

Multimediální průvodce ETS a KNX

ETS and KNX multimedia guide

Bc. Viliam Kucek

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Viliam KUCEK**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Multimediální průvodce ETS a KNX**

Zásady pro vypracování:

1. V literatuře nastudujte problematiku KNX (KNX topologie, komunikace na KNX, telegramy KNX, KNX 110 powerline).
2. Seznamte se s ETS (instalace ETS, projektování v ETS, diagnostika ETS).
3. Realizujte stávající projekty v ETS (časový spínač, schodišťový automat, stmívač, internet controller, detektor pohybu).
4. Vytvořte multimediálního průvodce ETS, KNX a také pro každý stávající projekt.
5. V rámci elektronizace výuky umístěte multimediálního průvodce na DVD, kdy výstup bude sloužit jako opora výuky předmětu.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tisková/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **PROCHÁZKA, Miroslav.** Návrh úloh měření parametrů prvků systému v laboratoři Technologie budov. [s.l.], 2007. 98 s. Diplomová práce.
2. **SCHERG, Rainer.** EIB/KNX-Anlagen – planen, installieren und visualisieren. Vogel, Würzburg 2008, ISBN 978-3-8343-3125-0.
3. **MEYER, Willy.** KNX/EIB Engineering Tool Software. Hüthig & Pflaum, München & Heidelberg 2007, ISBN 978-3-8101-0266-9.
4. **Frank, Karlheinz.** EIB/KNX Grundlagen Gebäudesystemtechnik. Huss, Berlin 2008, ISBN 978-3-341-01540-7.
5. **SAUTER, Thilo, DIETRICH, Dietmar, KASTNER, Wolfgang.** EIB – Installation Bus System. Wiley-VCH, Weinheim, 2001. ISBN 3-89578-175-4.
6. **LECHNER, Daniel, GRANZER, Wolfgang, KASTNER, Wolfgang.** Security for KNXnet/IP. In Konnex Scientific Conference, November 2008.
7. **GRANZER, Wolfgang, KASTNER, Wolfgang, REINISCH, Christian.** Gateway-free Integration of BACnet and KNX using Multi-Protocol Devices. In Proc. 6th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN '08), pages 973-978, July 2008. Best presentation paper award at INDIN '08.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Karel Perůtka, Ph.D.

Ústav řízení procesů

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2010

Termín odevzdání diplomové práce:

7. června 2010

Ve Zlíně dne 19. února 2010


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Diplomová práce se věnuje problematice systému KNX, jeho základním vlastnostem a možnostem konfigurace prostřednictvím softwaru ETS. Výsledkem praktické části práce je multimediální průvodce pro stávající úlohy realizované v systému KNX, jenž v rámci elektronizace laboratoře podpoří výuku na Fakultě aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.

Klíčová slova: sběrníkový systém, KNX, ETS

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the issue of the KNX system, its basic features and configuration options via the ETS software. The result of the practical part is a multimedia guide to the current tasks made in the KNX system. The guide together with the laboratory computerisation will serve as a support of the method of teaching and education at the Faculty of Applied Informatics at Tomas Bata University in Zlin.

Keywords: bus system, KNX, ETS

Rád bych chtěl poděkovat mému vedoucímu práce Ing. Karlu Perůtkovi, Ph.D. za zajímavé zadání diplomové práce, za zapůjčení odborné literatury, jeho cenné rady, připomínky a dohled při realizaci praktické části této práce. Největší poděkování však patří samozřejmě i celé mojí rodině a mým blízkým za vytrvalou morální a finanční podporu během studia, protože díky nim píše tyto řádky.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.
V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 9 |
| I TEORETICKÁ ČÁST | 10 |
| 1 TECHNOLOGIE SBĚRNICOVÉHO SYSTÉMU KNX | 11 |
| 1.1 POJEM KNX, KNX ASOCIACE | 11 |
| 1.2 OBLASTI VYUŽITÍ TECHNOLOGIE KNX | 13 |
| 1.3 DECENTRALIZOVANÝ SYSTÉM KNX..... | 15 |
| 1.4 PŘENOSOVÉ MÉDIA..... | 16 |
| 1.4.1 Kroucený pár | 17 |
| 1.4.2 Silové vedení | 20 |
| 1.4.3 Radiový přenos..... | 22 |
| 1.5 ÚČASTNÍCI V SYSTÉMU | 25 |
| 1.5.1 Snímače a akční členy, vnitřní struktura | 26 |
| 1.5.2 Konfigurace účastníků..... | 28 |
| 1.6 TOPOLOGIE SYSTÉMU | 30 |
| 1.7 ADRESACE V SYSTÉMU | 35 |
| 1.7.1 Fyzická adresa | 35 |
| 1.7.2 Skupinová adresa..... | 37 |
| 1.8 KOMUNIKACE NA KNX..... | 39 |
| 1.8.1 Telegram KNX TP1 | 40 |
| 1.8.2 Přenos telegramu | 43 |
| 1.8.3 Telegram KNX PL | 44 |
| 1.8.4 Přístup účastníků na sběrnici metodou CSMA / CA..... | 46 |
| 2 SOFTWAREVÝ NÁSTROJ ETS | 49 |
| 2.1 POJEM ETS | 49 |
| 2.2 PROJEKTOVÁNÍ V ETS..... | 51 |
| 2.2.1 Nastavení softwarového balíků ETS | 52 |
| 2.2.2 Import produktové databáze..... | 53 |
| 2.2.3 Vytvoření nového projektu..... | 55 |
| 2.2.4 Definování struktury objektu..... | 57 |
| 2.2.5 Vložení zařízení do systému | 58 |
| 2.2.6 Nastavení parametrů zařízení | 60 |
| 2.2.7 Projektování skupinových adres..... | 62 |
| 2.2.8 Přiřazení účastníků k topologii sběrnice | 64 |
| 2.2.9 Naprogramování zařízení, uvedení do provozu | 64 |
| 2.2.10 Dokumentace projektu | 65 |
| 2.3 DIAGNOSTIKA ETS..... | 65 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST | 68 |
| 3 PŘEHLED LABORATORNÍCH ÚLOH | 69 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 3.1 | VZOROVÝ POSTUP PRO ŘEŠENÍ ÚLOH..... | 69 |
| 3.1.1 | Řešení úlohy..... | 70 |
| 4 | REALIZACE VIDEOZÁZNAMU..... | 76 |
| 5 | MULTIMEDIÁLNÍ PRŮVODCE ETS A KNX..... | 77 |
| 5.1 | OBSAH..... | 78 |
| 5.2 | OVLÁDÁNÍ..... | 78 |
| | ZÁVĚR | 80 |
| | ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ | 81 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 82 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK | 84 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 87 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 89 |
| | SEZNAM PŘÍLOH..... | 90 |

ÚVOD

Technologie se kvůli stále vyšším kladeným nárokům mílovým krokem neustále inovují a obměňují takřka ve všech oblastech a není tomu jinak ani v oblasti technologií budov. V rámci modernizace objektů jsou konvenční elektroinstalace nahrazovány instalacemi tzv. inteligentními, které kombinují technologické inovace společně s obratným managementem, tj. se sjednocenými systémy řízení, zabezpečení a správy budovy za účelem maximální návratnosti investice a především vytvoření produktivního a nákladově efektivního prostředí. Počáteční investice je však samozřejmě poněkud vyšší, ale je nutno však brát v potaz, že se bude jednat o instalaci s budoucností, která díky flexibilitě techniky může snadno zařízení přizpůsobit měnícím se životním okolnostem uživatelů, ať již svým jednoduchým rozšířením, či změnou funkce. Při moderních způsobech projektování a budování elektroinstalace již tedy nelze zařízení jednotlivých profesí vnímat izolovaně, ale je nezbytné je vzájemně integrovat z důvodu hospodárnějšího využití energie pro provoz objektu a především ke zvýšení komfortu pro stávající uživatele. Mezi nejrozšířenější systémy inteligentních instalací spadá technologie Konnex bus (KNX), jenž zároveň představuje celosvětový otevřený standard v této problematice pro řízení všech typů budov a domácností. Díky tomuto faktu se nabízí nejen možnost použití velkého počtu rozmanitých produktů od různých výrobců, ale především velká síť poskytovatelů služeb a kvalifikovaného personálu.

Cílem diplomové práce je vysvětlit podstatu systému KNX a přiblížit zájemcům o tuto problematiku možnosti návrhů a konfigurace prostřednictvím rovněž asociací KNX standardizovaného softwarového nástroje ETS (Engineering Tool Software).

Přínosem práce bude především přiložené DVD s kompletním multimediálním průvodcem pro jednotlivé stávající praktické úlohy, které bude sloužit jako opora pro výuku v laboratoři.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGIE SBĚRNICOVÉHO SYSTÉMU KNX

1.1 Pojem KNX, KNX asociace

Technologie Konnex bus (KNX) je v současnosti považována za nejlepší světový otevřený standard pro inteligentní řízení všech typů budov, ať již se jedná o průmyslové objekty, kancelářské komplexy nebo bytové prostory, jelikož byl schválen hned několika normami [12]:

- ISO/IEC - mezinárodní norma ISO/IEC 14543-3 v roce 2006
- CENELEC - evropská norma EN 50090 v roce 2003
- CEN - evropská norma EN 13321-1 (s odvoláním na EN 50090) a EN1332-2 (KNXnet/IP) v roce 2006
- SAC - čínská norma GB/Z 20965 v roce 2007
- ANSI/ASHRAE - americká norma ANSI/ASHRAE 135 v roce 2005

Pro uvedení zařízení v systému do provozu je použito nezávislého programovacího nástroje ETS (Engineering Tool Software), jenž umožňuje konfiguraci veškerých certifikovaných KNX produktů a je absolutně nezávislý, takže systémoví integrátoři mohou při instalaci kombinovat produkty rozličných výrobců. Sběrníkový systém KNX je založen na více než 15ti letech zkušeností na trhu získanými předchozími systémy EIB (European Installation Bus), EHS (European Home Systems) a BatiBUS, kterým bude i nadále po nezbytně nutnou dobu poskytována podpora a certifikace. KNXA (Konnex Association) jako zakladatel a vlastník technologie KNX sídlící v Bruselu vznikla v květnu roku 1999 seskupením tří evropských asociací podporujících inteligentní instalace pro objekty, jmenovitě:

- EIBA (European Installation Bus Association)
- EHSA (European Home Systems Association)
- BCI (BatiBUS Club International)

Často se v praxi setkáváme, že technologie KNX bývá označena KNX/EIB, je to z toho důvodu, že asociace KNXA vznikla primárně z asociace EIBA a až následné sjednocení se dvěma zbylými bylo důvodem k přejmenování. Přistoupení těchto dvou dalších systémů bylo záměrné, jelikož umožnilo rozšíření o řadu dalších funkcí. Aplikace systému BatiBUS jsou zaměřeny na oblast vytápění, klimatizace a větrání, k nimž EIB poskytuje možnost regulace jednotlivých parametrů a naopak schopnost sledování provozních stavů, případně poruchových hlášení tzv. bílé techniky (myček nádobí, chladniček, sporáků, atd.) je umožněno vlastnostmi systému EHS. Pádňjším důvodem pro označení systému KNX formou KNX/EIB je významná skutečnost, že prvky systému EIB a KNX jsou vzájemně kompatibilní a tudíž jakýkoliv prvek aplikovaný do systému EIB je totiž současně i prvkem použitelným do systému KNX a naopak, proto do budoucna ponese tyto výrobky loga obou technologií [14].

Asociace Konnex si stanovila následující cíle zaměřené především na rozvoj a podporu komunikačního standardu KNX [10]:

- definování nového standardu inteligentních aplikací v mezinárodním měřítku pro řízení budov a domácností
- zavádění značky KNX jako symbolu pro kvalitu a komunikaci mezi systémy různých dodavatelů
- vydávání obchodních značek KNX na základě specifikací dle KNX certifikačního procesu
- poskytování technické podpory pro výrobce vyvíjející zařízení kompatibilní s KNX
- podpora při školení opatřeními k certifikaci školících center, při zakládání národních skupin
- technická podpora v podobě webových stránek, veletrhů, konferencí, tiskovin, atd.
- zajištění spolupráce s vědeckou sférou z vyšších technických škol a univerzit

KNX asociace vyžaduje pro mezinárodně standardizovanou technologii především vysokou úroveň kvality výroby a její kontroly. Z toho důvodu jsou výrobci, ještě před podáním žádosti o certifikaci, povinni prokázat splňující požadavky ISO 9001 a kromě

souladu s touto jakostní normou musí výrobky splňovat požadavky evropských a mezinárodních norem pro elektronické systémy budov a domácností. Pokud existuje pochybnost o jakémkoliv nesouladu je asociace KNX oprávněna certifikovaný produkt znovu otestovat nebo požadovat od výrobce prohlášení o shodě. Jedině dodržáním těchto kroků a cílů asociace KNXA může garantovat, že veškeré prvky a zařízení různých výrobců nesoucí označení KNX/EIB jsou vzájemně kompatibilní [12].

1.2 Oblasti využití technologie KNX

Sběrníkový systém KNX s decentralizovanými inteligentními prvky je možné použít takřka pro všechny aplikace řízení budov a domácností. Na obr. 1. jsou uvedeny příklady aplikačních možností, ze kterých je patrné, že potenciálnímu uživateli je k dispozici široká škála možností řízení. Moderní inteligentní technologie budovy poskytuje flexibilitu, zvyšuje komfort, bezpečnost a velkou mírou přispívá k úsporám nákladů, které v dlouhodobém horizontu představují až desítky procent v porovnání s běžným řešením [15].



Obr. 1. Aplikační možnosti KNX [11]

- Hospodaření s energií – management energetického hospodaření
 - sledování odběrových špiček
 - měření, pulsní počítání energie
 - detekce proudu, sledování sítě, odpojení zátěží
 - ukládání dat, vizualizace, grafy

- Ovládání rolet a žaluzií – podpůrná oblast pro vytvoření světelné pohody v objektu
 - řízení v závislosti na povětrnostních podmínkách a ročním období
 - skupinové a centrální ovládání, automatické funkce
 - nastavitelné polohování, kopírování pohybu slunce
 - bezpečnostní režimy

- Topení, větrání a klimatizace (HVAC systems – Heating, Ventilating, Air Conditioning) – segment pro vytvoření komfortního pásma tepelné pohody
 - centrální a automatické ovládání, individuální ovládání, časové režimy
 - udržení optimální teploty, návaznost na otevřená okna
 - reakce na přítomnost osob

- Ochrana a bezpečí – technologie budovy rychle a inteligentně reaguje na kritické situace i bez přítomnosti obsluhy
 - EZS, EPS, CCTV, tlačítka paniky
 - signalizace narušení objektu, vznik požáru, nebezpečí
 - poruchové stavy, správa, archivace

- Ovládání osvětlení – regulace umělého osvětlení s využitím přirozeného světla v rámci inteligentní budovy k vytvoření světelné pohody
 - automatické funkce, spínání a stmívání, udržování konstantní úrovně osvětlení
 - nastavení a ovládání světelných scén
 - rozhraní DALI (systém regulace a řízení svítidel)

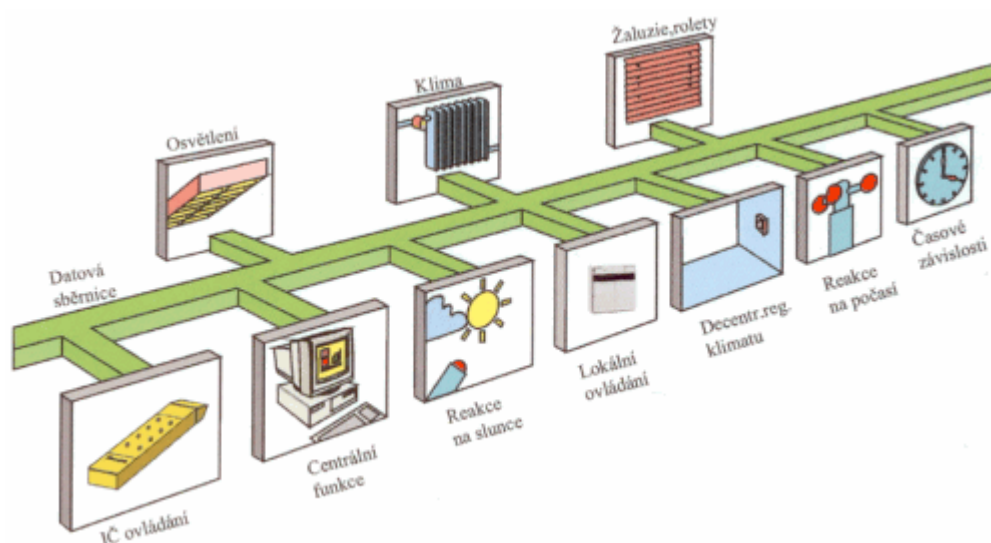
- Ovládání a vizualizace společně se vzdáleným přístupem – zajistí dostupnost k technologickému systému budovy takřka z kteréhokoliv místa na světě pro plánování a organizaci údržby
 - spínače a tlačítka
 - dotykové panely a displeje (touch screen), PC vizualizace
 - dálkové řízení přes internet, PDA, WAP
 - údržba, archivace dat a celková správa systému

1.3 Decentralizovaný systém KNX

Systém KNX se řadí svým principem činnosti mezi tzv. decentralizované sběrníkové systémy. V tomto systému má každé připojené zařízení svou vlastní řídicí jednotku v podobě mikroprocesoru, neboli jinak řečeno prvky decentralizovaného systému jsou inteligentními prvky a přenos informací je uskutečněn prostřednictvím sběrnice přímo mezi jednotlivými zařízeními bez nutnosti existence a aplikace centrálního řídicího prvku, jak je tomu v případě centralizovaného systému. Všechna zařízení jsou si rovnocenné sběrníkové přístroje (tzv. multimaster systém) [17]. Tento systém poskytuje především velkou provozní spolehlivost, protože v případě vzniku poruchy a následným výpadkem jednoho účastníka (zařízení) jsou postiženy ovládané či přímo vykonávané funkce pouze jen tohoto účastníka. Funkčnost zbylých zařízení v systému zůstává nadále plně k dispozici.

Použití decentralizovaného sběrnicevého systému KNX při moderním pojetí projektování přináší nespočet výhod oproti dnes již zastaralé konvenční instalaci, pro představu uvedme například [14]:

- zařízení je na sběrnici připojeno nejčastěji dvou vodičovým vedením a s tím je spojena jednoduchá instalace vedení
- podstatné snížení objemu kabeláže – redukce požárního zatížení – přehlednost instalace
- flexibilita systémů vůči provedeným změnám v prostorech kde je instalována, díky čemuž jsou vhodné jak pro bytové tak i účelové objekty
- instalace s budoucností – možnost snadného rozšíření
- možnost komunikace mezi účastníky na sběrnici – s informacemi lze pracovat na libovolném místě, využití zařízení k ovládání nebo výkonu více funkcí



Obr. 2. Decentralizovaný systém [13]

1.4 Přenosové média

Technologie systému KNX nabízí pro realizaci přenosové trasy hned několik typů komunikačních médií. Typ použitého média závisí zejména na možnostech a prostorech objektu, doby projektování (tzn. zda-li se jedná o novostavbu, či již plně používaný objekt)

a především přání zákazníka. Přehled možných médií je uveden v tabulce 1. Pomocí příslušných spojek se projektantovi nabízí možnost kombinace odlišných médií.

Tab. 1. Přehled médií [10]

| Typ média | Označení | Přenos signálu | Prioritní oblasti použití |
|------------------------------------|----------|--|---|
| Kroucený pár – TP | KNX TP | Paralelní dvoužilové sběrníkové vedení | Nové instalace a rozsáhlé renovace |
| Silové vedení – powerline | KNX PL | Vedení el. rozvodů 230 V | Nelze uložit přídavné řídicí vedení, ale je k dispozici vedení AC 230 V |
| Radiový přenos – RF radiofrequency | KNX RF | Radiové vlny | Nelze použít žádné vedení nebo jsou nežádoucí |
| IP/Ethernet | KNX IP | LAN, Internet | Vzdálený přístup |

Kromě základních přenosových médií existuje i široká škála možností připojení s jinými systémy prostřednictvím komunikačních rozhraní, například použitím tzv. bran (gateway), systémovou technikou budov, ISDN, atd. [14]. Interní a externí rozhraní obousměrně převádí komunikační protokol mezi propojenými systémy. Komunikace je tedy umožněna například se systémy Luxmate, DALI, M-bus a s mnoha dalšími. Zároveň jsou brány v systému KNX využívány pro vzdálený monitoring, udržování a případně přeprogramování. Optická vlákna umožní projektantovi dosažení větších délek vedení a v případě bezdrátového řešení s menším dosahem se nabízí infračervený přenos (IR), jenž je plně převzat z dřívějšího standardu EIB.

1.4.1 Kroucený pár

Přenosové médium označováno z anglického výrazu též jako twisted pair – TP. Z názvu je již patrné, že se jedná o dva vodiče, které jsou vždy vzájemně kolem sebe obtočeny, čímž

se minimalizuje EMI (elektromagnetická interference – rušení) a ztráty způsobené kapacitním odporem, přičemž se zároveň maximalizuje schopnost EMS (elektromagnetické susceptibility – imunity). Jedná se o nejrozšířenější a především nejpoužívanější přenosové médium v systému KNX/EIB. Při tomto způsobu instalace se souběžně se silnoproudým vedením položí TP kabel, který zajistí napájení zařízení pracujících na sběrnici a jehož prostřednictvím probíhá i komunikace ve formě datových telegramů. Kabel by měl být položen pokud možno co nejbližší silnoproudého elektrického vedení k zamezení vzniku indukčních smyček, přičemž zakončovací odpor (terminátor) není potřebný. Kroucený pár se nabízí ve dvou rozdílných variantách TP 0 a ve verzi TP 1 a pro přístup účastníku na sběrnici je použito technologie CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance). TP 0 je převzat ze systému BatiBUS a poskytuje přenosovou rychlost 4800 bit/s, pro realizaci se výhradně používá TP 1 s přenosovou rychlostí 9600 bit/s. Přenosová rychlost se může jevit jako nepříliš vysoká, ale s ohledem na délku přenášených zpráv je průměrná doba potřebná pro přenos jednoho telegramu přibližně 25 ms. Výrazně se doporučuje aplikovat certifikované kabely přímo asociací Konnex, které jsou odlišené od ostatních TP 1 zeleným zbarvením vnějšího pláště [10], viz obr. 3.

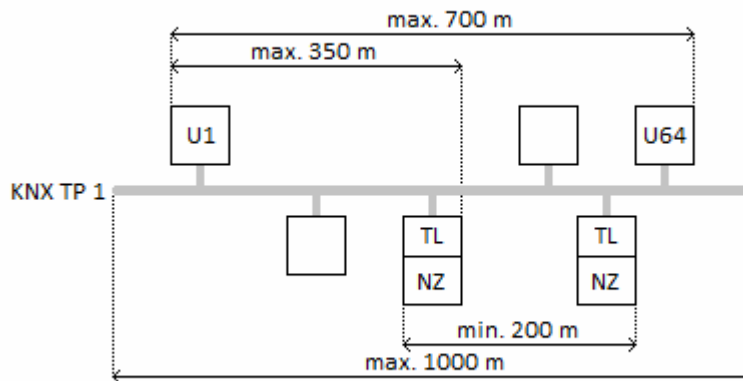


Obr. 3. Standardizovaný KNX TP 1 [18]

Průměry měděných jader zelených standardizovaných KNX TP 1 vodičů sběrnicevého kabelu byly stanoveny na 0,8 mm. Vyhovujícími kabely jsou především YCYM 2x2x0,8 a lze také použít JY(St)Y 2x2x0,8. Certifikace se vztahuje zejména elektrické vlastnosti krouceného páru, kde kabel o délce 1000 m musí disponovat elektrickým odporem 72 Ω a parazitní kapacitou 0,12 μF . Použitím těchto kabelů jsou zaručovány vlastnosti jako [10]:

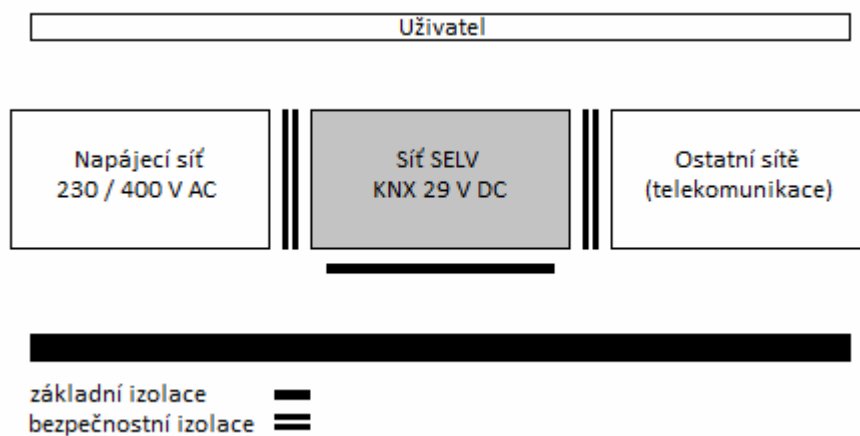
- max. délka kabeláže 1000 m pro jednu linii
- max. vzdálenost 700 m mezi dvěma přístroji v linii

- max. vzdálenost 350 m mezi přístrojem a napájecím zdrojem
- max. počet 64 účastníků na sběrnici v jedné linii
- min. vzdálenost 200 m mezi dvěma napájecími zdroji



Obr. 4. Předepsané vzdálenosti pro KNX TP 1

Pro samotnou komunikaci a napájení účastníků v systému KNX se využívá jeden pár červený a černý. Druhý volný pár je rezervní a je k dispozici v případě poruchy hlavního páru, ale může se také použít pro jiné elektrické obvody v objektu pracující s malým bezpečným napětím SELV (Safety Extra Low Voltage).



