

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta elektrotechnická**

**Katedra telekomunikační techniky**

**Inteligentní instalace KNX a její ovládání**

**leden 2014**

**Student: Bc. Hana Kučerová**

**Vedoucí práce: Ing. Jaromír Hrad, Ph.D.**

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem zadanou diplomovou práci zpracovala sama s přispěním vedoucího práce a konzultanta a používala jsem pouze literaturu v práci uvedenou. Dále prohlašuji, že nemám námitek proti půjčování nebo zveřejňování mé diplomové práce nebo její části se souhlasem katedry.

Datum: 2. 1. 2014

-----

podpis studenta

## **Anotace:**

Tato diplomová práce se zabývá problematikou inteligentní elektroinstalace KNX, jejím ovládáním a vlastním návrhem aplikace do tabletu, respektive chytrého telefonu.

První část je teoretická a má poskytnout základní přehled o KNX elektroinstalaci, jejím použití a praktickém zapojení.

Druhá část je praktická. Poskytuje náhled do vývoje aplikace pro systém Android v tabletu, popř. chytrém telefonu, sloužící k ovládání inteligentní elektroinstalace ve výukovém centru CAT na fakultě elektrotechnické (FEL) ČVUT.

**Klíčová slova:** inteligentní elektroinstalace KNX, sběrnice KNX, akční člen, operační systém Android, tablet Samsung Galaxy Tab, knihovna Calimero

## **Summary:**

This diploma thesis with KNX installation, its control and own proposal to the tablet or more precisely smartphone.

The first theoretical part provides basic overview about KNX installation, the use and practical involvement.

The second practical part discusses about development of Android applications for tablet or smartphone used to control intelligent wiring in CAT training center in Faculty of Electrical Engineering (FEL) CTU.

**Index terms:** intelligent KNX installation, KNX BUS, actuating device, Android operating system, Samsung Galaxy Tab, Calimero library

# Obsah:

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>KNX technologie .....</b>	<b>2</b>
2.1	Technické parametry KNX.....	3
2.1.1	Sběrníkový kabel.....	3
2.1.2	Oblasti použití různých médií.....	4
2.1.3	Konfigurace .....	4
2.2	Asociace KNX.....	4
2.3	Certifikace výrobků .....	6
<b>3</b>	<b>ETS 4 (Engineering Tool Software) .....</b>	<b>7</b>
3.1	ETS Professional .....	8
3.2	KNX vzájemná spolupráce.....	9
3.3	Základní projektování v ETS.....	9
3.4	ETS 4 diagnostika.....	10
3.4.1	Diagnostika a vyhledávání chyb .....	10
<b>4</b>	<b>KNX přístroje na sběrnici.....</b>	<b>12</b>
4.1	Přístroj na sběrnici .....	12
4.2	Vnitřní struktura sběrníkové spojky .....	14
4.3	Stanovení typu aplikačního modulu .....	15
4.4	Parametry systému 2 a 7 .....	16
4.4.1	Kontrola přístupu .....	16
4.4.2	Sériové číslo.....	17
4.4.3	Styčné objekty.....	17
4.5	Funkce stmívání telegramem Start/Stop.....	17
4.6	Stmívání cyklickým telegramem .....	17
4.7	Funkce stmívací akční člen.....	17
4.8	Funkce snímač pro řízení žaluzií .....	18
4.9	Aplikace řízení pohonu.....	18
<b>5</b>	<b>KNX TP1 .....</b>	<b>20</b>
5.1	Topologie.....	20
5.2	Individuální adresa .....	20
5.2.1	Funkce hradla.....	21
5.3	Spojka .....	21
5.3.1	Typy a funkce spojek .....	21

5.4	Topologie – struktura v budově.....	23
5.5	Vyšší přenosová rychlost telegramů – IP síť.....	23
5.5.1	Meze pro použití IP router.....	24
<b>6</b>	<b>KNX TP1 Instalace .....</b>	<b>25</b>
6.1	Sítě bezpečného malého napětí.....	25
6.2	Síť bezpečného malého napětí SELV.....	25
6.3	Typy sběrnicových kabelů.....	25
6.4	Montáž kabelů .....	26
6.5	Sběrnicové přístroje v rozvodnicích.....	26
6.6	Jednotka napájecího zdroje.....	27
6.6.1	Napájecí zdroj pro dvě linie.....	28
6.6.2	Dva napájecí zdroje na jedné linii.....	28
6.7	Rozdělené napájecí zdroje.....	29
6.8	Datové přípojnice a kryty datových přípojníc .....	29
6.9	Sběrnicové kabely v instalačních krabicích.....	30
6.10	Standardizovaná TP1 sběrnicová svorkovnice .....	30
6.11	Zamezení vytváření smyček .....	31
6.12	Odolnost sběrnicových přístrojů.....	32
<b>7</b>	<b>Komunikace KNX.....</b>	<b>33</b>
7.1	Základní princip činnosti .....	33
7.2	Fyzická adresa .....	34
7.3	Skupinová adresa.....	35
7.4	Skupinové objekty .....	35
7.4.1	Příznaky .....	36
7.5	Užitečná data v telegramu TP1.....	37
7.6	Struktura bitů TP1 .....	37
7.7	Kolize telegramů.....	37
7.7.1	TP1 symetrický přenos .....	37
7.8	Superponovaná data a napájecí napětí.....	38
7.9	Připojení napájecího zdroje ke sběrnici TP1 .....	38
<b>8</b>	<b>KNX TP1 Telegram .....</b>	<b>39</b>
8.1	TP1 obecně .....	39
8.2	Struktura telegramu TP1.....	39
8.3	Kontrolní pole.....	40
8.4	Adresa příjemce.....	40

8.5	Ověřovací byte.....	40
<b>9</b>	<b>KNX Powerline PL110 .....</b>	<b>41</b>
9.1	Standardizace.....	41
9.2	Přenosová technika.....	41
9.3	Topologie/adresování .....	42
<b>10</b>	<b>Praktická část.....</b>	<b>44</b>
10.1	Způsob přístupu do KNX instalace .....	44
10.1.1	Přístup přes vlastní server .....	44
10.1.2	Ovládání přímo z mobilního zařízení.....	44
<b>11</b>	<b>Použité technologie .....</b>	<b>46</b>
11.1	KNX .....	46
11.2	Operační systém Android .....	46
11.3	Knihovna Calimero .....	48
11.4	Knihovna Falcon .....	48
<b>12</b>	<b>Popis aplikace.....</b>	<b>49</b>
12.1	Popis jednotlivých modulů .....	50
12.2	Komunikace.....	51
12.3	Úprava knihovny Calimero .....	54
<b>13</b>	<b>Základní konfigurace .....</b>	<b>57</b>
13.1	Instalace aplikace Android_KNX_Control .....	57
13.2	Popis souboru <i>Descr.xml</i> .....	58
13.3	Nastavení konfigurace podle projektu CAT učebny .....	59
<b>14</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>62</b>
<b>15</b>	<b>Přílohy.....</b>	<b>63</b>
15.1	Příloha A.....	63
15.1.1	ABB KNX instalace .....	63

## Seznam obrázků:

<i>Obrázek 2.1: Schematické značky oblastí použití KNX [1]</i> .....	2
<i>Obrázek 2.2: Logo KNX [1]</i> .....	5
<i>Obrázek 3.1: Logo ETS 4 [1]</i> .....	8
<i>Obrázek 4.1: Přístroj na sběrnici [3]</i> .....	12
<i>Obrázek 4.2: Vnitřní struktura sběrnice spojky [3]</i> .....	14
<i>Obrázek 4.3: Uživatelská funkce Snímač pro řízení žaluzií [3]</i> .....	18
<i>Obrázek 4.4: Aplikace řízení pohonu [3]</i> .....	18
<i>Obrázek 6.1: Zamezení vytváření smyček</i> .....	31
<i>Obrázek 7.1: Základní princip činnosti [3]</i> .....	33
<i>Obrázek 7.2: Fyzická adresa [3]</i> .....	34
<i>Obrázek 8.1: TP1 telegram [3]</i> .....	39
<i>Obrázek 10.1: Zapojení pro ovládání sítě KNX přímo z mobilního terminálu</i> .....	45
<i>Obrázek 11.1: Základní stavba systému Android</i> .....	47
<i>Obrázek 12.1: Všechny úrovně menu</i> .....	49
<i>Obrázek 12.2: Testovací konfigurace KNX sítě</i> .....	50
<i>Obrázek 12.3: Načtení konfiguračního souboru</i> .....	52
<i>Obrázek 12.4: Zobrazení všech typů prvků</i> .....	52
<i>Obrázek 12.5: Zobrazení všech prvků daného typu</i> .....	53
<i>Obrázek 12.6: Odesílání KNX zprávy</i> .....	53
<i>Obrázek 12.7: Příjem KNX zprávy</i> .....	54
<i>Obrázek 13.1: Příklad prvku světla z dokumentace CAT</i> .....	60
<i>Obrázek 13.2: Příklad prvku pohybu dveří z dokumentace CAT</i> .....	60
<i>Obrázek 13.3: Příklad prvku EZS z dokumentace CAT</i> .....	61

## **Seznam tabulek:**

<i>Tabulka 2.1.1: Oblast použití jednotlivých médií [3]</i> .....	4
<i>Tabulka 4.3.1: Přehled základních typů PEI [3]</i> .....	16
<i>Tabulka 4.3.2: Základní parametry systémových profilů KNX [3]</i> .....	16
<i>Tabulka 6.6.1: Délky kabelu [3]</i> .....	28
<i>Tabulka 7.4.1: Příznaky [3]</i> .....	36
<i>Tabulka 8.2.1: Struktura telegramu TP1 [3]</i> .....	39
<i>Tabulka 8.3.1: Kontrolní pole telegramu TP1 [3]</i> .....	40



# 1 Úvod

Pro zvýšení komfortu bydlení se v poslední době začaly hojně využívat inteligentní elektroinstalace. V dnešní době toto není výsadou jen velkých rozlehlých staveb se stovkami koncových bodů, ale i bytů a soukromých domů, jejichž majitel je ochoten investovat do těchto instalací.

Zároveň s rozvojem mobilních zařízení (např. tabletů, mobilních telefonů atd.), se nabízí možnost propojení těchto technologií a zvýšit tak přidanou hodnotu systému. Uživatelé se tak nabízí pohodlné ovládání jeho domácnosti nebo celého komplexu budovy z jeho mobilního telefonu nebo "polo" mobilního zařízení zavěšeného na stěně.

Z pohledu programátora přináší rychlejší vývoj aplikace ve známém a rozšířeném operačním systému (např. Android, iOS, Windows Mobile atd.), jednoduchý přístup k periferiím mobilního zařízení pomocí API daného operačního systému. Odpadá tedy složitý vývoj kontrolního zařízení a složitá implementace vlastního operačního systému. V případě volby zařízení bez operačního systému by se brzo objevily problémy např. s rozšiřitelností nebo grafickým uživatelským rozhraním apod.

V době vzniku této práce již existovalo několik projektů ovládající inteligentní instalace pomocí mobilních zařízení (např. Domotica, Domus, SmartHome atd.) Jedná se převážně o systémy KNX sběrnice, ale lze nalézt i projekty pro komunikační sběrnice jiných firem (proprietární řešení).

Jako zajímavost chci uvést, že firma ABB, nabízející inteligentní elektroinstalace na bázi KNX sběrnice, neměla v roce 2012 takovouto uživatelskou aplikaci vyvinutou a teprve na ní pracovala. To svědčí o poměrně novém trendu využití mobilních zařízení k ovládání elektroinstalace budov.

Veškeré teoretické informace v první části této práce, které se týkají instalace KNX a jejího ovládání, jsou převzaty z [1], [2], [3]. Mají poskytnout stručný přehled o KNX elektroinstalaci, jejím vzniku a v neposlední řadě má tento materiál sloužit jako podrobnější manuál pro instalaci KNX.

Druhá část je praktická. Poskytuje náhled do vývoje aplikace pro systém Android pro tablet, telefon pro ovládání inteligentní elektroinstalace ve výukovém centru CAT na fakultě elektrotechnické (FEL) ČVUT.

## 2 KNX technologie

KNX je celosvětově rozšířený standard pro všechny aplikace v domácnosti a v řízení budov. Tato technologie může být použita v nových ale i ve stávajících domácnostech a budovách. KNX sběrnice (=bus) slouží (zjednodušeně řečeno) k přenosu dat, která slouží k řízení jednotlivých částí budovy.

Tato norma je založena na více než dvacetileté zkušenosti na trhu mimo jiné s předešlými standardy: EIB, EHB a BatiBus. Více než 200 členských společností po celém světě z různých aplikačních oblastí má téměř 7000 KNX certifikovaných výrobků ve svých katalozích.

Všechna KNX média, na která jsou všechna zařízení (symetrický pár, rádiová frekvence, silové kabely nebo IP/Ethernet) připojena, jsou schopna vyměňovat si informace. Sběrnice se používá pro řízení a ovládání senzorů nebo akčních členů uvnitř budov, například pro:

- osvětlení
- žaluzie/rolety
- zabezpečovací systémy
- řízení spotřeby energie
- kontrolu vody
- topení
- větrání a klimatizační systémy
- signalizační a monitorovací systémy
- rozhraní pro obsluhu a ovládání systémů v budově
- dálkové ovládání
- měření
- audio/video ovládání

Všechny tyto funkce mohou být ovládány, monitorovány bez dalších speciálních řídicích center. [1]



Obrázek 2.1 : Schematické značky oblastí použití KNX [1]

KNX je jediný globální standard pro domácí a stavební řízení s

- jediným, výrobně nezávislým designem a nástrojem uvedeným do provozu (ETS)
- kompletní sadou podporovaných komunikačních médií (TP,PL,RF, IP)
- kompletní sadou podporovaných konfiguračních režimů

KNX je schválen jako

- evropská norma (CENELEC EN 50090 a CEN EN 13321-1)
- mezinárodní norma (ISO/IEC 14543-3)
- čínský standard (GB/Z 20965)
- US standard (ANSI/ASHRAE 135)

## 2.1 Technické parametry KNX

Nejrozšířenějším používaným médiem obecně je symetrický pár a pro něj se řídící kabel klade souběžně se silovým kabelem 230 V. To znamená, že:

- potřeba silových kabelů ve srovnání s klasickými metodami instalací je nižší, když sběrnice přístroje jsou uspořádány decentralizovaně
- zvyšuje se počet možných systémových funkcí
- zvyšuje se přehlednost instalací

Není tedy třeba centrální řídicí jednotka (např. PC), protože všichni sběrnice účastníci mají vlastní inteligenci. Proto je možné využití KNX jak pro malé instalace (byty), tak pro velké projekty (hotely, správní budovy).

### 2.1.1 Sběrnice kabel

- propojuje ovládací prvky s ovládanými předměty (akční členy a snímače)
- ve většině případů napájí sběrnice přístroje

S ohledem na flexibilitu techniky KNX se může instalace KNX snadno přizpůsobit měnícím se životním okolnostem a potřebám uživatele.

KNX lze také realizovat na stávajícím vedení 230 V (přenosové médium „PowerLine“), ale i rádiovým přenosem („přenosové médium KNX Radio Frequency“) a po Ethernetu („přenosové médium KNX IP“). Stejně tak je možný přenos telegramů KNX přes příslušná rozhraní na jiná média, např. optická vlákna.

Existuje jedno řešení přenosového média po symetrickém páru (Twisted Pair 1) a jedno přenosové médium Power Line (Power Line 110), a dále jedno RF a jedno IP řešení. Pokud se navzájem spojují odlišná média, je nutné vždy použít příslušných mediálních spojek. Podporované médium je uvedeno na výrobním štítku přístroje.

## 2.1.2 Oblasti použití různých médií

Nosič	Přenos	Oblast využití
Symetrický pár	samostatný ovládací kabel	nové instalace a rozsáhlé renovace - <i>nejvyšší úroveň spolehlivosti přenosu</i>
Powerline	existující síť *)	v místech, kde není žádoucí vést přídatný ovládací kabel vedle vedení 230 V
RF	vf přenos	v místech, kde není možné nebo žádoucí klást kabely
IP	Ethernet	rozsáhlé instalace, kde je nezbytný velmi rychlý provoz na páteřní linii

Tabulka 2.1.1: Oblast použití jednotlivých médií [3]

\*) střední vodič je pro činnost PL 110 nezbytný

## 2.1.3 Konfigurace

Podle toho, co je vyznačeno na štítku výrobku, lze přístroje konfigurovat (tzn. logicky spojovat a nastavit parametry) konfiguračními režimy:

- a) *easy režimem (E)* – nekonfiguruje se pomocí PC, ale centrálním kontrolérem, tlačítky. Tento druh konfigurace je určen pro kvalifikovaného dodavatele se základní znalostí sběrníkové technologie. Přístroje kompatibilní s tímto režimem mají obvykle omezenou funkčnost a jsou určeny pro malé až středně velké instalace.
- b) *systemovým režimem (S)* – projektování instalace a konfigurace prostřednictvím PC s nainstalovaným softwarem ETS, jehož produktové databáze jednotlivých výrobců se vkládají do databáze ETS. Tento druh konfigurace je určen pro projektanty a techniky s certifikací pro KNX, a především se používá pro rozsáhlejší instalace.

## 2.2 Asociace KNX

Asociace KNX má sídlo v Bruselu a byla založena v r. 1999 jako sdružení tří bývalých evropských asociací na podporu inteligentních aplikací pro domy a budovy, totiž:

- BCI (Francie) – podporovala systém Batibus
- EIB Association (Belgie) – podporovala systém EIB
- European Home Systems Association (Nizozemsko) – podporovala systém EHS

Stanovila si tyto cíle:

- definování nového, skutečně otevřeného standardu „KNX“ pro inteligentní aplikace pro domy a budovy
- vytvoření obchodní značky KNX jako značky pro kvalitu a komunikaci mezi přístroji různých dodavatelů
- stanovení KNX jako evropské a celosvětové normy

KNX asociace je tvůrcem a vlastníkem technologie KNX. Pro členy Asociace KNX systému je tato technologie zdarma, navíc může být realizována na jakékoliv procesorové platformě. Všechny výrobky nesoucí logo KNX jsou certifikovány, aby byla zaručena kompatibilita systému, síťové propojení a interoperabilita. [2] Asociace má partnerské dohody s více než 30 000 instalačními společnostmi ve sto zemích světa a více než šedesát technických vysokých škol a více než 150 školicích středisek.

Asociace KNX bude dlouho poskytovat podporu předchozím systémům Batibus, EIB a EHS jak bude nezbytné, včetně certifikace podle již zmiňovaných standardů Batibus, EIB a EHS. Protože EIB je zpětně kompatibilní s KNX, může být většina přístrojů označena dvojím logem KNX a EIB.

Při svém založení se skládala z 9 členů. Tento počet se však mezitím (stav k listopadu 2010) zvýšil na více než 200, včetně firem, které předtím nebyly členem žádné z předchozích asociací. Tyto firmy reprezentují více než 80 % evropského trhu instalačních přístrojů. Aktuální seznam je k dispozici na webových stránkách organizace: [www.knx.org](http://www.knx.org)



Obrázek 2.2: Logo KNX [1]

### **Dřívější sdružení:**

- klub Batibus byl začleněn do národní skupiny KNX Francie
- asociace KNX převzala vývoj a prodej potřebných KNX programových prostředků z asociace EIBA Brusel. Obsahuje také ETS (Engineering Tool Software)
- EHSA byla integrována do struktur KNX

Koncem roku 2003 byly standardy KNX odsouhlaseny v CENELEC (European Committee of Electrotechnical Standardisation) jako evropská norma pro elektronické systémy pro domy a budovy, součást řady norem EN 50090. KNX standardy byly odsouhlaseny také v CEN (EN 13321-1 pro media a protokol a EN 13321-2 pro KNXnet/IP). Koncem roku 2006 byl KNX systém odsouhlasen rovněž jako celosvětová norma (ISO/IEC 14543-3). V roce 2007 byl zpracován čínský překlad této mezinárodní normy, vycházející z britského stavu GB/Z vydaného jako GB/Z 20965.

