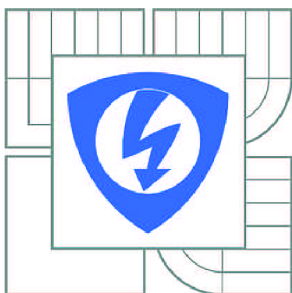


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

## PROJEKTOVÁNÍ DATOVÝCH ROZVODŮ INTELIGENTNÍCH SÍTÍ

DESIGNING INTELLIGENT DATA DISTRIBUTION NETWORKS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

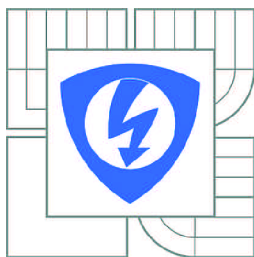
Bc. MARTIN STOJASPAL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ MIŠUREC, CSc.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav telekomunikací

# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor  
Telekomunikační a informační technika

**Student:** Bc. Martin Stojaspal

**ID:** 115280

**Ročník:** 2

**Akademický rok:** 2012/2013

## NÁZEV TÉMATU:

**Projektování datových rozvodů inteligentních sítí**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Prostudujte problematiku datových rozvodů inteligentních sítí. Navrhněte metodiku zpracování projektů, vhodné počítačové programy a realizujte projekt návrhu inteligentní sítě. Zpracujte ucelený materiál pro přípravu projektové dokumentace datových rozvodů a systémů v budovách. Pro zpracování dokumentace využijte vhodný program, který bude respektovat obvyklé zvyklosti v průmyslové praxi.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] KUCHYŇKOVÁ H., KUTNOHORSKÝ V., Počítačová podpora konstruování. 2003
- [2] XANADU Komplexní IT řešení, CAD/GIS/PLM, Autodesk, HP, Microsoft [online]. c2007, [cit. 2007-11-7], <<http://www.xanadu.cz/autocad.asp>>.
- [3] HEŘMAN, J., TRINKEWITZ, Z. a kolektiv autorů: Elektrotechnické a telekomunikační instalace. Dashöfer Holding, Ltd. a Verlag Dashöfer, nakladatelství, s.r.o.,2010. 1888 s. ISBN 80-86897-06-0.

**Termín zadání:** 11.2.2013

**Termín odevzdání:** 29.5.2013

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Jiří Mišurec, CSc.

**Konzultanti diplomové práce:**

**prof. Ing. Kamil Vrba, CSc.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce na téma Projektování datových rozvodů inteligentních sítí je zaměřena na návrh sběrnicevého systému KNX. V teoretické části je podrobně rozebrána problematika technologie KNX. Dále je v práci obsaženo, co musí projektová dokumentace obsahovat, jakých pravidel a předpisů by se měl projektant držet a jaké formy projektové dokumentace se používají.

Praktická část práce je zaměřena na vytvoření kompletního návrhu projektové dokumentace sběrnicevého systému KNX. Zde je prakticky ukázáno, jak projektová dokumentace v praxi vypadá.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

KNX, ETS, inteligentní elektroinstalace, sběrnicevý systém, projektová dokumentace

## **ABSTRACT**

Master thesis on topic Design of intelligent data distribution network is focused on the design of KNX bus system. The theoretical part is focused on problematic of KNX technology and on the rules, regulations and forms which must correct project documentation contain.

The practical part is focused on creation of complete design of project documentation KNX bus system. In this thesis is basically shown how project documentation should look like.

## **KEYWORDS**

KNX, ETS, intelligent installation systém, bus system, project documentation



## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

STOJASPAL, M. *Projektování datových rozvodů inteligentních sítí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 49 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jiří Mišurec, CSc..

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma „Projektování datových rozvodů inteligentních sítí“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne .....

.....

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji mému vedoucímu doc. Ing. Jiřímu Mišurcovi, CSc., za metodickou pomoc a cenné rady při zpracování diplomové práce. Dále děkuji Ing. Jiřímu Olejníčkovi, z firmy BOSSYS, za cennou odbornou pomoc.

# Obsah

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>10</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>11</b>
<b>ROZBOR ZADÁNÍ.....</b>	<b>12</b>
<b>1 Úvod .....</b>	<b>13</b>
1.1 Výhody systému KNX před klasickou instalací.....	13
1.2 Decentralizovaný sběrnicev ý systém KNX.....	13
<b>2. Sběrnicev ý systém KNX.....</b>	<b>14</b>
2.1 Historie .....	14
2.2 Inteligentní stavby v České republice.....	15
2.3 Účastníci na sběrnici.....	16
2.3.1 Význam spojek .....	17
2.4 Přenosová média.....	18
2.4.1 Kroucený pár .....	18
2.4.2 Silové vedení .....	19
2.4.3 Radiový přenos .....	20
2.4.4 IP komunikace .....	21
2.5 Topologie systému.....	22
2.5.1 Individuální adresa.....	24
2.5.2 Skupinová adresa .....	25
2.5.3 Typy konfigurací.....	26
2.6 Komunikace v systému KNX .....	26
2.6.1 Telegram TP1 .....	26
2.6.2 Přístup účastníka pomocí metody CSMA/CA.....	28
2.6.3 Příznaky .....	29

2.7	Software ETS.....	29
2.8	Rozhraní DALI.....	31
<b>3</b>	<b>Základy projektování inteligentní elektroinstalace .....</b>	<b>32</b>
3.1	Požadavky na projektanty.....	32
3.2	Projekt elektrických rozvodů.....	33
3.3	Rozdělení projektů podle záměru .....	34
3.3.1	Projekt novostavby .....	34
3.3.2	Projekt celkové i částečné rekonstrukce .....	34
3.4	Zásady při určování vnějších vlivů.....	34
3.4.1	Rozdělení a označení vnějších vlivů.....	35
3.5	Legislativa a technické normy.....	36
3.5.1	Soubor norem ČSN 33 2000 a ČSN 33 2130 ed. 2.....	37
<b>4.</b>	<b>Projektová dokumentace.....</b>	<b>39</b>
4.1	Písemná část projektové dokumentace .....	39
4.2	Výkresová část projektové dokumentace .....	39
4.3	Projektová dokumentace pro ohlášení stavby .....	39
4.4	Projektová dokumentace pro provádění stavby.....	40
<b>5.</b>	<b>Postup návrhu inteligentního systému v rodinném domě.....</b>	<b>41</b>
5.1	Půdorys objektu .....	41
5.2	Popis funkce ovládaných systémem.....	41
5.3	Realizace projektové dokumentace .....	42
5.4	Rozpočet a technické specifikace .....	42
5.5	Realizace.....	42

<b>6. Realizace vlastního projektu .....</b>	<b>43</b>
<b>Závěr .....</b>	<b>45</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>48</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>49</b>

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma KNX [2] .....	15
Obrázek 2: Příklad na sběrnici [2].....	16
Obrázek 3: Vzdálenosti pro TP1 [1, 2, 7, 15].....	19
Obrázek 4: Linie [2] .....	22
Obrázek 5: Oblast [2] .....	22
Obrázek 6: Více oblastí [2, 6].....	23
Obrázek 7: Adresace [2] .....	24
Obrázek 8: Úrovně skupinové adresy [2] .....	25
Obrázek 9: Struktura telegramu TP1 [2] .....	26
Obrázek 10: Potvrzení telegramu [2, 11].....	27
Obrázek 11: Vývojový diagram přístupu metody CSMA/CA v systému KNX [5].....	28
Obrázek 12: Řízení osvětlení pomocí DALI s osminásobným rozhraním KNX [12] .....	31
Obrázek 13: Základní vztahy ve výstavbě projektu elektrických rozvodů [4].....	33

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Typy přístrojů RF [11, 14, 15] .....	20
Tab. 2: Oblast použití pro různé typy médií [2] .....	21
Tab. 3: Adresace [2] .....	24
Tab. 4: Datové formáty [2, 11] .....	27
Tab. 5: Komunikační vlajky [2] .....	29
Tab. 6: Soubor norem ČSN .....	38
Tab. 7: Matematické funkce [3] .....	42

# ROZBOR ZADÁNÍ

Cílem diplomové práce je prostudování teoretické části inteligentní elektroinstalace sběrnice systému KNX (Konnex bus). Dále jaké požadavky jsou kladeny na projektanty těchto systémů, jak takový projekt vypadá a co všechno musí obsahovat.

Teoretická část je zaměřena na základní prvky systému KNX. V jednotlivých kapitolách této práce jsou podrobně vypracovány základní požadavky na dílčí části systému. V kapitole topologie systému jsou rozebrány požadavky a to, jak se systém spojuje (oblastní spojky, liniové spojky). V následující části je rozebrána komunikace na sběrnici, zde jsou podrobné informace o tom, jaký protokol se využívá, nebo-li jak jsou jednotlivé informace po sběrnici posílány. Podstatnou část tvoří přenosová média, která se ve sběrnicovém systému používají. V rámci diplomové práce je zařazena i část zabývající se projektovou dokumentací. V této pasáži jsou rozebrány jednotlivé části projektu a zároveň co projektová dokumentace musí nebo by měla obsahovat dle příslušných platných předpisů a norem.

V praktické části je vytvořena kompletní projektová dokumentace sběrnice systému KNX, která nám ukazuje, jak v praxi takový projekt vypadá a jaké musí mít náležitosti. Kompletní projekt je vytvořen na přízemním rodinném domě, tzv. bungalov. Projektová dokumentace je přílohou diplomové práce.