Obr. 5. Síť SELV v infrastruktuře rozvodných sítí [10]

Vzhledem k tomu, že technologie KNX pracuje v síti SELV, jsou kabely před uvedením do provozu přezkoušeny napětím o velikosti 4 kV dle EN 50090, které je přiloženo mezi propojené vodiče spojené s pomocným stínícím drátem proti povrchu pláště. Systém tedy pracuje se stejnosměrným bezpečným nízkým napětím na sběrnici KNX TP 1 o velikosti 29 V. Celá síť musí být oddělena bezpečnostní izolací od ostatních sítí a vůči zemi alespoň izolací základní. I zde platí pravidlo, že síť SELV nesmí být uzemněna.

1.4.2 Silové vedení

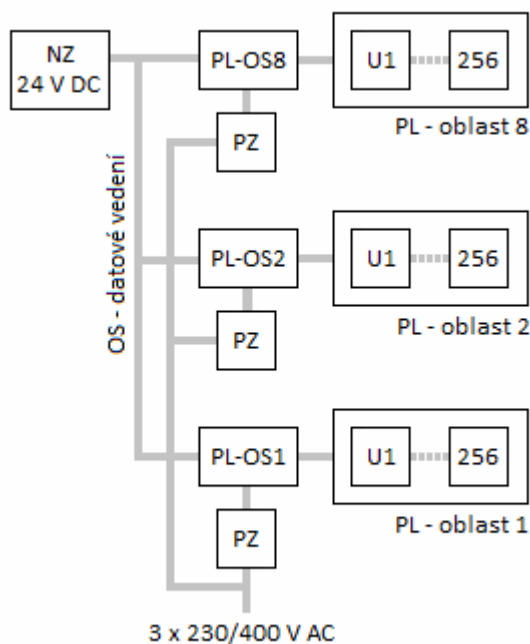
Pokud není instalace samostatného řídicího vedení ve formě TP možná, nabízí se možnost využít již zřízených silových vedení – powerline. KNX PL umožňuje komunikaci zařízení prostřednictvím elektrické rozvodné sítě 230/400 V AC. Telegramy jsou přenášeny po kterémkoliv fázovém a středním vodiči, kterými jsou propojena veškerá zařízení v systému a tím je umožněn obousměrný poloduplexní přenos (každé zařízení může vysílat i přijímat). Silového vedení by se mělo užívat jen pro doporučené aplikace, protože zde hrozí přerušení přenosu telegramu kvůli nedefinovaným síťovým poměrům. Právě pro potlačení náhodných poměrů v síti je nutno kontinuálně přizpůsobovat velikost vysílacího výkonu, avšak s ohledem na maximální úroveň vysílání a rovněž i citlivost příjmu. Přizpůsobení vysílacího výkonu a citlivosti příjmu je prováděno automaticky podle poměrů v síti. Použitím této metodiky je zaručen optimální dosah přenosu i za právě zmíněných měnících se poměrů v rozvodné síti. Z těchto příčin je nepřijatelné projektovat silovým vedením bezpečnostní aplikace (sledování životně důležitých nebo záchranných funkcí), ale i aplikace typu řízení výtahu nebo nouzového volání. Stručně řečeno KNX PL není vhodné médium pro funkce, u nichž by výpadek mohl způsobit těžké následné škody. Naopak využití najde u typických aplikací jako [10]:

- řízení světelných scén (spínání, stmívání) a časově závislé, respektive centrální řízení
- ovládání rolet, žaluzií a vrat
- přenos analogových hodnot a hlášení
- simulace přítomnosti

Powerline pro KNX existuje stejně jako TP ve dvou variantách nesoucí označení KNX PL 110 a KNX PL 132. Číselná hodnota je vždy odvozena ze střední frekvence, která je vypočítána z rozsahu frekvencí pro log. 0 a log. 1. Vztáhneme-li tuto myšlenku na verzi KNX PL 110 je patrné, že střední frekvence je tedy $f = 110$ kHz a pro přenos log. 0 se využívá kmitočet o hodnotě $f_0 = 105,6$ kHz a pro log. 1 kmitočet $f_1 = 115,2$ kHz při použitím klíčování frekvence v metodě rozložení pásma, tzv. SFSK (Spread Frequency Shift Keying). Přenosová rychlost u této varianty je nastavená na 1200 bit/s, kdežto u varianty KNX PL 132 převzaté ze systému EHS je 2400 bit/s. Rychlost u verze PL 110 je dostatečná a pro přenos 1 bitu je zapotřebí časového intervalu o velikosti 833 μ s, což postačuje na přenos 6 telegramů za sekundu. Při přenosu informací je vždy patřičný kmitočet pro logickou hodnotu superponován na síťové napětí elektrického vedení a signály jsou poté přijaty trvale připojenými síťovými spojkami, v nichž se průběžně převádí na digitální hodnoty porovnávané v korelátorech (komparátor pravděpodobnosti) s uloženými digitalizovanými referenčními frekvenčními vzorky. Síťová spojka obsahuje vždy pár korelátorů vždy pro oba možné stavy bitu, logicky pro 0 a 1. Korelátory poté dle vypočítané pravděpodobnosti odvodí log. hodnotu a rozhodnou, zda-li bude například akce provedena, či nikoliv. Ovšem díky nedefinovaným síťovým poměrům (šum) může nastat situace, kdy odvozená hodnota nebude spadat ani do jedné z úrovní a proto bude tento případ odmítnut [10].

System vytvořený použitím KNX PL 110 nabízí logické adresování kompatibilní s KNX TP 1. Maximálně může být nasazeno 8 oblastí (15 oblastí u KNX TP 1) se 16 liniemi po 256 účastnících s přístupem na sběrnici CSMA. U menších projektů, kterým postačí rozsah jedné linie a odpadá tak rozdělení do více linií, či do oblastí, jsou všechna zařízení datově spojena ve všech 3 fázích rozvodnou silovou instalací 230/400 V AC. Oblast signálu instalace KNX PL 110 se však technicky odděluje pásmovými zádržemi (PZ) od distribuční sítě. Zádrž slouží zejména k odfiltrování rušivých signálů a oddělení více zařízení v jedné budově – fyzické oddělení. U rozsáhlých instalací se sběrniceová zátěž redukuje již zmíněným logickým a fyzikálním rozdělením do oblastí. Oblastní spojky pak zajistí selektivní přenos telegramů v rámci sousedních oblastí (sdružování oblastí), přičemž propojení mezi jednotlivými oblastními spojkami je vytvořeno samostatným datovým vedením. Napájení datového vedení oblastních spojek je technicky řešeno zdrojem napětí o velikosti 24 V DC. Příklad instalace KNX PL 110 je uveden níže. Alternativně se může

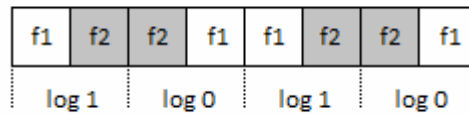
instalace rozšířit ještě o další systémové přístroje, síťové spojky, mezifázové spojky, opakovač a přenosové rozhraní tzv. mediální spojky umožňující propojení zařízení KNX TP 1 se zařízeními KNX PL 110.



Obr. 6. Instalace KNX PL 110 [10]

1.4.3 Radiový přenos

Přenosová trasa využívající radiových vln označována jako KNX RF se nabízí k realizaci v případě, kdy nelze z fyzického hlediska instalovat žádné ze standardně používaných kabelových vedení (KNX TP, PL). Radiová komunikace využívá pro přenos telegramů frekvenci 868 MHz poskytující vysoký stupeň spolehlivosti díky impulsní kódové modulaci FSK a především díky technologii CRC (Cyclic Redundancy Check). Princip FSK je založen na modulaci bitů pomocí dvou frekvencí $f_1 = 868$ MHz a $f_2 = 868,6$ MHz splňující požadavky normy EN 300 220. Jednoduše lze zobrazit princip pro lepší pochopení obrázkem.



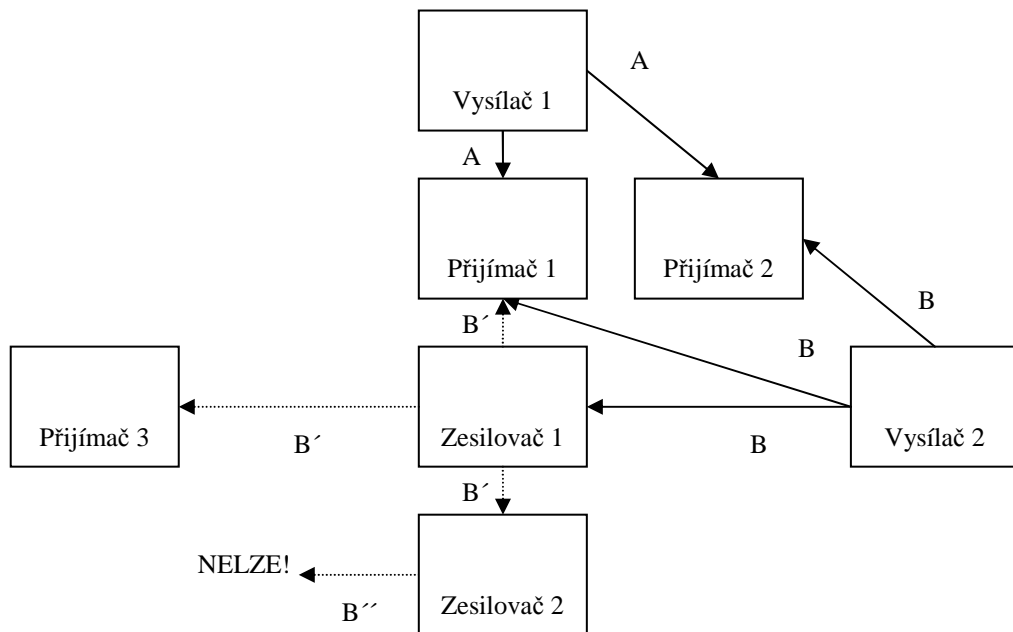
Obr. 7. FSK modulace [1]

K předejití nežádoucího vzájemného rušení sousedních systémů a pro zajištění vysoké úrovně dostupnosti jsou vysílače zapnuty pouze na krátké časové úseky. U použitého pásma 868 MHz by měl být činitel využití $< 1\%$. Počet přístrojů v RF systému je max. 64 a přenos informací probíhá s přenosovou rychlostí 16,4 kbit/s při vysílacím výkonu v rozmezí od 10 mW – 25 mW. Pokrytí RF systému bez zesilovače je obvykle 30 m v budově a v otevřeném prostoru je možno dosáhnout až 300m. Při realizaci samotného systému je nutno brát v úvahu několik zásad [16]:

- některé povrchy tvoří překážku pro šíření radiového signálu a redukuje tak dosah systému (ocelové konstrukce, kovové sítě budovy, větší kovové předměty, zrcadla, atd.)
- umístit RF zařízení ve vzdálenosti alespoň 1 m od zdrojů s elektromagnetickým vyzařováním (TV přijímače, PC, mikrovlnné trouby, atd.)
- účinný dosah systému v objektu je 30 m, respektive přes dvě podlaží nebo přes dva stropy z betonu, avšak tento dosah se rapidně mění v závislosti na použitém stavebním materiálu, proto v případě nutnosti většího pokrytí je zapotřebí zařadit do systému RF zesilovač, maximálně však 3

Zda-li je nutné instalovat RF zesilovače by měl projektant poznat již v počáteční fázi návrhu radiového systému. Vzdálenost přenosové trasy přesahující 30 m nebo přenos přes více než 2 betonové stropy či podlahy, to jsou hlavní důvody, kdy je nutno počítat s nasazením RF zesilovače ihned při projektování. Může se však stát, že postupem času mohou nastat neočekávané problémy s dosahem komunikace zapříčiněné změnou uspořádání zařízení uvnitř objektu, v tomto případě se volí varianta dodatečného použití zesilovače. Ideální umístění RF zesilovače je mezi vysílačem a přijímačem pro pokrytí a

podporu kritické radiové cesty. Jak bylo zmíněno výše, do systému je možno nasadit paralelně až 3 RF zesilovače, přenos přes více zesilovačů za sebou (v kaskádě) však není možný. Při uvedení do provozu se RF zesilovače automaticky nakonfigurují tak, že zesilovány (přeposílány) jsou pouze telegramy přijaté od přístrojů s nedostatečným dosahem. Pro lepší porozumění výkladu je uvedeno blokové schéma na obr. 8. Ze schématu je patrné, že vysílač 1 zasílá telegram A přímo do přijímače 1, 2, stejně tak analogicky vysílač 2 telegram B přijímačům 1, 2. Vzdálenost přijímače 3 přesahuje pokrytí vysílače 2 a je zapotřebí využít zesilovače 1. Předaný signál B' ze zesilovače 1 již však nelze ze zesilovače 2 zaslat dalšímu přístroji.



Obr. 8. Blokové schéma RF systému se zesilovači [16]

Prostřednictvím KNX RF systému můžeme standardně využívat širokou škálu aplikací zahrnující regulaci vytápění, ovládání rolet, žaluzií, světelných scén, zabezpečovací zařízení, atd. Rovněž se nabízí kompatibilita s radiovou komunikací systému M-bus. Základní typy radiových přístrojů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 2. Druhy KNX RF zařízení [16]

| Přenos informací | Zařízení typu |
|---|--|
| Jednosměrná komunikace – pouze vysílá | Detektory s bateriovým napájením (velmi nízká spotřeba a dlouhá životnost baterií) |
| Obousměrná komunikace – vždy připraven přijímat | Přístroje napájené síťovým napětím AC 230 V |
| Obousměrná komunikace – synchronní příjem – metoda časových bloků | Přístroje s bateriovým napájením (nízká spotřeba) |

1.5 Účastníci v systému

Každé zařízení připojené ke sběrnici v rámci systému KNX se též považuje za tzv. účastníka na sběrnici. Tuto skupinu účastníků je možné z principiálního funkčního hlediska rozdělit na čtyři podskupiny integrující se v celek pro maximální funkcionalitu systému [18].

- systémové přístroje – napájecí zdroje, datové sběrnice, sériová rozhraní (RS – 232, USB), svorkovnice, tlumivky, liniové a oblastní spojky
- senzory – snímače
- aktuátory – akční členy
- řídicí prvky – zařízení logicky propojující senzory a aktuátory pro zajištění komplexní funkčnosti (logické členy a moduly)

Aby byla realizace systému KNX plně schopná přizpůsobit se potřebám konkrétního objektu, jsou zařízení vyráběna ve čtyřech základních variantách [14]:

- UP (unterputz) – instalace zařízení pod omítku
- EB (einbau) – vestavěné přístroje (úspora kabeláže vzhledem k montáži do zdvojených stropů, podlahových systémů, krytů žaluzií, atd.)

- AP (aufputz) – instalace zařízení na omítku
- REG – řadová montáž přístrojů do rozvaděčů, respektive nasazením na lištu dle DIN EN 50022 – 35, velká obliba díky snadné dostupnosti a přehlednosti

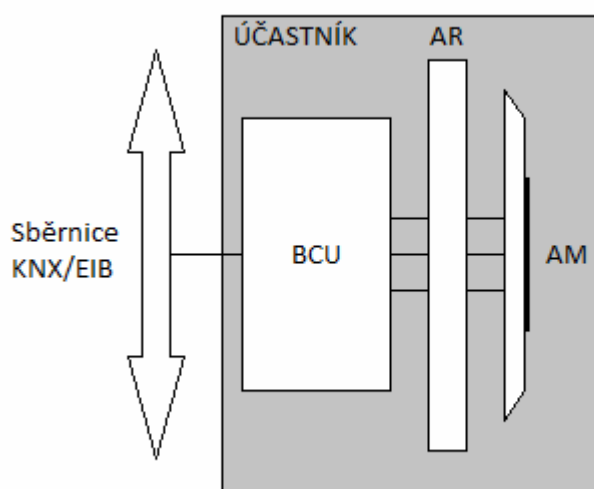
1.5.1 Snímače a akční členy, vnitřní struktura

Senzory jako pasivní členy snímají předem definovanou fyzikální veličinu nebo určitý vykonávaný děj. Nejzákladnější děj spočívá v prostém stisknutí tlačítka na tlačítkovém senzoru, ale senzory jsou schopny snímat nejrozmanitější jevy jako např. intenzitu teploty, osvětlení, rychlost větru, přítomnost nežádoucích osob (EZS), detektory EPS anebo přijímat radiové signály z dálkového ovladače. Tato snímaná skutečnost je převedena na informaci aplikačním modulem AM, kterou je možno předat sběrniceovou spojkou BCU na sběrnici ve formě odpovídajícího telegramu. Kontinuita je zaručena pravidelnou kontrolou aplikačního modulu sběrniceovou spojkou. Oproti tomu aktuátory jako aktivní členy v systému vyhodnocují sběrniceovou spojkou přijaté telegramy vyslané od senzorů a informace jsou v aplikačním modulu převáděny v mechanickou činnost. Dle těchto činností nesou aktuátory patřičné označení jako spínací, stmívací, žaluziové, topení, atd. Z pohledu základní struktury je však jedno, jedná-li se o aktuátory nebo senzory, ta se v principu skládá ze třech částí [10]:

- sběrniceová spojka BCU (Bus Coupler Unit)
- aplikační modul AM
- aplikační rozhraní AR

Přístroje pro KNX jsou dodány buďto jako plně smontované, nebo v tzv. modulární podobě, kdy lze zařízení sestavit z různých jednotlivých modulů. Základem modulárního systému je pak univerzální sběrniceová spojka, na níž se připojí požadovaný aplikační modul (tlačítkový modul, displej, atd.). BCU není proto při výrobě naprogramována, protože samotné programování se provádí až při uvedení do provozu v závislosti na nasazeném aplikačním modulu. Nabízí se nám rovněž dvě řešení rozmístění těchto částí, buď odděleně, nebo společně v jednom krytu. V případě sloučení BCU a AM v jednom

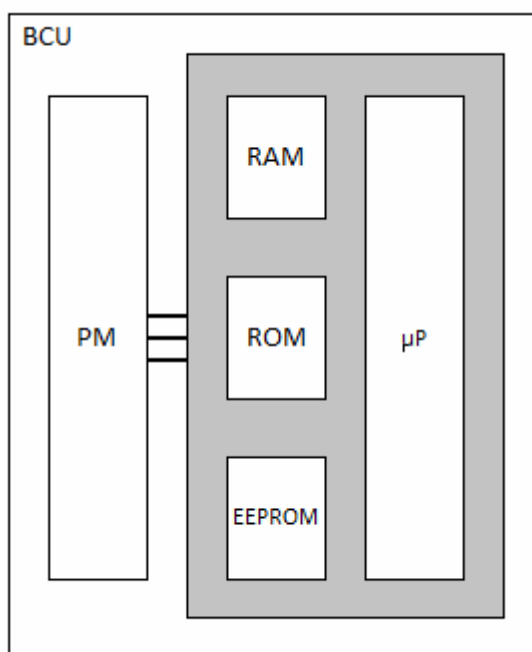
krytu musí být oba komponenty od stejného výrobce. Pokud využíváme zařízení s oddělenými komponenty BCU a AM probíhá napájení aplikačního modulu a výměna informací mezi oběma částmi přes standardizované AR. Hardwarové složení aplikačního modulu AM udává druh senzoru nebo aktuátoru. Základní struktura může mít následující podobu dle obr. 9.



Obr. 9. Struktura účastníka [10]

Intelligence účastníka je situována ve sběrnicové spojce BCU pro správnou funkčnost a dodržení konceptu decentralizovaného sběrnicového systému. Vzhledem k tomu, že se v tomto funkčním bloku kumuluje nejvíce operací nutných pro komunikaci po sběrnici, je klíčovou součástí každé sběrnicové spojky mikrokontrolér, tím je vytvořena intelligence sběrnicového přístroje a systém KNX tak není závislý na jedné ústředně. Mikrokontrolér se skládá z mikroprocesoru a je vybaven pamětmi pro uchování dat. Přizpůsobení sběrnicové spojky k připojenému aplikačnímu modulu je zajištěno prostřednictvím tzv. verze masky, neboli standardizovaného softwarového profilu KNX. K dispozici jsou masky pod označením 001xh (TP1), 002xh (TP1), 070x (TP1), 0300h (TP1 LTE), 101xh (PL 110), 091xh (TP1 liniová / oblastní spojka), 019xh (rozhraní TP1 – PL 110), 2010h (RF obousměrný přenos), 2110h (RF jednosměrný přenos), celkem tedy 9 profilů [1]. Pro uložení systémového profilu výrobce většinou záměrně využívá paměti typu ROM. Paměť

typu RAM je použita pro dočasné hodnoty systému a aplikace. Aplikační program včetně adres je uložen v paměti EEPROM, čímž je uživateli umožněn přepis. Vnitřní struktura sběrnice spojky je uvedena níže na obr. 10. Pro objasnění celé struktury nesmíme tedy zapomenout také na existenci přenosového modulu, který by měl být vhodně zvolen k příslušnému přenosovému médium. Přenosový modul je taktéž velmi důležitý pro funkčnost sběrnice spojky, protože poskytuje logiku pro vysílání a příjem informací, odděluje přenášená data od napájecího napětí a v neposlední řadě chrání celý komponent před přepólováním.



Obr. 10. Struktura sběrnice spojky [14]

1.5.2 Konfigurace účastníků

Logické spojování a nastavení parametrů, jinými slovy tedy konfiguraci a naprogramování zařízení je možno provést třemi zcela odlišnými režimy [10].

- A – mode (automatická konfigurace)
- E – mode (snadná konfigurace)

- S – mode (systémová konfigurace)

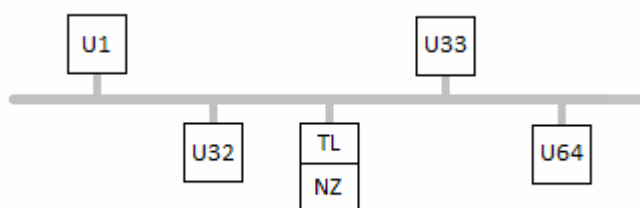
A-mode je v podstatě z pohledu složitosti nejjednodušším způsobem konfigurace. Kompatibilní zařízení s tímto režimem jsou dodávány přímo od výrobce s předem nainstalovaným aplikačním programem. Centrální inteligenci jsou automaticky nastaveny příslušné parametry při pouhém připojení takového zařízení ke sběrnici. Z tohoto hlediska je tento mód vhodný zejména pro zařízení, které se často odpojují od KNX sítě (přenosová, pohyblivá zařízení) a uplatnění nachází především také pro skupinu „bílého zboží“. Režim A neklade na instalatéra žádné zvláštní požadavky, a tudíž jej zvládne nastavit bez problémů i samotný koncový uživatel.