## **Cíle:**

- a) definování zkušebních a kvalitativních norem pracovními a expertními skupinami (KNX specialisté)
- b) technická linka podpory pro výrobce vyvíjející přístroje kompatibilní s KNX
- c) Vydávání obchodních značek KNX na základě specifikací podle KNX certifikačního procesu
- d) národní i mezinárodní normalizační aktivity
- e) podpora školení opatřeními k certifikaci školicích center
- f) technická podpora (stránky web, veletrhy, tiskoviny)
- g) podpora při zakládání národních skupin
- h) vědeckí partneři z vyšších technických škol a univerzit
- i) podpora při specifikaci prací, podpoře, certifikaci dřívějších systémů

## **2.3 Certifikace výrobků**

KNX asociace provozuje systém certifikace pro veškeré svoje produkty, aby zajistila kvalitu a interoperabilitu všech stavebních prvků systémového inženýrství (na základě standardu KNX) a vydává KNX obchodní ochrannou známku.

### **Požadavky splnění:**

Pokud chce člen Asociace KNX označit vyvinutý výrobek ochrannou známkou musí splnit následující požadavky:

- a) systém kvality odpovídající normě ISO 9001
- b) evropský standard EN 50090-2-2 3
  - i. zahrnující aspekty jako EMC, elektrickou bezpečnost, podmínky pro životní prostředí všech sběrníkových výrobků) a odpovídající výrobní standard

Dodržování předpisů může být prokázáno KNX asociací předložením prohlášení CE.

- c) Svazek 3 a 6 z KNX specifikace, tvořený dříve z nástrojů a funkcí protokolu KNX, výpis povolených profilů KNX sestávajících se z nástrojů již zmíněných
- d) KNX vnitřní podmínky standardizovaných datových typů a schválených funkčních bloků

### 3 ETS 4 (Engineering Tool Software)

Jedná se o nezávislý konfigurační software, který slouží jako nástroj pro vytváření konfigurace inteligentního domu spolu s KNX systémem. Tento software umožňuje vytvořit jednotnou představu o celém domě, nastavit parametry jednotlivých akčních členů, nahrát do nich požadované konfigurační povely, zkontrolovat jejich funkčnost a v neposlední řadě také najít závady a případně je opravit.

ETS software má několik výhod:

- 1) garantuje maximální kompatibilitu s KNX standardem
- 2) všechny produkty vedené jako certifikované produkty KNX mohou být importovány do ETS
- 3) kompatibilita ETS pro vytváření dat a projektů je zajištěna ukládáním práce a vyžadováním editování
- 4) kdekoli na světě se používá jednotný ETS nástroj pro jakýkoliv KNX projekt a pro jakékoliv KNX certifikované zařízení, výměna závislých dat je garantována

KNX systém má více než dvacetiletou historii. V tomto období vzniklo několik verzí softwaru ETS:

- 1) *ETS* 1993-1996
- 2) *ETS2* 1996-2004
- 3) *ETS3* 2004-2010
- 4) *ETS4* 2010-?

Nejnovější verze, ETS4, je kompatibilní s ETS3 a ETS2. Veškerá data a KNX projekty z dřívějších verzí ETS mohou být zpracovány bez problémů. Současná verze ETS4 je k dispozici ve třech verzích:

- 1) *ETS Lite* – malé a středně velké projekty, pro členy KNX, plná funkce, max. 20 přístrojů
- 2) *ETS Demo* – bezplatná verze, testovací verze programu, slouží pro malé projekty, max. 3 přístroje
- 3) *ETS Professional* – plná placená verze, všechny dostupné funkce – plánování a vytváření projektů, vytváření projektové dokumentace, diagnostika a řešení problémů, bez omezení počtu přístrojů

ETS4 Professional je nástupcem ETS3 a poskytuje podporu při realizaci automatizace budov a domácností, a také v plánování následujících fází a úloh jako jsou projektové plánování a návrh realizace, ve vytváření projektové dokumentace, při diagnostice a řešení problémů a jejich odstraňování.

## 3.1 ETS Professional



Obrázek 3.1: Logo ETS 4 [1]

Pro uživatele, kteří již absolvovali certifikační školení, verze není omezená v počtu instalovaných přístrojů ani v počtu projektů, umožňuje také konfiguraci, respektive údržbu instalace se vzdáleným přístupem (internet – označení iETS)

Lze ho bezplatně stáhnout a nainstalovat z webových stránek KNX asociace, avšak uživatel musí mít založený osobní účet na KNX on-line shop, po instalaci lze software využívat s omezenou funkcionalitou, která dovoluje vytvářet projekty vždy maximálně se třemi přístroji programovatelnými po sběrnici

Plně funkční je až po aktivaci licenčním klíčem, lze ho zakoupit v on-line shopu asociace KNX

### Typy klíčů:

- a) *klíč závislý na PC* – aktivuje licenci pouze na tom PC, ve kterém byl instalován ETS s touto licencí
- b) *klíč nezávislý na PC* – tento klíč není závislý na HW PC, je vázán na HW klíč „dongle“, který je nutné také objednat v asociaci KNX, tento klíč musí být vložen do USB vstupu počítače

Možnost zakoupit verzi ETS Lite – umožňuje vytvářet projekty nejvíce s 20 přístroji

*Další SW pro práci s KNX :*

- Plug-in software
- obecné vizualizační softwary
- vizualizační software pro specializační výrobky jednotlivých výrobců

*ETS Apps - přídavné aplikační programy k ETS*

- moje šablony výrobků
- přídavné přejmenování a přidání výrobků
- štítky
- sledování projektu
- nástroj pro školicí centra
- Editace přístrojů – pouze pro členy Asociace KNX



- Čtení přístrojů
- Porovnání s projektem
- Přesun skupin
- Rekonstrukce
- Přesun adres

## 3.2 KNX vzájemná spolupráce

přenosové médium	sběrniceová spojka	aplikační moduly	aplikační software	projektování, nahrávání, servis, diagnostika	instalace různých funkcí
------------------	--------------------	------------------	--------------------	--	--------------------------

Přístroje od různých výrobců používají tytéž konfigurační mechanismy a mohou být začleněny do funkční instalace.

Přístroje obvykle vysílají standardní telegramy, ale existují také přístroje, které podporují nový formát telegramů. Užitečná data v telegramech jsou určena pro různé funkce (např. spínání, stmívání, řízení žaluzií, vytápění, větrání, klimatizace atd.) a použití předem určených formátů je závazné pro certifikaci.

Předpokládá se, že v budoucích verzích softwaru ETS (Engineering Tool Software) bude možné používat přístroje, které nebyly dosud nakonfigurovány v režimu S.

## 3.3 Základní projektování v ETS

*Postup při projektování systémové instalace KNX :*

- a) sestavit přehled funkcí + popis funkcí
- b) rozhodnout, co bude a co nebude s KNX
- c) zvážit možnosti budoucích úprav v instalaci
- d) vzít v úvahu speciální funkce napájení (např. UPS)
- e) odhadnout počet přístrojů
- f) vymežit rozmístění přístrojů v objektu
- g) odhadnout délku sběrniceového kabelu
- h) vypočítat počet linií a oblastí
- i) sestavit topologii instalace (umístění napájecích zdrojů atd.)

*Vytváření projektu prostředky ETS:*

- a) založit projekt se základními údaji
- b) vytvořit strukturu budovy a rozmístění rozvaděčů a vložit přístroje do místností a rozvaděčů (mimo místnosti)

- c) nastavit požadované parametry přístrojů KNX
- d) vytvořit strukturu skupinových adres
- e) skupinové adresy přiřadit skupinovým objektům
- f) upravit topologické uspořádání a individuální adresy
- g) zkontrolovat, vytisknout a exportovat projekt

*Postup při zprovoznování systémové instalace KNX:*

- a) sběrnici propojit všechny přístroje KNX, zkontrolovat dle topologického uspořádání
- b) zapojit a zkontrolovat silové obvody
- c) lokálně naprogramovat rozhraní (USB, RS232...)
- d) naprogramovat liniové spojky (křížově, od nejbližšího)
- e) naprogramovat individuální adresy všem ostatním účastníkům
- f) z ETS odeslat aplikační programy všem ostatním účastníkům
- g) odzkoušet všechny funkce
- h) upravit nastavení parametrů podle požadavků na způsob provozu

## **3.4 ETS 4 diagnostika**

### **3.4.1 Diagnostika a vyhledávání chyb**

Pokud instalace KNX ještě nepracuje optimálně, měly by být chyby co nejrychleji nalezeny a odstraněny. Proto je důležité všechny vzniklé problémy co nejpřesněji popsat. Aby bylo možné chyby nalézt, je velmi důležitá detailní a zcela aktuální dokumentace.

Protože diagnostické funkce ETS vyžadují přímý přístup na sběrnici, musí být PC nebo notebook propojen s instalací KNX prostřednictvím rozhraní (USB, RS232 nebo IP).

Při vyhledávání chyb je nanejvýše užitečné postupovat systematicky. Nejprve by se mělo potvrdit, že se chyba nenachází v silové části (230/400 V) instalace (např. vadné světelné zdroje nebo chybné propojení kabelů).

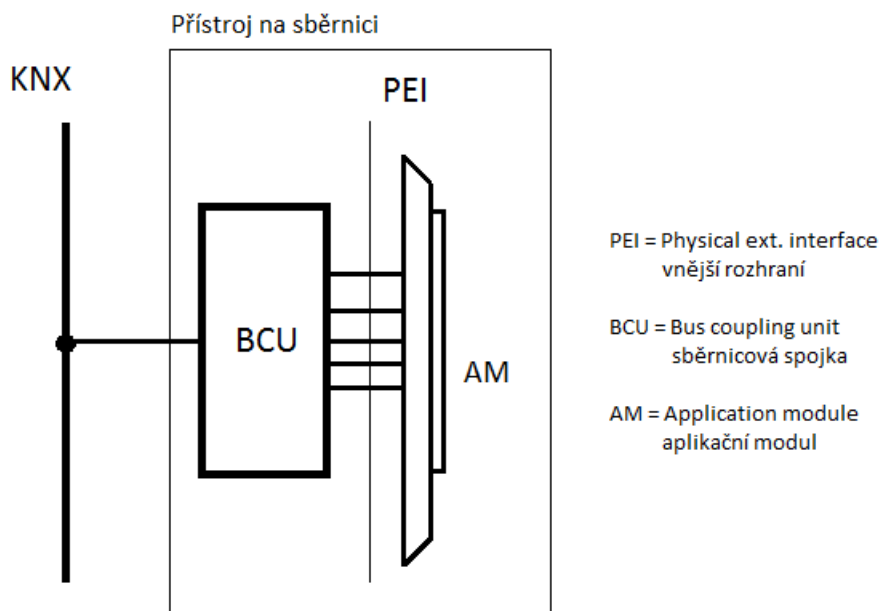
Po stanovení funkce, která není správně provozována, je nutné postupovat s vyhledáváním chyby od vysílajícího účastníka (snímače) krok za krokem, až k přijímajícímu účastníkovi (akční člen). Jedině tak lze odstranit závadu.

*Diagnostika systémové instalace KNX:*

- a) popis nesprávných funkcí
- b) ověření napájení sběrnice a připojení sběrnicevého kabelu
- c) prověření existence přístrojů
- d) nahrání a analýza telegramů
- e) prověření aplikací, parametrů a skupinových adres
- f) prověření informací o přístrojích
- g) odeslání telegramů
- h) on-line diagnostika instalace a diagnostické nástroje

## 4 KNX přístroje na sběrnici

### 4.1 Přístroj na sběrnici



Obrázek 4.1: Přístroj na sběrnici [3]

Účastník na sběrnici (např. stmívací a spínací nebo žaluziový akční člen...) se skládá v principu ze tří částí:

- sběrnicevá spojka (BCU)
- aplikační modul (AM)
- aplikační program (AP)

Sběrnicevá spojka a aplikační modul se nabízí buď odděleně, nebo společně v jednom krytu. Oba díly ale musí být od stejného výrobce. Při oddělené dodávce se sběrnicevá spojka (BCU) a aplikační modul spojí prostřednictvím standardizovaného aplikačního rozhraní PEI. Toto rozhraní může být desetipólové nebo dvanáctipólové a slouží k:

- výměně hlášení mezi oběma částmi (5 pólů)
- proudovému napájení aplikačního modulu (2 póly)

Některé aplikační moduly smí být připojeny pouze k určitému typu sběrnicevé spojky. Je-li sběrnicevá spojka dodávána jako samostatná část sběrnicevého přístroje, ve většině případů se jedná o konstrukci přístroje pro montáž do stěny. V případě přístrojů pro TP1 je

většinou spojení se sběrnici zajištěno standardizovanou sběrníkovou svorkovnicí (tmavě šedá/červená), u rozváděčových přístrojů kontakty a datovou přípojnici.

Pokud je sběrníková spojka nedílnou součástí účastníka na sběrnici, byla výrobcem přístroje zabudována do tohoto účastníka na sběrnici buď přes BIM (Bus Interface Module), nebo čipovou sadou výrobce sběrníkového přístroje. BIM vznikla na principiálně ze sběrníkové spojky tak, že byly vynechány kryty a některé další součásti. Naproti tomu čipová sada se skládá z jádra BIM, tedy kontroléru a přenosového modulu.

Sběrníkové spojky se nyní nabízejí k připojení ke dvěma médii: symetrický pár 1 (SELV 32 V) nebo Powerline 110 (silnoproudá síť). Rádiová (RF) sběrníková spojka není k dispozici: KNX RF kompatibilní přístroje jsou integrovanými řešeními.

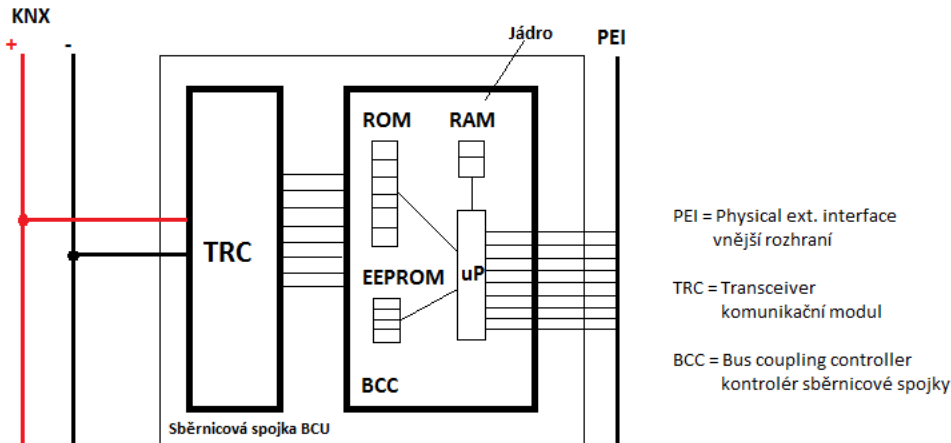
Každý účastník na sběrnici má vlastní inteligenci integrovanou v BCU: to je důvod, proč KNX funguje jako decentralizovaný systém a nepotřebuje centrální řídicí jednotku (např. PC). Centrální funkce (např. dohled) lze v případě potřeby zjistit vizualizačním a kontrolním softwarem na počítačích.

Účastníky na sběrnici lze principiálně rozdělit do tří skupin: snímače, akční členy a kontroléry. V případě snímače předává aplikační modul informace sběrníkové spojce. Tato data jsou v BCU kódována a odesílána na sběrnici. BCU proto v pravidelných intervalech kontroluje stav aplikačního modulu. U akčního členu BCU přijímá telegramy ze sběrnice, dekóduje je a předává zasílané informace aplikačnímu modulu. Kontrolér ovlivňuje vzájemné působení snímačů KNX a akčních členů (např. logický modul).

S režimem S kompatibilní přístroje KNX obdrží svoji specifickou funkci nahráním aplikačního softwaru odpovídajícího aplikačnímu modulu tohoto přístroje do (univerzální) sběrníkové spojky (využitím ETS). Tlačítko kompatibilní s režimem S, nasazené na sběrníkovou spojku pod omítku, může vytvářet stmívací signály teprve poté, až bude do BCU uložen vhodný aplikační program prostřednictvím ETS.

U přístrojů KNX kompatibilních s režimem E se přístroj dodává většinou s nainstalovaným aplikačním programem. Propojení takovýchto KNX přístrojů a nastavení odpovídajících parametrů probíhá příslušnými hardwarovými nastaveními z centrálního kontroléru.

## 4.2 Vnitřní struktura sběrnice spojky



Obrázek 4.2: Vnitřní struktura sběrnice spojky [3]

Sběrnice spojka (= komunikační bod) KNX se skládá ze dvou částí: z kontroléru a přenosového (komunikačního) modulu. Při výpadku elektrické energie dochází k přepisu dat z RAM do EEPROM (resp. FLASH u novějších přístrojů). V paměti ROM je uložen základní program (firmware), do RAM se ukládají data, která se mohou ztratit, a do EEPROM zapisujeme aplikační program, pokud existuje paměť FLASH, tak se zapisuje do ní.

V různých typech paměti mikroprocesoru uvnitř kontroléru se ukládají data:

- 1) *systemový software* – různé standardizované KNX systémové softwarové profily se identifikují podle „verze masky“ nebo podle „přístrojového deskriptoru typu 0“, verze masky je tvořena dvěma byty, kde:
  - a) první číslice  $y$  udává médium – 0 = TP1 , 1= PL110, 2=RF, 5= KNXnet/IP, softwarové profily neobsahují vždy všechna média
  - b) předposlední číslice  $x$  udává aktuální verzi softwarového profilu ETS je informována o níže uvedených systémových profilech následujícími verzemi masek:
    - $y01xh$  = systém 1 (dříve označovaný jako BCU1)
    - $y02xh$  = systém 2 (dříve označovaný jako BCU2)
    - $y70xh$  = systém 7 (dříve označovaný jako BIM M 112)
    - $y300h$  =LTE

- 091 xh = TP1 liniová/oblastní spojka
- 190 xh = mediální spojka TP1-PL110
- 2010h = RF obousměrné přístroje – nelze nastavovat prozatím pomocí ETS
- 2110h = RF jednosměrné přístroje – nelze prozatím nastavovat pomocí ETS

Systémový software je většinou uložen v paměti ROM nebo Flash a většinou jej nelze přepsat.

- 2) *dočasné hodnoty* systému a aplikace jsou většinou uloženy v paměti RAM a vymažou se (pokud nejsou zálohovány v paměti EEPROM nebo Flash před výpadkem napájení)
- 3) *aplikační program*, individuální a skupinové adresy se většinou ukládají do EEPROM nebo Flash paměti a mohou být přepisovány

U přístrojů kompatibilních s režimem S poskytuje výrobce projektantovi aplikační program ve formě databáze ETS, který jej potom nainstaluje do příslušného přístroje. Výrobní kód aplikačního programu a sběrnice spojky musí být identický, aby bylo možné nahrát aplikační program.

U přístrojů pro režim E přístroj oznámí svoji podporovanou funkcionalitu (týká se to podporovaných easy kanálů) prostřednictvím přístrojového deskriptoru 2.

Přenosový modul TP1 má následující funkce:

- oddělení, resp. směšování stejnosměrného napětí a přenášených dat
- ochrana proti přepólování
- vytvoření stabilizovaného napětí 5 V, resp. 24 V
- požadavek na zálohování dat při napětí pod 18 V kanálem Uložit
- spouštění resetu procesorů při poklesu napětí pod 4,5V
- ovládání vysílání a příjmu
- logika vysílání a příjmu

### 4.3 Stanovení typu aplikačního modulu

Podle odporu (typ R) v aplikačním modulu je sběrnice spojka schopna přes pól č. 6 PEI detekovat, zda aplikační modul namontovaný na BCU patří k nahranému aplikačnímu programu. Pokud R-typ neodpovídá vymezenému aplikačnímu programu, sběrnice spojka automaticky zastaví aplikační program.

Typ	Napětí [V]	Funkce
0	0,00	žádný aplikační modul není připojen
2	0,50	4 binární - (analogové) vstupy, 1 binární výstup
4	1,00	2 binární (analogové) vstupy, 2+1 binární výstup
6	1,50	3 binární (analogové) vstupy, 1+1 binární výstup
12	3,00	sériově synchronní
14	3,50	sériově synchronní pevná délka
16	4,00	sériově asynchronní
19	4,75	4+1 binární výstupy
20	5,00	nahrávání aplikačního programu

Tabulka 4.3.1: Přehled základních typů PEI [3]

## Základní systémové profily KNX

	Systém 1	Systém 2/7
maximální počet skupinových objektů	12	255
maximální počet skupinových adres	64	254
podpora styčných objektů	ne	ano
podpora sériového čísla	ne	ano
podpora řízení přístupu	ne	ano

Tabulka 4.3.2: Základní parametry systémových profilů KNX [3]

Technologie systému 1 je první generací KNX přístrojů. Výrobky založené na Systému 1 a Systému 7, jsou v současnosti k dispozici na trhu. Technika systému 7 je vhodná především pro použití u sběrniceových přístrojů s komplexnějšími řešeními, která plní centralizované funkce (např.: aplikační moduly, rozhraní). Aplikační programy vyvinuté pro techniku Systému 1 mohou být také nahrány do přístrojů Systému 2.