# 1 Úvod

## 1.1 Výhody systému KNX před klasickou instalací

Pokud porovnáme klasickou instalaci s inteligentním sběrniceovým systémem KNX, můžeme říct tyto výhody:

- snadné rozšíření,
- jednodušší a menší kabeláž,
- otevřený systém, proto může spolupracovat s ostatními systémy pomocí bran,
- lepší přizpůsobení při změně prostor,
- komunikace mezi všemi prvky na sběrnici,
- větší komfort uživatele. [15]

U instalací bez KNX jsou zapotřebí nejen silová vedení, ale taky vedení pro přenos informací jako:

- spínací povely musí být zvlášť,
- regulace nebo ovládání,
- měření (teplota). [15]

Pokud použijeme sběrniceový systém KNX tak všechna vedení, kromě silového, jsou na jedné sběrnici. [2, 15]

## 1.2 Decentralizovaný sběrniceový systém KNX

Systém KNX je plně decentralizovaný sběrniceový systém. To znamená, že každý přístroj na sběrnici má svou vlastní inteligenci (obsahuje mikroprocesor). Přenos je tak uskutečněn mezi jednotlivými přístroji na sběrnici, není potřeba jedinečný řídicí prvek. Výhodou decentralizovaného systému je provozní spolehlivost, kdy při výpadku jednoho nebo i více přístrojů systém nadále spolehlivě funguje a provoz není nijak omezen. [2, 15]

## 2. Sběrníkový systém KNX

### 2.1 Historie

Asociace KNX byla založena roku 1999 a sídlí v Bruselu. Vznikla složením tří evropských asociací, které se zabývaly problematikou inteligentních aplikací pro budovy. [9]

Jednalo se dříve o tyto asociace:

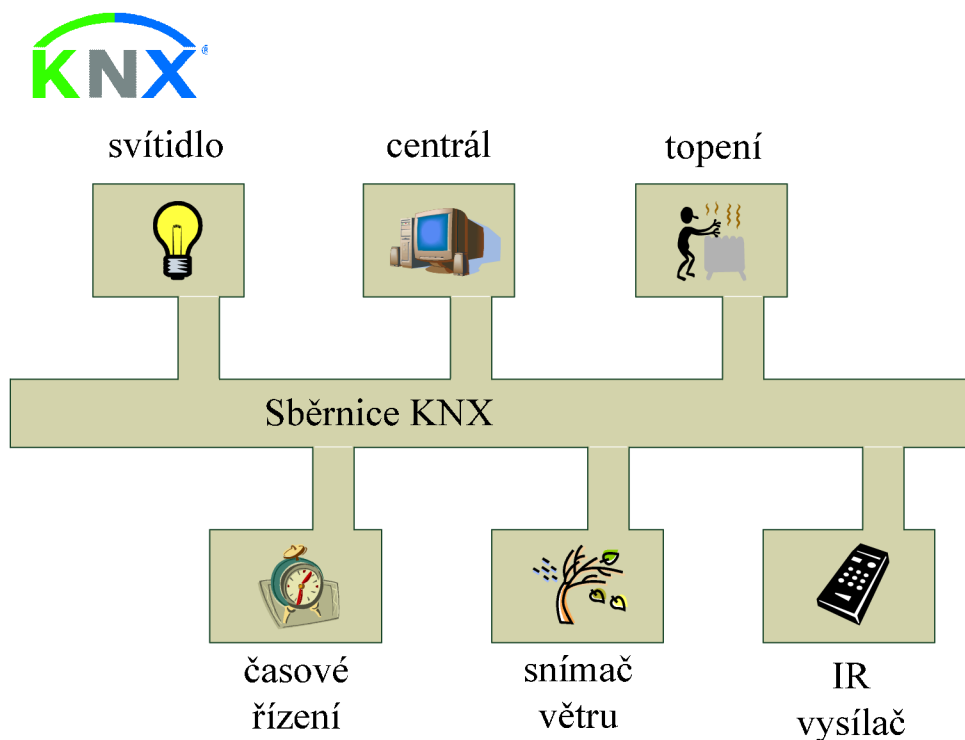
- BCI - systém Batibus ( Francie)
- EIB Association - systém EIB ( Belgie)
- European Home Systems Association – systém EHS (Nizozemsko). [2, 9]

V současnosti má asociace kolem 300 členů z 33 různých zemí. [9] Právě proto je sběrníkový systém KNX považován za nejlepší světový otevřený standard na světě. Z tohoto důvodu musí být schválen příslušnými normami:

- CENELEC – příslušná evropská norma od roku 2003, kde zároveň je součástí řady norem EN 50090.
- CEN – evropská norma, především EN 13321-1 a EN 13321-2.
- ISO/IEC 14543-3 – celosvětová norma od konce roku 2006.
- SAC – čínská norma, především SAC TC 124 zpracována v roce 2007, jakožto překlad z celosvětové normy, především z britského stavu GB/Z 20965.
- ANSI/ANSHARE – americká norma, ANSI/ASHRAE standard 135. [2, 9, 11]

Důležitou stránkou je certifikace, která zabezpečuje, že výrobky od různých výrobců budou spolu kompatibilní a zároveň se zvýší flexibilita systému KNX. Musí být dodrženo standardu ISO 9001. [13]

Z Obrázku 1 je patrná struktura systému KNX.



Obrázek 1: Schéma KNX [2]

## 2.2 Inteligentní stavby v České republice

V České republice jsou systémem KNX zastoupeny rodinné domy, průmyslové haly i administrativní budovy. [2, 6]

Mezi nejvýznamnější stavby u nás vytvořené systémem KNX řadíme:

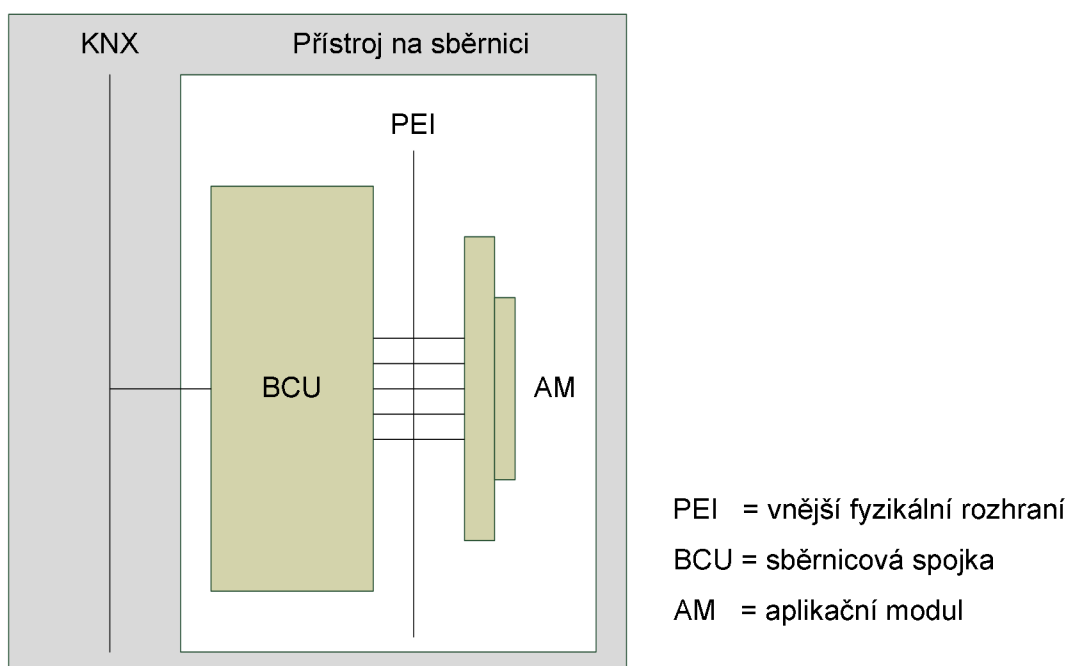
- O2 aréna v Praze – nejrozsáhlejší stavba ovládaná KNX. Je zde použito přibližně 25 tisíc přístrojů, které ovládají světelné scény, stínící techniku (žaluzie), centrální funkce a propojení s ostatními systémy. [6]
- Česká pojišťovna v Praze – zde je na sběrnici připojeno 1 000 žaluziových prvků, 6 500 svítidel ovládaných pomocí rozhraní DALI (viz kapitola 2.7), vizualizace na PC. Tato stavba byla v nominaci na KNX AWARD 2010 v kategorii energeticky úsporných staveb. [6]

- Moravská galerie v Brně – v Brně největší stavba, kde je systému KNX využito. Je jím řízeno osvětlení včetně světelných scén, ovládání vnitřních i venkovních rolet ve vazbě s povětrnostními podmínkami. Jednotlivé zařízení je možné centrálně ovládat z PC. [6]

## 2.3 Účastníci na sběrnici

Přístroj nebo-li účastník připojený na sběrnici (multifunkční tlačítkový snímač, spínací nebo žaluziový akční člen, aj.), znázorněný na Obrázku 2, se skládá ze tří odlišných částí:

- BCU – sběrnice spojka,
- AM – aplikační modul,
- AP – aplikační program. [2, 10]



Obrázek 2: Přístroj na sběrnici [2]

Sběrnice spojka a aplikační modul musí být od jednoho výrobce, i když se vyrábějí společně v jednom krytu nebo odděleně. Pokud bude přístroj dodán odděleně, spojí se sběrnice spojka a aplikační modul přes standardizovanou sběrnici PEI (Physical External Interface). U sběrnice spojky se připojujeme přes přítlačné kontakty k datové sběrnici nebo připojením k standardizované sběrnice svorce (barvy černá/červená). [2, 10]

V systému není zapotřebí řídicí jednotky (např. PC), protože každý přístroj na sběrnici má vlastní inteligenci v BCU (sběrnice spojka), systém je tedy decentralizovaný. To se využívá

jak pro menší stavby (byt, rodinný dům), tak pro velké projekty (hotely, školy, správní budovy, aj.). Přístroje na sběrnici dělíme takto:

- Snímače – předávají informace z aplikačního modulu do sběrnice spojky. Ve sběrnice spojce jsou data kódována a odesílána na datovou sběrnici. Jedná se o termostaty, snímače měřených hodnot (světlo, vítr, aj.), binární a analogové vstupy.
- Akční členy – zde sběrnice spojka přijímá telegramy, dekóduje a předá informace aplikačnímu modulu. Jde o stmívací ovladače, spínací ovladače, ovládání topení.
- Kontroléry – ovlivňují akční členy a zároveň oboustranné působení snímačů KNX.
- Systémové přístroje – napájecí zdroje, komunikační rozhraní (USB, RS 232). [1, 2, 10]

### 2.3.1 Význam spojek

Spojka sleduje datovou komunikaci mezi hlavní a sekundární linií v duplexním stavu. Zároveň však bude filtrovat adresy, které mají jinou skupinovou adresu. V systému se používají následující spojky:

- oblastní spojka – propojení páteřní linie s hlavní linií,
- liniová spojka – hlavní linie se sekundární linií,
- liniové opakovače – používají se pro rozšíření linie o další části, propouští kompletní komunikaci, tj. oběma směry. [2]

Všechny tři druhy spojek jsou totožné. Liší se pouze podle umístění v topologii systému a adresou spojky. [2, 15]

## 2.4 Přenosová média

Technologie KNX využívá různé typy přenosových médií (kroucený pár, silové vedení, rádiový přenos a IP rozhraní). Jaké přenosové médium zvolíme, je většinou na uvážení projektanta, ten určí na konkrétním typu stavby, které přenosové médium použít. Parametry, které projektanta zajímají pro výběr přenosového média jsou především:

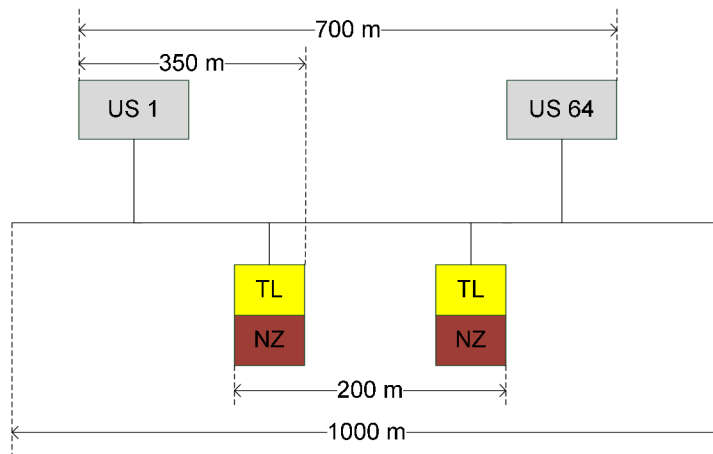
- doba, kdy se technologie KNX instaluje do objektu (novostavba, rekonstrukce),
- stavební dispozice objektu (prostory, překážky, aj.),
- přání investora. [2, 7, 15]

### 2.4.1 Kroucený pár

Kroucený pár je nejvíce používaným médiem. Je označován z anglického slova twisted pair – TP. Z názvu je patrné, že se jedná o dva vodiče, které jsou společně kolem sebe obtočeny, to má za následek snížení elektromagnetické interference (rušení). Dříve se používala varianta TP0, která byla převzata ze systému BatiBUS a dosahovala přenosové rychlosti 4800 bit/s. V dnešní době se tato varianta už nepoužívá a přešlo se na variantu TP1. TP1 dosahuje přenosové rychlosti 9600 bit/s, i když se tato rychlost v dnešní době zdá být nízká, tak průměrná doba přenosu zprávy je 25 ms, což nám naprosto vystačuje. [1, 2, 7]

Asociace Konnex doporučuje používat certifikované kabely pro propojení jednotlivých prvků na sběrnici. V praxi se nejčastěji používá kabelů YCYM 2x2x0,8. Kabel má zelený plášť, který nám zajistí barevné odlišení od ostatních kabelů v instalaci. Kabel musí splňovat určité parametry a to impedanci 72  $\Omega$  na 1 000 m. Na Obrázku 3 jsou znázorněny maximální povolené délky mezi jednotlivými přístroji na sběrnici. Při použití certifikovaných kabelů jsou vlastnosti vedení zaručeny:

- pro jednu linii maximální délka kabelu 1000 m,
- vzdálenost mezi přístroji max. 700 m,
- vzdálenost přístroje od zdroje napájení je max. 350 m,
- vzdálenost mezi zdroji musí být min. 200 m. [1, 2, 7, 10, 15]



US = přístroj/účastník na sběrnici

NZ = napájecí zdroj

TL = tlumivka

Obrázek 3: Vzdálenosti pro TP1 [1, 2, 7, 15]

Napájení přístrojů na sběrnici a zároveň samotná komunikace probíhá po dvou vodičích. Jeden vodič má červenou barvu (CE+) a černou (CE-). Polarita vodičů nesmí být nikdy přehozena!!! Zbylé dva vodiče v kabelu jsou využívány jako rezervní, případně mohou sloužit jako pomocné napájení určitých prvků KNX. Systém KNX pracuje s bezpečným nízkým napětím SELV (Safety Extra Low Voltage), které nesmí být uzemněno. Velikost napětí je 29 V. [1, 2, 7, 15]

## 2.4.2 Silové vedení

Silové vedení, anglicky označováno slovem Powerline PL 110, se používá tam, kde není možné použít přídavný ovládací kabel, není tedy nutné samostatné vedení. Přenos informací se přenáší po pracovních vodičích (fázový a střední) elektrické sítě 230/400 V a zároveň pracuje v poloduplexním provozu (každé zařízení v systému může vysílat i přijímat). Princip je založen na kmitočtovém pásmu, kde hodnota „0“ je nastavena na 105,6 kHz a hodnota „1“ na 115,2 kHz. Střední kmitočet je 110 kHz. Přenosová rychlost je nastavena na 1200 bitů/s. Nejčastěji se Powerline PL 110 využívá u hlášení, aplikace s motorovým pohonem (žaluzie, markýzy), spínání nebo řízení světelných instalací, aj. [2, 10]

Instalace vytvořená pomocí KNX PL 110 je kompatibilní s instalací vytvořenou pomocí TP 1. U KNX PL 110 může být maximálně vytvořeno 8 oblastí s 16 liniemi po 256 přístrojích. Přístup na sběrnici je pomocí CSMA (Carrier Sense Multiple Access). [2, 7]

### 2.4.3 Radiový přenos

Rádiový přenos, z anglického výrazu Radio frequency RF, je plně standardem KNX, kde umožňuje bezdrátový přenos na frekvenci 868 MHz a ke kódování zde využívá FSK (Frequency Shift Keying). [11, 15]

Přístrojů na sběrnici může být maximálně 64, přenosová rychlost dosahuje 16,4 kbit/s při vysílaném výkonu 10 – 25 mW. Účastníci mohou být dvojího typu:

- bez zesilovače – dosah v uzavřeném prostoru je přibližně 30 m, v otevřeném prostoru může dosahovat vzdálenosti až 300 m,
- se zesilovačem – zda použít zesilovač, by měl projektant uvažovat již v samém začátku. Pokud bude vzdálenost dvou přístrojů více jak 30 m nebo bude signál procházet přes betonové překážky, bude muset být použit zesilovač. Nejvhodnější umístění zesilovače je do cesty mezi vysílač a samotný přijímač. Ale v této cestě může být použito maximálně 3 RF zesilovačů. Konfigurace zesilovačů probíhá automaticky při připojení do systému KNX a to způsobem, že zesiluje telegramy, které jsou vysílány přístrojem s nedostatečným dosahem. Základní typy RF přístrojů jsou uvedeny v tabulce č. 1. [11, 14, 15]

Typ komunikace	Použití
Jednosměrná komunikace (pouze vysílá)	Čidla napájená baterií (malá spotřeba, dlouhá životnost)
Obousměrná komunikace	Přístroje napájená z elektrické sítě (230 V)
Obousměrná komunikace (synchronní příjem, metoda časových bloků)	Přístroje napájené baterií (malá spotřeba)

Tab. 1: Typy přístrojů RF [11, 14, 15]



## 2.4.4 IP komunikace

Posledním médiem, jak přenášet informace je pomocí IP komunikace, jako Ethernet, Wi-Fi, LAN, Bluetooth nebo FireWire. [15]

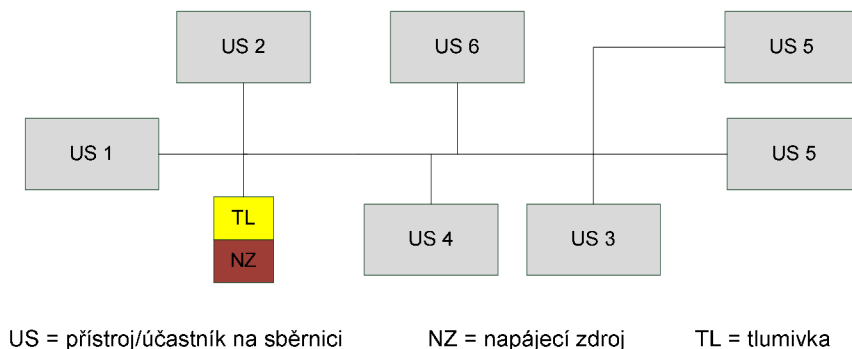
Tabulka č. 2 obsahuje typy přenosových médií a zároveň oblasti použití, ve kterých se jednotlivé přenosové média využívají.

Typ média	Označení	Přenos prostřednictvím	Oblast využití
Kroucený pár	KNX TP	Samostatný ovládací kabel	Nové instalace a rozsáhlé renovace – nejspolehlivější přenos
Powerline (silové vedení)	KNX PL	Stávající síť el. rozvodů 230 V, musí být střední vodič	V prostorech, kde není možné vést přídatný ovládací kabel
Radiofrekvenční přenos	KNX RF	Rádiové vlny	V prostorech, kde není možné vést kabel
IP	KNX IP	Ethernet	V rozsáhlých sítích, vysoké rychlosti přenosu

Tab. 2: Oblast použití pro různé typy médií [2]

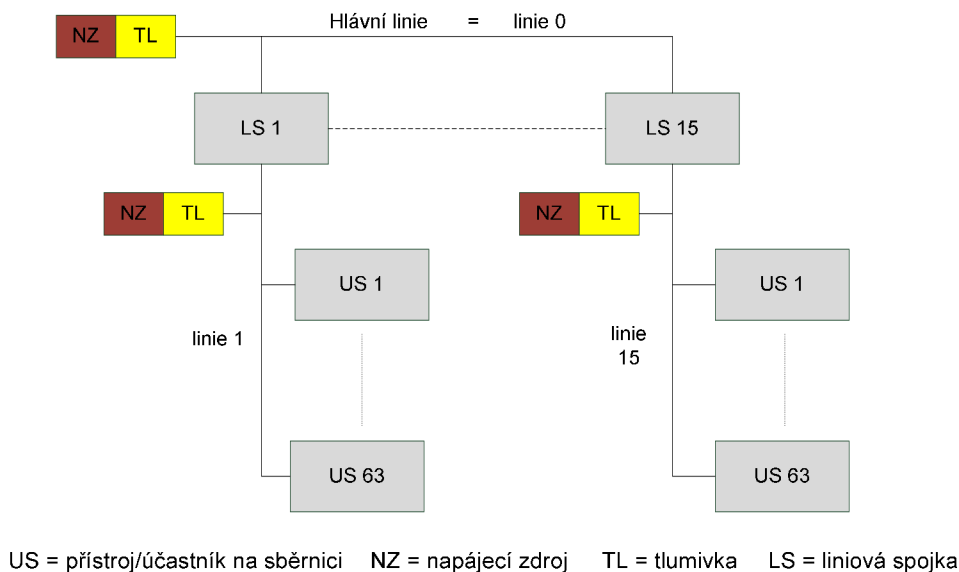
## 2.5 Topologie systému

V systému KNX si jakýkoli přístroj na sběrnici může vyměňovat informace pomocí telegramů s kterýmkoli jiným přístrojem. V systému KNX je základní topologií linie, která je znázorněna na Obrázku 4. Ta se skládá z maximálně 4 liniových segmentů a může mít nejvíce 64 přístrojů na sběrnici. Jednotlivé segmenty potřebují vlastní napájecí zdroj. Podle napájecího zdroje a příkonů jednotlivých přístrojů můžeme určit reálný stav přístrojů na sběrnici. [2, 10]