Zařízení kompatibilní s E-mode obsahují většinou také výrobcem nainstalovaný aplikační program, avšak konfigurace parametrů je provedena technikem příslušnými hardwarovými komponenty (kódovací terčíky, tlačítka) nebo prostřednictvím specializovaných ovladačů (centrálním kontrolérem). Uvedené možnosti parametrizace se pak odráží v omezeném rozsahu funkcí souvisejících s typem zařízení. Nastavení účastníka v režimu E by mělo být ponecháno pro kvalifikovaného technika, který disponuje alespoň základními znalostmi sběrnice technologie KNX.

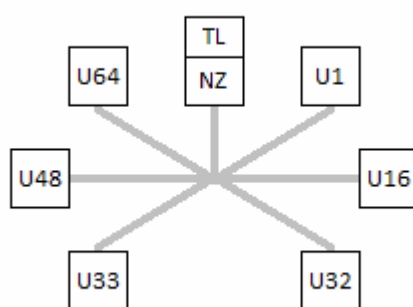
Poslední tzv. S – mode využívá pro konfiguraci a celkové projektování jako jediný PC, který musí být bezpodmínečně vybaven softwarovým prostředím ETS. Multifunkční parametrizace je zajištěna aplikačními daty obsaženými v produktových databázích, které poskytují vždy příslušní výrobci zařízení KNX. Samotné zařízení jako takové neobsahuje aplikační program, ten se nahraje do univerzální sběrnice spojky přes ETS a je adekvátně zvolen vůči použitému aplikačnímu modulu. Systémová konfigurace je určena zejména pro projektanty nebo integrátory a vzhledem k náročnosti se musí jednat o držitele osvědčení asociace Konnex, tedy výlučně certifikované osoby.

1.6 Topologie systému

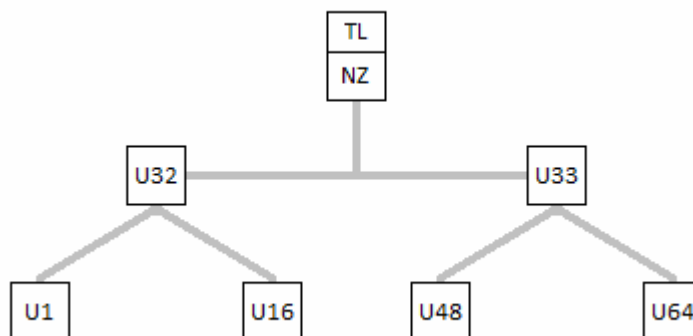
Základní a zároveň nejnižší úroveň hierarchické topologické struktury v systému KNX představuje tzv. linie, která může být prakticky kladena libovolným způsobem odvozeným z počítačové topologie sítí. Lze tedy kombinovat sběrníkové, hvězdicové nebo stromové uspořádání. Při kombinaci však nesmí vzniknout kruhová topologie možným uzavřením smyčky, viz obrázky níže. Na jednotlivou linii je možno připojit až 64 účastníků (senzorů, aktuátorů), musí však být opatřena vlastním napájecím zdrojem PSU – Power Supply Unit (NZ), který by se měl nacházet v místě s nejvyšším odběrem, tedy většinou přibližně uprostřed délky vedení. Aktuální počet účastníků v liniích závisí na adekvátním výběru napájecího zdroje a také na proudové spotřebě jednotlivých účastníků. Napájecí zdroje jsou poté rozděleny dle jmenovitého výstupního proudu (160, 320, 640 a 1280 mA). Každá linie, ať už se jedná o základní, hlavní či páteřní, vyžaduje napájecí zdroj s tlumivkou. Ten samozřejmě poskytuje stejnosměrné napětí pro činnost všech účastníků v dané linii. Integrovaná tlumivka je použita z bezpečnostních důvodů, kdy brání průchodu signálů (telegramů) do napájecího zdroje, čímž je odstraněno možné negativní ovlivňování samotným napájecím zdrojem [14]. Mnohé jednotky napájecích zdrojů mají přímo integrovanou tlumivku, existují však i varianty kdy je vyžadována externí tlumivka. Mimo centrální napájecí zdroje je možné do instalace nasadit tzv. DPSU – Decentralised Power Supply Unit, tj. necentrální napájecí zdroje s integrovanou tlumivkou. DPSU existují v různých variantách dle výstupního proudu (25, 40 a 80 mA) a mohou být součástí určitého účastníka (funkci lze deaktivovat), či se jedná o samostatné zařízení. Nasazení DPSU je vhodné zejména v obzvláště malých instalacích integrujících malý počet účastníků. Pro zachování optimální komunikace může být na sběrnici v rámci linie umístěno až 8 DPSU a je dovoleno je kombinovat se standardní centrální napájecí jednotkou za podmínky, že maximální zkratový proud těchto přístrojů nepřekročí 3A. Na instalaci DPSU se nevztahuje požadavek pro minimální vzdálenost 200 m mezi dvěma zdroji, respektive mezi DPSU a PSU jako je tomu u centrálních napájecích zdrojů [10].



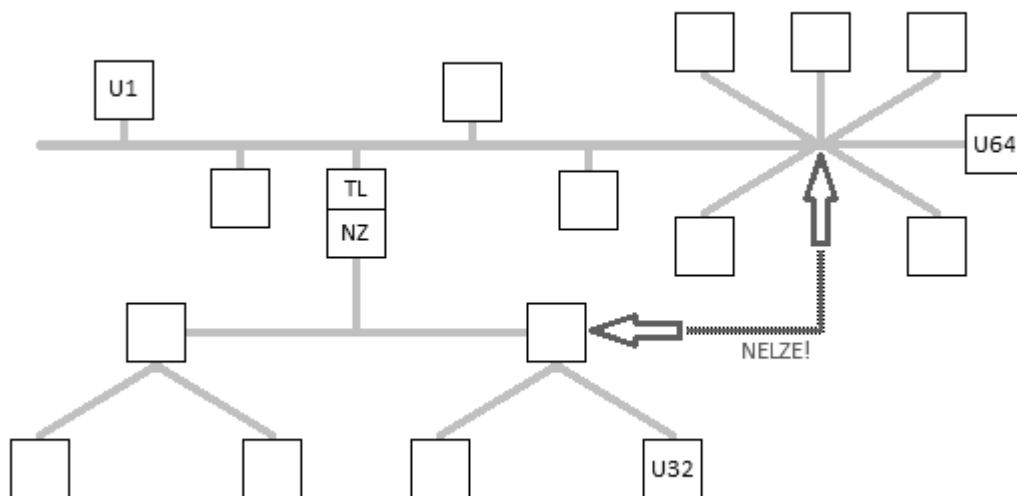
Obr. 11. Topologie sběrnice



Obr. 12. Topologie hvězda

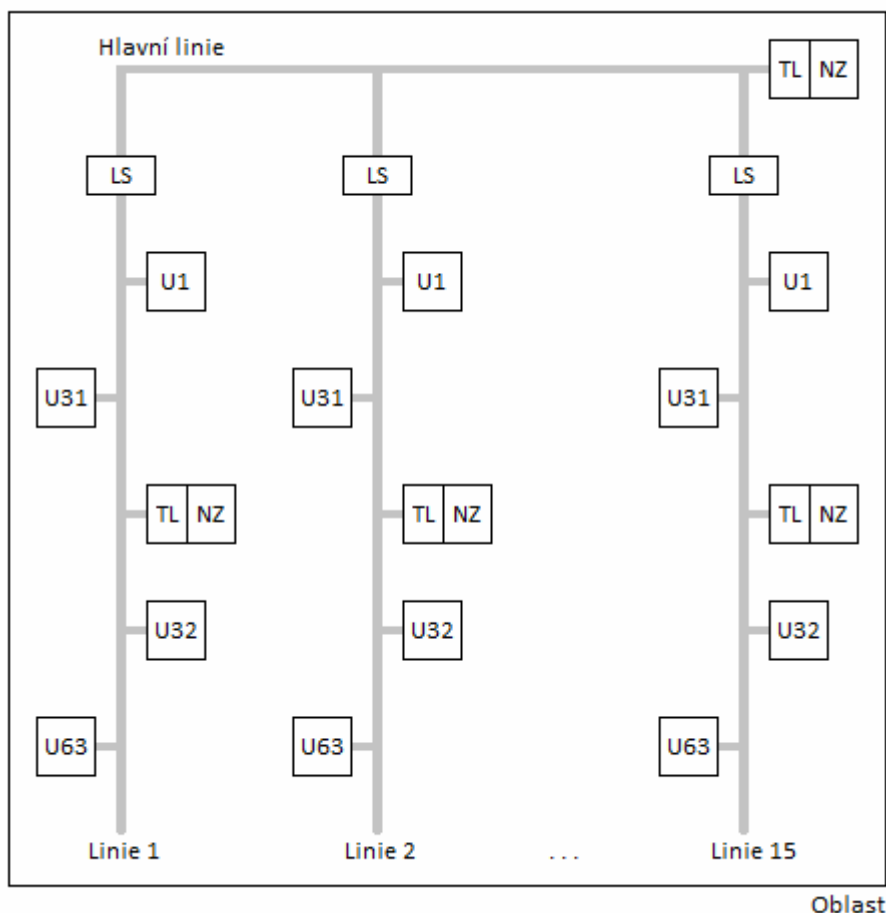


Obr. 13. Topologie strom



Obr. 14. Kombinovaná topologie [18]

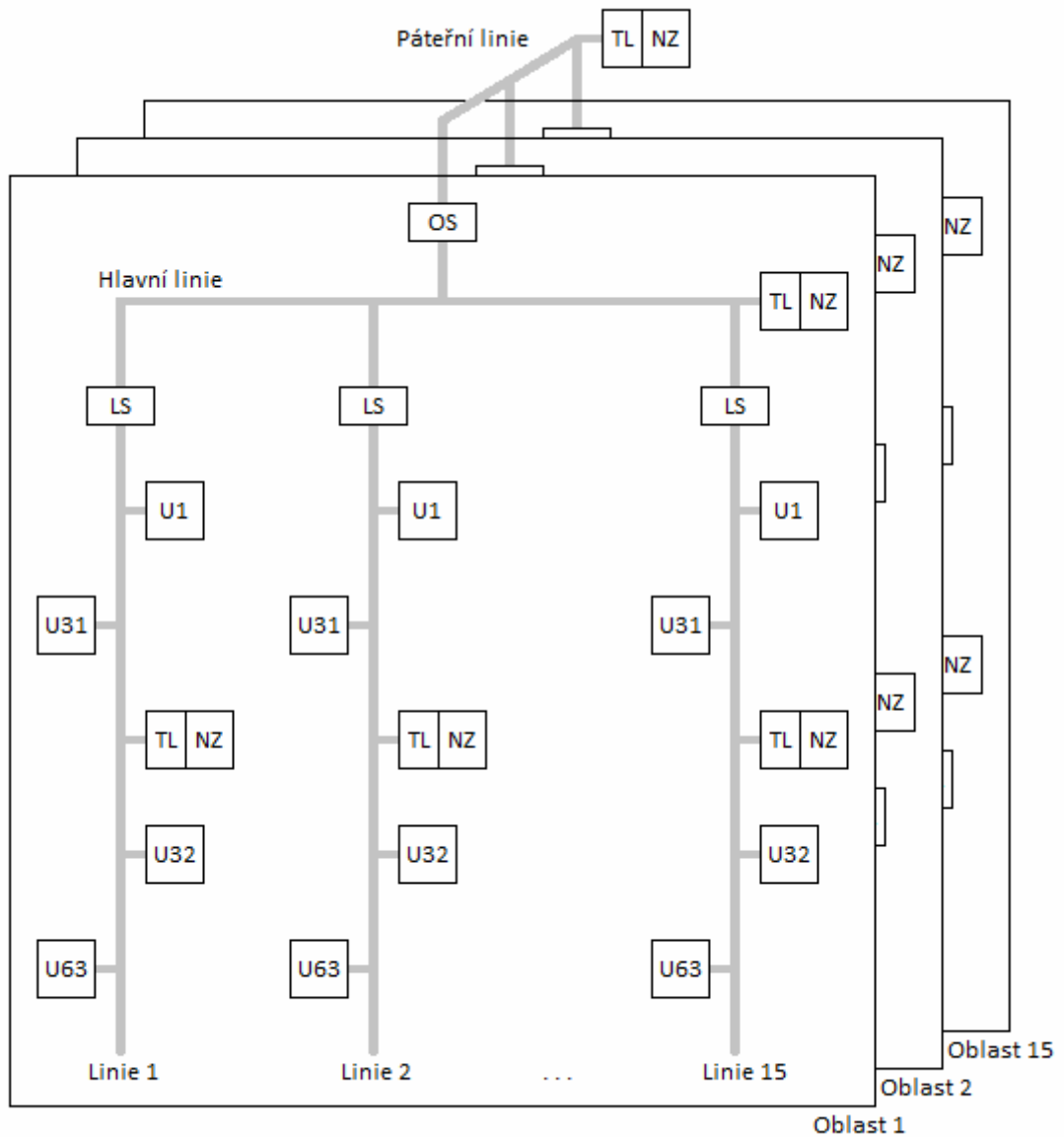
Pro domovní či bytové účely se může instalace na úrovni linie jevit jako plně dostačující, ale pro větší objekty již nikoliv. Architektura systému KNX je proto snadno rozšířitelná a pokud je v instalaci připojeno více než 64 zařízení nebo zahrnuto více částí budovy je nutné použít další linie. Linie jsou potom připojeny tzv. liniovými spojkami (LS) k nadřazené hlavní linii, která propojuje tyto základní linie. Jelikož je hlavní linie taky linií, lze k ní připojit rovněž až 64 účastníků, avšak maximální počet se sníží o počet použitých spojek. Technicky lze pomocí liniových spojek vzájemně připojit k hlavní linii až 15 základních linií. Počet účastníků na jednotlivých základních liniích a hlavní linii je libovolný a v případě maximálního obsazení na každé z nich lze tedy získat tímto řešením kapacitu $15 \times 64 + (64 - 15) = 1009$ účastníků. Z pohledu hierarchické topologické struktury systému se tímto řešením posouváme směrem nahoru a získáváme tzv. oblast, nebo někdy též označovanou jako oddíl. Totéž co lze provést se základními liniemi, lze také provést i s vytvořenými oblastmi. Nejvýše postavenou linií, neboli páteřní linií propojíme jednotlivé oblasti, analogicky tedy až 15 oblastí, s využitím oblastních spojek OS. Toto řešení je vhodné zejména pro realizaci rozsáhlejších instalací, kdy použitím v základní topologii systému lze nasadit až $15 \times (15 \times 64 + 49) + 49 = 14\,498$ účastníků.



Obr. 15. Topologie oblast [10]

Při projektování inteligentní elektroinstalace by měla být pokud možno ponechána určitá rezerva v počtu zařízení pracujících na liniích pro možnost budoucí doplnění instalace. Pochopitelně v určitých případech nelze rezervy ponechat a naopak je zapotřebí připojit na linii i více zařízení. V takovém případě se nabízí další realizace zajišťující rozšíření kapacity systému KNX co do připojených účastníků na jedné linii a to pomocí zesilovače či opakovače. Do existující instalace můžeme zařadit paralelně až tři liniové zesilovače při dodržení podmínky, že se nejedná právě o linie oblastní a hlavní, kde je nasazení opakovačů zakázáno. Vzniklé podružné linie mohou obsahovat standardně 64 připojených účastníků a tím se kapacita celé základní linie zvýší při maximálním počtu zesilovačů až na 256 účastníků (zesilovač = účastník) [14]. Spojky, jak liniová, tak i oblastní jsou společně se zesilovačem považovány za identické přístroje, ovšem spojky přenášejí jen telegramy přesahující linie, kdežto zesilovač přenáší všechny telegramy. Při plném využití všech

technických prvků pro systém lze tedy teoreticky získat prostor pro $15 \times (15 \times 256 + 49) + 49 = 58\,384$ účastníků, což by mělo s přehledem postačit na splnění i těch nejrozsáhlejších požadavků.

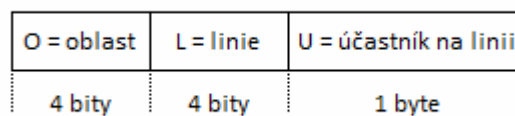


Obr. 16. Topologie více oblastí [10]

1.7 Adresace v systému

1.7.1 Fyzická adresa

Z možných topologií systému uvedených v předchozí kapitole je patrné, že v systému může komunikovat až desítky tisíc zařízení. K tomu, abychom byli schopni zařízení nakonfigurovat a uvést do provozu, musí být každý z účastníků vybrán jednotlivě a selekce jednotlivých členů je taktéž nutností v případě servisu (diagnostika, oprava chyb) a při případném přeprogramování funkcí účastníka. Faktem tedy je, že každý prvek v instalaci musí disponovat unikátním označením. V terminologii systému KNX se pro toto unikátní označení využívá výrazu fyzická adresa účastníka. Každý účastník systému má tedy svou jedinečnou fyzickou adresu a je vyloučeno, že se v jedné instalaci vyskytnou dvě shodné fyzické adresy. Podoba adresy je ve formátu tří čísel oddělených tečkou odpovídající buď skutečnému, či imaginárnímu pořadí zařízení v provedené instalaci [14]. Fyzickou adresou jsou potom uvedeny informace vypovídající o umístění daného zařízení v linii a oblasti, respektive je popsáno uspořádání uvnitř topologie. Formát fyzické adresy je tedy následující, pro oblast jsou vymezeny 4 bity, taktéž 4 bity pro linii a k identifikaci samotného účastníka je vyhrazen 1 byte. Převědeme-li tento popis do grafické podoby, získáme zjednodušeně strukturu fyzické adresy, viz obr. 17.

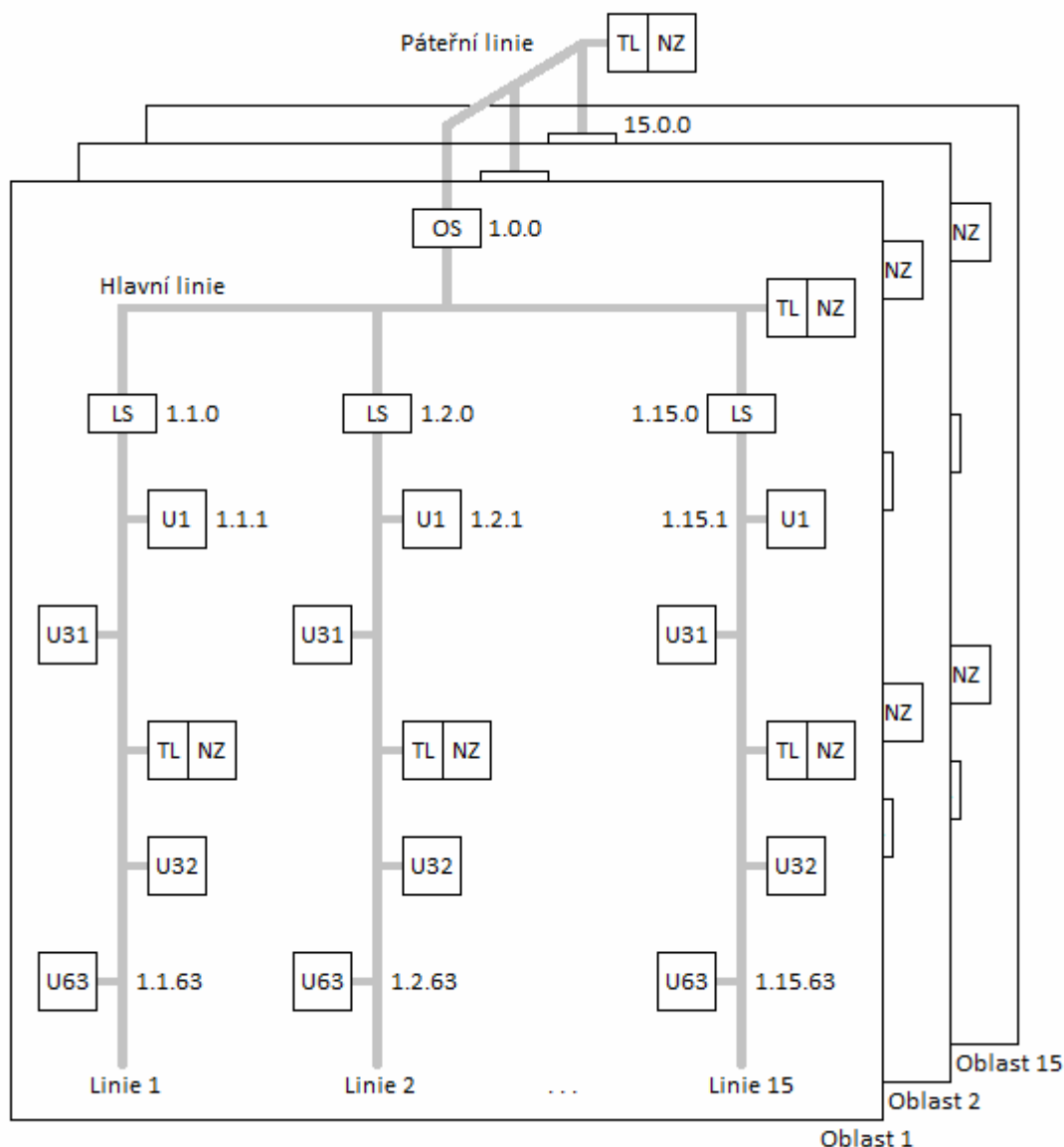


Obr. 17. Fyzická adresa [10]

Velikosti formátu jednotlivých částí je odvozen z možného počtu topologických úrovní v systému. První část O je reprezentována 4 bity, což je $2^4 = 16$ a to pokryje právě 1 – 15 možných oblastí a analogicky 4 bity druhé části L poskytuje adresaci linií 1 – 15. Maximální počet účastníků na linii U, je jak víme 256, z toho vyplývá, že takto velký rozsah je představován záměrně 1 bytem identifikujícím 1-256 zařízení (1 byte = 8 bitů; $2^8 = 256$). Nulové hodnoty představují [10]:

- $O = 0$ adresuje účastníky na páteřní linii
- $L = 0$ adresuje hlavní linii
- $U = 0$ adresuje liniovou (LS) a pokud je současně i $L = 0$, tak se jedná o oblastní spojku (OS)

Přiřazování fyzických adres účastníkům je uskutečněno v projekčním a programovacím softwaru ETS (Engineering Tool Software), který tedy mimo jiných funkcí taktéž zajišťuje i správu adres. Projektant připraví účastníka na sběrnici k přijetí fyzické adresy stisknutím programovacího tlačítka na zařízení, po dobu stisku je stav signalizován LED diodou a dochází k přidělení fyzické adresy.