## 4.4 Parametry systému 2 a 7

### 4.4.1 Kontrola přístupu

Pokud chceme využít nástroj přístupu k paměti přístrojů systému 2 a systému 7 (zápis nebo čtení), musíme nejdříve zadat autorizaci klíčem o velikost 4 bytů. Výrobce může pro přístroj systému 7 umožnit využití až 16 klíčů, pro přístroj systému 2 až 4 klíče, avšak některé z nich jsou rezervovány pro přístup k systémově důležité paměti (kromě jiného pro přístup nejvyšší úrovně 0) a z tohoto důvodu nebudou sděleny zákazníkovi. Od verze ETS2 V1.1 lze tyto mechanismy pro kontrolu přístupu použít u výše uvedených typů přístrojů. Kontrola přístupu se nevztahuje na normální komunikaci s využitím skupinových adres. V takovémto případě je přístup možný vždy.



## 4.4.2 Sériové číslo

Přístroje systému 2 a systému 7 jsou vybaveny sériovým číslem. Toto číslo, kterým je každý přístroj vybaven, dovoluje zapsání nebo přečtení individuální adresy přístroje bez potřeby stisknout programovací tlačítko tohoto přístroje. Tato vlastnost však ještě není podporována prostředky ETS.

## 4.4.3 Styčné objekty

Styčné objekty obsahují určité systémové a aplikační vlastnosti (např.: tabulka adres, parametry...), které lze načíst nebo zapsat programovacím nástrojem (např.: ETS během programování) bez otevřené znalosti paměťové mapy přístroje. Koncový uživatel ETS s těmito objekty nemůže manipulovat.

## 4.5 Funkce stmívání telegramem Start/Stop

Dobou stisku tlačítka se vymezuje, zda se aktivuje spínací nebo stmívací funkce. Bude-li tlačítko stisknuto kratší dobu než  $t_2$  (např. <500 ms), bude odeslán spínací telegram. Pokud bude doba stisku delší než  $t_2$ , bude odeslán telegram stop stmívání. Doba  $t_1$  je určena pro odskoky kontaktu tlačítka.

Spínací a stmívací telegramy jsou odesílány s odlišnými skupinovými adresami, aby se ve stmívacím akčním členu dosáhlo správného vykonání požadovaných funkcí.

## 4.6 Stmívání cyklickým telegramem

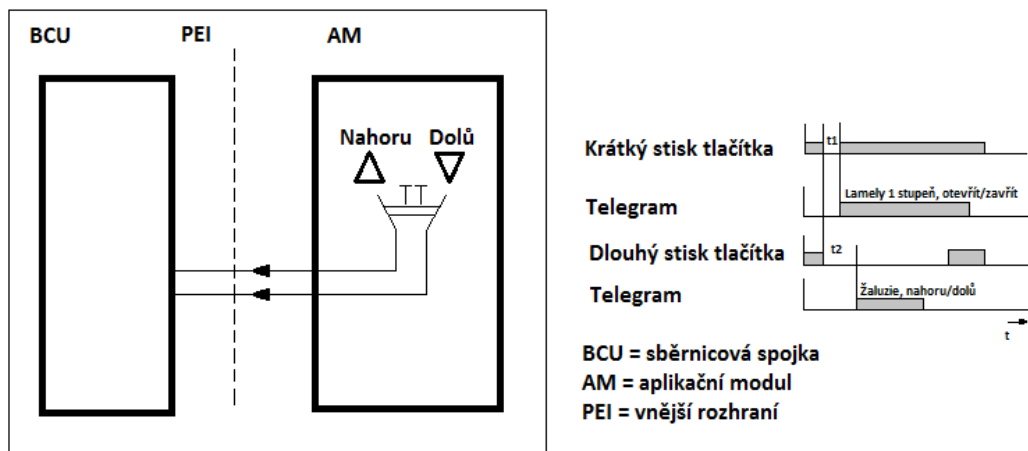
V případě infračerveného řízení může být světelný paprsek přerušen, pokud někdo svým průchodem tento paprsek přeruší. Aby se vyloučil stav, v němž by stmívací akční člen nepřijal telegramy (např. telegram stop), ve většině případů se volí nastavení pro odesílání cyklických stmívacích telegramů, a to během parametrizace infračerveného ovládání. Infračervený snímač při tomto nastavení odesílá telegram „změnit jas o 12,5%“. Důsledek ztráty takového telegramu není tak závažná, jako by bylo ztráta jednorázově odeslaného telegramu stop.

## 4.7 Funkce stmívací akční člen

Sběrníková spojka BCU zvětší, resp. zmenší digitální hodnotu jasu během doby stmívání s parametrizovanou rychlostí stmívání. Hodnota jasu je stále předávána do posuvného registru (PR) v aplikačním modulu.

8 bitové datové slovo připouští 256 stupňů jasu. Datové slovo se předává digitálně analogovému převodníku (DAP), který je převádí na řídicí napětí 0-10 V. Stmívateľný elektronický předradník využívá toto napětí pro řízení emise světla zářivky. Výkonový spínač v aplikačním modulu je určen pro zapínání a vypínání napájecího napětí.

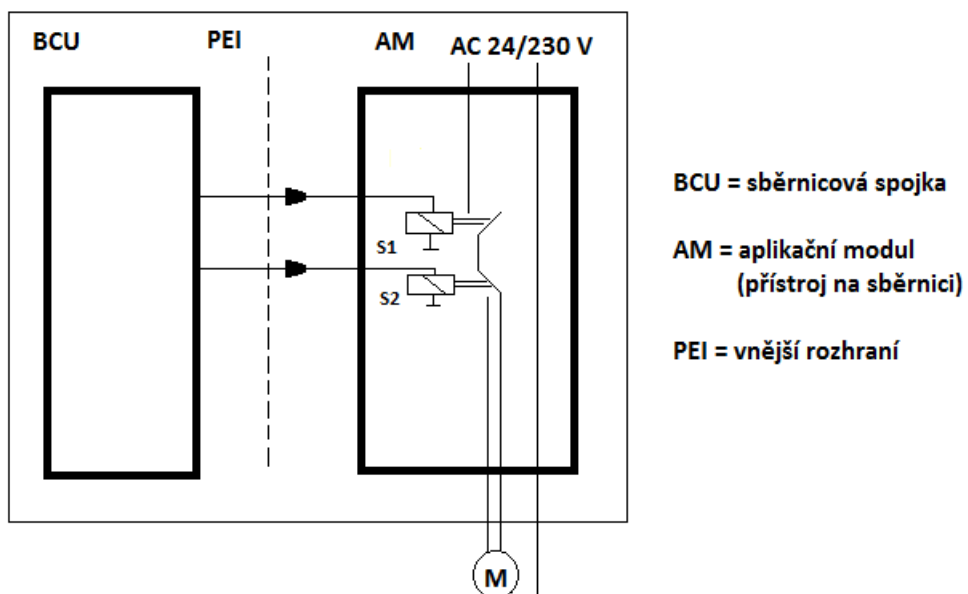
## 4.8 Funkce snímač pro řízení žaluzií



Obrázek 4.3: Uživatelská funkce Snímač pro řízení žaluzií [3]

Doba  $t_2$  (např. 500 ms) slouží jako hranice mezi příkazy „lamely otevřít/zavřít, 1 krok stop a žaluzie nahoru/dolů“.

## 4.9 Aplikace řízení pohonu



Obrázek 4.4: Aplikace řízení pohonu [3]

V závislosti na tvaru přijatého telegramu předává sběrnice spojka výkonovému spínači S2 příkaz „nahoru/dolů“. Při přijetí telegramů „lamely otevřít/zavřít, 1 krok stop“, sběrnice spojka spíná na příslušnou dobu výkonový spínač S1.

Pokud však již motor byl v chodu, tento telegram zastaví posun žaluzie. Při přijetí telegramu „nahoru/dolů“ zapíná sběrnice spojka výkonový spínač S1 na časový interval, který je delší, než doba potřebná pro úplné rozvinutí (svinutí) žaluzie. Je obvyklé, že koncový spínač v pohonu žaluzie vypíná motor po dosažení mezní polohy.

## 5 KNX TP1

### 5.1 Topologie

Každý účastník na sběrnici (US = sběrniceový přístroj) si může vyměňovat informace s kterýmkoliv jiným přístrojem prostřednictvím telegramů.

Linie se skládá maximálně ze čtyř liniových segmentů vždy s maximálně 64 přístroji na sběrnici. Každý segment musí být vybaven vhodným napájecím zdrojem (vycházíme z použití centrálního napájecího zdroje).

Skutečný počet účastníků závisí na zvoleném napájecím zdroji a na příkonu jednotlivých účastníků.

Liniový segment (LS) = maximálně 64 přístrojů. Doporučuje se, aby jedna linie měla jeden LS.

Bude-li použita více než jedna linie, nebo má-li být zvolena jiná struktura, pak lze vzájemně propojit liniovými spojkami LS až 15 linií na jednu hlavní linii. Toto se označuje jako oblast.

I na hlavní linii může být až 64 účastníků. Maximální počet účastníků na hlavní linii se sníží o počet použitých liniových spojek.

Každá linie, včetně hlavní linie, musí být vybavena vlastním napájecím zdrojem. V páteřní, ani v žádné z hlavních linií, se nesmí použít žádné liniové zesilovače.

KNX TP1 sběrnice může být rozšířena prostřednictvím páteřní linie. Oblastní spojka (OS) připojuje svoji oblast k páteřní linii. I na páteřní linii mohou být přístroje na sběrnici. Maximální počet přístrojů na sběrnici páteřní linie se sníží o počet použitých liniových spojek.

V maximálně 15 oblastech může spolupracovat více než 58 000 sběrniceových přístrojů připojených do společného sběrniceového systému.

Rozdělením instalace KNX TP1 do linií a oblastí se podstatně zvýší provozní spolehlivost.

### 5.2 Individuální adresa

Individuální adresa slouží k jednoznačné identifikaci přístrojů na sběrnici a popisuje jejich umístění uvnitř topologie.

O = 1-15 adresa oblasti 1-15

O = 0 adresuje účastníky na páteřní linii

L = 1-15 adresuje linie 1-15 v oblastech definovaných v O

L = 0 adresuje hlavní linii

U = 1-255 adresuje sběrniceové přístroje uvnitř linie definované v L

U = 0 adresuje liniovou spojku

Adresa vyjmuté liniové spojky je 15.15.255.

## 5.2.1 Funkce hradla

Při parametrizaci je liniové spojce zadána filtrační tabulka. Všechny přijaté skupinové telegramy budou procházet liniovou spojkou, jestliže jsou obsaženy ve filtrační tabulce.

Proto může každá linie pracovat nezávisle. Dál budou vysílány jen telegramy, které přesahují linie.

Žluté LED diody spojky blikají při příjmu telegramu na příslušné linii. Liniový opakovač odesílá všechny telegramy dál, neobsahuje filtrační tabulku.

## 5.3 Spojka

Spojka je zhotovena jako řadový přístroj pro montáž na nosnou lištu. Nadřazená (primární) linie se připojí přes sběrníkovou svorkovnici.

Podřízená (sekundární) linie se připojuje přes datovou sběrnici nebo prostřednictvím sběrníkové svorkovnice. Nové typy spojek (od července 2003) lze programovat jak z nadřazené (primární), tak i podřízené (sekundární) linie.

Obě sběrníkové spojky starých liniových spojek (do června 2003) jsou napájeny ze sekundární linie, stejně jako logika a paměť filtrační tabulky.

Nová spojka má pouze jeden kontrolér a je napájena z primární linie. Výhodou tohoto uspořádání je, že spojka může ohlásit výpadek napájení na sekundární linii.

Ve starších spojkách je paměť filtrační tabulky zálohována lithiovou baterií s životností > 10 let (i bez sběrníkového napětí). Nový typ je vybaven pamětí Flash-ROM a nevyžaduje proto zálohování z baterie. Spojka obě linie vzájemně galvanicky odděluje a současně odpovídá požadavkům SELV.

### 5.3.1 Typy a funkce spojek

Liniová spojka se může používat jako:

- a) *oblastní spojka OS* – propojení páteřní linie s hlavní linií
- b) *liniová spojka LS<sub>-</sub>* – propojení hlavní linie se sekundární linií
- c) *liniový opakovač LO* – pro rozšíření linie o další segment s až 64 dalšími sběrníkovými přístroji, a také dalším úsekem sběrníkového kabelu a celkové délce do 1 km

Oblastní a liniové spojky propouští pouze ty telegramy, které jsou určeny pro průchod, zatímco liniový opakovač propouští všechny telegramy oběma směry. Oblastní spojka, liniová spojka i liniový opakovač jsou identické přístroje. Úkoly, které má přístroj plnit, závisí na jeho umístění v topologickém uspořádání a odpovídají přiřazené individuální adrese.

#### 5.3.1.1 Rozsah využití spojky

Přiřazená individuální adresa vymezuje, zda spojka bude mít funkci oblastní spojky, liniové spojky nebo liniového opakovače. Adresa např. 1.1.0 určuje, že spojka má funkci liniové spojky pro propojení linie 1 na hlavní linii oblasti 1.

Spojka monitoruje datovou komunikaci mezi hlavními linií a sekundárními linií i v obráceném směru. Avšak přenášeny budou pouze telegramy vybavené skupinovou adresou uvedenou ve filtrační tabulce.

### **5.3.1.2 Propojení více linií**

Obsahuje-li instalace více linií, každá z těchto linií musí být vybavena svým vlastním napájecím zdrojem a tlumivkou.

### **5.3.1.3 Telegram uvnitř linie**

Po stisku tlačítka T1 je odeslán telegram se skupinovou adresou 1/1/1. Ačkoliv všechny sběrníkové přístroje odposlechnou vysílaný telegram, pouze akční členy svítidel L11, L12, L13 se společnou skupinovou adresou 1/1/1 vykonají příkaz.

Jestliže snímač S1 odešle telegram se skupinovou adresou 1/1/11, opět všechny sběrníkové přístroje zprávu odposlechnou, ale pouze akční členy svítidel u oken L11 a L21 vykonají příkaz.

### **5.3.1.4 Telegram mezi liniemi**

Není-li snímač osvětlení připojen ke stejné linii, v níž jsou řízena svítidla, je nezbytné přenášet telegram přes hlavní linii.

Liniová spojka LS2 obsahuje při parametrizaci zadané veškeré potřebné informace nutné pro tuto liniovou spojku. LS2 si je proto vědoma, že mimo její linii 2 jsou další sběrníkové přístroje, které mají reagovat na telegramy přenášené od snímače osvětlení. LS2 proto přenáší telegram se skupinovou adresou 1/1/11 na hlavní linii.

Liniová spojka LS1 ví, že sběrníkové přístroje na její linii 1 očekávají telegramy se skupinovou adresou 1/1/11, a proto přenesou telegram na svoji linii.

Všechny sběrníkové přístroje na této linii odposlechnou tento telegram od snímače osvětlení, ale pouze akční členy svítidel L11 a L21 vykonají příkaz.

### **5.3.1.5 Telegram mezi oblastmi**

Bude-li snímač osvětlení S1 přiřazen pro různé funkce v oblasti, může stále ještě adresovat všechny sběrníkové přístroje přes páteřní linii.

Pokud snímač osvětlení vyšle svoji nastavenou skupinovou adresu 1/1/11, pak se telegram přenesou přes oblastní spojky OS1 a OS2 a liniovou spojku LS1 do linie 1.

Akční členy svítidel u oken L11 a L21 v oblasti 1 v linii 1 uskuteční příkaz.

### **5.3.1.6 Routingové číslo**

Telegram vysílaný přístrojem na sběrnici obsahuje routingové číslo, jehož počáteční hodnota je 6.

Každá spojka sníží při průchodu telegramu toto routingové číslo o jedničku, dokud nedosáhne hodnoty 0. Obsah filtrační tabulky je plně respektován.

Bude-li např. ze servisního přístroje odesláno routingové číslo s hodnotou 7, pak spojky hodnotu nezmění. Telegram bude v tomto případě odeslán bez dodržení filtrační

tabulky přes celý systém instalační sběrnice, projde všemi liniovými spojkami a dostihne tak požadované účastníky, a to bez ohledu na to, ve které linii jsou namontovány.

Routingové číslo omezuje při případném chybném vytvoření smyček přesahujících linii počet stále obíhajících telegramů.

### **5.3.1.7 Interní a externí rozhraní**

KNX je systém otevřený vůči jiným systémům. Přes vhodná rozhraní lze páteřní linii (nebo jinou libovolnou linii) připojit např. na SPS, ISDN, systémovou techniku budov, internet atd.

Rozhraní obousměrně přenáší zprávy a převádí komunikační protokol. Připojení různých médií KNX se zajistí příslušnou spojkou (např. ze symetrického páru TP1 na Power Line 110).

Část instalace KNX lze připojit i prostřednictvím optických vodičů. Výhody jsou galvanické oddělení a větší dosažitelná délka vedení.

## **5.4 Topologie – struktura v budově**

V ideálním případě není v jednom podlaží budovy více než 50 sběrnicových přístrojů. Je také možné vytvořit rozdělení na různá křídla budovy. Je zřejmé, že v tomto případě je lepší přehled, když jsou příslušné linie číslovány stejně jako podlaží, ke kterým jsou přiřazeny. Číslo linií souhlasí s označením podlaží a čísla oblastí navazují na části budov nebo jejich křídla.

Ovšem nemusí být možné toto uskutečnit za všech okolností. Pokud mohou být instalovány liniové opakovače, pak v podlaží může být instalováno až 253 přístrojů bez narušení výše uvedené struktury (je nutné vzít do úvahy, že liniové opakovače se musí počítat dvakrát, normální maximální počet přístrojů je snížen o 3).

S takto vysokým počtem přístrojů je možné realizovat téměř jakékoliv aplikace, se zřetelem na současný průběh vývoje přístrojů KNX, dostupnost vstupních a výstupních přístrojů obsahujících mnohdy i více než 16 kanálů.

## **5.5 Vyšší přenosová rychlost telegramů – IP síť**

Rozhraní na jiné systémy mohou být použita na všech úrovních. Ve velkých projektech jsou ve stále větším měřítku požadována jako výsledek vyšších náročnějších požadavků zákazníků.

Důležitým důvodem je zvyšující se zatížení sběrnice počtem telegramů, kterou může ovlivnit využití uživatelsky zhotovených vizualizačních softwarů a přístrojů s vysokými počty kanálů, které všechny automaticky opakovaně odesílají potvrzení o svém aktuálním stavu.

V posledním případě při čisté TP topologii je zřejmé přetížení při přenosu po hlavní nebo páteřní linii (přenosová rychlost je limitována na 9,6 kbit/s). V takovémto případě je jednodušší užití přenosu po IP síti jako náhrada hlavních linií a páteřní linie – ovšem za použití spojek, které byly navrženy pro tento účel.

Výhodným řešením je nahrazení hlavních i páteřních linií sítí IP. Výhodou tohoto uspořádání je, že všechny vertikální obousměrné směry komunikace mezi centrálou budovy a KNX je omezena bitovou rychlostí pouze na sekundární linie (Ethernet je nejméně 1000 x rychlejší, s tzv. Gigabitovým přenosem – přenášení dat po síti Ethernetu je možné 100 000 x

rychleji). Paralelní propojení několika linií není žádným závažným problémem. Standardizované typy komunikace zde využívají tzv. tunneling. Jinými slovy se jedná o dobře známou funkci rozhraní, která je již také využívána v ETS pro vzdálené přístupy při programování prostřednictvím IP. K centrálnímu řízení budovy může být souběžně připojeno několik rozhraní, čímž se násobí celková přenosová rychlost.

Jinak probíhá komunikace mezi jednotlivými liniemi KNX. IP router pracuje jiným způsobem, nazývaným rating, neboli má funkci liniové spojky s aktuální linií.