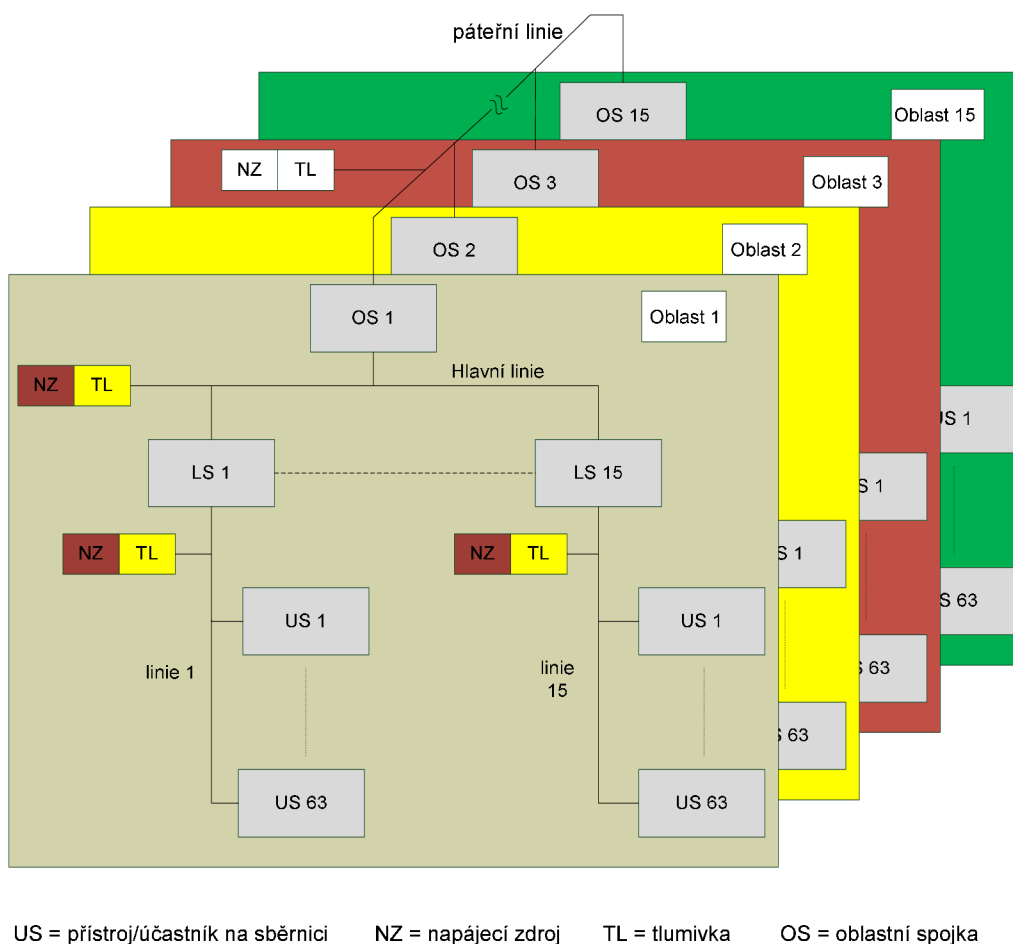
Obrázek 4: Linie [2]

Pokud je v systému více jak 64 přístrojů nebo je složitější členění budovy, je potřeba vytvořit více než jednu linii. Této topologii říkáme oblast. Oblast je znázorněna na Obrázku 5. Linie se spojují přes liniovou spojku. Na jednu hlavní linii může být přes liniové spojky připojeno 15 linií. I tak stále na hlavní linii může být připojeno 64 přístrojů, kde se za přístroj považuje i liniová spojka, z toho vyplývá, že maximální počet přístrojů bude menší o počet použitých liniových spojek. V páteřní a hlavní linii nesmí být použit liniový zesilovač. [2, 11]



Obrázek 5: Oblast [2]

Pro velké projekty jako hotely, administrativní budovy nebude stačit oblast. Na řadu tedy přichází topologie více oblastí viz Obrázek 6. Ty se spojují s páteřní linií přes oblastní spojku. Liniová a páteřní spojka jsou hardwarově stejný přístroj, jen aplikační část je odlišná. Maximální počet oblastí, které můžeme propojit je 15. Jestliže sečteme všechny prvky systému (spojky, zesilovače), potom maximální počet sběrnicevých přístrojů je 58 000. Rozdělením KNX do linií a oblastí zvýšíme bezpečnost a provozní spolehlivost systému. Pro více linií je potřeba pro každou linii vlastní napájecí zdroj s tlumivkou. [2, 15]

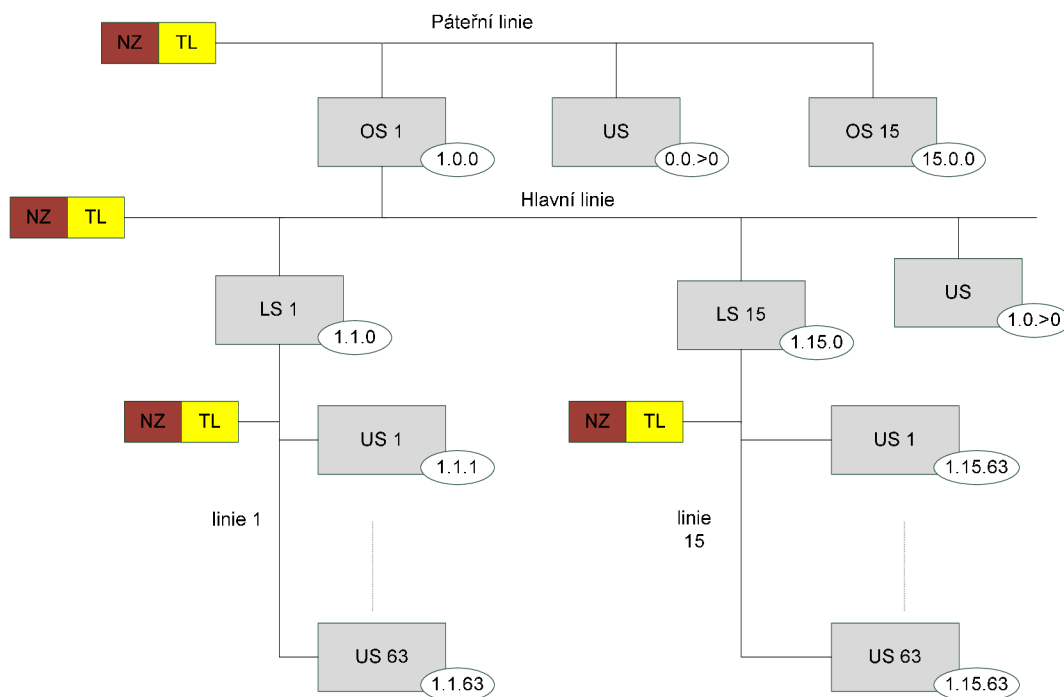


Obrázek 6: Více oblastí [2, 6]

Linie sběrnice může být kladena v libovolné topologii. Nesmí být však v žádném případě uzavřena jakákoliv smyčka (kruh je zakázán)!!! [1, 2, 15]

## 2.5.1 Individuální adresa

Individuální nebo-li fyzická adresa slouží k jednoznačné identifikaci kteréhokoli přístroje na sběrnici KNX a popisuje uspořádání uvnitř topologie. Adresace je zřejmá z Obrázku 7. Individuální adresa se nahraje do přístroje tak, že při programování se zmáčkne programovací tlačítko přístroje a tak je zamezeno, že by konkrétní adresa byla v systému dvakrát. Přidělování adresy probíhá ve speciálním programovacím software ETS. [2, 11]



US = přístroj/účastník na sběrnici    NZ = napájecí zdroj    TL = tlumivka    LS = liniová spojka    OS = oblastní spojka

Obrázek 7: Adresace [2]

Adresa je rozdělena na jednotlivé části. Pro oblast jsou rezervovány 4bity = 16 hodnot, pro linii taky 4 bity = 16 hodnot. A v poslední části jsou reprezentováni účastníci, kteří mají rezervovanou velikost 1 byte = 8 bitů = 256 přístrojů. [2, 11]

O = Oblast - 4 bity	L = Linie – 4 bity	U = Přístroj – 1 byte
0 0 0 0	L L L L	U U U U U U U U

Tab. 3: Adresace [2]

Individuální adresa slouží v praxi ještě k diagnostice změn v systému novým naprogramováním a hlavně k opravě chyb. V normálním provozu je jinak individuální adresa bez významu. [2]

## 2.5.2 Skupinová adresa

Důležitou částí v systému je skupinová adresa, přes kterou komunikují přístroje mezi sebou. Jedná se tzv. o číslování jednotlivých funkcí.

V ETS se nastavují tyto úrovně skupin:

- dvouúrovňová – jedná se o skupina/podskupina (např. 1/1), pro tuto úroveň je maximálně 32 767 skupinových adres,
- tříúrovňová – hlavní skupina/střední skupina/podskupina (např. 1/1/1), počet adres je stejný, ale je lépe a komfortněji dělen,
- vlastní – zvolíme si volně definovanou strukturu. [1, 2, 11]

Struktura úrovní je zobrazena na Obrázku 8.

Používané úrovně si zvolí projektant v ETS, například takto:

- hlavní skupina – sklep, přízemí, vnější část objektu,
- střední skupina – klimatizace, osvětlení, žaluzie, aj.,
- podskupina – funkce spotřebičů (světla zapni/vypni, aj.) [1, 2]

Akční členy mohou mít více skupinových adres oproti snímačům, které skupinovou adresu odesílají v jednom telegramu s jednou skupinovou adresou. Skupinová adresa 0/0/0 je defaultně nastavena pro telegramy určené všem přístrojům. [2, 11]



Obrázek 8: Úrovně skupinové adresy [2]

## 2.5.3 Typy konfigurací

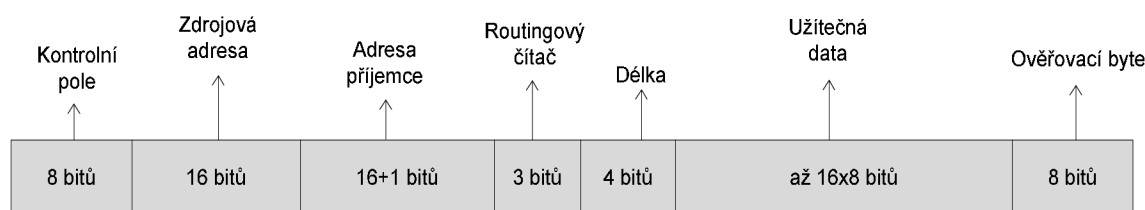
Na štítku u výrobku je vyznačeno, jak lze přístroj konfigurovat. Ve skutečnosti existují dva režimy:

- Režim E – označuje se jako snadný režim. Ke konfiguraci není potřebné PC. Konfiguraci provádí proškolený pracovník a to centrálním přístrojem, tlačítky a dalšími prvky systému. Nevýhodou je, že mají omezené vlastnosti a rozsah použití pro malé až střední instalace.
- Režim S – konfigurace se už provádí na PC s pomocí ETS. Slouží k tomu produktové databáze konkrétních výrobců, které se vkládají do databáze ETS. K instalaci a konfiguraci systému už musí být pracovník s certifikátem KNX. Používá se pro střední a rozsáhlé instalace. [2]

## 2.6 Komunikace v systému KNX

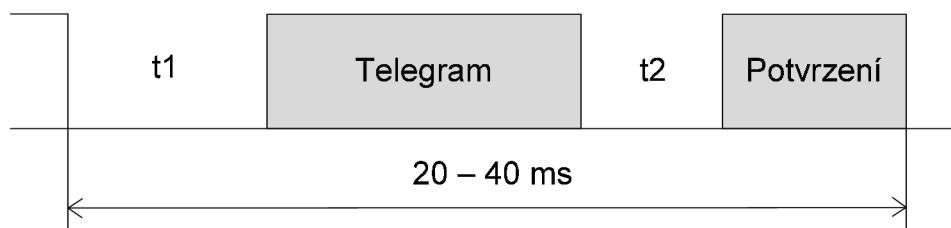
### 2.6.1 Telegram TP1

V systému se informace a data přenášejí pomocí datových telegramů. Skládá se ze specifických informací a vlastní užitečné informace. Struktura telegramu je na Obrázku 9. Kompletní informace se přenáší po znacích, pokaždé po 8 bitech. Znak je tvořen vždy 11 bity. Jelikož velikost informace se může lišit, je doba znaků pro přenos telegramu 8 až 23 znaků. [2, 11]



Obrázek 9: Struktura telegramu TP1 [2]

Při odesílání telegramu musí přístroj nejprve zjistit, jestli je sběrnice volná v době  $t_1$ . Pokud ano, odešle svůj telegram a do doby  $t_2$  musí od ostatních žádaných přístrojů dostat potvrzení. Pokud nastane chyba (nedojde potvrzení, přístroj odešle chybné hlášení), může vysílající přístroj tentýž samý telegram odeslat maximálně ještě třikrát podle důležitosti. Tento systém potvrzování vykazuje velkou stabilitu a spolehlivost systému. Potvrzení je vidět z Obrázku 10. [2, 11]



Obrázek 10: Potvrzení telegramu [2, 11]

Při potvrzování mohou nastat tyto 3 stavy:

- NAK – nesprávný příjem, telegram bude až třikrát znovu odeslán,
- BUSY – zaneprázdněná sběrnice, vysílající přístroj krátkou dobu počká a potom telegram pošle znova,
- ACK – data byla přijata v pořádku. [2]

V systému je potřeba různých typů datových formátů pro zpracování dat. Využívá se desítková nebo hexadecimální číselná soustava.

Rozměr dat	Počet hodnot	Termín v digitální technice	KNX aplikace
1 bit	2	bit	spínání
2 bity	4		priorita
4 bity	16	půlbyte	stmívání
8 bitů	256	byte	hodnota
16 bitů	65 536	slovo	pohyblivá čárka
32 bitů	4 294 967 296	dvojitě slovo	čítač

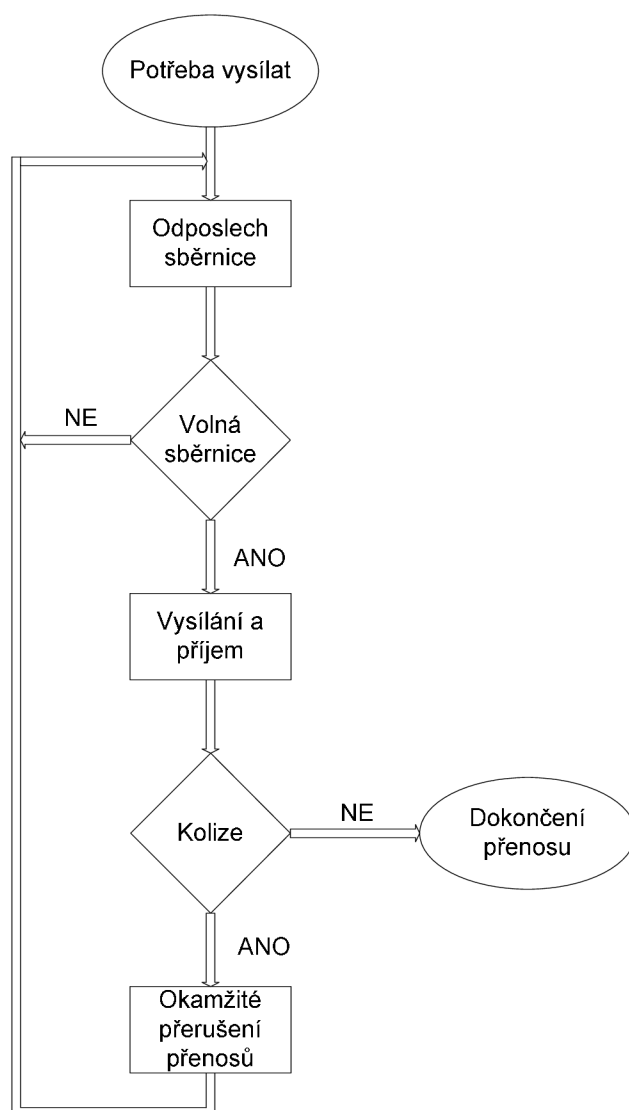
Tab. 4: Datové formáty [2, 11]

## 2.6.2 Přístup účastníka pomocí metody CSMA/CA

Z předchozích kapitol víme, že v systému KNX může být mnoho účastníků, to může mít za následek kolizi telegramů. Jinak řečeno kolize je úkaz, kdy po dobu  $t_1$  zjišťuje zařízení na sběrnici dostupnost a i přesto, že přijímá záporné informace, musí zařízení vysílat. V realitě není možné na sběrnici současně posílat více telegramů. [5]

Proto se zde využívá metody přístupu na sběrnici CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance). Ta nám v systému zaručuje pomocí priorit pořadí vysílání telegramů a tím pádem zabrání kolizím. Obsah priorit je obsažen v bitovém kontrolním poli jednotlivého telegramu. Priority mohou mít tři stavy low, high, alarm. [5]

Obrázek 11 ukazuje vývojový diagram metody CSMA/CA, jak přistupují přístroje na sběrnici.



Obrázek 11: Vývojový diagram přístupu metody CSMA/CA v systému KNX [5]



### 2.6.3 Příznaky

Příznaky nebo tzv. vlajky obsahuje každý komunikační přístroj. Určují způsob komunikace. Jsou standardně nastaveny a měnit by se měly jen v nejnútnejších případech. V tabulce č. 5 jsou znázorněny jednotlivé příznaky, které lze nastavovat.

<b>Communication</b>	Objekt přiřazen ke sběrnici
	Telegramy potvrzeny. Skupinový objekt se nezmění
<b>Read</b>	Hodnota objektu jde číst před sběrnici
	Hodnota objektu nejde číst před sběrnici
<b>Write</b>	Hodnota objektu jde změnit po sběrnici
	Hodnota objektu nejde změnit po sběrnici
<b>Transmit</b>	Objekt se změní a bude odeslán telegram
	Objekt odešle pouze při požadavku telegram s odpovědí
<b>Update</b>	Telegram bude interpretován jako povel k zápisu. Objekt aktualizován
	Telegram nebude interpretován jako povel k zápisu. Objekt nebude aktualizován
<b>Read on init</b>	Nezávisle odesílá Číst hodnotu pro inicializaci obnovení proudu
	Po návratu proudu neinicializuje hodnotu příkazu Číst hodnotu

Tab. 5: Komunikační vlajky [2]

## 2.7 Software ETS

Jaké prvky v systému použijeme, už víme z předchozích kapitol. Ale k funkčnosti a ucelenosti systému potřebujeme ještě aplikovat jednotlivé funkce (vlastnosti) do jednotlivých přístrojů na komunikační sběrnici KNX. K tomu nám slouží speciálním softwarem ETS (Engineering Tool Software). Výrobce nezávislý normalizovaný software pro konfiguraci, návrh a diagnostiku inteligentní instalace systému KNX. [2, 9]

Nejstarší verze byla vydána v roce 1993 – ETS 1. Nejnovější a zároveň nejefektivnější verze ETS je již čtvrtá řada – ETS 4. Výrobce ji poskytuje ve 4 různých verzích podle požadavku uživatele:

- Demo – jedná se o zkušební verzi, která je zdarma. Má plnou funkci, ale počet přístrojů je omezen na max. 3.
- Lite – použití u malých, až středních projektů, max. 20 přístrojů.
- Professional – kompletní verze obsahující všechny funkce.

- Supplementary – dodateční licence k verzi Professional pro rozšíření do dalšího počítače. [2, 9]

Software KNX lze stáhnout pouze na stránkách asociace KNX. Zde si stáhneme bezplatně instalační balík, který je po nainstalování v demoverzi. Po zakoupení vyšší licence obdržíme licenční klíč, který vložíme do programu a otevřeme zakoupenou verzi programu. [2, 9]

Projektování budovy, kde se systém KNX bude instalovat, se v začátcích neliší od klasického projektu elektroinstalace. Projektant si musí objasnit tyto aspekty:

- druh a využití objektu,
- zvláštní požadavky investora,
- funkce, které budou v systému obsaženy,
- rozpočet. [2, 9]

ETS podporuje tyto možnosti při realizaci projektu:

- plánování projektu,
- uvedení systému do provozu,
- diagnostika a řešení problémů. [9]

Každý výrobce, který produkty KNX vyrábí, musí mít vytvořenou databázi přístrojů, která se při práci importuje do databáze software KNX. Databázi přístrojů většinou najdeme na stránkách jednotlivých výrobců. [9]

Propojení systému KNX s PC v dnešní době je většinou přes USB rozhraní.

