu

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Otakar HORÁK**
Osobní číslo: **E14N0010P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Řízení domácností a budov pomocí KNX standardu**
Zadávající katedra: **Katedra technologií a měření**

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

1. Uveďte teorii řízení budov s důrazem na systém KNX
2. Uveďte technologický popis a funkci nejčastěji používaných prvků systému KNX
3. Připravte technický návrh projektu systému KNX pro obytný dům
4. Provedte posouzení projektu pro obytný dům z hlediska 3E
5. Uveďte závěry pro praxi

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 40 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. K. Toman, J. Kun - Systémová technika budov. Elektroinstalace podle standardu EIB, 978-809-019-8548
2. KNX Association - KNX Handbook for Home and Building Control
3. H. Merz, T. Hansemann, Ch. Hübner - Building Automation: Communication systems with EIB/KNX, LON and BACnet (Signals and Communication Technology), 978-3540888284

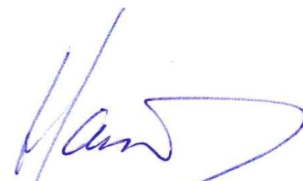
Vedoucí diplomové práce:

Ing. David Rot, Ph.D.

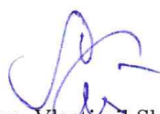
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: 15. října 2015

Termín odevzdání diplomové práce: 16. května 2016


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




Doc. Ing. Vlastimil Skočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2015

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce se zabývá řízením domácností a budov pomocí KNX standardu. Diplomová práce seznamuje s logikou a strukturou systémů a zároveň pojednává o prvcích použitých pro řízení pomocí KNX. Hlavní částí této práce je vytvoření projektu na bázi KNX pro řízení rodinného domu a veškerých jeho systémů, za účelem zvýšit komfort, bezpečí ale i snížit provozní náklady budovy.

Klíčová slova

sběrnice, systém, inteligentní dům, KNX, ETS, automatizace, elektroinstalace, zabezpečení, vytápění, osvětlení, stínění

Abstract

The presented Master's dissertation deals with the homes and buildings controlling using the KNX standard. The Master's dissertation introduces the logic and structure of the systems and it also discusses the elements that were used for controlling by KNX. The main part of the thesis is the creation of a project based on the KNX standard with the aim of controlling a family house and all its systems, in order to enhance comfort, safety, but also to reduce the operating costs of the building.

Key words

bus system, smart house, KNX, ETS, automation, electrical installation, security, heating, lighting, shading

Prohlášení

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

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

.....
podpis

V Plzni dne 10.5.2016

Bc. Otakar Horák

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Davidu Rotovi, Ph.D. za cenné profesionální rady a připomínky při vedení této práce.

Obsah

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
ÚVOD	12
1 ŘÍZENÍ BUDOV	13
1.1 SYSTÉMOVÉ ŘÍZENÍ.....	13
1.2 PŘÍNOSY A VYUŽITÍ.....	13
1.2.1 Typy staveb:	13
1.2.2 Možnosti využití	14
1.3 TYPY INSTALACÍ.....	16
1.3.1 Konvenční instalace.....	16
1.3.2 Sběrníková instalace.....	17
1.4 PRINCIP REALIZACE	19
1.4.1 Centralizovaný systém.....	19
1.4.2 Decentralizovaný systém.....	19
1.4.3 Částečně decentralizovaný (hybridní) systém.....	19
1.5 ZÁKLADNÍ TOPOLOGIE.....	19
1.5.1 Hvězdicová topologie.....	20
1.5.2 Sběrníková topologie	20
1.5.3 Stromová topologie.....	21
1.5.4 Polygonální síť.....	21
2 SYSTÉM KNX	23
2.1 ÚVOD DO SYSTÉMU KNX	23
2.1.1 Historie KNX a EIB	23
2.1.2 Asociace KNX	23
2.1.3 Programovací nástroj ETS.....	24
2.2 PŘENOSOVÁ MÉDIA.....	24
2.2.1 KNX-TP.....	25
2.2.2 KNX-PL 110.....	26
2.2.3 KNX-RF	28
2.2.4 KNXnet / IP.....	29
2.3 TOPOLOGIE KNX.....	30
2.3.1 Topologie KNX-TP.....	30
2.3.2 Topologie - KNX-PL 110	32
2.3.3 Topologie - KNX-RF.....	33
2.3.4 Topologie - KNXnet / IP.....	34
2.4 KOMUNIKACE KNX.....	34
2.4.1 Struktura bitu KNX TP.....	35
2.4.2 Telegramy TP:	36
2.4.3 Individuální adresa:	40
2.4.4 Skupinová adresa:.....	41
2.4.5 Filtr	43
2.5 ÚČASTNÍCI SBĚRNICE.....	43
2.5.1 Napájení sběrnice	44
2.5.2 Snímače.....	45
2.5.3 Akční členy.....	47
3 NÁVRH SYSTÉMU KNX.....	50
3.1 SITUACE BUDOVY	50
3.2 ROZBOR PROJEKTU	50
3.3 FUNKCE SYSTÉMU.....	51
3.3.1 Možnosti ovládní.....	51

3.3.2	<i>Osvětlení</i>	51
3.3.3	<i>Vytápění / chlazení</i>	52
3.3.4	<i>Zabezpečení</i>	53
3.3.5	<i>Stínění</i>	54
3.3.6	<i>Spínání zásuvek</i>	54
3.4	REALIZACE KNX	55
3.4.1	<i>Napájecí zdroj</i>	55
3.4.2	<i>Ovládací prvky</i>	57
3.4.3	<i>Snímače přítomnosti</i>	61
3.4.4	<i>Bezpečnostní prvky</i>	63
3.4.5	<i>Spínací a stmívací akční členy</i>	65
3.4.6	<i>Roletové akční členy</i>	67
3.4.7	<i>Univerzální rozhraní</i>	73
3.4.8	<i>Elektroměrový komunikační modul</i>	74
3.4.9	<i>Bezpečnostní modul</i>	76
3.4.10	<i>Kombinovaný snímač povětrnostních údajů</i>	77
3.4.11	<i>Domovní telefon</i>	79
3.5	ROZPOČET PROJEKTU	80
3.6	POSOUZENÍ PROJEKTU Z POHLEDU 3E	82
	ZÁVĚR	85
	SEZNAM LITERATURY	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ	88
	SEZNAM TABULEK	89
	SEZNAM PŘÍLOH	90

Seznam symbolů a zkratek

EIB	Evropská instalační sběrnice (European Installation Bus)
KNX.....	Mezinárodní organizace spravující EIB (Konnex Association)
KNX-PL.....	Komunikace KNX po silovém vedení (Power line)
KNX-RF.....	Komunikace KNX bezdrátovým přenosem (Radio Frequency)
KNX-TP.....	Komunikace KNX po sběrnici (Twisted Pair)
KNXnet / IP	Komunikace KNX po IP sítích
ETS	Programovací software pro KNX/EIB (Engineering Tool Software)
BCU	Sběrniceová spojka (Bus Coupling Unit)
AM.....	Aplikační modul (Application Module)
AP	Aplikační program (Application Program)
PEI	Aplikační rozhraní (Physical External Interface)
OS	Oblastní spojka
LS.....	Liniová spojka
LO	Liniový opakovač
NZ/TL	Napěťový zdroj s tlumivkou
DPT	Typ datového bodu (Data Point Type)
bit	Nejmenší jednotka informace
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
EN	Evropská norma
PIR	Infrapasivní detektor
I/O	Vstupy/výstupy zařízení
Hz.....	Hertz – jednotka kmitočtu
I/O	Vstup/Výstup (Input/Output)
SELV	Bezpečné malé napětí (Safety Extra Low Voltage)
DC.....	Stejnoseměrné napětí (Direct Current)
AC.....	Střídavé napětí (Alternating Current)
V.....	Volt – jednotka napětí
A.....	Ampér – jednotka proudu
W.....	Watt – jednotka výkonu

Ω	Ohm – jednotka odporu
F	Farad – jednotka kapacity
m	Metr – jednotka délky
UTP	Kroucená dvojlinka – nestíněná (Unshielded Twisted Pair)
LAN	Lokální počítačová síť (Local Area Network)
Wifi	Bezdrátová komunikace počítačových sítí
FSK	Frequency Shift Keying
SFSK	Kmitočtové klíčování (Spread Frequency Shift Keying)
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance
CRC	Cyklický redundantní součet (<i>Cyclic redundancy check</i>)

Úvod

Informační technologie jsou považovány za klíčový faktor ovlivňující ekonomický a společenský vývoj, a proto se není čemu divit, že vývoj technologií ve všech směrech je jedním z nejrychleji se vyvíjejících odvětví a není tomu jinak ani v oblasti technologií pro řízení domácností a budov. Vývoj technologií evokuje rostoucí možnosti vyvolávající vyšší nároky uživatelů a potřebu inovace. Ačkoliv v našich končinách není pojem inteligentní elektroinstalace příliš rozšířený, postupem času se na našem trhu objevuje stále více systémů, které toto odvětví doplňují. Inovace technologií pro řízení domácností a budov zapříčiňuje nahrazování běžných konvenčních elektroinstalací, instalacemi inteligentními.

Inteligentní instalace kombinují technologický pokrok, ekonomický provoz a sjednocují technologie budov, čímž vytváří efektivní a uživatelsky komfortní prostředí, které zohledňuje potřeby uživatelů a efektivně, ale i ekonomicky řídí celý systém. Vytvoření takto funkčního systému je finančně náročnější, nicméně nabízí vyšší flexibilitu, návratnost a perspektivu do budoucnosti.

Jedním z nejrozšířenějších systémů inteligentních instalací je systém KNX, který zároveň vytváří celosvětový standard zaměřený na automatizaci budov. Tento standard zajišťuje kompatibilitu veškerých produktů od různých výrobců a především celosvětovou síť poskytovatelů a odborníků v daném odvětví.

Teoretická část práce seznamuje s obecnými principy a možnostmi řízení domácností a budov. Následně je zaměřena na samotný systém KNX, který je pro svou velmi obsáhlou povahu oficiálně definován v několika set stránkových dokumentech Asociace KNX. Pro účely této práce však věřím, že jsem dostatečně vystihl jeho podstatu a problematiku, a tím jsem poskytl ucelené informace o systému pro jeho snadnější pochopení. Stěžejní částí práce je vytvoření praktického projektu rodinného domu, který je řízen pomocí KNX standardu.

1 Řízení budov

1.1 Systémové řízení

V současné době je na elektrické instalace kladen stále větší důraz, který se odráží ve vzrůstajících požadavcích uživatelů, především z hlediska komfortu a zabezpečení, ale i s ohledem na flexibilitu a úspory energií.

Inteligentně řízená budova je vybavena technologiemi, které předvídají a reagují na potřeby uživatele za účelem zvýšení jejich komfortu, snížení spotřeby energií, poskytnutí bezpečí a zábavy pomocí řízení všech technologií v domě. Na základě těchto tvrzení vyplývá, že se po mnoha letech, co se uživatelé byli nuceni přizpůsobovat budovám, se za pomoci inteligentních instalací, budovy dynamicky přizpůsobují uživatelům.

Inteligentní systémy přináší prostřednictvím automatizace dynamické a plně soběstačné řízení, ale i jednoduchou kontrolu nad danou budovou či domácností, kde je možné ovládání osvětlení a světelných scén, žaluzií, bezpečnostního systému, vytápění a chlazení, domácí zábavy, domácích spotřebičů a dalšího vybavení, které se v budovách běžně používá.

1.2 Přínosy a využití

Automatizace přináší spoustu výhod jak pro komerční budovy, tak pro bytové jednotky či rodinné domy. Nároky a požadavky se dle typu budovy odlišují.

1.2.1 Typy staveb:

- Komerční budovy
- Rodinné domy a bytové jednotky

Komerční budovy

U komerčních budov je kladen důraz na komfortní prostředí, ale především na úspory energií a flexibilitu. Automatizace rozsáhlých účelových prostor nám dává možnost efektivně řídit veškeré funkce budovy a využívat pouze ty, které potřebujeme. Tímto způsobem docílíme maximalizace úspor. [1]

Za účelem docílení úspor a zároveň udržení maximálně komfortního prostředí, je využito mnoha systémů řízení a jejich funkcí, mezi které např. patří: automatické řízení osvětlení

vzhledem k jeho intenzitě v místnosti, s tím spojené ovládání stínění a přesné polohování lamel, řízení vytápění popřípadě chlazení, vzhledem k momentální situaci v místnosti atd.

Dalším neméně důležitým aspektem je flexibilita budovy. Pomocí systémové instalace, není problém měnit účel jednotlivých prostor, pokud je projekt správně nastaven, ke změně zasedací místnosti na kanceláře postačí pouze přeprogramování systému. Na rozdíl od konvenční instalace, kde by se rekonstrukce neobešla bez změny elektroinstalace. [1]

Rodinné domy a bytové jednotky

Rodinné domy stejně jako bytové jednotky se liší od komerčních budov především smyslem využití. Zatímco u komerční budovy dbáme především na flexibilitu a komfortní prostředí pro každého, tak u rodinného domu upřednostňujeme komfort na míru, tak aby se dům přizpůsobil svému uživateli a nikoli naopak. [1,7]

Samozřejmostí při implementaci systémové instalace je velký důraz na bezpečnost ať už z pohledu monitorování, simulace přítomnosti nebo samotného zabezpečení. Stejně velké nároky jsou kladeny na úspory energií, které se v případě soukromého majetku určeného pro omezený počet uživatelů dají daleko lépe zacílit oproti komerční budově, kde je téměř nepřetržitý pohyb lidí. Dalším benefitem tvořící spíše komfortní funkce, charakteristický pro soukromé lokace, je řízení multimédií. Funkce řízení multimédií tvoří příjemné intuitivní prostředí a pro uživatele představují komfort a jednoduchost. [1,7]

1.2.2 Možnosti využití

Regulace tepla

Systémy pro regulaci teploty zajišťují hospodárné řešení vytápění/chlazení a zároveň pružně reagují na okolní prostředí. Prostory uvnitř budovy jsou vybaveny čidly snímající teplotu, detektory přítomnosti, čidly otevřených oken/dveří popřípadě snímači kvality ovzduší, atd. V závislosti na těchto informacích je systém schopen dle přednastavených preferencí regulovat teplotu, tak aby bylo prostředí co nejpříjemnější, a zároveň ekonomicky využívat své zdroje. Dále systém dokáže využívat alternativních zdrojů energie, jako jsou: solární panely, tepelná čerpadla atd. [19]

Osvětlení

Řízení osvětlení umožňuje definování různých světelných scén, zahrnující spínané či stmívané světelné okruhy. Dané osvětlení je možné regulovat různými ovládacími prvky, které si může uživatel zvolit a měnit jejich podstatu pouze prostřednictvím jejich nastavení. Osvětlení je možné regulovat za účelem úspory energie, komfortních funkcí nebo například

simulace přítomnosti na základě změny intenzity osvětlení, detekce pohybu v místnostech popřípadě dalších preferencí, které slouží k maximálnímu komfortu uživatele. [19]

Zabezpečení

Klasický zabezpečovací systém si každý z nás určitě dokáže představit. Zabezpečovací systém reaguje pomocí pohybových čidel, infračervených závor, požárních čidel či kamerového systému na okolní prostředí. Systémové řízení umožňuje využití potenciálu zabezpečovacího systému a zároveň jeho propojení s inteligentní instalací, což přináší možnost využití veškerých senzorů zabezpečovacího systému. Budova je schopna v naší nepřítomnosti simulovat naši přítomnost pomocí osvětlení, dále dokáže při našem odchodu zatáhnout rolety, zavřít okna nebo vypnout zásuvky. Dům informuje majitele o jakékoli události, o které si přeje vědět (výpadek proudu, EZS, EPS apod.) pomocí GSM brány nebo vestavěných zobrazovacích panelů. [19]

Multimédia

Systém centralizuje veškerá multimédia, takže není problém spustit oblíbený film, prohlížet fotografie, poslouchat hudební alba nebo ovládat libovolné zařízení kdekoli v budově. Veškerá zařízení je možné ovládat stejným ovladačem, jako zbytek instalace. Chcete-li si pustit film, stačí stisknout jedno tlačítko a systém spustí televizi, přepne receiver, zvolí příslušné vstupy a výstupy, zatáhne rolety nebo večer zvolí filmovou světelnou scénu. [19]

Správa energií

Při stavbě, popřípadě rekonstrukci, rodinného domu není rozhodující pouze prvotní stavební investice, ale velice důležitým aspektem jsou následné provozní náklady. Obecně platí, že inteligentní elektroinstalace budovy šetří náklady za energie, čím více využijeme její potenciál. Současné systémy jsou schopny monitorovat chod celého domu a v případě správné konfigurace snížit případné ztráty na možné minimum. Komplexní správa energií je k dispozici prostřednictvím vizualizačních funkcí a je vždy přehledně zobrazena uživateli. [19]

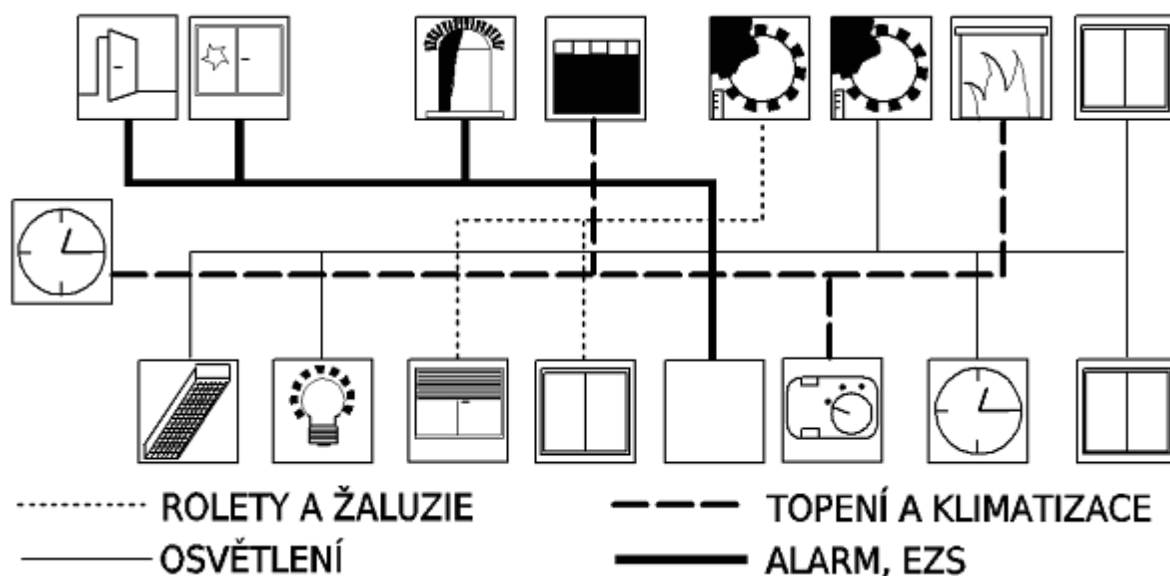
V dnešní době jsou možnosti inteligentních domů téměř neomezené. Se stále se rychleji vyvíjejícími technologiemi je možné automatizovat a ovládat téměř cokoli. Pomocí programovacích nástrojů určitých systémů, je možné nastavit různá schémata, jak se má dům zachovat v určitých situacích a díky tomu přizpůsobit dům na míru uživateli.

Inteligentně řízenou budovu, lze vybudovat z jakékoli budovy, nicméně u novostaveb je daleko snazší vybudovat infrastrukturu a zabudovat celý systém. V případě novostavby se od samého počátku projektuje a instaluje příslušná kabeláž, která vytvoří infrastrukturu pro veškerá zařízení zapojená do systému. V případě rekonstrukcí a pro minimalizaci zásahu do stavební konstrukce domu existuje celá řada bezdrátových technologií. Samozřejmě tato varianta může být o poznání finančně náročnější, nicméně touto cestou je možné se vyhnout poměrně vysokým nákladům za stavební práce.

1.3 Typy instalací

1.3.1 Konvenční instalace

Konvenční neboli klasická elektroinstalace je v dnešní době stále tou nejrozšířenější a nejvíce používaným typem. Tato elektroinstalace byla od počátku určena pro pevné rozvody a přímé spínání obvodu daného spotřebiče. Skládá se z různých samostatných celků, které jednotlivě ovládají veškeré systémy, jako jsou: osvětlení, stínění, vytápění, chlazení, zabezpečení aj. viz Obr. 1.1. Z obrázku je patrné, že každý systém funguje sám za sebe a tím pádem je nutné vytvořit pro každý z nich vlastní komunikační síť. Jednotlivé systémy mezi sebou nekomunikují a je nutné ovládat každý systém samostatně, což může být u větších komplexnějších instalací velice obtížné. Samostatné systémy jsou schopné využívat pouze vlastní senzory a vlastní aktory, což u větších instalací znamená velké množství kabelů a nepřehlednost celé instalace, nehledě na zbytečné plýtvání financemi. [4,5,8]



Obr. 1.1 Schéma klasické elektroinstalace [4]

Tato klasická varianta elektroinstalace má velice omezené možnosti, obzvláště z hlediska rozšíření. Z tohoto důvodu je velice důležité si dopředu rozmyslet, jak bude tato elektroinstalace vypadat v daném objektu, protože jakákoli následná změna se neobejde bez nemalých finančních nákladů na stavební úpravy a následně často vzniká nepřehlednost v dané elektroinstalaci a její technické dokumentaci. [4,5,8]

Na druhou stranu se jedná o velice jednoduchou elektroinstalaci, která je u menších projektů pro investora tou finančně nejvýhodnější variantou. Na českém trhu je velké množství firem, které mají s konvenční elektroinstalací mnohaleté zkušenosti, na rozdíl od řady firem zabývajících se systémovou elektroinstalací. [4,5,8]

Výhody:

- Finanční stránka jednodušších instalací
- Jednoduchost a přehlednost
- Velké množství kvalitních instalačních firem

Nevýhody:

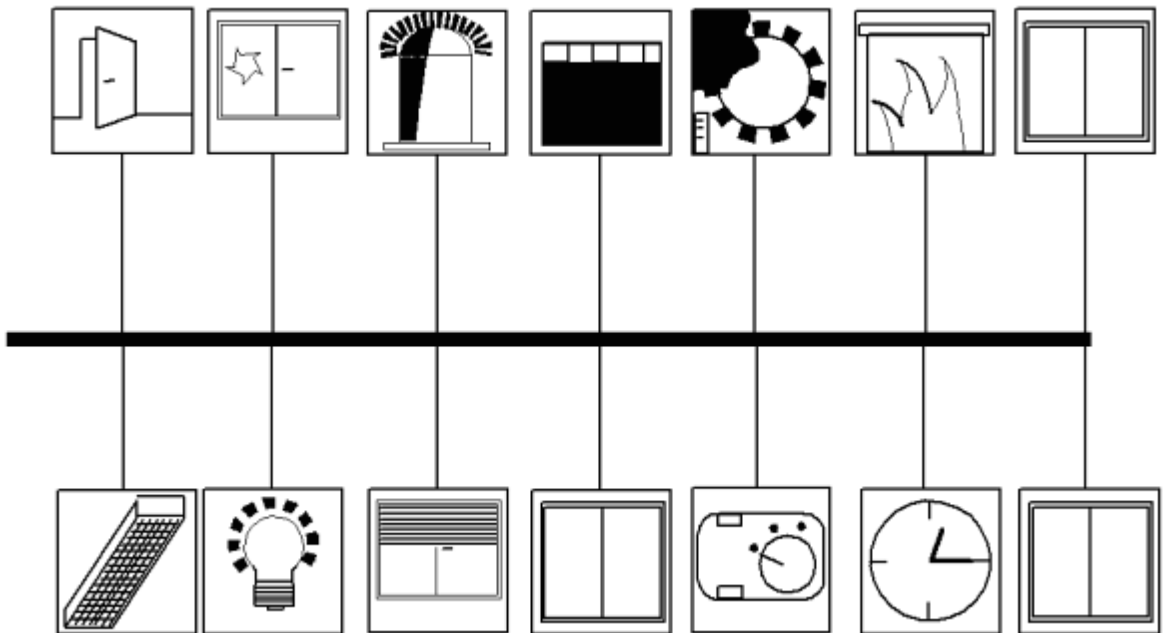
- Modifikace = vysoké náklady + zásah do stavební konstrukce
- Jednotlivé systémy fungují sami za sebe
- Nevhodná pro složitější instalace
- Obtížné ovládání jednotlivých systémů odděleně

1.3.2 Sběrníková instalace

V současné době se stále častěji prosazuje systémový přístup pro řízení budov. Hlavním cílem tohoto pohledu je spojení veškerých technologií do jednoho funkčního celku, který komplexně a dynamicky řídí jednotlivé funkce bez nutnosti zásahu člověka. Tímto způsobem řízení jsme schopni docílit nejen maximálního komfortu pro uživatele, ale i snížení ztrát na možné minimum. Systém je schopen se samostatně řídit dle přednastavených preferencí a komfortních funkcí a zároveň vytváří pro uživatele pohodlné a přehledné uživatelské rozhraní, přes které dokážeme komplexně řídit celou instalaci. [1,4,5,8]

Sběrníková instalace je navržena modulárně, to znamená, že jednotlivé prvky (senzory, aktory) jsou vzájemně propojeny sběrníkovým kabelem. Na tuto sběrnici se připojují

jednotliví účastníci, kteří si mezi sebou touto cestou vyměňují informace. Největší rozdíl od konvenční instalace tvoří samotná sběrnice, která neslouží ke spínání příkonu do spotřebiče, ale pouze se po sběrnici pošle daná informace akčnímu prvku, který úkon provede. Sběrnice je tedy komunikační médium, k propojení veškerých prvků elektroinstalace. [1,4,5,8]



Obr. 1.2 Schéma sběrnicové elektroinstalace [4]

Dle praktických zkušeností lze tvrdit, že rozsáhlé instalace či velké projekty se bez systémových instalací neobejdou. Konvenční instalace u těchto projektů často bývá dokonce i finančně náročnější a zcela určitě naprosto nepřehledná, nehledě na možnosti řízení a energetické úspory. Sběrnicová instalace nabízí mnoho řešení jak při plánování, tak i při realizaci projektu. Instalaci není problém dodatečně rozšířit o další prvky, je natolik flexibilní, že uživatel nemusí přesně určit ovládací prvky, stačí umístit sběrnicové spojky a následné prvky si může zvolit až v průběhu projektu, kde změny lze realizovat výměnou prvků nebo pouze jejich přeprogramováním. [1,4,5,8]

Výhody:

- Přehlednost
- Rozšiřitelnost
- Komfort
- Centralizované ovládání

Nevýhody:

Vyšší pořizovací cena

1.4 Princip realizace**1.4.1 Centralizovaný systém**

Centralizovaný systém obsahuje centrální řídicí jednotku, která je propojena s jednotlivými prvky hvězdicově. To znamená, že každý prvek má vlastní spojení s centrální jednotkou. Komunikace mezi jednotlivými prvky je zprostředkována pomocí centrální jednotky, která zpracovává a zároveň řídí celý chod systému. Poškození centrální jednotky má za následek výpadek celého systému. Tato nevýhoda je kompenzována nižší cenou oproti decentralizovaným systémům. Centralizované uspořádání je obvyklé například u programovatelných automatů PLC u menších instalací typu rodinné domy a byty. [1,8,9]

1.4.2 Decentralizovaný systém

Decentralizovaný systém komunikuje pomocí sběrnice, ke které jsou připojeny jednotlivé prvky. Na rozdíl od centralizovaného systému, zde má každý prvek vlastní "inteligenci" (mikroprocesor s pamětí), tudíž není zapotřebí centrální jednotky. Pokud přestane jakýkoli prvek fungovat, ovlivní pouze prvky s ním spojené a systém jako takový bude fungovat dál. Tímto způsobem je zajištěna větší robustnost a spolehlivost systému.