Principiálně pracuje stejně jako směrovač dat na TP hlavní linii. Když IP router chce odeslat telegram napříč liniemi, odešle jej tzv. skupinově adresovanou IP adresou po Ethernetu. Všechny ostatní IP routery jsou připojeny k tomuto skupinovému adresování, jsou schopny přijmout a vyhodnotit tento telegram. Normální funkce liniové spojky nyní bude opět využita, to znamená, že ve srovnání s povinnou filtrační tabulkou (pro skupinové telegramy), nebo adresou linie (individuálně adresované telegramy), jen pro tento účel jsou výsledkem blokové nebo procházející telegramy.

Celosvětově registrované specializované KNX skupinové adresování je přeprogramováno v softwaru daného IP routeru. Toto skupinové adresování může být změněno omezením přípustného rozsahu adres pro IP komunikaci.

Síťový spínač a oblastní router sítě LAN musí být schopen převádět skupinové telegramy. V případě pochyb je nutné dané otázky řešit se správcem sítě.

Skupinové adresování nelze použít prostřednictvím internetu, kromě připojení prostřednictvím VPN.

Stejně jako TP/TP spojka může být také IP router použit jako liniová spojka nebo jako oblastní spojka. Jestliže IP routerem nahradíme liniovou spojku, všechny hlavní linie a samozřejmě také páteřní linii nahradí síť Ethernetu (případ 1).

Budou-li oblastní spojky nahrazeny IP routery, zůstávají normální liniové spojky, pouze všechny oblastní spojky budou nahrazeny sítí LAN (případ 2).

Který z těchto případů je vhodnější, závisí na větší nebo menší předpokládané míře zatížení počtem procházejících telegramů po hlavní nebo páteřní linii. Teoreticky je možný třetí případ, v němž by došlo ke kombinaci případů 1 a 2, s normálními TP oblastmi, s IP routerem na vrcholu, a také s liniemi s IP routery namísto liniových spojek. Tato možnost by přicházela do úvahy jen ve výjimečných případech.

### **5.5.1 Meze pro použití IP router**

I když vysoká přenosová rychlost na síti Ethernetu výrazně usnadní situaci i při vysokých počtech přenášených telegramů a je zcela minimalizována možnost ztráty telegramů, je zapotřebí se vyvarovat naprogramování sběrníkových přístrojů k nadměrně, až zbytečně častému odesílání telegramů. Rychlý Ethernet nepomůže v případě, že telegramy budou současně odesílány např. ze všech linií do jedné linie.



## 6 KNX TP1 Instalace

### 6.1 Síť bezpečného malého napětí

Při montáži sběrnice a silových vedení je nutno dbát na příslušné předpisy a normy uvažované země.

SELV = bezpečné malé napětí, nesmí být uzemněna

Dovolený napěťový rozsah: *střídavé napětí*:  $\leq 50 \text{ V}$ , *stejnoseměrné napětí*:  $\leq 120 \text{ V}$

Do 25 V, resp. 60 V není nutná ochrana proti přímému náhodnému dotyku.

### 6.2 Síť bezpečného malého napětí SELV

Napětí pro sběrnici KNX TP1 generuje bezpečnostní oddělovací transformátor.

Použité bezpečné malé napětí: 29 V/DC

*Izolace:*

- a) bezpečnostní izolace pro oddělení od jiných sítí
- b) základní izolace vůči ochrannému obvodu
- c) žádná izolace na uživatelské straně

Síť SELV nesmí být uzemněna. Kabely, které jsou určeny pro instalaci do silnoproudých sítí, se nesmí použít k instalaci sběrnice sítí.

### 6.3 Typy sběrnice kabelů

Kabely TP1 (symetrický pár = 1. pár – červená, černá, 2. pár – žlutá bílá), které splňují požadavky KNX podle dílu 9 specifikací KNX (např. YCYM 2x2x0,8 nebo J-Y(St)Y 2x2x0,8 v provedení TP1), mohou být uznány (bez loga KNX), nebo je lze certifikovat v asociaci KNX (s logem KNX). Avšak pouze zelené standardizované kabely KNX TP1 garantují:

- max. délku vedení linie
- max. vzdálenost mezi dvěma přístroji v linii
- max. počet účastníků na sběrnici v jedné linii

Vše je založeno na odporu smyčky  $72 \Omega$  a na parazitní kapacitě smyčky  $0,12 \mu\text{F}$  na 1000 m vedení. U všech ostatních kabelů musí být dodržena maximální délka, která je zadána v katalogovém listu kabelu.

Stínění instalovaných kabelů sběrnice není normálně propojeno. Při instalaci standardizovaných kabelů se zkušebním napětím 4 kV platí tyto podmínky.

Použitý pár vodičů: červená = plus, černá = mínus, k připojení kabelu k přístroji – používat smršťovačku.

ABB kabel – označení i-bus (není certifikováno)

Přípustné možnosti použití volného páru vodičů:

- nebude vůbec využit
- použít pro jiné obvody s malým bezpečným napětím SELV

Zkušební napětí podle EN 50090: Uvedené zkušební napětí se přiloží mezi všechny navzájem propojené vodiče (spojené s pomocným stínícím vodičem) proti povrchu izolačního pláště.

Všechna instalovaná sběrnicevé vedení se musí vhodně označit:

- 1) izolovaný vodič 230 V vedle pláště sběrnicevého kabelu
- 2) izolovaný vodič sběrnice vedle pláště silového kabelu
- 3) vzdálenost mezi izolovanými vodiči

## 6.4 Montáž kabelů

Pro kladení sběrnicevých vedení platí v zásadě stejné předpisy a instalační podmínky jako pro instalaci sítí 230/400 V/AC.

**Zvláštní požadavky:**

- 1) izolovaná vedení silových kabelů s izolačním pláštěm a sběrnicevé vedení KNX se smí klást v těsném souběhu, bez mezer
- 2) minimální vzdušná vzdálenost 4 mm musí být dodržena mezi izolovanými jádry vodičů KNX TP1 odpláštěného sběrnicevého kabelu a stejně upravenými vodiči silového vedení, vodiče musí být opatřeny ekvivalentní izolací (např. vhodnými izolačními návlačkami, to platí také pro vodiče vedení jiných proudových obvodů než SELV/PELV)
- 3) od vnějších svodičů přepětí a svodů hromosvodů je nutné dodržet dostatečné vzdálenosti
- 4) je nutné se postarat o trvalé označení sběrnicevých vedení KNX TP1 nebo BUS
- 5) ukončovací odpor vedení není potřebný

## 6.5 Sběrnicevé přístroje v rozvodnicích

Běžné komerční standardizované silové rozvodnice jsou vybaveny nosnými lištami DIN 35x7,5 mm podle ČSN EN 50022, na něž se potom montují KNX TP1 přístroje vybavené možností takovéto montáže. Některé z těchto KNX TP1 přístrojů pro montáž na nosnou lištu bývají vybaveny zadními přitlačnými kontakty pro propojení se standardní

datovou přípojnici vlepenou do nosného profilu, jiné jsou vybaveny běžnou sběrníkovou svorkovnicí pro připojení sběrníkového vedení.

Nevyužitá část vlepené datové přípojnice musí být chráněna krytem přípojnice. Je-li silová část oddělena od sběrníkové části přepážkou, naplatí žádné zvláštní instalační předpisy.

Není-li silová část oddělena od sběrníkové části přepážkou, je nutné vést sběrníkové vedení s pláštěm až k přírodním svorkám přístrojů.

Vhodným způsobem montáže je nutné zabránit přímému dotyku izolovaných silových vodičů a sběrníkových vedení.

Z tepelných důvodů by neměly být sběrníkové přístroje instalovány nad silovými přístroji s vyššími výkonovými ztrátami, s ohledem na jimi vyvíjené teplo.

Při montáži přepětových ochranných lišt s vlepenými datovými přípojnici je zapotřebí dbát na následující:

- izolace kolem svodičů přepětí (tzn. nepoužívat nekryté vzduchové mezery)
- nosná lišta se nesmí použít k uzemnění, svodiče musí být opatřeny samostatnou ochrannou svorkou

## 6.6 Jednotka napájecího zdroje

Jednotky napájecích zdrojů produkují a kontrolují systémové napětí 29 V potřebné pro provoz instalace KNX TP1. Každá linie vyžaduje vlastní napájecí zdroj pro přístroje na sběrnici. Napájecí zdroj je vybaven napětovými a proudovými řídicími obvody, a je proto odolný vůči zkratu.

Krátká přerušena dodávky ze sítě zdroj přemostí zálohovací dobou alespoň 100 ms (buffer).

Sběrníkové přístroje vyžadují napájecí napětí minimálně 21 V a mají odběr ze sběrnice až 200 mW s některými výjimkami, jejichž spotřebu energie lze zjistit z příslušného katalogového listu výrobce (např. ovládací hlavice ventilů topení).

K napájecímu zdroji např. 640 mA lze bezpečně připojit 64 přístrojů s maximálním příkonem 200 mW, při přibližně rovnoměrném rozložení na linii.

Pro ochranu přístrojů na sběrnici před účinky statických nábojů jsou v napájecím zdroji oba póly sběrnice vysokohmovými odpory propojeny s ochrannou svorkou. Napájecí zdroj musí být uzemněn. Proto ochranná svorka napájecího zdroje musí být propojena s ochranným obvodem. Toto propojení musí být uskutečněno vodičem značeným zelená/žlutá. Toto neplní žádnou ochranu ve smyslu bezpečnostních předpisů, a neodporuje tedy ustanovením, která platí pro síť SELV.

Mnohé napájecí zdroje nebo samostatné tlumivky mají resetovací spínač a červenou kontrolní LED. Tímto spínačem lze připojenou linii definovaně nastavit na 0 V. Tlumivky zabraňují zkratu sběrníkových telegramů (střídavé napětí 9,6 kHz) filtračním resp. nabíjecím kondenzátorem napájecího zdroje.

Podle jmenovitého výstupního proudu jsou k dispozici různé typy jednotek napájecích zdrojů (160 mA, 320 mA, 640 mA). Rozumí se, že počet sběrníkových přístrojů, které lze pojmout do jedné linie, závisí na použitém typu napájecího zdroje a na proudové spotřebě těchto jednotlivých přístrojů v této linii. Mnohé jednotky napájecích zdrojů mají integrovanou tlumivku, jiné však vyžadují tlumivku externí.

Většina z jednotek napájecích zdrojů jsou řadovými vestavnými přístroji pro montáž na nosné lišty, u některých z nich se vývody propojují pouze ke dvěma vnějším vodivým

drahám datové přípojnice (vlepené do nosné lišty). Jiné typy mají přídavný výstup, k němuž je možné připojit samostatnou tlumivku pro napájení další linie.

K dispozici jsou také jednotky záložních napájecích zdrojů (UPS). Některé z napájecích zdrojů jsou vybaveny bezpotenciálovým reléovým výstupem, který poskytuje informaci o normálním provozu nebo výpadku sítě pro účely vyhodnocení.

Většina typů napájecích zdrojů je vybavena LED, které indikují provozní stav napájení, např.:

- *zelená* – napájení je aktivní
- *červená* – zdroj je přetížen, popř. na sběrnici je zkrat
- *žlutá* – na sběrnici je cizí napětí větší než 30 V
- *resetovací tlačítko* – zkratuje sběrnici, po několika ms se obnoví dodávka

### 6.6.1 Napájecí zdroj pro dvě linie

Podle zatížení linie lze napájecí zdroj využít pro napájení i druhé linie. V závislosti na konstrukci napájecího zdroje může být navíc nutná samostatná tlumivka.

### 6.6.2 Dva napájecí zdroje na jedné línii

Je-li v jednom místě nainstalováno více než 30 účastníků, např. v rozvaděči s krátkými vzdálenostmi vedení sběrnice, v blízkosti se musí umístit napájecí zdroj.

Pokud se má navíc použít další napájecí zdroj, jejich vzdálenost musí být alespoň 200 m (vztaženo na délku sběrnicevého vedení).

V jedné línii jsou přípustné maximálně 2 napájecí zdroje. Důvod pro těchto 200 m spočívá v maximální proudové zatížitelnosti tlumivky.

Délka kabelu	Typ napájecího zdroje			
	Decentralizované sběrnicevé napájecí zdroje s počtem přístrojů z nich napájených			Centrální napájecí zdroj
	1	2	3...8	
<b>max. celková délka</b>	350 m	700 m	1000 m	1000 m
<b>max. vzdálenost mezi dvěma účastníky</b>	350 m	700 m	700 m	700 m
<b>max. vzdálenost napájeného přístroje od napájecího zdroje</b>	350 m	350 m	350 m	350 m
<b>min. vzdálenost mezi dvěma napájecími zdroji</b>	žádná minimální vzdálenost mezi dvěma decentralizovanými nebo mezi decentralizovaným a standardním centrálním napájecím zdrojem			200 m

Tabulka 6.6.1: Délky kabelu [3]

Decentralizovaný napájecí zdroj 25, 40, 80 mA, na jedné linii může být max. 8 decentralizovaných zdrojů.

## 6.7 Rozdělení napájecí zdroje

Namísto centrálního napájecího zdroje (PSU = power supply unit) se rozdělí sběrnice na úseky určitými přístroji připojenými k linii, které obsahují vždy po jedné dílčí jednotce sběrnice napájení (DPSU = decentralized power supply unit) s integrovanou tlumivkou. Jsou také možné samostatné DPSU, které nejsou součástí sběrnice napájení. DPSU je určen především pro malé instalace s malými počty přístrojů. DPSU existuje v různých variantách, podle výstupního proudu (25, 40, 80 mA).

Ve většině případů je možné kombinovat necentrální jednotky napájecích zdrojů dokonce se dvěma standardními centrálními jednotkami. DPSU lze v linii umístit na libovolném místě sběrnice. Neexistují žádná omezení týkající se minimálních vzdáleností mezi dvěma DPSU nebo DPSU a standardním centrálním napájecím zdrojem.

Na jedné linii lze umístit až osm necentrálních jednotek sběrnice napájení. Více než 8 jednotek má negativní vliv na sběrnice komunikaci. Je-li provozováno až osm necentrálních jednotek sběrnice napájení společně s jednou centrální jednotkou v jedné linii, nesmí maximálně možný zkratový proud těchto přístrojů překročit 3 A (jak je uvedeno v produktovém katalogovém listu resp. v databázi ETS).

Ve většině případů je možné necentrální sběrnice napájení deaktivovat na přístroji (např. propojkou nebo nastavením parametru).

Výše uvedená tabulka stanovuje délky vedení, které je nutné dodržet v souvislosti s použitím centrálních resp. decentralizovaných jednotek napájecích zdrojů.

## 6.8 Datové přípojnice a kryty datových přípojníc

Datové přípojnice jsou potřebné pro připojení některých sběrnice řadových vestavných přístrojů, jako např. binárních výstupů, stmívačů, napájecích zdrojů atd. ke sběrnici KNX TP1.

Datové přípojnice jsou samolepicí a upevňují se na nosnou lištu 35 mm dle ČSN EN 500 22.

Délky datových přípojníc jsou přizpůsobeny různým šířkám normalizovaných rozvaděčů a rozvodnic. Tyto délky se nesmí dodatečně měnit odříznutím, protože by nebyly dodrženy požadované vzdušné a povrchové vzdálenosti.

Pokud řadové přístroje využívají jako sběrnice datovou přípojnic, potřebného propojení se sběrnice se dosáhne prostřednictvím přítlačných kontaktů pouhým zaklapnutím sběrnice napájení na nosnou lištu. Aby se ochránila nepoužívané části datových lišt před znečištěním, oxidací a nežádoucím propojením s jinými proudovými obvody, opatří se krycími pásky.

Krycí pásky zajistí, aby datová sběrnice byla čistá, aby se sběrnice nemusela dělit, aby nedošlo ke svaření sběrnice, a aby byly překryté nevyužité části.

Datové sběrnice jsou nabízeny v různých standardizovaných délkách:

- a) 214 mm – pro 12 modulových přípojníc
- b) 243 mm – pro 14 modulových přípojníc
- c) 277 mm – pro 16 modulových přípojníc

Silové vodiče a vedení sběrnice musí být kladeny odděleně v elektroinstalačních krabicích a ve společných krabicích s přepážkami zaručujícími potřebné vzdušné i povrchové vzdálenosti.

## 6.9 Sběrníkové kabely v instalačních krabicích

Obvody SELV vyžadují dvojitou nebo zesílenou izolaci (bezpečné oddělení) mezi silovými a sběrníkovými vedeními, tzn., že sběrníkové vodiče bez pláště nesmí přijít do styku se silovými vedeními.

Odbočovat lze:

- v oddělených krabicích
- ve společné krabici s přepážkou, u níž jsou dodrženy např. pro síť TN/TT v kancelářských budovách 8 mm vzdušné a 8 mm povrchové vzdálenosti

Instalace zapuštěných sběrníkových přístrojů

Používat se smí pouze přístrojové krabice pro šroubové upevnění přístrojů. Upevnění rozepřením drápků ve většině případů není možné. Pro získání dostatečného prostoru pro připojovací vedení jsou potřebné přístrojové popř. odbočovací krabice s hloubkou alespoň 50 mm.

Je povoleno použití zapuštěných přístrojů v kombinaci se silovými přístroji v závislosti na okolním prostředí a na konstrukci sběrníkového přístroje (např. stupeň znečištění, kategorie přepětí). Kombinací se rozumí použití silových přístrojů (např. zásuvek) a sběrníkových přístrojů (např. tlačítkových snímačů) nebo jiných elektrických obvodů pod společným krytem.

Obě části musí být vzájemně bezpečně odděleny izolací. To se zajistí např. základní izolací silových přístrojů a navíc základní izolací pro 230 V u sběrníkového přístroje. Proto je zapotřebí ověřit u výrobce sběrníkového přístroje (v jeho dokumentaci), zda je možné tyto dílčí sběrníkové přístroje instalovat společně se silovými přístroji.

Je nutné vzít na vědomí, že:

- a) instalace sběrníkových přístrojů v kombinaci se silovými přístroji musí být k tomuto účelu prověřena výrobcem těchto sběrníkových přístrojů.
- b) Výrobce předepisuje konkrétní opatření ke správné instalaci, která musí být dodržena (např. připojení nosného rámu k ochrannému obvodu).
- c) I po odstranění společného krytu musí být silová strana bezpečně zajištěna proti náhodnému dotyku.

## 6.10 Standardizovaná TP1 sběrníková svorkovnice

Sběrníková svorkovnice se používá:

- a) k odbočení sběrníkového vedení

- b) k prodloužení sběrnice vedení
- c) k ochraně konce sběrnice vedení
- d) k připojení sběrnice vedení ke sběrnice přístroji

Aby se vyloučily záměny s jinými proudovými obvody, smí se sběrnice svorkovnice používat pouze pro sběrnice KNX TP1.

Sběrnice svorka je tvořena dvěma částmi – částí PLUS (červená) a částí MINUS (šedá), které jsou mechanicky spojeny rybinovitým vedením. Na tuto bezšroubovou svorkovnici lze připojit až čtyři sběrnice vedení (konce vodičů odizolované v délce 6 mm).

Při použití normalizované sběrnice svorkovnice KNX TP1 k připojení sběrnice vedení přístroje lze tento přístroj odpojit, aniž by došlo k přerušení sběrnice vedení.

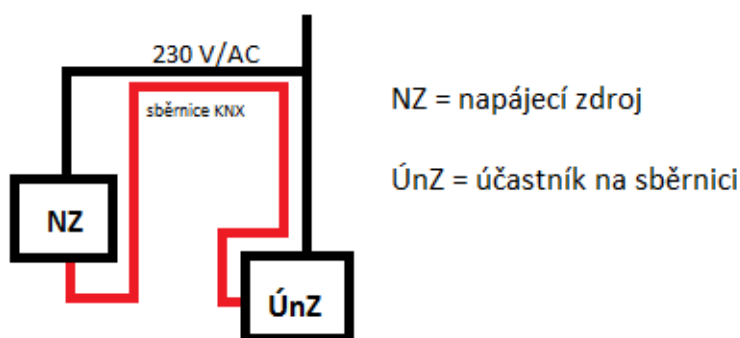
## 6.11 Zamezení vytváření smyček

Smyčky vznikají např. připojením sběrnice vedení a silového vedení 230 V/AC k účastníkovi na sběrnici, protože i napájecí zdroj je připojen k síti 230 V, a současně ke sběrnice vedení. Při úderu blesku jsou ohroženy oba zmíněné přístroje.

Smyčky ale také vznikají při společném působení s vodovodními či plynovými potrubími, s trubkami topení, s kovovými stěnami apod. V těchto případech se smyčka uzavírá přes přípojnicí pro vyrovnání potenciálu. Smyčkám se snažíme předcházet již při projektování.