Minimální požadavky na hardware:

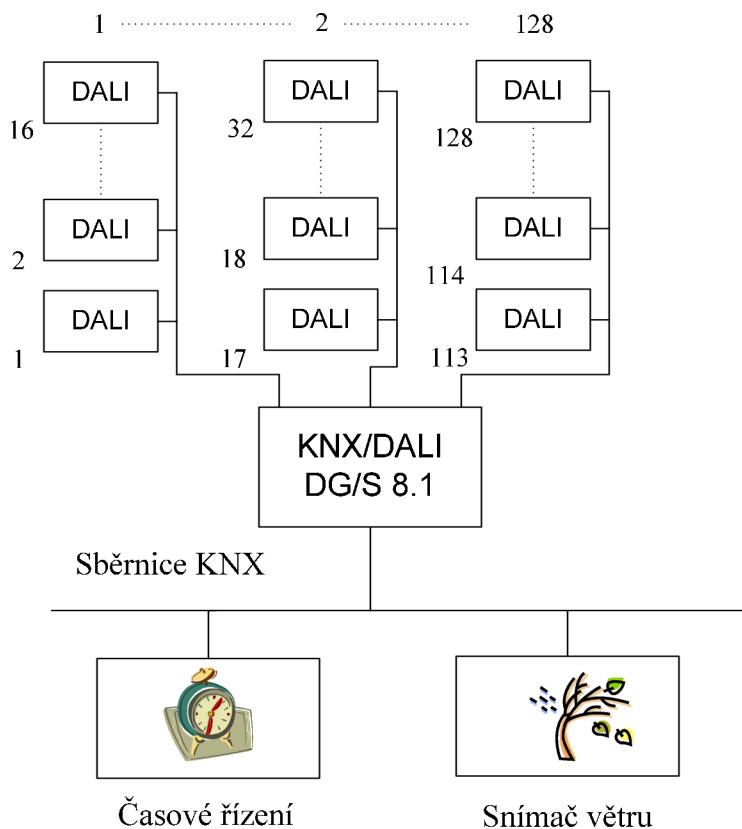
- Procesor (CPU)  $\geq 2$  GHz
- RAM  $\geq 2$  GB, doporučeno 4 GB
- HDD  $\geq 20$ GB
- Rozlišení obrazovky (RES)  $\geq 1024 \times 768$
- Komunikační rozhraní – USB, Ethernet, RS 232 [2, 9]

## 2.8 Rozhraní DALI

Jedná se o zkratku z anglického slova Digital Addressable Lighting Interface. Jde o digitální řídicí protokol používaný na řízení osvětlení. Používá otevřený protokol, který může využívat více výrobců. [12]

Principiálně pracuje v režimu master – slave. Master (vypínač, senzor pohybu) rozesílá příkazy zařízením slave. Slave (předřadník) zastupuje ovládací zařízení osvětlení. Jak používat rozhraní KNX – DALI nám předepisuje norma IEC 62386. [12]

Pro komunikaci DALI je využívána samostatná sběrnice (dva vodiče). Topologie může být stromového nebo hvězdicového uspořádání. Nesmí se uspořádat do kruhové topologie!!! Informace po sběrnici jsou předávány mezi master – slave pomocí 2 bitových zpráv. Případně master – master jsou zprávy velké 3 bity. Na Obrázku 12 je zobrazeno řízení, pomocí DALI s osminásobným rozhraním KNX. [12]



Obrázek 12: Řízení osvětlení pomocí DALI s osminásobným rozhraním KNX [12]

## **3 Základy projektování inteligentní elektroinstalace**

### **3.1 Požadavky na projektanty**

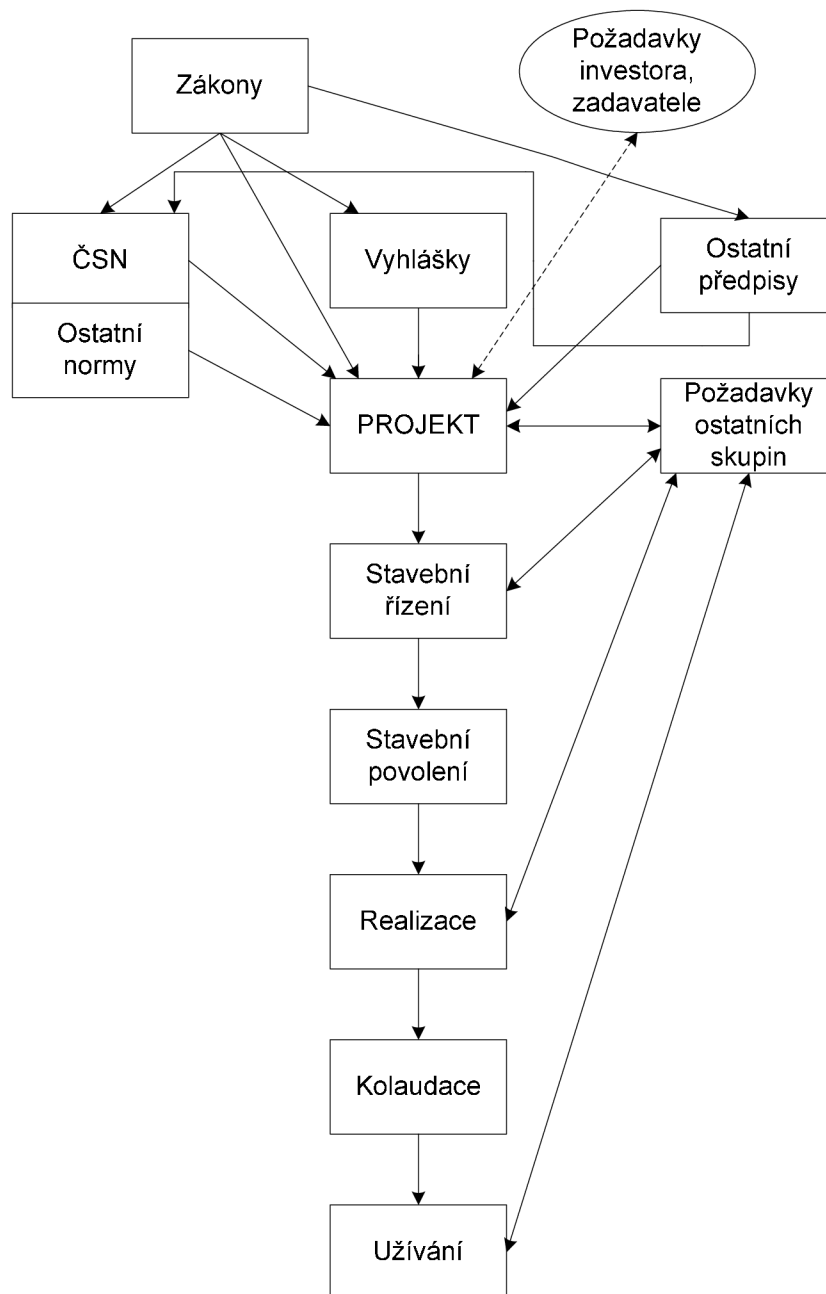
Projektování elektrických rozvodů v oblasti výstavby, můžeme říct, že se jedná o přenášení myšlenkových návrhů vycházejících z elektrotechnické praxe, teoretické elektrotechniky, zákonů, elektrotechnických předpisů a příslušných vyhlášek do praxe (projektová dokumentace). [4]

Projektant elektrických rozvodů, který se bude zabývat projektováním, by měl:

- znát elektrotechnické předpisy, dobře se v nich orientovat a sledovat příslušné změny,
- rozumět technickým normám, zákonům a vládním nařízením,
- mít zkušenosti získané při zpracování projektů elektromontážních prací. [4]

## 3.2 Projekt elektrických rozvodů

Projekt elektrických rozvodů, a to v samostatné dokumentaci nebo komplexní dokumentaci, musí vždy vycházet z platných technických norem, předpisů a zákonů. Na Obrázku 13 jsou znázorněny vztahy projektu ve výstavbě. [4, 8]



Obrázek 13: Základní vztahy ve výstavbě projektu elektrických rozvodů [4]

### **3.3 Rozdělení projektů podle záměru**

Projektant musí na začátku každého projektu vzít v úvahu o jaký typ projektu se bude jednat. V tomto případě se jedná o typy:

- projekt novostavby,
- projekt celkové i částečné rekonstrukce. [4]

#### **3.3.1 Projekt novostavby**

Projekt novostavby je základním typem. Zde musí projektant postupovat dle příslušných a zároveň platných požadavků a předpisů. Omezením v jeho práci je nejčastěji v tomto typu projektu vybavenost objektu, tedy finanční stránka – rozpočet. [4]

#### **3.3.2 Projekt celkové i částečné rekonstrukce**

Tento druh projektu se liší od projektu novostavby v různých bodech. To všechno před samotným projektováním musí být vzato v úvahu, aby se předešlo zbytečným komplikacím. Projektant by si měl uvědomit několik specifik:

- těžce lze ovlivnit dispozici stavby,
- technologii provedení elektrických rozvodů určuje většinou stavební technologie,
- v objektu v němž bude probíhat rekonstrukce, nebude uživateli vyklizen,
- řešení stávající elektroinstalace na novou elektroinstalaci,
- aj. [4]

### **3.4 Zásady při určování vnějších vlivů**

Na každé elektrické zařízení působí jeho okolí. Dle normy ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 se tento jev nazývá „vnější vlivy“. Slouží k zajištění základních podmínek bezpečnosti (osob, majetku) a zároveň provozní spolehlivosti. Vnější vlivy jsou v každém prostředí různé, proto je jinak definováno nebezpečí úrazu pro různá prostředí. [4, 8]

Vnější vlivy musí být určeny jednoznačně a úplně. Určení vnějších vlivů musí být všude, tj. v každém prostoru, kde bude instalováno a zároveň používáno elektrické zařízení. [4, 8]

Základním rozdělením, z hlediska náročnosti, můžeme rozdělit:

- prostředí bez nebezpečí výbuchu – jednodušší požadavky v souboru norem, méně náročné provedení,
- prostředí s nebezpečím výbuchu – náročné provedení, musí být propracovaný soubor požadavků, který se vypracuje podle speciálních norem. [4, 8]

### **3.4.1 Rozdělení a označení vnějších vlivů**

Vnější vlivy se dělí do tří skupin nebo-li stupňů. Každý stupeň je označen dvěma písmeny a číslicí. [4, 8]

První písmeno nám značí všeobecnou kategorii:

- A – prostředí,
- B – využití,
- C – konstrukce budovy. [4, 8]

Prostředí „A“ nám značí vlastnosti okolí. Mezi vlastnosti řadíme teplotu okolí, vlhkost, nadmořskou výšku, sluneční záření, aj. [4, 8]

Využití „B“ značí uplatnění nebo části objektu. Řadíme sem počet osob v prostoru, možné únikové cesty, vlastnosti zpracování látek, znalost elektrotechnických znalostí, pohybové schopnosti, aj. [4]

Konstrukce budovy „C“ značí vlastnosti objektu (konstrukční i dekorativní materiály), provedení objektu. [4, 8]

Druhé písmeno označuje povahu vnějšího vlivu. [4, 8]

Číslice značí třídy vnějšího vlivu. [4, 8]

Označení např. AD2 značí:

- A – prostředí,
- AD – prostředí – voda,
- AD2 – prostředí – možnost padajících kapek. [4]

V současné době není žádná norma nebo předpis, který by nařizovala značení vnějších vlivů ve výkresech. Důležité je, aby projektant a investor měli stejný popis vnějších vlivů!!! [4, 8]

### 3.5 Legislativa a technické normy

Základ projektování inteligentní elektroinstalace je v podstatě stejný jako u klasické elektroinstalace. V České republice se musí projektant řídit platnými technickými normami, předpisy a zákony. Technické normy se stále mění a upravují, proto je důležité, aby je projektant pravidelně sledoval a případnou změnu zaregistroval včas. [4, 8]

Projektanta elektrických rozvodů jako autorizované osoby lze základně rozdělit dle Zákona č. 360/1992 Sb. o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě takto:

- A – Obor „Technická zařízení staveb“ (TZS)
- B – Obor „Technika prostředí staveb“, specializace elektrotechniky. [4, 8]

Mezi základní legislativní předpisy patří:

Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb

-stanovuje rozsah a obsah projektové dokumentace

Zákon č. 183/2006 Sb. stavební zákon

-základní zákonné požadavky na stavbu

Soubor nařízení vlády navazující na zákon č. 22/1997 Sb.