Finanční stránka decentralizovaného systému je náročnější, ale jedná se o bezpečnější variantu, která se hodí do větších objektů díky své nezávislosti na jednotlivých prvcích. [1,8,9]

1.4.3 Částečně decentralizovaný (hybridní) systém

Hybridní systém kombinuje obě výše zmíněné varianty, vstupy (senzory) jsou připojeny pomocí sběrnice, po které komunikují mezi sebou, zatímco výstupy (aktory) jsou připojeny hvězdicově k centrální jednotce, která centrálně koordinuje jejich funkci. [1,8,9]

1.5 Základní topologie

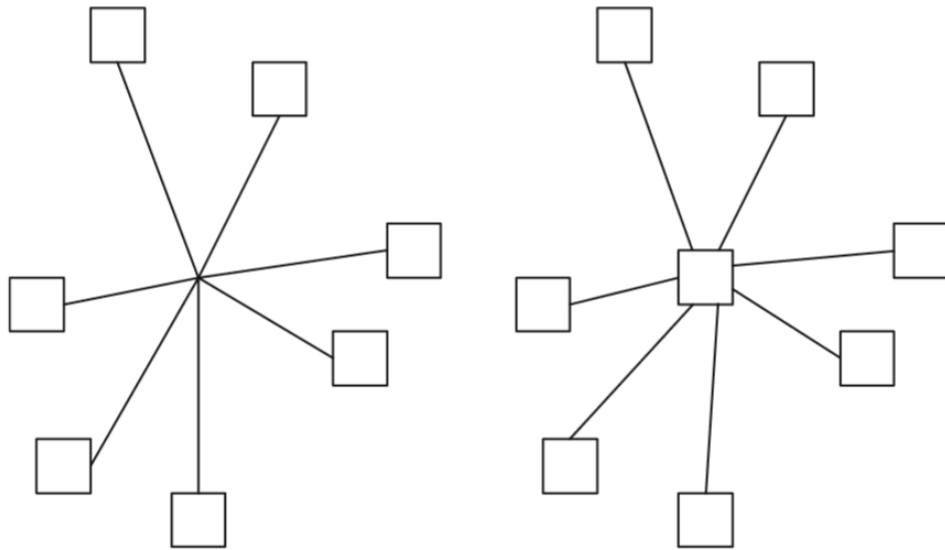
Jednotlivé prvky systému je nutné konkrétním způsobem fyzicky spojit, aby jednotliví účastníci byli schopni komunikovat. Toto spojení zahrnuje různá uspořádání účastníků sběrnice a je označováno jako topologie sběrnice nebo sítě. [1]

V následujících podkapitolách bude uveden stručný popis možných topologií, které jsou typické pro různé systémy automatizace budov.

1.5.1 Hvězdicová topologie

Při zapojení do hvězdicové topologie je každý účastník pevně spojen s centrální jednotkou viz. Obr. 1.3. Tato topologie je typická pro centralizované systémy.

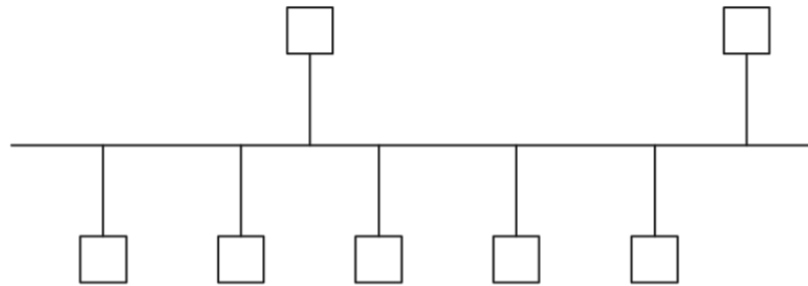
Samostatné spojení každého účastníka s centrální jednotkou zajišťuje nejen vyšší přenosovou rychlost, ale mnohem větší odolnost proti kolizím, plynoucí z využití daného kanálu pouze pro jedno zařízení. Hlavní nevýhodou této topologie je velká náročnost na kabeláž a již zmíněný kolaps celého systému v případě výpadku centrálního prvku. [1]



Obr. 1.3 Hvězdicová topologie [1]

1.5.2 Sběrnicová topologie

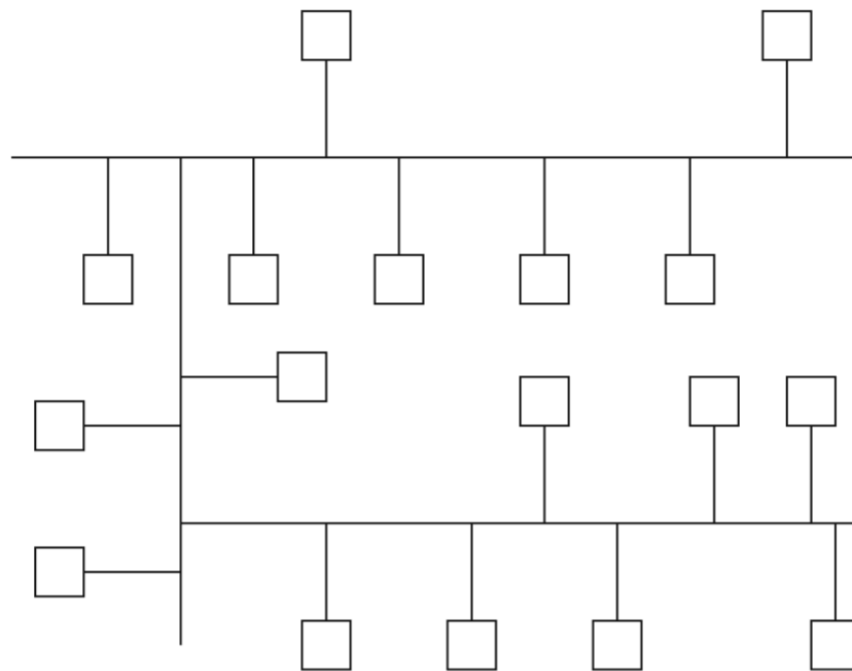
Sběrnicové nebo také liniové zapojení využívá jako přenosové médium sběrnici, ke které jsou připojeni všichni účastníci. Jedná se o velice jednoduché zapojení, které je velice úsporné na kabeláž a velice snadno rozšiřitelné. Nevýhodou tohoto zapojení je nižší přenosová rychlost v důsledku předcházení kolizím na sběrnici. Jelikož jsou všichni účastníci spojeni jedním komunikačním médiem, je nutné nastavit pravidla, aby se předešlo vysílání více účastníků současně, tedy kolizi vysílání. Systém, který předchází těmto kolizím, se nazývá CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access Collision Detection) a CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance), o kterém se dále zmíním v kapitole přenosových médií. [1]



Obr. 1.4 Sběrníková topologie [1]

1.5.3 Stromová topologie

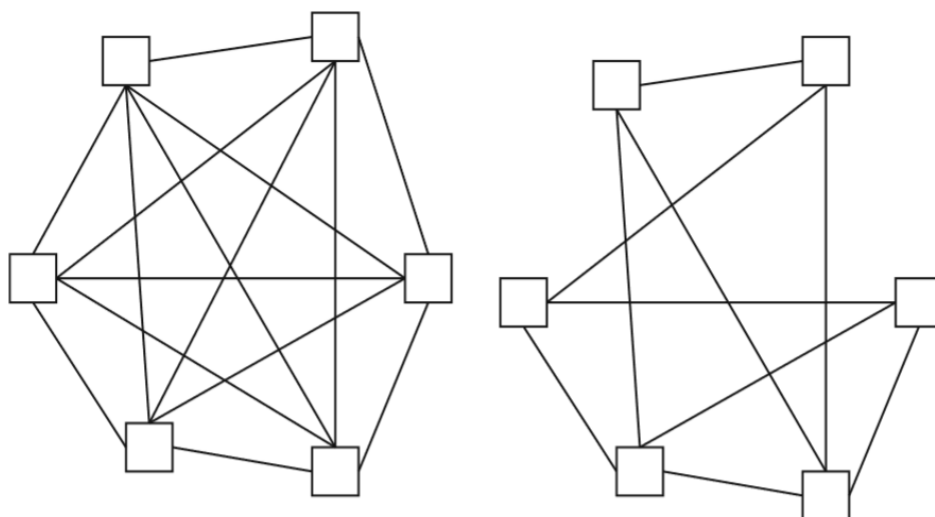
Stromová topologie vychází ze sběrníkové topologie. Jedná se o rozšíření sběrníkového konceptu zejména pro rozsáhlé projekty. Na rozdíl od sběrníkové topologie se ke sběrnici nepřipojují pouze účastníci, ale celé další sběrnice (linie). Pro lepší představu je topologie znázorněna na následujícím obrázku 1.5 a v kapitole Topologie KNX-TP na obrázku 2.6. [1]



Obr. 1.5 Stromová topologie [1]

1.5.4 Polygonální síť

Polygonální síť se dělí na dvě části: polygonální síť úplně propojená a částečně propojená. Principem úplně polygonální sítě je propojení každého účastníka přímo se všemi ostatními, zatímco částečná polygonální síť přímo propojuje pouze některé účastníky. Přenosové kanály mezi jednotlivými účastníky mohou být provozovány paralelně. [1]



Obr. 1.6 Polygonální sítě [1]

2 Systém KNX

2.1 Úvod do systému KNX

2.1.1 Historie KNX a EIB

Evropská instalační sběrnice EIB (European Installation Bus) vznikla na základě sběrnice Instabus firmy Siemens, která byla vyvíjena od roku 1986. Roku 1992 získala německou a později i evropskou normu EN 50090. EIB je v Evropě velmi rozšířeným typem sběrnice. Jedná se o otevřený decentralizovaný systém, který podporují značky, jako jsou Siemens, Bosch, ABB a dalších cca 200 společností. [2,20]

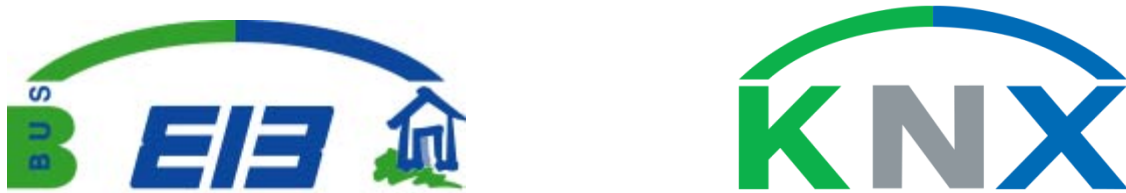
Systém EIB byl od počátku vyvíjen jako otevřený systém, primárně zaměřený na elektroinstalaci. Právě díky jednotnému standardu je možné bez problému spojit výrobky různých výrobců a stále bude zaručena plná kompatibilita. Jednotlivé prvky jsou připojeny na základní komunikační médium, čímž je kroucený pár EIB-TP. Další možností je přenos komunikace přes silové vedení EIB-PL nebo přenos komunikace pomocí IP sítí EIBnet/IP. Poslední možností je bezdrátový rádiový přenos EIB-RF. Programování jednotlivých zařízení a celého systému se provádí za pomoci softwaru EIB Tool Software (ETS). [2,20]

2.1.2 Asociace KNX

Původně založenou asociací byla EIBA (European Installation Bus Association), založena roku 1990 se sídlem v Bruselu. Hlavním cílem asociace byla propagace inteligentních instalací pro budovy za použití sběrnice systému EIB a prosazení ho jako mezinárodně normalizovaného systému. Roku 1999 se EIBA sloučila s dalšími dvěma asociacemi:

- BCI (BatiBUS Club International), z Francie
- EHS (European Home System Association), z Nizozemí

Výsledkem jejich sloučení bylo vytvoření mezinárodní organizace Konnex Association. V současné době EIB vystupuje jako KNX/EIB, resp. KNX 2.1. [2,20]



Obr. 2.1 Logo EIB a KNX [20]

Cíle Asociace KNX:

- Definování otevřeného standardu KNX pro inteligentní aplikace pro domy a budovy.
- Vytvoření značky KNX jako značky pro kvalitu a komunikaci mezi přístroji různých dodavatelů.
- Stanovení KNX jako evropské a celosvětové normy.

Začátkem roku 2016 je v systému KNX začleněno již přes 410 výrobců z 37 zemí z celého světa. KNX asociace je ve více než 20 zemích reprezentována národními KNX asociacemi. Nyní je téměř 50 000 certifikovaných KNX partnerů ve 140 zemích. KNX základní principy jsou vyučovány ve 368 certifikovaných školicích centrech v 61 zemích. [20]

2.1.3 Programovací nástroj ETS

Pro práci se systémem KNX, jako je plánování, projektování a ožívování, je k dispozici nástroj ETS (Engineering Tool Software). Stejně jako u celé instalace KNX, tak i zde je velkou výhodou univerzálnost. ETS je kompatibilní se všemi zařízeními od všech výrobců s certifikací KNX. ETS je jediným prostředkem k naprogramování a samotného oživení systému. Současnou aktuální verzí je ETS5. Vývojem tohoto software se zabývá Asociace KNX již od roku 1992. [2,20]

2.2 Přenosová média

Komunikace mezi přístroji může probíhat několika způsoby, jak již bylo řečeno. Nejčastěji se jedná o sběrníkový kabel KNX-TP, kde je přenosové médium Twisted Pair. KNX lze také realizovat několika dalšími způsoby. Prvním způsobem je výměna dat po stávajícím silnoproudém vedení 230/400 V, KNX-PL, kde je přenosové médium Powerline. Druhou možností je komunikace rádiovým přenosem KNX-RF, kde je přenosové

médium Radio Frequency. Třetí varianta komunikuje po ethernetu popřípadě WiFi KNX-IP. [2,3]

2.2.1 KNX-TP

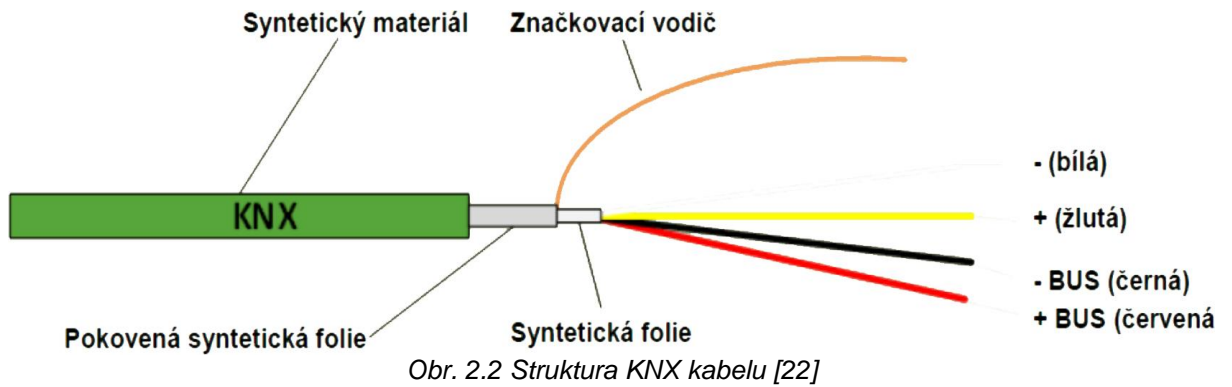
Kroucená dvojlinka, neboli KNX-TP, kde písmena TP označují anglický název Twisted Pair. Jedná se o nejpoužívanější přenosové médium v systémech KNX. Slouží nejen pro přenos komunikace, ale i pro napájení sběrnice spojky a určitých druhů snímačů. [2,3]

Samotný kabel tvoří dva kroucené páry vodičů. Kroucené jsou z důvodu minimalizace elektromagnetického rušení a ztrát způsobených kapacitním odporem. První kroucený pár je zbarven červenou a černou barvou izolace, jedná se o primární pár sběrnice. Ačkoli pro komunikaci i napájení stačí jeden pár vodičů, je dáno použitím se dvěma kroucenými páry. Druhý pár je zbarven bílou a žlutou barvou izolace a je použit jako rezervní v případě poškození primárního páru vodičů. Dále může být použit k dodatečnému napájení určitých přístrojů s vyšší spotřebou, např. snímače s dotykovými panely, kdy je dodatečné napájení přivedeno z pomocného zdroje malého napětí. [2,3]

Pro přístup k médiumu se na sběrnici používá pravděpodobnostní protokol CSMA / CA - Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance. Účastníci připojení na sběrnici neustále naslouchají nosné, jestli se po sběrnici vysílá signál. V případě, že detekují signál tak počkají až se přenosové médium uvolní a začnou vysílat vlastní signál. Tímto způsobem je realizována komunikace na sběrnici. [11]

Doporučenými typy sběrnice kabelů, které splňují požadavky Asociace KNX jsou např. YCYM 2x2x0,8, nebo J-Y(St)Y 2x2x0,8. Použitím certifikovaných kabelů KNX jsou zaručeny požadované elektrické vlastnosti vodiče na 1000 m délky je činný odpor 75 Ω a parazitní kapacita 100 nF. [2,3]

Sběrnice KNX je provozována na bezpečném malém napětí SELV, za použití bezpečnostního oddělovacího transformátoru, který generuje 30 V DC. Napájecí zdroj je schopen napájet až 64 prvků, při maximálním zatížení 640 mA. K zaručení funkčnosti systému musí být na vstupních svorkách nejvzdálenější sběrnice spojky alespoň 21 V. [2,3]



Kritéria sběrnice:

- Maximální délka sběrnice je 1000 m pro jednu linii
- Maximální vzdálenost zařízení od zdroje je 350 m
- Maximální zařízení na jedné linii je 700 m
- Maximální počet zařízení na jedné linii je 64
- Maximální zatížení zdroje je 640 mA
- Minimální napětí nejbližší sběrnice je 21 V
- Minimální vzdálenost mezi zdroji napětí je 200 m

2.2.2 KNX-PL 110

Umožňuje pro komunikaci využití sítě 230/400 V střídavého napětí. Výměna dat probíhá po jakémkoli fázovém a nulovém vodiči, které jsou připojeny k zařízení systému. Poloduplexní přenos umožňuje zařízením komunikovat oběma směry, tedy vysílat a zároveň přijímat.

KNX PL 110 umožňuje navzdory nespécifikovaným parametrům sítě, ve smyslu délky vedení, počet připojených přístrojů či druhem vedení, zabezpečit poměrně vysokou přenosovou bezpečnost. Pro přenos jsou využity kmitočty 105,6 kHz a 115,2 kHz, střední hodnota kmitočtu, jak již samotný název napovídá, je 110 kHz. [1,2,3]

Přenos dat přes silové vedení je umožněn pomocí klíčování kmitočtu v metodě rozložení pásma SFSK (Spread Frequency Shift Keying). Princip této metody je následující: je-li odeslána "0", vysílač generuje kmitočet 105,6 kHz, v případě má-li být odeslána "1", vysílač generuje kmitočet 115,2 kHz, který superponuje na síťové napětí. Přenosová rychlost všech síťových spojek na 1200 bit/s. Veškeré síťové spojky jsou neustále na příjmu a přijaté signály se převádějí na digitální hodnoty. Tyto hodnoty jsou dále zpracovány dvěma korelátory, které porovnávají digitální hodnoty s referenčními vzorky a vyhodnocují, jestli se jedná o "0", "1"

nebo šum. Rozpoznávání chyb společně s bitovými vzory zaručují bezpečný přenos a odpovídající úroveň rozpoznání signálu. [1,2,3]

Druhým způsobem komunikace po silovém vedení je technika permanentní automatické přizpůsobení vysílacího výkonu a citlivosti příjmu. Tato metoda kontinuálně přizpůsobuje vysílací výkon poměrům v síti. Za předpokladu, že není překročena maximální úroveň vysílání a zároveň všechny přijímače regulují svojí citlivost podle poměrů v síti, tak je výsledkem optimální dosah přenosu i za měnících se poměrů sítě. [1,2,3]

Tento způsob komunikace nám přináší značné výhody z hlediska kabeláže, kdy nemusíme vytvářet samostatné vedení pro systémovou instalaci. Na druhou stranu KNX-PL 110 nabízí přenosovou rychlost pouze 1200 bit/s a spolehlivost oproti jiným přenosovým médiím není příliš vysoká. KNX-PL 110 je nutno vybavit pásovou zádrží v rozvaděči, z důvodu odfiltrování telegramů z distribuční sítě. Neodfiltrované telegramy by v distribuční síti mohly narušit instalace KNX v blízkém okolí. [1,2,3]

S největší pravděpodobností z těchto důvodů v České republice není realizována ani jedna instalace tohoto druhu.

Použití:

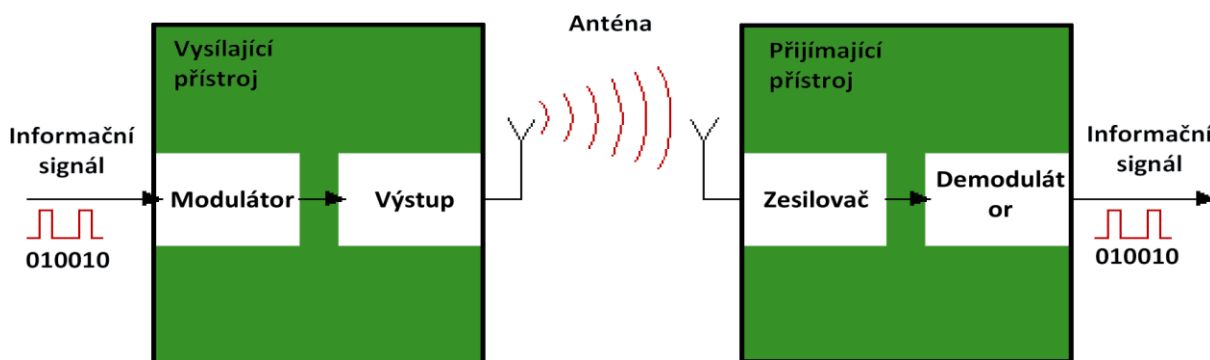
Vzhledem k nespécifikovaným síťovým poměrům se může stát, že přenos telegramu bude přerušeno. S ohledem na tuto skutečnost je nepřípustné použití KNX PL 110 v instalacích, kde ztráta telegramu může znamenat rozsáhlé škody, vzniklé následkem nedoručení telegramu. Jedná se např. o tísňová volání nebo řízení výtahu. [1,2,3]

Možnosti využití jsou následující:

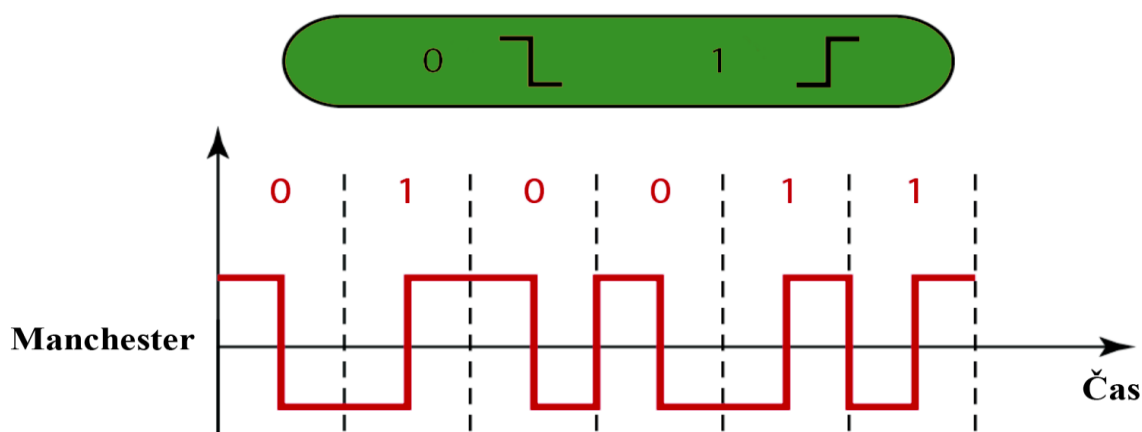
- spínání nebo stmívání světelných instalací
- řízení aplikací s motorovým pohonem (žaluzie, rolety, otevírání vrat)
- hlášení
- simulace přítomnosti
- vizualizace
- přenos analogových hodnot
- časově závislé řízení
- centrální řízení

2.2.3 KNX-RF

Jedná se o bezdrátové přenosové médium, jehož využití oceníme především v místech, kde není možné použít standardních kabelových vodičů. Komunikace je realizována pomocí radiofrekvenčního přenosového média, které využívá frekvenční pásmo 868,0 MHz - 868,8 MHz. Maximální počet účastníků je 64. [1,2,3]



Přenos dat v KNX RF je zabezpečen kmitočtovou modulací nebo klíčování kmitočtovým posuvem FSK (Frequency Shift Keying). Princip této metody je následující, rozdíl mezi logickou "0" a "1" je tvořen nepatrnou odchylkou od středního kmitočtu, který je u KNX-RF 868,3 MHz, při rychlosti přenosu informace 16,384 kBit/s a je modulován dle Manchester kódování. Manchester kódování přináší vyšší spolehlivost přenosu a snadnou synchronizaci, změna každého pulzu z "0" na "1" a naopak je ve středu informačního bitu, lépe vysvětlí následující obrázek 2.4. [1,2,3]



Následně přijímač provede kontrolu pomocí CRC cyklickým kódem, ten ověří, jestli byl telegram přenesen v pořádku.