Obr. 18. Přidělení fyzických adres

1.7.2 Skupinová adresa

Adresování v systému KNX probíhá ve více rovinách a rozlišuje se tak mezi adresami fyzickými a skupinovými. Fyzická adresa je popsána výše a zjednodušeně řečeno označuje zařízení na sběrnici. Pouze samotné fyzické adresy účastníků pro komplexní a komfortní funkce v systému KNX však nestačí. Pro komunikaci mezi přístroji v jedné instalaci je nutno využít adres skupinových. Tyto adresy určují přiřazení sběrnicevých zařízení mezi sebou, respektive logické propojení prvků. Tím docílíme, že v případě kdy

bude na sběrnici přenášena konkrétní informace o činnosti, shodná skupinová adresa zahrnující patřičné účastníky nám zajistí zpracování dat výhradně těmito dotyčnými zařízeními. Pro komunikaci prostřednictvím skupinové adresy je zapotřebí logicky alespoň dvou účastníků o shodné skupinové adrese. Pro tzv. centrální funkce systému může skupinová adresa obsahovat i všechny účastníky na sběrnici, čili do fiktivní skupiny je možno zahrnout veškeré fyzické zařízení připojené na sběrnici. Skupinové adresy se dělí dle tvaru zápisu [10]:

- dvouúrovňové
- tříúrovňové

Struktura skupinové adresy má tedy vždy buď dvouúrovňovou (hlavní skupina / podskupina) nebo tříúrovňovou podobu (hlavní skupina / střední skupina / podskupina). Čísla v každé úrovni jsou navzájem odděleny lomítkem. U obou variant, jak u dvouúrovňové, tak i u tříúrovňové představuje číslo první úrovně – hlavní skupinu (main group) nabývající hodnot 0 – 15. Hlavní skupině je projektantem realizující inteligentní elektroinstalaci přiřazen patřičný skupinový význam. Označení potom plyne z hlediska logické funkce systému např. dle profesí (0 = centrální funkce, 1 = řízení osvětlení, 2 = řízení topení, atd.) anebo dle podlaží. Druhé číslo u dvouúrovňové skupinové adresy reprezentující v tomto případě podskupinu (subgroup) poskytuje hodnoty 0 – 2047 a přiřazuje jí jednoznačnou činnost (spínání svítidla, stmívání svítidla, atd.). Celkový počet skupinových adres je shodný pro dvouúrovňové i tříúrovňové varianty a k dispozici poskytuje maximálně $16 \times 2048 = 32\,768$, přičemž skupinová adresa ve tvaru 0/0/0 (0/0) nesmí být použita z důvodu rezervace pro tzv. broadcastové hlášení (celoplošné hlášení vysílající telegramy všem účastníkům na sběrnici). Častěji používanější variantou jsou však tříúrovňové skupinové adresy nabízející projektantovi jemnější dělení a tím pádem zpřehlednění celého systému usnadňující následnou kontrolu realizovaného projektu. Hlavní skupina má shodnou podobu s předchozí variantou, změna je však u podskupiny a navíc je přibrána další skupina – střední (modele group). Struktura skupinové adresy se tak skládá ze tří úrovní. Standardně hlavní skupiny 0 – 15 (přízemí, poschodí), střední skupiny 0 – 7 (funkční skupiny) a podskupiny 0 – 255 (jednotlivé funkce) [14].

1.8 Komunikace na KNX

Komunikace je vždy asi nejdůležitější částí v jakémkoliv segmentu, protože je asi zbytečné vysvětlovat, k čemu by nám bylo samotné zařízení a kompletně realizovaná instalace, kdyby mezi nimi neprobíhal tento jev. Komunikační propojení mezi účastníky v systému KNX probíhá v těchto variantách:

- multicast komunikace – účastník komunikuje s více účastníky
- broadcast komunikace – celoplošná komunikace, účastník komunikuje se všemi ostatními účastníky
- point to point (unicast komunikace) – komunikace mezi dvěma účastníky

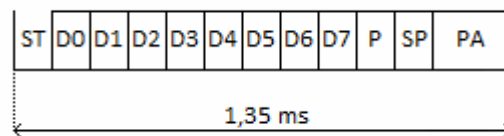
Výměna dat v systému mezi adresací definovanými účastníky je uskutečněna vhodně zvolenou přenosovou trasou, v podobě tzv. telegramů, jejichž obsahem jsou digitální zakódované informace ve formě pulsů nabývajících dvou hodnot log. 0 a log. 1, tedy 1 bitu. Doručený obsah telegramu určuje následně různé vykonávané funkce požadovaným účastníkem. Velikost potřebného obsahu je závislá na realizované funkci zařízením a tato skutečnost je odražena v rozměru přenášených dat, který musí svým počtem nabízejících stavů plně pokrýt funkčnost požadované aplikace. Tuto myšlenku lze promítnout v tabulce.

Tab. 3. Formát dat vzhledem k aplikaci [19]

| ROZMĚR DAT | POČET STAVŮ | TERMÍN | APLIKACE |
|------------|---------------|----------------|---------------------|
| 1 bit | 2 | bit | spínání (VYP / ZAP) |
| 2 bity | 4 | | priorita |
| 4 bity | 16 | | stmívání |
| 8 bitů | 256 | byte (slabika) | hodnota |
| 16 bitů | 65536 | slovo | teplota |
| 32 bitů | 4 294 967 296 | dvojitě slovo | čítač |

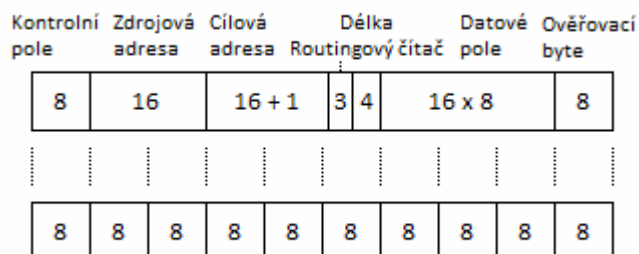
1.8.1 Telegram KNX TP1

Telegram je přenášen formou znaků a může být různě dlouhý a to v rozmezí 8 – 23 znaků, přičemž znak sestává z 11 bitů a 2 bity pro pauzu (PA) mezi dvěma po sobě jdoucími znaky, celkem tedy 13 bitů. Na počátku každého znaku je pro jeho přenos nutný startovací bit (ST) a naproti tomu i bit ukončovací, tzv. stop bit (SP). Účel těchto dvou bitů spočívá v synchronizaci přenosu a taktéž účastníků přijímajících telegram. Významovým datům je ve znaku vymezen 1 byte, čili 8 bitů (D0 – D7). Posledním nezmíněným bitem ve schématu je paritní bit (P), který představuje součet datových bitů pro následnou kontrolu.



Obr. 19. Přenosový znak [19]

Kompletní informace telegramu je tedy odvíšována po jednotlivých přenosových znacích, vždy po 8 bitových částech a jako celek v sobě integruje hned několik významových paměťových polí [19]. Struktura telegramu pro přenosové médium KNX TP 1 je zobrazena níže na obr. 20. Toto seskupení bývá terminologicky označováno někdy jako tzv. komunikační KNX rámeček (KNX frame).



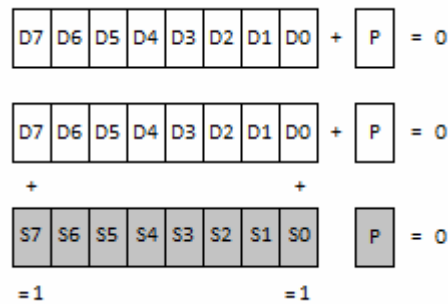
Obr. 20. Struktura telegramu KNX TP 1 [1]

Kontrolním polem jako úvodní částí telegramu je definována nastavená důležitost a zároveň rozlišuje mezi standardním a rozšířeným přenosovým komunikačním módem. Takřka bez ohledu na zaměření vykonávaných funkcí zařízeními (kromě systémových funkcí) lze u každého z nich nastavit individuálně prioritu přenosu s využitím programovacího softwaru ETS (Engineering Tool Software). Ta dosahuje sestupně stavů systémových funkcí (nejvyšší priorita), poplachových funkcí (poplachová priorita), ručního ovládání (vysoká priorita) a automatického ovládání (nízká priorita). Pokud projektant nedefinuje účastníkovi prioritu, standardním nastavením priority je nízká provozní priorita. Kontrolním polem je ošetřen i případ, kdy některý z oslovených účastníků odešle záporné zpětné hlášení o doručení telegramu a vykonání příkazu tak bylo neúspěšné. Pátý bit kontrolního pole zajišťující opakování přenosu je poté nastaven na log. 0 a telegram je odeslán znovu, ovšem reagují na něj pouze zařízení, které odeslaly negativní hlášení. O tom, který z účastníků na sběrnici vysílá telegram, vypovídá 16 bitové pole zdrojové adresy, respektive fyzická adresa na něj poukazující. Oproti tomu segment pro cílovou adresu obsahující adresu příjemce má namísto 16 bitů přibrán ještě o 1 bit navíc. Dle právě probíhající varianty komunikace (multicast, broadcast, point to point) je zpráva určena buď pro jednoho účastníka, v tomto případě se jedná o fyzickou adresu anebo pro více zařízení a uložená adresa je pak skupinová. Při běžném provozu bývá cílová adresa většinou skupinová adresa, o fyzickou adresu jde především v případech, jedná-li se o systémové telegramy, které jsou odesílané zejména při programování sběrnice instalace. Od obsahu pole pro cílovou adresu se odvíjí hodnota přídatného 17 bitu. Hodnota tohoto přídatného bitu je rovna 0, jestliže je obsahem pole fyzická adresa a naopak hodnotu 1 reprezentuje uvedená skupinová adresa. Kromě přídatného 17 bitu se v oktetovém poli vyskytuje také routingový čítač a 4 bitové pole pro vymezení délky rámce. Routingový čítač, nebo čítač průchodů jasně udává počet routerů, skrze které bude telegram odvyšlán. Hodnota čítače je dekrementována (snížena o 1) při každém přenosu telegramu routerem (liniovou spojkou), čímž dojde k zamezení možného obíhání rámce v nekonečném kruhu a v případě, že je dekrementovaná hodnota čítače nulová, je rámec možno skratovat. Velikost datového pole, respektive délka užitečné informace je přímo závislá na použitém typu datového bodu DPT (Data Point Type), dříve označovaného EIS (EIB Interworking Standard) [19]. Vzhledem k velkému množství výrobců zařízení stejného druhu jsou DPT pro zajištění kompatibility standardizovány. Datových typů je hned několik a jsou uvedeny přehledně v tabulce, která je vzhledem k velkým rozměrům umístěna v příloze. Datové pole a pole

pro délku jsou kódována dle příslušného DPT a obsahují formát a strukturu komunikačních objektů. Datový typ je tedy sloučen s tzv. komunikačním objektem. Rozměr komunikačního objektu závisí na funkci a je v rozmezí 1 až 14 bytů. (1 bit – spínání, 14 bytů – přenos textu). Podstatou komunikačních objektů je však možnost nastavení vlajek v ETS a tím i nastavení vlastností [10].

- Communication flag (komunikační vlajka) – nastavení normálního připojení
- Read flag (čtecí vlajka) – hodnotu objektu lze / nelze číst po sběrnici
- Write flag (zapisovací vlajka) – hodnotu objektu lze / nelze změnit po sběrnici
- Transmit flag (přenosová vlajka) – při změně hodnoty objektu je vyslán telegram / vysílání telegramu proběhne pouze při požadavku na čtení
- Update flag (aktualizační vlajka) – telegramy s odpovědí o hodnotě se interpretují / neinterpretují jako zapisovací příkaz, hodnota komunikačního objektu se aktualizuje / se nezmění

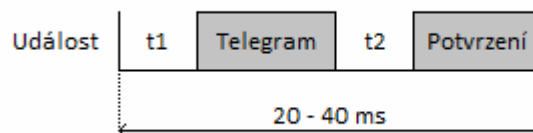
Poslední oktet nesoucí označení ověřovací byte je v podstatě kontrolním polem za účelem rozpoznání chyb při přenosu telegramu. Zabezpečení je realizováno ve dvou rovinách jak příčně, tak i podélně. Kombinací těchto dvou zabezpečení vzniká v komplexu křížové zabezpečení. Paritní bit P (0 nebo 1) je vždy přičten ke každému znaku telegramu, aby součet datových bitů D7 až D0 a P stanovil hodnotu 0. Paritním bitem je tedy realizováno příčné zabezpečení. Ověřovacím bytem (S7 – S0) přičteným ke každému pořadovému bitu (7 – 0) získáme naopak zabezpečení podélné. Součet všech datových bitů D7 a S7 (0 nebo 1; stejně jako paritní bit) je potom roven 1. Tímto zabezpečením je v každém přeneseném bytu stanovena parita, tj. počet sudých a lichých bitů. Tento počet je potom po přijetí telegramu porovnáván s původním údajem.



Obr. 21. Křížové zabezpečení [10]

1.8.2 Přenos telegramu

Časové intervaly t_1 (doba volné sběrnice) a t_2 (odsup k potvrzení) zabírají 50 a 13 bitů. Pokud vezmeme v úvahu přenosovou rychlost média KNX TP 1, která činí 9600 bit/s je sběrnice pro přenos 1 bitu zaneprázdněna po dobu $1 / 9600 = 104 \mu\text{s}$. Časový interval potřebný k přenosu datového telegramu je přímo úměrný délce informací, kdy nejjednodušší spínací telegramy obsadí sběrnici na 20 ms, kdežto telegramy přenášející text mohou zaneprázdnit sběrnici až na 40 ms. Přenos datového telegramu lze jednoduše znázornit obrázkem.



Obr. 22. Přenos telegramu [14]

Při pohledu na obrázek je patrné, že před vysláním telegramu dojde v systémové instalaci k určité události (stisknutí tlačítka, dosažení požadované hodnoty, atd.) a po dobu $t_1 = 5,2 \text{ ms}$ je monitorována dostupnost sběrnice, aby bylo zabráněno kolizi. Toto opatření vychází z faktu, že všichni účastníci připojení ke sběrnici jsou díky kontinuální činnosti sběrnicevých spojek BCU neustále připraveni vysílat data a bez nastavení priorit jsou jejich práva pro přístup teoreticky totožná [20]. V případě volné sběrnice je zařízením odeslán telegram požadovaným účastníkům v systému. Po uplynutí časového intervalu $t_2 = 1,35 \text{ ms}$

by mělo být obdrženo potvrzení o přijetí telegramu, které může být provedeno přijímacím účastníkem díky zabezpečení telegramu. Jestliže byl telegram určen více účastníkům, je zpětné hlášení odesláno současně. Potvrzení může mít více podob, které jsou zobrazeny v tabulce níže. Pokud tomu tak není a vysílající účastník žádné potvrzení neobdrží, či je potvrzení negativní a některý z oslovených účastníků vyšle hlášení o chybě v přenosu, je možné opakovaně zaslat telegram s ohledem na nastavenou prioritu až třikrát. Pokud není ani po opakovaných pokusech odeslání úspěšné, je zřejmě na sběrnici chyba a zařízení zaznamená chybu do své paměti. Zpětná potvrzující zpráva telegramu (1 byte) nabývá v případě použitého přenosového média KNX TP 1, třech možných stavů:

Tab. 4. Skladba potvrzení [10]

| D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 | STAV POTVRZENÍ |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------|
| N | N | 0 | 0 | B | B | 0 | 0 | - |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | busy |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | nack |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | ack |

- BUSY – cílový adresát (účastník) je momentálně zaneprázdněn, tudíž vysílající účastník vyčká krátký časový interval a následně vyšle opakovaně telegram (B = 00)
- NACK (negative acknowledge) – přenos telegramu byl vyhodnocen v podobě nesprávného příjmu a bude zopakován, typicky až třikrát (N = 00)
- ACK (acknowledge) – přenos proběhl v pořádku (N = 11; B = 11)

1.8.3 Telegram KNX PL

Jak bylo již výše v textu naznačeno, doposud jsme se zabývali strukturou telegramu pro nejvíce používanější přenosovou trasu a to KNX TP 1. Ovšem pozor, telegramy například pro silové vedení, čili médium KNX PL 110 má stavbu přenosových zpráv nepatrně odlišnou. Nepatrná změna je potom také i v možných způsobech zpětného potvrzení

přijímačem. Rozdíl v telegramu pro sběrniceový systém využívající silové vedení je v tom, že obsahuje navíc dodatečné informace.



Obr. 23. Telegram KNX PL 110 [10]

Zavzpomínáme-li na kapitolu věnující se KNX PL 110 víme, že nepříznivými jevy při použití PL 110 jsou nedefinované síťové poměry, proto je součástí každého telegramu tzv. tréninková sekvence. Jedině tato sekvence zajistí vůči síťovým poměrům automatické přizpůsobení citlivosti příjmu na přijímacích zařízeních. Před vlastním rámcem je ještě zařazeno úvodní pole, které jak již název napovídá, označuje začátek přenosu a řídí i přístup na sběrnici. Vlastní obsah rámce (KNX frame) je potom totožný jako v předchozím případě telegramu KNX TP 1. Změna se týká rámce až při přenosu telegramu, kdy se standardně odvíjí po 8 bitových segmentech, ale zde se navíc ke každému bytovému bloku přidávají zkušební bity. Čtyřmi bity zkušebních informací lze korigovat jednu bitovou chybu a v případě více bitové chyby ji alespoň rozpoznat. V posledním dodatkovém poli je obsaženo systémové ID. Hodnotu systémového ID nastaví projektant při realizaci instalace a může nabývat hodnot v rozmezí 1 – 254 (ID = 0; rezervováno pro informace všem účastníkům – broadcastová komunikace). Systémové ID najde uplatnění zejména u systémů, které by se vzhledem k použitému přenosovému médiu (KNX PL, KNX RF) mohli v některých případech ovlivňovat – neodborné instalace anebo nevhodně zvolené umístění montáže. Za tímto účelem je každému zařízení v takovéto síti přiřazeno systémové ID pro jejich následnou identifikaci. Stejně jako k rámci telegramu jsou i k systémovému poli připojeny 4 korekční bity [10].

Průběh při vysílání je potom takřka stejný, jako je popsán v předchozí kapitole, ale jak bylo v úvodu nastíněno, změna se týká i zpětných potvrzujících telegramů. Formy potvrzení jsou v porovnání s KNX TP 1 pouze ve dvou variantách. Proběhne-li přenos správně,

odpovědní telegram je v podobě ACK a v opačném případě, tj. kdy je z jakéhokoliv důvodu přenos neúspěšný (síťové rušení, chybné přijetí telegramu) se jedná o stavovou zprávu NACK. Samozřejmě v případě výpadku, nebo negativního potvrzení NACK proběhne opakované odeslání telegramu a to lze realizovat v systému KNX PL dvěma způsoby v závislosti na existenci opakovače. V instalaci bez opakovače, je snímačem telegram vysílán ještě jednou. Pokud ovšem instalace fyzicky obsahuje opakovač, musí být jeho existence ošetřena i z programového hlediska, totéž platí i po dodatečném přidání do systému. Funkci opakovače lze nejrozumněji nastínit v následujících bodech [10]:

- cíloví adresáti přijmou telegram korektně – skupinový mluvčí vyšle potvrzení ve formě ACK a činnost opakovače se neprojeví
- cíloví adresáti nepřijali telegram správně – opakovač registruje absenci zpětného potvrzení ACK, a proto vyšle počáteční telegram ještě jednou
- pokud ani po opětovném zaslání cíloví adresáti nepřijali telegram správně (absence ACK od skupinového mluvčího) – opakovač odesílá negativní potvrzení NACK vysílacímu zařízení

Důležitou poznámkou je fakt, že opakovač musí být uspořádán v tzv. nulovém bodu zařízení (v rozvaděči) a na jedno zařízení je povolen pouze jeden opakovač. Zajímavostí je rovněž fakt, že pokud je telegram určen více účastníkům, tak nepošílají odpovědní telegram všichni současně, jak tomu bylo v předešlém případě, nýbrž je zvolen v rámci skupiny tzv. skupinový mluvčí, který vykoná tento úkon. Pro každou vytvořenou skupinu v systému smí existovat právě a pouze jedno komunikační zařízení, u něhož je nastavena vlajka mluvčího skupiny. Skupinovým mluvčím by měl být zpravidla nejvzdálenější účastník (akční člen) od vysílajícího zařízení (snímače).

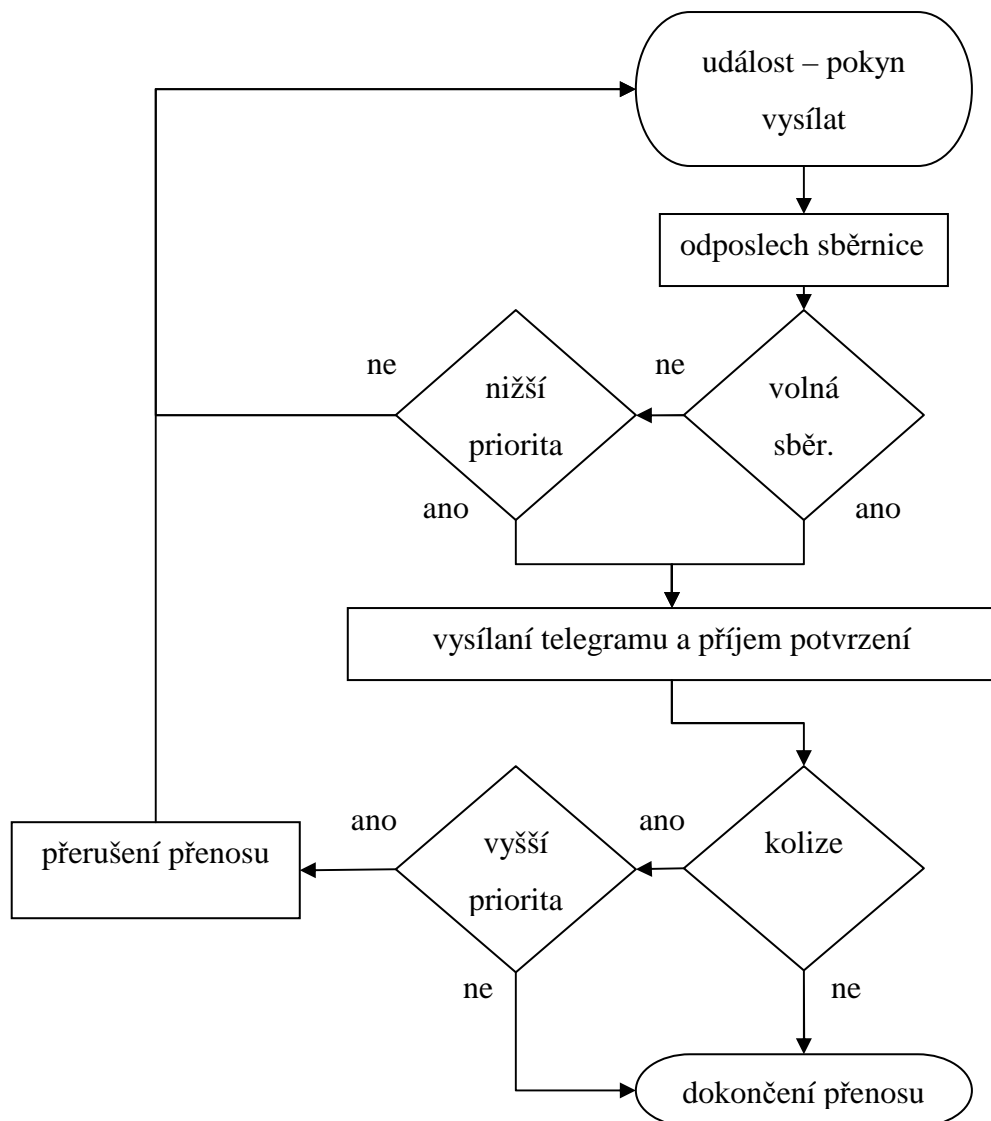
1.8.4 Přístup účastníků na sběrnici metodou CSMA / CA

Vzhledem ke skutečnosti, že v systému může pracovat nemalé množství účastníků je možnost vzniku kolize telegramů více než pravděpodobná. Kolize je potom jev, kdy zařízení zjišťuje po dobu časového intervalu t_1 stav dostupnosti sběrnice a i přesto, že

přijímá negativní informaci však potřebuje neodkladně vysílat telegram. Najednou nastává situace, která je z hlediska praktického řešení nepřijatelná, protože nelze vysílat současně dva nebo dokonce více telegramů. Vše je ošetřeno s využitím způsobu řízení provozu na sběrnici CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance), která dle priorit telegramů stanoví jejich pořadí vysílání a zabrání tak možné kolizi. V počítačové terminologii je CSMA/CA přiřazována do třídy protokolů označovaných jako metody s vícenásobným přístupem a nasloucháním na sběrnici pro zamezení kolize. Jak bylo již zmíněno, informace o stupni priority telegramu je obsažena v bytovém kontrolním poli každého telegramu a může nabývat tří stavů (low, high, alarm). Logicky, přenos informací o vyšší prioritě je nadřazen telegramům o nižší důležitosti [20].

- sběrnice je volná – vysílání telegramu účastníkem může probíhat okamžitě bez ohledu na nastavenou prioritu
- sběrnice je obsazená – o vysílání žádá účastník s vyšší prioritou než zařízení právě využívající sběrnici, přenos méně důležitých informací je přerušeno a bude dokončen až po odvysílání telegramu s vyšší prioritou
- sběrnice je obsazená – o vysílání žádá účastník s nižší prioritou než zařízení právě využívající sběrnici, vysílání bude zahájeno až po odvysílání telegramu s vyšší prioritou

Metodou CSMA/CA je zajištěno, že i když se vyskytne více požadavků na vysílání, vždy jeden z účastníků (dle priority) nerušeně vysílání uskuteční. Tímto úkonem lze poukázat, že nedochází ke snížení průchodnosti dat sběrnici a veškeré telegramy budou vyřízeny, i když u nižších priorit s menším zpožděním v řádu několik milisekund. Zpoždění se ovšem odvíjí od náročnosti využití sběrnice a při vyšším zatížení může být reakce na vyslaný příkaz postřehnutelná i lidskými smysly (po stisku tlačítka nedojde ihned k rozsvícení svítidel). Zpoždění lze odstranit v případě nespokojenosti uživatele změnou priority. Pro podrobné vysvětlení funkčního cyklu pro přístup na sběrnici bude nejvhodnější jej znázornit vývojovým diagramem, který je níže [20].