-technické požadavky na zařízení nízkého napětí,

-požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu,

- požadavky na strojní zařízení,

- požadavky na stavební výrobky,

- požadavky na výtahy.

Vyhláška ČÚBP (Český Úřad Bezpečnosti Práce) č. 50/1978 Sb. o odborné způsobilosti v elektrotechnice. [4, 8]



### 3.5.1 Soubor norem ČSN 33 2000 a ČSN 33 2130 ed. 2

V České republice je tento soubor norem ČSN uplatňován především kvůli těmto důvodům:

- stanovují bezpečnostní předpisy,
- jsou jakoby měřítkem, ke kterému přirovnáváme výrobky nebo služby elektroinstalace,
- ve smlouvách jsou závazné mezi dvěma stranami,
- u veřejných zakázek jsou povinné. [4]

Dále je uvedena tabulka č. 6, kde jsou platné základní elektrotechnické normy, které platí pro projektování a provádění elektrických rozvodů.

OZNAČENÍ	NÁZEV NORMY
ČSN 33 2000 - 3	Elektrotechnické předpisy. Elektrická zařízení. Část 3: Stanovení základních charakteristik
ČSN 33 2000-4-41 ed. 2	Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem
ČSN 33 2000-4-42 ed. 2	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-42: Bezpečnost - Ochrana před účinky tepla
ČSN 33 2000-4-43 ed. 2	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 4-43: Bezpečnost - Ochrana před nadproudy
ČSN 33 2000-4-443 ed. 2	Elektrické instalace budov - Část 4-44: Bezpečnost - Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením - Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím
ČSN 33 2000-5-51 ed. 3	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy

ČSN 33 2000-5-52 ed. 2	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení
ČSN 33 2000-5-523 ed. 2	Elektrické instalace budov - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Oddíl 523: Dovolené proudy v elektrických rozvodech
ČSN 33 2000-5-534	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení - Odpojování, spínání a řízení - Oddíl 534: Přepět'ová ochranná zařízení
ČSN 33 2000-5-537	Elektrotechnické předpisy - Elektrická zařízení - Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení - Kapitola 53: Spínací a řídicí přístroje - Oddíl 537: Přístroje pro odpojování a spínání
ČSN 33 2000-5-54 ed. 3	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče
ČSN 33 2000-5-559 ed. 2	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 5-559: Výběr a stavba elektrických zařízení - Svítidla a světelná instalace
ČSN 33 2000-6	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 6: Revize
ČSN 33 2000-7-701 ed. 2	Elektrické instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou
ČSN 33 2130 ed. 2	Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody

Tab. 6: Soubor norem ČSN

## 4. Projektová dokumentace

Projektovou dokumentaci nazýváme soubor informací, který popisuje specifickou stavbu. Do svých částí dokumentace zahrnuje rozsah stavby, vliv stavby na okolí, vnější vlivy a další potřebné informace. Z hlediska využití ji rozlišujeme na písemnou a výkresovou část. [4, 8]

### 4.1 Písemná část projektové dokumentace

Tato část se zabývá informacemi, které vstupují do projektu. Důležitou stránkou je, aby v písemné části bylo všechno jednoznačné a specificky sepsáno (požadavky investora), aby nemohlo později dojít k nedorozumění a pochybení práce. [4]

Nedílnou součástí je i protokol o určení vnějších vlivů, který musí být podepsaný všemi osobami, které tento protokol vypracovávali. Rozsah a obsah projektové dokumentace nám stanovuje vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb. Jednotlivé etapy staveb budou rozebrány v kapitolách č. 4.3 a 4.4. [4]

### 4.2 Výkresová část projektové dokumentace

Ve výkresové dokumentaci platí řada mezinárodních norem IEC, CENELEC, ISO. Je důležité znát a zároveň se orientovat v těchto normách, aby projekt mohl bezproblémově komunikovat s ostatními subjekty, které se na výstavbě objektu podílí. Nejdůležitějšími normami v současné době jsou normy ČSN a to:

- ČSN EN 61082 (0133880) – soubor – Zhotovování dokumentů používaných v elektrotechnice,
- ČSN EN 61175 ed. 2 (013381) – Průmyslové systémy, instalace a zařízení a průmyslové produkty – označování signálů,
- ČSN ISO 14617 (013630) – soubor – Grafické značky pro schémata. [4, 8]

### 4.3 Projektová dokumentace pro ohlášení stavby

Do této kapitoly můžeme rovněž zařadit žádost o stavební povolení a zkrácené oznámení ke stavebnímu řízení. Jak je uvedeno v kapitole č. 4.1, dle vyhlášky 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, musí projektová dokumentace vždy obsahovat následující části:

- A. Průvodní zpráva
- B. Souhrnná technická zpráva
- C. Situace stavby
- D. Dokladová část

- E. Zásady organizace výstavby
- F. Dokumentace stavby (objektu) [4, 16]

## 4.4 Projektová dokumentace pro provádění stavby

Projektová dokumentace pro provádění stavby se provádí pro jednotlivé profese samostatně. Písemnou část projektové dokumentace pro provádění stavby tvoří hlavně technická zpráva.

Obsahem technické zprávy je:

- základní technické údaje o elektroinstalaci (způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem, určení vnějších vlivů, napěťová soustava),
- instalovaný a soudobný výkon, energetická bilance,
- technické řešení napájecích obvodů, záložní napájecí zdroje,
- popis technického řešení světelných obvodů včetně ovládání,
- zásuvkové obvody,
- popis napojení ostatních technologií (klimatizace, žaluzie, topení, aj.),
- technické normy, které se v projektu vyskytují a podle kterých se musí provádět montáž,
- způsob uložení kabelů,
- typy navržených zařízení. [4, 16]

Výkresová část obsahuje:

- seznam výkresů,
- silnoproudé rozvody, které se kreslí většinou v měřítku 1:100 nebo 1:50,
- světelnou a zásuvkovou část lze rozdělit na samostatné výkresy,
- schéma rozvaděčů, případě schémata podružných rozvaděčů,
- blokové schéma celého celku,
- legenda použitých značek. [4, 16]

## 5. Postup návrhu inteligentního systému v rodinném domě

V praxi před realizací inteligentních systémů je možné postupovat různě. Ale za dobu, co se inteligentní systémy projektují a instalují, jsou zažité určité posloupnosti, aby se předešlo zbytečným chybám.

Rozdělení jednotlivých kapitol projektu, jak by se mělo postupovat:

1. půdorys objektu,
2. popis funkcí ovládaných systémem,
3. realizace projektové dokumentace,
4. rozpočet a technické specifikace,
5. realizace. [3]

### 5.1 Půdorys objektu

Na začátku každé svatební akce je potřeba si vyžádat od investora půdorysné schéma objektu a zároveň kontakt na architekta, který zpracovával projektovou dokumentaci pro stavební povolení. Půdorys je potřebný nejen proto, abychom viděli, jak bude dům vypadat, ale i pro další potřebné informace, které musí projektant při návrhu brát v potaz, např.:

- zda už jsou vyčleněna místa na rozvaděč,
- orientace domu podle světových stran,
- použité technologie v domě (topení, klimatizace, aj),
- konstrukce domu. [3]

### 5.2 Popis funkcí ovládaných systémem

Podstatnou částí je popis funkcí. Ten obsahuje ve většině případů dvě části:

- textový popis – zde je popsáno slovy, co bude ovládáno (světla, zásuvky, markýzy, topení a další technologie v domě). Slovní popis může vypadat např.:
  - ovládání svítidel uvnitř domu tlačítkovými spínači na stěnách,
  - markýzy budou ovládány tlačítkovými spínači na stěnách. [3]
- matematický zápis funkce – je znázorněn v tabulce č. 7.

Č.	Funkce	Místnost	Parametr	Poznámka
1.	spínání svítidel	všechny místnosti	zapnuto/ vypnuto	
2.	stmívání svítidel	ložnice 3x, obytná hala	0 – 100 %	žárovková svítidla
3.	spínání zásuvkových okruhů	kuchyň	ZAP při příchodu VYP při odchodu	všechny okruhy, kromě lednice

Tab. 7: Matematické funkce [3]

### 5.3 Realizace projektové dokumentace

V této fázi je již možné postoupit k samotné realizaci projektové dokumentace. Ta obsahuje veškeré náležitosti jako projektová dokumentace klasické elektroinstalace (ochrana před úrazem el. proudem, způsob měření, aj.). [3]

Samotný výkres této projektové dokumentace má rozdílné schematické značky a mimo jiné se musí také jinak pokládat kabeláž. Hlavní odlišností je samotné schéma rozvaděče, kdy je třeba umístit rozvaděč pro každé podlaží samostatně. [3]

### 5.4 Rozpočet a technické specifikace

Inteligentní instalace je hlavně o komfortu bydlení a úsporách energií. Součástí projektové dokumentace jsou i technické informace jednotlivých přístrojů, podle kterých se pak vyčíslí cena – rozpočet. [3]

### 5.5 Realizace

V této části je důležité, aby spolupracovaly jednotlivé subjekty, které se na výstavbě objektu podílí. Cílem je, aby ve výsledku bylo vše instalováno dle platných předpisů a norem!!! [3]

## 6. Realizace vlastního projektu

Před realizací každého projektu je důležitá osobní schůzka s investorem, to proto, aby byl vypracován materiál (podklad), ve kterém budou informace obsahující požadavky investora na inteligentní systém.

Jako objekt pro diplomovou práci jsem si vybral přízemní rodinný dům. Na tomto objektu chci demonstrovat, jak v praxi vypadá kompletní projektová dokumentace inteligentního sběrnicevého systému KNX.

V mém případě investora nemám, tak jsem si musel požadavky na inteligentní systém KNX určit sám.

Hlavními požadavky, které budu chtít ovládat systémem KNX jsou:

- osvětlení,
- topení/chlazení,
- žaluzie,
- EZS (Elektronický Zabezpečovací Systém).