Při projektování bezdrátových sítí je třeba brát v potaz dosah signálu. Signál KNX RF je volně šířitelný a jeho dosah ve volném prostoru je o hodně větší než vzdálenosti uvnitř budov,

nicméně z důvodu omezení maximálního výkonu, jak ze strany norem, tak z důvodu úspory energie bateriově napájených zařízení, je reálný dosah omezen. Proto je při projektování nutné brát v úvahu okolní prostředí a šíření signálu, projektant by si měl dát pozor na prostupnost signálu stěnami, stropy, nábytkem a především velkými kovovými předměty či ocelovými konstrukcemi, které vytvářejí radiový stín. Velkou roli u volného šíření signálu hrají odrazy. Odrazy rozlišujeme na kladné a záporné. Pomocí kladných odrazů jsme schopni přenést signál tam, kde není možný přímý příjem signálu a na druhou stranu jsou zde záporné odrazy, které mohou způsobovat rušení v důsledku příjmu jak přímého signálu, tak odraženého signálu s časovým posunem z důvodu rozličných cest. [1,2,3]

Maximální přenosový výkon je 25 mW a případě potřeby je možné zapojit až dva opakovače, tak aby se signály mohly být přenášeny i na větší vzdálenosti nebo mezi podlažími. [1,2,3]

2.2.4 KNXnet / IP

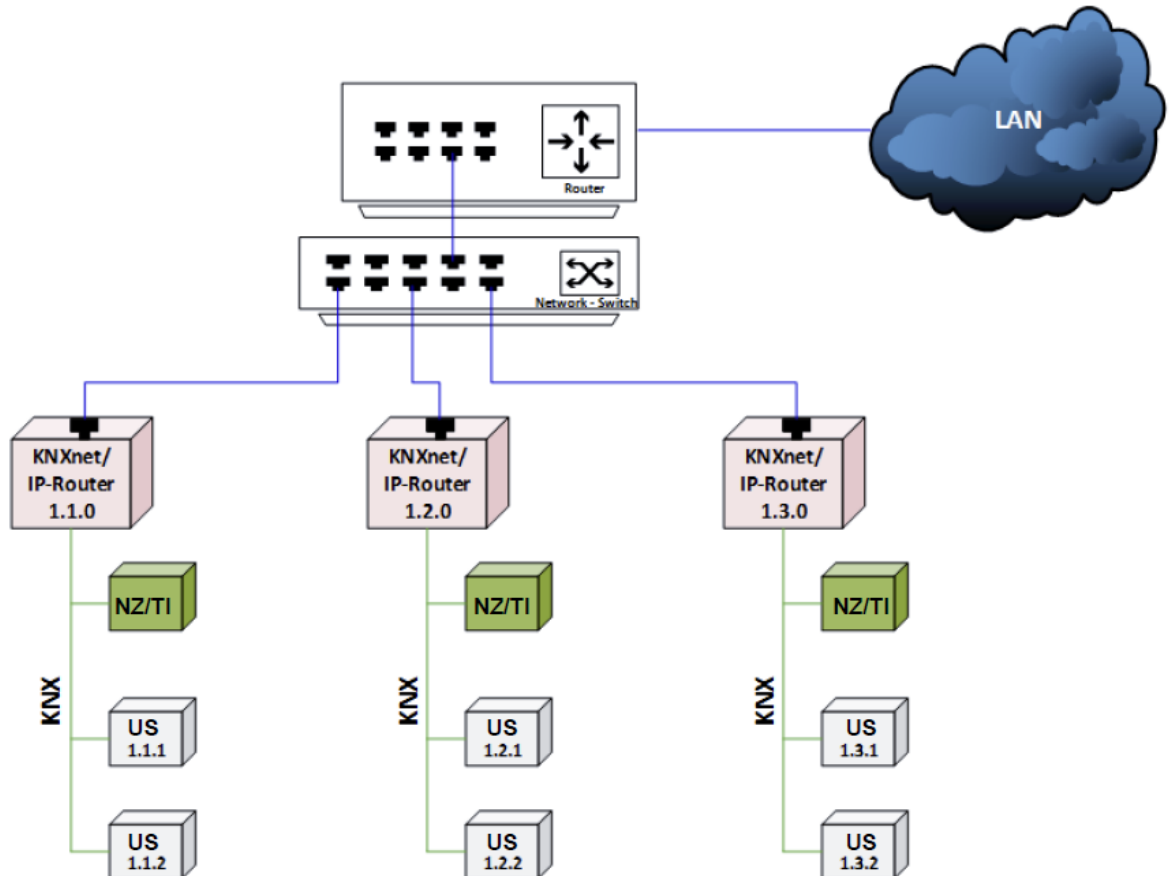
U velkých projektů stále častěji dochází k limitům přenosové rychlosti KNX TP sběrnice v důsledku stále více rostoucích nároků zákazníka. Z tohoto důvodu lze použít pro zvýšení rychlosti KNXnet / IP routery, které využívají pro přenos komunikace sítě IP s mnohonásobně vyšší rychlostí. [2,3]

Hlavním omezením sběrnice je již zmíněná přenosová rychlost pouhých 9,6 kBit/s, která je v poslední době velkým omezením hlavních či páteřních linií. Stále se zvyšující zatížení sběrnice vzniká především častějším použitím vizualizačních softwarů a přístrojů s vysokými počty kanálů, které cyklicky odesílají telegramy o svém stavu. Řešením této situace je změna přenosového média na IP síť. Náhradou nejvíce zatěžovaných linií, jako jsou hlavní a páteřní line a zrychlením přenosu dat, lze rozšířit možnosti celého systému. [2,3]

K propojení do IP sítí je nutné použít zařízení, které byly navrženy za tímto účelem. KNXnet/IP routery nahradí liniové spojky a zvýší rychlost v případě Gigabitových IP sítí až 100 000 krát. Nicméně i přes vysokou přenosovou rychlost je nutná dostatečná znalost sběrnicových přístrojů a jejich parametrů. Vysoká přenosová rychlost sice odstraní přetížení především hlavních a páteřních linií a zároveň minimalizuje ztrátu telegramů, ale stále se musíme vyvarovat příliš častému odesílání cyklických telegramů. Rychlé IP síť nám nepomohou v případě, že budou telegramy odesílány ze všech linií do jedné linie. V tomto případě se nejedná o problém KNX, ale obecně o problém strukturovaných sítí, která může

končit ztrátou dat. Z těchto důvodů je nutné organizovat komunikaci mezi sběrníkovými přístroji, dle adekvátní logiky, aby se předešlo potížím tohoto druhu. [2,3]

Pro lepší představu uspořádání topologie systému, slouží následující obrázek 2.5, kde hlavní linie byla nahrazena sítí IP.



Obr. 2.5 KNXnet/IP topologie [2]

V případě, že propojujeme odlišná přenosová média, je vždy nutné použití příslušných mediálních spojek. Například pro zrychlení přenosu zvláště na větší vzdálenosti se často používají kombinace KNX-TP a KNXnet / IP, kde je možné přes IP síť komunikovat daleko větší rychlostí nebo KNX TP a KNX RF v případě, když není možné použít standardní kabelové vodiče. [2,3]

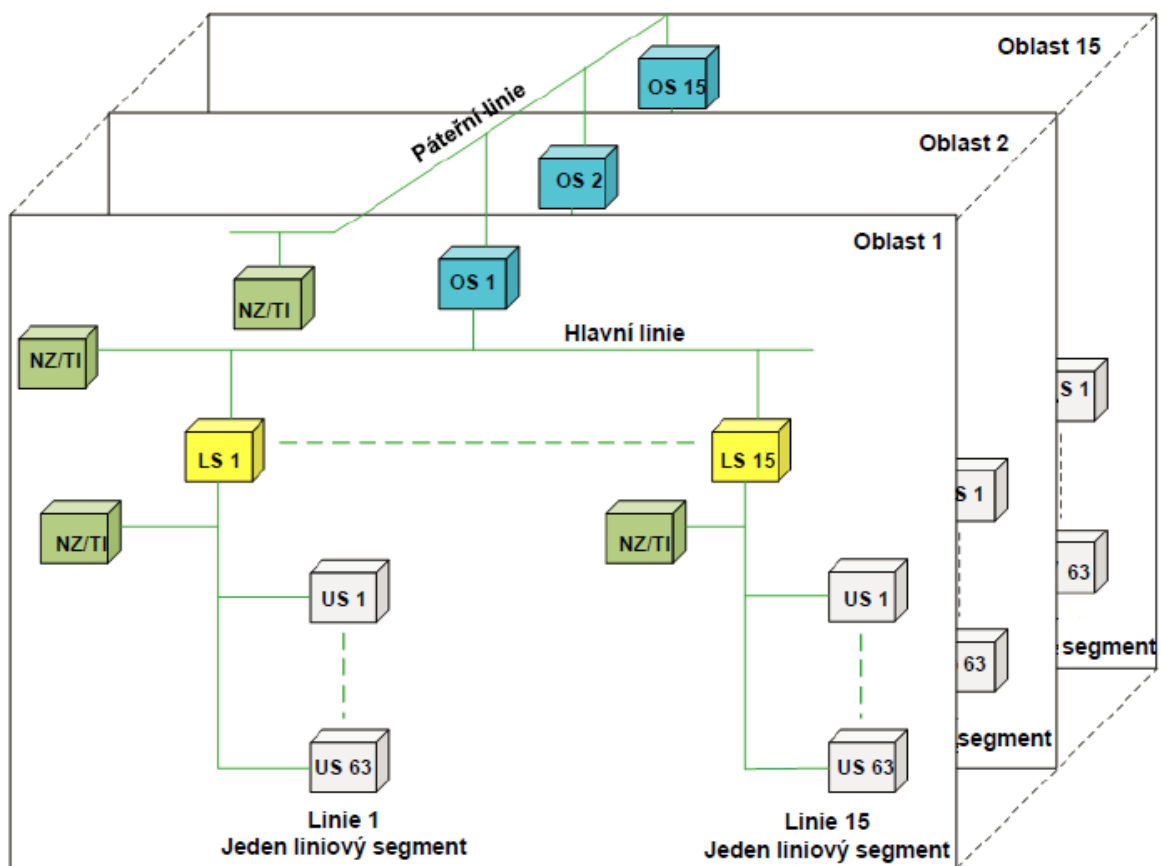
2.3 Topologie KNX

2.3.1 Topologie KNX-TP

Liniový segment tvoří základní uspořádání na té nejnižší úrovni. Jeden segment tvoří spojka a její účastníci. Jednotlivé linie jsou odděleny takzvanými liniovými spojkami (LS)

a jsou schopny připojit až 64 přístrojů ke sběrnici. Tuto základní linii je možné rozšířit až na 255 prvků pomocí tzv. liniových opakovačů (LO). Pod jednou liniovou spojku je možné připojit maximálně 3 segmenty obsahující liniové opakovače po 64 prvcích. Liniové opakovače na rozdíl od liniových spojek neobsahují filtrační tabulku, která propouští pouze ty telegramy, které směřují do ostatních linií, což je jeden z hlavních důvodů, proč se liniové opakovače v praxi příliš nepoužívají. [1,2,3,13]

V případě potřeby je možné vytvořit až 15 těchto linií, které dohromady spojuje hlavní linie. Hlavní linie tedy spojuje až 15 liniových spojek s maximálním počtem připojených zařízení 256, to znamená 15 linií x 256 zařízení = 3840 zařízení. Následně k dalšímu rozšíření lze celou tuto hlavní linii považovat za oblast a rozšířit ji o páteřní linii, která pomocí oblastních spojek (OS) dokáže propojit až 15 oblastí. Pro lepší představu slouží následující obrázek 2.6. [1,2,3,13]



Obr. 2.6 KNX-TP topologie [2]

Jak na hlavní tak na páteřní linii, lze kromě oblastních a liniových spojek připojit i koncová zařízení. Jelikož je maximální počet liniových či oblastních spojek 15, tak je možné připojit ještě dalších 49 zařízení. V případě že budeme uvažovat plné využití všech hlavních

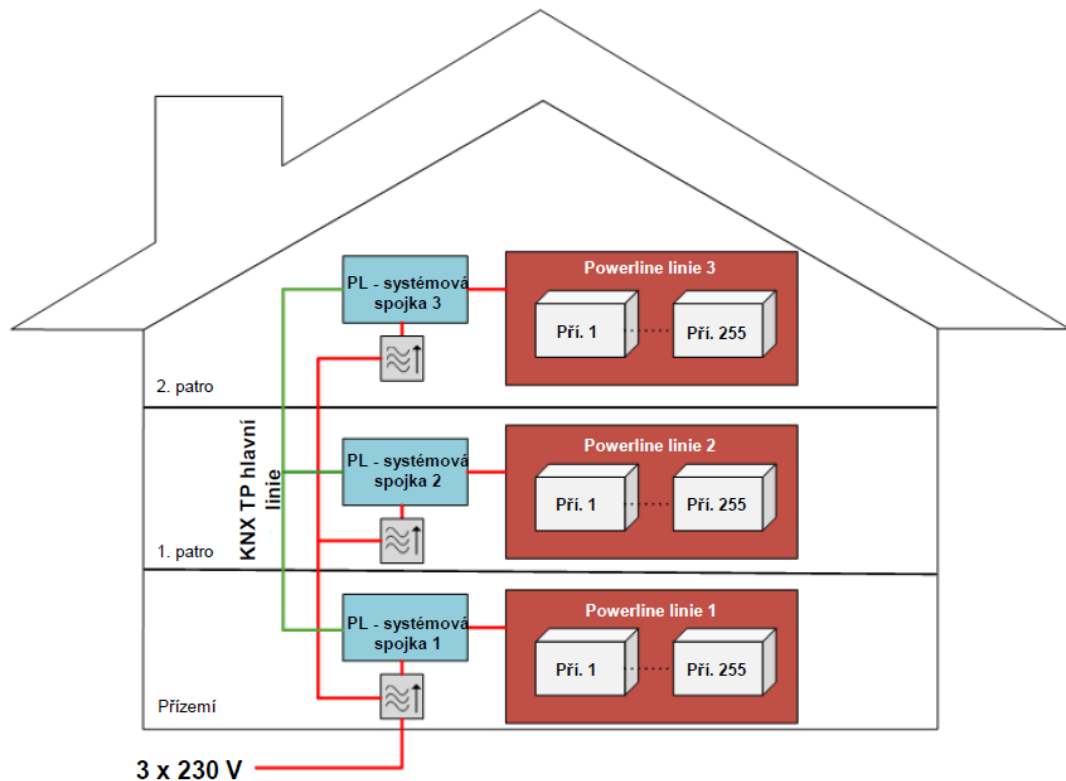
i oblastních linií je teoreticky možné připojit až 15 000 zařízení a v případě použití liniových opakovačů se dostaneme až přibližně na 58 000 zařízení. [1,2,3,13]

Každá linie obsahuje svůj vlastní zdroj včetně tlumivky, který je blíže specifikován v kapitole: Účastníci sběrnice, podkapitoly: 2.5.1 Napájení sběrnice.

2.3.2 Topologie - KNX-PL 110

Topologie systému vytvořeného pomocí KNX-PL je velice podobná KNX-TP a nabízí logické adresování s ním kompatibilní. Maximálně lze adresovat až 8 oblastí vždy se 16 liniemi po 256 účastnících. Za předpokladu dostačujícího využití maximálního počtu zařízení jedné linie, tedy max. 256 zařízení KNX-PL 110, může odpadnout rozdělení do linií adekvátními spojkami z důvodu vzájemné datové kompatibility po všech 3 fázích silové elektrické instalace 230/400 AC. V případě větších instalací je nutné oblasti signálu KNX-PL 110 oddělit pásmovými zádržemi (PZ), které fyzicky oddělují systém od distribuční sítě. [1,2,3,13]

Hlavní linie je tvořena již zmíněnou hlavní linií KNX-TP a následným převodem, přes mediální spojku na KNX-PL 110. Mediální spojka zastává několik hlavních funkcí, jako jsou aktivní sdružování fází, zdroj pro sběrnici hlavní linie, funkci filtrační tabulky a následného selektivního předávání telegramů, kterým se trvale sníží zatížení sběrnice. Pro lepší představu je možná topologie KNX-PL 110 zobrazena na následujícím obrázku 2.7. [1,2,3,13]

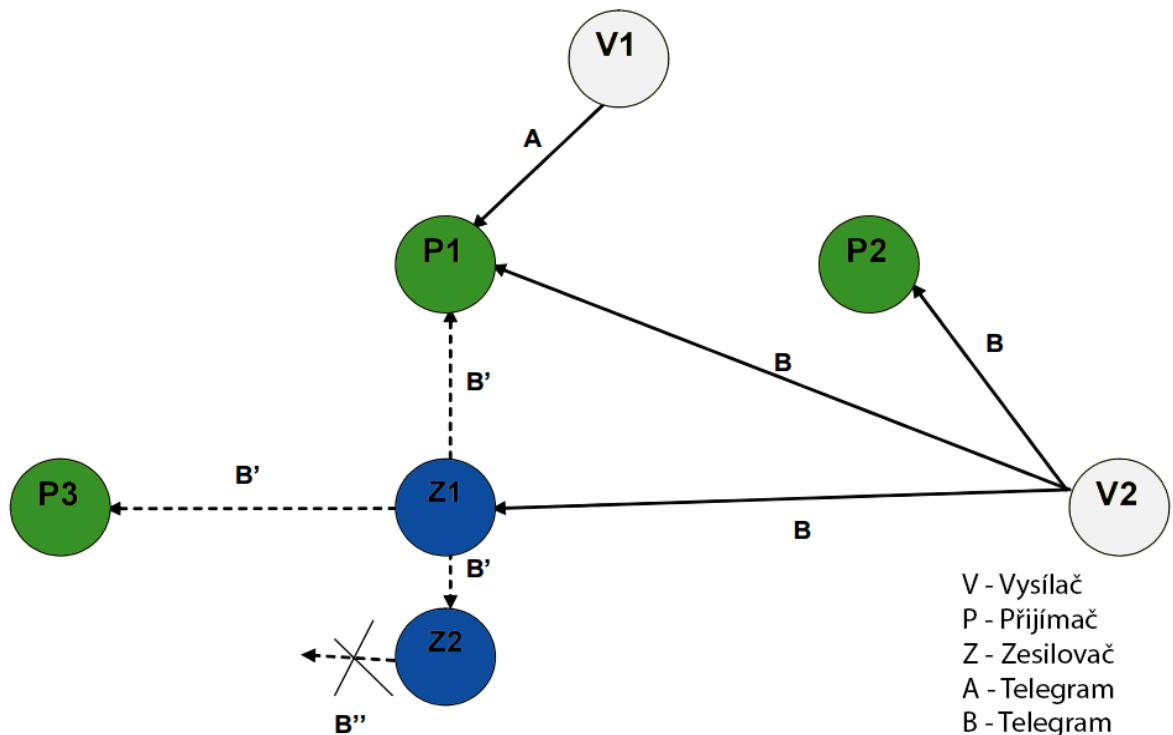


Obr. 2.7 KNX-PL 110 topologie [2]

2.3.3 Topologie - KNX-RF

Jelikož není úplně možné uvnitř budovy směřovat radiový signál, tak přístroje KNX-RF nemají žádnou hierarchickou strukturu. Pokud se zařízení nachází v radiovém dosahu, tak každý snímač může komunikovat s jakýmkoli akčním členem. Každý prvek v systému KNX-RF má funkci opakováče, který zesiluje signál nebo lze paralelně použít až tři opakováče za účelem vytvoření ucelené sítě. Z důvodu radiového přenosu je možné, že bezdrátová komunikace bude narušovat blízkou KNX instalaci. Jako prevence před tímto nežádoucím jevem, obsahuje každý odeslaný telegram svoji doménovou adresu, podle které je každý prvek schopen určit, jestli telegram patří do daného systému. [1,2,3,13]

Komunikace v KNX-RF systému je pro lepší pochopení přiblížena na následujícím schématu (Obr. 2.8). Vysílač V1 přenáší telegram A přímo do Přijímače P1, který tento telegram přijímá. Vysílač V2 přenáší přímo telegram B do přijímačů P1 a P2, kdežto přijímač P3 se nachází mimo dosah a je nutné využít zesilovač Z1, který telegram B předá. Tento předávaný telegram B' je současně předáván na veškeré ostatní zařízení v dosahu zesilovače Z1. Konkrétně přijímač P1, který telegram B' terminuje, jelikož tento telegram již přijal a zesilovač Z2, který tento telegram vyhodnotí, ale jelikož nelze sériově řetězit zesilovače, tak je telegram rovněž terminován. [1,2,3,13]



Obr. 2.8 Komunikace KNX-RF [23]

2.3.4 Topologie - KNXnet / IP

Topologie KNXnet / IP je znázorněna na obrázku 2.5. Jedná se o topologii, kde hlavní linie je nahrazena IP sítí. IP routery převádějí signál z KNX-TP a následně komunikují po IP síti. Tato topologie se stává velice atraktivní zejména ve velkých projektech, kde rychlost při komunikaci na větší vzdálenosti hlavních a páteřních sítí není dostatečná nebo vyvolává určité zpoždění. [1,2,3,13]

2.4 Komunikace KNX

Výměna dat mezi jednotlivými prvky je jedním ze základních jevů, bez kterého by nebyla možná funkčnost systému. Komunikace probíhá po přenosovém médiu, které zvolíme KNX-TP, KNX-PL 110, KNX-RF nebo KNXnet / IP. Samotné informace jsou zakódovány a přenášeny ve formě pulsů nabývajících hodnot 1 nebo 0, tedy 1 bit. Prostřednictvím nezbytné logiky jsou tato data dekodována a z daných telegramů jsou vyčteny informace. [1,2,3,14] Komunikace v systému KNX probíhá několika způsoby:

- Unicast** – přímá komunikace mezi dvěma účastníky sběrnice
- Multicast** – komunikace jednoho účastníka s více účastníky sběrnice
- Broadcast** – komunikace účastníka se všemi účastníky sběrnice

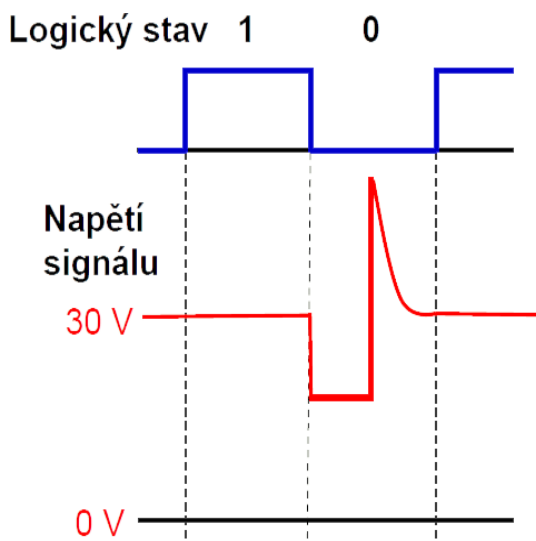
Směrování komunikace mezi jednotlivými účastníky sběrnice se vhodně volí přenosová trasa, kde přenos dat probíhá v podobě již zmíněných telegramů. Telegram může nabývat různé velikosti v závislosti na přenášených informacích, pro lepší představu slouží následující tabulka. [1,2,3,14]

Tab. 2.1 Rozměr dat a jejich použití [2]

Rozměr dat	Počet hodnot	Termín v digitální technologii	KNX aplikace (výběr)
1 bit	2	Bit	Spínání
2 bit	4		Priorita
4 bit	16	Tetrad, nibble	Stmívání
8 bit	256	Byte	8-bitová hodnota
16 bit	65.536	Slovo	Plovoucí čárka
32 bit	4.294.967.296	Dvojitě slovo	Čítač

2.4.1 Struktura bitu KNX TP

Bit může nabývat pouze dvou logických stavů „0“ a „1“. Logika v systému KNX-TP je následující. Během logického stavu „1“ není přítomen napěťový signál a neprotéká proud, kdežto během logického stavu „0“ napěťový signál je přítomen a protéká proud. Z toho vyplývá, že při vysílání více účastníků sběrnice zároveň, tak smí pokračovat ten, který vysílá logickou „0“. Struktura bitu KNX-TP je znázorněna na následujícím obrázku 2.9. [1,2,3,14]

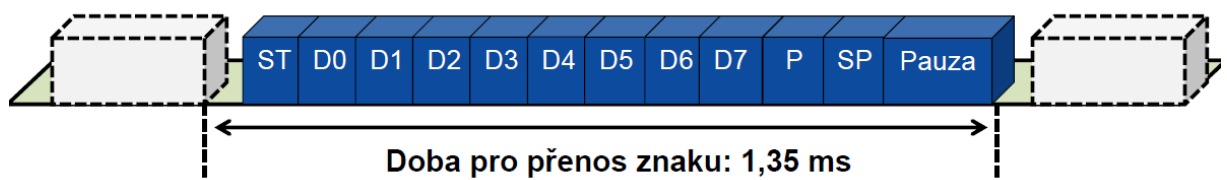


Obr. 2.9 Struktura bitu KNX-TP [2]

2.4.2 Telegramy TP:

Veškerá komunikace systému KNX probíhá prostřednictvím telegramů. Telegramy jsou posílány po sběrnici ve formě znaků, kde každý znak je složen z 11 bitů, které pro lepší znázornění vidět na obrázku 2.10. Každý čtvereček na obrázku zastupuje jeden bit. Na počátku každého znaku se nachází startovací bit (ST) a na druhém konci ukončovací bit (SP). Účelem těchto dvou bitů je synchronizace přenosu. Přeneseným informacím je v každém znaku vymezen 1 byte, tedy 8 bitů reprezentující D0 až D7. Následná kontrola přenesených datových bitů probíhá pomocí tzv. paritního bitu (P), který výrazně zvyšuje spolehlivost přenosu. Za ukončovacím bitem následuje pauza o velikosti 2 bity. Pauza odděluje dva po sobě jdoucí znaky. Celková velikost jednoho znaku včetně pauzy je tedy 13 bitů. [1,2,3,14]

Časová náročnost přenosu jednoho bitu po sběrnici trvá 104 μ s. Což znamená, že přenos jednoho znaku včetně pauzy mezi dvěma znaky (13 bitů) zabere 1,35 ms. [1,2,3,14]



Obr. 2.10 Struktura telegramu KNX-TP [2]

Délka informace telegramu může být různá v závislosti na jeho funkci a nabývá velikosti v rozmezí 8 až 23 znaků. Pro výpočet celkové doby odeslání jednoho telegramu musíme připočítat čas t_1 o velikosti 50 bitů po kterou bude sběrnice přístroj naslouchat sběrnici a v případě, že nebude obsazena, tak bude zahájeno odesílání telegramu. Ihned po úplném odeslání telegramu mají sběrnice přístroje čas t_2 o velikosti 15 bitů k potvrzení telegramu. Potvrzení telegramu je provedeno jedním znakem, kterým veškeré adresované sběrnice přístroje současně potvrdí přijetí telegramu. Celková délka doby přenosu jednoho telegramu včetně doby naslouchání sběrnice t_1 a doby potvrzení přenosu telegramu t_2 zabere dle délky telegramu mezi 20 až 40 ms. [1,2,3,14]

Struktura telegramu obsahuje informace rozdělené do sedmi polí. Strukturu dat telegramu můžete vidět v následujícím výčtu.

Struktura telegramu

- Řídící pole - 1 byte
- Zdrojová adresa - 2 byte

- Cílová adresa - 2 byte + 1 bit
- Routingové číslo - 3 bit
- Délka - 4 bit
- Užitečná data - až 16 x 1 byte
- Ověřovací byte - 1 byte

Řídící pole

První byte každého telegramu tvoří řídicí pole, které definuje nastavenou prioritu. Nastavení priority probíhá pomocí programovacího softwaru ETS, kde je možné si prioritu zvolit. Pokud není změněno, tak standardní nastavení priority je nízká priorita řízení (automatika). Další možností je vysoká priorita řízení (normal), priorita pro poplachové funkce (alarm) nebo nejvyšší priorita pro systémové funkce. V případě, že jeden z adresovaných přístrojů odešle negativní znak potvrzení, tak následně bude telegram opakovaně odeslán. Aby se u opakovaně odeslaného telegramu předešlo opakování příkazu v případě adresace více zařízení, tak se v řídicím poli nachází opakovací bit, který je nastaven na hodnotu 0. [1,2,3,14]

Zdrojová adresa

Zdrojová adresa obsahuje individuální adresu účastníka na sběrnici ve tvaru 1.2.3. V tomto případě se jedná o třetí zařízení v druhé linii a první oblasti. [1,2,3,14]

Cílová adresa

Cílová adresa jednoznačně identifikuje sběrnicevé zařízení nebo skupinu sběrnicevých zařízení, kterým je telegram určen. V běžném provozu je cílovou adresou skupinová adresa, ale jako cílovou adresou lze použít i individuální adresu např. pro systémové telegramy. Za účelem rozlišení mezi skupinovými adresy a individuálními adresy je součástí telegramu cílové adresy 17. bit. Je-li tento bit roven 0, pak cílovou adresou je individuální adresa, v opačném případě, je-li 17. bit roven 1, pak bude oslovena skupina zařízení prostřednictvím skupinové adresy. [1,2,3,14]

Routingové číslo:

Za účelem ukončení neustálého kolování telegramů obsahuje každý vyslaný telegram na sběrnici tzv. routingové číslo. Počáteční hodnota routingového čísla je 6, z důvodu nejdelší možné korektní cesty telegramu. Následně je toto číslo každým průchodem oblastní spojkou, liniíovou spojkou nebo liniíovým opakovačem zmenšeno o 1. Jakmile dosáhne routingové číslo hodnoty 0, je telegram následující spojkou smazán. [2,3]

Speciálním případem je servisní telegram, který obsahuje routingové číslo 7. Servisní telegram s touto hodnotou routingového čísla bude ignorován všemi spojky a filtračními tabulkami. [2,3]

Tento způsob terminace telegramů zabrání nekonečnému kolování telegramů po sběrnici v případě nechtěného zasmyčkování instalace.