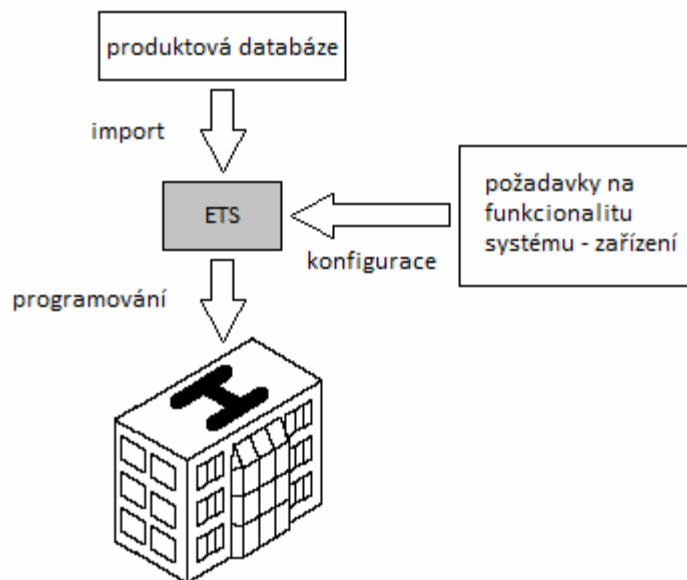


Obr. 24. Algoritmus metody CSMA/CA

2 SOFTWAREVÝ NÁSTROJ ETS

2.1 Pojem ETS

Technologii Konnex bus máme v hlavních bodech co se týče hardwarové stránky zvládnutou, ale pouze toto hledisko pro funkčnost a ucelenou činnost systému však nestačí. Projekce, plánování a především uvedení sběrnice systému do provozu vyžaduje na druhou stranu i softwarovou podporu. Vzhledem k velkému počtu firem importujících na trh nepřehledné množství výrobků určených pro systém KNX je nutností zajistit tuto podporu jednotným způsobem. Odpovědí na toto řešení je přímo asociací KNXA dodávaný normalizovaný softwarový produkt označován jako ETS (Engineering Tool Software). ETS umožní konfiguraci veškerých certifikovaných zařízení pro technologii KNX s využitím importovaných produktových databází obsahujících aplikační programy k jednotlivým zařízením a následný upload upraveného aplikačního programu účastníkovi. Vytvoření a poskytování produktových databází je záležitostí výrobce a tyto databanky jsou většinou volně ke stažení přímo na webových stránkách jednotlivých výrobců.



Obr. 25. Význam ETS [18]

Softwarové prostředí ETS existuje na trhu již od roku 1993 a od té doby se objevilo hned v několika verzích. Poslední, aktuální softwarový balík pod označením ETS 3 je k dispozici ve třech variantách Tester, Starter a Professional. První dvě jsou spíše pro začátečníky a neproškolené uživatele a neposkytují pochopitelně tolik funkčních možností jako vrcholová verze Professional. Rozsah funkcí Tester a Starter je shodný pro projektování s maximálním počtem 64 účastníků, avšak Starter umožňuje navíc přístup na sběrnici. ETS 3 Professional je pak dle typu licence rozdělen na varianty [10]:

- Demoverze – nelicencované prostředí umožňující pracovat s jedním projektem s maximálně 20 účastníky bez možného přístupu na sběrnici
- Trainee – licencované prostředí s časovým omezením po dobu 6 měsíců umožňující pracovat s jedním projektem s maximálně 20 účastníky s plnou podporou funkcí jako u plné verze
- Plná verze – licencované prostředí s plnou podporou funkcí určené pro vyškolené a certifikované projektanty
- Supplementary – dodatečná licence k plné verzi pro využití na více PC (max. 2 doplňkové licence na jednu plnou verzi)

Software ETS, respektive jeho instalační balík lze bezplatně stáhnout z oficiálního webu KNX, ovšem tímto způsobem obdržíme pouze demoverzi, z níž je možno po zadání příslušného licenčního klíče aktivovat jednotlivé požadované varianty nabízející rozličné možnosti. Požadavky na hardwarovou konfiguraci jsou v dnešní době takřka zanedbatelné, čili program ETS 3 by měl bez sebemenších problémů fungovat i na poměrně zastaralých počítačích. Minimální konfigurace je pro zajímavost uvedena níže, přičemž v závorkách jsou uvedeny doporučené parametry [11]:

- Operační systém Windows 2000 Professional, XP, Vista, 7
- CPU 400 Mhz (1 GHz)
- 256 MB (512 MB) RAM
- 3GB volného místa na HDD
- RS 232 / COM, USB

Propojení PC s nainstalovaným softwarovým balíkem ETS a následná komunikace, programování samotného decentralizovaného sběrnicevého systému KNX je umožněno prostřednictvím portu RS 232 / COM a také přes modernější USB port. Mimo tyto zmíněné způsoby propojení program ETS Professional disponuje integrovaným IP rozhraním iETS, díky čemuž splňuje předpoklady pro přístup s využitím LAN či internetu. Funkce iETS zaručí vzdálenou diagnostiku a změnu parametrů systému prakticky z jakéhokoliv místa na světě.

2.2 Projektování v ETS

Projektování systému KNX představuje druh specifické činnosti, pro jejíž naplnění využijeme funkční softwarové bloky programu ETS. Specifická činnost spočívá především v tom, že každý projekt je zcela odlišný, a proto nelze vytvořit pevný jednotný způsob jak by měl systémový projektant postupovat, přesto však lze uvést několik základních principiálních kroků pro projektování s ETS. Dle rozsahu projektu je možné se od tohoto výčtu kroků mírně odchýlit, či některé body úplně přeskočit. Na druhou stranu pro velké projekty vyžadující týmovou práci je nutností přidat i další kroky. První fáze projektování inteligentní elektroinstalace se takřka neodlišuje od klasického projektu elektrické instalace, kdy musí být objasněny zejména následující oblasti [10]:

- limit uvolněných nákladů na realizaci a další zvláštní požadavky investora
- začlenění objektu (druh a využití), četnost změn ve využívání prostor
- systémové součásti budov, jež budou využity a stanovení jejich funkcí

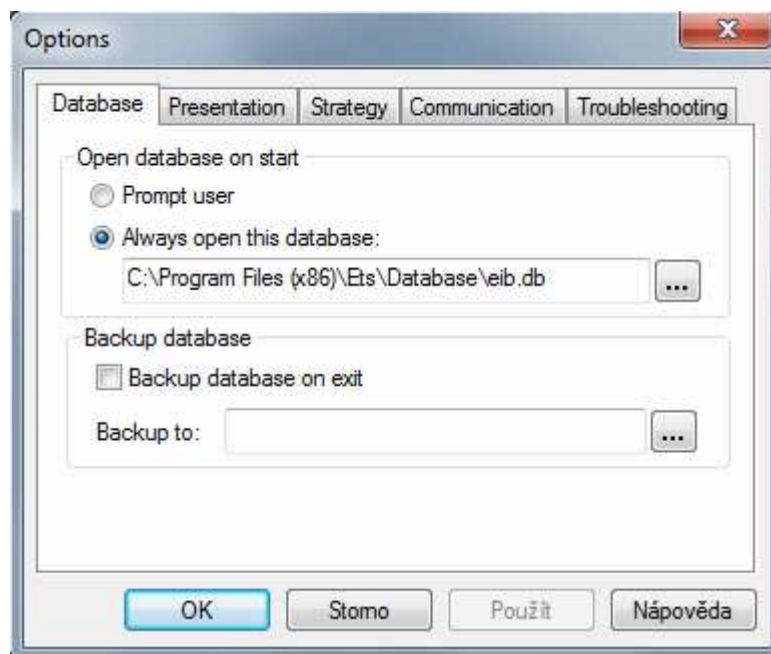
Po obeznámení a ujasnění výše uvedených oblastí může začít samotné projektování výhradně již po softwarové stránce s podporou ETS 3 [10]:

- nastavení softwarového balíku ETS
- import potřebných produktových databází s ohledem na nasazené přístroje
- vytvoření nového projektu s potřebnými údaji

- definování struktury objektu (budovy, podlaží, místnosti, rozvaděče, topologie)
- výběr přístrojů nasazených do projektu a jejich vložení do definované struktury objektu s nastavením parametrů v souladu s požadovanými funkcemi
- nastavení skupinových adres pro stanovení vzájemných vazeb a následné propojení komunikačních objektů zainteresovaných zařízení
- přiřazení účastníků k topologii systému (sběrnice) stanovením fyzických adres
- naprogramování zařízení a uvedení systému do provozu
- závěrečná kontrola projektu a pořízení výstupu ve formě tištěné dokumentace

2.2.1 Nastavení softwarového balíku ETS

Po úspěšné instalaci programu je nutné jej před prvním použitím zejména pro správnou funkčnost nastavit. Nastavení otevřeme položkou **Extras / Options**. Veškeré možnosti nastavení jsou rozděleny do pěti záložek (databáze, zobrazení, strategie, komunikace, poradce při potížích). Důležité je zejména nastavit kořenový adresář centrální databáze a pro jistotu je zde možnost databázi zálohovat. Centrální databáze je klíčová, neboť obsahuje kromě produktových databází rovněž i projektová data zadaná uživatelem. Rovněž by neměl být opomenut krok, ve kterém definujeme typ komunikačního rozhraní pro přístup ke sběrnici (RS 232 / COM, USB). Celkové nastavení programu skýtá možnosti počínaje zvolením jazykové sady přes obecné vlastnosti (obnovení posední pracovní oblasti při dalším startu, několikanásobné spuštění programu ETS, zobrazení spouštěcí obrazovky při startu, atd.) konče tzv. browser nastavením (změna vzhledu uživatelské plochy ETS).



Obr. 26. Nastavení ETS

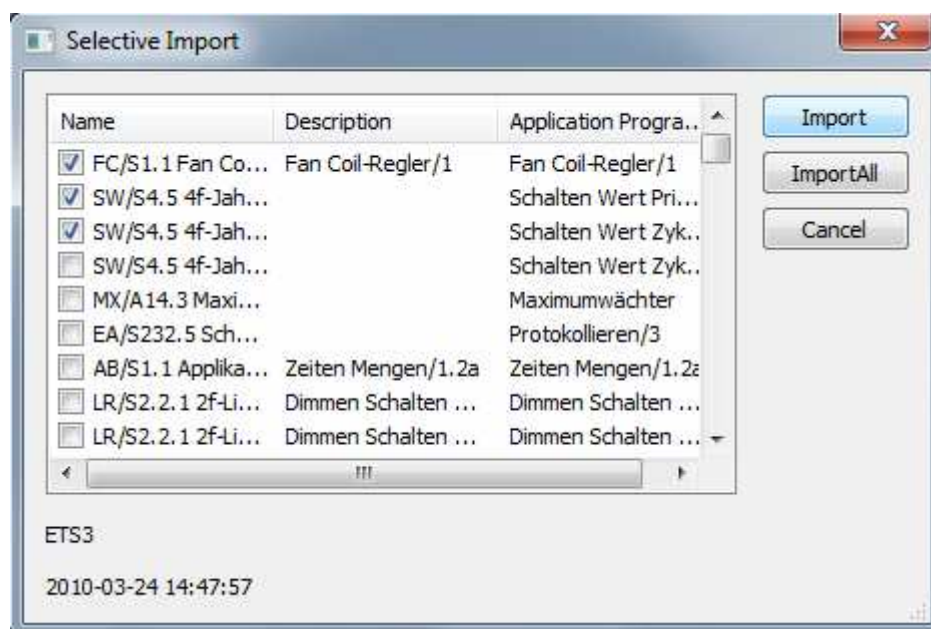
Kromě standardní konfigurace ETS nabízí ještě tu možnost, že si jej může každý uživatel adekvátně přizpůsobit v mnoha směrech vlastním požadavkům. Individuální nastavení se provede z lišty menu přes záložku **Extras / Customize**. V následné nabídce lze provést konfiguraci až pěti oblastí (panely nástrojů, příkazy, klávesové zkratky, uživatelské nástroje, stavová lišta). Upravit lze tedy jak vizualizaci programu, tak i způsob ovládání.

2.2.2 Import produktové databáze

Dříve než začne samotné projektování a konfigurace je nutné pro jednotlivé zařízení, které se chystáme aplikovat do navrhovaného systému importovat data. Tento krok je zásadní, protože po prvotní instalaci softwaru je produktová databáze prázdná. Výrobní údaje o produktech lze získat přímo od výrobce daného zařízení (CD-ROM, webové stránky). Soubory obsahující produktovou databázi jsou pak ve tvaru *.vd?, přičemž symbol otazníku vyjadřuje pro jakou verzi ETS je databáze primárně vytvořena. Setkat se tedy můžeme se soubory [10]:

- *.vd3 – formát ETS 3 Professional
- *.vd2 – soubory určeny pro ETS 2 verze 1.3 (1.2)
- *.vd1 a *.vdx – soubory obsahující databáze ETS 2 verze 1.1 (1.0)

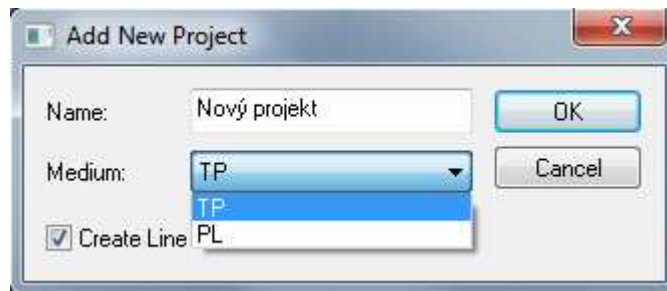
Pokud výrobce poskytuje databáze staršího formátu lze je taktéž bez problému použít, jelikož software při importu automaticky konvertuje produktovou databázi do aktuálního formátu dat, v našem případě pro ETS 3 Professional. Databáze produktů obsahuje nejčastěji celý sortiment dodávaných zařízení pro systém KNX určitého výrobce, pokud ovšem nechceme importovat celou databázi, lze importovat pouze uživatelem zvolené produkty. Importování databáze provedeme jednoduše z lišty menu, kde zvolíme **File / Import**, vybereme požadovaný soubor a otevřeme jej. Po krátkém načtení se zobrazí přehled produktů v databázi (obr. 27.) a nyní je jen na uživateli, zda importuje celek, nebo jen vybrané zařízení. Celkový postup příkazu má podobu **File / Import / *.vd? / otevřít / Import All (selektce produktů / Import)**. Importování produktových databází může trvat v závislosti na rozsahu dat až několik desítek minut!



Obr. 27. Import produktové databáze / zařízení

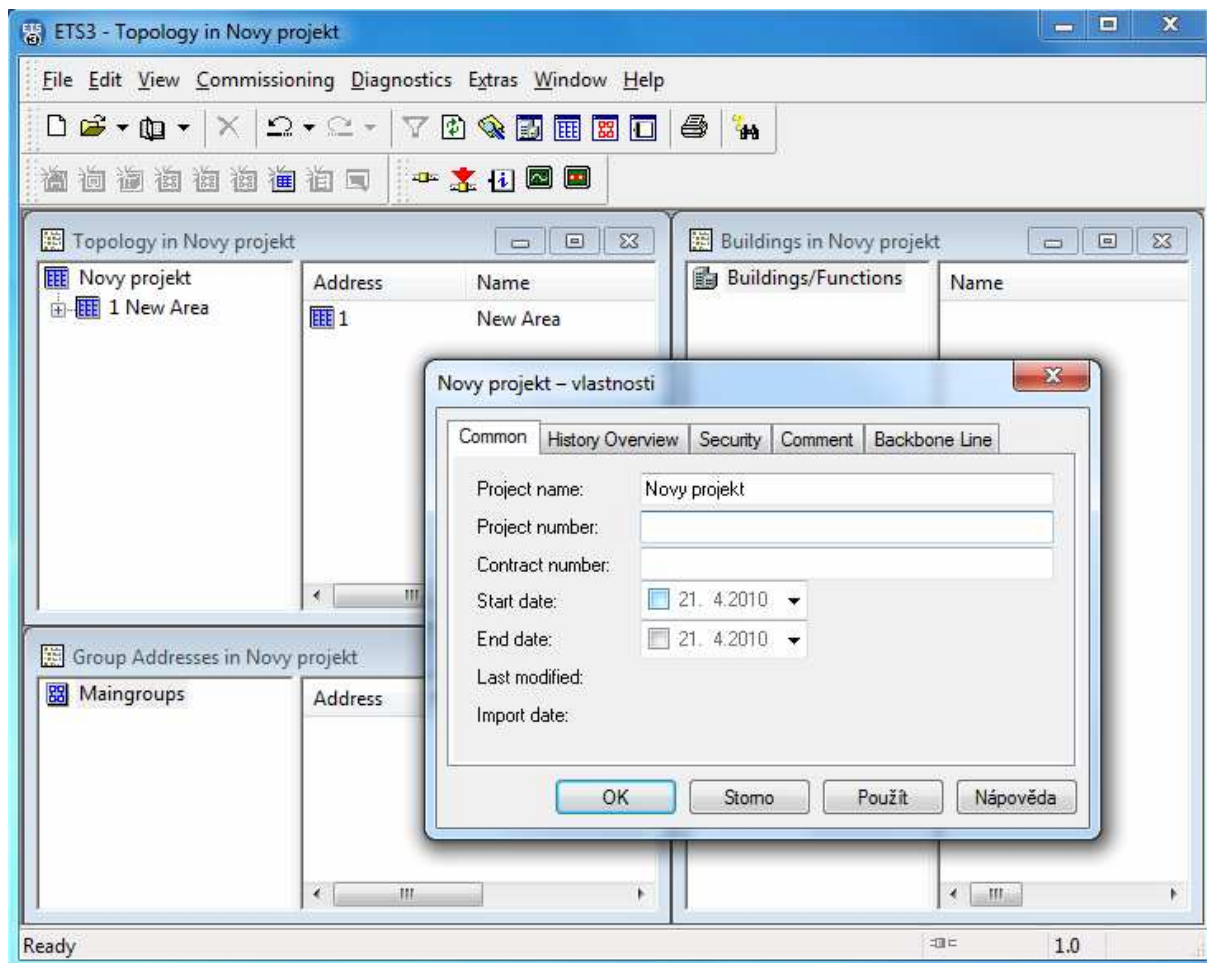
2.2.3 Vytvoření nového projektu

Po absolvování odpovídající konfigurace softwarového balíku ETS a úspěšném importu potřebné produktové databáze pokročíme zase o pomyslný krok v uvedeném postupu kupředu a pustíme se do vytvoření projektu. Vybereme volbu **File / New Project**, přičemž nyní zadáme název nového projektu a zvolíme použité přenosové médium (KNX TP, KNX PL).



Obr. 28. Úvodní okno pro vytvoření projektu

Program automaticky vygeneruje v uživatelské ploše pracovní okna určené pro navrhování topologie, skupinových adres a struktury / funkcí objektu. V celém průběhu projektování je kdykoliv možné doplnit podrobnosti o projektu volbou **File / Project Properties**.



Obr. 29. Náhled prostředí ETS při editaci vlastností nového projektu

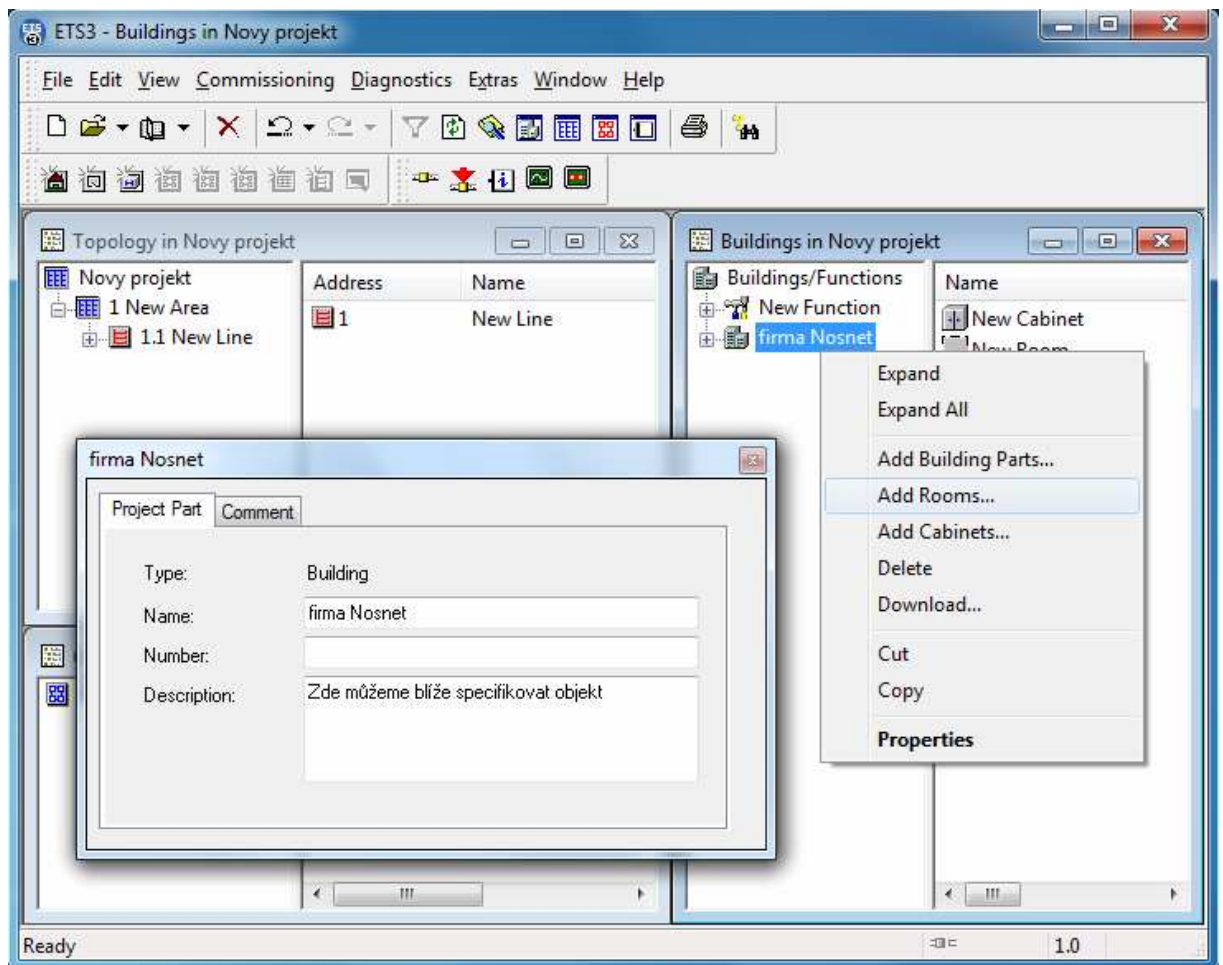
Potřebné dodatečné údaje lze potom editovat v těchto oblastech [10]:

- Obecné vlastnosti (**Common**) – název projektu, číslo projektu, číslo smlouvy, datum začátku projektování a datum ukončení projektu
- Historie projektu (**History Overview**) – uspořádání, kontrola a vyhodnocení historie projektu
- Zabezpečení (**Security**) – zabránění neoprávněnému přístupu použitím hesla projektu, heslo lze zadat i sběrnickým spojkám, které potom platí pro všechny BCU v daném projektu (8 hexadecimálních číslic)
- Komentář (**Comment**) – poznámky projektanta
- Páteřní linie (**Backbone Line**) – možnost pojmenování páteřní linie s připojením komentáře a zvolení přenosového média

2.2.4 Definování struktury objektu

Program ETS vytvořil prázdný projekt a jak vygenerovaná pracovní okna symbolizují, dříve než začneme přidávat jednotlivá zařízení, je nutné vytvořit oblasti, kam je vlastně budeme vkládat. To znamená, že je potřeba definovat strukturu, chcete-li členitost objektu, v němž má být instalace realizována. Zájmem pozornosti je v tomto okamžiku pracovní okno umožňující vytvořit strukturu a funkce v budově (**Buildings in Novy projekt**). V okně zvolíme ikonu **Buildings / Functions**, stiskem pravého tlačítka obdržíme nabídku umožňující přidat budovu nebo funkci **Add Buildings, Add Functions**. Způsobů jak docílit tohoto kroku je více, přes nástrojovou lištu (symbol domečku) anebo z lišty menu **Edit / Add Buildings (Add Functions)**. Dle použitého způsobu přidanou položku ihned pojmenujeme, zvolíme množství nebo pozdější doplnění informací, či změnu názvu provedeme otevřením požadované položky. Struktura objektu nezůstává pochopitelně pouze u budovy. Tu lze následně větvit přidáním částí budovy (**Add Building Parts**), místností (**Add Rooms**) a rozvaděčů (**Add Cabinets**). Postup je přitom totožný jako v předchozím případě a je znázorněn na náhledu pod textem.