Sběrnice silové vedení se kladou v souběhu co možná nejbližší vedle sebe. Od vodovodních, vytápěcích potrubí se obecně musí udržovat dostatečná vzdálenost. Vyskytnou-li se v instalaci KNX TP1 smyčky přesahující linie, pak to může za určitých okolností vést k situaci, kdy není možné tuto instalaci naprogramovat.

Nejlepším řešením k eliminování vzniku smyček je zmenšení plochy smyčky.



Obrázek 6.1: Zamezení vytváření smyček

## 6.12 Odolnost sběrných přístrojů

Základní odolnost sběrných přístrojů se zkouší podle normy ČSN EN 50090-2-2 rázovým napětím 2 kV mezi pracovními vodiči a uzemněním. Vyhověním této zkoušky jsou sběrné přístroje chráněny vůči obvyklým přepětím v budovách, vznikajících během spínacích procesů.

Použití přepětíové ochrany se doporučuje pro:

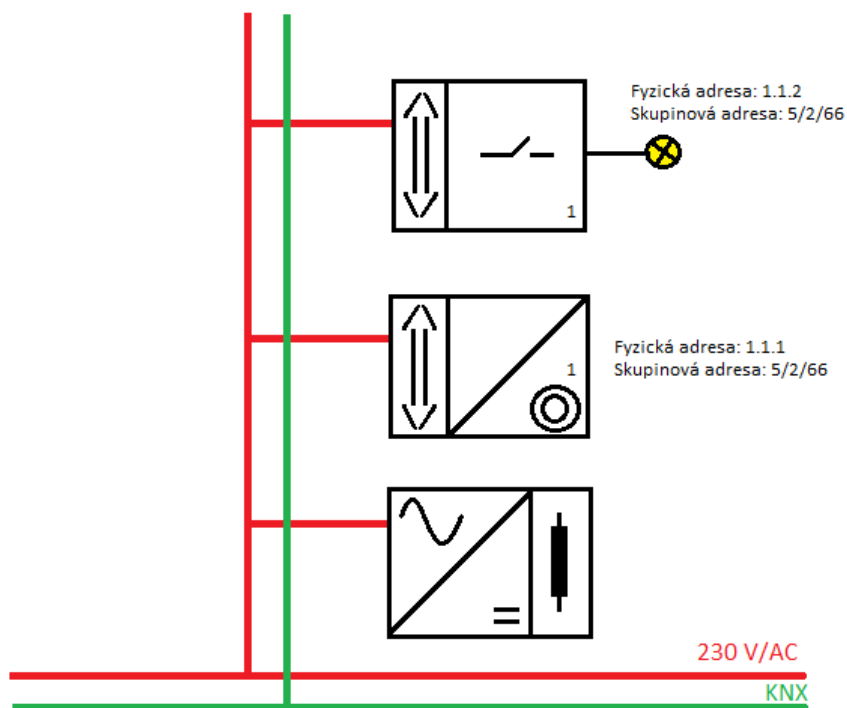
- 1) přístroje na sběrnici připojené na síť 230 V/AC
- 2) k liniovým oblastním spojkám v obou liniích
- 3) ke sběrným přístrojům montovaným do vodivých stěn nebo v blízkosti vodovodních, plynových potrubí atd.
- 4) na ukončení vedení sběrnice
- 5) do rohů budov

Maximální napětí u přepětíové ochrany je 350 V a zkratový proud max. 5 kA



## 7 Komunikace KNX

### 7.1 Základní princip činnosti



Obrázek 7.1: Základní princip činnosti [3]

Nejmenší instalace KNX TP1 se skládá z:

- napájecího zdroje (29 V/DC)
- tlumivky (může být součástí napájecího zdroje)
- snímače (na *Obrázku 7.1* je jednonásobný tlačítkový snímač)
- akčního členu (na *Obrázku 7.1* je jednonásobný spínací akční člen)
- sběrnicevého vedení (požadováno je výhradně dvoužilové vedení)

Po instalaci a v případě přístrojů kompatibilních s režimem S instalace KNX ještě není připravena k provozu. Funkčními se stanou teprve po naprogramování aplikačních softwarů do snímačů a akčních členů využitím softwaru ETS.

Projektant musí uskutečnit tyto kroky:

- 1) zadání individuálních adres jednotlivým přístrojům (pro jednoznačnou identifikaci snímače nebo akčního členu v instalaci KNX)
- 2) výběr a nastavení (parametrizace) vhodného aplikačního softwaru snímačům a akčním členům
- 3) zadání skupinových adres (pro provázání funkcí snímačů a akčních členů)

Při použití přístrojů kompatibilních s režimem E se musí dbát na stejné kroky, jak je uvedeno výše, ale s výjimkou, že:

- 1) individuální adresy (jednoznačná identifikace snímačů a akčních členů)
- 2) parametrizace příslušného aplikačního softwaru snímačů a akčních členů
- 3) zadání skupinových adres (pro spojení funkcí snímačů a akčních členů)

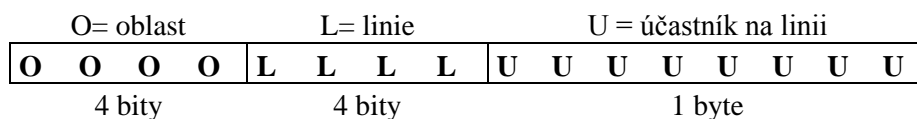
Ize nastavit lokálním způsobem nebo automaticky z centrálního řadiče (kontroléru).

Po uvedené konfiguraci má instalace fungovat takto:

- a) stiskne-li se horní část kolébky jednonásobného tlačítkového snímače (1.1.1), snímač vyšle telegram, který obsahuje skupinovou adresu (5/2/66) a hodnotu („1“), vedle dalších informací
- b) tento telegram přijmou a vyhodnotí všechny připojené snímače a akční členy
- c) pouze ty přístroje, které jsou opatřeny shodnou skupinovou adresou:
  - i. vyšlou potvrzovací telegram
  - ii. přečtou hodnotu a zachovají se podle toho. Na *Obrázku 7.1* sepne spínací akční člen (1.1.2) své výstupní relé

Při stisknutí dolní kolébky se odehrává tentýž děj, pouze hodnota se tentokrát nastaví na „0“, výstupní relé akčního členu tedy rozpojí.

## 7.2 Fyzická adresa



*Obrázek 7.2: Fyzická adresa [3]*

V rámci instalace KNX musí být fyzická (individuální) adresa jednoznačná. Individuální adresa se nastavuje podle uvedeného vyobrazení. V normálním případě se účastník na sběrnici připraví k přijetí své fyzické adresy stisknutím programovacího tlačítka na přístroji. Během tohoto úkonu krátce svítí programovací LED. Individuální adresa se po

uvedení do provozu používá ještě k diagnostice, opravě chyb, změnám v instalaci novým naprogramováním atd. V normálním provozu instalace je individuální adresa bezvýznamná.

Fyzická adresa se programuje stisknutím programovacího tlačítka a po naprogramování adresy LED zhasne.

## 7.3 Skupinová adresa

Komunikace mezi přístroji v jedné instalaci probíhá prostřednictvím skupinových adres. Jakmile je skupinová adresa nastavena v ETS, lze ji vybrat ve „dvouúrovňové“ (hlavní skupina/podskupina) nebo „tříúrovňové“ struktuře (hlavní skupina/střední skupina/podskupina) anebo může mít volně definovanou strukturu. Úrovně struktur mohou být měněny ve vlastnostech projektu u každého jednotlivého projektu. Skupinová adresa 0/0/0 je rezervována pro tzv. celoplošná hlášení (Broadcast), tedy pro telegramy určené všem účastníkům.

### Příklad členění:

- *hlavní skupina* = přízemí/poschodí
- *střední skupina* = funkční skupiny (např. osvětlení, topení)
- *podskupina* = funkce spotřebiče nebo skupiny spotřebičů (např. světelný okruh kuchyně zap./vyp., okna ložnice otevřena/zavřena, stropní svítidlo v obývacím pokoji zap./vyp., stropní svítidlo obývacího pokoje stmívat atd.)

Jedno zvolené schéma tvorby skupinových adres by mělo zůstat v celém projektu stejné. Každou skupinovou adresu lze účastníkům na sběrnici přidělovat libovolně, bez ohledu na to, ve kterém bodě KNX instalace je daný účastník k systému připojen.

Akčním členům lze přiřadit několik skupinových adres. Snímače však odesílají pouze jednu skupinovou adresu v jednom telegramu.

Skupinové adresy se přiřazují skupinovým objektům (dříve byly označovány jako komunikační objekty = paměťová místa mikrokontroléru sběrnicové spojky) příslušných snímačů a akčních členů, buď z ETS (režim S) nebo automaticky a tedy neviditelně při použití režimu E.

Při použití hlavních skupin 14 resp. 15 nebo vyšších v ETS je nutné brát v úvahu, že tyto skupinové adresy nejsou filtrovány spojkami TP1 a mohou negativně ovlivnit dynamiku celého systému.

Počet skupinových adres, které lze přiřadit snímačům nebo akčním členům, je různý a závisí na velikosti jejich paměti.

## 7.4 Skupinové objekty

KNX skupinové objekty jsou paměťová místa v účastníku na sběrnici. Tyto objekty mohou mít rozměr 1 bitu až 14 bytů. Rozměry jednotlivých skupinových objektů závisí na jejich funkci.

Ke spínání stačí pouze dva stavy (0 a 1), proto se zde používají skupinové objekty o rozměru 1 bitu. Pro přenos textu je informace obsáhlejší, proto se zde používají komunikační objekty s maximální možnou velikostí 14 bytů.

V ETS lze propojovat pouze skupinové objekty se stejnými rozměry skupinových adres. Skupinovému objektu lze přiřadit i několik skupinových adres, přičemž ale jen jedna (první z nich) je vysílanou skupinovou adresou.

## Stmívání

- a) tlačítkový snímač jednonásobný – 1 bit - spínání, 4 bity - stmívání
- b) spínací a stmívací akční člen – 1 bit - spínání, 4 bity - stmívání, % hodnota – 1 byte
- c) řízení pohonu – 1 bit - pohyb, 1 bit - krok/stop
- d) žaluziový akční člen – 1 bit - pohyb, 1 bit - krok/stop

### 7.4.1 Příznaky

<b>Communication C</b> Komunikace	Skupinový objekt je normálně přiřazen ke sběrnici.
<b>Read R</b> Čtení (obousměrné)	Hodnotu objektu lze číst po sběrnici.
<b>Write W</b> Zápis (jednosměrný)	Hodnota objektu může být změněna po sběrnici.
<b>Transmit T</b> Přenos	Telegram je přenášen, když je změněna hodnota objektu (snímače).
<b>Update U</b> Aktualizace (jednosměrný)	Hodnota telegramu s odezvou je interpretována jako zapisovací příkaz. Hodnota skupinového objektu je aktualizována (vždy umožněná v přístrojích systému 1)
<b>Read on Init</b>	Přístroj nezávisle odesílá číst hodnotu s příkazem pro inicializaci skupinového objektu po obnovení průchodu proudu (je možné pouze u některých masek (od systému B))

Tabulka 7.4.1: Příznaky [3]

Pro základní činnost jsou nezbytné tyto příznaky:

- a) C + T minimálně – pro snímačové objekty
- b) C + W minimálně – pro akční členy

Hodnota objektu na sběrnici se odešle tímto způsobem:

- a) bude-li stisknuta např. levá kolébka nahoře, zapíše dvojnásobný tlačítkový snímač „1“ i do svého skupinového objektu s číslem 0. Protože jsou u tohoto objektu nastaveny

příznaky komunikace a přenosu, vyšle tento přístroj telegram na sběrnici s informací: „skupinová adresa 1/1/1, zapsat hodnotu „1“

- b) potom všichni účastníci na sběrnici v celé instalaci KNX, jejichž skupinové objekty mají také skupinovou adresu 1/1/1, zapíší „1“ do svých vlastních skupinových objektů
- c) zde bude do skupinového objektu č. 0 akčního členu zapsána „1“
- d) aplikační software akčního členu zjistí, že se hodnota v tomto skupinovém objektu změnila, a proto sepne výstupní relé.

## 7.5 Užitečná data v telegramu TP1

Aktuální pracovní činností se vymezuje typ příkazu. V případě telegramu s příkazem zapsání „Write“, v posledním bitu vpravo v poli s užitečnými daty (přenášené informace) je buď „1“ nebo „0“ pro „zapnout“ nebo „vypnout“.

Příkazem „čtení“ je adresovaný skupinový objekt vyzván, aby oznámil svůj stav. Odpověď v tomto případě smí být 1 bitová zpráva. Podle typu příkazu může být využito ještě dalších až 13 bytů (byty 2 až 15).

Užitečná data mají proměnnou délku, nejmenší možná délka je 2 byty (byte 0 a byte 1). ETS umožňuje propojovat objekty stejné délky.

## 7.6 Struktura bitů TP1

„0“ a „1“ jsou dva logické stavy, jaké může bit nabývat. Během logické „1“ není k dispozici žádný signál, během logické „0“ je napětí signálu k dispozici (= proudový stav). To znamená, že pokud vysílá více účastníků současně, pak se prosadí logická „0“. Doba trvání posílání telegramu se pohybuje v rozmezí 20-40 ms.

## 7.7 Kolize telegramů

Chce-li účastník na sběrnici odeslat telegram a sběrnice není obsazená, pak může vysílat okamžitě. Současný požadavek několika sběrniceových přístrojů na vysílání na sběrnici je řízen postupem CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance).

Sběrniceové přístroje poslouchají provoz na sběrnici. Jakmile sběrniceový přístroj odesílající logický stav „1“ detekuje logický stav „0“ (= proudový puls na sběrnici), zastaví přenos, aby tím uvolnil cestu pro přenos jinému vysílajícímu přístroji.

Sběrniceový přístroj, jehož vysílání bylo přerušeno, nadále sleduje provoz na sběrnici, vyčká až do konce přenosu telegramu a teprve poté zkusí znovu odeslat svoji zprávu.

Tímto způsobem, pokud by se současně několik sběrniceových přístrojů pokoušelo o přenos, proces CSMA/CA zajistí, aby pouze jeden z těchto sběrniceových přístrojů mohl bez přerušování dokončit svůj přenos. Nedochozí tak ke snížení průchodnosti dat.

### 7.7.1 TP1 symetrický přenos

Data se přenáší symetricky po obou vodičích symetrického páru. Sběrniceový přístroj vyhodnocuje rozdíl napětí mezi oběma vodiči.

Vyzařované rušení působí na obě jádra vodičů ve stejné polaritě a neovlivní proto rozdíl napětí signálu.

## **7.8 Superponovaná data a napájecí napětí**

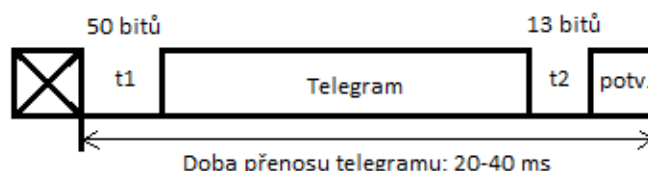
Data se přenáší v podobě střídavého napětí. Kondenzátor je pro ně nízkou impedancí. To znamená, že pro střídavý signál působí jako vodič a na primární straně se přes něj uzavírá obvod. Při činnosti jako vysílač jsou data přenášena na primární stranu transformátoru (jako střídavé napětí), kde se superponuje na stejnosměrné napětí. Ve funkci přijímače přenáší transformátor data na sekundární stranu, která je již oddělena od stejnosměrného napětí.

## **7.9 Připojení napájecího zdroje ke sběrnici TP1**

Napájecí zdroj napájí sběrnici přes tlumivku. Pro stejnosměrné napětí představuje tlumivka malý odpor (protože kmitočet = 0 Hz). Data jsou přenášena jako střídavé napětí (kmitočet je odlišný od 0). Pro střídavé napětí představuje tlumivka velký odpor. Proto napájecí zdroj ovlivní přenášená data pouze nepatrně.

## 8 KNX TP1 Telegram

### 8.1 TP1 obecně



Obrázek 8.1: TP1 telegram [3]

Jakmile nastane nějaká událost (např. stisknutí tlačítka), sběrnice odesílá telegram na sběrnici. Odesílání bude zahájeno, jestliže sběrnice není obsazena alespoň po dobu  $t_1$ .

Po úplném odeslání telegramu mají sběrnice přístroje k dispozici dobu  $t_2$  k ověření, zda byl telegram přijat správně. Všechny „adresované“ sběrnice přístroje současně potvrdí přijetí telegramu.

### 8.2 Struktura telegramu TP1

kontrolní pole	zdrojová adresa	adresa příjemce *)	routingový čítač	délka	užitečná data	ověřovací byte
8 bitů	16 bitů	16 + 1 bitů	3 bity	4 bity	až 16 x 8 bitů	8 bitů

Tabulka 8.2.1: Struktura telegramu TP1 [3]

\*) + 1 bit – rozlišení typu

Telegram se skládá ze sběrnice specifických údajů a užitečných dat, kterými je předávána informace o události (např. o stisknutí tlačítka). Celá informace je při vysílání přenášena po znacích, vždy po 8 bitech.

V telegramu se také přenáší kontrolní informace pro rozpoznání přenosových chyb: zaručuje to velmi vysokou spolehlivost přenosu.

## 8.3 Kontrolní pole

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	čtecí pořadí datových bitů
1	0	R	1	Pr	Pr	0	0	Priorita přenosu
				0	0			Systémové funkce (nejvyšší priorita)
				1	0			Poplachové funkce (alarm)
				0	1			Vysoká priorita řízení (normal)
				1	1			Nízká priorita řízení (automatika)
		0						Opakování

Tabulka 8.3.1: Kontrolní pole telegramu TP1 [3]

Pokud jeden z adresovaných sběrniceových přístrojů odešle záporné potvrzení a telegram bude opakovaně odeslán, opakovací bit se nastaví na 0. Tím se zabrání tomu, aby účastníci, kteří příkaz již vykonali, opakovali příkaz znovu.

Přenosová priorita se uplatní, pokud současně začne vysílat více účastníků. Požadovanou prioritu (kromě systémových funkcí) lze každému skupinovému objektu nastavit v ETS. Standardním nastavením priority je nízká provozní priorita.

## 8.4 Adresa příjemce

V normálním provozu je adresou příjemce (cílovou adresou) skupinová adresa. Cílovou adresou může být individuální adresa (systémové telegramy). Aby přijímající přístroj na sběrnici věděl, zda se jedná o skupinovou nebo individuální adresu, přenáší se potřebná informace v 17. bitu:

- a) *je-li 17. bit = 0*, pak cílovou adresou je individuální adresa, bude osloven pouze jako sběrniceový přístroj
- b) *je-li 17. bit = 1*, pak cílovou adresou je skupinová adresa, všechny přístroje na sběrnici s touto adresou budou osloveni

## 8.5 Ověřovací byte

Aby došlo k rozpoznání chyb při přenosu telegramu, kontrolní údaje se zasílají formou paritních bitů (příčné zabezpečení) a zabezpečovacího bytu (podélné zabezpečení).

Každý znak telegramu je ověřen na svoji paritu, tj. paritní bit P obdrží hodnotu 0 nebo 1 tak, aby součet se všemi ostatními bity (D0 až D7 + P) byl roven 0.

Kromě toho, všechny znaky telegramu jsou zajištěny na lichou paritu pro každé místo bitu, tj. ověřovací bit S7 nabývá hodnotu 0 nebo 1 tak, aby součet hodnot všech bitů D7 + ověřovacího bitu S7 byl roven 1.



## 9 KNX Powerline PL110

KNX PL110 umožňuje přenos telegramů po síti 230/400 V/AC. Není tedy nutné samostatné vedení. Telegramy se přenáší po kterémkoliv fázovém a středním vodiči, které musí být připojeny ke každému přístroji. Systém je patřičně přizpůsoben přístrojům KNX TP1 a příslušným nástrojům. Proto je např. možné nasadit aplikační modul „tlačítkový snímač na zapuštěnou síťovou spojku a po „sběrníkovém vedení“ (sít' 230/400 V) do ní nahrát aplikační software.

KNX PL 110 umožňuje i přes nedefinovatelné přenosové vlastnosti energetické sítě (zapříčiněné druhem vedení, délkou vedení, druhem a počtem připojených přístrojů atd.) vysokou přenosovou bezpečnost během přenosu telegramu. Systém pracuje obousměrně v poloduplexním provozu, to znamená, že každý přístroj může vysílat i přijímat.