Užitečná data:

Velikost přenášených užitečných dat neboli délka dat je závislá na použitém typu datového bodu a může nabývat hodnot od 1bitu do 15 bytů. Vzhledem k velkému množství výrobců bylo několik typů datových typů standardizováno, pro zajištění kompatibility stejných nebo podobných zařízení různých výrobců. Typ datového bodu DPT (Data Point Type), standardizuje formát dat a strukturu komunikačních objektů jak pro funkce snímačů, tak i akčních členů. Datový typ je sloučen s komunikačním objektem, jehož podstatou je možnost nastavení komunikačních vlajek. Každému objektu lze nastavit prostřednictvím komunikačních vlajek jeho chování na sběrnici jakožto pravidla pro přenos dat. Typy komunikačních vlajek jsou vidět v následujícím výčtu. [2,3]

Komunikační vlajka “C” Comunication flag

Standardním nastavením je tato vlajka vždy nastavena jako aktivní, neboť bez této vlajky objekt není schopen přijímat a odesílat telegramy. Jedná se tedy o “master spínač” pro komunikaci. [2,3]

Čtecí vlajka “R” Read flag

Tato vlajka umožňuje číst hodnoty objektů po sběrnici, což znamená, že pokud je čtecí vlajka nastavena, tak odpovědní telegram bude odeslán pouze po přečtení telegramu. Tato funkce se využívá především u vizualizačních funkcí, světelných scén apod., za účelem ověření stavu objektu. [2,3]

Zapisovací vlajka “W” Write flag

Zapisovací vlajka je standardně aktivní u všech akčních členů, neboť např. spínací akční člen není schopen sepnout bez aktivní zapisovací vlajky, z důvodu, že není schopen změnit (přepsat) stav objektu. Ze stejného důvodu se zapisovací vlajka nastavuje u všech objektů tlačítkových snímačů. [2,3]

Přenosová vlajka “T” Transmit flag

Přenosová vlajka umožňuje odesílání telegramů skupinovým objektům. Samotný přenos telegramů po sběrnici může být vyvolán např. stisknutím tlačítkového snímače, rozepnutím

magnetického snímače (otevření okna) nebo přímo aplikačním programem. Z těchto důvodů je přenosová vlajka standardně nastavena u veškerých snímačů jako aktivní. [2,3]

Aktualizační vlajka “U” Update flag

Jestliže je aktualizační vlajka aktivní, tak odpovědní telegram je ve čtecím procesu interpretován jako zapisovací telegram, což znamená změnu stavu sběrniceového přístroje. Sběrniceové spojky systému zajišťují výběr a vyhodnocení aktualizační vlajky. [2,3]

Nastavení komunikačních vlajek se provádí v programu ETS, kde jsou veškeré komunikační vlajky přednastaveny dle použitých objektů systému. Změny komunikačních vlajek by se měly provádět pouze ve výjimečných případech, za předpokladu znalosti případných následků a chod systému.

Standardizované typy datových bodů

Následující tabulka zobrazuje několik standardizovaných DPT o velikosti 1 bitu. DPT této velikosti je schopen rozlišit dvě hodnoty log. „0“ a log. „1“, jejichž kódování je znárodněno v tabulce. Vzhledem k velkému množství datových bodů, je v tabulce 2.2 uvedeno pouze několik DPT definovaných Asociací KNX. [2,3]

Tab. 2.2 Standardizované typy datových bodů [2]

ID	Název	Kódování
1.001	DPT_Switch	0 = Off
		1 = On
1.002	DPT_Bool	0 = False
		1 = True
1.003	DPT_Enable	0 = Disable
		1 = Enable
1.008	DPT_UpDown	0 = Up
		1 = Down
1.009	DPT_OpenClose	0 = Open
		1 = Close
1.010	DPT_Start	0 = Stop
		1 = Start
1.011	DPT_State	0 = Inactive
		1 = Active

Ověřovací byte:

Posledním 1 byte telegramu je ověřovací byte, který slouží k rozpoznání chyb při přenosu telegramu. Kontrola probíhá prostřednictvím již zmíněných tzv. paritních bitů, které slouží k příčné kontrole a ověřovacího bytu, který kontroluje přenesený telegram. [2,3]

Princip příčné kontroly spočívá v tom, že každý znak telegramu je kontrolován na sudou paritu. To znamená, že paritní bit P nabývá takové hodnoty (0 - 1), aby součet veškerých přenesených bitů D0 - D7 v součtu s paritním bitem P byl roven 0. [2,3]

Odesláním ověřovacího bytu dochází ke kontrole veškerých přijatých dat. Odesílatel přijme tento ověřovací byt a všechny přenesené znaky jsou kontrolovány na lichou paritu. Ověřovací bit S7 nabývá takové hodnoty (0 - 1), aby veškeré hodnoty datových bitů D7 byly v součtu s ověřovacím bitem S7 rovny 1. Tímto způsobem jsou veškeré bity D0 - D7 testovány na lichou paritu. [2,3]

Telegram potvrzení

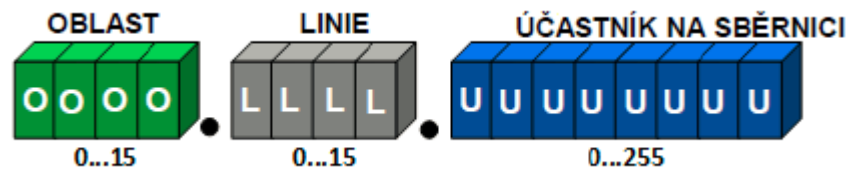
Na základě ověřovacího bytu může sběrníkový přístroj potvrdit správnost přenesených dat nebo naopak reagovat na případnou chybu. Telegram potvrzení může nabývat tří různých hodnot:

- **BUSY** - Přístroj není schopen zpracovávat novou informaci
- **NACK** - Příjem nebyl v pořádku
- **ACK** - Příjem byl v pořádku

V případě, že přístroj není schopen zpracovat informaci BUSY nebo v případě negativního potvrzení NACK, bude odeslání telegramu opakováno maximálně třikrát. Stejný postup nastává i v případě chybějícího potvrzení. [2,3]

2.4.3 Individuální adresa:

Individuální adresu má přiřazenou každé zařízení zapojené do systému. Jedná se o unikátní identifikátor, kterým jsme schopni směřovat komunikaci, a který nám prozradí, kde se dané zařízení topologicky nachází. Tato adresa je pro každý prvek unikátní a nesmí být použita vícekrát. Strukturu individuální adresy nám přiblíží následující obrázek 2.11. Jak je z obrázku patrné, individuální adresa má 16-ti bitovou strukturu, kde 4-bity jsou určeny pro oblast, 4-bity jsou určeny pro linii a 8-bitů je vyhrazeno pro identifikaci účastníka na sběrnici. [1,2,3,14]



Obr. 2.11 Struktura individuální adresy [2]

Nastavení individuálních adres se provádí pomocí programovacího nástroje ETS. Individuální adresy oblastí a linií jsou v ETS automaticky doplněny, pouze adresy účastníků sběrnice je možné zvolit. Každé zařízení připojené na sběrnici obsahuje programovací tlačítko, právě za účelem přiřazení individuální adresy. Po stisknutí tohoto tlačítka se rozsvítí programovací LED a software ETS je schopen přiřadit individuální adresu. [1,2,3,14]

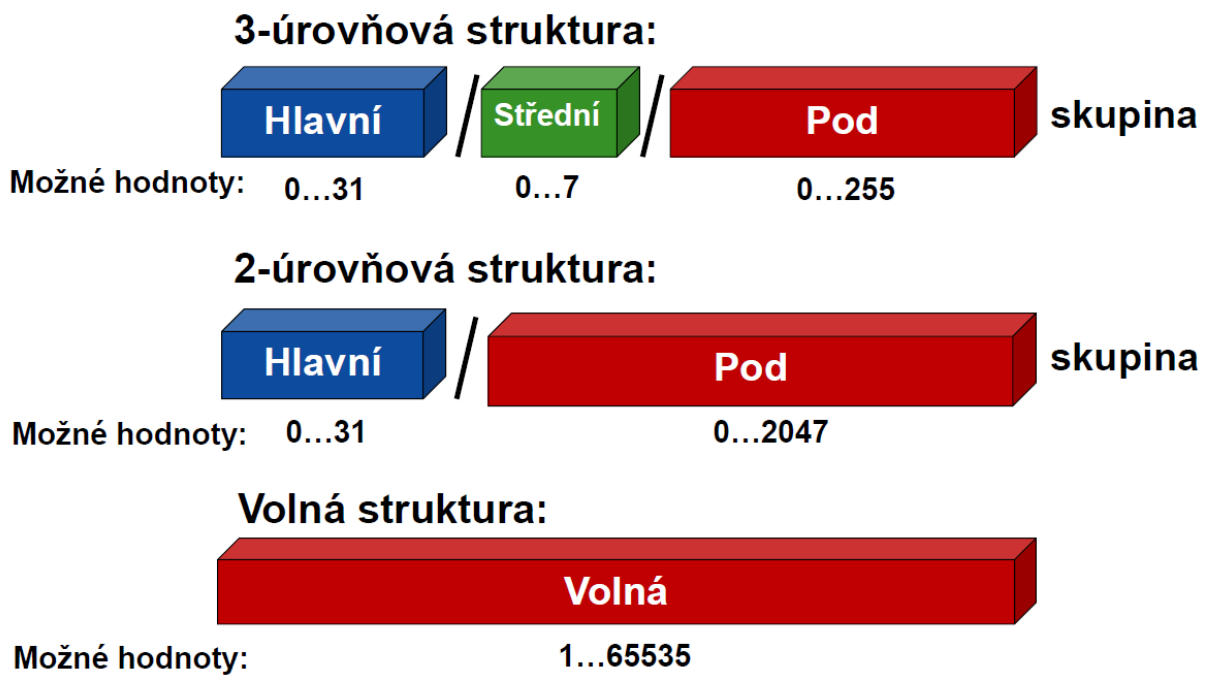
ETS přiděluje individuální adresy sběrniceovému přístroji natrvalo, právě pomocí individuální adresy dokáže jednoznačně identifikovat dané zařízení pro nahrání aplikačních a parametrizačních dat. Individuální adresa nových sběrniceových prvků od všech výrobců je 15.15.255. [1,2,3,14]

Po uvedení sběrniceového zařízení do provozu a provedení veškerých úprav a případných diagnostických kroků, probíhá následující komunikace výhradně prostřednictvím skupinových adres, se kterými se seznámíme níže. Individuální adresy v běžném provozu nemají žádný význam. [2]

2.4.4 Skupinová adresa:

Jelikož některá zařízení obsahují více kanálů, tak jednoznačné určení individuální adresy pro definování funkcí nestačí. V běžném provozu komunikace mezi zařízeními probíhá prostřednictvím skupinových adres. V ETS definujeme veškeré funkce systému a přiřadíme jim příslušné skupinové adresy. Např. pro rozsvícení světla definujeme stejnou skupinovou adresu jak tlačítku, tak aktoru, který světlo spíná. Po stisknutí tlačítka je po sběrnici vyslán telegram se skupinovou adresou a informací o stavu sepnuto. Daný aktor tento telegram na základě shodné skupinové adresy přijme a dle přijaté informace sepne relé a tím rozsvítí světlo. [1,2,3,14]

Skupinové adresy mají tři možné struktury a záleží pouze na volbě projektanta, pro kterou se rozhodne. Struktury skupinových adres jsou znázorněny v následujícím obrázku 2.12.



Obr. 2.12 Struktura skupinové adresy [2]

Nejběžnější strukturou skupinových adres je 3-úrovňová struktura. Stejně jako na obrázku je software ETS schopen barevně rozlišit jednotlivé skupiny pro lepší přehlednost. Nicméně volná struktura skupinových adres umožňuje nejpružnější volbu členění. Příklad běžné logiky dělení struktury skupinových adres je uvedena v následujícím výčtu. [2,3]

Dělení 3-úrovňové struktury:

Hlavní skupina – podlaží - přízemí, 1. patro, 2. patro, ...

Střední skupina – funkce - osvětlení, topení, multimédia, ...

Podskupina – úkon zařízení nebo skupiny zařízení - obývací pokoj - světla zap/vyp

Jak je z volné struktury na obrázku 2.13 patrné, maximální počet skupinových adres je 65 535, přičemž skupinová adresa 0/0/0 je určena pro celoplošná hlášení tzv. Broadcast. Tento Broadcast telegram je určen pro veškeré účastníky sběrnice, jako je např. přidělování skupinových adres. [1,2,3,14]

Každému tlačítku je možné přiřadit pouze jednu skupinovou adresu, kdežto každému akčnímu členu je možné přiřadit až několik skupinových adres. Stisknutím tlačítka se odešle telegram se skupinovou adresou veškerým účastníkům sběrnice. Zařízení přijmou daný telegram a v případě příjmu shodné skupinové adresy, jako je nastavena na jednom z kanálů

zařízení, vykoná daný úkon dle informace telegramu, v opačném případě dojde k zahazení telegramu. [1,2,3,14]

2.4.5 Filtr

Komunikace napříč liniemi vyžaduje předávání informací oblastních a liniových spojek. Jelikož kapacita sběrnice není neomezená, je z pohledu projektanta nutné si dobře rozmyslet strukturu sítě a její komunikaci. Za účelem úspory kapacity sběrnice a omezení nevyžádané komunikace napříč celým systémem jsou liniové a oblastní spojky vybaveny filtrační funkcí. Každá z těchto spojek obsahuje filtrační tabulku, která obsahuje aktivní mezi-liniové skupinové adresy. Aktivní mezi-liniové skupinové adresy zapisuje ETS do filtrační tabulky automaticky. Pouze telegramy se skupinovými adresy obsaženými ve filtrační tabulce budou propuštěny na hlavní popřípadě páteřní linii. Ostatní telegramy určené ke komunikaci na aktuální linii nebudou propuštěny přes liniovou popřípadě oblastní spojku. [2,3]

Filtrační funkce umožňuje pracování každé linie nezávisle. Tímto způsobem je šetřena kapacita sběrnice především na hodně vytěžovaných hlavních a páteřních liniích. [2,3]

2.5 Účastníci sběrnice

Každý přístroj připojený na sběrnici za účelem využití sběrnice jakožto komunikačního média se dá považovat za tzv. účastníka sběrnice v rámci systému KNX. Přístroje na sběrnici coby účastníky sběrnice lze dle funkčního hlediska rozdělit na čtyři typy. [1,2,3]

- Systémové přístroje
 - Napájecí zdroje, datové sběrnice, komunikační rozhraní, tlumivky, liniové a oblastní spojky
- Snímače
 - Tlačítkové ovladače, termostaty, analogové a binární vstupy, PIR
- Akční členy
 - Spínací a stmívací akční členy, akční členy pro řízení žaluzií a rolet, akční členy pro řízení topení
- Kontroléry
 - Snímače a akční členy mohou být vzájemně logicky propojeny řídicími prvky za účelem zajištění rozšíření počtu komplexních funkcí

2.5.1 Napájení sběrnice

Centrální napájecí zdroj

Napájecí zdroj TP napájí sběrnici napětím 30 V za použití stabilizátoru napětí. Toto napětí je zároveň napájeno přes tlumivku, která plní dvě hlavní funkce. První funkcí je, že tlumivka se svou indukčností přináší do systému jistou „necitlivost“, takže umožní krátkodobé odchylky od jmenovitého napětí 30 V při zachování stability napětí, tedy bez povšimnutí stabilizátoru. V případě napájení instalace bez použití tlumivky, by se stabilizátor napětí pokoušel regulovat střídavé napětí přenášející data, čímž by docházelo k demodulaci dat. Druhou důležitou funkcí tlumivky je generování kladné poloviny střídavého napětíového impulsu. První polovina impulsu je generována samotným vysílacím zařízením a bez spolupráce tlumivky by nemohlo dojít ke střídavému napětíovému signálu bez stejnosměrné části, což je nezbytné ke správnému vyhodnocení signálu v přijímači. [2,3]

Decentralizované napájecí zdroje

Alternativní možností napájení sběrnice je využití tzv. DPSU (Decentralised Power Supply Unit). Na rozdíl od centralizovaného napájení, se sběrnice „rozdělí“ na malé úseky, které obsahují DPSU s tlumivkou a napájí určitou skupinu zařízení. Napájení prostřednictvím DPSU je zaměřené především na malé instalace obsahující malé počty přístrojů se vstupním proudem 25, 40 nebo 80 mA. [2,3]

Kombinace centrální napájecí jednotky a DPSU je ve většině případů možná, za předpokladu použití maximálně 8 jednotek DPSU. Současně neexistují žádná omezení týkající se omezení vzdáleností mezi zdroji napětí, ostatní omezení jsou vymezena následující tabulkou 2.3. [2,3]

Tab. 2.3 Distribované napájení – Délky kabelů [2]

Délka kabelu	Typ napájecího zdroje			
	Decentralizované sběrnice napájecí zdroje s počtem přístrojů z nich napájených			Centrální napájecí zdroj
	1	2	3 ... 8	
Max. celková délka	350 m	700 m	1000 m	1000 m
Max. vzdálenost mezi dvěma účastníky	350 m	700 m	700 m	700 m
Max. vzdálenost napájeného přístroje a napájecího zdroje	350 m	350 m	350 m	350 m
Min. vzdálenost mezi dvěma napájecími zdroji	Žádná minimální vzdálenost mezi dvěma decentralizovanými nebo mezi decentralizovaným a standardním centrálním napájecím zdrojem			Dle specifikace výrobce

2.5.2 Snímače

Snímače na sběrnici představují pasivní prvek, který na základě svých hardwarových preferencí dokáže zaznamenávat různé fyzikální veličiny či děje. Na trhu se pohybuje velká spousta snímačů od snímání teploty, světla, větru přes kvalitu ovzduší, tlaku až po snímače přítomnosti (PIR) a mnoho dalších. [2,3]

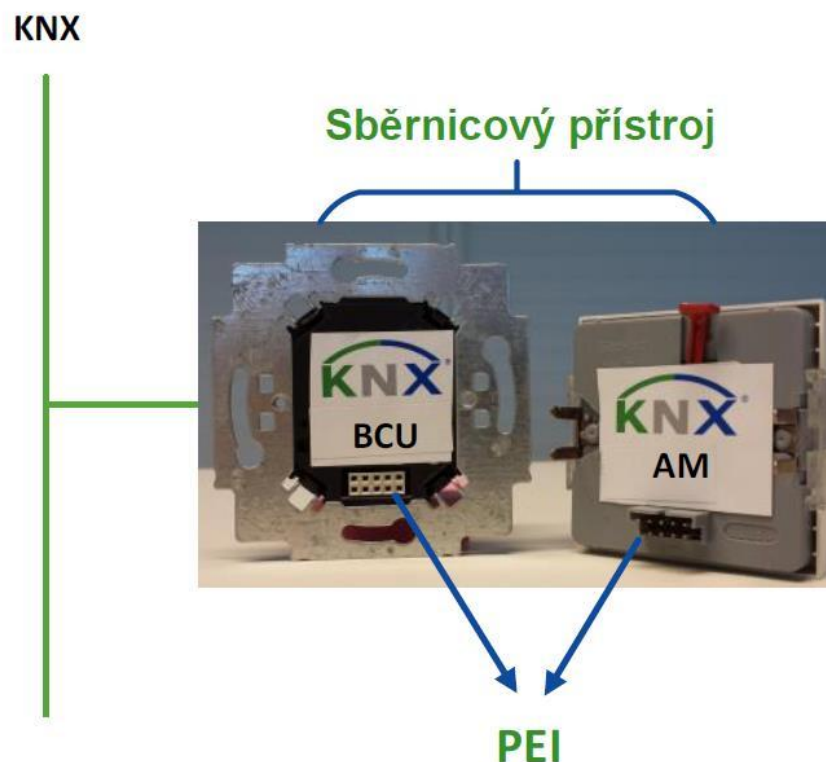
Dle hardwarových možností snímače po zaznamenání určité fyzikální veličiny odešle snímač informaci po sběrnici, aby tato skutečnost byla možná, je např. fyzikální veličina kódována na telegram. Z hardwarového hlediska se tento proces uskuteční v aplikačním modulu (AM), který prostřednictvím svých vstupů (digitálních / analogových) snímá veličiny. Následně je tato informace předána sběrnice spojce (BCU), která zajišťuje zakódování informace a její následné předání po sběrnici v podobě telegramu. BCU v pravidelných

intervalech kontroluje stav vstupů aplikačního modulu. [2,3] Sběrníkový přístroj se v principu skládá ze tří různých částí:

- **BCU** - Sběrníková spojka
- **AM** - Aplikační modul
- **AP** - Aplikační program

Jak je z následujícího obrázku 2.13 patrné, k výměně dat mezi aplikačním modulem a sběrníkovou spojkou dochází přes rozhraní PEI (Physical external interface). Sběrníkové přístroje KNX jsou dodávány ve dvou variantách. První variantou je jednotný přístroj, kde není možné aplikační modul oddělit od sběrníkové spojky. Druhým případem je takzvané modulární řešení, které je vidět na obrázku. Univerzální sběrníková spojka je vstupní branou do systému KNX. Na sběrníkovou spojku lze připojit požadovaný aplikační modul, dle preferencí zákazníka, jako je termostat, displej, infračervený přijímač, multitlačítkový modul, atd. Aby spojení těchto dvou zařízení bylo plně kompatibilní, je nutné zvolit pro sběrníkovou spojku i aplikační modul stejného výrobce. [2,3]

Sběrníková spojka jakožto univerzální vstupní brána neobsahuje z výroby žádný aplikační program. Programování BCU probíhá až po připojení daného aplikačního modulu v rámci instalace a ožívování.



Obr. 2.13 Struktura sběrníkového přístroje [2]

2.5.3 Akční členy

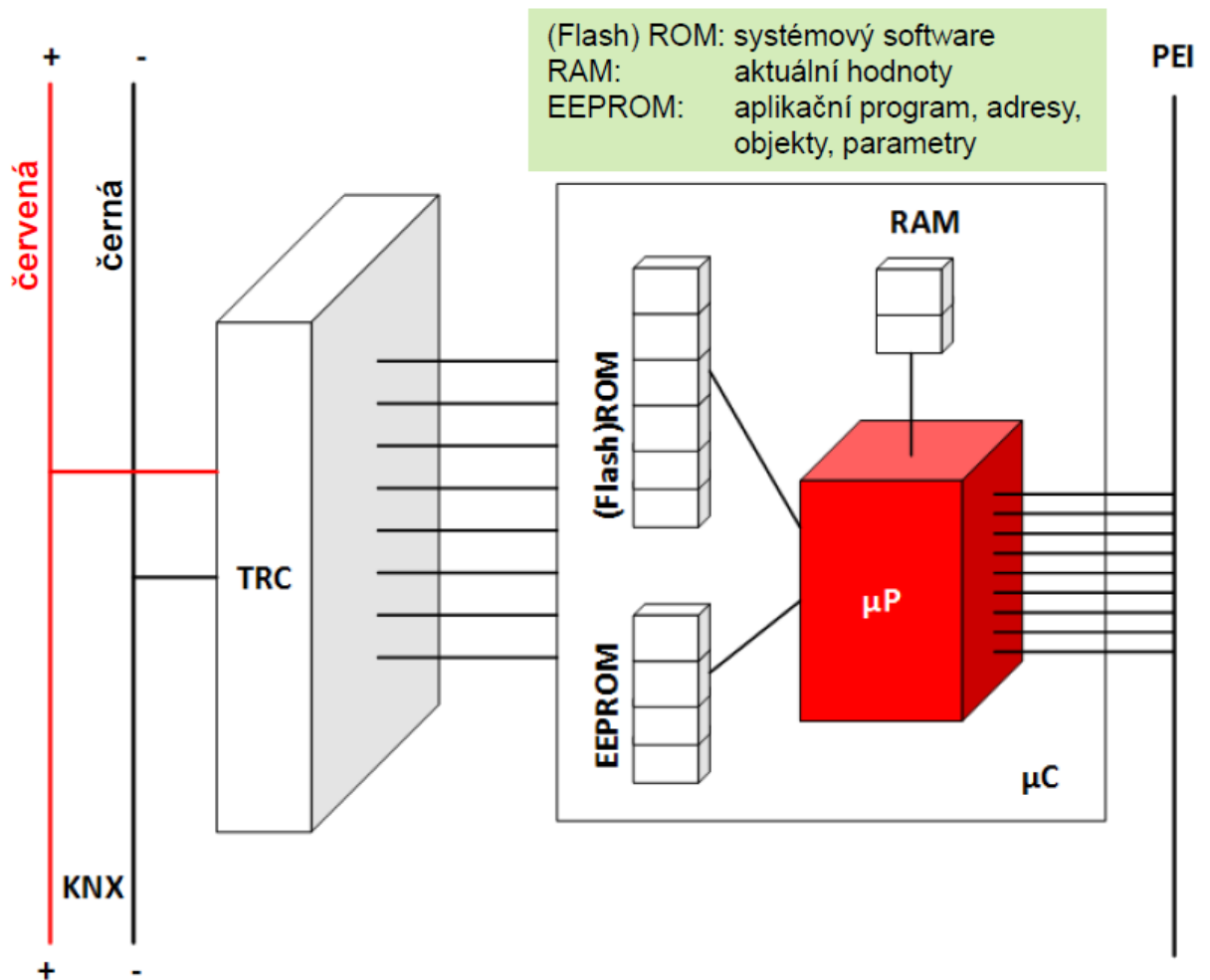
Na základě informací proudících směrem od snímačů vyslaných v podobě telegramů po sběrnici, jsou na druhé straně přijaty sběrniceovou spojkou BCU akčního členu. Sběrniceová spojka akčního členu dekóduje přijaté telegramy a následně je předává aplikačnímu modulu. Jestliže aplikační modul vyhodnotí informaci jemu určenou, pak ovládá vlastní výstupy (digitální / analogové) za účelem jako je např. spínání a stmívání osvětlení, řízení roletových a žaluziových motorů nebo řízení topení atd. [2,3]

Struktura sběrniceové spojky

Jak již bylo zmíněno výše, systém KNX je decentralizovaný, což ve své podstatě znamená, že každý prvek na sběrnici má vlastní inteligenci. Inteligence sběrniceových prvků je situována do sběrniceové spojky, která se sestává ze dvou důležitých částí mikroprocesoru a několika typů pamětí. Díky této struktuře není systém KNX závislý na centrální stanici nebo jiné centralizované výpočetní jednotce a tvoří daleko robustnější a bezpečnější řešení. [2,3]

Jak je z obrázku 2.13 patrné, sběrniceová spojka obsahuje tři typy pamětí. Za účelem uložení systémového software je využita paměť typu ROM nebo Flash většinou bez možnosti přepsání. Pro dočasná, výpočetní data a aplikace je využita paměť RAM, data na této paměti mohou být libovolně upravována a zapisována, nicméně při výpadku energie se data nenávratně ztratí, z tohoto důvodu se zde používají pouze výpočetní data. Posledním typem paměti je paměť EEPROM určená pro aplikační program včetně adres, objektů a parametrů. Tato paměť má omezený počet zápisů a v určitých případech je lepší a používanější variantou paměť Flash. [2,3]

Spojení mezi sběrniceovou spojkou a samotnou sběrnicí je realizováno pomocí tzv. TRC modulu (Transceiver). Tento modul je vhodně zvolen dle použitého přenosového média. V současné době existují čtyři TRC moduly pro komunikaci KNX-TP, KNX-PL 110, KNX-RF a KNXnet / IP. TRC modul tedy poskytuje vhodnou logiku ke komunikaci na přenosové médium a zároveň odděluje napájecí napětí od přenášených informací. [2,3]



Obr. 2.14 Vnitřní struktura sběrnice spojky [2]

Masky

Za účelem identifikace mezi sběrnice spojku a aplikačním modulem, se využívají tzv. verze masky. Tato maska obsahuje informace o systémovém softwarovém profilu KNX.