Po určení těchto požadavků jsem přešel k samotnému návrhu systému. Na začátku jsem si vytvořil půdorys rodinného domu.

Rodinný dům je přízemní objekt tzv. „bungalov“ o velikosti 13 x 9,4 m. Uvnitř domu se nachází ložnice, dva pokoje, kuchyň společná s obývací místností, koupelna, WC a technická místnost. Součástí domu je i venkovní terasa, na kterou je přístup z obývacího pokoje.

U vstupu do domu je elektroměrový rozvaděč RE, ze kterého je následně veden přívod do domovního rozvaděče RD, který se nachází ve vstupní hale. Odtud jsou vedeny jednotlivé obvody (sběrnice KNX, zásuvkové, žaluzie, aj).

V obývací místnosti se nachází LCD panel, ze kterého bude možné řídit kompletně celý systém KNX v rodinném domě.

Logické vazby (automatické otevírání žaluzií, aj.) je v systému možné konfigurovat pomocí modulu LM/S 1.1, který se nachází v rozvaděči rodinného domu.

### OSVĚTLENÍ

Osvětlení v rodinném domě je plně řízeno inteligentním systémem KNX. Světla v obývacím pokoji a částečně na chodbě je možné regulovat na požadovanou hodnotu

osvětlení. Jednotlivé rozmístění a okruhy svítidel jsou patrné z výkresu č. 03, který tvoří jednu z částí projektové dokumentace, která je přílohou diplomové práce.

## **TOPENÍ**

Teplota v jednotlivých místnostech je řízena individuálně na základě informací z prostorových termostatů. Prostřednictvím systémové sběrnice KNX komunikuje řídicí člen s pohonem ventilů topení. Okenní magnetické kontakty slouží jednak pro redukci topení a zároveň jako plášťová ochrana celého systému EZS.

## **ŽALUZIE**

Ovládání žaluzií je možné ovládat manuálně nebo automaticky. Automatické ovládání je nastaveno dle uživatele (časový plán) nebo dle povětrnostních podmínek.

## **ELEKTRONICKÝ ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM**

Zabezpečovací systém je propojen pomocí I/O modulů se systémem KNX. Tím vznikne integrovaný systém tak, aby byl platný z hlediska zabezpečení a propojení na PCO (Pult Centralizované Ochrany). Proto je v projektu připraveno i GSM. Dále je venku i uvnitř navržena siréna, pro případ vniknutí cizí osoby. Kompletní návrh EZS je ve výkresu č. 04, který je přílohou diplomové práce.

## **DATOVÉ (SLABOPROUDÉ) ROZVODY**

V rodinném domě bude provedena strukturovaná kabeláž kabely UTP kat 5e a zakončena ve skříni RACK, který se nachází v technické místnosti. Ve skříni bude osazen modemem, který dodá poskytovatel datových služeb. Vedle datových zásuvek budou i anténní zásuvky, od kterých budou vedeny koaxiální kabely do technické místnosti, ze které budou dále kabely vedeny pod střechu rodinného domu, kde se předpokládá osazení příslušnými anténami.

## **ROZVADĚČ RD**

Rozvaděč rodinného domu je umístěn ve vstupní hale. Odtud budou jednotlivá elektrická zařízení v rodinném domě napájena. Rozvaděč je společný jak pro klasickou silovou část instalace, tak pro sběrnicevým systém KNX.

Všechny použité prvky ve sběrnicevým systému KNX jsou od firmy ABB.

Kompletní projekt je konzultován s profesionální projekční firmou BOSSYS, s. r. o.

Kompletní projektová dokumentace je přílohou diplomové práce.



## Závěr

Cílem diplomové práce bylo prostudovat problematiku zabývající se sběrníkovým systémem KNX, dále jaké požadavky jsou kladeny na projektanty těchto systémů a vypracování kompletní projektové dokumentace sběrníkového systému KNX.

V teoretické části jsou rozebrány jednotlivé prvky, které se na sběrnici vyskytují. V kapitole účastníci na sběrnici je rozebrán prvek z pohledu fyzické struktury, to znamená, z jakých částí se skládá a jak se rozděluje z pohledu přístroje na sběrnici. V části přenosových médií jsou rozebrány jednotlivé typy médií, kterými je možné přenášet informace mezi jednotlivými prvky systému. Nejčastějším médiem je kroucený pár označovaný jako TP1 a dalšími médii, jak přenášet informace, jsou radiofrekvenční přenos (RF), Ethernet (IP) a silové vedení (PL). Následující částí je topologie systému. Zde je ukázáno, jak může být systém větven, případně dělen na linie, či oblasti. Podstatnou kapitolou je adresace v systému, kde je vypracováno, jak se jednotlivým prvkům přiřazují fyzické i skupinové adresy, to proto, aby nedocházelo ke kolizím v systému. Dále je rozebrána kapitola popisující komunikaci na sběrnici, tedy v jaké formě se data přenášejí po přenosovém médiu – telegram. V předposlední části popisující sběrníkový systém KNX jsou základní informace o programovacím software ETS. Poslední částí o systému KNX je rozhraní KNX/DALI, které se stará o osvětlení a světelné scény v objektech.

V části o projektování je vypracován ucelený materiál, který popisuje jak má projektová dokumentace vypadat. Je zde část, která pojednává o různých typech projektů – projekt novostavby, rekonstrukce aj. Dále jak se určují vnější vlivy prostředí a jejich označení. Důležitou částí je celek, který pojednává o legislativě a technických normách, podle kterých by měl každý projektant své dílo vypracovat a zároveň, aby bylo v souladu s nimi. Na konci této kapitoly je vypracována tabulka, ve které jsou základní technické normy zabývající se elektroinstalací v rodinném domě. Následující kapitola pojednává o obsahu projektové dokumentace (technická zpráva, půdorysné výkresy, aj).

V poslední teoretické části diplomové práce je vypracován ucelený materiál, který předepisuje postup návrhu inteligentního systému v rodinném domě.

Praktická část se zabývá samotnou realizací projektové dokumentace inteligentního systému KNX. Je zde vytvořena kompletní projektová dokumentace, kterou v běžné praxi dostane investor od projekční kanceláře. Výsledná projektová dokumentace sběrníkového systému KNX je přílohou diplomové práce.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ABB. Příručka pro elektroinstalatéry – popis systému [online]. [cit. 7.11.2012]. Dostupný z: <[http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/87b165ae33986c9bc125773d0045f001/\\$file/elektronicky\\_prospekt\\_12.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/87b165ae33986c9bc125773d0045f001/$file/elektronicky_prospekt_12.pdf)>
- [2] ABB. Interní materiály k certifikačnímu školení KNX.
- [3] ABB. Vzorový postup návrhu [online]. [cit. 6.4.2013]. Dostupný z: <<http://www117.abb.com/index.asp?thema=9792>>
- [4] DVOŘÁČEK, Karel. Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací. 2., přeprac. vyd. Praha: IN-EL, 2011, 115 s. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-53-5.
- [5] ELEKTRIKA.CZ. ABB: KNX/EIB Komunikace [online]. [cit. 21.8.2008]. Dostupný z: <<http://elektrika.cz/data/clanky/abb-systemove-elektricke-instalace-knx-eib-2013-13-cast/view?searchterm=csm/ca>>
- [6] INBUDOVY.CZ. Inteligentní budovy v České republice [online]. [cit. 21.9.2012]. Dostupný z: <<http://inbudovy.cz/artikul/article/inteligentni-budovy-v-ceske-republice/>>
- [7] KUČEK, Viliam. Multimediální průvodce ETS a KNX. Zlín, 2010. Diplomová práce. UTB Zlín. Vedoucí práce Ing. Karel Perůtka, Ph.D.
- [8] KUNC, Josef. Elektroinstalace krok za krokem. 2., zcela přeprac. vyd. Praha: Grada, 2010, 120 s. Profi. ISBN 978-80-247-3249-7.
- [9] KNX – technické informace [online]. [cit. 3.12.2012]. Dostupný z: <<http://www.knx.org>>
- [10] MERZ, Hermann, Thomas HANSEMANN a Christof HÜBNER. Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 261 s. ISBN 978-80-247-2367-9.
- [11] MICHALČÍK, J. Výukový panel pro inteligentní instalační systém ABB i-bus® KNX/EIB. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 87 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Tomáš Marada, Ph.D.
- [12] ODBORNECASOPISY.CZ. Výhody systémové instalace ABB i-bus®KNX/EIB při řízení osvětlení [online]. [cit. 10.2007]. Dostupný z: <<http://www.odbornecasopisy.cz/download/elektro/2007/el100732.pdf>>
- [13] POŠVIČ, Slavomír. Inteligentní elektroinstalace [online]. [cit. 23.10.2012]. Dostupný z: <<http://www.knxtechnik.cz/>>

- [14] SIEMENS. Rádiová komunikace KNX RF [online]. [cit. 6.5.2013]. Dostupný z: <[https://www.cee.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/infrastructure-cities/IBT/synco\\_living/funkce\\_systemu/Documents/36672\\_N2708cz\\$Synco900\\$KNX\\$komunikace.pdf](https://www.cee.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/infrastructure-cities/IBT/synco_living/funkce_systemu/Documents/36672_N2708cz$Synco900$KNX$komunikace.pdf)>
- [15] Somfy – Technické informace o KNX/EIB systému [online]. [cit. 18.11.2012]. Dostupný z: <[http://www.somfyarchitecture.cz/downloads/buildings/technicke\\_informace\\_o\\_knx\\_systemu.pdf](http://www.somfyarchitecture.cz/downloads/buildings/technicke_informace_o_knx_systemu.pdf)>
- [16] VYHLÁŠKA č.499/2006 Sb., o dokumentaci staveb

## SEZNAM ZKRATEK

ČSN	Československá norma
ČÚBP	Český Úřad Bezpečnosti Práce
DALI	Digital Addressable Lighting Interface
EIB	European Instalation Bus
ETS	Engineering Tool Software
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
GSM	Globální systém pro mobilní komunikaci
KNX	Konnex bus
NZ	Napájecí zdroj
PCO	Pult Centralizované Ochrany
PEI	Physical External Interface
PL	Power Line
RF	Radio Frequency
SELV	Safety Extra Low Voltage
TL	Tlumivka
TP	Twisted Pair
TZS	Technické Zařízení Staveb
US	Účastník na sběrnici

# SEZNAM PŘÍLOH

## Příloha A: Obsah přiloženého CD

- elektronická podoba diplomové práce,
- elektronická podoba projektové dokumentace.

## Příloha B: Projektová dokumentace

- 01 Seznam projektové dokumentace
- 02 Technická zpráva
- 03 Půdorys RD – sběrníková instalace KNX, elektroinstalace
- 04 Půdorys RD – datové rozvody, EZS
- 05 Rozvaděč RD
- 06 Rozpočet