Typické aplikace KNX PL110:

- řízení (spínání, stmívání) ve světelných instalacích
- aplikace s motorovým pohonem (žaluzie, otevírání vrat)
- hlášení
- přenos analogových hodnot
- časově závislé nebo centrální řízení
- simulace přítomnosti
- vizualizace dotykovými displeji

S ohledem na nedefinovatelné síťové poměry se může stát, že přenos telegramu bude přerušeno. Z tohoto důvodu je nepřijatelné realizovat aplikace KNX PL110, u nichž by vynechání telegramu mohlo vést k rozsáhlým následným škodám. Takovými aplikacemi jsou např. řízení výtahu a nouzové volání.

### 9.1 Standardizace

V Evropě je přenos signálu po energetické síti upraven normou CENELEC EN 50065. Část 1 této normy definuje všeobecné požadavky, frekvenční rozsahy, úroveň přenosu a požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu (EMC).

KNX PL 110 využívá pro přenos kmitočty 105,6 kHz a 115,2 kHz. Podle středního kmitočtu 110 kHz byl systém KNX nazván PL110. Protože norma připouští pouze jednu max. úroveň vysílání 116 dB $\mu$ V, přístroje jsou někdy nazývány přístroji „třídy 116“.

### 9.2 Přenosová technika

Využívá se nový způsob přenosu kvůli neustále se zmenšující elektronice. Používá se klíčování kmitočtu v metodě rozložení pásma SFSK (Spread Frequency Shift Keying).

Princip činnosti je následující:

- bude-li odeslána „0“, pak vysílač generuje kmitočet 105,6 kHz, který superponuje na síťové napětí
- má-li být odeslána „1“, pak je generován kmitočet 115,2 kHz
- pro docílení bezpečného přenosu ve všech síťových spojkách je nastavena nejvyšší možná přenosová rychlost 1200 bitů/s, doba pro přenos 1 bitu je tedy 833 μs
- všechny síťové spojky jsou trvale na příjmu. Přijaté signály (včetně šumů) se průběžně převádí na digitální hodnoty.
- tyto digitální hodnoty zpracují dva korelátory (pravděpodobnostní komparátory), které porovnají přijaté digitální hodnoty s uloženými digitalizovanými referenčními vzorky kmitočtů.
- v každé síťové spojnici jsou dva korelátory, jeden pro bit „0“ a jeden pro bit „1“.
- korelátory mohou s vypočitatelnou pravděpodobností odvodit:
  - a) je to „0“
  - b) je to „1“
  - c) je to definováno (šum), a proto bude bit odmítnut

Kombinace bitových vzorů a speciální metoda rozpoznávání chyb umožňuje bezpečný přenos a zaručenou úroveň rozpoznání telegramu.

Mimo to se používá další, inovativní technika, a to permanentní automatické přizpůsobení vysílacího výkonu a citlivost příjmu. Touto metodou se vysílací výkon kontinuálně přizpůsobuje poměrům v síti, přičemž samozřejmě nedojde k překročení maximální úrovně vysílání. Také všechny přijímače řídí stále svou citlivost podle poměrů v síti. Výsledkem je optimální dosah přenosu i za průběžně se měnících poměrů v síti.

## 9.3 Topologie/adresování

Logické adresování KNX PL 110 je kompatibilní s KNX TP1. Adresovat lze maximálně 8 oblastí (namísto 15 u KNX TP1) vždy se 16 liniemi po 256 přístrojích. Oblasti signálu PL 110 musí být pásmovými zádržemi signálově technicky odděleny od distribuční sítě. Pásmové zádrže ale nejsou vyžadovány jednotně všemi výrobci. V případě pochyb je potřebné se řídit místními technickými požadavky pro připojování.

Rozhraní s KNX TP1 v kombinovaných instalacích vytváří systémová spojka. V odděleně stojících domech může odpadnout rozdělení do linií a oblastí s příslušnými spojkami, pokud nebude překročen celkový počet 256 přístrojů PL 110. Všechny přístroje PL 110 jsou vzájemně datově spojeny ve všech 3 fázích silové elektrické instalace 230/400 V/AC, v závislosti na použití mezifázové spojky nebo systémové spojky.

V rozsáhlých instalacích se sběrníková zátěž redukuje logickým a fyzikálním rozdělením instalace KNX PL 110 až do 8 oblastí s až 15 liniemi (s max. 255 přístroji PL na jednu oblast). Fyzické oddělení mezi jednotlivými oblastmi bude zajištěno pásmovými zádržemi.

Datové toky mezi liniemi se přenáší již známou hlavní linií KNX TP1 vedenou mezi systémovými spojkami. Propojení oblastí je vytvořeno obdobně jako v KNX TP1 hlavní linií mezi systémovými spojkami. Aktivní sdružování fází na straně PL převezme systémová spojka. Fyzické oddělení a filtrační tabulka systémové spojky umožňují selektivní přenos telegramů do sousedních oblastí. Tím se v celém systému trvale sníží zatížení sběrnice.

## 10 Praktická část

### 10.1 Způsob přístupu do KNX instalace

Před zahájením vývoje vlastní aplikace jsem se musela rozhodnout, jakým způsobem budu komunikovat s prvky v KNX síti. Nabízely se dvě možnosti přístupu. Obě varianty počítají s přístupem přes KNX/ IP Gateway IPR/S 2.1.

#### 10.1.1 Přístup přes vlastní server

V tomto zapojení se počítá s tím, že na KNX/ IP Gateway bude na její IP rozhraní přímo připojen centrální server (PC). Tento počítač poskytne možnost naprogramovat aplikaci komunikující s KNX sítí. Nabízí se tedy přehledná vizualizace na velkém monitoru. Také zde vidím možnost komplexnějšího řízení sítě popřípadě regulace, než které by mohly poskytnout jednotlivé prvky sítě. Dále by se takto mohlo řešit např. odesílání informačních e-mailů a jednoduchý vzdálený přístup do připojené KNX sítě.

Samozřejmě velký PC neřeší naše zadání - tedy mobilitu ovládacího prvku. Z tohoto důvodu by řídicí PC bylo vybaveno WiFi routerem, jehož prostřednictvím by se komunikovalo s koncovým zařízením, v našem případě chytrým mobilním telefonem. Toto spojení by dále vyžadovalo implementaci nějakého vlastního komunikačního protokolu, ideálně nad TCP vrstvou, jehož prostřednictvím by se odesílaly příkazy do řídicího PC dále by byly předávány do KNX sítě.

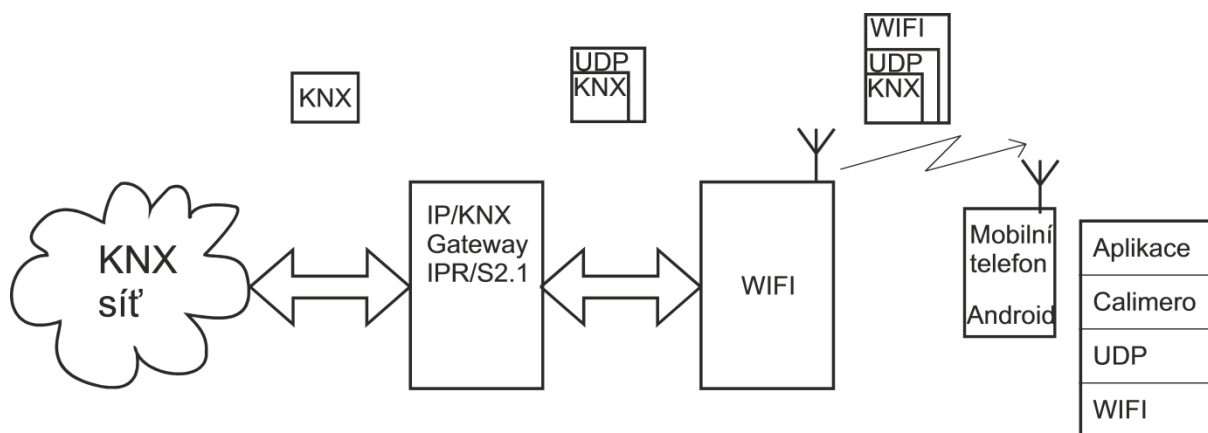
Po zvážení nutnosti instalace řídicího PC (jeho neustálému běhu a tedy nezanedbatelné spotřebě), vývoji aplikace pro tento PC a nějaké formy komunikačního protokolu, jsem dala přednost jiné variantě.

#### 10.1.2 Ovládání přímo z mobilního zařízení

I tato varianta počítá s připojením KNX/IP Gateway. Její IP rozhraní je ale přímo napojeno na WiFi router. Mobilnímu zařízení je pak přístup k jednotlivým KNX prvkům zprostředkován pomocí WiFi sítě.

Uživatelská aplikace běžící na mobilním zařízení pak komunikuje prostřednictvím knihovny *Calimero*. Tato knihovna vytváří komunikační rozhraní pro KNX síť. Z uživatelského příkazu vytvoří KNX datagram, který je dále předáván UDP vrstvě. UDP datagram obsahující KNX zprávu je pak odeslán přes WiFi spojení do WiFi routeru. Odtud po Ethernetu putuje UDP datagram do KNX/IP Gateway, která zařídí odebrání vrstvy UDP a zbylou KNX zprávu odesílá ve formě datagramu do KNX sítě. Zde na ní reagují prvky, pro které byla zpráva určena. Schematické zapojení této varianty včetně vrstev komunikačního modelu je na *Obrázku 10.1*.

Myslím si, že tato varianta se hodí právě pro menší instalace (např. byt, dům). Není potřeba udržovat v chodu komunikační server. Požadované chování lze docílit vhodným nastavením prvků v síti. Z pohledu programátora vzniká také jen jedna aplikace pro mobilní zařízení a odpadá práce na dalších mezivrstvách komunikačního modelu.



Obrázek 10.1: Zapojení pro ovládání sítě KNX přímo z mobilního terminálu

# 11 Použité technologie

## 11.1 KNX

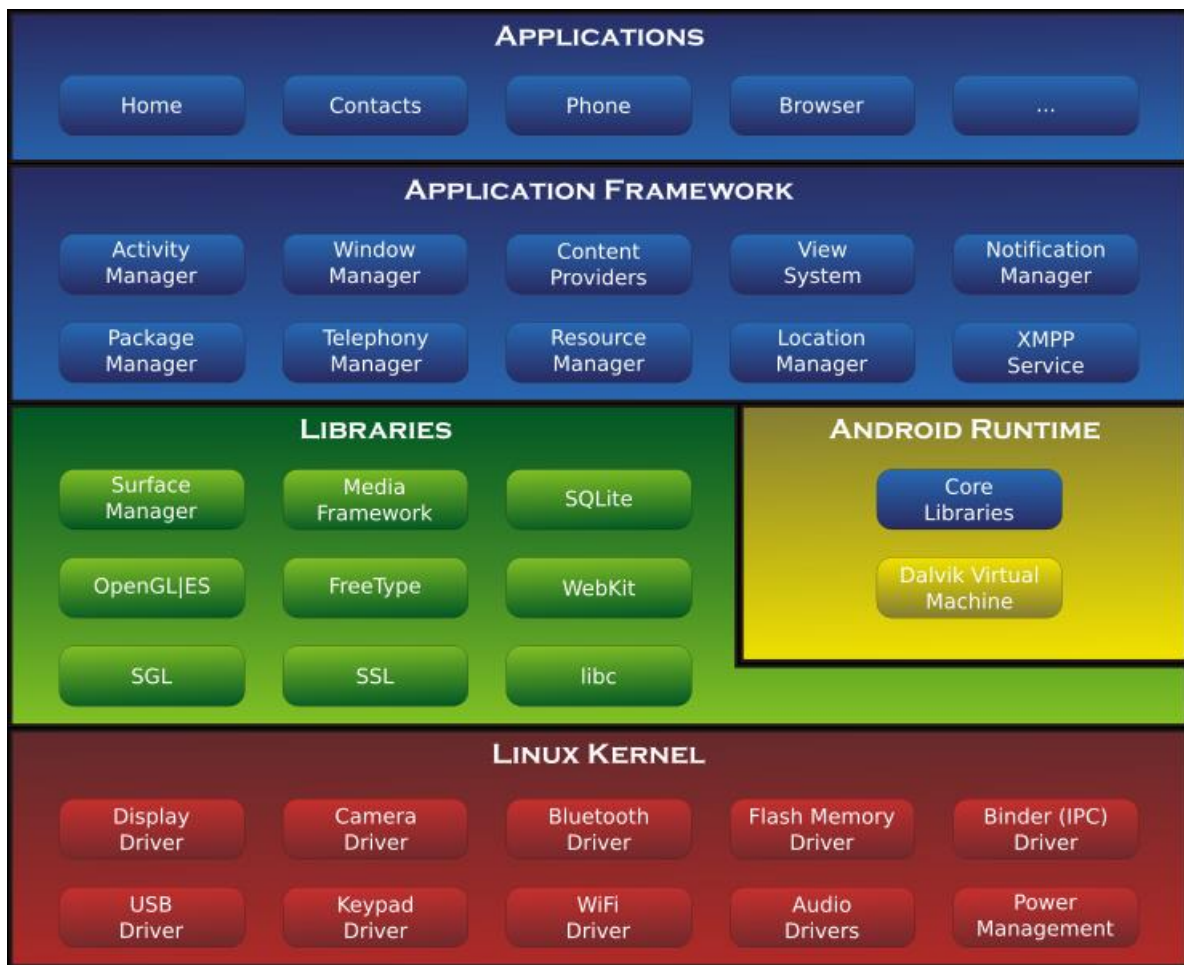
KNX je standardizovaný, síťový komunikační protokol založený na OSI modelu určený pro komunikaci prvků v inteligentních budovách. Podrobnější popis je popsán v předchozí části této diplomové práce.

## 11.2 Operační systém Android

Android je operační systém založený na linuxovém jádru, který je určený zejména k ovládání mobilních zařízení vybavených dotykovou obrazovkou. Výhodou systému je, že standardně integruje základní aplikace (např. telefon, sms, procházení médií atd.), není tedy třeba tyto funkčnosti instalovat.

Vývoj aplikací pro Android probíhá v jazyce Java. Výhoda Javy v Androidu spočívá v tom, že máme k dispozici třídy-rozhraní (Aplikační framework) pro ovládání všech periférií, která jsou na zařízení dostupná. Naše aplikace může stejně jednoduše přistupovat k WiFi rozhraní, stejně tak jako k datům z fotoaparátu. O snadný přístup k perifériím přicházíme v okamžiku, kdy budeme psát aplikaci v jazyce C/C++. Na druhou stranu získáváme efektivnější (rychlejší) kód. Oba přístupy lze kombinovat a obecně se doporučuje v jazyce C/C++ psát časově kritické funkce, ale jejich volání a správu ponechat na vyšší vrstvě Javy. Nezbytný balík pro vývoj aplikace v Javě nese název SDK (= software development kit) a lze jej stáhnout z webových stránek: [4]. Pro snadný začátek je ke stažení již přednastavené prostředí Eclipse s integrovaným ADT (= Android development tools) pluginem. Do mobilního zařízení se aplikace nahrává přes USB kabel, s každým kliknutím na tlačítko RUN.

Následující obrázek ukazuje základní stavbu systému Android.



Obrázek 11.1: Základní stavba systému Android

(převzato z: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Android-System-Architecture.svg>)

- 1) *vrstva aplikace* - v této vrstvě se nacházejí jak aplikace standardně integrované v systému (kontakty, telefon, sms atd.), tak uživatelsky vytvořené aplikace, využívají volání nižších vrstev modelu
- 2) *vrstva aplikační framework* - aplikační rozhraní, které umožňuje přístup k systémovým prostředkům
- 3) *vrstva knihovny* - poskytují přístup k ovladačům zařízení nacházející se v linuxovém jádru systému, knihovny jsou psány v C, takže je zde již kladen důraz na rychlejší přístup než v předešlé vrstvě
- 4) *vrstva Android runtime* - umožňuje spouštění Java aplikací v Java Virtual Machine uzpůsobené pro Android, obsahuje také důležité knihovny systému
- 5) *vrstva Linux Kernel* - řídí správu paměti, meziprocessorovou komunikaci a přímo přistupuje k hardwaru zařízení

## 11.3 Knihovna Calimero

Knihovna Calimero [5] byla vyvinuta na vídeňské univerzitě Technische Universitaat Wien - Institute of Computer Aided Automation. Calimero je knihovna napsaná v jazyce Java a fungující jako rozhraní pro přístup do KNX sítě. Právě proto, že je knihovna napsána v tomto jazyce, bylo možné ji s výhodou použít pro aplikaci psanou pro systém Android. Calimero jsem použila téměř bez úprav (byl problém pouze s výběrem ethernetového rozhraní - bude popsáno níže).

Pro ovládání koncových prvků sběrnice není potřeba detailních znalostí protokolu KNX. Knihovna poskytne dostatečné odstínění od protokolu KNX sběrnice, až na úroveň odeslání zprávy daného datového typu pro konkrétní skupinovou adresu. Pochopitelně je podporováno čtení stavů jednotlivých prvků a monitorování sběrnice.

Knihovna existuje ve dvou verzích - starší 1.0 a novější pod označením NG (= new generation). Obě verze se podle dokumentace zásadně liší ve svých strukturách a poskytovaných funkcích. Od knihoven jsem vyžadovala jen základní funkčnost - připojení, sestavení, odesílání, příjem a parsování KNX datagramů. To by splnily oba typy, a proto jsem se rozhodla použít starší verzi. Nová verze obsahuje zajímavou funkcionalitu, a to načtení XSLT konfiguračního souboru generovaného programem ETS4. Můžeme pak mít v naší aplikaci přímo přístupnou strukturu prvků poskládanou v softwaru ETS, který vygeneroval konfigurační soubor.

## 11.4 Knihovna Falcon

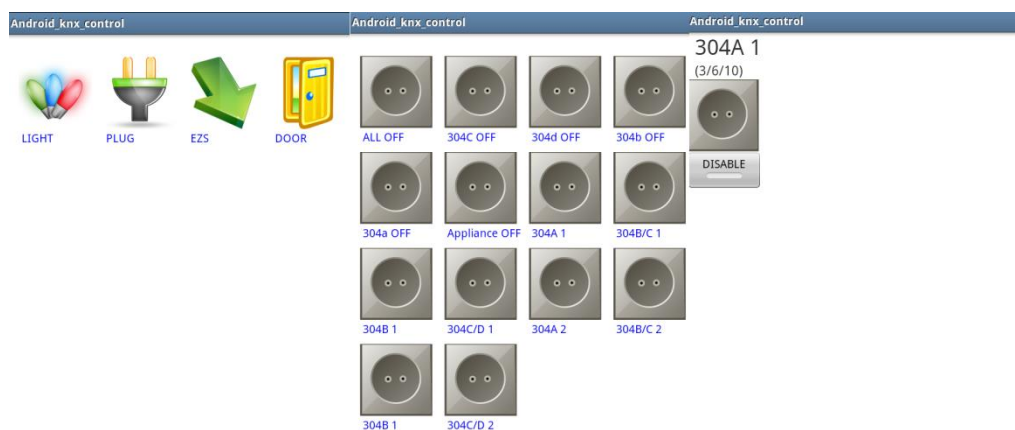
Jedná se o oficiální knihovnu KNX asociace sloužící, stejně jako Calimero, pro komunikaci s prvky sběrnice KNX. Podle mého názoru, je to jediná z dalších možných variant, jak přistupovat ke sběrnici KNX, aniž by bylo potřeba podstupovat složitou cestu reverzního inženýrství nebo zakoupit dokumentaci a nastudovat protokol KNX sběrnice. Knihovna je využívána přímo v softwaru ETS a je volně ke stažení. Pro někoho může být výhoda, že je napsána v jazyce C/C++, ale s tímto jazykem by byl problém s kompatibilitou při vývoji aplikace pro Android. Proto jsem dala přednost projektu Calimero, knihovnou Falcon jsem se dále nezabývala.