Písmeno y v uvedeném výčtu reprezentuje číslici udávající přenosové médium - 0 pro TP, 1 pro PL 110, 2 pro RF a 5 pro KNXnet / IP. Druhým písmenem označujícím aktuální použitou verzi softwarového profilu je písmeno x. [2,3]

Verze masky a jejich typy můžete vidět v následujícím výčtu.

- y01xh: Systém 1
- y02xh: Systém 2
- y70xh: Systém 7
- y7Bxh: Systém B
- y300h: LTE
- 091xh: TP Liniová/oblastní spojka – Opakovač

- 190xh: Mediální spojka TP-PL110
- 2010h: RF obousměrné přístroje
- 2110h: RF jednosměrné přístroje

Je nutné, aby konstrukce vnitřního hardwaru plně odpovídala specifikacím Asociace KNX, jen a pouze tehdy zařízení získá certifikaci KNX, která zabezpečuje kompatibilitu napříč celým systémem i za použití zařízení různých výrobců.

3 Návrh systému KNX

3.1 Situace budovy

Za účelem vytvoření projektu systému KNX jsem zvolil přízemní moderní rodinný dům. Objekt je navržen jako nepodsklepený, bez nadzemního podlaží. Součástí stavby je garáž pro dvě osobní auta.

Pro lepší představu je součástí práce projektová dokumentace, kde je daná lokalita detailně rozkreslena, včetně navrhovaného systému KNX.

3.2 Rozbor projektu

Cílem tohoto projektu je vytvořit systémově řízený obytný dům na bázi KNX standardu. Tento dům by měl nastínit široké využití tohoto systému. Za tímto účelem je součástí této práce přiložena projektová dokumentace.

Před samotným projektováním reálného systému, je třeba znát danou lokalitu a její dispozice. V případě znalosti všech požadavků investora, tak je pouze na projektantovi, aby zachytil veškeré možnosti jejich řízení. Pouze se znalostí všech spojovaných systémů a znalostí všech jejich funkcí je možné vytvořit efektivně pracující systém.

Touto problematikou se dnes zabývá mnoho společností. V praxi na jednom projektu pracuje až několik projektantů, kteří se snaží ve spolupráci s investorem, co možná nejpřesněji definovat jeho požadavky a funkce systému. Následně po realizaci celé instalace dojde k oživení systému a téměř v každém případě dochází během prvních měsíců k definování různých uživatelských funkcí, menších změn v zapojení a přeprogramování systému.

Z důvodu této problematiky se bude v tomto projektu převážně jednat o nastínění hlavních a podstatných vlastností, neboť komplexním řešením projektování se zabývají celé týmy profesionálů.

3.3 Funkce systému

3.3.1 Možnosti ovládání

Ovládání systému KNX je realizováno několika způsoby:

- Tlačítkové vypínače Triton
- Dotykové panely
- IR ovladače
- Comfort Touch – aplikace mobilních zařízení
- Místní nebo vzdálené řízení přes PC

Nejběžnějším ovládacím prvkem instalovaným v tomto projektu je tlačítkový ovladač Triton. Obsahuje tři dvojice tlačítek a integrovaný termostat pro snadnou regulaci topení, světel, rolet či jakýchkoli dalších funkcí.

Nejkomplexnějšími ovládacími prvky jsou dotykové panely, kterými lze řídit každý prvek zapojený do systému. Prostřednictvím dotykových panelů se zobrazují různé vizualizace od měření spotřeby, stavu celého objektu až po zobrazení obrazu od vstupní branky.

Celý systém lze ovládat jak z dané budovy, tak vzdáleně pomocí mobilních zařízení přes aplikaci Comfort Touch. Aplikace umožňuje kontrolu nad celým objektem.

Podobným způsobem je možné přistupovat k řízení celé instalace prostřednictvím počítače, kde stejně jako u ostatních ovládacích prvků je možné kontrolovat celý objekt.

3.3.2 Osvětlení

Osvětlení jednotlivých místností je realizováno prostřednictvím stmívaných a spínaných světelných okruhů. Světelné okruhy jsou rozvrženy pro optimální osvětlení jednotlivých místností. Jejich detailní rozmístění je možné vidět v příloze 1.

Stmívané světelné okruhy se nacházejí v obývacím pokoji, kuchyni, koupelně, dětském pokoji, ložnici a vstupní chodbě. Místnosti se stmívací funkcí jsou zároveň vybaveny senzorem intenzity osvětlení, který slouží k dynamické regulaci osvětlení vzhledem k intenzitě vnějšího světla. Tato funkce zaručuje konstantní a zároveň plně automatickou intenzitu osvětlení.

Zbylé místnosti jsou vybaveny pouze spínanými světelnými okruhy. Z příložených půdorysů je možné si všimnout chybějících vypínačů v chodbě, technické místnosti a spíži.

Jelikož se ani v jedné z těchto místností nenachází okno a tím pádem ani přísun denního světla, je umělé osvětlení spínáno dle pohybových senzorů umístěných v těchto místnostech.

Světelné scény

Světelné scény jsou přednastavené preference jednotlivých svítidel, které se většinou vztahují k určité příležitosti. Mezi běžné světelné scény patří například:

- Filmová scéna – osvětlení obývacího pokoje 30%, osvětlení kuchyně vypnuto, v případě denního světla zatažené rolety obývacího pokoje
- Party scéna – osvětlení obývacího pokoje 80%, osvětlení kuchyňského stolu 100%, zbylá světla vypnuta

Konkrétní scény si volí uživatel dle vlastních preferencí. Do jednotlivých scén lze zahrnout od řízení osvětlení až po veškeré ostatní funkce systému KNX. [15]

3.3.3 Vytápění / chlazení

Vytápění objektu zajišťuje tepelné čerpadlo, které zajišťuje přívod tepla pro celý objekt. Veškeré místnosti obsahují radiátory s tepelnými senzory a v případě koupelny, obývacího pokoje, kuchyně a chodby je přítomno i podlahové vytápění.

Řízení topení a chlazení je ovládáno prostřednictvím ovládacích prvků Triton, který s výjimkou garáže, vždy obsahuje integrovaný termostat. Podobně jako v případě automatického řízení žaluzií má manuální ovládání termostatu vyšší prioritu, než automatická regulace jednotlivých místností.

Automatický režim vytápění je nastaven dle uživatele, tak aby ztlumil topení a zároveň snížil náklady za energie v době jeho nepřítomnosti a současně, jelikož se v případě podlahového vytápění jedná o systém s časově náročným náběhem, se aktivoval v dostatečném předstihu a docílil komfortní teploty před jeho příchodem. V případě potřeby je možné definovat různé teplotní režimy. Mezi typické patří:

- Noční režim
- Komfortní režim
- Dovolena

Součástí vytápěcího systému je funkce blokování, která automaticky ztlumí topný systém nacházející se v místě otevřeného okna. Touto funkcí je docíleno jak vyšší efektivity vytápění, tak úspory energií a současně nákladů. [6]

Další inteligentní funkcí je v zimních měsících funkce vytápění sluncem. Funkce na základě meteostanice určí intenzitu a směr slunečního svitu, ztlumí topení v dané místnosti a vytáhne rolety tak, aby sluneční světlo mohlo proniknout do místnosti a zvýšit teplotu místnosti. [17]

3.3.4 Zabezpečení

Bezpečnost lidí stejně jako bezpečnost lokality samotné je jedním z hlavních předpokladů. Zabezpečovací systém je navržen tak, aby komplexně chránil uživatele i jejich majetek.

Vlastnosti systému:

- Ochrana před vniknutím nepovolaných osob
- Detekce pohybu všech místností
- Optické detektory kouře
- Detekce otevřených oken a dveří
- Řízení rolet
- Simulace přítomnosti
- Kamerový systém

Zabezpečovací systém se skládá z několika různých funkcí, které jsou uvedeny výše. Zabezpečení před vniknutím nepovolaných osob je možné aktivovat jako součástí centrální funkce „Leaving home“, kde jsou automaticky vypnuty zásuvky, zhasnuta světla a jsou aktivovány pohybové senzory a detektory otevřených oken a dveří. Při aktivaci této funkce je uživatel informován popřípadě upozorněn na nechtěně otevřená okna a dveře prostřednictvím ovládacího panelu. Následně v případě potvrzení bezpečnostním kódem je nastaven tříminutový interval, sloužící k pohodlnému opuštění budovy, před plným zabezpečením. Protipožární ochrana v podobě optickým detektorů kouře, je nepřetržitě aktivní. [18]

Jako bezpečností funkce slouží i simulace přítomnosti, například v momentě, když se uživatelé nacházejí delší dobu mimo budovu. Systém je schopen automaticky spínat světla, pohybovat rolety a tím simulovat přítomnost za plného zabezpečení lokality. [18]

Kamerový systém zahrnuje čtveřici IP kamer, monitorující venkovní prostor. Záznam je nepřetržitě zaznamenáván a současně je možné zobrazit záběry pomocí Comfort Touch panelů, stejně jako vzdálený přístup, prostřednictvím mobilních zařízení.

V případě narušení bezpečnosti je sepnuta siréna se světelným majákem a uživatel je okamžitě informován.

3.3.5 Stínění

Rolety jsou umístěny v každém okně či prosklených dveřích a slouží jak za účelem stínění vnitřních prostor, tak za účelem zabezpečení. Jejich řízení v případě manuálního ovládání se provádí přes ovládací prvky Triton, kde je roletám vyhrazena celá jedna klapka. Krátkým stiskem levé strany sjede roleta do krajní polohy směrem dolů a naopak krátkým stiskem pravé strany vyjede roleta do krajní polohy směrem vzhůru, dlouhé stisknutí slouží k manuálnímu nastavení rolety. V případě obývacího pokoje a chodby je ovládání zjednodušeno prostřednictvím ovládacích dotykových panelů. [16]

Automatické řízení stínění je možné v závislosti na intenzitě osvětlení místnosti, v rámci této závislosti se rolety polohují automaticky, aby v průběhu celého dne byla intenzita osvětlení konstantní.

V případě více způsobů řízení tedy automatické či manuální, jsou nastaveny priority. Způsobem priorit určujeme, kdo má přednost v případě řízení. V našem případě, má manuální řízení vyšší prioritu než automatické, takže v případě použití vypínače, je automatický režim deaktivován. Pokud je manuální řízení neaktivní po dobu delší než dvě hodiny, automatický režim se znovu aktivuje. [16]

Poslední neméně důležitou funkcí je využití rolet jako bezpečnostního opatření v rámci bezpečnostního systému. Stejně jako řízení ostatních systémů, je možné vázat řízení rolet na centrální funkce nebo přednastavené scény. [16]

3.3.6 Spínání zásuvek

Veškeré zásuvky umístěné v budově je možné spínat a rozpínat dle požadavků uživatele. Jednotlivé zásuvky a současně spotřebiče a zařízení v nich zapojených, lze spínat dle časových funkcí nebo například v závislosti na přítomnosti. Tímto způsobem je možné regulovat spotřebovanou energii.

Spínání zásuvek kromě úspory elektrické energie zároveň probíhá za účelem zvýšení bezpečnosti a komfortu uživatele.

Častým způsobem použití jsou centrální funkce, které centrálně vypnou veškeré spotřebiče (samozřejmě se tato funkce netýká ledničky, mrazáku a dalších zařízení, které vyžadují nepřetržitý přísun elektrické energie). Centrální funkce jsou v našem případě použity

při odchodu z domu nebo před spánkem, jako centrální vypínač. Zároveň je tyto funkce možné kombinovat s dalšími možnostmi ovládní jako je zhasnutí světel, posun rolet, zabezpečení atd.

3.4 Realizace KNX

Za účelem vytvoření tohoto projektu jsem zvolil prvky od společnosti ABB s.r.o., z důvodu praktických i teoretických zkušeností z certifikačního školení KNX.

Programování ETS

Programovací nástroj ETS, jak již bylo zmíněno výše, slouží k programování, parametrizování a oživení celé instalace. Jelikož je jedná o zpoplatněný a finančně náročný produkt, je v následujících podkapitolách programování a parametrizace systému znázorněna ve zkušební verzi. Jednotlivé prvky instalace obsahují část určenou softwaru ETS se stručným popisem zobrazených funkcí a jejich disponibilních objektů.

3.4.1 Napájecí zdroj

Pro napájení sběrnice a prvky ní spojené, je potřeba zvolit dostatečně silný zdroj. V běžném provozu se uvádí, že každý účastník sběrnice v průměru spotřebovává 10mA, což při maximálním počtu 64 zařízení na jedné linii odpovídá nejsilnější variantě napájecího zdroje 640mA. V našem případě je sběrnice zatížena čtyřiceti třemi prvky, takže tato varianta zdroje vhodná. V praxi se linie dimenzuje maximálně na 50-55 zařízení z důvodu rezervy. Přesné zatížení sběrnice je vypočítáno softwarem ETS. [2,3]

SV/S30.640.5.1



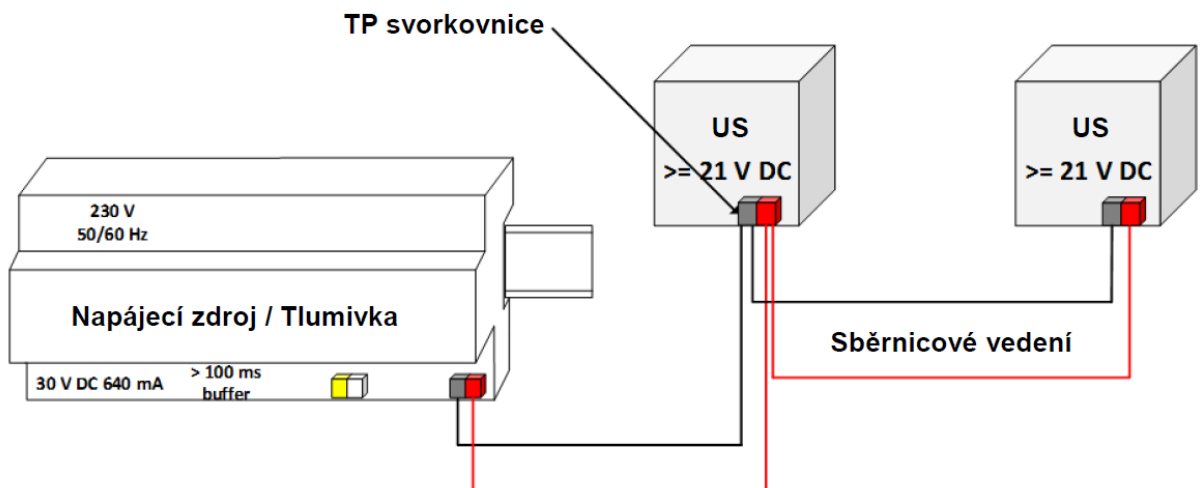
Obr. 3.1 Napájecí zdroj SV/S30.640.5.1 [19]

Napájecí zdroj se ke sběrnici připojuje prostřednictvím sběrnice svorkovnice. Jak je možné vidět na obrázku, zdroj obsahuje i druhou svorkovnici, která slouží k připojení

pomocného napájení 30 V DC. Pomocné napájení lze za pomoci externí tlumivky využít k napájení sekundární linie, což v našem případě není nutné. [19]

Model použitého zdroje SV/S30.640.5.1 obsahuje oproti starším modelům i diagnostické a monitorovací funkce. To znamená, že je i samotný zdroj počítán jako zařízení na sběrnici a tím pádem je schopen odesílat diagnostické informace, jako jsou napětí, proud nebo například přetížení sběrnice. [19]

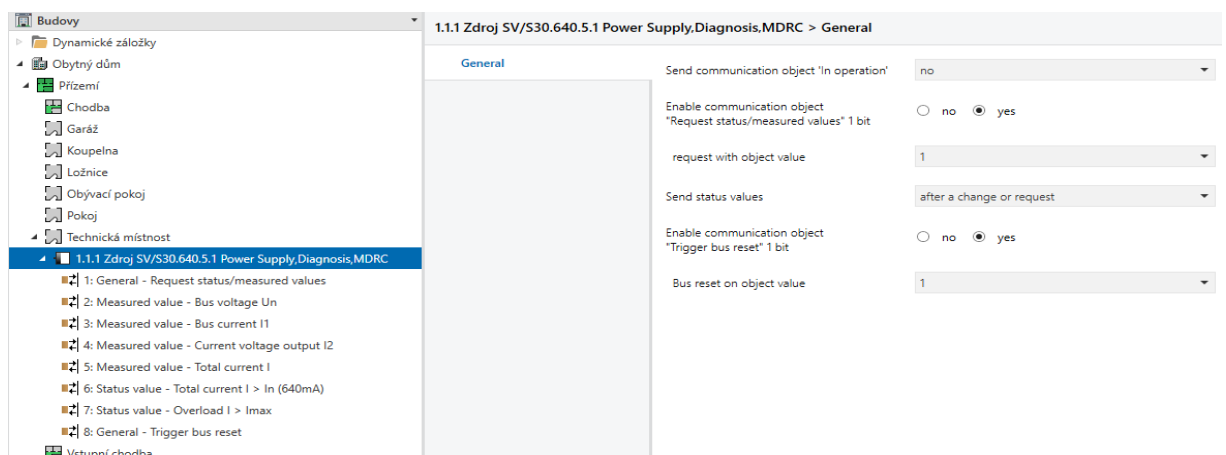
Schéma zapojení



Obr. 3.2 Schéma zapojení napájecího zdroje [2]

ETS

Následující obrázek zobrazuje možnosti nastavení diagnostických a monitorovacích funkcí napěťového zdroje. Hodnoty napětí a proudů, primární i sekundární sběrnice lze odesílat po sběrnici k dalšímu zpracování. V parametrizaci objektů lze nastavit, za jakých podmínek se mají hodnoty odesílat.



Obr. 3.3 ETS5 Parametrizace napájecího zdroje

3.4.2 Ovládací prvky

Multifunkční tlačítkové ovladače Busch-Triton

Ovládací prvek 6320/38-79-500 je 3/6 násobný a 5/10 násobný ovládací prvek v případě 6320/58-79-500. Každá klapka obsahuje na středu kontrolní LED diodu, svítící červenou nebo zelenou barvou. V rámci programování lze tyto LED diody nastavit tak, aby odpovídaly funkci daného tlačítka. Například při rozsvícení světla se daná LED dioda rozsvítí červeně a po jeho zhasnutí LED dioda zezelená. [19]

Oba typy obsahují kromě tlačítek LCD display sloužící jako termostat. První klapka je proto vždy určena pro manuální regulaci teploty, kde pravá strana zvyšuje teplotu místnosti a naopak levá strana teplotu snižuje. Součástí těchto prvků je vestavěný teplotní senzor, dle kterého se automaticky reguluje teplota místnosti.

Další součástí těchto prvků je IR přijímač, který převádí na sběrnici signál z IR ovladačů a tím vytváří další možnost řízení dálkovými ovladači. [19]



Obr. 3.4 Busch-triton 6320/38-79-500 a 6320/58-79-500 [19]

Zapojení multifunkčních tlačítkových ovladačů Triton se provádí pouze pomocí sběrnicevého kabelu, který napájí ovladače a zároveň přenáší veškerou komunikaci. [19]

ETS

Nastavení na obrázku 3.5 zobrazuje veškeré nastavitelné funkce tlačítkového ovladače Triton 6320/38-79-500. V našem případě se nastavují objekty rocker 1-3 (klapka 1-3), kde rocker 1 je nastaven na manuální volbu teploty, rocker 2 slouží k pohybu rolet a rocker 3 pro stmívání a spínání světla. Dále je možné si všimnout již zmíněných LED 1-3, které se

nastaví dle požadovaného objektu. Položky Controller general, Heating control, Cooling control, FanCoil atd. slouží k nastavení termostatu a režimu vytápění či chlazení.

Ovládací prvek obsahuje možnosti scén, které se nastavují na základě skupin, kde se ke každé požadované skupině přiřadí požadovaný datový typ a tím je následně aktivován/deaktivován/změněn cílový prvek.

The screenshot displays the ETS5 software interface for configuring a Busch-triton device. On the left, a project tree shows the hierarchy: Přízemí (Ground floor) > Chodba (Hallway) > Garáž (Garage) > Koupelna (Bathroom) > Ložnice (Bedroom) > Obývací pokoj (Living room) > Pokoj (Room) > 1.1.2 6320/38-...-500 triton 3/6fach MF/IR/RTR. The selected device configuration is shown in the main area, titled '1.1.2 6320/38-...-500 triton 3/6fach MF/IR/RTR > General'. The configuration is divided into two panes: 'General' and 'Parameters'. The 'General' pane lists various objects and their settings:

Object	Parameter	Value
rocker 1	send "In operation" object	no
rocker 2 left	Display illumination	always on
rocker 2 right	label area illumination	<input checked="" type="radio"/> always on <input type="radio"/> always off
rocker 3	day/night mode LED	<input checked="" type="radio"/> inactive <input type="radio"/> active
shift key	working mode of rocker 1	rocker oriented
infrared receiver general	working mode of rocker 2	button oriented
LED rocker 1	working mode of rocker 3	rocker oriented
LED rocker 2	working mode of the shift key	<input type="radio"/> inactive <input checked="" type="radio"/> button oriented
LED rocker 3		
light scene actuator, general		
temperature sensor, general		
Temperature measurement		
Controller general		
Heating control		
Cooling control		
Setpoint general		
Manual setpoint		
Setpoints heat/cool		
FanCoil general		

The bottom of the interface shows tabs for 'Skupinové objekty' (Group objects) and 'Parametr' (Parameter).

Obr. 3.5 ETS5 parametrizace Busch-triton

Comfort Touch



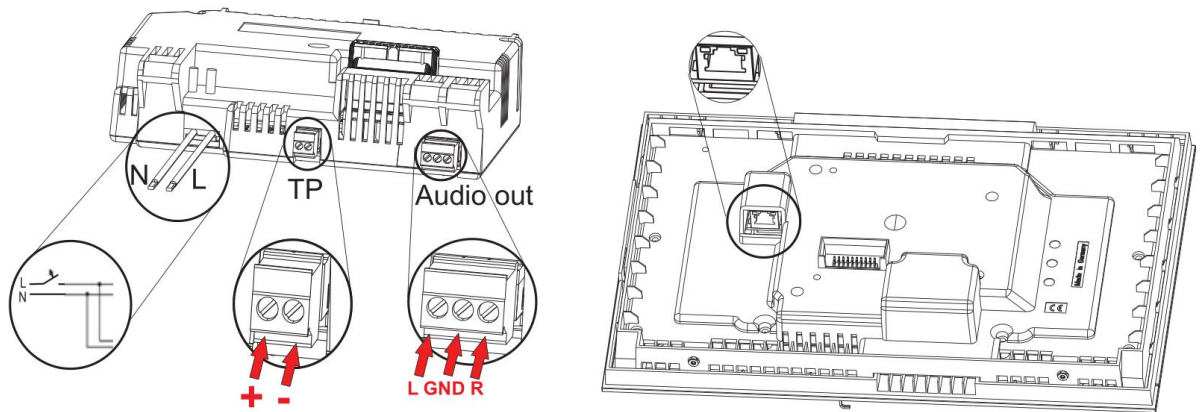
Obr. 3.6 ComfortTouch panel 8136/12-811-500 [19]

Dotykové panely Comfort Touch jsou v projektu instalovány dva a to 8136/12-811-500 v obývacím pokoji a druhý 8136/09-811-500 ve vstupní chodbě. Jak již bylo zmíněno, jedná se o komplexní ovládací prvek, kde se dle přání uživatele dá vytvořit ovládací prostředí k řízení celé instalace. [19] Comfort Touch panely, kromě řízení celé instalace obsahují velké množství dalších funkcí, mezi které například patří:

- Logické funkce
- Vizualizace objektu/spotřeby
- IP kamery
- Domovní videotelefon (zvonek)
- Intercom
- Mediální přehrávač – stream internetové TV/Rádia
- IP Gateway

Možnost vzdáleného ovládání prostřednictvím Comfort Touch aplikace probíhá přímo v Comfort Touch panelu. Jelikož je panel připojen k internetu, tak je možná jeho lokální i vzdálená komunikace prostřednictvím internetu. [19]

Schéma zapojení

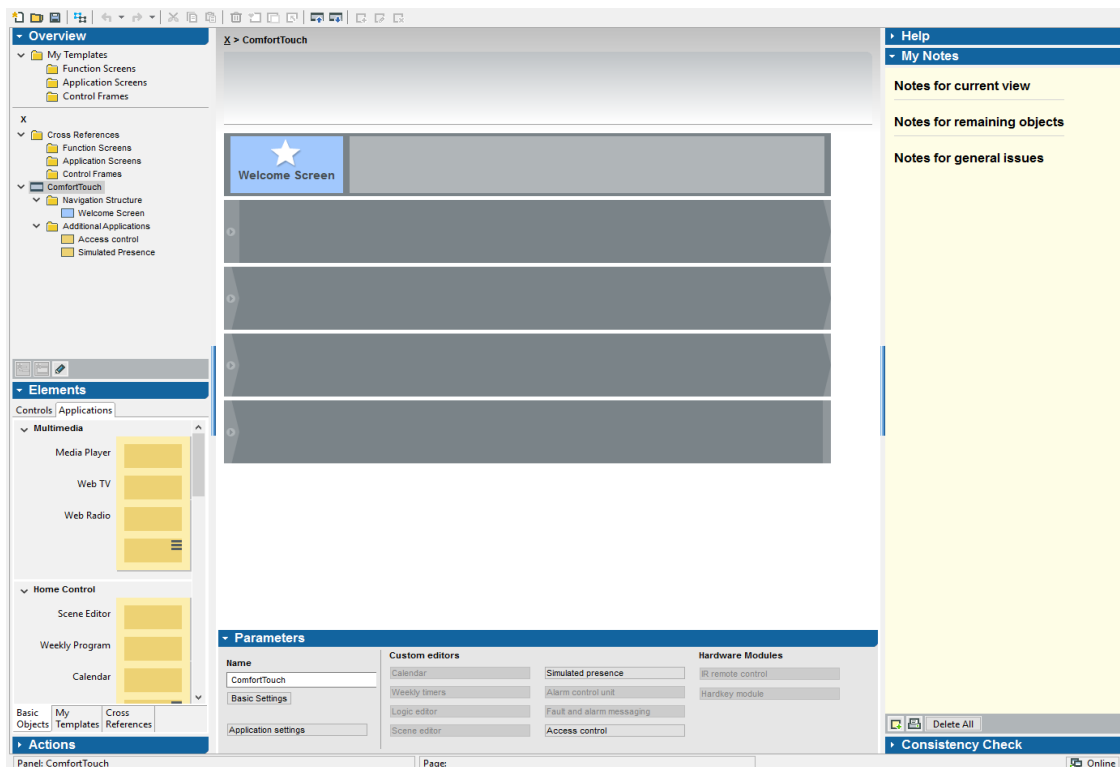


Obr. 3.7 Schéma zapojení sběrnice spojky panelu ComfortTouch [19]

K zapojení panelu je nutný externí napájecí zdroj 6186/01 UP-500 pro Comfort Touch panely, který je zobrazen v levé části schématu zapojení. Napájecí modul kromě přívodu napájení pro panel, slouží také jako spojka pro KNX-TP a zároveň pro výstup reproduktorů.