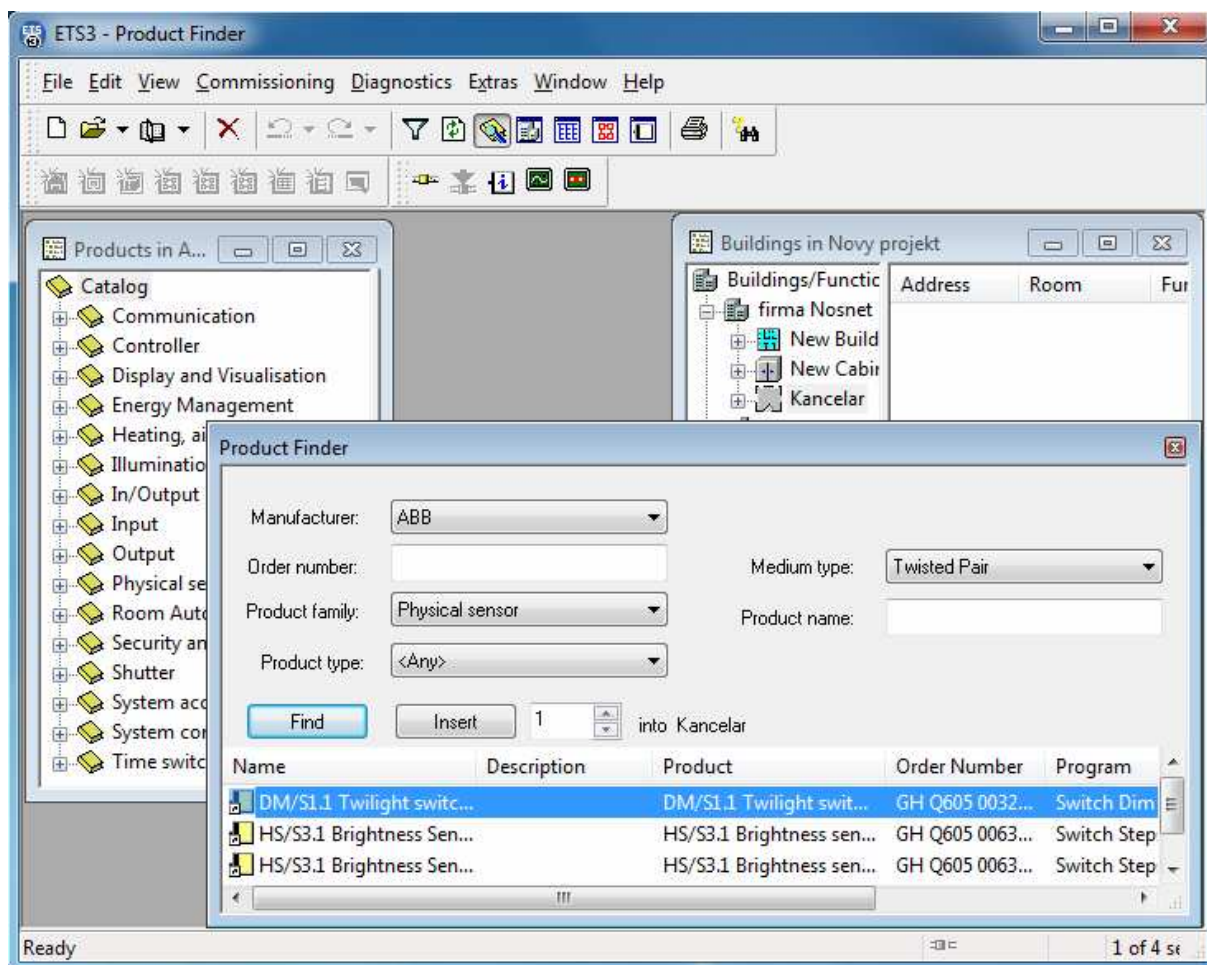
Analogicky se pracuje i se zbylými pracovními okny v uživatelském prostředí. Každé pracovní okno disponuje odpovídajícími nabídkami příkazů k uvedené oblasti. Podobu sběrníkové topologické struktury projektu potom tedy nastavíme v okně **Topology in Novy projekt**. Rozšíření topologie systému se provádí přidáním jednotlivých linií (**Add Lines**) a oblastí (**Add Areas**). Software ETS automaticky přiřazuje fyzické adresy k vloženým oblastem a liniím, avšak adresy mohou být kdykoliv změněny uživatelem, stejně tak jako použité přenosové médium. V pracovním okně pro topologii je zároveň umožněno přidávat zařízení, ovšem o této problematice podrobněji až v následující kapitole.



Obr. 30. Definování struktury objektu

2.2.5 Vložení zařízení do systému

Pro vložení potřebných zařízení existuje hned několik způsobů a je jen na projektantovi, který mu přiroste k srdci a bude používat nejčastěji. Uvedme je ale pro jistotu a lepší osvojení softwaru ETS raději všechny. Jak bylo již zmíněno, na uživatelské ploše se mimo jiné nachází automaticky po vygenerování jednotlivá pracovní okna určená pro strukturu a funkce budovy a rovněž pro sběrníkovou topologii. Editací okna topologie lze účastníka přiřadit do požadované oblasti, respektive linie. Naopak, postupujeme-li z okna pro strukturu a funkce budovy, volíme mezi místnostmi, rozvaděči anebo funkcemi objektu. Příkaz pro vložení v těchto případech provedeme stiskem pravého tlačítka na příslušnou ikonu a vybereme funkci **Add Devices**. Po této volbě se zobrazí tzv. vyhledávač produktů, o kterém bude řeč na následujících řádcích.



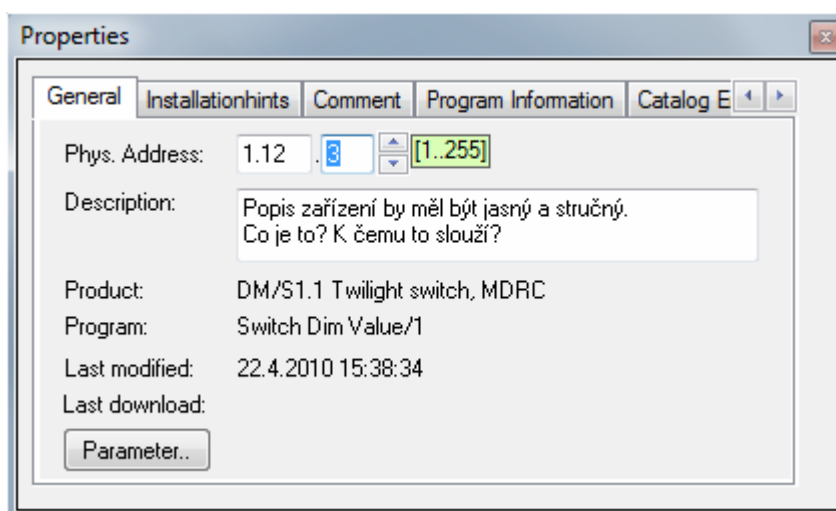
Obr. 31. Katalog produktů (velvo) a vložení zařízení s využitím vyhledávače produktů

Pokud uživatel více preferuje práci s panelem nástrojů využije možnost ikony **Open Catalog** (symbol knížky). Katalog výrobců je propojen s centrální databází a tudíž i s produktovými databázemi. Po výběru výrobce je zobrazen seznam jím dodávaných zařízení a je rozdělen do přehledných kategorií dle funkčnosti, ovšem za předpokladu importované celé databáze, nikoliv pouze omezeného počtu výrobků. Vhodné zařízení pak vložíme do projektu pouhým přetažením na zainteresovanou ikonu. Nástrojová lišta nabízí ještě další možnost přes ikonu **Product Finder** – vyhledávač produktů, který je takřka na stejném principu jako katalog a pro usnadnění vyhledání výrobku obsahuje několik filtrů. Umístění účastníka je dáno ještě před samotným spuštěním Product Finderu tím, že je potřeba vyžadovanou ikonu označit. Vložení se provede dvojitým stisknutím levého tlačítka nebo ikonou Vložit (**Insert**) a přes pravé tlačítko příkazem Vlastnosti (**Properties**) obdržíme informace o produktu od výrobce. Aby toho nebylo málo, v softwaru existují

ještě speciální náhledy pro přístroje umožňující přes stisk pravého tlačítka vyvolávající pop-up nabídku taktéž vložení zařízení do systému. Cesta k náhledům je **View / Project Views / All Devices** (všechna zařízení), **Modified Devices** (změněné přístroje), **Devices not assigned to a Line** (přístroje nepřidělené k žádné linii), **Devices not assigned to a Room / Function** (přístroje nepřidělené žádné místnosti / funkci). Okno všech vložených přístrojů je možno rovněž otevřít přímo zástupcem z lišty nástrojů. Shrňeme-li problematiku vkládání zařízení do systému, v podstatě program ETS využívá pouze dvou cest a to katalogu produktů a vyhledávače, do kterého je uživatel stejně programem nasměrován v případě použití ostatních způsobů. Fyzické adresy zařízení jsou generovány vzestupně softwarem automaticky, stejně jako je tomu i v případě oblastí a linií u topologie.

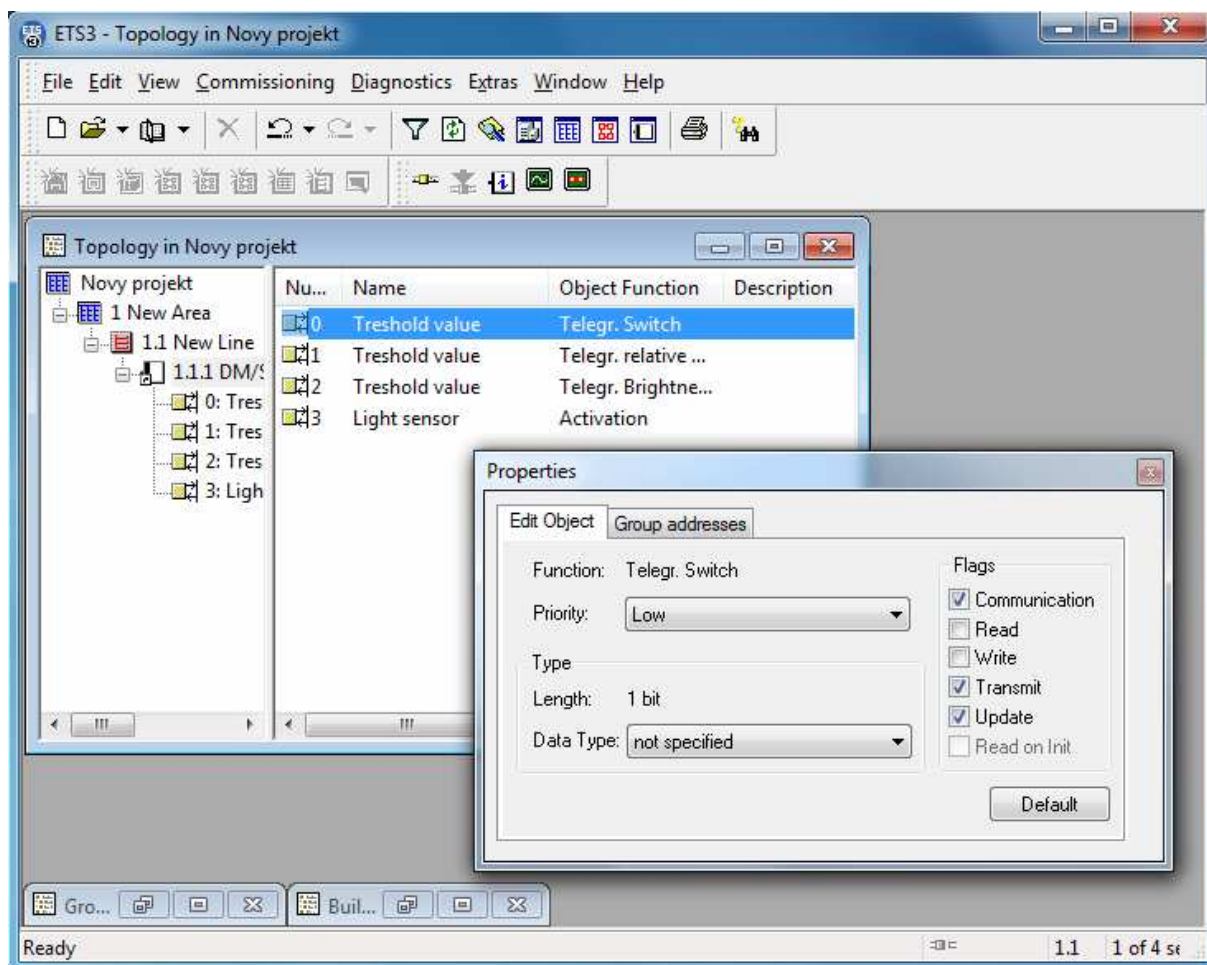
2.2.6 Nastavení parametrů zařízení

Vložené přístroje jsou standardně výrobcem nastaveny na výchozí (default) hodnoty. Ne v každém případě jsou tyto vlastnosti žádoucí, či výhodné a je nutné je pozměnit tak, aby byly plně v souladu s požadovanými funkcemi pro navrhovaný systém. Zařízení vybereme a jeho otevřením je zobrazen dialog vlastností, náhled je na obr. 32. Okno má poměrně velké množství záložek, ovšem většina z nich je pouze informativního charakteru, tudíž je nelze editovat. Bodem zájmu je hned první záložka Obecné (**General**).



Obr. 32. Dialog vlastnosti přístroje

Změnou fyzické adresy zařízení přidělíme přístroj jiné linii, respektive jiné oblasti ve sběrníkové topologii a v případě, že tato linie anebo oblast není prozatím vytvořena, bude tak po editaci učiněno. Použity mohou být samozřejmě jen volné fyzické adresy. Textové pole pro popis je vhodné ke stručnému komentáři. Mnohem více možností konfigurace účastníka nabízí tlačítko **Parameter**. Okno parametrů se přímo odvíjí od zobrazovaného produktu, tudíž je pro mnohá zařízení odlišné. Najdou se i výjimky, u nichž nelze parametry konfigurovat (např. napájecí zdroj, konektory kabeláže). Nastavením parametrů upravíme požadovanou funkčnost, čímž v podstatě upravíme aplikační program účastníka. Resetováním zařízení prostřednictvím tlačítka **Default** lze kdykoliv obnovit původní hodnoty dané výrobcem. Pouze těmito dialogovými okny možnosti konfigurace nekončí. Změnu priority vysílaných telegramů, datový typ a stejně tak podobu vlajky provedeme v dialogu vlastností pro komunikační objekt přístroje. Komunikační objekty zobrazíme rozbalením položky přístroje ve stromové struktuře pracovního okna.

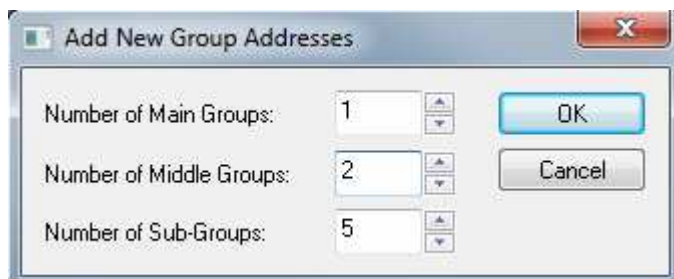


Obr. 33. Konfigurace komunikačních objektů

2.2.7 Projektování skupinových adres

Adresování systému pouze v rámci fyzických adres obvykle nepostačuje a je potřeba vytvořit vzájemné logické vazby mezi účastníky, kteří mají společně vykonávat určitou funkci. K logickému propojení je potřeba využít skupinových adres. Jak víme z teorie o KNX existují dvě varianty. Pro zopakování, ve formě dvou úrovní má adresa podobu hlavní skupiny (0 - 15) a podskupiny (0 - 2047), kdežto tříúrovňová forma se skládá z hlavní skupiny (0 - 15), střední skupiny (0 - 7) a podskupiny (0 - 255). Jednotlivé úrovně jsou potom odděleny lomítkem. Výchozím nastavením programu ETS je tříúrovňová podoba skupinových adres, avšak dá se nastavit i dvouúrovňová (**Extras / Options / Presentation / Browser / Two Level Group Addresses**), i když pro jemnější dělení objektu a přehlednost jsou prioritně preferovány tříúrovňové. Přidání skupinové adresy se provede v pracovním okně adresování (Group Addresses in Novy projekt). Postupujeme

jak je již v programu zvykem přes **Edit / Add Group Addresses** anebo využijeme nabídku vyvolanou pravým tlačítkem myši.



Obr. 34. Nastavení tříúrovňové skupinové adresy

Samotným vytvořením skupinových adres jsme prozatím nevytvořili vzájemné logické vazby, protože jednotlivé komunikační objekty účastníků nebyly prozatím vybrány. Nejjednodušším způsobem přiřazení skupinových adres komunikačním objektům je přes otevřená pracovní okna pro adresování a strukturu / funkce objektu. Princip spočívá v tom, že požadovanou skupinovou adresu označíme a přetáhneme ji při současném zmačknutém levém tlačítku myši na příslušný komunikační objekt přístroje, nebo naopak a tlačítko uvolníme. Tímto prostým tzv. drag & drop (uchopit a přetáhnout) úkonem proběhlo přiřazení [10]. Při propojení je nutno dodržet vzájemnou kompatibilitu komunikačních objektů. Některá zařízení umožní vícenásobné propojení komunikačních objektů, jiné naopak připouští právě jednu adresu na jeden objekt. Na závěr k problematice skupinových adres nesmíme opomenout skutečnost, že u přístrojů pracujících s komunikačním médiem KNX PL je nezbytné, aby každá skupinová adresa měla stanovenou vlajku pro mluvčího skupiny. Mluvčího skupiny zvolíme v pracovním okně adresování tak, že vybereme ze stromové struktury komunikační objekt přiřazený k dané skupinové adrese a v jeho podrobnostech nastavíme ve sloupci pro potvrzování ACK PL (acknowledge powerline) možnost A.

2.2.8 Přiřazení účastníků k topologii sběrnice

Vzhledem k velké flexibilitě programu a počtu možností jak vykonávat samotné projektování, může nastat situace, kdy bude potřeba vložené účastníky dodatečně přiřadit k topologii sběrnice, například díky následnému rozšíření (přidání linie, oblasti). Přiřazení je jednoznačně definováno hodnotou fyzické adresy, která je ve formátu oblast, linie, pořadí účastníka na linii, přičemž oddělení těchto částí adresy je provedenou tečkou. Adresu je možné ručně přepsat v dialogu pro nastavení parametrů zařízení, jak bylo uvedeno v kapitole výše. Tvar je potom odvozen od požadovaného umístění v instalaci. Ovšem než zadávat ručně přesný tvar fyzické adresy je snadnější využít drag & drop operace a provést přiřazení tímto úkonem. Program ETS automaticky adresu přepíše v závislosti na novém umístění. V případě, že jednotlivá zařízení teprve vkládáme do projektu a celkovou topologii sběrnici již máme definovanou, je nejvhodnější účastníka přiřadit ihned ve zvolené části projektu.

2.2.9 Naprogramování zařízení, uvedení do provozu

Pro uvedení systému do provozu je zapotřebí veškeré nastavené parametry, adresy a aplikace naprogramovat, chcete-li uložit do paměti zařízení. V podstatě je jedno, kde se tato činnost uskuteční (kancelář, dílna, přímo na stavbě), je však nutné u zapuštěných přístrojů ponechat aplikační moduly prozatím odděleně od sběrnice spojky z důvodu přístupnosti programovacích tlačítek a LED diod [10]. Obdobně je tomu i u zařízení na lištu, kde by měl být taktéž kryt rozvaděče odstraněn pro snadný přístup k tlačítkům a LED diodám. Dříve než se pustíme do naprogramování účastníků, je nutné mít správně nastaveno komunikační rozhraní pro přístup na sběrnici **Extras / Options / Communication** a propojit odpovídajícím kabelem systém KNX s PC. Kromě možnosti propojení je žádoucí nastavit pro komunikační rozhraní i fyzickou adresu, přičemž hodnota adresy musí souhlasit s aktuálním místem instalace rozhraní. Pokud nasadíme do instalace na programování zapuštěné datové rozhraní namísto nějakého účastníka, musíme zadat fyzickou adresu právě zmíněného přístroje, který bude následně v instalaci na tomto místě k dispozici. Programování může probíhat dvěma způsoby a to lokálně (local) anebo na dálku (remote). Z menu označíme volbu **Download**. V okně konfiguruující programování zvolíme **Local / Remote**, a pak je již možno naprogramovat fyzickou adresu (**Program**

Individual Address), aplikační program (**Download Application Program**) a skupinové adresy s nastavením parametrů (**Program Address & Application**). Záložku dílčího programování (**Partial Download**) s výhodou použijeme při potřebě přeprogramovat změněné vlastnosti zařízení (např. parametry, skupinové adresy). Aby byl přístroj KNX plně funkční je potřeba kromě jednoznačné fyzické adresy do něj nahrát i aplikační software. Výrazně se doporučuje prioritně naprogramovat nejdříve všechny liniové spojky v projektu KNX a až posléze zbylé zařízení.

2.2.10 Dokumentace projektu

Vedle pochopitelně plně funkčního a pečlivě překontrolovaného projektu je zvykem celou práci řádně podložit dokumentací. Dokumentaci pořídíme do tištěné podoby jak je tomu u všech jiných programů obvyklé příkazem **File / Print** a vybereme požadované oblasti k tisku. Pro zdokumentování práce program nabízí hned několik možných zpráv, jimiž je vytvořen celkový pohled o projektu, pochopitelně lze i vytisknout pouze jednotlivé části z celkové struktury, či ze zvolené dokumentační zprávy (jednotlivé místnosti objektu atd.) [10].

- pohled budovy
- abecední seznam funkcí systému
- skupinové adresy
- kusovník (důležitý dokument pro objednávku)
- detailní seznam liniových přístrojů
- statistiky a historie projektu
- topologie sběrnice

2.3 Diagnostika ETS

Ať již používáme low – end zařízení anebo nejdražší zařízení a technologie na trhu, problémům v podobě rozmanitých chyb a nefunkčnosti se vyhnout prakticky nikdy nelze. Závada může mít různé příčiny způsobené neodbornou manipulací, montáží a nelze ani

opomenout sice minimální, ale přesto určité procento kusů s možnou výrobní vadou. Dostaneme-li se do takové situace, je účelné a žádoucí chyby co nejdříve najít a odstranit. Softwarový balík ETS disponuje diagnostickými funkcemi pro rychlé potlačení těchto stavů, ovšem za podmínky přímého přístupu na sběrnici, jinými slovy PC s ETS musí být propojeno prostřednictvím rozhraní se sběrnici systému, který bude podroben diagnostice. Velmi vhodné je v tomto okamžiku mít detailní a hlavně aktuální dokumentaci o projektu. Principálně by měl být postup pro vyhledávání chyb systematizován. To znamená, že než začneme hledat problémy v systému KNX, je nutno vyloučit, zda-li není tvůrcem problému silová část instalace (230 / 400 V). Jeli předtucha negativní, vymežíme zasáhnutou funkci systému KNX a procházíme přenosovou trasu, potažmo nastavení systému krok po kroku od vysílajícího účastníka (senzor) až k přijímacímu zařízení (aktuátoru). Nejobvyklejší problémy způsobující nečinnost účastníků na linii a tím pádem systému mohou být [10]:

- vada účastníka
- přerušení kabeláže silové instalace anebo sběrnicevého vedení
- přepólování sběrnicevého vedení u přístrojové svorky, LS, OS
- neshoda fyzické adresy předem naprogramovaného účastníka s reálnou topologií sběrnice – zařazení do špatné linie
- nesprávné projektování, konfigurace parametrů účastníka
- chybné programování účastníka

Diagnostické funkce programu ETS zobrazíme v liště menu záložkou **Diagnostics** [10].