## 12 Popis aplikace

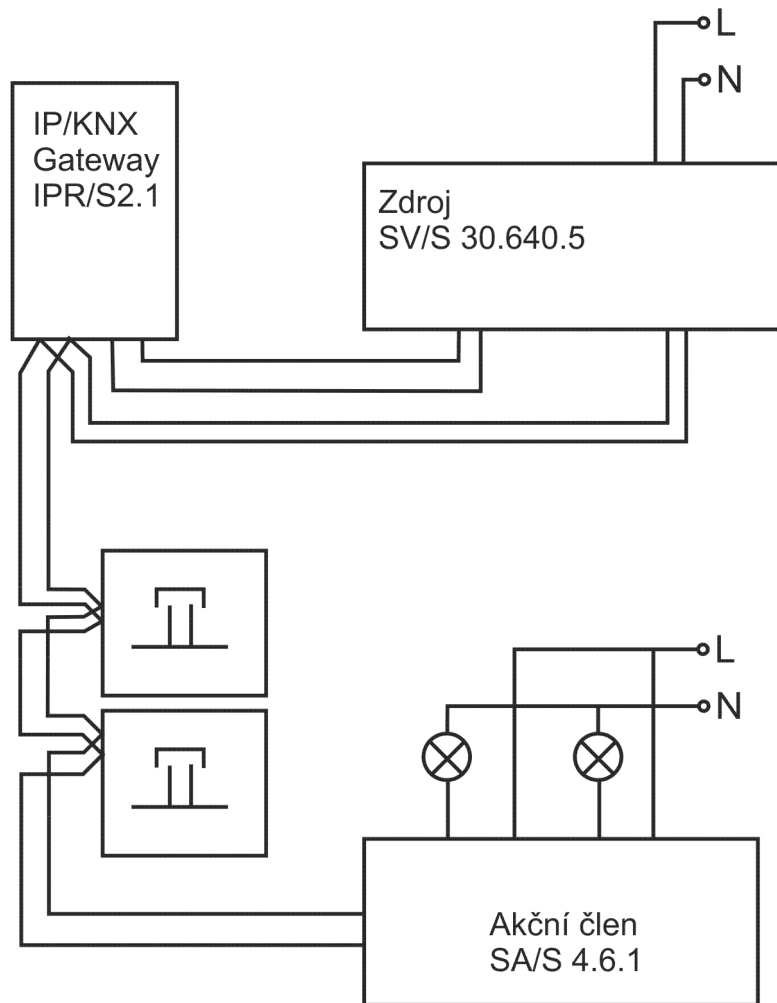
Aplikace `Android_KNX_Control` umožňuje vzdálené ovládání prvků inteligentní elektroinstalace KNX z mobilního zařízení se systémem Android. Po spuštění se aplikace pokusí připojit k serveru KNX/IP Gateway. Pokud je připojení úspěšné, aplikace pokračuje v "on-line" módu. V opačném případě je nastaven "off-line" mód lišící se tím, že neodesílá příkazy do sítě. Také v tomto módu lze procházet strukturou prvků. Tato struktura se aplikace načítá ze souboru.

Jedná se o tříúrovňové menu, které přehledně uspořádá jednotlivé prvky. V první úrovni menu se zobrazují dostupné typy koncových prvků. Vybráním konkrétního typu přejde zobrazení na všechny položky daného typu. V poslední třetí úrovni uživatel nastaví stav vybraného prvku nebo je informován o aktuálně vyčítaných hodnotách např. z různých čidel a snímačů.



Obrázek 12.1: Všechny úrovně menu

(Zleva - seznam typů prvků; všechny prvky daného typu; konkrétní prvek)



Obrázek 12.2: Testovací konfigurace KNX sítě

## 12.1 Popis jednotlivých modulů

Aplikaci jsem rozdělila do několika modulů (souborů):

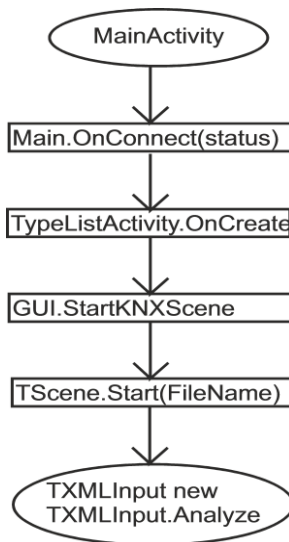
- 1) *MainActivity.java* - základní obrazovka aplikace, jejíž grafické rozložení je popsáno v souboru *main\_layout.xml*
- 2) *BoolActivity.java* - obsluha grafického rozhraní definovaného v *boolactivity.xml*, třída zajišťuje ovládání stavu on/off, po odeslání příkazu následuje vyčtení skutečného stavu, po zobrazení této aktivity (formu) dojde také k vyčtení stavu KNX adresy, tato třída se využívá například k řízení světel
- 3) *BoolMoveActivity.java* - obsluha grafického rozhraní definovaného v *activity\_bool\_move.xml*, na první KNX adresu (vyčtenou z konfiguračního souboru *descr.xml*) třída odesílá příkaz on/off podle požadovaného pohybu, na druhou adresu může být odeslán off příkaz, ten způsobí zastavení pohybu, tato třída se využije například k otvírání dveří nebo pro pohyb žaluzií
- 4) *BoolShowStateActivity.java* - obsluha grafického rozhraní definovaného v *bool\_showstateactivity.xml*, KNX adresy vyčtené z konfiguračního souboru *descr.xml*, jsou postupně vyčítány a binární stav je zobrazován v tomto formu

- 5) *TypeListActivity.java* - slouží k vykreslení všech typů načtených z konfiguračního souboru, grafické rozhraní je definováno v souboru *typelist.xml*
- 6) *ElementsListActivity.java* - slouží k vykreslení všech elementů vybraného typu, grafické rozhraní je definováno v souboru *elementslist.xml*
- 7) *GUI.java* - pracuje se seznamem prvků, umožňuje jeho načtení ze souboru, zavádí třídy a implementuje jednotlivé metody pro seznam typů nebo všech prvků daného typu jako jsou získání seznamů, jejich vykreslení nebo obsluha kliknutí
- 8) *WifiNetworkInterface.java* - získá IP adresu WiFi adaptéru zařízení
- 9) *AElements.java* - abstraktní třída, z níž mohou být odvozeny ostatní typy prvků, poskytuje metody odesílání a příjmu KNX datagramů a udržuje základní parametry načtené z konfiguračního souboru *descr.xml*
- 10) *Elemets.java* - popisuje jednotlivé typy prvků, objekty jsou odvozeny od abstraktní třídy *AElements*, třídy specifikují, jak je obsluhován různý typ prvků např. typ bool pracující s binárními hodnotami nebo typ int s celočíselnými atd.
- 11) *TElement.java* - třída uchovávající parametry jednotlivých KNX prvků
- 12) *Draw.java* - zařídí vlastní vykreslení objektů, tím se rozumí zobrazení ikon v *TypeListActivity.java* nebo *ElementsListActivity.java*
- 13) *OnElementsEvent.java* - rozhraní pro základní události obsluhující KNX spojení
- 14) *TKnxControl.java* - třída dostupná ze všech částí programu, založená při jeho spuštění, obsahuje tři nezávislá vlákna, v nichž se volají komunikační funkce knihovny Calimero, vlákna jsou potřeba proto, že veškerá komunikace UDP protokolem (a přes něj se KNX datagramy transportují) musí v systému Android probíhat z vláken nezávislých na hlavním vlákně aplikace
- 15) *TScene.java* - udržuje seznam objektů, které odpovídají prvkům získaných z konfiguračního souboru, zároveň poskytuje metody pro práci s tímto seznamem, například jeho získání, zjištění dostupných typů
- 16) *XMLInput.java* - otevření a parsování konfiguračního souboru *descr.xml*

## 12.2 Komunikace

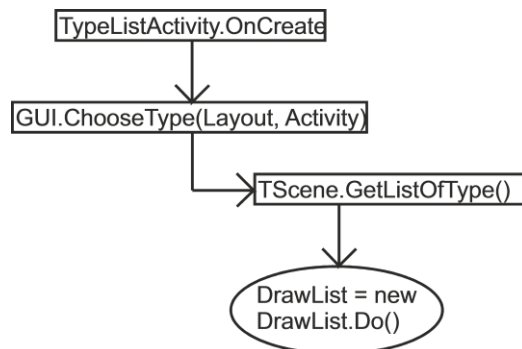
Následující kapitola ukazuje postup průchodu programu přes jednotlivé instance tříd a jejich metody. Tato schémata by měla pomoci při orientaci v programu. Vybrala jsem několik, podle mého názoru důležitých stavů, které za běhu aplikace nastávají.

Načtení konfiguračního souboru. Tento stav nastane pokaždé v rámci spouštění připojení k serveru (IPGateway). Mohla by tak být měněna struktura prvků s každým restartem spojení. S každým vytvořením activity *TypeListActivity* dojde přes několik metod k otevření konfiguračního souboru *descr.xml* a jeho parsování pomocí třídy *TXMLInput*. Výsledkem je naplnění seznamu prvků a jejich parametrů *ControlObjectsList* definovaném v *TScene*.



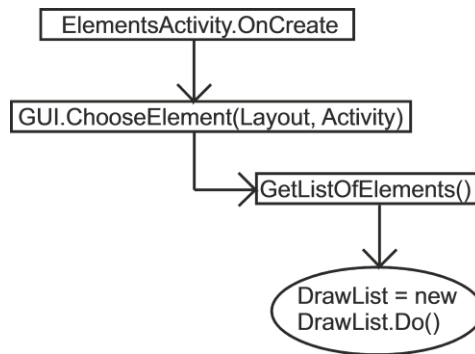
Obrázek 12.3: Načtení konfiguračního souboru

Zobrazení všech typů prvků získaných z konfiguračního souboru. Při vytvoření activity sloužící pro zobrazení všech typů se vyvolá metoda, která vrátí seznam všech dostupných, různých typů - *GetListOfType()*. Objekty mají implementovanu metodu vykreslování. Této metodě je pak potřeba předat aktivitu, v jejímž rámci bude probíhat vykreslování a Layout, kam se bude kreslit.



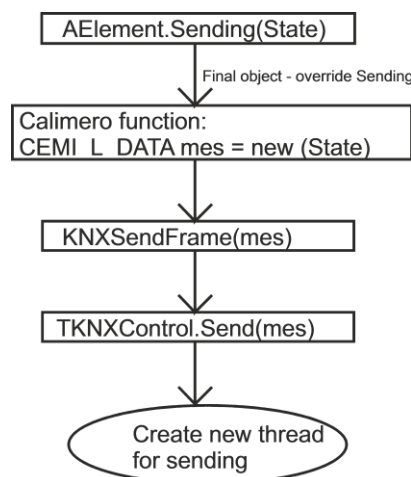
Obrázek 12.4: Zobrazení všech typů prvků

Zobrazení všech prvků daného typu. Při vytvoření activity sloužící pro zobrazení prvků konkrétního typu se vyvolá metoda, která vrátí seznam všech prvků zvoleného typu - *GetListOfElements()*. Objekty mají implementovanu metodu vykreslování. Této metodě je pak potřeba předat aktivitu, v jejímž rámci bude probíhat vykreslování a Layout, kam se bude kreslit.



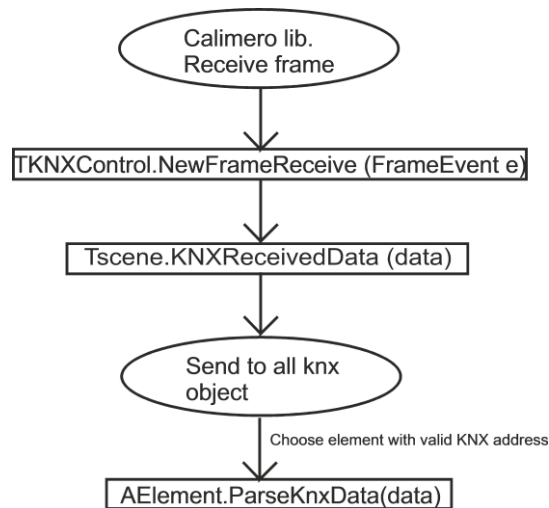
Obrázek 12.5: Zobrazení všech prvků daného typu

Odesílání KNX zprávy. Z objektu odvozeného z abstraktní třídy AElement (seznam prvků ControlObjectsList) voláme metodu Sending. Parametr je binární stav, který má být poslán do KNX sítě. Následuje volání několika knihovnic (Calimero) funkcí, které vytvoří vlastní zprávu - objekt typu *CEMI\_L\_DATA*. Následuje předání této zprávy přes *TKNXControl.Send* do vlastního vlákna, které pak volá funkce Calimero knihovny k odeslání zprávy.



Obrázek 12.6: Odesílání KNX zprávy

Příjem KNX zprávy je řešen elegantně pomocí implementování listeneru *EICLEventListener*. Ten je součástí třídy *TKNXControl* a vyvolává metodu *NewFrameReceive*. Není tedy potřeba periodicky provádět dotazování na stav sběrnice, zda jsou pro nás k dispozici data. Takto získaný datagram se přidá všem prvkům ze seznamu prvků. Objekt, který vyhodnotí svoji adresu v přijatém datagramu, aktualizuje svůj stav podle hodnoty zjištěné z tohoto datagramu.



Obrázek 12.7: Příjem KNX zprávy

Každá funkce z knihovny Calimero, která pracuje s ethernetovým rozhraním (připojování, odpojování, odesílání dat) musí být volána ze samostatného vlákna. Tento požadavek je uveden v popisu k systému Android. Všechny funkce uvnitř knihovny jsou blokové, takže by docházelo k zastavení vykonávání hlavního vlákna, z jehož kontextu by tyto funkce musely být volány. Následkem čehož by měl uživatel pocít zpomalování až "zamrzávání" aplikace. Tato vlastnost se začne projevovat v okamžiku delších timeoutů na straně KNX serveru.

Proto jsem vytvořila třídy *AsyncTask NewComm*, *NewSending* a *DiscComm*. Doporučuji tedy přistupovat k funkcím Calimero používající Ethernet výhradně přes tato vlákna. Vlastní komunikace s ethernetovým rozhraním tak probíhá v metodě `doInBackground` (nové vlákno) a neběží tak v kontextu hlavního vlákna. Třída *AsyncTask* také poskytuje metodu `onPostExecute`. Té s výhodou využijí k signalizování dokončení vlákna. Tedy například dokončení připojování nebo dokončení odesílání dat. Tyto stavy je možné dále rozšířit do kódu pomocí interfacu `OnKNXEvent` a obsluhovat tak v jednotlivých třídách reakce na tato dokončení.

## 12.3 Úprava knihovny Calimero

Knihovna Calimero nemá vyřešenu detekci více ethernetových rozhraní. Jako aktivní je vybráno vždy první detekované rozhraní zařízení. Běžný Android mobilní telefon má k dispozici až deset rozhraní (lze zjistit příkazem `netcfg` v terminálovém okně). Samozřejmě takto zvolené rozhraní nebude to pro WiFi spojení.

U vybraného rozhraní se zjistí jeho IP adresa a tyto čtyři bajty jsou pak odesílány v prvním KNX datagramu v žádosti o navázání spojení. KNX server pak odpovídá právě na tuto adresu získanou z požadavku o spojení. Pokud tedy byla adresa v datagramu neplatná, tak odpověď je směrována na neplatnou adresu, nedojde k jejímu doručení a neproběhne spojení. Tuto vlastnost se mi podařilo odhalit až po zařazení ethernetového switchu s funkcí zrcadlení portů a analýzou síťového provozu.

Následující úpravy dovolí předat do knihovny Calimero vlastní ethernetové rozhraní.

V souboru *CEMI\_Connection.java* upravit konstruktor přidáním parametru *InetAddress*:

```
public CEMI_Connection(InetSocketAddress _Server, CEMIConnectionTypeInfoContainer
_Connection,InetAddress ia)
    throws EICLException {
    this(Util.openNextPort(), _Server, _Connection, ia);
}
```

Ve stejném souboru upravit přetížený konstruktor:

```
public CEMI_Connection(DatagramSocket _DatagramSocket, InetSocketAddress _Server,
    CEMIConnectionTypeInfoContainer _Connection,InetAddress ia) throws EICLException {
    socket = _DatagramSocket;
    receiveThread = new Thread(this);
    receiveThread.start();
    connection = _Connection;
    long time = 0;

    if (_Server.isUnresolved()) {
        throw new EICLException("Unresolved server address");
    }

    try {

        Connect_Request request = new Connect_Request(connection.getConnectionTypeCode(),
            connection.getConnectionOptions(), socket.getLocalPort(), ia); //!!!!Přidán par. ia!!

        DatagramPacket packet = new DatagramPacket(request.toByteArray(),
            request.toByteArray().length, _Server);
        socket.send(packet);
        .....
        .....
        .....
```

V souboru *Connect\_Request.java* rozšířit funkci o parametr *InetAddress*:

```
public Connect_Request(short _Connectiontypecode, short[] _Options, int _LocalPort, InetAddress
ia )
    throws EICLException {
    endpoint = new HPAI(_LocalPort, ia);
    cri = new CRI_CRD(_Connectiontypecode, _Options);
}
```

V souboru *HPAI.java* přetížit konstruktor HPAI:

```
public HPAI(int _PortNumber, InetAddress ia) throws EICLException {
    try {
        setLocalIP (ia);
        address = getLocalIP().getAddress();
        structlength = 8;
        hostprotocol = EIBNETIP_Constants.IPV4_UDP;
        port = _PortNumber;

    } catch (Exception ex) {
```

```
        throw new EICLException(ex.getMessage());
    }
}
```

Po těchto úpravách bude knihovna pracovat s rozhraním, které jí bude předáno jako parametr při zakládání spojení *Cemi\_Connection tunnel = new CEMI\_Connection(,,)* jako její poslední parametr.



## 13 Základní konfigurace

Schematické zapojení je na *Obrázku 10.1*. Do KNX sítě přistupujeme přes KNX/IP Gateway. Ta je připojena přes WiFi router a pomocí WiFi sítě se také připojuje mobilní zařízení, na kterém je instalována ovládací aplikace *Android\_KNX\_Control*. Pro správnou funkci musí být provedeno nastavení jednotlivých komponent v této síti.

Konfigurace KNX/IP Gateway spočívá v určení její IP adresy. Pokud není IP adresa napsaná na samotném zařízení, můžeme ji vyčíst pomocí programu ETS. Síťové rozhraní počítače, na kterém spouštíme software KNX, nastavíme do módu získat DHCP adresu ze serveru. Tím si zajistíme stejný rozsah adres mezi počítačem a Gateway. Pak v softwaru ETS v sekci *Settings* v záložce *Communication* zvolíme *connect* na rozhraní, ke kterému máme připojenu Gateway a můžeme odečíst její adresu. Tuto adresu bude nutné později vyplnit v konfiguračním souboru naší aplikace.

WiFi router bude používán jako switch. Tedy vypneme mu dynamické přidělování adres (DHCP) a propojíme s Gateway přes LAN port. Port WAN nebudeme vůbec připojovat.

Na mobilní zařízení povolíme WiFi síť. Dále nastavíme statickou IP adresu pro toto rozhraní. Adresa musí ležet ve stejném rozsahu jako adresa získaná z KNX/IP Gateway. U některých zařízení bylo nutné vyplnit také položky DNS serveru a Gateway. Bez těchto informací nešlo připojit WiFi síť. V tomto okamžiku je dobré zkusit ping z mobilního zařízení (není-li nainstalován, lze stáhnout) na KNX/IP Gateway. Pokud funguje, můžeme přejít k instalaci vlastní aplikace.

### 13.1 Instalace aplikace *Android\_KNX\_Control*

Aplikaci jsem do telefonu průběžně nahrávala již během vývoje pomocí prostředí Eclipse. Výsledkem překladu je mimo jiné soubor \*.apk, který lze instalovat na systému Android. Pokud máme nainstalován balíček ADT (android development tool) můžeme aplikaci \*.apk nahrát pomocí příkazové řádky:

(viz <http://developer.android.com/tools/building/building-cmdline.html>)

Další možností, jak instalovat aplikaci, je přenést soubor .apk do mobilního telefonu a odtud ho spustit z nějakého souborového manageru.

Po úspěšné instalaci aplikace musíme přidat adresář KNXDATA. Jeho umístění je dáno ve zdrojovém kódu aplikace a musí být přímo v hlavním adresáři systému (rootu). Příklad obsahu adresáře je také na přiloženém CD.

Adresář obsahuje soubory *SystemSet.xml* - parametr IP adresy KNX serveru (Gateway). *Descr.xml* - popisuje prvky KNX sítě. Adresář *Pictures*, v němž se hledají obrázky, na něž odkazují položky z *Descr.xml*.