Přímo ze zadní strany panelu je umístěn LAN konektor, pro přístup do místní sítě a internetu. Propojení panelu mezi IP sítěmi a KNX-TP, nahrazuje funkci IP Interface IPS/S3.1.1 a je tedy možné prostřednictvím panelu komunikovat s KNX-TP sběrnicí. [19]

IP Project 3

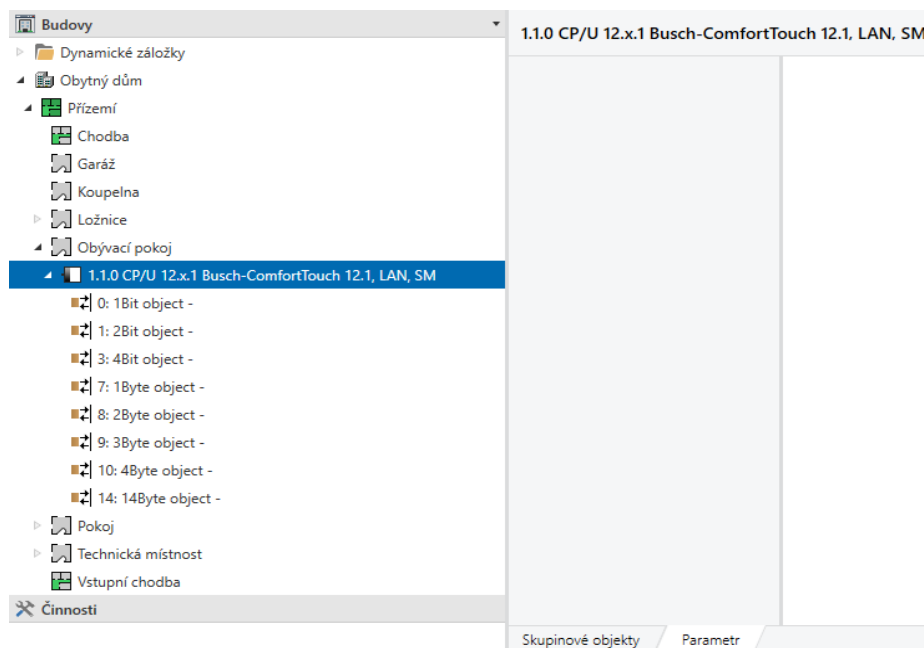


Obr. 3.8 Parametrizace ComfortTouch panelu IP Project 3

Programování panelu probíhá na dvou úrovních. Horní část zobrazuje vytváření uživatelského prostředí přes k tomu určený software IP Project 3. Software umožňuje vytvoření jednotlivých obrazovek dotykového panelu, rozmístění funkcí nebo jeho chování při určité akci. [19]

V dolní části je zobrazeno nastavení z ETS, kde lze nastavit pouze komunikaci objektů o různé velikosti, které se používají dle DTP pro různé funkce systému.

ETS



Obr. 3.9 ETS5 parametrizace ComfortTouch panelu

3.4.3 Snímače přítomnosti

6131/31-24-500



Obr. 3.10 Snímač přítomnosti 6131/31-24-500 [19]

Snímače pohybu ať už tohoto nebo jiného typu, jsou v projektu využívány za účelem detekce přítomnosti pro zabezpečovací systém, pro spínání osvětlení a další funkce vázané na vlastnosti těchto zařízení.

Tento na první pohled jednoduchý snímač přítomnosti zahrnuje daleko více funkcí než by se mohlo zdát. Kromě snímání pohybu obsahuje senzor intenzity osvětlení, který řídí automatickou funkci osvětlení. Současně je vybaven IR přijímačem, pro dálková ovládání. Dále snímače zahrnují řadu logických funkcí, které lze řetězit, například při detekci určité akce. Součástí snímače je i teplotní čidlo. [19]

Zapojení snímače se provádí pouze připojením sběrnicevého kabelu, bez nutnosti jakýchkoli dalších vodičů. [19]

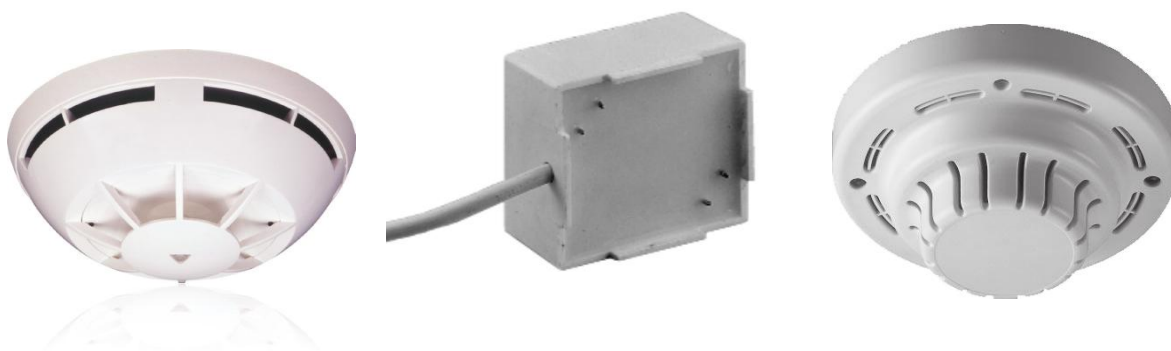
ETS

Ačkoli se jedná o snímač pohybu, tak dle jeho vlastností jsou nastavení a množství využitelných objektů velice široké.

Snímače tohoto typu se nacházejí v každé místnosti s možností stmívaného světelného okruhu, z důvodu senzoru intenzity osvětlení. Tento senzor je klíčový pro automatickou funkci osvětlení. Snímač je schopný zároveň kontrolovat až dva světelné okruhy. [19]

Obr. 3.11 ETS5 parametrizace snímače přítomnosti

3.4.4 Bezpečnostní prvky



Obr. 3.12 Optický detektor kouře, snímač vody a plynu [19]

V celém objektu je velký důraz kladen na bezpečnost a to nejen z pohledu potencionálního útočníka, ale bezpečnost budovy samotné a především jejich obyvatel.

Každá místnost je vybavena optickým detektorem kouře FC650/O. Detektory kouře jsou stejně jako ostatní bezpečnostní prvky tohoto typu v provozu nepřetržitě.

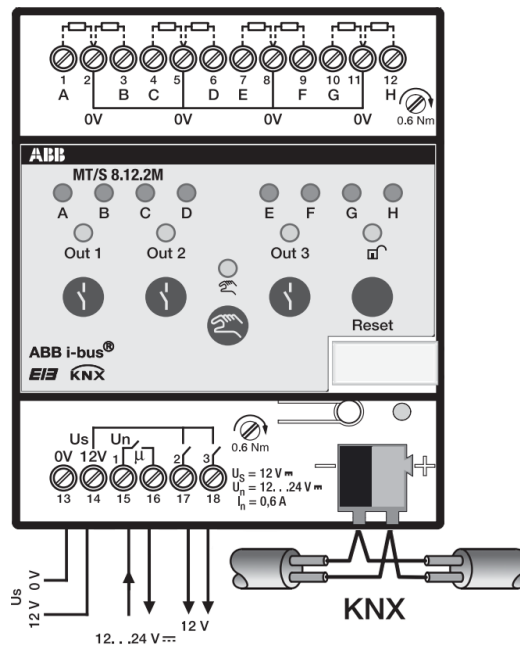
Prostory kuchyně jsou navíc vybaveny snímačem plynu SGL, který detekuje jeho zvýšenou koncentraci, kterou by detektory kouře neměly možnost zachytit.

Dalším bezpečnostním prvkem je snímač vody SWM4, který je umístěn v garáži, z důvodu protizáplavového opatření.

Možnost využití snímačů rozbití skla je další variantou, ale vzhledem k již přítomným magnetickým kontaktům v každém okně či dveřích a zároveň použití snímačů přítomnosti, tyto snímače nebylo nutné použít.

V případě detekce jakéhokoli nebezpečí jsou obyvatelé budovy neprodleně upozorněni prostřednictvím dotykových panelů a zároveň pomocí interiérové elektronické sirény.

Schéma zapojení bezpečnostních prvků



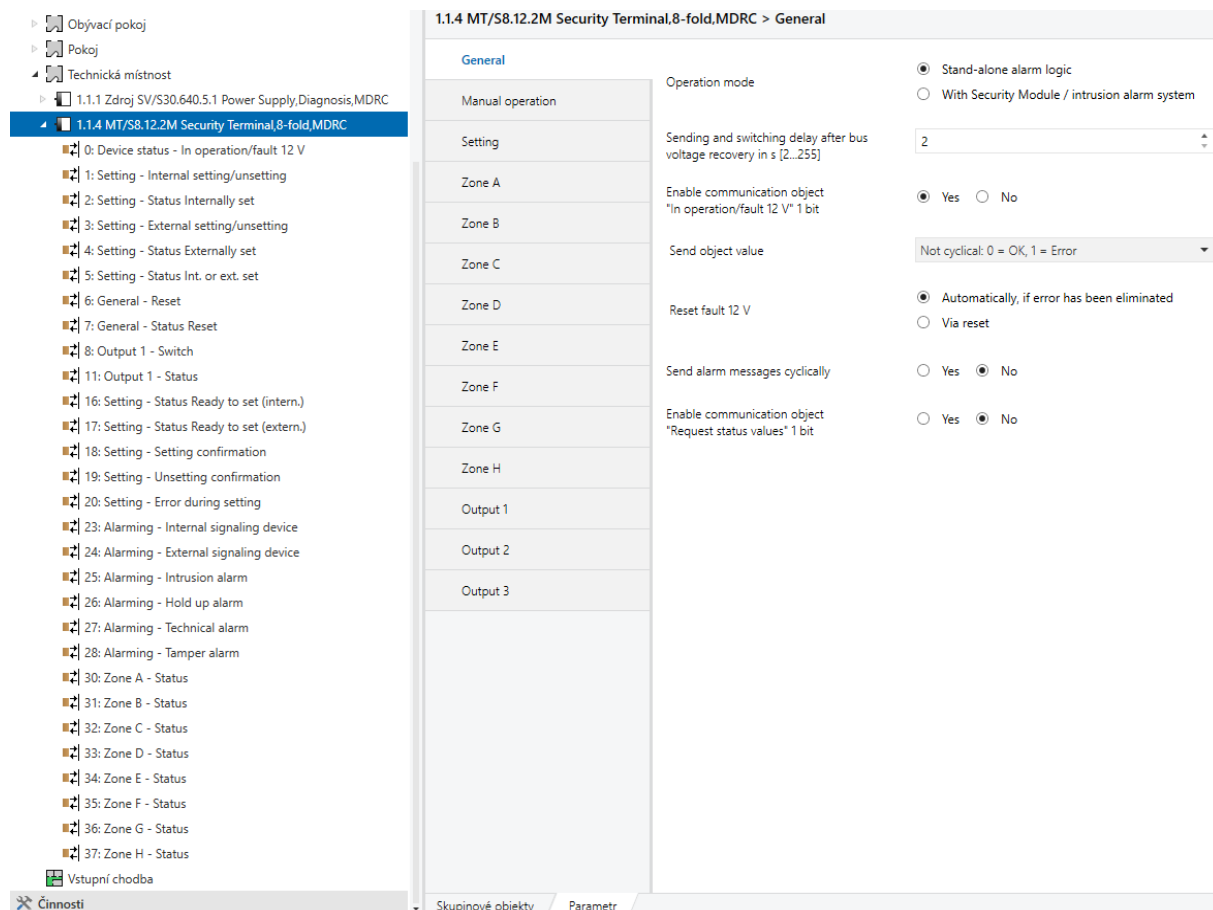
Obr. 3.13 Schéma zapojení bezpečnostních prvků s terminálem MT/S 8.12.2M [19]

Veškeré bezpečnostní prvky jsou spojeny s bezpečnostním terminálem MT/S 8.12.2M. Bezpečnostní prvky jsou připojeny pomocí osmi vstupů A-H, které můžete vidět v horní části schématu. Vstupy tvoří tzv. zóny pro monitorování veškerých prvků. [19]

V dolní části schématu se nachází TP svorkovnice pro připojení na sběrnici KNX. Bezpečnostní terminál je vybaven třemi relé, pro spínání volitelných prvků. V našem případě využijeme jedno relé ke spínání interiérové sirény s kódovým označením SSS. [19]

ETS

Programovací část bezpečnostního terminálu zobrazuje objekty všech 8-mi zón, tvořené bezpečnostními prvky. Výstupy jsou v tomto případě zakázány, kromě „Output 1“, který je nastaven na sepnutí interiérové sirény v případě poplachu. Další nastavení umožňují široké poplachové možnosti a s nimi nezbytně spojené objekty.



Obr. 3.14 ETS5 parametrizace bezpečnostního terminálu

3.4.5 Spínací a stmívací akční členy



Obr. 3.15 Spínací a stmívací akční členy [19]

Světelné okruhy celé budovy jsou rozděleny na dva druhy:

- Spínané
- Stmívané

K těmto dvěma funkcím slouží dva různé akční členy. Stmívací akční člen 6197/12-101-500 a spínací akční člen SA/S12.10.2.1, které můžete vidět na obrázku výše.

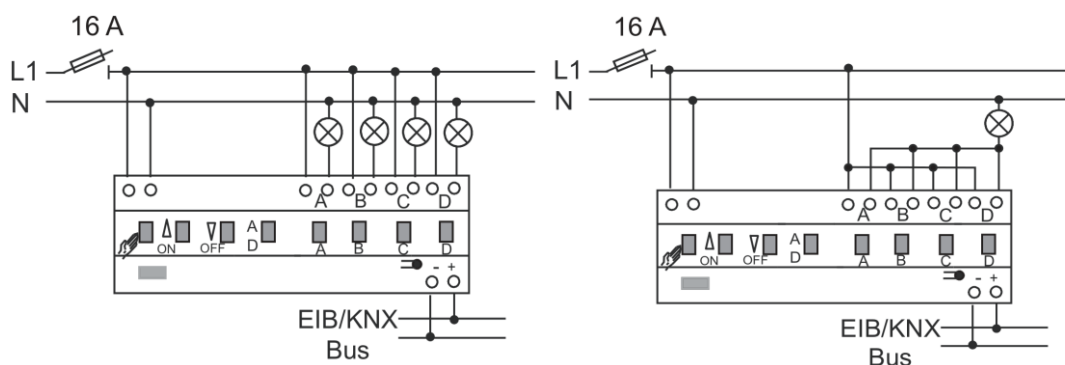
Stmívací akční člen umožňuje světelné okruhy jak spínat, tak i stmívat, nicméně jelikož je jeho cena znatelně vyšší, je zbytečné využívat tento akční člen tam, kde se nevyužije jeho plný potenciál. Z důvodu stejných základních funkcí obou prvků se zaměřím na ten složitější, tedy stmívací akční člen. [19]

Projekt zahrnuje osm stmívaných okruhů, takže byl zvolen šesti a čtyřnásobný akční člen, kde dva nevyužití výstupy budou sloužit jako potencionální rezerva nebo je možné dva nevyužití výstupy změnou zapojení využít pro výkonnější svítidla.

Spínání zásuvkových obvodů funguje téměř stejně jako spínání osvětlení za použití akčního členu SA/S12.16.2.1, proto pro znázornění funkčnosti a zapojení dostatečně poslouží tato kapitola.

Řízení garážových vrat či vjezdové brány se provádí prostřednictvím spínacího akčního členu. Jelikož v dnešní době naprostá většina výrobců disponuje kontaktem pro externí ovládání pohonu, tak je tato varianta nejjednodušší volbou.

Schéma zapojení

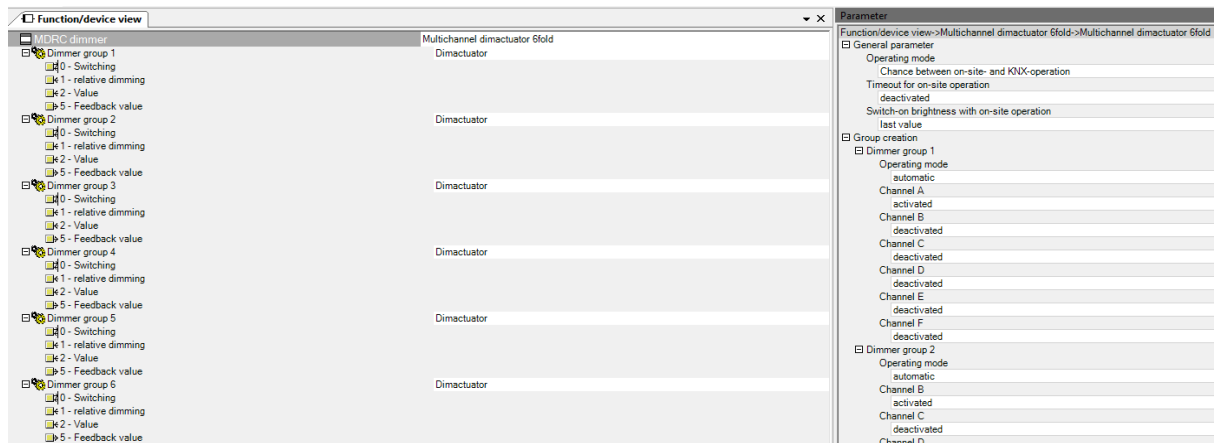


Obr. 3.16 Schéma zapojení stmívacího akčního členu [19]

Výše uvedená zapojení představují možnosti využití jednotlivých výstupů pro světelné okruhy. Schéma zapojení na levé straně znázorňuje přímé zapojení svítidel a na druhé straně jak již bylo zmíněno, se nachází paralelní zapojení v případě výkonných svítidel.

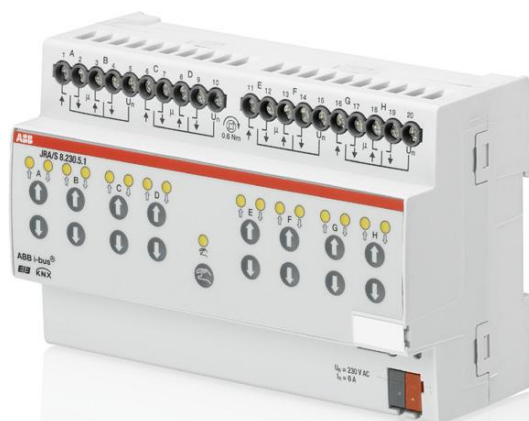
ETS

Nastavení stmívacího akčního členu se provádí přes software ETS, ke kterému je nezbytné mít nainstalovaný Power-Tool Plugin. Prostřední Power-Tool můžete vidět na následujícím obrázku. Podobně jako v ETS je možné vidět všech šest výstupů šestinásobného stmívacího akčního členu a jeho komunikační objekty. [19]



Obr. 3.17 ETS5 Power-Tool parametrizace stmívacího akčního členu

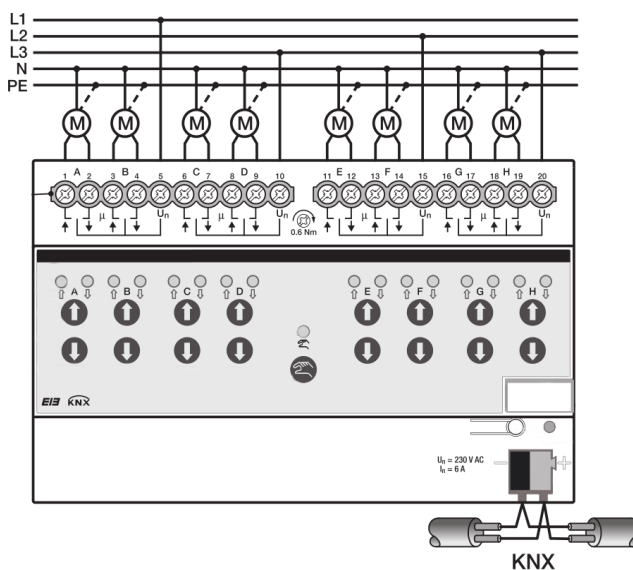
3.4.6 Roletové akční členy



Obr. 3.18 Roletový akční člen JRA/S8.230.5.1 [19]

Řízení projektované budovy zahrnuje deset rolet, tedy deset roletových pohonů, které je potřeba řídit. Pro pokrytí všech projekt obsahuje osmi násobný a čtyř násobný žaluziový akční člen JRA/S8.230.5.1 a JRA/S4.230.5.1. Oba zmíněné modely disponují automatickou detekcí pohybu a jsou zastaveny v krajní poloze rolety. [19]

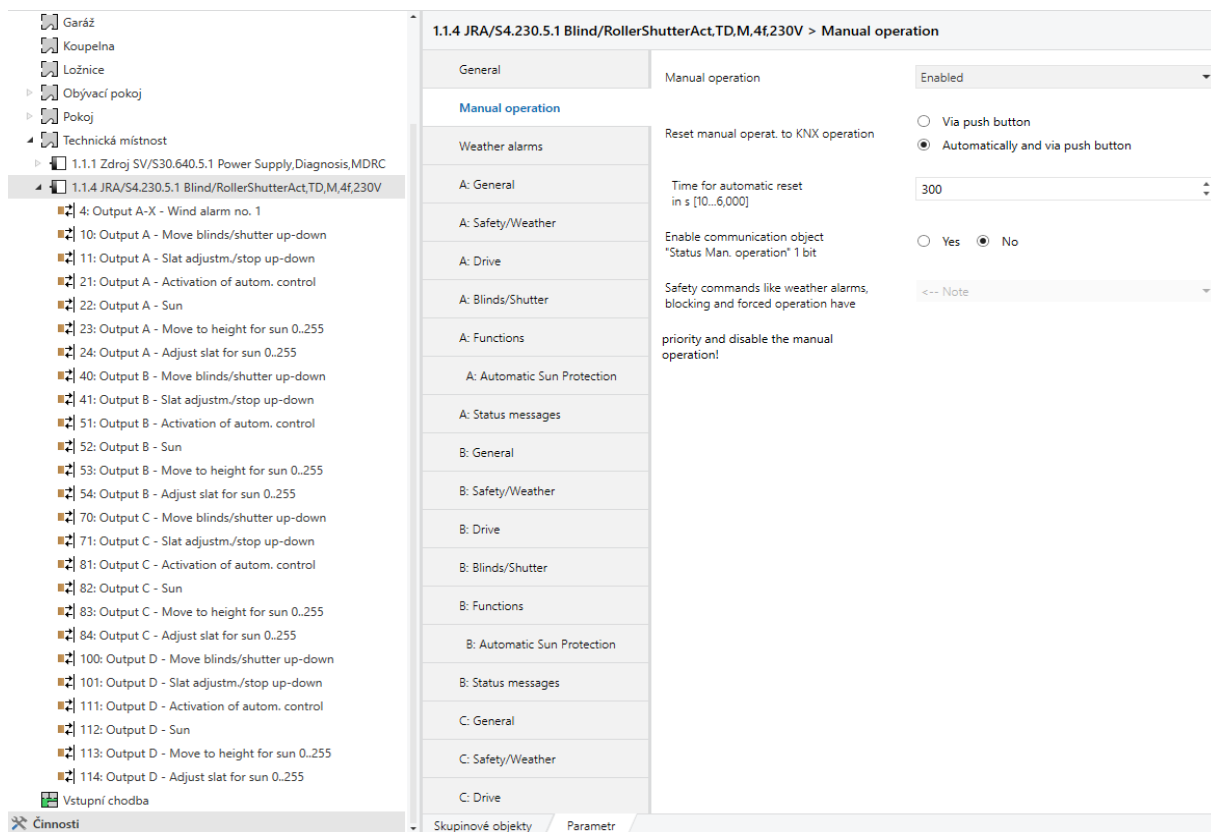
Schéma zapojení



Obr. 3.19 Schéma zapojení roletového akčního členu [19]

ETS

Nastavení jednotlivých rolet se provádí nastavením výstupů A-D u znázorněného čtyřnásobného akčního členu. Kromě nastavení pohybu se zde dají zvolit bezpečnostní funkce v případě silného větru, kdy rolety vyjedou do krajní horní polohy a dokud se rychlost větru nesníží, tak manuální funkce rolet zůstane neaktivní. Tato bezpečnostní funkce se používá především u žaluzií. Další funkcí je automatický pohyb rolet dle slunce, kde se odečítají informace z meteorologické stanice.



Obr. 3.20 ETS5 parametrizace roletového akčního členu

Vytápění a chlazení



Obr. 3.21 TSA/K230.2, ST/K1.1 ovládací hlavice ventilů a akční člen pohonu hlavice ventilů [19]

Vytápění celé budovy je realizováno prostřednictvím tepelného čerpadla. Jedná se o tepelné čerpadlo typu vzduch/voda od společnosti Carrier, kde primární regulace je prováděna na straně samotného čerpadla a sekundární regulaci provádí systém KNX. Čerpadlo je napojené jak na radiátory, podlahové vytápění, tak pro přípravu teplé užitkové vody pro domácnost. Regulace probíhá v každé místnosti prostřednictvím elektromotorických a elektrotepelných hlavice ventilů. [19]

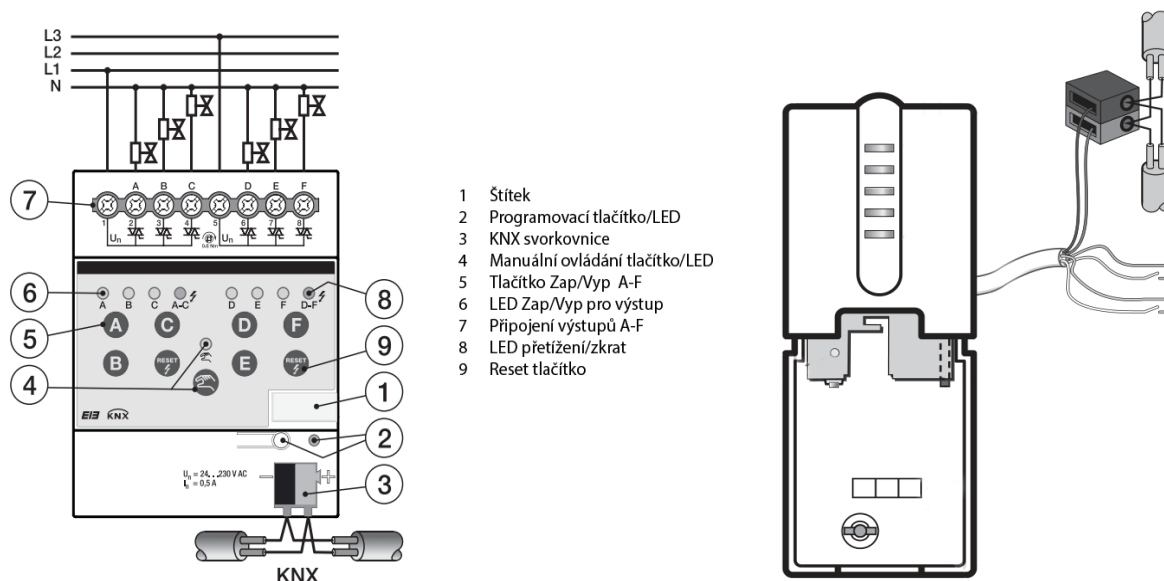
Elektromotorické ovládací hlavice ST/K1.1 jsou umístěny na každém z osmi radiátorů nacházejících se v budově. Kromě regulace radiátorů jsou ovládací hlavice vybaveny dvěma binárními vstupy, které jsou využity pro připojení magnetických kontaktů oken a dveří.