- **Check Project** – kontrolní výpis chybových hlášení v důsledku nedodržení pravidel projektování (upozornění na celkovou spotřebu energie, poddimenzování nebo absenci napájecího zdroje atd.)
- **Device Info** (informace o zařízení) – vedle všeobecných přístrojových informací (verze masky, fyzická adresa, výrobce přístroje, sběrnicevé napětí, programovací režim, aktuální chyba, hardware) probíhá kontrola správnosti aplikačního programu

(rozpoznání aplikace, typ přístroje, verze, aktuální stav, software, skupinová komunikace) nebo použití aplikačního modulu

- **Individual Addresses** – funkce sloužící ke kontrole existence zařízení s určitou fyzickou adresou (výběr kontrolovaného účastníka, vložení odpovídající fyzické adresy), lokalizace účastníka, porovnání nastavení fyzických adres sběrnice spojů v souladu s projektem, výpis všech adres v jedné linii, či liniovém segmentu
- **Group Monitor** (skupinový monitor) – diagnostika skupinových telegramů umožňující jejich záznam, analýzu (číslo telegramu, datum a čas, servis, chyba / opakování, priorita, zdrojová adresa, zdroj, cílová adresa, cíl, routinové číslo, DPT, typ telegramu, data), ale také načtení a vysílání hodnot skupinových adres
- **Bus Monitor** (sběrnice monitor) – záznam a analýza všech telegramů existujících na sběrnici (číslo telegramu, datum a čas, vlajky, priorita, zdrojová adresa, zdroj, cílová adresa, cíl, routinové číslo, typ telegramu, DPT, data, ACK)

Všeobecně lze monitory v ETS, tedy jak sběrnice, tak i skupinový označit za nástroje pro znázornění, analýzu a záznam pohybu telegramů. Navíc s využitím funkce skupinového monitoru lze odeslat na sběrnici telegram s nastavenými parametry přímo z PC. Z obou monitorů je z lišty menu možno spustit dialogové okno pro statistiku příjmů telegramů zobrazující informace o celkovém počtu odeslaných, nedoručených, negativně potvrzených (NACK, BUSY), opakovaných, ale i nerozpoznaných telegramů. Hodnoty jsou uvedeny absolutně i relativně v procentech. Kromě těchto údajů je sledováno zatížení sběrnice průběžným vykreslováním do grafu. Linie jsou barevně rozlišeny pro aktuální, maximální a průměrné procentuální zatížení sběrnice. Graf zatížení sběrnice je velmi dobrým pomocníkem při odhalování náhlého nárůstu komunikačních problémů (sporadických chybových funkcí) potvrzením vyššího zatížení sběrnice než 50 %.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 PŘEHLED LABORATORNÍCH ÚLOH

Veškerá praktická činnost spojená s problematikou systému KNX je realizována v laboratoři U54 / 307 na Fakultě aplikované informatiky. Laboratorní místnost disponuje šesticí pracovišť pokrývajících rozsah 12 praktických úloh, tedy vždy 2 úlohy na jedno pracoviště. Prvky systému KNX jsou dodány německou firmou Merten. Pro flexibilitu a přehlednost úloh jsou jednotlivá zařízení umístěna na samostatných panelech, které lze kdykoliv libovolně přehazovat vsunutím, respektive vysunutím z vodicích lišt na pracovišti. Praktická cvičení pokrývají následující okruhy.

- Úloha č. 1: reléový spínač
- Úloha č. 2: schodišťový automat
- Úloha č. 3: stmívač
- Úloha č. 4: analogový výstup
- Úloha č. 5: časový spínač
- Úloha č. 6: LCD panel
- Úloha č. 7: analogový vstup
- Úloha č. 8: binární vstup
- Úloha č. 9: scény
- Úloha č. 10: internet controller
- Úloha č. 11: detektor pohybu
- Úloha č. 12: konstantní osvětlení

3.1 Vzorový postup pro řešení úloh

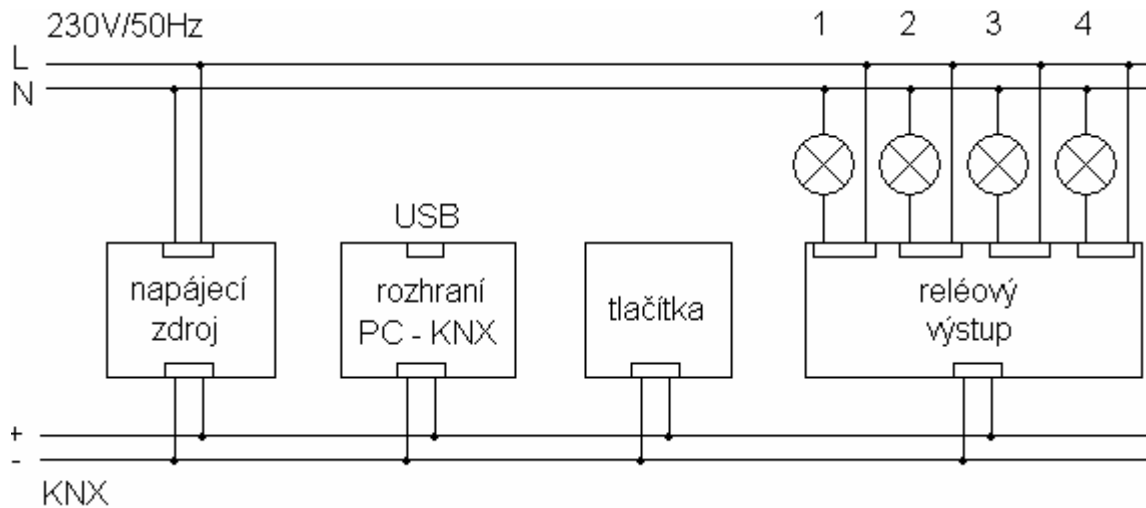
Pro názornost bude uveden postup pouze pro jednu laboratorní úlohu a to reléového spínače (úloha č. 1), protože principiálně se všechny úlohy projektují v ETS totožným způsobem a nemá tudíž smysl všechny úlohy podrobně rozepisovat. Samozřejmě každá

úloha vyžaduje odlišné zapojení a nasazení požadovaných zařízení. Seznam zařízení a schéma zapojení je uvedeno v zadání u každého z protokolů. Studenti ovšem nebudou o řešení všech dvanácti úloh ošizeni a naleznou je ve formě videosouborů na DVD. Logický postup řešení praktické úlohy vychází především z bodů uvedených v kapitole 2.2 Projektování v ETS:

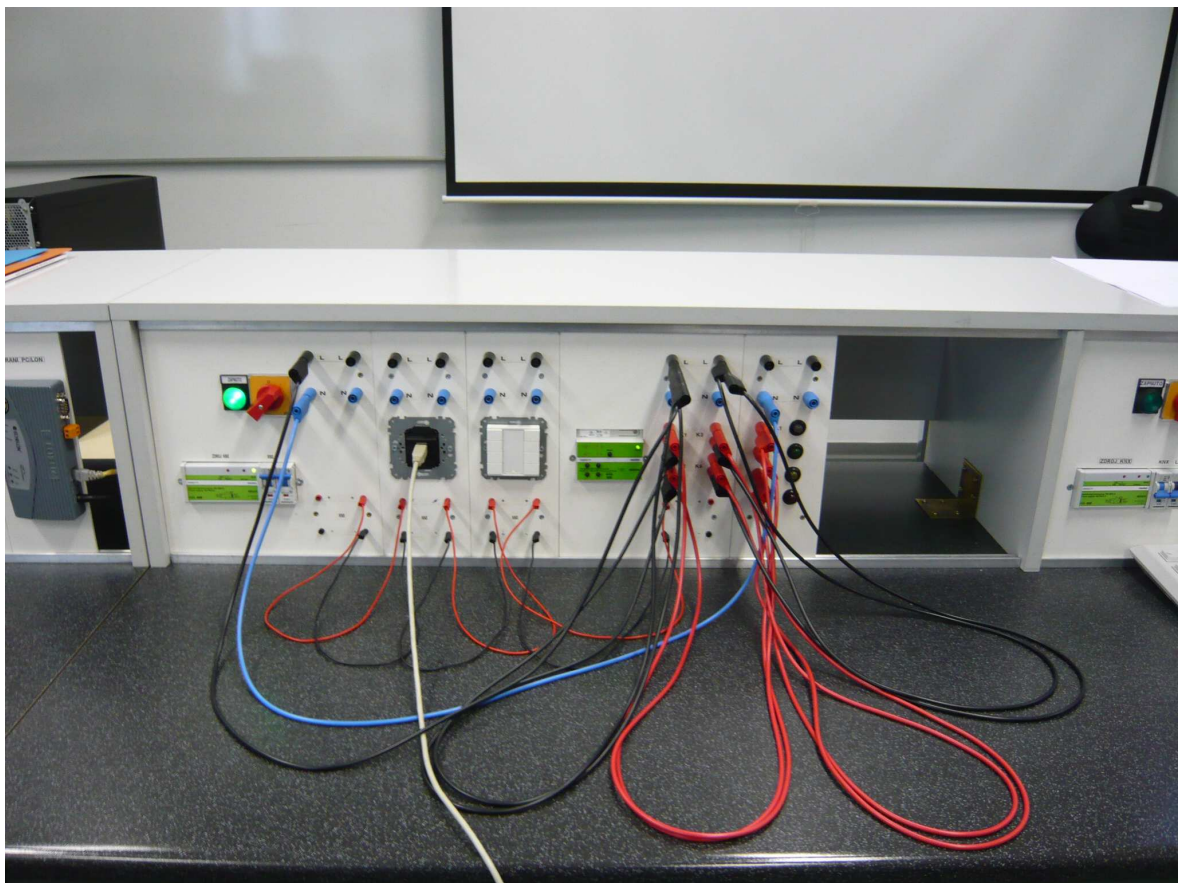
- fyzické zapojení úlohy dle schématu
- vytvoření nového projektu v ETS
- import produktových dat s ohledem na nasazené přístroje
- definování struktury objektu (budovy, podlaží, místnosti, rozvaděče, topologie)
- vložení přístrojů do definované struktury objektu a nastavení parametrů v souladu s požadovanými funkcemi
- nastavení skupinových adres pro stanovení vzájemných vazeb a následné propojení komunikačních objektů zainteresovaných zařízení
- naprogramování zařízení a uvedení systému do provozu
- otestování funkčnosti
- vytvoření protokolu o úloze

3.1.1 Řešení úlohy

Před samotným programováním úlohy je potřeba provést fyzické zapojení systému KNX. Dle seznamu zařízení překontrolujeme, zda-li máme na pracovišti správné přístroje a nedošlo-li popřípadě k záměně panelů se zařízeními z jiného pracoviště. Pro snadnější identifikaci jednotlivých přístrojů lze s výhodou využít čísla výrobní řady, které je uvedeno na čelní straně zařízení a taktéž v tabulce použitých zařízení. Sběrnici KNX vytvoříme vzájemným propojením všech panelů. Kladná polarizace (+) je označena červenou barvou a záporná (-) standardně černou. Akční členy obvykle potřebují také síťové napětí 230V pro ovládání zátěží. Z tohoto faktu plyne, že pro zapojení úlohy je nutno použít dvou druhů vodičů (silových kabelů a vodičů pro sběrnici KNX). Při pohledu na schéma zapojení na obr. 35. vidíme, že silovými vodiči propojíme napájecí modul s modulem reléového výstupu, potažmo s žárovkovým modulem signalizujícím vizuálně správnou funkčnost celé úlohy.



Obr. 35. Schéma zapojení úlohy č.1. reléový spínač [1]



Obr. 36. Reálné zapojení úlohy č.1. reléový spínač

Programování úlohy provedeme v softwarovém balíku ETS 3. Prvním krokem je vytvoření nového projektu, vybereme proto položku **File / New Project**, přičemž nyní zadáme název

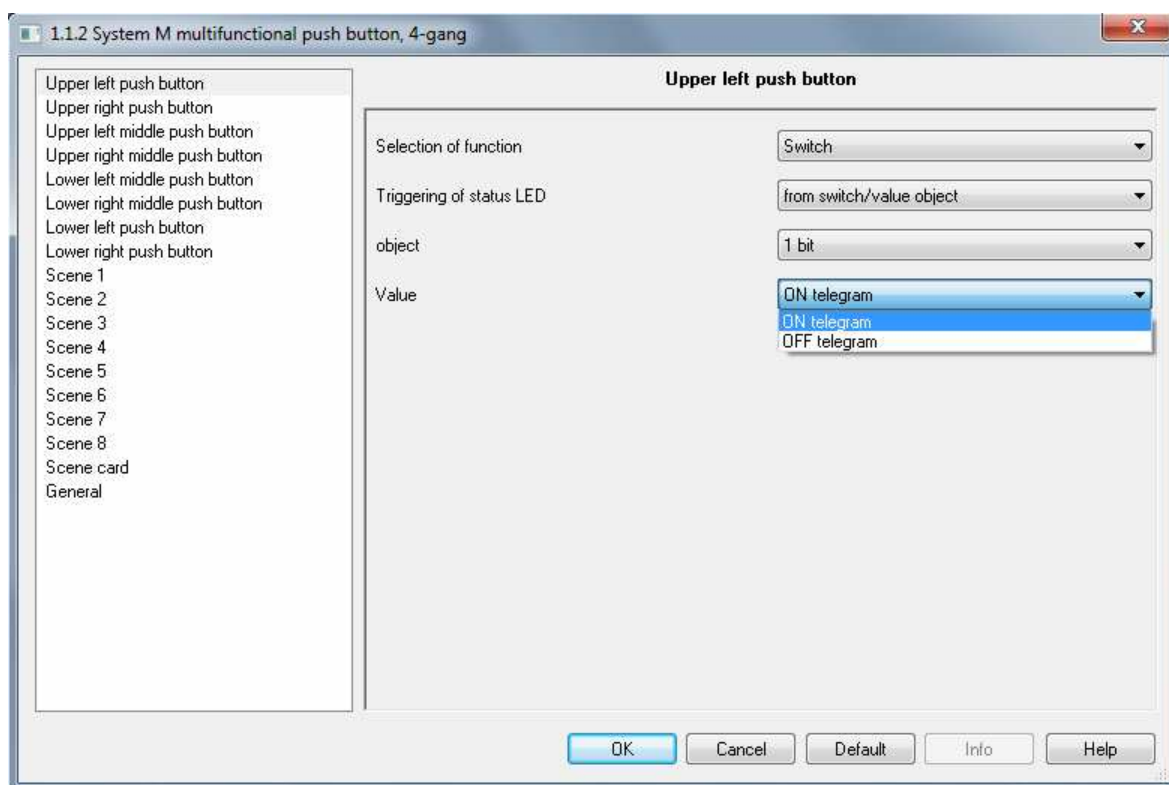
nového projektu a zvolíme použité přenosové médium (KNX TP, KNX PL). Přenosové médium ponecháme na volbě KNX TP, i když zařízení nejsou ve skutečnosti propojena kroucenými kabely, nýbrž jednoduchými vodiči. Podrobnější informace o tomto kroku nalezneme v kapitole 2.2.3 Vytvoření nového projektu.

Jak bylo naznačeno výše, každá úloha vyžaduje nasazení různých panelů se zařízeními, a proto je nezbytné pro každou úlohu importovat potřebná data. Produktová data nalezneme na disku D v adresáři KNX a složce úloha x, kde x značí číslo námi realizované úlohy. Pro úlohu reléového spínače je přesná cesta k datům v podobě **D:/KNX/Uloha 1**. Ve složce se pak nachází podadresáře pro jednotlivá zařízení (**Multitask_624119** – tlačítka, **Schalt_649204** – reléový výstup a **Spannvers_683329** – napájecí zdroj). Importujeme vždy veškerá data z podadresářů. Přesný postup pro importování dat je uveden v kapitole 2.2.2 Import produktové databáze.

V pracovním okně budov definujeme pomyslnou strukturu objektu. Zvolíme ikonu **Buildings / Functions** a stiskem pravého tlačítka myši zobrazíme kontextové menu umožňující přidat budovu **Add Buildings**. Budovu pojmenujeme například UTB a stejným způsobem jako jsme vygenerovali budovu v ní musíme vytvořit tzv. rozvaděč (cabinet) příkazem **Add Cabinets** a taktéž jej pojmenujeme. V případě nejasností k definici struktury objektu naleznete více informací v kapitole 2.2.4 Definování struktury objektu.

Po zdárné definici struktury objektu nastal v tomto okamžiku čas pro vložení importovaných zařízení z produktové databáze. Nasazené přístroje v zapojení vložíme do projektu položkou **Add Devices** z kontextového menu vyvolaného klikem pravého tlačítka myši na ikonu pro kabinet, jenž byl přidán v předchozím kroku. Vyhledávač produktů nabídne k vložení všechna i již dříve importovaná zařízení ze své centrální databáze. Ovšem k řešení úlohy vybereme **Power supply 160 REG-K** (napájecí zdroj), **Switch actuator REG-K / 4 x 230** (reléový výstup) a **System M multifunctional push button** (tlačítka). Problematiku vložení přístrojů do projektu řeší podrobně kapitola 2.2.5 Vložení zařízení do systému. Samotné vložení přístrojů pro správnou funkčnost systému nestačí a je třeba je řádně nastavit (kapitola 2.2.6 Nastavení parametrů zařízení). Otevřeme multifunkční tlačítkový panel z okna budov a stiskneme volbu **Parametr**. Nyní naprogramujeme jednotlivá tlačítka. Levému hornímu tlačítku přiřadíme funkci vypínače (**Switch**) a hodnotu telegramu ponecháme na ON (**Value = ON telegram**), pravé tlačítko uvedeme taktéž do funkce vypínače, avšak hodnotu telegramu změním na OFF (**Value =**

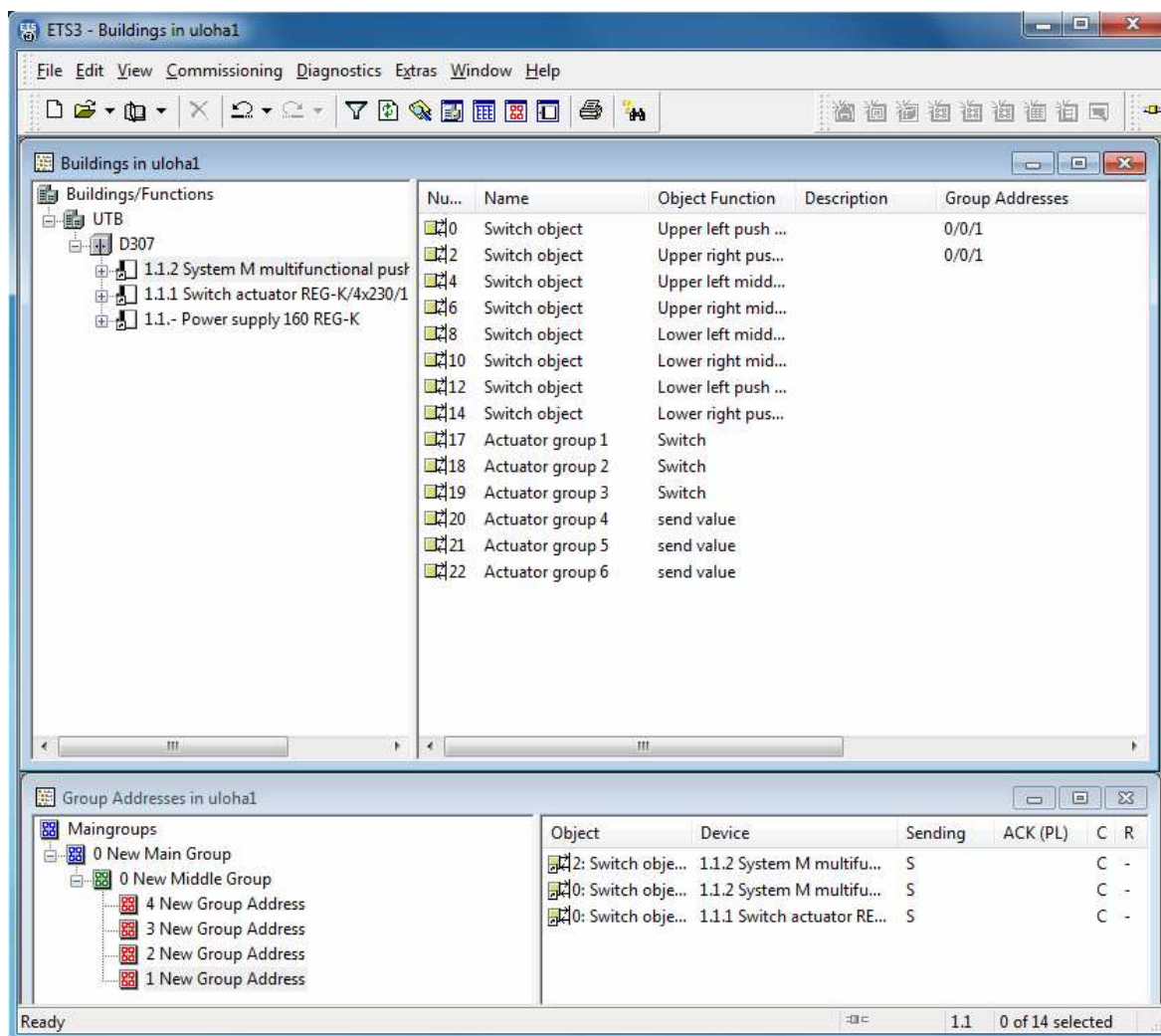
OFF telegram), stejný postup provedeme u zbylých šesti tlačítek. Nastavit je potřeba i reléový výstup, a proto otevřeme okno pro konfiguraci parametrů a vybereme záložku Nastavení kanálů (**Channel config.**) a zde aktivujeme 3 a 4 kanál (**Channel 3 and channel 4 operation mode = Switch**), jelikož budeme využívat 4 reléové výstupy.



Obr. 37. Nastavení tlačítek

Nastavení a vytvoření skupinových adres pro stanovení vzájemných vazeb realizujeme v pracovním okně adres. Pravým tlačítkem klikneme na Hlavní skupinu (**Maingroups**) a zvolíme příkaz **Add Group Addresses**. Reléový výstup poskytuje 4 kanály a proto je nezbytné vytvořit stejný počet skupinových adres. Z tohoto důvodu opět vyvoláme pravým tlačítkem menu a přidáme ještě další skupinové adresy pro zbývající kanály. Máme-li adresy zdárně vytvořeny, musíme je propojit s komunikačními objekty jednotlivých zainteresovaných zařízení. Vybereme reléový výstup a přesuneme (drag & drop operací) komunikační objekt kanálu 1 (**Switch object, Channel 1**) do skupinové adresy jedna (0/0/1). Do téže adresy přesuneme i komunikační objekty tlačítka pro zapnutí (**Switch object, Upper left push button**) a pro vypnutí (**Switch object, Upper right push**

button). Analogicky postupujeme u zbylých adres. Skupinové adrese 0/0/2 přiřadíme komunikační objekt reléového výstupu pro kanál 2 (**Switch object, Channel 2**) a další řadu tlačítek pro zapnutí (**Switch object, Upper left middle push button**) a vypnutí (**Switch object, Upper right middle push button**) atd. V případě nejasností nastudujte kapitolu 2.2.7 Projektování skupinových adres.