#### Příklad souboru *SystemSet.xml*

```
<?xml version = "1.0"?>
<SYSTEM>
  <KNXIPADDRESS>169.254.65.132</KNXIPADDRESS>
</SYSTEM>
```

## 13.2 Popis souboru *Descr.xml*

Tento soubor popisuje hierarchii a parametry jednotlivých prvků KNX sítě. Příklad popisu jednoho prvku je následující:

### Příklad popisu prvku z *Descr.xml* souboru

```
<emp>
<name>Light1</name>
<type>LIGHT</type>
<knxtype>BOOL</knxtype>
<graddress>0/0/1</graddress>
<GroupPicturePath>BulpSet.png</GroupPicturePath>
<FinalPicturePath>Bulp.png</FinalPicturePath>
</emp>
```

`<name>` - Jméno prvku KNX sítě. Zobrazuje se např. v seznamu prvků po zadání konkrétního typu (druhá úroveň menu).

`<type>` - Jméno typu, pod který daný prvek spadá. Zobrazuje se v seznamu všech typů (první úroveň menu).

`<knxtype>` - Typ prvku, podle kterého se řídí způsob chování komunikace s prvky v síti a grafické rozhraní pro komunikaci s uživatelem.

`<graddress>` - KNX skupinová adresa, se kterou bude prvek komunikovat. Počet adres je pro různé typy prvků různý.

`<text>` - Volitelný parametr. Zobrazuje popis u typu `BOOL_SHOWSTATE`.

`<GroupPicturePath>` - Název souboru obrázku zobrazovaného u seznamu typů (první úroveň menu).

`<FinalPicturePath>` - Název souboru obrázku zobrazovaného u konkrétního prvku (druhá úroveň menu)

Bylo potřeba v aplikaci rozlišit chování různých typů KNX zařízení. Typy se liší způsobem obsluhy jednotlivých KNX adres uvedených v seznamu a samozřejmě grafickým rozhráním pro ovládání jednotlivých prvků. Typy vznikly podle dokumentace k elektroinstalaci CAT a pokrývají základní KNX objekty v tomto návrhu.

Vytvořit konfigurační soubor, naprosto univerzální, by bylo velmi složité a vyžadovalo by to prostudování většího počtu praktických návrhů a následně vytvoření společných parametrů nebo struktury, která by byla schopna toto popsat.

Typ *BOOL* odesílá příkaz on/off na adresu definovanou v sekci `<graddress>`. Hodí se k ovládání světel nebo elektrických zásuvek.

```
<emp>
<name>Light1</name>
<type>LIGHT</type>
<knxtype>BOOL</knxtype>
<graddress>0/0/1</graddress>
<GroupPicturePath>BulpSet.png</GroupPicturePath>
<FinalPicturePath>Bulp.png</FinalPicturePath>
```

```
</emp>
```

Typ *BOOL\_MOVE* dovoluje odesílat on/off příkazy na dvě různé KNX adresy. Ty představují jedna směr pohybu a druhá zastavení pohybu. Hodí se pro ovládání dveří nebo žaluzií. Ze třetí adresy se čte stav.

```
<emp>
<name>MOVE DOOR</name>
<type>DOOR</type>
<knxtype>BOOL_MOVE</knxtype>
<graddress>0/0/1</graddress>
<graddress>0/0/2</graddress>
<graddress>0/0/3</graddress>
<GroupPicturePath>BulpSet.png</GroupPicturePath>
<FinalPicturePath>Bulp.png</FinalPicturePath>
</emp>
```

Typ *BOOL\_SHOWSTATE* přijímá a zobrazuje stavy ze zadaných KNX adres. Parametr *<text>* se vyplňuje jako popisek u názvu stavu. Používá se pro čtení stavů elektronického zabezpečovacího systému.

```
<emp>
<name>EZS1</name>
<type>EZS</type>
<knxtype>BOOL_SHOWSTATE</knxtype>
<graddress>0/0/1</graddress>
<graddress>0/0/2</graddress>
<graddress>0/0/3</graddress>
<text>OKNO 1</text>
<text>PIR KUCHYNE</text>
<text>DVERE </text>
<GroupPicturePath>BulpSet.png</GroupPicturePath>
<FinalPicturePath>Bulp.png</FinalPicturePath>
</emp>
```

### 13.3 Nastavení konfigurace podle projektu CAT učebny

Projekt zapojení KNX elektroinstalace CAT učebny byl jediný dostupný praktický projekt. Právě podle něho jsem připravila jednotlivé typy zařízení, které se nejčastěji vyskytují v tomto projektu.

Pro prvek osvětlení (nebo elektrické zásuvky) byl zvolen typ *BOOL*. Tento typ umožňuje odeslat zprávu on/off na definovanou adresu. Zároveň z této adresy přijímá zprávy a aktualizuje hodnotu na displeji mobilního zařízení.

Main group	Name	Description	F (Fastthrough Line Coupler)
Middle group	Name	Description	C (Central) / P (*)
Group Address	Name	Type	Description
3/1	osvětlení		
3/1/0	L 4.2.10a	1 bit	ovládání funkce osvětlení Spínání svítidla L 4.2.10a v místnosti 304c

Device Objects	Product Function Text	Description	Room Text	Comment	Datapoint Type	Group Addresses	Priority	Flags
01.01.004	SA/S4.16.6.1 Switch Actuator,4-fold,16A,MDRC	QAS4	RMS 4.1	4násobný spínací akční člen pro spínání 4 okruhů svítidel				

Obrázek 13.1: Příklad prvku světla z dokumentace CAT

## Nastavení v konfiguračním souboru Descr.xml pro typ BOOL.

```
<emp>
<name>L4.2,10a</name>
<type>Osvetleni</type>
<knxtype>BOOL</knxtype>
<graddress>3/1/0</graddress>
<GroupPicturePath>BulpSet.png</GroupPicturePath>
<FinalPicturePath>Bulp.png</FinalPicturePath>
</emp>
```

Pro prvek ovládání dveří nebo žaluzií byl zvolen typ BOOL\_MOVE. Tento typ dovoluje poslat zprávu on/off na první adresu. Pomocí ní se ovládá pohyb dveří. Na druhou adresu lze poslat také on/off zprávu, tak zastavuje pohyb dveří.

3/2	stínění		
3/2/0	V 4.2.109 pohyb	1 bit	ovládání žaluzií a dveří Pohyb dveří V 4.2.109 v místnosti 304

Device Objects	Product Function Text	Description	Room Text	Comment	Datapoint Type	Group Addresses	Priority	Flags
01.01.006	JA/S8.230.1M Shutter Actuator Man.,8f,230VAC,MDRC	QAS6	RMS 4.1	8násobný žaluziový akční člen pro výstupy V4.2.109 až V4.2.113 (5 výstupů) + 3 výstupy - rezervní				

Main group	Name	Description	F (Fastthrough Line Coupler)
Middle group	Name	Description	C (Central) / P (*)
Group Address	Name	Type	Description
3/2	stínění		
3/2/1	V 4.2.109 stop	1 bit	ovládání žaluzií a dveří Zastavení pohybu dveří V 4.2.109 v místnosti 304

Device Objects	Product Function Text	Description	Room Text	Comment	Datapoint Type	Group Addresses	Priority	Flags
01.01.006	JA/S8.230.1M Shutter Actuator Man.,8f,230VAC,MDRC	QAS6	RMS 4.1	8násobný žaluziový akční člen pro výstupy V4.2.109 až V4.2.113 (5 výstupů) + 3 výstupy - rezervní				

Obrázek 13.2: Příklad prvku pohybu dveří z dokumentace CAT

## Nastavení v konfiguračním souboru Descr.xml pro typ BOOL\_MOVE.

```
<emp>
<name>MOVE DOOR</name>
<type>DOOR</type>
<knxtype>BOOL_MOVE</knxtype>
<graddress>3/2/0</graddress>
<graddress>3/2/1</graddress>
<GroupPicturePath>BulpSet.png</GroupPicturePath>
<FinalPicturePath>Bulp.png</FinalPicturePath>
</emp>
```

Jistě by mohl být pohyb dveří řízen i jiným způsobem, například by se zadávala hodnota, na kolik procent se mají dveře otevřít. Samozřejmě by byla jiná konfigurace KNX sítě. Pak by bylo potřeba doprogramovat rozhraní a chování do aplikace a nazvat ho například FLOAT\_MOVE. Na zadanou adresu by se pak posílalo desetinné číslo znamenající posun dveří o určitou hodnotu.

Pro prvek vyčítání stavů elektronického zabezpečovacího systému byl použit typ BOOL\_SHOWSTATE. Tento typ přijímá on/off zprávy z definovaných adres (stavy jednotlivých čidel) a aktualizuje zobrazení v aplikaci.

Main group	Name	Description	P (Passthrough Line Coupler)
Middle group		Comment	
Group Address	Name	Type	Description
			Comment
3/5	vazba na zabezpečení		
3/5/2	PIR 1 klid/pohyb	1 bit	vazby na elektronické zabezpečení objektu Hlášení o pohybu v místnosti 304a
			- / -

Main group	Name	Description	P (Passthrough Line Coupler)
Middle group		Comment	
Group Address	Name	Type	Description
			Comment
3/5	vazba na zabezpečení		
3/5/5	PIR 4 klid/pohyb	1 bit	vazby na elektronické zabezpečení objektu Hlášení o pohybu v místnosti 304d
			- / -

Main group	Name	Description	P (Passthrough Line Coupler)
Middle group		Comment	
Group Address	Name	Type	Description
			Comment
3/5	vazba na zabezpečení		
3/5/21	Okno 1	1 bit	vazby na elektronické zabezpečení objektu Okno v pokoji
			- / -

Main group	Name	Description	P (Passthrough Line Coupler)
Middle group		Comment	
Group Address	Name	Type	Description
			Comment
3/5	vazba na zabezpečení		
3/5/24	Okno 4	1 bit	vazby na elektronické zabezpečení objektu Okno v koupelně
			- / -

Obrázek 13.3: Příklad prvku EZS z dokumentace CAT

## Nastavení v konfiguračním souboru Descr.xml pro typ BOOL\_SHOWSTATE.

```

<emp>
<name>EZS1</name>
<type>EZS</type>
<knxtype>BOOL_SHOWSTATE</knxtype>
<graddress>3/5/2</graddress>
<graddress>3/5/5</graddress>
<graddress>3/5/21</graddress>
<graddress>3/5/24</graddress>
<text>PIR mistnost 304a</text>
<text>PIR mistnost 304d</text>
<text>OKNO Pokoj</text>
<text>OKNO Koupelna</text>
<GroupPicturePath>BulpSet.png</GroupPicturePath>
<FinalPicturePath>Bulp.png</FinalPicturePath>
</emp>

```

## 14 Závěr

Aplikaci `Android_KNX_Control` jsem instalovala na několik mobilních zařízení. Nejlépe fungovala na mobilním telefonu HTC One V s operačním systémem Androidem 4.0. Na mobilním telefonu HTC One Desire S s operačním systémem Android 2.2 a na tabletu Samsung Galaxy Tab se stejným operačním systémem docházelo někdy ke zpoždění mezi připojením k serveru a odesíláním KNX paketů.

Aplikaci jsem otestovala "na stole" s minimální sítí obsahující dva vypínače a výstupní binární jednotku. Takto nakonfigurované jednotky bylo možné ovládat mojí aplikací. Tím bylo splněno požadované zadání na prověření možností komunikace s KNX sítí a mobilním zařízením.

Typy prvků, které moje aplikace podporuje, jsou detailně popsány v kapitole 13.3. Vybrala jsem je tak, aby korespondovaly s projektem v CAT na FEL ČVUT. Podpora dalších prvků vyžaduje jejich dopsání do aplikace, respektive modifikaci zdrojového kódu.

Ukázka funkčnosti mé aplikace je přiložena na CD s diplomovou prací. Jedná se o ovládání světel, zásuvek a dveří ve výukovém centru CAT.

# 15 Přílohy

## 15.1 Příloha A

### 15.1.1 ABB KNX instalace

Jedná se o systém elektroinstalace, který budovu promění v objekt inteligentní, komfortní a úsporný. [2]

#### **ABB i-bus® KNX umožňuje:**

- a) řízení osvětlení (spínání, stmívání, udržování stálé úrovně osvětlení, libovolné scény)
- b) řízení elektricky ovládaných žaluzií, rolet, markýz, oken, vrat či dveří, včetně meteorologické stanice
- c) ovládání provozu elektrických spotřebičů
- d) ekonomický a komfortní provoz vytápění, větrání, klimatizace
- e) nadstandardní funkce, např. centrální ovládání
- f) optimalizace spotřeby s libovolně proměnnými logickými vazbami
- g) vizualizace systému a budovy, vytváření dojmu přítomnosti
- h) spolupráce s elektronickým zabezpečovacím systémem a jinými řídicími systémy
- i) požární signalizace, protokolování událostí
- j) dálkové ovládání a hlášení po telefonu, ISDN, Internetu
- k) mnoho dalších funkcí, v automatickém režimu i s možností ručního zásahu podle okamžité potřeby

ABB i-bus® KNX je založen na vzájemné komunikaci jednotlivých přístrojů - na jedné straně snímačů, kterými jsou ovládací a měřicí prvky, na straně druhé akčních členů, které silově řídí jednotlivé funkce, tedy spínají a stmívají osvětlení, nastavují polohy žaluzií a ventilů topných a chladicích okruhů atd. Tato komunikace probíhá adresně (podle nastaveného programu) po dvoužilové sběrnici, kterou jsou všechny přístroje v systému propojeny.

#### **15.1.1.1 Osvětlení**

Spínání a stmívání svítidel a zásuvkových rozvodů je nejjednodušším úkolem pro ABB i-bus® KNX. Stejně snadné je vytváření centrálních funkcí nebo scén. Vysokých úspor energie potřebné pro osvětlování v kancelářských budovách se dosahuje samočinnou regulací

jasu na stálou osvětlenost s vazbou na přítomnost osob. Běžné je také vytváření programů pro dobu nepřítomnosti nebo pro případ narušení objektu nepovolanou osobou, případně simulace přítomnosti.

#### **15.1.1.2 Žaluzie / rolety**

Stínící techniku je možné ovládat ručně nebo na základě vazby s elektrickým systémem zabezpečení budovy, podle časového programu nebo podle údajů soumrakového spínače, ale také samočinně ve vazbě na intenzitu slunečního záření. Odražené sluneční záření od vhodně natočených lamel žaluzií využijeme pro úsporu tepelné energie pro vytápění nebo pro osvětlení. V letním období mohou lamely odrážet sluneční teplo do venkovního prostoru a tím snižovat náklady na provoz klimatizace. Před poškozením větrem, namrzajícím deštěm apod. jsou venkovní markýzy nebo rolety chráněny automatickým zatažením, v závislosti na příkazech snímačů povětrnostních údajů.

#### **15.1.1.3 Topení/klimatizace/větrání**

ABB i-bus KNX® reguluje tepelnou pohodu/větrání v místnostech a předává řídicí jednotce tepelného zdroje/vzduchotechniky informace o okamžitých podmínkách. Tato řídicí jednotka (u větrání eventuálně přímo jednotlivé ventilátory) pak připravuje jen potřebné množství tepla či chladu. V závislosti na způsobu provozu místnosti je možné časovými programy přepínat tři teplotní režimy činnosti. V kancelářských, školských a podobných budovách je výhodou i vazba na přítomnost osob – při delší nepřítomnosti, bez ohledu na časové programování, je vytápění/klimatizování místnosti převedeno do útlumového režimu, stejně tak je tomu při větrání.

#### **15.1.1.4 Vizualizace**

S vysokým komfortem souvisí zobrazování a ovládání vybraných funkcí a provozních stavů. K tomuto účelu slouží různé typy displejů nebo se využívá osobních počítačů s instalovaným vizualizačním softwarem a případně i s dotykovou obrazovkou. Stavby požadovaných funkcí je tak možné z jednoho místa nejen kontrolovat, ale i ovládat a vytvářet časové programy nebo scény.

#### **15.1.1.5 Řízení provozu**

Ať již ručně, dálkově, podle časového nebo jiného programu anebo podle příkazů různých snímačů může být řízen provoz libovolných spotřebičů nebo návazných systémů. Takto lze řídit provoz fontán, zalévání zahrady, vyhřívání chodníků nebo okapových žlabů, sauny, bazénové technologie a mnohých dalších elektrických zařízení.

#### **15.1.1.6 Bezpečnost**

Vhodnými rozhraními se zabezpečuje komunikace mezi různými řídicími systémy pro dosažení co nejoptimálnějšího provozu vybavení celé budovy. Běžné jsou vazby na elektrický systém zabezpečení budovy, na požární signalizaci, na přístupový systém atd. Rozsah vzdáleného přístupu určuje uživatel. Internetová rozhraní dovolují i vytváření komplexní



vzdálené vizualizace s integrovaným přenosem vizuálních informací a popř. také vzdálené programování nebo servis celé instalace.

### 15.1.1.7 Optimalizace spotřeby

Budeme-li do systému ABB i-bus® KNX předávat informace o spotřebě, můžeme vytvářet libovolné programové vazby zabezpečující, aby okamžitý odběr energie nepřesáhl stanovenou hodnotu. Pak lze zablokovat činnost vybraných energeticky náročných spotřebičů po dobu činnosti jiných, prioritních spotřebičů. Dále je možné dálkově odečítat spotřeby energií a tato data využít pro další vyhodnocení a zpracování.

### 15.1.1.8 Možnosti ovládání

Možností, jak ovládat systém inteligentní elektroinstalace ABB i-bus® KNX, je celá řada.

Základem jsou tlačítkové ovládací prvky s vestavěnými stavovými LED. Tyto ovládací prvky se používají stejným způsobem jako ve standardní instalaci, jejich možnosti jsou ovšem díky systému mnohonásobně vyšší.

Kromě tlačítkových ovládacích prvků systém využívá i infračervené dálkové ovladače, snímače pohybu a přítomnosti, termostaty, snímače povětrnostních údajů atd.

Tyto prvky jsou v designových řadách ABB - priOn, Future® linear, Solo®, Solo® carat a Busch-triton®.

Samozřejmostí je i ovládání systému prostřednictvím mobilního telefonu přes GSM komunikátor nebo pomocí vizualizačních programů z PC přes internet.

Velmi populární jsou nástěnné dotykové displeje, které lze nainstalovat kdekoliv v budově. Existují různé varianty s různým počtem funkcí vč. IP kamery, přístupu na internet atd.

ABB i-bus® KNX systém pracuje decentralizovaně a jakmile je systém nastaven nevyžaduje PC ani žádnou jinou řídicí jednotku. Celá „inteligence“ (naprogramované funkce) jsou uloženy v jednotlivých přístrojích – účastnících na sběrnici (US). Každý US si může vyměňovat informace s kterýmkoliv jiným US předáváním telegramů. Nejnižší konfigurační úroveň se nazývá linie. V jedné linii může být nejvýše 64 přístrojů (US). Jejich aktuální počet závisí na výběru napájecího zdroje a také na spotřebě jednotlivých US.

Používají se čtyři typy přístrojů:

- a) *systémové přístroje* - napájecí zdroje, komunikační rozhraní (USB, IP), svorkovnice, tlumivky, liniové spojky, oblastní spojky
- b) *snímače*- tlačítkové ovladače, povětrnostní snímače (vítr, déšť, světlo, teplo, atd.), termostaty, analogové a binární vstupy
- c) *akční členy* - spínací akční členy, stmívací akční členy, akční členy pro řízení žaluzií, akční členy topení, analogové akční členy
- d) *řídící prvky (kontroléry)* - snímače a akční členy mohou být vzájemně logicky propojeny řídicími prvky (logickými členy, logickými moduly apod.) pro zajištění vyšších počtů komplexních funkcí

## Seznam použité literatury:

- [1] What is KNX?. *KNX Association:[Official website]* [online]. [cit. 2012-11-16]. Dostupné z: <http://www.knx.org/knx/what-is-knx/>
- [2] ABB i-bus® KNX systém inteligentní elektroinstalace pro nevšední řešení. *Základní informace - ABB i-bus KNX - Inteligentní elektroinstalace - ABB* [online]. [cit. 2012-11-16]. Dostupné z: <http://www117.abb.com/index.asp?thema=5886>
- [3] ABB, s.r.o. *Systémová technika budov: Základní kurs KNX*. 2011-2012.
- [4] Android SDK/Android Developers. [online]. [cit. 2013-12-28]. Dostupné z: <https://developer.android.com/sdk/index.html>
- [5] Calimero/Wiki/Home. [online]. [cit. 2013-12-28]. Dostupné z: <http://sourceforge.net/p/calimero/wiki/Home/>