Elektrotepelné hlavice jsou využity k regulaci ventilů podlahového vytápění, které je rozdělené celkem do šesti topných zón. V případě více podlahových topných zón v jedné místnosti, jsou zóny regulovány současně, aby nedocházelo k přechodu teplé a studené podlahy. [19]

Teploty jednotlivých místností jsou regulovány dle místních termostatů obsahující teplotní čidla. V případě, že místnost obsahuje více teplotních čidel, jako v dětském pokoji nebo ložnici je definován teplotní senzor s přesnějším údajem, což v tomto případě je senzor termostatu. Teplotní senzor umístěný ve snímači přítomnosti, tedy u stropu vždy naměří vyšší hodnotu, než je reálná teplota místnosti. V takovémto případě je nutné nastavit tzv. teplotní offset, který od teploty snímače odečte určitou hodnotu, aby výsledná teplota odpovídala reálné teplotě místnosti. U prostorově rozlehlejších místností jako je například obývací pokoj spojený s kuchyní se nachází více teplotních senzorů a zároveň více topných zón. Z těchto důvodů jsou naměřené hodnoty průměrovány vzhledem k umístění a následně jsou regulovány zóny individuálně.

Řízení samotného tepelného čerpadla se provádí pomocí binárních vstupů a výstupů sběrniceového prvku US/U4.2. Komunikace s tepelným čerpadlem umožňuje jeho přímou regulaci mezi topením a chlazením nebo například uvedením čerpadla do útlumového režimu apod. [19]

Schéma zapojení



Obr. 3.22 Schéma zapojení akčního členu a hlavice ST/K1.1 [19]

Schéma znázorňuje zapojení elektrotepelných ovládacích hlavic k akčnímu členu pohonu hlavic ventilů VAA/S6.230.2.1. Tímto prvkem jsou řízeny veškeré hlavice regulující podlahové vytápění. Elektromotorické hlavice radiátorů jsou připojeny přímo pomocí sběrnicevého kabelu, další dva páry vodičů slouží jako binární vstupy, kde vždy minimálně jeden je použit pro připojení magnetického kontaktu okna nebo dveří. [19]

ETS

The screenshot displays the ETS5 configuration interface for a Valve Drive Actuator. The left sidebar shows a hierarchical project structure under 'Budovy' (Buildings), with the selected device '1.1.3 VAA/S6.230.2.1 Valve Drive Actuator,6f,230V,MDRC' expanded to show its outputs (A-F) and status bytes. The main window shows the 'General' configuration page for this device, including options for manual operation, communication object settings, and telegram limits.

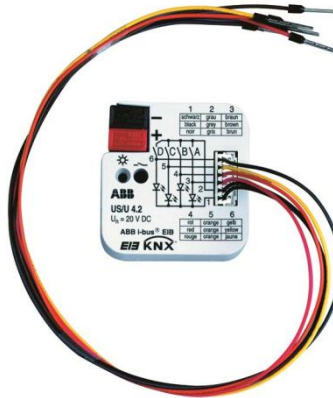
Obr. 3.23 ETS5 parametrizace akčního členu pohonu hlavice ventilů

V horní části je znázorněno nastavení akčního členu hlavice ventilů VAA/S6.230.2.1. Lze detailně definovat chování a nastavení jednotlivých ventilů i v případě přetížení nebo zkratu. V dolní části je znázorněno nastavení elektromotorické ovládací hlavice ST/K1.1. Podobně jako u předchozího případu, lze nastavit chování hlavice, její krajní polohy a možnosti otáčení v závislosti na typu radiátoru.

The screenshot displays the ETS5 configuration interface for an Electromotor Valve Drive. The left sidebar shows the project tree with '1.1.5 STK/1.1 Electromotor Valve Drive' selected, listing its actuating values (0-7) and failure signals. The main window shows the 'Characteristics of valve' configuration page, where users can define valve settings, transmission of valve position (e.g., at 5% change), and cyclical transmission intervals (e.g., every 60 minutes).

Obr. 3.24 ETS5 parametrizace elektromotorické hlavice ST/K1.1

3.4.7 Univerzální rozhraní

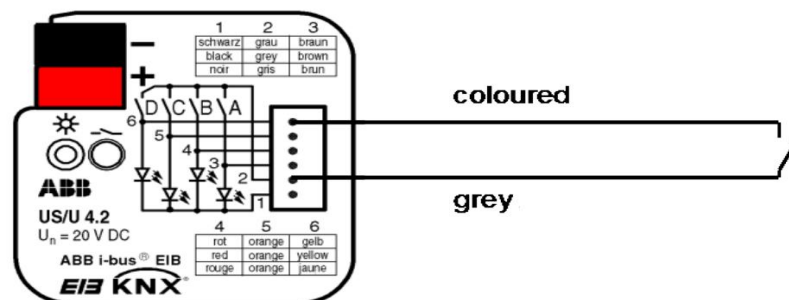


Obr. 3.25 Univerzální rozhraní US/U4.2 [19]

Univerzální rozhraní je v projektu použito u vchodu na terasu, pro konverzi klasického vypínače na signál pro KNX sběrnici. Vypínač je použit jako jednonásobný vypínač pro osvětlení terasy. Současně další dva vstupy jsou použity pro magnetické kontakty francouzských dveří u vstupu na terasu. Za touto funkcí je použito čtyřkanálové univerzální rozhraní. [19]

Druhé univerzální rozhraní, které je součástí projektu, je použito pro řízení a regulaci tepelného čerpadla.

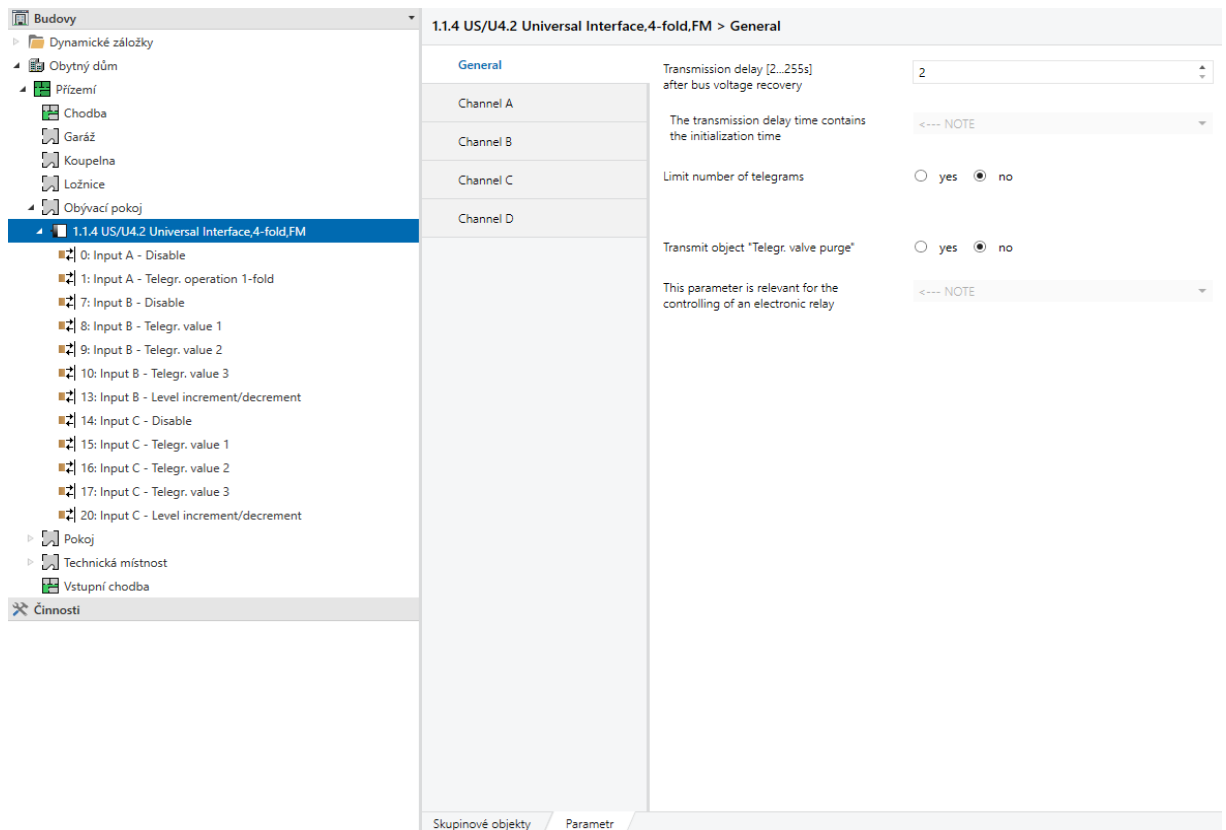
Schéma zapojení



Obr. 3.26 Schéma zapojení univerzálního rozhraní US/U4.2 [19]

ETS

Nastavení veškerých funkcí univerzálního rozhraní jsou velice široká. V našem případě je kanál A nastaven pro ovládání jednonásobného tlačítkového vypínače a kanály B a C jsou nastaveny pro magnetické kontakty francouzských dveří.



Obr. 3.27 ETS5 parametrizace univerzálního rozhraní US/U4.2

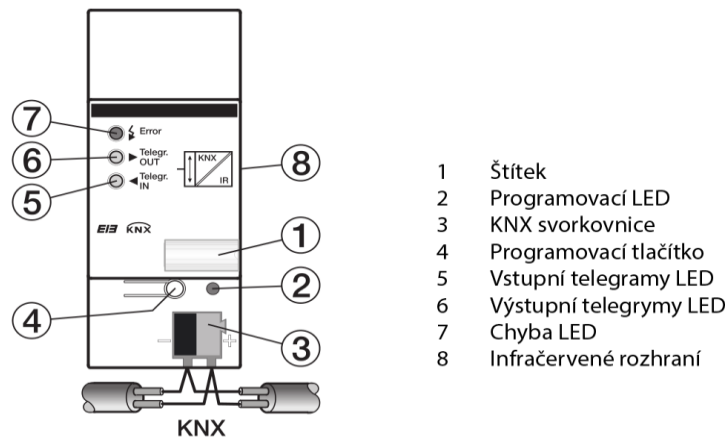
3.4.8 Elektroměrový komunikační modul



Obr. 3.28 Elektroměrový komunikační modul ZS/S1.1 [19]

Pro měření spotřeby energie a její následnou vizualizaci popřípadě optimalizaci, je zvolen elektroměrový komunikační modul. Tento modul samotnou spotřebu neměří, ale slouží jako komunikační rozhraní. Přesně řečeno rozhraní komunikuje mezi KNX sběrnici a infračerveným kanálem, ze kterého přijímá data a hodnoty z elektroměrů od společnosti ABB typu A-Series, B-Series, Delta a Odin. [19]

Schéma zapojení

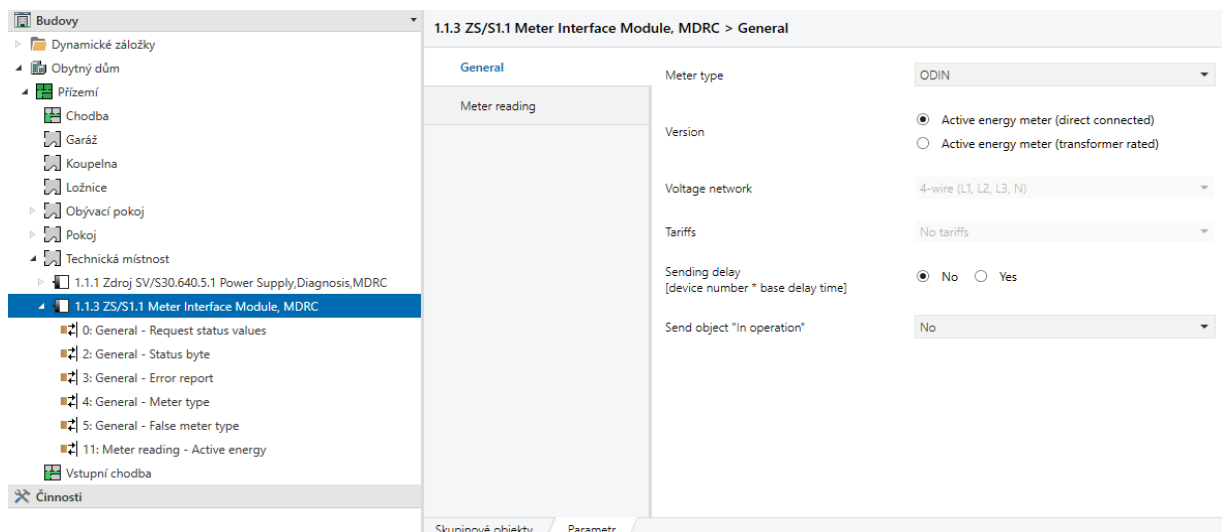


Obr. 3.29 Schéma zapojení elektroměrového komunikačního modulu ZS/S1.1 [19]

Elektroměrový komunikační modul je přímo připojen ke sběrnici KNX a z pravé strany modulu se nachází infračervené rozhraní pro připojení k elektroměru.

ETS

Nastavení komunikačního rozhraní se provádí dle přesného typu elektroměru. Po nastavení elektroměru se zobrazí jednotlivé objekty, které je schopen daný elektroměr měřit. Za účelem vizualizace jsou zde přístupné cyklické funkce odesílání naměřených hodnot.



Obr. 3.30 ETS5 parametrizace elektroměrového komunikačního modulu ZS/S1.1

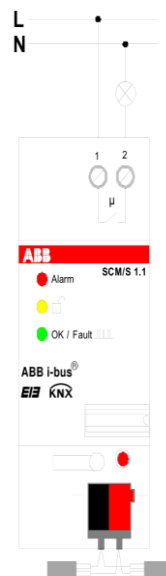
3.4.9 Bezpečnostní modul



Obr. 3.31 Bezpečnostní modul SCM/S1.1 a exteriérová siréna SSF/GB [19]

Tento bezpečnostní modul SCM/S1.1 zahrnuje logické funkce, pro vytvoření bezpečnostního systému. Uvádí se, že je vhodný pro malé až středně velké instalace, což je pro tento projekt naprosto dostačující. Maximální počet je 64 různých bezpečnostních zón. Bezpečnostní modul je vybaven jedním relé, které je v projektu využito pro spínání exteriérové sirény s majákem SSF/GB. [19]

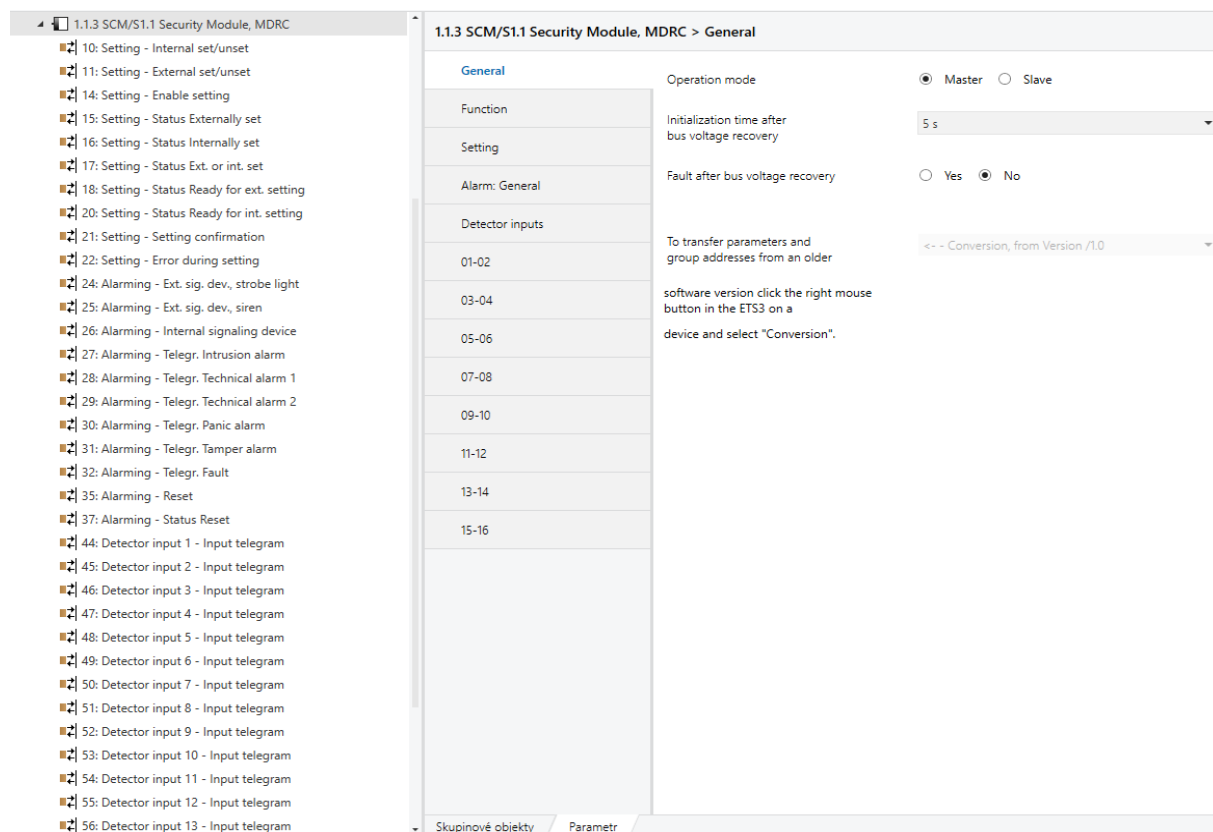
Schéma zapojení



Obr. 3.32 Schéma zapojení bezpečnostního modulu SCM/S1.1 [19]

ETS

Nastavení jednotlivých detektorů se provádí jejich povolením při maximálním počtu 64. Jednotlivé detektory jsou následně nastaveny dle jejich charakteru a svázaný k žadáným objektům. Následně jsou nastaveny poplachové funkce, popřípadě je možné navázat na bezpečnostní prvky obsažené v bezpečnostním terminálu.



Obr. 3.33 ETS5 parametrizace bezpečnostního modulu SCM/S1.1

3.4.10 Kombinovaný snímač povětrnostních údajů



Obr. 3.34 Kombinovaný snímač povětrnostních údajů WES/A3.1 [19]

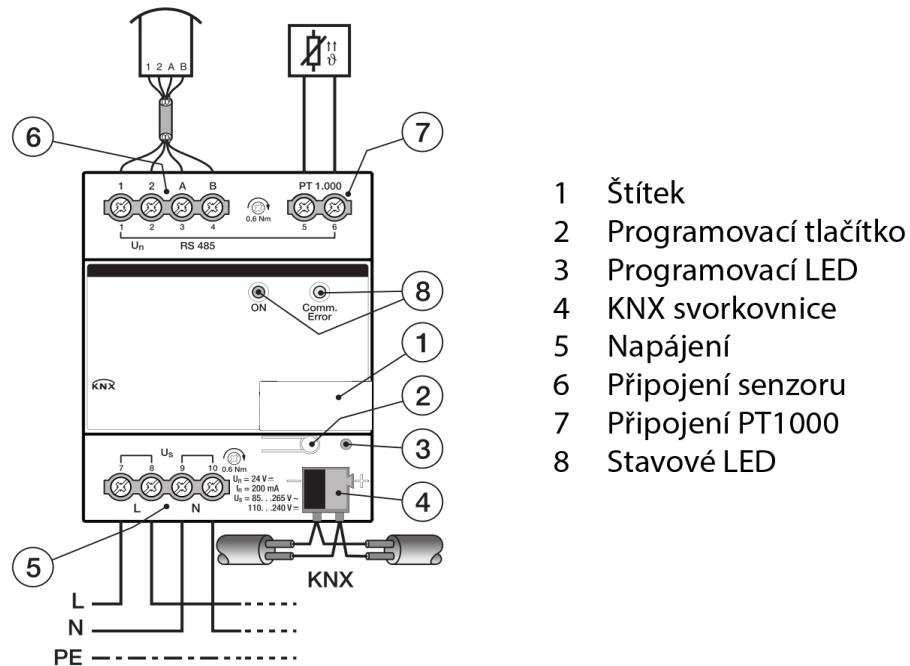
Snímač povětrnostních údajů, zahrnuje několik velice důležitých funkcí:

- Detekuje déšť
- Rychlosti větru
- Snímá intenzitu osvětlení ze tří stran

- Detekuje stmívání
- Snímá venkovní teplotu
- Prostřednictvím GPS signálu určuje přesný datum a čas

Tyto velice cenné informace jsou dále předávány a následně využity za účelem komfortních funkcí a regulaci automatických režimů. [19]

Schéma zapojení

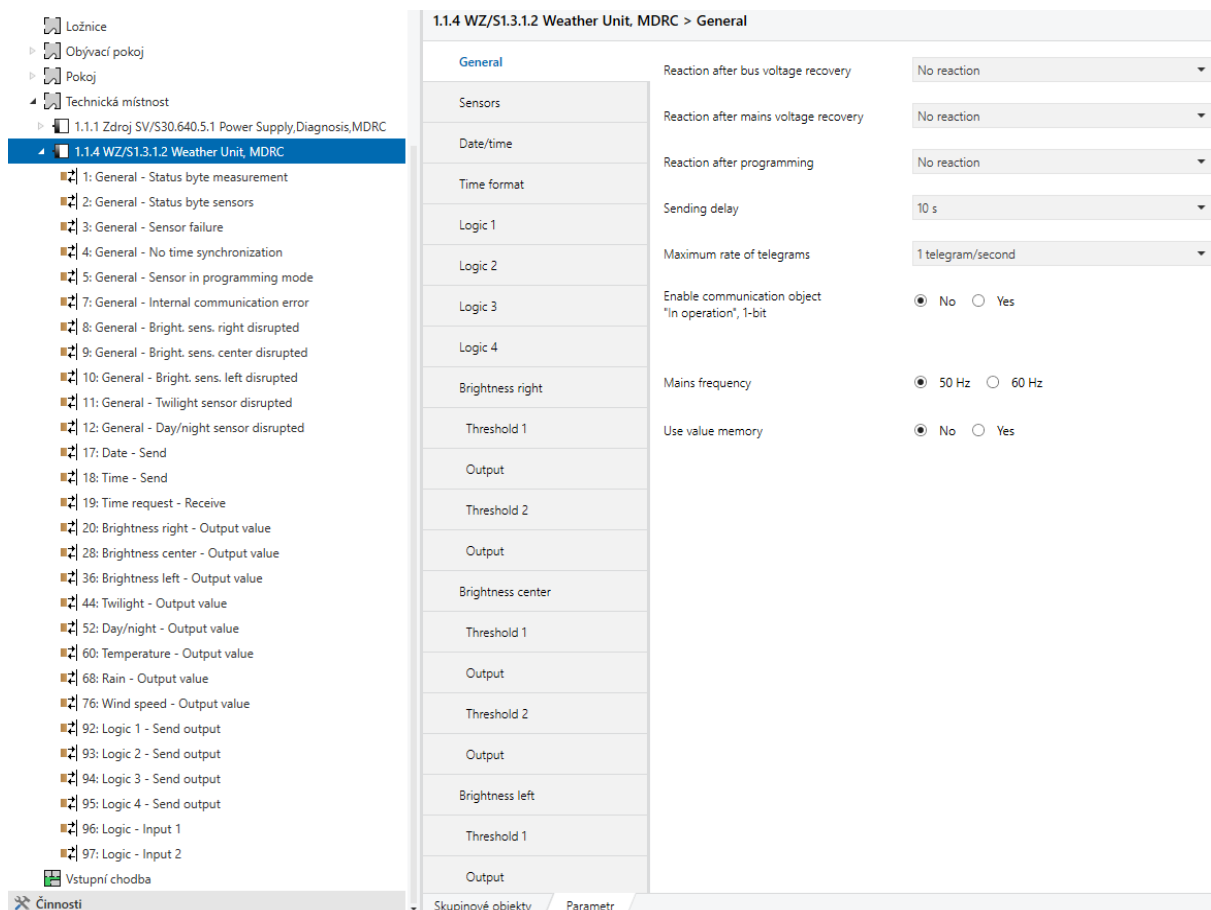


Obr. 3.35 Schéma zapojení povětrnostní centrály WZ/S1.3.1.2 [19]

Samotný snímač není přímo připojen na sběrnici KNX. Za účelem zpracování údajů z kombinovaného snímače povětrnostních údajů je nutné snímač propojit k povětrnostní centrále WZ/S1.3.1.2, která veškerá data zpracovává a dále komunikuje po sběrnici. Na schématu zapojení je centrála zobrazena a snímač je připojen v horní části prostřednictvím čtyřžilového kabelu. [19]

ETS

Programování probíhá na straně centrály, kde je možné nastavit chování veškerých výše zmíněných senzorů. Následující obrázek zobrazuje veškeré objekty senzorů včetně čtyř možných logických funkcí, které centrála umožňuje. Je nutné podotknout, že velice cenným přínosem pro celý systém, kromě všech ostatních senzorů, je GPS signál pro určení času a data. Právě v závislosti na tomto senzoru budou probíhat veškeré časově závislé funkce, jelikož ostatní prvky decentralizovaného systému nemusejí čas obsahovat.



Obr. 3.36 ETS parametrizace povětrnostní centrály WZ/S1.3.1.2

3.4.11 Domovní telefon



Obr. 3.37 IP gateway 8300-0-0389, video tablo 8300-0-0101, řídicí jednotka 8300-0-0125 [19]

Komunikace a přenos obrazu od vstupní branky je realizována prostřednictvím domovního telefonu. U vstupní branky se nachází tlačítkové video tablo 8300-0-0101, které je připojené k univerzální řídicí jednotce 8300-0-0125, zajišťující napájení tabla a zároveň spínání elektrického zámku. Propojení těchto prvků s panely Comfort Touch probíhá přes IP sítě, proto je nutné propojit řídicí jednotku s jednotkou IP gateway 8300-0-0389. Mezi další

funkce patří možnost přenosu obrazu od vstupní branky do mobilních zařízení a následné ovládání zámku. [21]

Nastavení těchto prvků se kromě samotného zapojení provádí prostřednictvím jednotky IP Gateway, která obsahuje webové rozhraní, kde je možné nastavit veškerou komunikaci. [21]

3.5 Rozpočet projektu

Následný rozpočet projektu KNX je stanoven na základě již zmíněných prvků, které projekt obsahuje včetně příložené projektové dokumentace. Rozpočet je zaměřený především na prvky systému KNX. Ostatní prvky elektroinstalace v rámci rozsahu této diplomové práce nejsou zohledněny. Z tohoto důvodu v celkové finanční kalkulaci je k uvedenému rozpočtu nutné zohlednit cenu silnoproudých rozvodů a instalace samotné včetně programování systému.