Obr. 38. Přiřazení komunikačních objektů ke skupinovým adresám

Závěrečným krokem je download nastavených parametrů zařízení a uvedení systému do provozu. Proto vybereme z menu ikonu pro **Download** (kapitola 2.2.9 Naprogramování zařízení, uvedení do provozu) a v dialogovém okně zvolíme **Download Application Program**. V případě chybového hlášení o nesouladu fyzických adres zvolíme v okně pro

download položku **Program Address and Application**. Po výzvě zmáčkeme programovací tlačítko na daném přístroji, které se obvykle nachází v přední nebo zadní části panelu. Po úspěšném naprogramování systému vyzkoušíme funkčnost a vytvoříme protokol o realizované úloze.

4 REALIZACE VIDEOZÁZNAMU

Podstatou vyřešení stávajících úloh bylo jakýmsi mezikrokem před samotným vytvářením záznamu. Všechny dvanáct praktických laboratorních úloh proto bylo nejprve několikrát zapojeno, naprogramováno a především řádně odzkoušeno. Pro pořízení videozáznamu jednotlivých fyzických zapojení byl původně použit digitální fotoaparát Panasonic DMC – FX33, avšak vzhledem k vyššímu rozlišení v případě videosekvencí realizující softwarovou stánku řešení laboratorních úloh bylo nakonec nutností prvotní záměr přehodnotit a využít pro pořízení záznamu zapojení úloh digitální kamery. Ve prospěch digitální kamery hrálo samozřejmě více aspektů a proto byla zapůjčena kamera od výrobce JVC modelové řady Everio s typovým označením GZ – MG335HE. Pořízený záznam ve formátu *.mod pak musel být konvertován do typičtějšího formátu a proto jsem zvolil *.mpg. Programů pro převod mezi různými formáty lze v dnešní době z internetu stáhnout nespočet a to i ve freeware licenci. Pro zajímavost převod proběhl v programu Format Factory 2.30.

Záznam programové části úlohy byl ulehčen v tom, že nebylo zapotřebí žádného záznamového zařízení a s výhodou byl k realizaci využit program Camtasia Studio 7 umožňující přímo záznam pracovní plochy operačního systému PC, na kterém je nainstalován. V tomto případě se již jednalo o software licenci a tudíž byla využita pouze 30 denní zkušební verze, kterou si je možno zdarma stáhnout na stránkách výrobce (www.techsmith.com), avšak i přes tento fakt disponuje zkušební verze všemi funkcemi jako plná verze programu. Camtasia Studio 7 nabízí úpravy záznamu a publikování pro účely prezentace, podporuje záznam v HD kvalitě, oddělenou editaci video a zvukové stopy, doplnění titulků, atd. Díky těmto možnostem proběhl záznam video a audio stop odděleně a zvukové stopy byly přidány dodatečně. Následně proběhla editace v podobě odstranění šumu, upravení úrovně hlasitosti a časového sladění s obrazem. Editovaný záznam je pak možno exportovat hned do několika formátů, v našem případě byla videa exportována do formátu *.avi.

5 MULTIMEDIÁLNÍ PRŮVODCE ETS A KNX

Cílem celé diplomové práce je poskytnout budoucím studentům UTB rozsáhlejší teoretické podklady k systému KNX a především názornými videosekvencemi k jednotlivým praktickým úlohám objasnit a potažmo ulehčit jejich řešení. Pouhé umístění těchto dat na DVD by bylo po jedné stránce velmi jednoduché, avšak na druhou stranu zase neefektivní. Z tohoto důvodu byl v rámci elektronizace výuky vytvořen multimediální průvodce ETS a KNX integrující v sobě přehlednost, jednoduchost a především komplexnost dat. Multimediální průvodce byl vytvořen v programu czRoPa. Autorun 2.0. Okno autorunu můžeme vidět na obrázku níže. Po vložení DVD do mechaniky se okno průvodce spustí automaticky a v případě, že tomu tak není, spuštění provedeme souborem autorun.exe, který se nachází v kořenovém adresáři DVD.



Obr. 39. Okno autorunu

5.1 Obsah

S nadsázkou můžeme říct, že multimediální průvodce ETS a KNX slučuje do jednoho okna veškeré podstatné informace uvedené v celé diplomové práci a to jak teoretického, tak i praktického charakteru. Základní, avšak pomyslné rozdělení okna autorunu je provedeno právě dle významu dat na teoretickou a praktickou část. Teorie systému KNX je představována šesti prezentacemi (.pps), které v sobě stručně shrnují základní informace, přičemž každá z prezentací odpovídá jedné z hlavních kapitol.

- Úvod – technologie KNX, princip funkce, výhody a využití
- Přenosová média – typy použitelných médií a jejich parametry
- Účastníci – definice a rozdělení, vnitřní struktura, konfigurace
- Topologie – linie, oblast, více oblastí
- Adresace – fyzické a skupinové adresy
- Komunikace – varianty komunikací, telegramy, přenos a potvrzení

Soubory pro praktickou část jsou řazeny podle jednotlivých laboratorních úloh. Menu nabízí kromě zadání protokolů (.doc) ke každé z úloh také video průvodce, kterým je ilustrován krok po kroku způsob řešení úlohy. Vizuální stránka průvodce dopředu uživateli napovídá, jaký typ souboru bude po kliknutí otevřen. Tímto jsou myšleny ikony Microsoft Powerpointu a Microsoft Wordu nad daným sloupcem dat. Videosoubory nejsou na první pohled pojmenovány, avšak umístění jasně definuje, ke které laboratorní úloze jsou soubory přidruženy. Ikonou symbolizující pomyslné tlačítko play spustíme video se zapojením úlohy (.mpg) a naopak projektování úlohy (.avi) otevřeme ikonou ETS.

5.2 Ovládání

Multimediální průvodce je spuštěn v běžném okně operačního systému, které dovoluje standardně měnit svou podobu (minimalizovat na lištu, maximalizovat na celou obrazovku) a samozřejmě zavřít. Samotná obsluha okna průvodce je velmi jednoduchá,

neboť pro otevření požadovaných dat stačí pouhé kliknutí na danou nabídku. Aktivní nabídka je znázorněna změnou běžného kurzoru na symbol ruky. Při programování tlačítek (aktivních ploch okna) bylo tedy použito převážně tzv. On Click akcí. Pro objasnění všech otázek je k dispozici nápověda, která je okamžitě spuštěna v případě, že na ni bude přemístěn kurzor (tzv. On Mouse Move akce). Kromě dat uložených v kořenovém adresáři na DVD, odkazuje průvodce i na informace vzdálené (internet). Přímý přístup je umožněn na webové stránky organizací KNX (www.knx.org) a Univerzitu Tomáše Bati ve Zlíně (www.utb.cz). Přesměrování a otevření výchozího internetového prohlížeče je provedeno automaticky kliknutím na jeden ze symbolů nacházejících se v horních rozích okna autorunu.

ZÁVĚR

I přestože by pro důkladný popis technologie systému KNX, jakožto celosvětově otevřeného uznávaného standardu bylo zapotřebí mnohem více stran, jsem plně přesvědčen, že diplomová práce svým obsahem zajisté podává čtenáři více než jen pouhé strohé základní informace a rovněž přehledným zpracováním umožní tuto problematiku snadněji pochopit.

Jednotlivé kapitoly první teoretické části znázorňují všechny důležité oblasti systému KNX od výběru vhodného přenosového média a topologického uspořádání instalace, rozdělení přístrojů a adresování systému až po komunikaci na sběrnici.

Druhá část teorie pak popisuje softwarový balík ETS, respektive způsob projektování, programování a uvedení systému do provozu. Naznačeny jsou taktéž i možnosti integrovaného diagnostického nástroje softwaru ETS pro odstranění chyb a sledování zatížení sběrnice.

Největší přínos diplomové práce především spočívá ve vytvořeném multimediálním průvodci pro veškerá laboratorní cvičení realizovaná v rámci předmětu inteligentní budovy na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně, který si klade za cíl výrazným dílem podpořit praktickou výuku. Plně ozvučené videosekvence obsahují dabing k veškerým krokům řešení a s jejich pomocí by neměl být problém úlohy úspěšně realizovat.

Pro teoretickou část práce byly na DVD umístěny prezentace shrnující jednotlivé kapitoly, které mohou posloužit jako doplňkový materiál k výuce o systému KNX. Pro tento účel může být vhodná i celá diplomová práce, neboť ucelených textových materiálů o technologii KNX není v českém jazyce zrovna přebytek.

V rámci elektronizace výuky v laboratoři D 307 byl pro multimediálního průvodce ETS a KNX vytvořen autorun, který v jednom okně stylově integruje přehlednost, jednoduchost a především komplexnost dat. Po výběru požadovaného teoretického okruhu nebo praktické úlohy dojde ke spuštění datových souborů pouhým kliknutím na příslušné tlačítko. V případě jakýchkoliv nejasností o ovládání okna multimediálního průvodce je k dispozici jednoduchá nápověda.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

Although a thorough description of the KNX technology as an open standard which is globally recognized would cover many more pages, I am fully convinced that this thesis certainly gives the reader more than just austere basic information. The thorough description and a well-arranged content will help understand this subject in an easy way.

Each chapter in the first theoretical part represents all important areas of the KNX system – that is from the choice of a suitable transfer medium and a topological structure of the instalment, a distribution of appliances, a system addressing to the communication on the data bus.

The second theoretical part describes the software package ETS – the way of its designing, programming and installation. There are also indicated the possibilities of an integrated diagnostic tool of the ETS software which serves for the elimination of mistakes and the monitoring of the charge of the data bus.

The greatest contribution of this thesis is a media guide specially created for all the laboratory exercises implemented in the course of the intelligent building at Tomas Bata University in Zlín. The main aim of the guide is to support considerably a practical training at the university. All the solutions, step by step, can be seen in a fully sounded and dubbed video part. Therefore, a successful implementation of the tasks should not be a problem.

Each dvd chapter contains a summary of the theoretical part. This can do as a supplementary material for teaching about the KNX system. The fact is that the whole thesis may be used for this purpose as compact text materials on the KNX technology in Czech are just few.

The multimedia guide for the ETS and the KNX was created as an autorun for the electronization of the method of teaching at the D307 laboratory. This guide integrates a transparency, a simplicity and above all a data integrity, all in one. After selecting either from the theoretical area or a practical task, the data files can be run by a simple click of the appropriate button. In case of any doubt about how to control windows of the multimedia guide there is available a simple help.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PROCHÁZKA, Miroslav. Návrh úloh měření parametrů prvků systému v laboratoři Technologie budov. [s.l.], 2007. 98 s. Diplomová práce.
- [2] SCHERG, Rainer. EIB/KNX-Anlagen - planen, installieren und visualisieren. Vogel, Würzburg 2008, ISBN 978-3-8343-3125-0.
- [3] MEYER, Willy. KNX/EIB Engineering Tool Software. Hüthig & Pflaum, München & Heidelberg 2007, ISBN 978-3-8101-0266-9.
- [4] Frank, Karlheinz. EIB/KNX Grundlagen Gebäudesystemtechnik. Huss, Berlin 2008, ISBN 978-3-341-01540-7.
- [5] SAUTER, Thilo, DIETRICH, Dietmar, KASTNER, Wolfgang. EIB - Installation Bus System. Wiley-VCH, Weinheim, 2001. ISBN 3-89578-175-4.
- [6] LECHNER, Daniel, GRANZER, Wolfgang, KASTNER, Wolfgang. Security for KNXnet/IP. In Konnex Scientific Conference, November 2008.
- [7] GRANZER, Wolfgang, KASTNER, Wolfgang, REINISCH, Christian. Gateway-free Integration of BACnet and KNX using Multi-Protocol Devices. In Proc. 6th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN '08), pages 973-978, July 2008. Best presentation paper award at INDIN '08.
- [8] KASTNER, Wolfgang, NEUGSCHWANDTNER, Georg, KÖGLER, Martin. An open approach to EIB/KNX software development. In Proc. 6th IFAC Intl. Conference on Fieldbus Systems and their Applications (FeT '05), pages 255-262 (preprints volume), November 2005.
- [9] Дитрих, Д., Кастнер, В., Саутер, Т., Низамутдинов, О. EIB — Система автоматизации зданий, пер. с нем. под ред. О. Б. Низамутдинова, М. В. Гордеева, ПермГТУ, г. Пермь, 2001, 378 s.
- [10] Materiály k certifikačnímu školení KNX
- [11] *KNX Association* [online]. 2010-01-20 [cit. 2010-03-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.knx.org/>>.
- [12] *KNX Technik - inteligentní elektroinstalace* [online]. c2008 - 2009 [cit. 2010-03-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.knxtechnik.cz/>>.

- [13] TOMAN, Karel . *TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov : Decentralizované sběrníkové systémy* [online]. 2007-07-02 [cit. 2010-03-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4213>>.
- [14] *HL System - Řídící systém KNX/EIB* [online]. 2007-08-23 [cit. 2010-03-02]. Technická brožura o systému KNX/EIB. Dostupné z WWW: <http://www.hlsystem.cz/files/Technicka_brozura_KNXEIB.pdf>.
- [15] *Vypínače a zásuvky | Vypínač - Schneider Electric : knx_zakladni_informace* [online]. 2008-09-12 [cit. 2010-03-02]. KNX - Ke stažení | Vypínač - Schneider Electric. Dostupné z WWW: <http://www.vypinac.cz/download/vypinac.cz_knx_zakladni_informace.pdf>.
- [16] *Siemens v České republice* [online]. 2007-01-09 [cit. 2010-03-02]. Synco900_KNX_komunikace. Dostupné z WWW: <[http://www.siemens.cz/siemjetstorage/files/36672_N2708cz\\$Synco900\\$KNX\\$komunikace.pdf](http://www.siemens.cz/siemjetstorage/files/36672_N2708cz$Synco900$KNX$komunikace.pdf)>.
- [17] *Vypínače a zásuvky | Vypínač - Schneider Electric : knx_tech.informace* [online]. 2009-08-26 [cit. 2010-03-03]. KNX - Ke stažení | Vypínač - Schneider Electric. Dostupné z WWW: <http://www.vypinac.cz/download/vypinac.cz_knx_tech.informace.pdf>.
- [18] *ABB - technologie pro energetiku a automatizaci* [online]. 2005-03-29 [cit. 2010-03-08]. ABB i-bus KNX_EIB-Popis systemu. Dostupné z WWW: <[http://library.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/c2454de24b37b539c12572d10043566d/\\$File/ABB%20i-bus%20KNX_EIB-Popis%20systemu.pdf](http://library.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/c2454de24b37b539c12572d10043566d/$File/ABB%20i-bus%20KNX_EIB-Popis%20systemu.pdf)>.
- [19] KUNC, Josef. *Elektrika.cz* [online]. 2007-11-20 [cit. 2010-03-26]. ABB: Instalace KNX/EIB, komunikační telegramy a jejich stavba. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/abb-instalace-knx-eib-komunikacni-telegramy-a-jejich-stavba/view?searchterm=telegram>>.
- [20] KUNC, Josef. *Elektrika.cz* [online]. 2008-08-21 [cit. 2010-03-28]. ABB: KNX/EIB Komunikace. Dostupné z WWW: <<http://elektrika.cz/data/clanky/abb-systemove-elektricke-instalace-knx-eib-2013-13-cast/view?searchterm=csm/ca>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|---------|--|
| μP | mikroprocesor |
| AC | Alternating Current – střídavé (napájení) |
| ACK | Acknowledge – pozitivní potvrzení |
| AM | aplikační modul |
| ANSI | American National Standards Institute – Americký standardizační institut |
| AR | aplikační rozhraní |
| ASHRAE | American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers |
| BCI | BatiBUS Club International |
| BCU | Bus Coupler Unit – sběrnice spojk |
| CCTV | Closed Circuit Television – uzavřený televizní okruh |
| CEN | European Committee for Standardization – Evropský výbor pro standardizaci |
| CENELEC | European Committee for Electrotechnical Standardization – Evropský výbor pro elektronickou normalizaci |
| CPU | Central Processing Unit – procesor |
| CRC | Cyclic Redundancy Check – kontrolní cyklický redundantní součet |
| CSMA/CA | Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance – metoda s vícenásobným přístupem na sběrnici |
| DALI | Digital Addressable Lighting Interface – digitální adresovatelné rozhraní pro osvětlení |
| DC | Direct Current – stejnosměrné (napájení) |
| DPSU | Decentralised Power Supply Unit – necentrální napájecí zdroj |
| DPT | Data Point Type – standardizovaný datový typ |
| EEPROM | Electrically Erasable Programmable Read Only Memory |

| | |
|------|---|
| EHS | European Home System |
| EHSA | European Home Systems Association |
| EIB | European Installation Bus – evropská instalační sběrnice |
| EIBA | European Installation Bus Association |
| EMI | Electromagnetic Interference – elektromagnetická interference |
| EMS | Electromagnetic Susceptibility – elektromagnetická susceptibilita |
| EN | evropská norma |
| EPS | elektrická požární signalizace |
| ETS | Engineering Tool Software – software pro KNX |
| EZS | elektronická zabezpečovací signalizace |
| HDD | Hard Disk Drive – pevný disk |
| HVAC | Heating, Ventilating, Air Conditioning – topení, větrání a klimatizace |
| IEC | International Electrotechnical Commission – Mezinárodní elektrotechnická komise |
| iETS | integrované IP rozhraní programu ETS |
| IP | Internet Protocol |
| IR | Infrared Radiation – infračervené záření |
| ISDN | Integrated Services Digital Network – digitální síť integrovaných služeb |
| ISO | International Organization for Standardization - Mezinárodní organizace pro normalizaci |
| KNX | Konnex – mezinárodní sběrnice standard pro inteligentní řízení |
| KNXA | Konnex Association |
| LAN | Local Area Network – lokální síť |
| LS | liniová spojka |
| NACK | Negative Acknowledge – negativní potvrzení |

| | |
|----------|---|
| NZ / TL | napájecí zdroj / tlumivka |
| OS | oblastní (oddílová) spojka |
| PC | Personal Computer |
| PDA | Personal Digital Assistant |
| PL | Powerline – silové vedení |
| PM | přenosový modul |
| PSU | Power Supply Unit – napájecí zdroj |
| RAM | Random Access Memory |
| RF | Radiofrequency |
| ROM | Read Only Memory |
| RS – 232 | sériový port |
| SAC | Standardization Administration of the People's Republic of China |
| SELV | Safety Extra Low Voltage – bezpečné malé napětí |
| SFSK | Spread Frequency Shift Keying – klíčování kmitočtu v metodě rozložení pásma |
| TP | Twisted Pair – kroucená dvoulinka |
| USB | Universal Serial Bus |
| WAP | Wireless Application Protocol |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| <i>Obr. 1. Aplikační možnosti KNX [11]</i> | 13 |
| <i>Obr. 2. Decentralizovaný systém [13]</i> | 16 |
| <i>Obr. 3. Standardizovaný KNX TP 1 [18]</i> | 18 |
| <i>Obr. 4. Předepsané vzdálenosti pro KNX TP 1</i> | 19 |
| <i>Obr. 5. Síť SELV v infrastruktuře rozvodných sítí [10]</i> | 19 |
| <i>Obr. 6. Instalace KNX PL 110 [10]</i> | 22 |
| <i>Obr. 7. FSK modulace [1]</i> | 23 |
| <i>Obr. 8. Blokové schéma RF systému se zesilovači [16]</i> | 24 |
| <i>Obr. 9. Struktura účastníka [10]</i> | 27 |
| <i>Obr. 10. Struktura sběrnice spojky [14]</i> | 28 |
| <i>Obr. 11. Topologie sběrnice</i> | 31 |
| <i>Obr. 12. Topologie hvězda</i> | 31 |
| <i>Obr. 13. Topologie strom</i> | 31 |
| <i>Obr. 14. Kombinovaná topologie [18]</i> | 32 |
| <i>Obr. 15. Topologie oblast [10]</i> | 33 |
| <i>Obr. 16. Topologie více oblastí [10]</i> | 34 |
| <i>Obr. 17. Fyzická adresa [10]</i> | 35 |
| <i>Obr. 18. Přidělení fyzických adres</i> | 37 |
| <i>Obr. 19. Přenosový znak [19]</i> | 40 |
| <i>Obr. 20. Struktura telegramu KNX TP 1 [1]</i> | 40 |
| <i>Obr. 21. Křížové zabezpečení [10]</i> | 43 |
| <i>Obr. 22. Přenos telegramu [14]</i> | 43 |
| <i>Obr. 23. Telegram KNX PL 110 [10]</i> | 45 |
| <i>Obr. 24. Algoritmus metody CSMA/CA</i> | 48 |
| <i>Obr. 25. Význam ETS [18]</i> | 49 |
| <i>Obr. 26. Nastavení ETS</i> | 53 |
| <i>Obr. 27. Import produktové databáze / zařízení</i> | 54 |
| <i>Obr. 28. Úvodní okno pro vytvoření projektu</i> | 55 |
| <i>Obr. 29. Náhled prostředí ETS při editaci vlastností nového projektu</i> | 56 |
| <i>Obr. 30. Definování struktury objektu</i> | 58 |
| <i>Obr. 31. Katalog produktů (velvo) a vložení zařízení s využitím vyhledávače produktů</i> | 59 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Obr. 32. Dialog vlastnosti přístroje.....</i> | <i>60</i> |
| <i>Obr. 33. Konfigurace komunikačních objektů</i> | <i>62</i> |
| <i>Obr. 34. Nastavení tříúrovňové skupinové adresy.....</i> | <i>63</i> |
| <i>Obr. 35. Schéma zapojení úlohy č.1. reléový spínač [1]</i> | <i>71</i> |
| <i>Obr. 36. Reálné zapojení úlohy č.1. reléový spínač.....</i> | <i>71</i> |
| <i>Obr. 37. Nastavení tlačítek</i> | <i>73</i> |
| <i>Obr. 38. Přiřazení komunikačních objektů ke skupinovým adersám.....</i> | <i>74</i> |
| <i>Obr. 37. Okno autorunu.....</i> | <i>77</i> |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| <i>Tab. 1. Přehled médií [10]</i> | 17 |
| <i>Tab. 2. Druhy KNX RF zařízení [16]</i> | 25 |
| <i>Tab. 3. Formát dat vzhledem k aplikaci [19]</i> | 39 |
| <i>Tab. 4. Skladba potvrzení [10]</i> | 44 |

SEZNAM PŘÍLOH

P I Standardizované typy datových bodů

PŘÍLOHA P I: STANDARDIZOVANÉ TYPY DATOVÝCH BODŮ

| DATOVÝ TYP | POPIS | VELIKOST | POZNÁMKY |
|---------------|---------------------------|-----------|--|
| 1 | switch | 1 x bit | přepínač (VYP / ZAP) |
| 2 | dimming | 1 x bit | stmívání (VYP / ZAP) |
| 2 | relative dimming | 4 x bit | 0 = STOP, 1-7 tmavší, 8 = STOP, 9-15 světlejší |
| 2 | percentage value | 1 x byte | 0 = VYP, 255 = max |
| 3 | time | 3 x byte | čas (den, hodina, minuta, sekunda) |
| 4 | date | 3 x byte | datum (den, měsíc, rok) |
| 5 | KNX floating point values | 2 x byte | hodnota typu real (-273 ... +670,760°C, +-670,760 [Pa, mA, mV, atd.]) |
| 6 | value | 1 x byte | hodnota (0 - 255, 0% - 100%, 0 - 360°) |
| 7 | drive control | 1 x bit | řízení pohonu (nahoru / dolů) |
| | | 1 x bit | řízení pohonu (stop / start) |
| 7 | status diagram | 1 x bit | zastaveno, pohyb, krok nahoru, krok dolů |
| 8 | priority | 1 x bit | priorita |
| 9 | KNX floating point values | 4 x byte | plovoucí desetinná čárka (0 - 4294967295) |
| 10 | counter value 16 bit | 2 x byte | 16 bitový čítač (0 - 65535, -32768 ... +32767) |
| 11 | counter value 32 bit | 4 x byte | 32 bitový čítač (0 - 4294967295, -2147483648 ... +2147483647) |
| 12 | access control | 4 x byte | ovládání přístupu (byte kódovaný bit po bitu) |
| 13 | characters | 7 x bit | ASCII charakter |
| | | 8 x bit | ISO 8859-1 |
| 14 | counter value 8 bit | 1 x byte | 8 bitový čítač (0 - 255, -128 ... +127) |
| 15 | character string | 14 x byte | řetězec ASCII, nejvýše 23 znaků |