Tab. 3.1 Rozpočet projektu [24]

Typové číslo	Název a funkce	Počet ks	Kč/Ks	Kč celkem
KNX Prvky nástěnné				
6320/38-79-500	Busch-triton - 6-ti násobný ovládací prvek, termostat, IR	3	9 674	29 022
6320/58-79-500	Busch-triton - 10-ti násobný ovládací prvek, termostat, IR	1	12 898	12 898
6320/30-79-500	Busch-triton - 6-ti násobný ovládací prvek, IR	1	6 243	6 243
8136/12-811-500	Comfort Touch panel 12"	1	12 5670	125 670
8136/09-811-500	Displej dotykový ABB-ComfortPanel 9"	1	83 780	83 780
8136/23-500	Rámeček vzhledový pro ABB-ComfortPanel	2	7 106	14 212
8136/41-500	Lišta vzhledová pro ABB-ComfortPanel	2	1 672	3 344
6186/01 UP-500	Modul sběrnice spojky pro ABB-ComfortPanel	2	10 822	21 644
8136/01 UP-500	Krabice montážní pro ABB-ComfortPanel	2	3 254	6 508
ST/K1.1	Elektromotorická ovládací hlavice	8	6 036	48 288
6131/31-24-500	PIR -Snímač přítomnosti, IR, intenzita osvětlení, teplota	6	5 760	34 560
6122/01-84-500	Snímač pohybu	4	2 784	11 136
MRS/W	Sada magnetického jazýčkového kontaktu	12	430	5 160
FC650/O	Optický detektor kouře	8	1 516	12 128

SGL	Snímač plynu	1	5 402	5 402
SSF/GB	Siréna s majákem	1	9 839	9 839
SWM4	Snímač vody	1	2 136	2 136
US/U4.2	4násobné univerzální rozhraní pro zapuštěnou montáž	2	2 784	5 568
US/U12.2	Zapuštěné 12-násobné univerzální rozhraní	1	5 705	5 705
KNX Prvky rozvaděčové				
6197/12-101-500	Stmívací akční člen 4x 210 až 1x 840 W/V·A	1	14 056	14 056
6197/14-101-500	Stmívací akční člen 6x 315 až 1x 1 890 W/V·A	1	22 764	22 764
SA/S12.10.2.1	Spínací akční člen 12-násobný, 10 AX	1	14 221	14 221
VAA/S6.230.2.1	Akční člen pohonu hlavice ventilů, 6násobný, 230 V AC	1	7 910	7 910
TSA/K230.2	Elektrotepelná ovládací hlavice ventilu, 230 V	6	1 042	6 252
SCM/S1.1	Bezpečnostní modul	1	9 784	9 784
MT/S8.12.2M	Snímač skupinových hlášení, 8-násobný, řadový	1	11 796	11 796
JRA/S4.230.5.1	Žaluziový akční člen 4násobný, 230 V AC	1	9 591	9 591
JRA/S8.230.5.1	Žaluziový akční člen 8násobný, 230 V AC	1	16 371	16 371
SA/S12.16.2.1	Spínací akční člen 12-násobný, 16A-AC1	4	14 800	59 200
SV/S30.640.5.1	Napájecí zdroj s diagnostikou 30V, 640mA	1	10 969	10 969
US/E1	přepěťová ochrana	12	1 819	21 828
NTU/S12.2000.1	Řadový záložní napájecí zdroj, 2 A, 12 V DC	1	9 591	9 591
ZS/S1.1	Modul elektroměrový komunikační	1	5 485	5 485
WZ/S1.3.1.2	Povětrnostní centrála	1	23 811	23 811
	GSM Komunikátor	1	12 000	12 000
KNX Prvky ostatní				
WES/A3.1	Kombinovaný snímač povětrnostních údajů	1	11 686	11 686
6179-500	Vysílač infračervený ruční	2	624	1 248
8300-0-0101	Tablo tlačítkové video, 1tlačítkové	1	9 456	9 456
8300-0-0125	Jednotka řídicí univerzální, řadová	1	2 986	2 986
8300-0-0389	IP gateway, verze 3.0, řadová	1	4 678	4 678
KSK224	Sběrníkový kabel YCYM 2x2x0,8 – 100 m	3	1 693	5 079
Cena celkem (bez DPH) [Kč]				734 006

Ceny integrace systému a jeho následné programování se s ohledem na společnost výrazně liší. Velice záleží na velikosti projektu a konkurenci, která se v dnešní době rychle rozrůstá. Odhadovaná cena instalace včetně základního programování se pohybuje mezi 20-30% z ceny prvků instalace KNX (viz. Tab. 3.1).

3.6 Posouzení projektu z pohledu 3E

Následující kapitola je věnována posouzení navrhovaného projektu z pohledu 3E principů. Posouzení projektu je přizpůsobeno návrhu projektu systému KNX jak z pohledu zákazníka, tak i z technické strany návrhu, kde se především uvažují prvky a funkce systému KNX. Principy 3E se zaměřují na tři hlavní aspekty:

- Účelnost
- Hospodárnost
- Efektivnost

Zadání projektu

Projekt je navržen dle přání a požadavků investora. Mezi hlavní požadavky patří centralizované ovládání objektu s velkým důrazem na bezpečnost jak majetku, tak především osob. Mezi další požadavky patří kompletní řízení všech systémů nacházejících se v dané budově a jejich pohodlné a především hospodárné ovládání.

Požadavky:

- Místní/vzdálené centralizované ovládání
- Zabezpečení majetku/osob
- Řízení vytápění/chlazení
- Řízení zásuvkových okruhů
- Řízení rolet
- Řízení osvětlení

Účelnost

Účelností se rozumí takové použití prostředků, které zajistí optimální míru dosažení cílů. Účelnost je třeba primárně chápat z pohledu, zda byla daným projektem uspokojena potřeba, která daný projekt vyvolala.

Kritérium účelnosti je hodnoceno na konci projektu, ačkoliv je nutno ho provádět po celou dobu plánování, aby se předešlo nežádoucím nebo nezamýšleným dopadům.

Jelikož jsou investorem definovány požadavky, které prostřednictvím klasické konvenční instalace nejsou technicky možné nebo jen velice těžko dosažitelné, tak je možnost systémové instalace prioritní volbou. Požadavky na řízení systémů jsou definovány uživatelem, což znamená, že investor si po řádné konzultaci sám volí, jaké systémy a funkčnosti budou zahrnuty do instalace, a jaký to bude mít dopad na projekt, jak z finanční stránky věci, tak na jeho funkčnost.

Hospodárnost

Hospodárností se rozumí takové použití prostředků, k zajištění stanovených cílů, kdy dojde k co nejnižšímu vynaložení prostředků a zároveň je dodržena odpovídající kvalita.

Kritérium hospodárnosti je hodnoceno na samém počátku projektu a dle jeho požadavků je daný projekt přizpůsoben k obrazu investora.

Hospodárnost je v tomto případě zajištěna mnoha způsoby, které jsou detailněji definovány v kapitole realizace projektu. Pro jejich připomenutí slouží několik následujících bodů.

Řízení vytápění objektu je za účelem maximální efektivity vynaložených prostředků řízeno v každé místnosti samostatně s ohledem na přítomnost osob. Systém obsahuje funkce, které zabrání neúmyslnému plýtvání prostředky, jako je například funkce blokování. Funkce blokování zamezuje vytápění v případě otevření okna či dveří. Další inteligentní funkce šetří prostředky v zimních měsících, kdy umožní vytápění pomocí slunce, tak že při dostatečném slunečním svitu meteostanice určí směr a systém vytáhne rolety, aby bylo možné místnost nechat vyhřívat sluncem.

Řízení osvětlení je navrženo tak, aby v průběhu celého roku dynamicky reagovalo na intenzitu osvětlení jednotlivých místností a v této závislosti regulovalo jeho intenzitu. Regulací intenzity osvětlení se docílí nejen stálé komfortní intenzity osvětlení po celý den, ale i značných úspor. Tato funkce je z finančních důvodů nainstalována pouze v místnostech, kde její obyvatelé tráví nejvíce času. Ostatní místnosti jsou vybaveny spínanými světelnými okruhy, které se aktivují při detekci pohybu.

Řízení zásuvkových okruhů vypíná přívod elektrické energie tam, kde není potřeba. Zároveň lze jejich řízením ovládat různé spotřebiče a předejít zbytečnému plýtvání energie tehdy, kdy dané přístroje nikdo nevyužívá.

Efektivnost

Efektivností se rozumí takové použití prostředků, kterým dosáhneme maximálního možného rozsahu, kvality a přínosu stanovených cílů, ve srovnání s objemem prostředků vynaložených na jejich plnění.

Jedná se o kritérium, které hodnotí vztah mezi vstupem a výstupem, čímž posuzuje vztah účelnosti a hospodárnosti projektu.

Tento aspekt je docílen automatizovanou částí systému. Jestliže je systém na počátku správně naprogramován, tak automatická část systému se postará o efektivní využívání prostředků k maximálnímu uspokojení uživatelských potřeb. To znamená, že při správně definovaných uživatelských potřebách se navrhne systém tak, aby po jeho naprogramování účelně řídil a nakládal s jednotlivými systémy k efektivnímu využití daných systémů uživatelem, nebo plného využití systémů pro jeho maximální užitek.

Závěr

Systém KNX jakožto celosvětově uznávaný standard je dle mého názoru kvalitní a komplexní řešení, které je po zásluze náležitě finančně ohodnoceno. KNX standard splňuje cca 410 společností, specializujících se v různých oblastech, což dodává systému KNX na variabilitě, které není možné v případě uzavřeného systému jednoho výrobce dosáhnout.

Otázka tedy zní, vyplatí se integrace takovéto instalace do rodinného domu?

Řekl bych, že náš trh se v posledních letech překvapivě rychle plní různými systémy inteligentní elektroinstalace, většina těchto systémů se především specializuje na menší objekty, rodinné domy a byty. Kdežto KNX je z mého pohledu vnímán spíše jako standard a zároveň systém pro velké komerční budovy nebo rozsáhlé rezidence. Zároveň je zde otázka funkčnosti a spolehlivosti, kde KNX má určitě hodně co nabídnout, proto odpověď na tuto otázku není jednoznačná. Nelze vybudovat systém, který bude levný a zároveň bude splňovat veškeré komfortní funkce a zároveň není možné vytvořit dokonale komfortní systém, který bude hospodárný a investice se snadno vrátí. Vždy se bude jednat o kompromis mezi účelností, cenou, spolehlivostí, komfortem, efektivností a hospodárností. Budoucí uživatel si zvolí „míru inteligence“, kterou chce implementovat a na základě těchto funkcí, požadavků a potřeb je definován projekt a následná cena. Z praxe je známo, že až po ukončení a předání projektu, uživatelé postupně formulují další požadavky a následně v horizontu šesti měsíců dochází k přeprogramování uživatelských funkcí či změnám v projektu, než dojde k uspokojení veškerých uživatelských potřeb.

Návrh systému KNX jsem realizoval na základě svých zkušeností a cenných informací z certifikačního školení KNX. Projekt je navržen s velkým důrazem na komfort a především bezpečnost, jak uživatele, tak jeho majetku. Celý navrhovaný objekt je znázorněn v projektové dokumentaci, která je součástí příloh této práce.

Seznam literatury

- [1] MERZ, Hermann., Thomas. HANSEMANN a C. HÜBNER. *Building automation: communication systems with EIB/KNX, LON und BACnet*. London: Springer, 2009. Signals and communication technology. ISBN 9783540888291.
- [2] KNX Association. *KNX Dokumentace k certifikačnímu školení*.
- [3] KNX Association. *KNX Handbook for Home and Building Control*.
- [4] HALUZA, Miroslav a Jan MACHÁČEK. *Klasická versus inteligentní elektroinstalace* [online]. In: . 2011 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>
- [5] KUNC, Josef. *KNX systémové instalace jsou výhodné! - 1. díl* [online]. In: . 2011 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/knx-systemove-instalace-jsou-vyhodne-1-dil>
- [6] KUNC, Josef. *KNX systémové instalace jsou výhodné! - 2. díl* [online]. In: . 2011 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/knx-systemove-instalace-jsou-vyhodne-2-dil>
- [7] KUNC, Josef. *KNX systémové instalace jsou výhodné! - 3. díl* [online]. In: . 2012 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/knx-systemove-instalace-jsou-vyhodne-3-dil>
- [8] KUNC, Josef. *Systémové elektrické instalace* [online]. 2015 [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: <http://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/systemove-elektricke-instalace>
- [9] VAŇUŠ, Jan. *Systémová technika budov a bytů* [online]. 2003 [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/TZB/systemova%20technika%20budov.pdf>
- [10] ŠIMEK, Martin. *Kódování signálu* [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: http://www.soubor.eu/zcu/FAV-ing/KIV/PD/prednasky/04_Kodovani_signalu.pdf
- [11] KNX Association. *Home and Building Management Systems Serial Data Transmission and KNX Protocol* [online]. , 41 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: http://www.knx.org/fileadmin/template/documents/downloads_support_menu/KNX_tutor_seminar_page/tutor_documentation/05_Serial%20Data%20Transmission_E0808f.pdf
- [12] KUNC, Josef. *ABB: Sběrnice v instalacích KNX/EIB* [online]. 2009 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/abb-sbernice-v-instalacich-knx-eib>

- [13] KUNC, Josef. *ABB: Topologické uspořádání KNX/EIB* [online]. 2009 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/abb-systemove-elektricke-instalace-knx-eib-2013-10-cast/view>
- [14] MICHALEC, Libor. *Komunikace v KNX* [online]. 2014 [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://vyvoj.hw.cz/automatizace/komunikace-v-knx.html>
- [15] ABB i-bus® KNX. *Lighting Control* [online]. , 153 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/APPLICATIONS/2CDC500051M0203_ApplikationsHB_Beleuchtung_EN.pdf
- [16] ABB i-bus® KNX. *Shutter Control* [online]. , 47 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/APPLICATIONS/2CDC500057M0202_ApplikationsHB_shuttercontrol_EN.pdf
- [17] ABB i-bus® KNX. *Heating Ventilation Air Conditioning* [online]. , 48 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/APPLICATIONS/2CDC500067M0201_ApplikationsHB_HVAC_EN.pdf
- [18] ABB i-bus® KNX. *Security in Buildings* [online]. , 65 [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/APPLICATIONS/2CDC500074M0201_applicationHB_security.pdf
- [19] ABB i-bus® KNX. *Product list: Veškerá použitá technická dokumentace, manuály a schéma zapojení* [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: http://www.knx-gebaeudesysteme.de/sto_g/English/_HTML/product_list.htm
- [20] KNX [online]. [cit. 2016-05-05]. Dostupné z: www.knx.org
- [21] ABB i-bus® KNX [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/index.asp?thema=8915>
- [22] VAŇUŠ, Jan. *Komplexní řízení budov - Projekce a instalace sběrníkových systémů v budovách* [online]. 2014 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: http://netfei.vsb.cz/downloads/autorske_texty/Komplexni%20rizeni%20budov%20-%20Projekce%20a%20instalace%20sbernicovych%20systemu%20v%20budovach.pdf
- [23] Siemens. *Komunikace KNX* [online]. 2006 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: [https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty_a_sluzby/IBT/sync_o_living/funkce_systemu/Documents/36672_N2708cz\\$\\$Synco900\\$KNX\\$komunikace.pdf](https://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty_a_sluzby/IBT/sync_o_living/funkce_systemu/Documents/36672_N2708cz$$Synco900KNXkomunikace.pdf)
- [24] *E-shop společnosti ABB* [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://elsynn.abb.cz/obchod/eshop.php>

Seznam obrázků

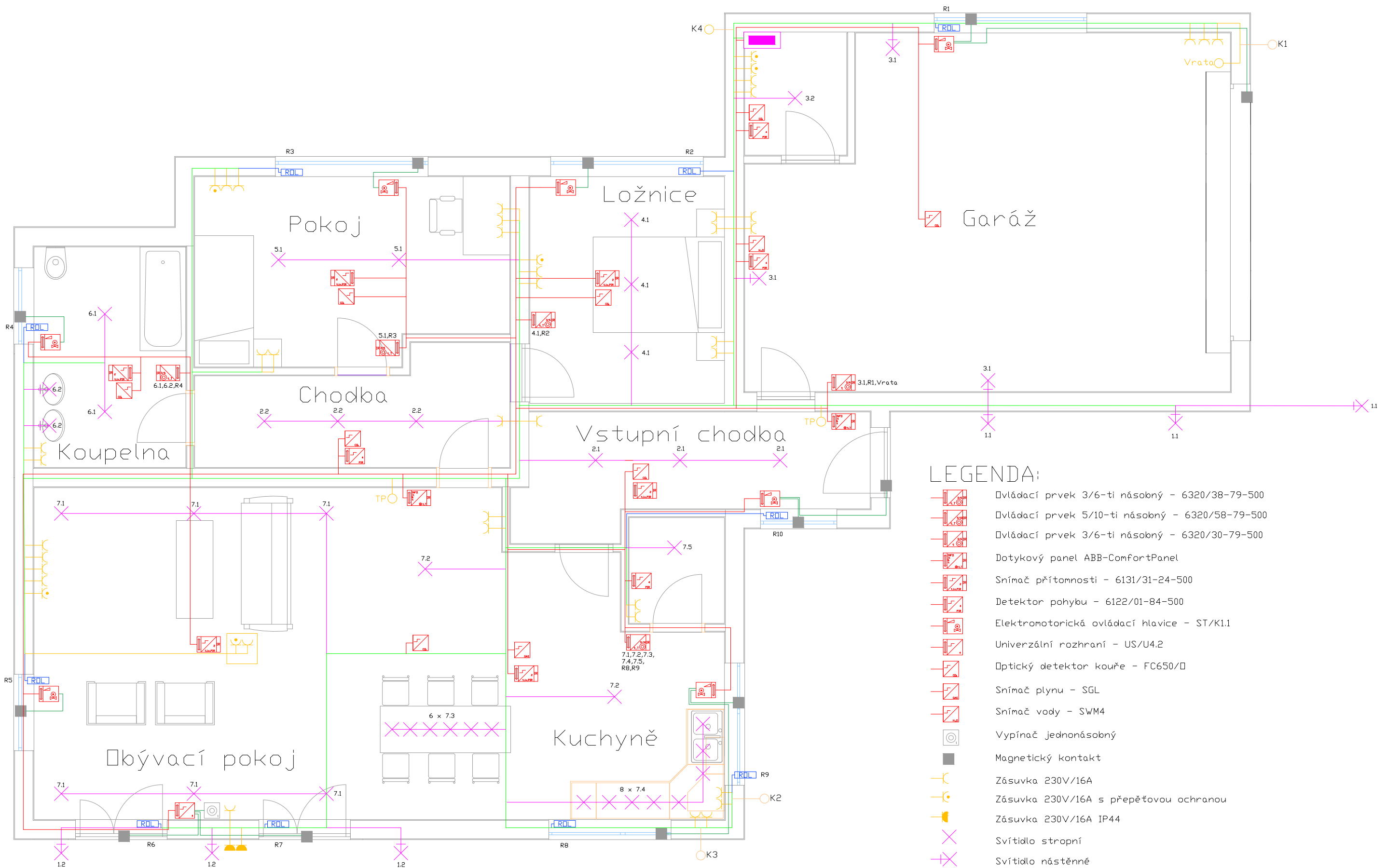
OBR. 1.1 SCHÉMA KLASICKÉ ELEKTROINSTALACE [4]	17
OBR. 1.2 SCHÉMA SBĚRNICOVÉ ELEKTROINSTALACE [4]	18
OBR. 1.3 HVĚZDICOVÁ TOPOLOGIE [1]	20
OBR. 1.4 SBĚRNICOVÁ TOPOLOGIE [1]	21
OBR. 1.5 STROMOVÁ TOPOLOGIE [1]	21
OBR. 1.6 POLYGONÁLNÍ SÍŤ [1]	22
OBR. 2.1 LOGO EIB A KNX [20]	24
OBR. 2.2 STRUKTURA KNX KABELU [22]	26
OBR. 2.3 SCHÉMA PŘENOSU KNX-RF [2]	28
OBR. 2.4 KÓDOVÁNÍ PŘENOSU INFORMACE DLE MANCHESTER [10]	28
OBR. 2.5 KNXNET/IP TOPOLOGIE [2]	30
OBR. 2.6 KNX-TP TOPOLOGIE [2]	31
OBR. 2.7 KNX-PL 110 TOPOLOGIE [2]	33
OBR. 2.8 KOMUNIKACE KNX-RF [23]	34
OBR. 2.9 STRUKTURA BITU KNX-TP [2]	35
OBR. 2.10 STRUKTURA TELEGRAMU KNX-TP [2]	36
OBR. 2.11 STRUKTURA INDIVIDUÁLNÍ ADRESY [2]	41
OBR. 2.12 STRUKTURA SKUPINOVÉ ADRESY [2]	42
OBR. 2.13 STRUKTURA SBĚRNICOVÉHO PŘÍSTROJE [2]	46
OBR. 2.14 VNITŘNÍ STRUKTURA SBĚRNICOVÉ SPOJKY [2]	48
OBR. 3.1 NAPÁJECÍ ZDROJ SV/S30.640.5.1 [19]	55
OBR. 3.2 SCHÉMA ZAPOJENÍ NAPÁJECÍHO ZDROJE [2]	56
OBR. 3.3 ETS5 PARAMETRIZACE NAPÁJECÍHO ZDROJE	56
OBR. 3.4 BUSCH-TRITON 6320/38-79-500 A 6320/58-79-500 [19]	57
OBR. 3.5 ETS5 PARAMETRIZACE BUSCH-TRITON	58
OBR. 3.6 COMFORTTOUCH PANEL 8136/12-811-500 [19]	59
OBR. 3.7 SCHÉMA ZAPOJENÍ SBĚRNICOVÉ SPOJKY PANELU COMFORTTOUCH [19]	60
OBR. 3.8 PARAMETRIZACE COMFORTTOUCH PANELU IP PROJECT 3	60
OBR. 3.9 ETS5 PARAMETRIZACE COMFORTTOUCH PANELU	61
OBR. 3.10 SNÍMAČ PŘÍTOMNOSTI 6131/31-24-500 [19]	61
OBR. 3.11 ETS5 PARAMETRIZACE SNÍMAČE PŘÍTOMNOSTI	62
OBR. 3.12 OPTICKÝ DETEKTOR KOUŘE, SNÍMAČ VODY A PLYNU [19]	63
OBR. 3.13 SCHÉMA ZAPOJENÍ BEZPEČNOSTNÍCH PRVKŮ S TERMINÁLEM MT/S 8.12.2M [19]	64
OBR. 3.14 ETS5 PARAMETRIZACE BEZPEČNOSTNÍHO TERMINÁLU	65
OBR. 3.16 SCHÉMA ZAPOJENÍ STMÍVACÍHO AKČNÍHO ČLENU [19]	66
OBR. 3.17 ETS5 POWER-TOOL PARAMETRIZACE STMÍVACÍHO AKČNÍHO ČLENU	67
OBR. 3.18 ROLETOVÝ AKČNÍ ČLEN JRA/S8.230.5.1 [19]	67
OBR. 3.20 ETS5 PARAMETRIZACE ROLETOVÉHO AKČNÍHO ČLENU	69
OBR. 3.21 TSA/K230.2, ST/K1.1 OVLÁDAČÍ HLAVICE VENTILŮ A AKČNÍ ČLEN POHONU HLAVIC VENTILŮ [19]	69
OBR. 3.22 SCHÉMA ZAPOJENÍ AKČNÍHO ČLENU A HLAVICE ST/K1.1 [19]	71
OBR. 3.23 ETS5 PARAMETRIZACE AKČNÍHO ČLENU POHONU HLAVIC VENTILŮ	72
OBR. 3.24 ETS5 PARAMETRIZACE ELEKTROMOTORICKÉ HLAVICE ST/K1.1	72
OBR. 3.25 UNIVERZÁLNÍ ROZHRANÍ US/U4.2 [19]	73
OBR. 3.26 SCHÉMA ZAPOJENÍ UNIVERZÁLNÍHO ROZHRANÍ US/U4.2 [19]	73
OBR. 3.27 ETS5 PARAMETRIZACE UNIVERZÁLNÍHO ROZHRANÍ US/U4.2	74
OBR. 3.28 ELEKTROMĚROVÝ KOMUNIKAČNÍ MODUL ZS/S1.1 [19]	74
OBR. 3.29 SCHÉMA ZAPOJENÍ ELEKTROMĚROVÉHO KOMUNIKAČNÍHO MODULU ZS/S1.1 [19]	75
OBR. 3.30 ETS5 PARAMETRIZACE ELEKTROMĚROVÉHO KOMUNIKAČNÍHO MODULU ZS/S1.1	75
OBR. 3.31 BEZPEČNOSTNÍ MODUL SCM/S1.1 A EXTERIÉROVÁ SÍŘENA SSF/GB [19]	76
OBR. 3.32 SCHÉMA ZAPOJENÍ BEZPEČNOSTNÍHO MODULU SCM/S1.1 [19]	76
OBR. 3.33 ETS5 PARAMETRIZACE BEZPEČNOSTNÍHO MODULU SCM/S1.1	77
OBR. 3.34 KOMBINOVANÝ SNÍMAČ POVĚTRNOSTNÍCH ÚDAJŮ WES/A3.1 [19]	77
OBR. 3.35 SCHÉMA ZAPOJENÍ POVĚTRNOSTNÍ CENTRÁLY WZ/S1.3.1.2 [19]	78
OBR. 3.36 ETS5 PARAMETRIZACE POVĚTRNOSTNÍ CENTRÁLY WZ/S1.3.1.2	79
OBR. 3.37 IP GATEWAY 8300-0-0389, VIDEO TABLO 8300-0-0101, ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA 8300-0-0125 [19]	79

Seznam tabulek









TAB. 2.1 ROZMĚR DAT A JEJICH POUŽITÍ [2]	35
TAB. 2.2 STANDARDIZOVANÉ TYPY DATOVÝCH BODŮ [2]	39
TAB. 2.3 DISTIBUOVANÉ NAPÁJENÍ – DÉLKY KABELŮ [2]	45
TAB. 3.1 ROZPOČET PROJEKTU	80

Seznam příloh

Příloha 1 – Technická dokumentace



LEGENDA:

-  Dvůládací prvek 3/6-ti násobný - 6320/38-79-500
-  Dvůládací prvek 5/10-ti násobný - 6320/58-79-500
-  Dvůládací prvek 3/6-ti násobný - 6320/30-79-500
-  Dotykový panel ABB-ComfortPanel
-  Snímač přítomnosti - 6131/31-24-500
-  Detektor pohybu - 6122/01-84-500
-  Elektromotorická ovládací hlavice - ST/K1.1
-  Univerzální rozhraní - US/U4.2
-  Optický detektor kouře - FC650/D
-  Snímač plynu - SGL
-  Snímač vody - SWM4
-  Vypínač jednonásobný
-  Magnetický kontakt
-  Zásuvka 230V/16A
-  Zásuvka 230V/16A s přepětovou ochranou
-  Zásuvka 230V/16A IP44
-  Svítidlo stropní
-  Svítidlo nástěnné
-  Kx  Vývod pro napájení a vyhřívání krytu kamery
-  TP  Vývod pro dotykový panel Comfat Touch
-  Vrata  Vývod pro vrata
-  Rx  Roleta
-  Rozvaděč
-  Trasa kabelu (jednoho)
-  Trasa kabelů (sdružená trasa - více kabelů)
-  Trasa sběrnice KNX

ZČU-FEL	Projektant:	Otakar Horák
	Datum	05.05.2016
	Formát	A3
Název	Měřítko	1:60
ELEKTROINSTALACE KNX	Příloha	1